

Hunger

Wie helfe ich mir selbst

# Camping- Wohnanhänger



# Wie helfe ich mir selbst? Camping- Wohnanhänger

Von Dipl.-Ing. Jürgen Hunger



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

# Urlaub auf Rädern

In unserer Zeit, in der die Menschen auf Grund der Spezialisierung der Arbeitsprozesse oftmals nur recht einseitig belastet werden, wird der Wunsch nach aktiver Erholung immer größer. Und welche aktive Erholung ist besser als ein Campingurlaub? Dazu kommt, daß erst der Urlaub mit Wohnzelt oder Campinganhänger den Wunsch nach individuellem Reisen, ohne Streß und ohne Hektik, abseits vom Massentourismus ermöglicht.

Um bei einem Urlaub mit Anhänger die gewünschte Erholung zu finden, sind natürlich einige Voraussetzungen erforderlich. Wer seinen Anhänger ganzjährig schlummern läßt und erst einen Tag vor Urlaubsantritt aus der Garage holt, überhastet packt, um am nächsten Tag in aller Frühe loszufahren, wird sich bestimmt nicht richtig erholen können. Der Erfolg einesurlaubes auf Rädern wird von seiner Vorbereitung wesentlich beeinflußt.

Urlaub mit Anhänger ist Quartier auf kleinstem Raum. Der Vorzug dieses Quartiers liegt darin, daß wir es selbst gestalten können, uns über seine technischen Details informieren und somit in der Lage sind, Fehler und Mängel zu beheben.

Dieses Buch soll Ihnen einige Lösungsvorschläge darlegen, die beim Neu-, Aus- und Umbau der Anhänger zu berücksichtigen sind.

Für Leser, die tiefer in die Gesamtproblematik der Auslegung, Berechnung und Konstruktion von Campinganhängern eindringen möchten, werden Berechnungsgrundlagen angegeben, die einen funktionsgerechten, extremen Leichtbau ermöglichen und wirkende Zusammenhänge besser erkennen lassen.

PKW-Anhänger sind Straßenfahrzeuge, für die im eigenen und im Interesse aller Verkehrsteilnehmer die gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsbestimmungen einzuhalten sind. In den einzelnen Abschnitten werden deshalb die wichtigsten Bestimmungen mit erfaßt und gleichzeitig Lösungen unterbreitet, wie diese Bestimmungen mit einfachen Mitteln in die Praxis umgesetzt werden können. Dieses Buch soll aber auch zugleich Antwort auf Fragen der fahrdynamischen Zusammenhänge zwischen Zugfahrzeug und Anhänger, der aerodynamischen Formgebung der Anhängeraufbauten, der möglichen Grundrißkonzeption, der Verbesserung der Behaglichkeit im Campinganhänger durch Installation von Gas- und E-Anlagen, der Berechnung und Belastbarkeit des Fahrwerkes sowie des Einsatzes standardisierter Baugruppen im Anhängerbau geben. Die Vorstellung einiger Campinganhänger aus dem In- und Ausland zeigt Lösungsvarianten, wie der eigene Anhänger verändert werden könnte.

Alle Baugruppen eines Anhängers unterliegen einem normalen Verschleiß. Ist die Verschleißgrenze, die sich durch gute Pflege und Wartung mitunter um Jahre hinauszögern läßt, erreicht, muß die Baugruppe instand gesetzt werden. Die beschriebenen Selbsthilfetips ermöglichen es, unter der Voraussetzung einiger Grundkenntnisse, die Instandsetzungsarbeiten der wichtigsten Baugruppen durchzuführen.

Für die während der Manuskriptbearbeitung gegebenen Hinweise danke ich besonders den Herren Dipl.-Ing. Klaus Christian, Dr.-Ing. Manfred Ulber und Dipl.-Ing. Harald Bock. Für die Bereitsstellung von Fotoaufnahmen gilt mein Dank den Anhänger-Herstellfirmen.

# Inhaltsverzeichnis

1. Zugfahrzeug – Anhänger	9
1.1. Einflüsse auf die Fahrstabilität	9
1.1.1. Masse-Leistungs-Verhältnis	10
1.1.2. Fahrschwingungen	11
1.1.3. Zugfahrzeug	14
2. Entwurfshinweise	16
2.1. Verwendungszweck	16
2.2. Grundrißkonzeption	18
2.2.1. Leermasse als Funktion der Gesamtlänge	18
2.2.2. Raumaufteilung	22
2.2.3. Sitz- und Schlafbereich	24
2.2.4. Küchenbereich	26
2.2.5. Kleider- und Wäscheschrank	26
2.2.6. Sanitärbereich	27
2.2.7. Staubereich	28
2.3. Karosserie	28
2.3.1. Rahmenbauweise	31
2.3.2. Rahmenlose Bauweise	33
2.3.3. Aerodynamische Formgebung	37
2.4. Zubehör	37
2.4.1. Fenster und Dachhauben	42
2.4.2. Beschläge	43
2.4.3. Gasanlage	44
2.4.3.1. Technische Regeln	46
2.4.3.2. Baugruppen einer Gasanlage	59
2.4.4. Lüftungs- und Heizungstechnik	60
2.4.4.1. Meteorologische und wärmephysiologische Faktoren	65
2.4.4.2. Wärmebedarfsberechnung	70
2.4.5. Elektroinstallation	70
2.4.5.1. Schwachstromanlage 6/12 V	76
2.4.5.2. 220-V-Anlage	80
2.4.6. Luftleiteinrichtungen	82
2.4.7. Vorzelt – Sonnendach	83
2.5. Fahrgestell	83
2.5.1. Berechnungsgrundlagen	83
2.5.1.1. Gesamtmasse und Schwerpunkt	87
2.5.1.2. Statische Ruhelasten	88
2.5.1.3. Stoßfaktoren	88
2.5.1.4. Dynamische Lasten	89
2.5.1.5. Kipp- und Rutschgrenzen	91
2.5.1.6. Beanspruchungsgrößen als Funktion der Geschwindigkeit	92
2.5.1.7. Kräfte an der Anhängerkupplung des Zugfahrzeuges	93
2.5.2. Gestaltung von Fahrwerksrahmen mit Zugeinrichtung	93
2.5.3. Überschlägliche Berechnung eines Fahrzeugrahmens	102

2.5.4. Radaufhängung	105
2.5.4.1. Starrachsen	105
2.5.4.2. Einzelradaufhängung	106
2.5.4.3. Federung	108
2.5.5. Bereifung und Felgen	114
2.5.5.1. Bereifung	115
2.5.5.2. Felgenauswahl	119
2.5.6. Bremsanlagen	120
2.5.6.1. Einflüsse auf das Bremsverhalten	120
2.5.6.2. Bremssysteme	121
2.5.6.3. Technische Forderungen	123
2.5.7. Anhängerkupplung	124
2.5.8. Schwingungsdämpfer	125
2.5.8.1. Anforderungen und Grundbauarten	125
2.5.8.2. Einbaubeeinflussung	126
3. Anhängervorstellung	145
3.1. Wohnzeltanhänger Camptourist	145
3.2. Campinganhänger QEK Junior	145
3.3. Campinganhänger Bastel	146
3.4. Campinganhänger Intercamp	147
3.5. Campinganhänger Berger-Oase	148
3.6. Campinganhänger Tabbert-Wind	148
3.7. Campinganhänger der Firma Eriba-Hymer	149
3.8. Campinganhänger Ci-Wilk	150
4. Selbsthilfetips	152
4.1. Grundlagen der Selbsthilfe	152
4.1.1. Werkzeug	153
4.1.2. Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz (GABS)	153
4.1.3. Schraubverbindung – Schraubensicherung	156
4.2. Fahrwerk	157
4.2.1. Achse – Radaufhängung	158
4.2.1.1. Achse der Campinganhänger Bastel und Intercamp	158
4.2.1.2. Radaufhängung des Campinganhängers QEK Junior	164
4.2.1.3. Radaufhängung des Wohnzeltanhängers Camptourist	169
4.2.2. Bremssystem	173
4.2.2.1. Campinganhänger Bastel und Intercamp	173
4.2.2.2. Wohnzeltanhänger Camptourist und Campinganhänger QEK Junior	187
4.2.2.3. Mechanisches Bremssystem des Wohnzeltanhängers Camptourist	193
4.2.3. Schubstück mit Kugelkupplung	199
4.2.3.1. Wohnzeltanhänger Camptourist und Campinganhänger QEK Junior	199
4.2.3.2. Campinganhänger Bastel und Intercamp	206
4.2.3.3. Schubstück der mechanischen Auflaufbremse	210
4.2.4. Instandsetzungsarbeiten am Schwingungsdämpfer	214
4.2.5. Räder und Reifen	217
4.2.6. Standstützen	220
4.3. Karosserie	225
4.3.1. Außenhaut	225
4.3.1.1. Campinganhänger QEK Junior und Intercamp	225
4.3.1.2. Campinganhänger Bastel	228
4.3.1.3. Lackierarbeiten	230
4.3.2. Eingangstür	232
4.3.3. Dachhaube	237
4.3.4. Fenster	239

4.4. Gasanlage . . . . .	244
4.4.1. Aufbau und Funktion . . . . .	245
4.4.2. Wartungsarbeiten . . . . .	250
4.4.3. Störungssuche . . . . .	254
4.4.4. Instandhaltungsarbeiten . . . . .	256
4.4.4.1. Gaskocher . . . . .	257
4.4.4.2. Gasheizung Solar 3000 . . . . .	263
4.5. Elektrische Anlagen . . . . .	263
4.5.1. Aufbau und Funktion . . . . .	266
4.5.2. Wartungsarbeiten . . . . .	267
4.5.3. Störungssuche . . . . .	274
4.5.4. Reparaturarbeiten . . . . .	278
Literaturverzeichnis . . . . .	279
Sachwörterverzeichnis . . . . .	279

# 1. Zugfahrzeug – Anhänger

Durch das Zugfahrzeug wird die maximal zulässige Anhängerlast und somit die zulässige Gesamtmasse des PKW-Anhängers vorgegeben. Die in der Zulassung des Zugfahrzeuges bestätigte Gesamtanhängerlast darf nicht überschritten werden (Tabelle 1.1). Rechnet man mit einer Zuladungsmasse von 60 bis 100 kg für die Grundausstattung und nochmals 30 bis 50 kg pro mitfahrende Person, so sind die Grenzen der Leermasse des Anhängers leicht zu ermitteln. Dieser Fakt ist ganz entscheidend für eventuell wünschenswerte Veränderungen am oder im PKW-Anhänger, durch die die Leermasse des Anhängers weiterhin erhöht wird. Um aber bei einem Neuaufbau oder wünschenswerten Veränderungen die richtigen Entscheidungen zu treffen, sollten wir uns zunächst mit den fahrdynamischen Zusammenhängen zwischen Zugfahrzeug und PKW-Anhänger befassen.

**Tabelle 1.1. Zulässige maximale Anhängelasten für PKW in kg**

PKW-Typ	Anhängelasten	
	ungebremst	gebremst
Trabant 601		
mit Simplexbremse	280	–
mit Duplexbremse	300	400
Saporoshez 966/968	300	400
Skoda		
1000 MB	380	650
S 100	400	600
S 105/120 L	400	600
S 120 LS	400	600
Wartburg 353/353 W	500	650
Dacia 1300	440	750
Zastava 1100	440	680
Polski Fiat		
vor 1975	500	800
ab 1975 (1500)	500	1000
Shiguli/Lada		
2101/2102/21011	500	800
2103/2106	500	1000
Moskwitsch		
408/JE/412	560	750
2140	560	1000
Wolga GAS 24	700	1000

## 1.1. Einflüsse auf die Fahrstabilität

Die Fahreigenschaften eines PKW mit Anhänger sind im allgemeinen viel schlechter als die des PKW ohne Anhänger. Es muß also zwischen PKW und Anhänger Zusammenhänge geben, die die Fahrstabilität so beeinflussen, daß es bereits im unteren Geschwindigkeitsbereich zu

einer Verkehrsgefährdung kommen kann. Dieses instabile Fahrverhalten kann nur eingeschränkt werden, wenn wir die Ursachen kennen und diese entsprechend konstruktiv oder durch unser Fahrverhalten beeinflussen. Unkenntnis oder Mißachtung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten führt oft zu einem Unfall (Bild 1.1).



Bild 1.1. Während eines Versuches wurden die physikalisch wirkenden Gesetze vorsätzlich verletzt und der Anhängerzug durch Verreißen der Lenkung zum Schleudern gebracht. Trotz der kritischen Fahr-situation des Anhängers kippte dieser durch die richtige Reaktion des Fahrers nicht um. Bei einem ungeübten Fahrer wäre bei dieser Fahrsituation ein Unfall unvermeidbar gewesen [10].

### 1.1.1. Masse-Leistungs-Verhältnis

Für Masse-Leistungs-Verhältnis gilt die Gleichung

$$K = \frac{m_{\text{ges.z}} + m_{\text{ges.H}}}{P} \quad \text{in kg/kW.}$$

Während die zulässige Gesamtmasse des PKW ( $m_{\text{ges.z}}$ ) und die Motorleistung vom PKW-Hersteller festgelegte Werte sind, die ein zügiges Beschleunigen im Straßenverkehr ermöglichen, verschlechtert sich das Masse-Leistungs-Verhältnis mit zunehmender Masse des Anhängers ( $m_{\text{ges.H}}$ ). International werden K-Werte von 25 kg/kW gefordert. Diese Werte gewährleisten, daß der Verkehrsfluß nur gering belastet wird. Aus Bild 1.2 kann der K-Wert annähernd für jeden PKW entnommen werden. Wie Bild 1.3 zeigt, ist bei  $v = 80 \text{ km/h}$  die notwendige Antriebsleistung schon so groß, daß viele Fahrzeuge diese Motorleistung nicht mehr aufbringen können.

#### Schlußfolgerung

- Die Masse des Anhängers sollte wesentlich geringer als die Masse des Zugfahrzeuges sein.
- Zulässige Anhängerlasten des PKW sind max. Lasten und sollten nach Möglichkeit nicht ausgenutzt werden.
- Durch Verringerung der Zuladung im PKW und Caravan läßt sich der K-Wert positiv beeinflussen und die Fahrstabilität verbessern.

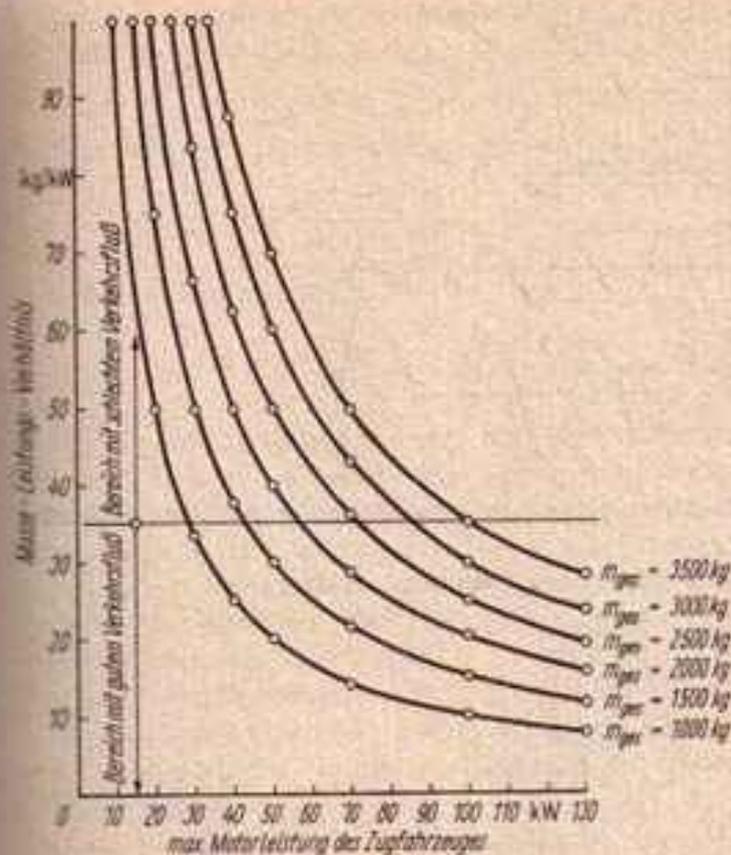


Bild 1.2. Masse-Leistungs-Verhältnis als Funktion der maximalen Motorleistung in Abhängigkeit der vorhandenen Gesamtmasse von Zugfahrzeug und Anhänger

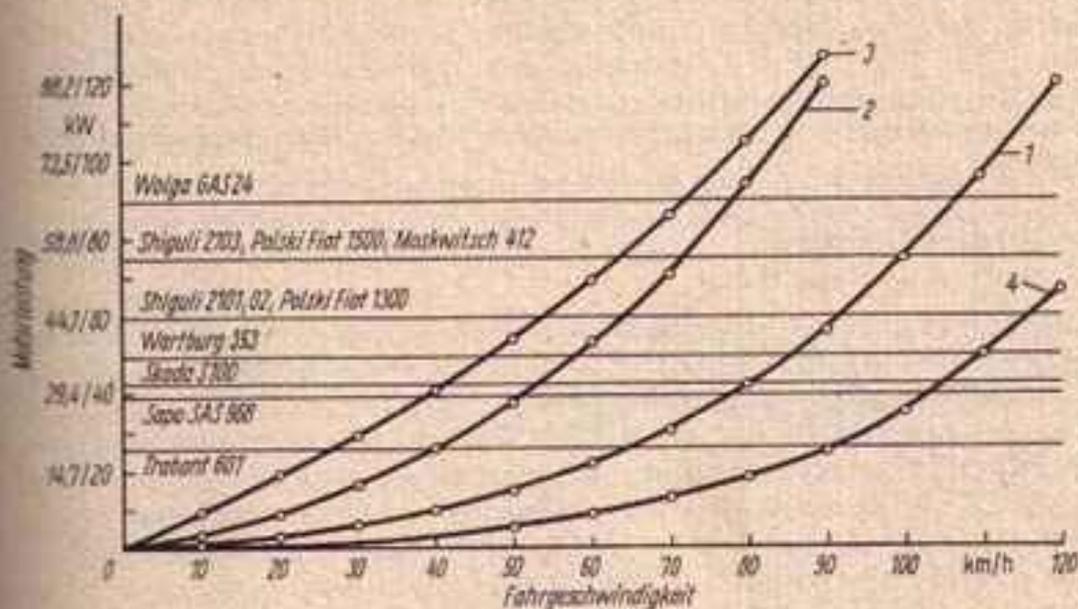


Bild 1.3. Erforderliche Motorleistung beim Fahren mit Anhänger in der Ebene und am Berg in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit  
 1 Fahren in der Ebene bei Windstille; 2 in der Ebene bei Gegenwind, Windstärke 7; 3 bei 12% Steigung; 4 Zeltanhänger in der Ebene

## 1.1.2. Fahrschwingungen

Durch Windböen, Überholmanöver, vorbeifahrende Fahrzeuge, Bremsen und unebene Straßen wird der Anhängerzug zu Schwingungen angeregt. Die daraus folgenden kritischen Fahrzustände sind das Schlingern und Schleudern. Die Ursache für die nach dem Wirken äußerer Störgrößen einsetzende Pendelbewegung sind die am Kupplungspunkt wirkenden Quer-

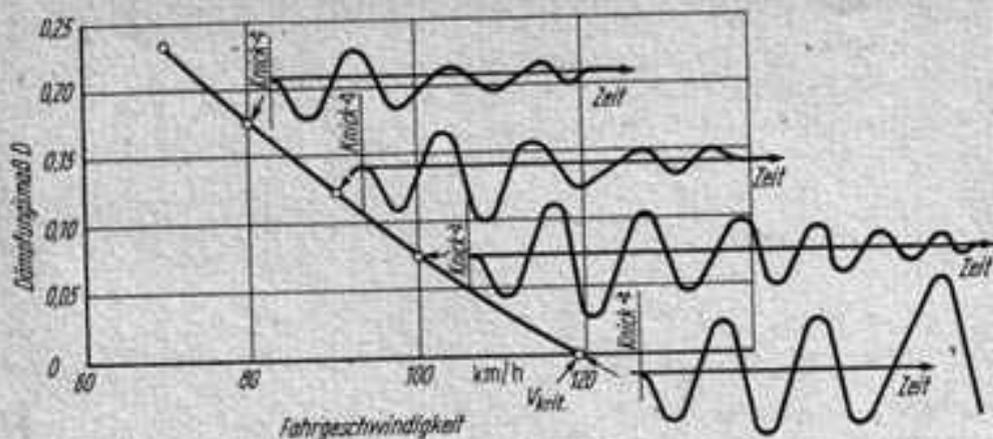


Bild 1.4. Eingeleitete Pendelbewegung bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten und das sich dabei ergebende Dämpfungsmaß

Oberhalb der kritischen Fahrgeschwindigkeit werden die Pendelbewegungen immer größer.

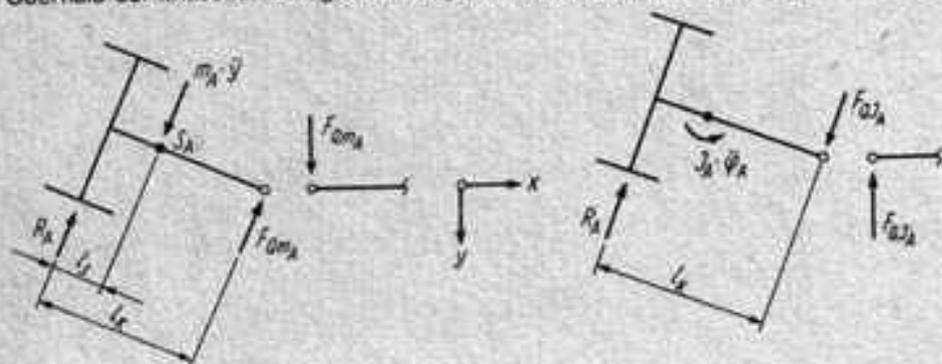


Bild 1.5. Wirkende Massenquerkraft und Gierträgheitsmomentenkraft am Kupplungspunkt zwischen Zugfahrzeug und Anhänger

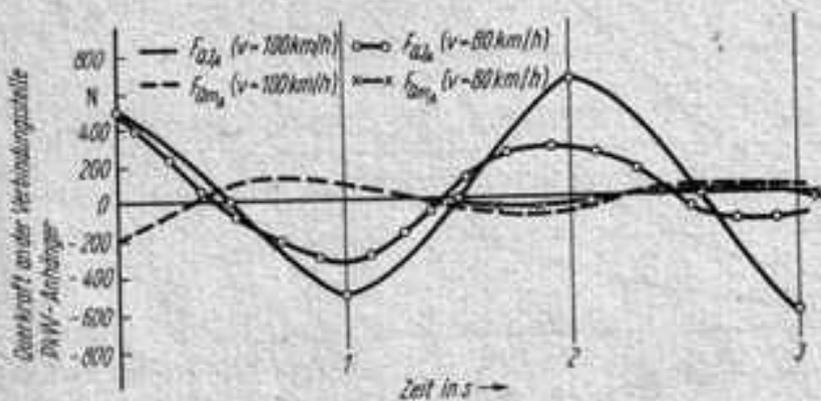


Bild 1.6. Wirkende Querkraft am Kupplungspunkt zwischen PKW und Anhänger bei Fahrgeschwindigkeiten von 80 km/h und 100 km/h, gemessen an einem Campinganhänger von 3,50 m Aufbauhöhe und 800 kg Gesamtmasse

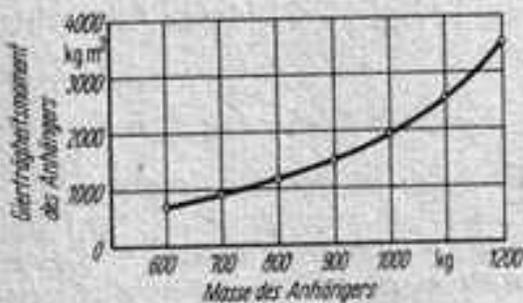


Bild 1.7. Zusammenhang zwischen Masse des Anhängers und dem sich einstellenden Gierträgheitsmoment (Durchschnittswert)

kräfte. Die Gesamtquerkraft ergibt sich nach Bild 1.5 aus dem Gierträgheitsmomentenanteil  $F_{QIA}$  und dem Massenanteil  $F_{QmA}$  des Anhängers

$$F_{Qgm} = F_{QIA} - F_{QmA}$$

Die Gierträgheitsmomentenkraft berechnet sich aus

$$F_{QIA} = \frac{I_A \cdot \ddot{\varphi}_A}{l_k}$$

und die Massenquerkraft aus

$$F_{QmA} = m_A \cdot \ddot{y} \cdot \frac{l_s}{l_k}$$

Der an einem Campinganhänger gemessene Verlauf der Querkraftanteile (Bild 1.6) zeigt deutlich, daß sich mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit die Massenanteile nur unwesentlich, aber die Gierträgheitsmomentenanteile entscheidend erhöhen. Mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit wird also eine Differenzquerkraft erreicht, bei der der Fahrer nicht mehr in der Lage ist, den Anhängerzug aus einem unverhofft eingetretenen Schleudervorgang herauszuführen. Dies bedeutet, daß der Fahrer mit seinem Anhängerzug den Bereich der kritischen Fahrgeschwindigkeit erreicht bzw. überschritten hat. Dieser Punkt ist nach Bild 1.4 bei einer Fahrgeschwindigkeit von 120 km/h erreicht.

Der Punkt der kritischen Fahrgeschwindigkeit ist aber für jeden Anhängerzug verschieden. Er kann im Bereich von 60 . . . 150 km/h liegen. Folgende Verallgemeinerungen können getroffen werden:

- Jeder Anhängerzug hat eine spannspezifische kritische Fahrgeschwindigkeit. Je näher der Zug der kritischen Fahrgeschwindigkeit kommt, desto länger dauert das Abklingen der Pendelbewegungen. Oberhalb der kritischen Fahrgeschwindigkeit schaukelt sich die Pendelbewegung auf, das Fahrverhalten wird instabil.
- Mit steigender Masse des Zugfahrzeuges erhöht sich die kritische Fahrgeschwindigkeit des Anhängerzuges.

Um die Fahrstabilität zu verbessern, muß der Bereich der kritischen Fahrgeschwindigkeit erhöht werden. Da Trägheitsmomenten- und Massenquerkraft gegeneinander wirken, kann die kritische Fahrgeschwindigkeit nur durch Minimierung der Differenz dieser Querkräfte verbessert werden.

Aus Bild 1.6 ist zu erkennen, daß der Massenanteil der Querkraft im Kupplungspunkt gegenüber der Trägheitsmomentenquerkraft klein ist. Eine Erhöhung der Massenanteile kann durch Verlagerung des Gesamtschwerpunktes, d. h. Vergrößerung der Strecke  $l_s$  (Bild 1.5), erfolgen. Dabei ist zu beachten, daß die Stützlaster, die laut StVZO mindestens 5 % der Anhänger-masse und max. 50 kg betragen darf, die festgelegten Werte nicht übersteigt.

Das Trägheitsmoment eines Anhängers nimmt mit Erhöhung der Anhänger-masse zu, d. h., je größer die Anhänger-masse, desto größer ist der wirkende Querkraftanteil. Der im Bild 1.7 aus Durchschnittswerten aufgezeigte Verlauf der Trägheitsmomente als Funktion der Masse zeigt, daß bereits eine geringfügige Zunahme der Anhänger-masse eine wesentliche Erhöhung der Trägheitsmomente  $I_A$  bringt.

### Schlußfolgerung

Je größer ein Caravan ist, desto kleiner ist die zu erwartende kritische Geschwindigkeit. Die kritische Geschwindigkeit kann durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Einbauten und Zuladungen mit großer Masse sind in der Mitte des Anhänges anzuordnen.
- Baugruppen mit großer Masse sind so niedrig wie möglich einzubauen.
- Die Deichsellänge  $l_k$  (Bild 1.4) ist so groß wie möglich zu wählen, um die Differenz der Querkraftanteile an der Kugelkupplung zu verringern.
- Einbau von Schwingungsdämpfern, um das Seitenschwungsverhalten sowie die Kurvenstabilität zu verbessern.

- Ausnutzung der zulässigen Stützlast an der Kugelkupplung, um die der Gierträgheitsmomentenkraft entgegenwirkende Massenkraft zu erhöhen.
- Das Gierträgheitsmoment  $I_A$  durch konstruktive Maßnahmen so klein wie möglich zu halten.
- Die Bereifung so groß wie möglich dimensionieren.
- Das Zugfahrzeug sollte gegenüber dem Anhänger eine wesentlich größere Masse haben.
- Einbau einer Antischleudervorrichtung zum Abbau der Gierträgheitsmomentenanteile und somit zur Dämpfung der Anhängerbewegung bereits beim Auslösen einer Pendelbewegung.

### 1.1.3. Zugfahrzeug

Die vom Anhänger ausgelöste Querkraftkomponente an der Kugelkupplung des Zugfahrzeuges beeinflusst die Fahrstabilität. Somit haben günstige Hebelübersetzungen von der Kugel der Zugeinrichtung zu den Radaufstandsflächen des Zugfahrzeuges einen positiven Einfluß auf die Größe der kritischen Fahrgeschwindigkeit.

**Das Gierträgheitsmoment** des Zugfahrzeuges wirkt der Kraft aus dem Gierträgheitsmoment des Anhängers an der Kugelkupplung entgegen. Je größer dieses Moment ist, desto größer ist auch die erreichte kritische Fahrgeschwindigkeit des Anhängerzuges (Bild 1.8). Das Gierträgheitsmoment des Zugfahrzeuges kann nur durch Beladung verändert werden. Je weiter die zu beladenden Massen vom Schwerpunkt des Zugfahrzeuges verstaut werden, desto größer wird das Gierträgheitsmoment des Zugfahrzeuges.

**Der Abstand Hinterachse – Kupplungskugel** hat einen wesentlichen Einfluß auf die Dämpfung der Pendelbewegung des Anhängers. Je kürzer der Abstand zwischen Hinterachse und Kupplungskugel ist, desto kleiner werden die durch den Anhänger auf die Hinterachse des Zugfahrzeuges wirkenden Momente, desto größer wird die erreichbare kritische Fahrgeschwindigkeit (Bild 1.9).



Bild 1.8. Kritische Fahrgeschwindigkeit eines Anhängerzuges in Abhängigkeit vom Gierträgheitsmoment des Zugfahrzeuges (Durchschnittswert)

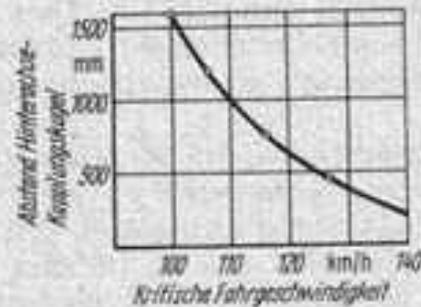


Bild 1.9. Erhöhung der kritischen Fahrgeschwindigkeit durch Veränderung des Abstandes Kupplungskugel/Hinterachse des Zugfahrzeuges

**Radstand**, wirkt sich ebenfalls auf die kritische Fahrgeschwindigkeit aus (Bild 1.10). Durch Vergrößerung des Radstandes werden die Reaktionsmomente größer. Das Zugfahrzeug ist somit in der Lage, größere Querkraften an der Kugelkupplung aufzunehmen, d. h. die kritische Fahrgeschwindigkeit des Anhängerzuges zu erhöhen.

**Stützlast**, muß 5 % der Anhängerlast und darf max. 50 kg betragen. Da der Massenanteil der Querkraft an der Kugelkupplung mit steigender Stützlast größer wird und sich somit die Fahrstabilität verbessert, sollte mit einer möglichst hohen zulässigen Stützlast gefahren werden. Dabei sind aber unbedingt die zulässigen Achslasten des Zugfahrzeuges zu beachten. Durch das Wirken der Stützlast wird die Hinterachse belastet und die Vorderachse entlastet. Je nach Abstand der Kupplungskugel zur Hinterachse können die Belastung der Hinterachse und die Entlastung der Vorderachse Werte erreichen, die die Fahrstabilität wieder negativ be-

einflussen. Diese negative Beeinflussung kann durch entsprechende Beladung des Zugfahrzeuges ausgeglichen werden.

Im allgemeinen kann man feststellen, daß mit steigender Stützlast auch die kritische Fahrge-  
schwindigkeit ansteigt (Bild 1.11).

Ein Punkt aber darf in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben. Ab einer Fahrge-  
schwindigkeit von etwa 40 km/h erfolgt durch die Wirkung des Fahrwindes am glattflächigen  
Bug (s. Bild 2.39) des Anhängers eine spürbare Entlastung der Stützlast und am schrägen Bug  
(s. Bild 2.42) eine spürbare Belastung.

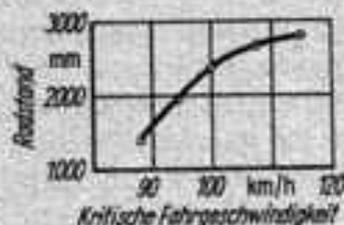


Bild 1.10. Einfluß des Radstandes des Zugfahrzeu-  
ges auf die kritische Fahrgeschwindigkeit des An-  
hängerzuges

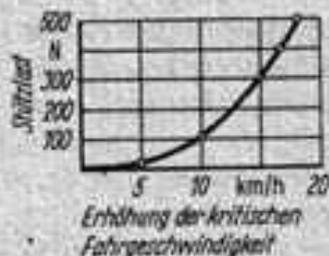


Bild 1.11. Einfluß der Stützlast auf die kritische  
Fahrgeschwindigkeit

Aus der Fahrpraxis ist bekannt, daß Anhänger mit einer negativen Stützlast zu einem instabi-  
len Fahrverhalten neigen. Je nach Größe der über dem Dach des Zugfahrzeuges liegenden  
Angriffsfläche und des sich durch die Formgebung der Anhängerangriffsfläche ergebenden  
 $c_w$ -Wertes kann die Stützlast bereits bei einer Fahrgeschwindigkeit des Anhängerzuges von  
60 . . . 90 km/h den Wert Null erreichen und negative Werte annehmen. Für die Größe der  
Luftangriffskraft gilt

$$F_R = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot v^2 \text{ in N,}$$

$c_w$  Formwiderstandsbeiwert (0,8 bis 0,4);  $\rho$  Dichte der Luft,  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ ;  $A$  Angriffsfläche der Luft am  
Campinganhänger (0,8 . . . 2,5  $\text{m}^2$ );  $v$  Fahrgeschwindigkeit des Anhängerzuges in m/s.

Mit Hilfe des Momentensatzes kann fast für jeden Anhänger ermittelt werden, bei welcher  
Fahrgeschwindigkeit die Stützlast Null wird und anschließend als vertikale Zuglast an der Ku-  
gelkupplung wirkt. Eine Verbesserung ist nur durch zwei Maßnahmen zu erreichen:

- optimale strömungstechnische Gestaltung des Bugteiles beim Entwerfen des Camping-  
anhängers (s. Abschnitt 2.3.3.)
- Verwendung von Luftleiteinrichtungen zur Verminderung der im Luftstrom liegenden An-  
griffsfläche (s. Abschnitt 2.4.6).

## 2. Entwurfshinweise

Dieser Abschnitt enthält grundsätzliche Überlegungen, die unbedingt vor dem Neuaufbau bzw. Um- oder Ausbau durchdacht werden müssen und die uns letztlich nach Fertigstellung unseres Anhängers vor unliebsamen Überraschungen bewahren sollen. Ein Campinganhänger soll so leicht wie möglich sein, damit auch noch die erforderliche Zuladung aufgenommen werden kann, der Anhängerzug im Straßenverkehr noch zügig mitfahren kann, im Stadtverkehr ausreichend beweglich ist und somit nicht zum unliebsamen Verkehrshindernis wird. Andererseits soll er aber auch möglichst viel Wohnkomfort und Behaglichkeit bieten. Und so sind viele Fragen vor Baubeginn zu beantworten:

- Wie wird eine gute Übereinstimmung zwischen Wohnkomfort und aerodynamischer Formgebung des Campinganhängers erreicht? Die Formgebung entscheidet mit über Kraftstoffverbrauch und die erreichbare Fahrgeschwindigkeit des Anhängerzuges.
- Welche Werkstoffe sind für die jeweiligen Bauteile zu verwenden, um einen extremen Leichtbau bei hoher Dauerbelastung zu erreichen?
- Was ist beim Einbau der Propangasanlage und der E-Anlage zu beachten? Welche Sicherheitsvorschriften dürfen nicht verletzt werden?
- Soll der Anhänger mit oder ohne Isolierung gebaut werden? Was ist bei der Belüftungskonzeption zu beachten, damit die unliebsame Kondenswasserbildung ausbleibt?
- Wie sollte das Fahrwerk aussehen, und welche Anforderungen müssen erfüllt werden?
- Sollten die Fenster ein- oder doppelwandig sein? Sind Kältebrücken vermeidbar?

Auf diese und weitere Fragen soll eine Antwort gegeben werden, damit der „Eigenbauer“ die für seine Bedürfnisse günstige Variante erarbeiten kann.

An dieser Stelle muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß die aufgeführten Berechnungsgrundlagen nicht zu eigenmächtigen Veränderungen serienmäßiger Bauteile führen dürfen, sondern die Voraussetzung zur Auswahl standardisierter Bauteile sind.

### 2.1. Verwendungszweck

Vor der Erarbeitung der Grundkonzeption muß der spätere Verwendungszweck geklärt werden. Für den Material- und Fertigungsaufwand ist es entscheidend, ob der Campinganhänger

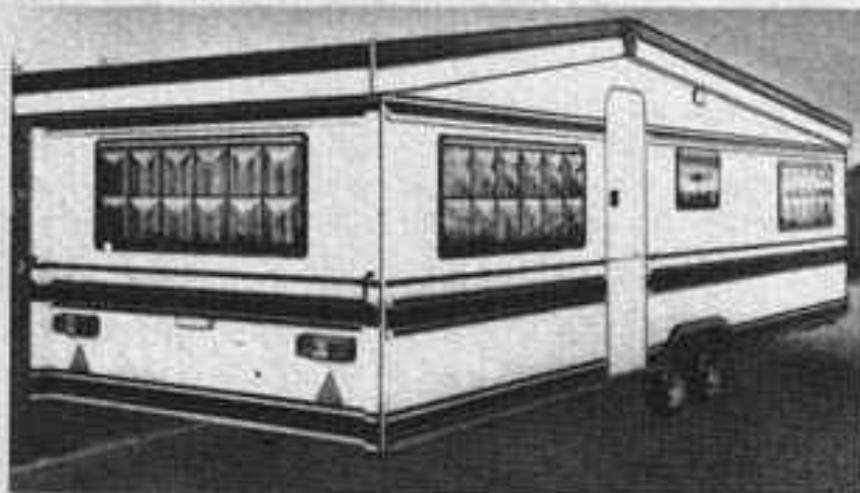


Bild 2.1. „Bungalow auf Rädern“  
Ein Campinganhänger, der sich ausschließlich zum Standcamping eignet

als sogenannter Bungalow auf Rädern (Bild 2.1) verwendet wird, den man jedes Jahr im April auf einen Stellplatz zieht und zum Feierabend und an Wochenenden als Zweitwohnung im Grünen verwendet, oder ob der Anhänger ein reiner Reiseanhänger sein soll. Auch der kombinierte Einsatz als Stand- und Reiseanhänger erfordert wiederum ganz andere Grundüberlegungen.

Benötigt ein Campinganhänger, der ausschließlich in den Sommermonaten zum Einsatz kommen soll, nicht unbedingt eine aufwendige und teure Isolierung sowie eine festinstallierte Heizung, so ist beides für den Einsatz zum Wintercamping unerlässlich. Heizung und Isolierung sind aber zugleich etwa 80 bis 150 kg zusätzliche Leermasse. Da beim Wintercamping auch auf Doppelfenster nicht verzichtet werden kann, kommen nochmals je nach Fenstergröße, ca. 4 bis 10 kg Masse dazu. Aber auch die benötigte Grundfläche pro Person ist zwangsläufig größer als beim Sommercamping. Diese wiederum erfordert eine größere Aufbauhöhe.

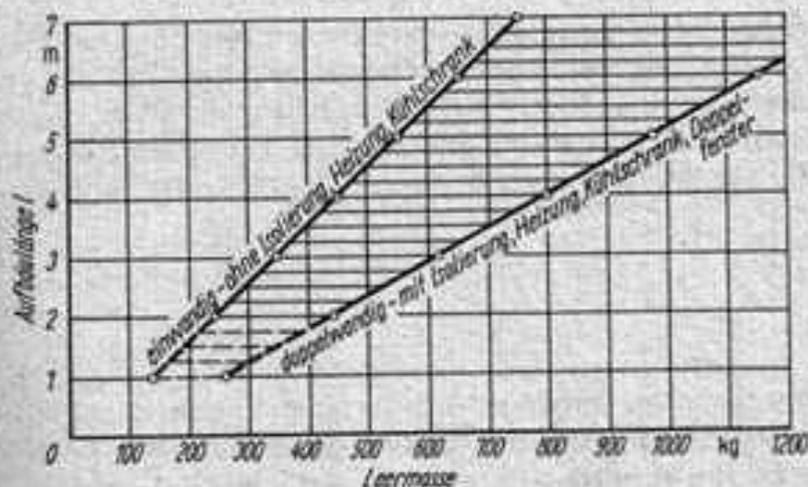


Bild 2.2. Massebereich der Leermasse als Funktion der Aufbauhöhe

Die angegebenen Leermassen beziehen sich auf den gesamten Campinganhänger, aber ohne transportable Einbauten.

Bei einem doppelwandigen, vollisolierten Anhänger, muß für einen Meter Aufbauhöhe mit einer Masse von 110 . . . 250 kg gerechnet werden. Bild 2.2 zeigt, wie die Grundkonzeption gründlich durchdacht werden sollte. Vor der Erarbeitung der Grundkonzeption sind deshalb folgende Fragen zu klären:

- Welches Zugfahrzeug steht mit welcher zulässigen Anhängerlast zur Verfügung?
- Für wieviel Personen muß der Anhänger geeignet sein? Dabei sollte die Familiengröße nicht unbedingt mit der Anzahl der Personen übereinstimmen. Wenn man bedenkt, daß pro Person mit einem Aufwand an Material und Zeit von etwa 3 bis 5 TM gerechnet werden muß, dann lohnt schon die Frage, ob die Kinder in 3 bis 4 Jahren noch mit den Eltern fahren möchten; vielleicht wollen Sie viel lieber in einem eigenen Zelt übernachten und sich nur tagsüber im Campinglager aufhalten. In diesem Fall benötigt man z. B. eine Sitzfläche für 4 bis 6 Personen, aber nur eine Schlaffläche für zwei Personen. Der Anhänger könnte wesentlich kürzer und somit leichter oder, wenn die Aufbauhöhe vorhanden ist, komfortabler gebaut werden.
- Ist der Einsatz auch für Wintercamping vorzusehen? Diese Frage sollte nicht sofort mit Nein beantwortet werden. Wer Wintersportler ist, muß sich diese Frage tiefgründiger überlegen. In den letzten Jahren hat das Wintercamping immer mehr Freunde gefunden. Mit einem Campinganhänger, der nur für Sommercamping ausgebaut wurde, ist ein Wintercamping nur unter unzumutbaren Bedingungen durchführbar. Wer eines Tages den Wunsch nach Wintercamping haben könnte, sollte den Anhänger zumindest für den Einsatz im Winter vorbereiten.
- Soll der Innenausbau mit Toiletten und Waschraum erfolgen?
- Welche Einbauteile sind unterzubringen?  
Dazu gehören Propangas- oder E-Heizung, ein Kühlschrank oder eine Kühlbox, Wassertank, eine Kocher-Spüle-Kombination, Radio, Kofferfernseher, Antenne und evtl. ein Chemikal-WC.

- Sollte zusätzlicher Stauraum vorgesehen werden, der von außen zugänglich ist? Bei den üblichen Campinganhängern werden sperrige Teile, z. B. Vorzelt mit Gestänge, Campingtisch, Campingstühle im Inneren des Anhängers verstaut.

Dadurch kommt es oft zu Beschädigungen an Möbelteilen.

Hat man über diese Fragen Klarheit, kann man zur Erarbeitung der Grundrißkonzeption übergehen. Dabei hat es sich als günstig erwiesen, wenn für die Maßfestlegungen die Einbauteile bereits vorhanden sind.

## 2.2. Grundrißkonzeption

### 2.2.1 Leermasse als Funktion der Gesamtlänge

Der Vergleich mit national und international gefertigten Campinganhängern zeigt, daß für alle die im Bild 2.2 aufgezeigte Abhängigkeit von Leermasse und Aufbauhöhe gilt. Damit ist ein Anhaltswert gegeben, welche Leermasse des Anhängers, einschließlich Fahrgestell, erreichbar ist. Die Grenze der niedrigen Leermassen ist nur bei einwandiger Ausführung des Corpus ohne Isolierung, Heizung, Kühlschrank, Wasch- und Toilettenraum, Doppelfenster und superleichtem Innenausbau erreichbar.

### 2.2.2. Raumaufteilung

Die Masse der einzelnen Bauteile ist innerhalb des Anhängeraufbaus so aufzuteilen, daß die Bauteile mit den größten Massen im Achsbereich angeordnet werden. Bei der Raumaufteilung ist immer der Einfluß des Bauteiles auf die gesetzlich vorgeschriebene Stützlast von mindestens 5 % der Leermasse bzw. maximal 50 kg zu berücksichtigen. Zunächst ist es günstig, wenn sich die Beteiligten mit den verschiedenen Grundrißmöglichkeiten beschäftigen (Bilder 2.3 bis 2.8).

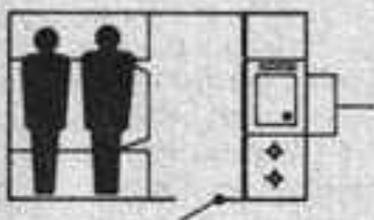


Bild 2.3. Grundriß mit Querlieger und Bugküche  
Geeignet für 2 Personen, bereits ab 2,60 m Aufbauhöhe zu realisieren

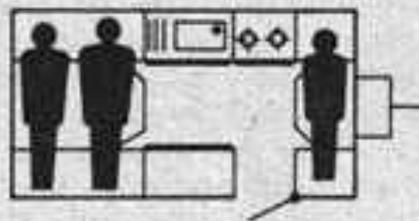


Bild 2.4. Grundriß mit Querlieger im Heck und Bug  
Ermöglicht die Übernachtung von 3 Personen, besonders günstig ist die Anordnung des Küchen- und Staubereiches über der Achse. Vertreter dieser Aufteilung sind Bastei und Intercamp

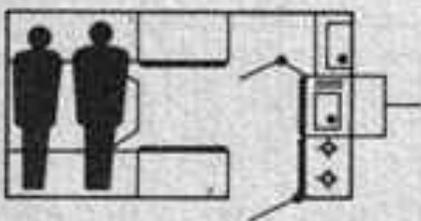


Bild 2.5. Grundriß mit Querliegern, Bugküche und Toilettenraum  
Entspricht der Bugvariante des Intercamp mit 3,55 m Aufbauhöhe. Durch den Küchenbereich im Bug kann zusätzlich ein Wasch- und Toilettenraum eingebaut werden.



Bild 2.6. Grundriß mit Längsschläfer und Bugküche  
Ein Vertreter ist der QEK Junior, mit 2,80 m Aufbauhöhe zählt er zu den kleinen Anhängern.

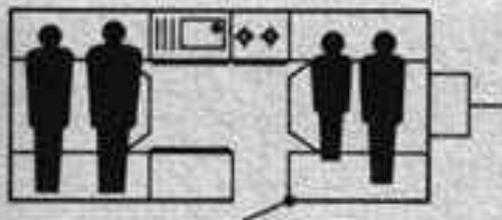


Bild 2.7. Grundriß mit Doppel-Querliegern im Heck und Bug und über der Achse angeordnetem Küchen- und Schrankteil

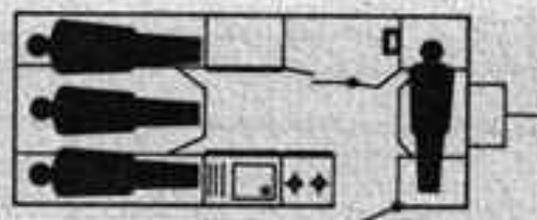


Bild 2.8. Grundriß mit drei Längsliegern im Heck und einem Querlieger im Bug, Toilettenraum, Küchen- und Schrankteil

Wie auch beim Grundriß nach Bild 2.7. haben diese Anhänger bereits eine Aufbauhöhe von mindestens 3,80 m.

Was in einen Campinganhänger alles eingebaut werden könnte, ist aus Bild 2.9 zu entnehmen.

Im allgemeinen wird ein Campinganhänger von innen nach außen entworfen, wobei die Aufbauabmessungen Länge, Breite und Höhe als Richtwerte festliegen sollten. Die maximale Breite eines Anhängers ist in der 3. Durchführungsbestimmung zur StVZO vom 28. Mai 1982 (GBl. I Nr. 27) mit 2,50 m festgelegt. International haben sich Campinganhänger mit einer Gesamtbreite von 2,00 bis 2,20 m durchgesetzt und bewährt.

Bei einem Aus- oder Umbau sind durch die im Corpus befindlichen Fensterflächen bereits einige Einschränkungen vorgegeben. Die Bilder 2.10 bis 2.15 zeigen einige vermaßte Grund-

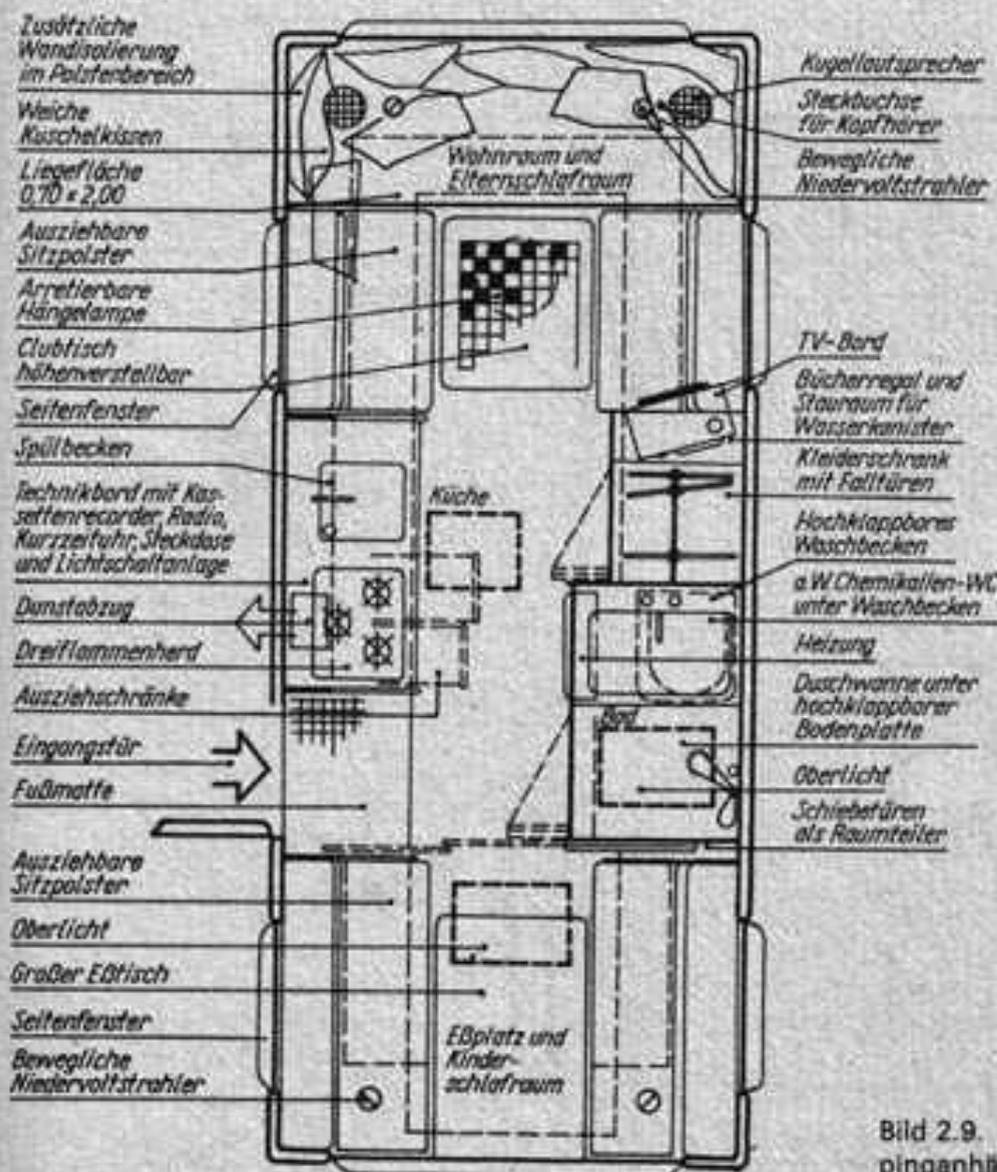


Bild 2.9. Grundriß eines Luxus-Campinganhängers

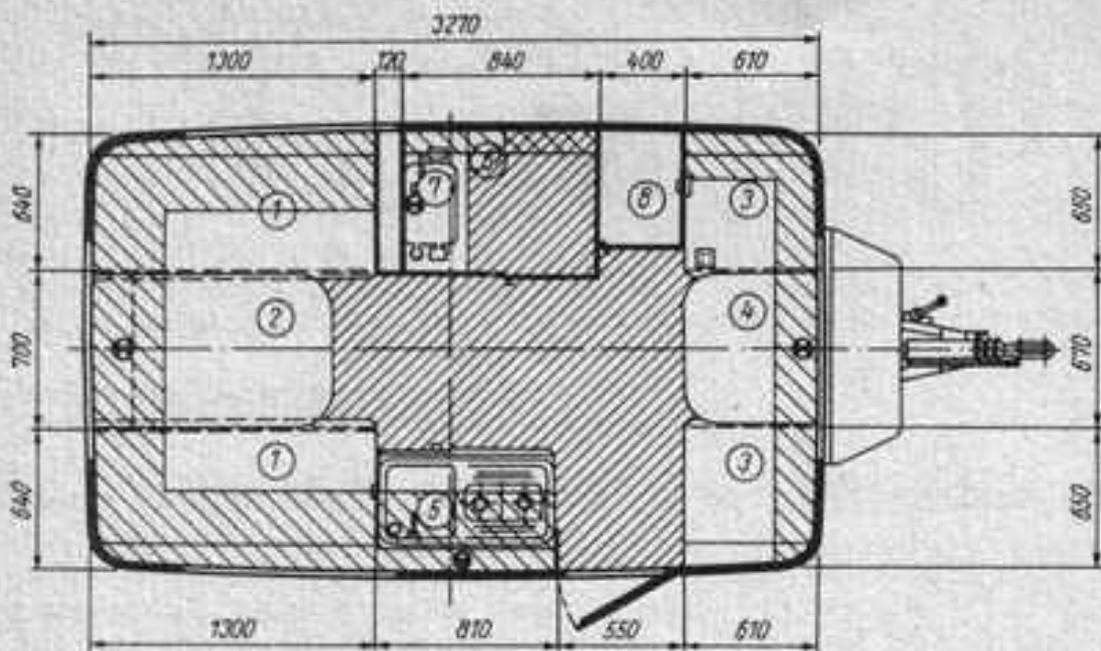


Bild 2.10. Grundriß eines Campinganhängers mit 3270 mm Aufbauhöhe und Liegeflächen für 3 Personen

1 Hecksitzgruppe (Querlieger), 2 Hubtisch; 3 Bugsitze (Querlieger); 4 Tisch; 5 Küche mit Kühlschrank; 6 Toilettenraum; 7 Waschbecken; 8 Kleiderschrank und umlaufende Dachstaukästen bzw. Ablageflächen [17].

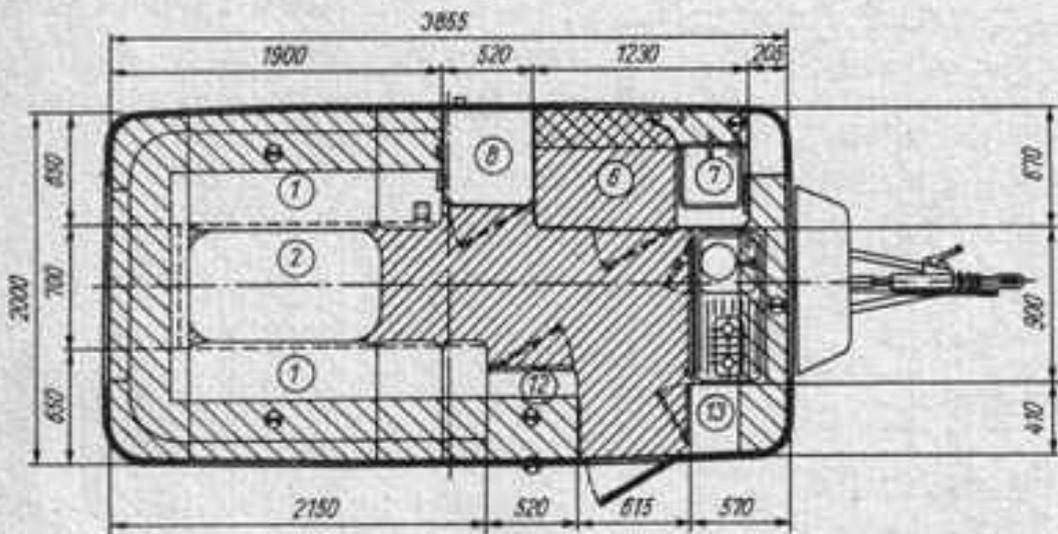


Bild 2.11.

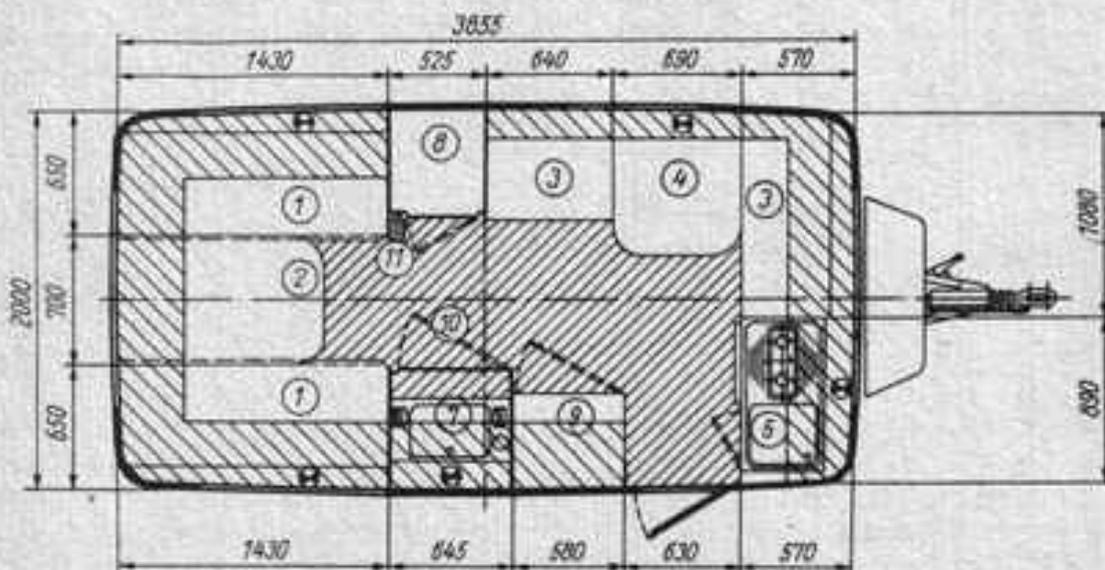


Bild 2.12.

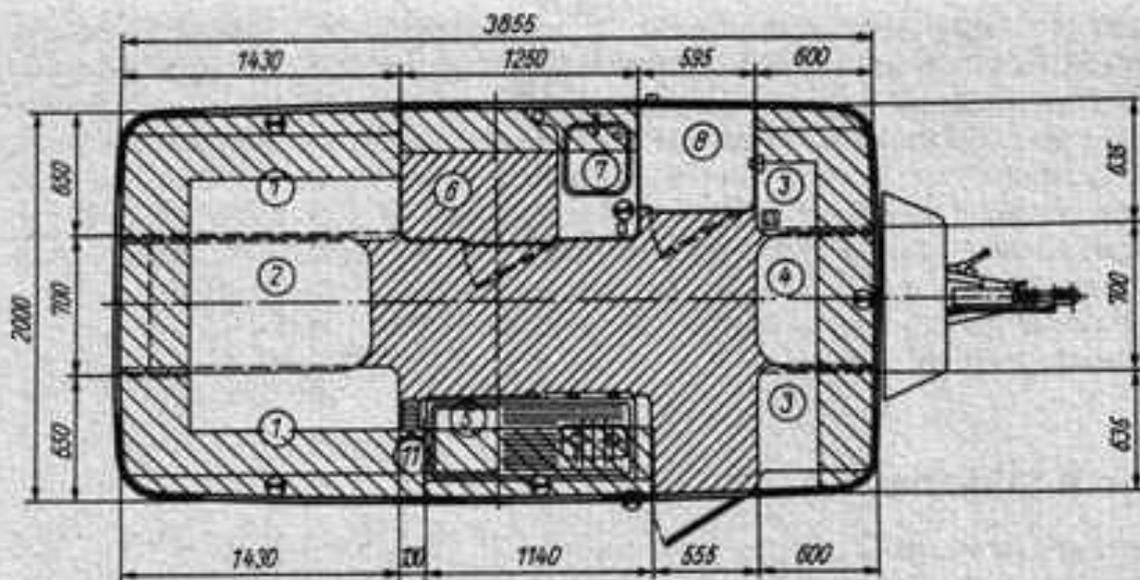


Bild 2.13.

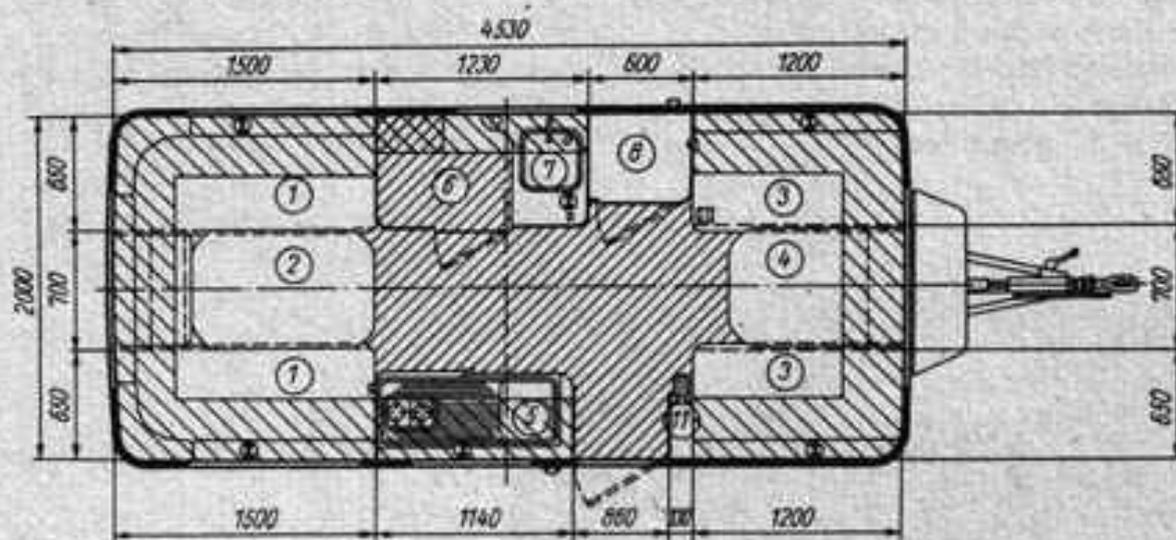


Bild 2.14.

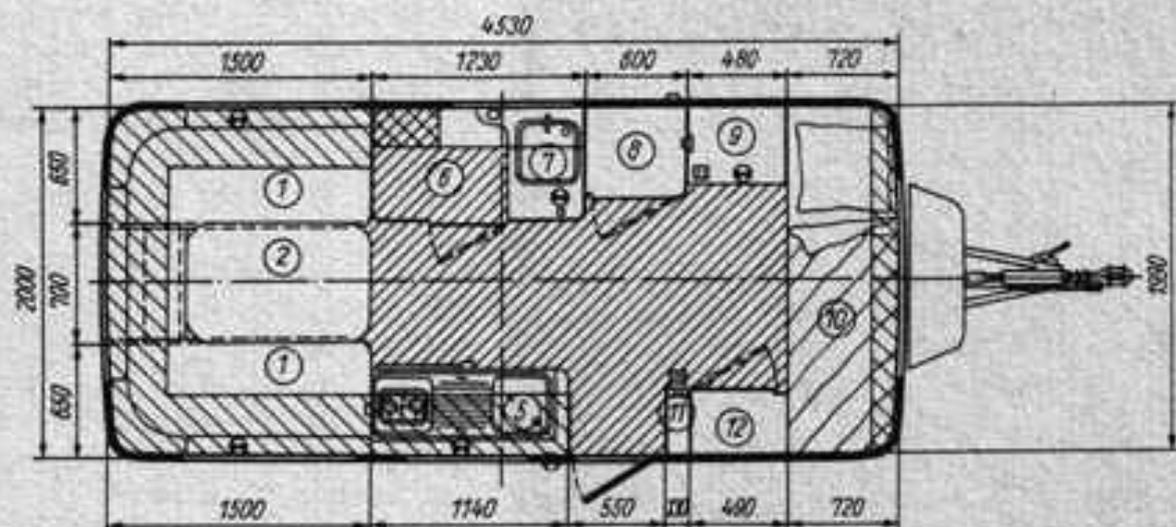


Bild 2.15.

rißmöglichkeiten von Campinganhängern. Der im Bild 2.10 aufgezeichnete Grundriß ermöglicht bei einer Aufbauhöhe von 3270 mm noch den Einbau eines kleinen Wasch- und Toilettenraumes von 840 mm Länge. Ob diese Länge für einen Waschraum noch sinnvoll ist oder nicht, muß jeder selbst entscheiden. Wenn für einen Toilettenraum kein Platz zur Verfügung steht, so kann auch ein Waschrack eingebaut werden, der wesentlich weniger Platz beansprucht. Die Bilder 2.11 bis 2.15 zeigen aber auch die Möglichkeiten, die bei einer konstanten

Aufbaulänge bestehen, die Innenausstattung zu variieren. In den Bildern 2.11 bis 2.13 entsprechen die Einbauteile 1 bis 8 denen im Bild 2.10; zusätzlich enthält der Anhänger: 9 Anrichte mit Schubkästen; 10 Raumteiler; 11 Falttür; 12 Kühlschrank; 13 Küchenschrank. In den Bildern 2.14 und 2.15 bedeuten: 10 Doppelstockbett; 11 Falttür; 12 Kleiderschrank. Alle mit ⊕ gekennzeichneten Flächen dienen der Ablage von Gegenständen im jeweiligen Funktionsbereich.

Bevor die Feinkonzeption im Maßstab 1:10 (auf Millimeterpapier) gezeichnet wird, müssen die Anforderungen an die einzelnen Raumelemente erfaßt werden. Dabei sind Verwendungszweck und Personenanzahl von ausschlaggebender Bedeutung. Die Innenraumaufteilung sollte in die Funktionsbereiche Sitz- und Schlafbereich, Küchenbereich, Sanitärbereich und Staubereich unterteilt werden.

### 2.2.3. Sitz- und Schlafbereich

Bei kleineren und mittleren Aufbaulängen ist der Sitz- und Schlafbereich als kombinierter Funktionsbereich konzipiert. Der tagsüber benutzte Sitzbereich (Bild 2.16 – im Farbteil) wird durch Absenken des Tisches auf Sitzhöhe zum Liegebereich umgebaut (Bild 2.17 – Bild im Farbteil). Der Tisch ist dabei so weit abzusenken, daß die Tischoberfläche und die Oberfläche der Sitzklappen eine Fläche bilden. Durch Legen der Rückenlehnen auf die Tischfläche ist die Liegefläche fertig. Die rechts und links vom Tisch befindlichen Sitzkonsolen werden gleichzeitig als Stauraum verwendet.

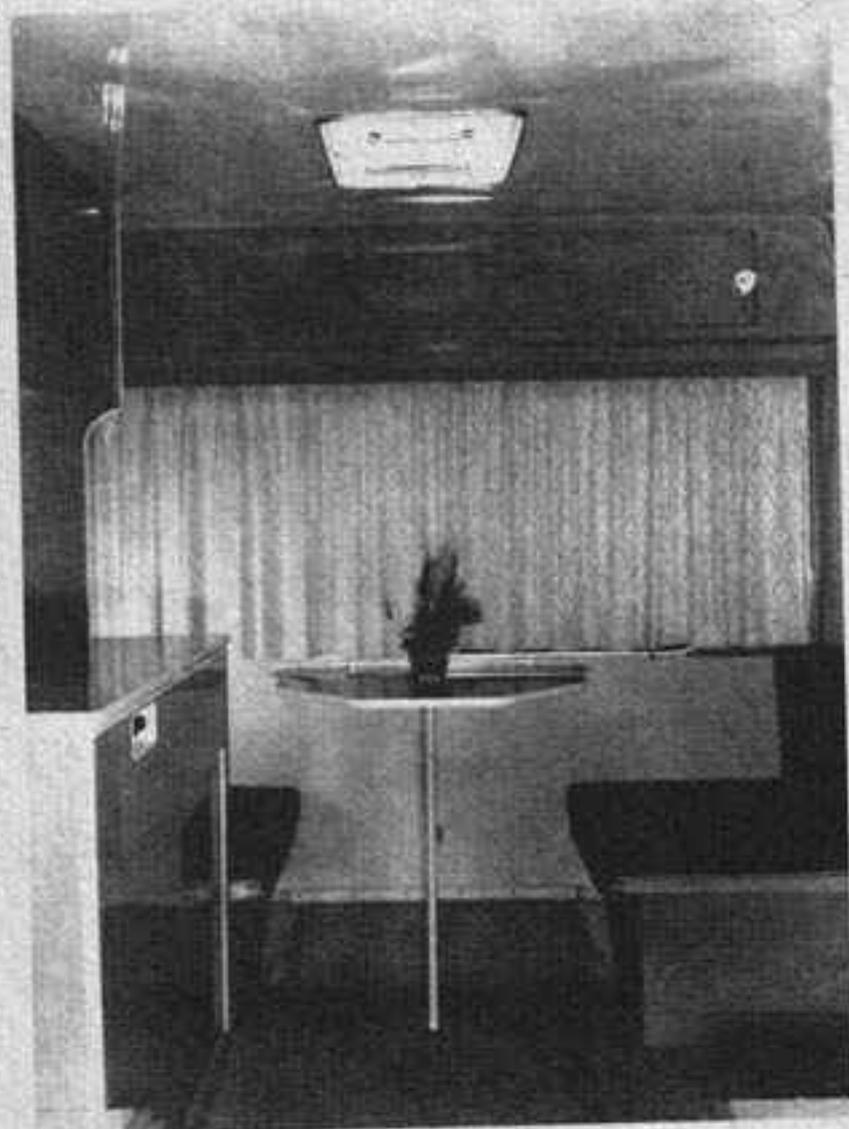


Bild 2.18. Kleine Sitzgruppe im Bug des Campinganhängers Ba-stel, die auch als Kinderliegefläche genutzt werden kann [13]

Die Kombination zwischen Sitz- und Liegebereich bedeutet jedoch, an jedem Benutzungstag muß umgebaut und geräumt werden. Die Prozedur ist für die Benutzer belastend. Aus diesem Grund hat sich auch bei einigen Anhängern die Trennung zwischen Wohn- und Schlafbereich durchgesetzt. Dies erfordert jedoch von vornherein größere Aufbauhöhen.



Bild 2.19. Längsseitig angeordnete Doppelstockbetten, die als Kinderschlafplätze geeignet sind und bei denen die tägliche Umbauprozedur entfällt [10]

Die Personenanzahl bildet die Grundlagen für die Größe der Schlaffläche und ihre Anordnung. Die heckseitig oder bugseitig angeordnete Schlaffläche kann für zwei Personen als Querlieger und für drei Personen als Längslieger gewählt werden. Querlieger haben den Nachteil, daß die an der Wand liegende Person bei jedem Aufstehen die davor liegende Person stört. Kinderschlafplätze werden meist getrennt von dem Erwachsenenschlafplatz im Bug oder Heck angeordnet. Die Variante für einen Bugliegeplatz zeigt Bild 2.18. Es ist aber auch möglich, für zwei Kinder einen an der Längswand abgeteilten Raum mit Doppelstockbetten einzubauen (Bild 2.19).

### Abmessungen

Im Normalfall benötigt ein mittelgroßer Mensch (etwa 1,75 m) eine Bettlänge von 1,85 m bis 1,90 m. Und dieses Beispiel kann auch als Regel für die erforderliche Bettlänge gelten (Körpergröße + 10 bis 15 cm).

Die Bettenbreite sollte bei einem Einzelbett nicht unter 0,70 m und bei einem Doppelbett nicht unter 1,30 m sein, günstiger 1,40 m.

Die Höhe der Schlaffläche über dem Fußboden ist bei der kombinierten Sitz- und Liegefläche von der erforderlichen Sitzhöhe abhängig. Die für jeden am besten geeignete Sitzhöhe kann mit einem höhenverstellbaren Bürostuhl ermittelt werden. Im allgemeinen sollte die Sitzhöhe, d. h. die Oberfläche der auf den Sitzklappen aufliegenden Schaumpolster von 80 bis 120 mm Schaumdicke, im Bereich von 350 bis 450 mm liegen. Die Sitztiefe, gemessen von der Vorderkante der Schaumaufleger bis zum Beginn der Rückenlehne, sollte 450 bis 500 mm betragen.

Die Tischgröße wird durch die Konzipierung der Sitzgruppe vorgegeben. Wird ein Klapp-tisch gewählt, an dem rechts und links die Sitzkonsolen angeordnet sind (Bild 2.16), so wird

der Tisch bis zur Rückwand reichen. Bei einer Rundumsitzgruppe (Bild 3.13 – Bild im Farbtell) wird die Tischgröße kleiner ausfallen. Zwischen Beginn der Sitzgruppe und Tischvorderkante sollten 150 bis 200 mm Differenz sein, damit man noch auf die Sitzflächen kommt. Günstig ist es, wenn der Tisch im vorderen Bereich angeschrägt wird. Zwischen Oberkante Sitzfläche und Oberkante Tischfläche sollte die Differenz 200 bis 250 mm betragen. Der Tisch muß 40 bis 50 mm breiter sein als die lichte Weite zwischen beiden Sitzkonsolen.

**Beachte:**

Wird die Sitzklappe an der Seitenwand mit einem Scharnier befestigt, ist bei jeder Betätigung der Sitzklappe die Rückenlehne wegzunehmen. Es ist daher günstiger, in die Abdeckung des Staukastens eine Leiste einzuziehen und die Sitzklappe mit Scharnier an dieser Querleiste zu befestigen.

## 2.2.4. Küchenbereich

Der Küchenbereich ist Vorrats-, Koch-, Back-, Reinigungs- und Arbeitszentrum eines Campinganhängers. Bereits aus den genannten Funktionen ist zu erkennen, wie schwierig es ist, eine Küche für einen kleinen Raum zu entwickeln, die diesen Funktionen gerecht wird. Die bisher üblichen Küchenmöbel bestehen aus einem Unterschrank und einem darüber hängenden Oberschrank. Soll ein Kühlschrank eingebaut werden, so besteht die Möglichkeit im rechten oder linken Teil des Unterschranks (Bild 2.21). Diese Küchenschränke haben eine

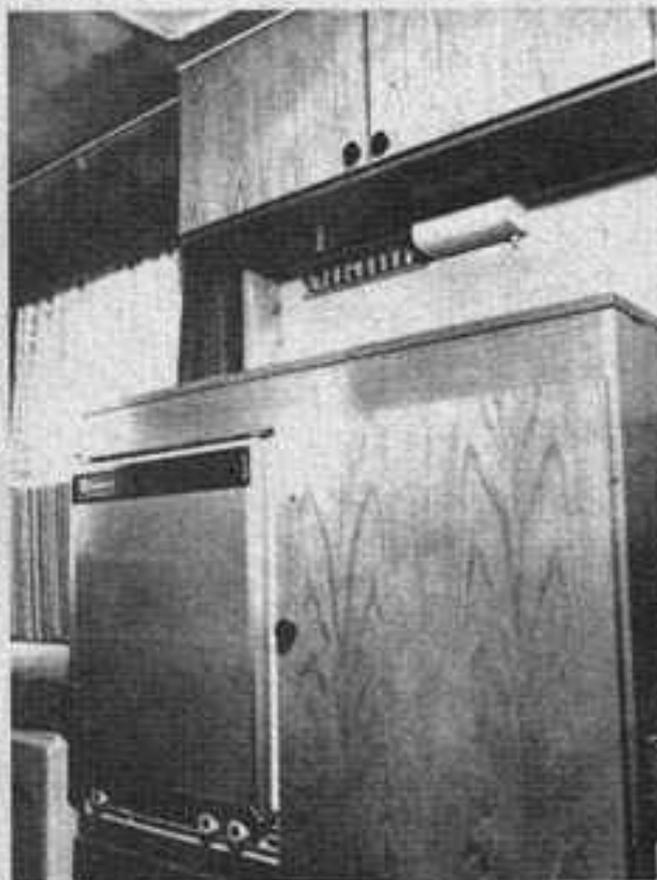


Bild 2.21. Eingebauter Kühlschrank im Unterteil eines Küchenschrankes [15]

Länge von 1050 mm bis 1200 mm und eine Tiefe von 420 mm bis 550 mm. Aus diesen Abmessungen ist zu erkennen, daß der vorhandene Stauraum keinesfalls für eine Familie mit 4 Personen ausreicht, um die vorher genannten Forderungen an eine Küche zu erfüllen. In den letzten Jahren hat sich deshalb immer mehr die sogenannte Eckküche durchgesetzt. Durch einen zusätzlichen links- oder rechtsseitig angeordneten Vorbau ist es möglich, den Stauraum und die erforderliche Arbeitsfläche wesentlich zu vergrößern. Außerdem kann der Kühlschrank in diesem Zusatzteil angeordnet werden, so daß er nicht mehr im Radkastenbereich liegt und die Höhe der Arbeitsfläche negativ beeinflusst. Die Eckküche ist u. a. auch vorteilhaft zur Raumtrennung zu verwenden.

Es ist günstig, wenn die Küche gegenüber der Vorzeltseite angebracht wird, damit die Kochdünste ungehindert ins Freie entweichen können.

Wie sollte aber nun die Küche aufgebaut werden, die trotz des zur Verfügung stehenden Küchenbereiches die genannten Forderungen wenigstens befriedigend erfüllt?

### Vorratsbereich

Bei den üblichen Küchen besteht der Vorratsbereich aus Hohlräumen im Unter- und Oberschrank, in denen Einlegeböden vorhanden sind. Diese Schrankelemente müssen nun Töpfe, Kannen, Eßgeschirr und den gesamten eßbaren Vorrat aufnehmen. Der erfahrene Camper weiß, welche Suchaktionen mitunter erforderlich sind, um in einem 550 mm tiefen Küchenschrank den benötigten Gegenstand zu finden. Einen Ausweg zeigt Bild 2.22. Obwohl die Grundfläche nicht verändert wurde, werden durch eine sinnvolle Aufteilung des Küchenschrankes und Ausnutzung der Türinnenflächen als zusätzlichen Stauraum die Gebrauchseigenschaften verbessert. Eine weitere Verbesserung erreicht man, wenn das Kochgeschirr aus der Küche herausgenommen wird und dafür neben der Küche, in den meist zu groß ausfallenden Bettkästen, zusätzliche Schübe eingebaut werden.

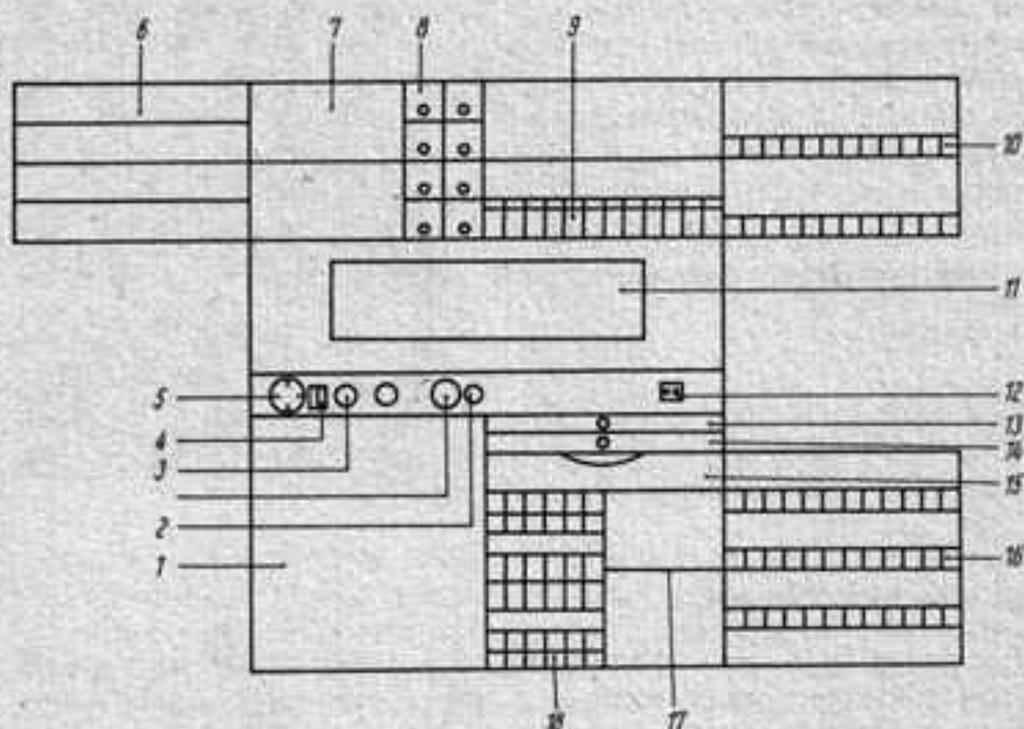


Bild 2.22. Küchenblock

1 Kühlschrank; 2 Piezozünder für Kühlschrank; 3 Bedienelemente für Kocher; 4 Schalter für Kühlschrank; 5 Kurzzeitwecker; 6 Tür mit Abstellgitter für Flaschen, Gewürze u. a.; 7 Abstellraum mit Einlegeböden; 8 Schübe für Mehl, Zucker u. a.; 9 Drahtgitter zum Einstellen der Teller mit darüberliegendem Abstellraum; 10 Tür mit Drahtgitter; 11 Küchenfenster für Dunstabzug; 12 Steckdose; 13 herausziehbare Arbeitsplatte; 14 Besteckkasten; 15 Schub für Brot mit Belüftungsausschnitt; 16 Drahtgitter- oder Plastabstellflächen an der Türinnenseite; 17 Abstellraum mit Einlegeböden; 18 herausziehbare Drahtkörbe

### Koch-, Reinigungs- und Arbeitsbereich

Auf dem Küchenunterteil ist die Kocher-Spüle-Kombination angeordnet. Diese besteht aus zwei- oder dreiflammigen Brennern und einem Wasch- und Spülbecken (vgl. Bild 2.21). Durch Aufklappen der darüber angeordneten Abdeckklappen, die im zugeklappten Zustand gleichzeitig die Arbeitsfläche ergeben, ist der Koch- und Reinigungsbereich einsatzbereit. Werden die Abdeckplatten am Küchenunterteil seitlich mit einem Scharnier befestigt, so können diese im aufgeklappten Zustand als zusätzliche Abstellfläche benutzt werden. Dazu bedarf es jedoch eines Stützwinkels, auf dem die Klappen aufliegen. Die Stützwinkel werden rechts und links am Unterteil angeschraubt. Auch eine herausziehbare Rohrhalterung kann zur Unterstützung der aufgedeckten Klappen benutzt werden. Aber die seitlich aufklappbaren Abdeckplat-

ten haben auch einen Nachteil. Werden sie als zusätzliche Abstellfläche verwendet, so ist ein Teil der Sitzfläche nicht nutzbar oder der Ausgang wird durch die Klappe versperrt. Aus diesem Grund gibt es Lösungen, bei denen die Klappen geteilt sind und sich in Richtung Innenwand aufklappen lassen.

Ist im Küchenbereich kein Ausstellfenster angebracht, so sollte die Dachentlüftung unmittelbar über der Kochstelle liegen, damit der Kochwrasen unbehindert nach außen entweichen kann (Bild 2.23 – Bild im Farbteil).

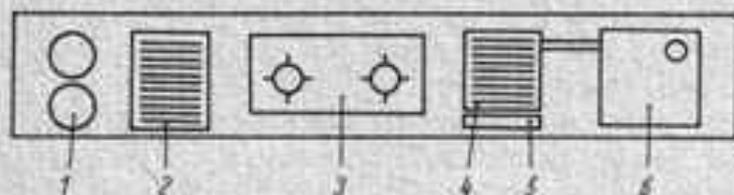


Bild 2.24. Koch- und Reinigungsbereich  
 1 zwei Kochplatten für 220-V-Anschluß; 2 Wärmeplatte; 3 zwei Gasbrenner für Propan/Butan-Anschluß; 4 Abstellplatte mit Wasserauffangschale und Wasserüberlauf; 5 Schneidbrettchen; 6 Waschbecken

Für die Wasserversorgung ist es vorteilhaft, wenn eine elektrische oder pneumatische Wasserpumpe installiert wird. Läßt die Aufbauhöhe eine Küchenlänge von 1,50 m und mehr zu, so läßt sich der Koch- und Reinigungsbereich durch den zusätzlichen Einbau einer Abstellplatte mit Wasserüberlauf zum Waschbecken, einer Wärmeplatte zum Warmhalten der bereits fertigen Speisen, zwei Kocherplatten für 220-V-Betrieb und den Einbau von Schneidbrettchen erweitern (Bild 2.24). International haben einige Luxusanhänger im Küchenbereich bereits eingebaute Dunstabzugshauben sowie festinstallierte Brat- und Grillgeräte.

#### Beachte:

– beim Einbau von Gasbrennern, Kochplatten, Wärmeplatten, Brat- und Grillgeräten die Bestimmungen des Brandschutzes!

#### Abmessungen

Die Länge wird durch die Kocher-Spüle-Kombination bzw. durch die zum Einbau kommenden Baugruppen bestimmt. Die Tiefe soll 420 mm bis 550 mm unter Beachtung der Kocher-Spüle-Kombination und die Arbeitshöhe des Arbeitsbereiches 900 bis 1000 mm betragen.

### 2.2.5. Kleider- und Wäscheschrank

Der Kleider- und Wäscheschrank ist in seinen Abmessungen variabel und wird dem jeweils freien Raum angepaßt. Soll im Kleiderschrank jedoch eine Propangasheizung eingebaut werden, wie dies bei Campinganhängern mittlerer Aufbauhöhe fast ausschließlich der Fall ist, dann muß die Brelte so gewählt werden, daß die Heizung mit den Abmessungen 480 mm × 480 mm im unteren Bereich des Kleiderschranks auch eingebaut werden kann. Günstig ist eine Kombination von Kleider- und Wäscheschrank (Bild 2.25 – Bild im Farbteil), wodurch eine sonst zusätzlich benötigte Seitenwand wegfällt. Im unteren Bereich des Wäscheschranks können Schubkästen angeordnet werden. Die Tiefe des Kleiderschranks sollte 450 mm bis 550 mm betragen.

### 2.2.6. Sanitärbereich

Im internationalen Campinganhängerbau wird auf Wunsch bereits ein Sanitärbereich ab 3,30 m Aufbauhöhe ermöglicht. Auch bei uns hat sich die Forderung nach einem separaten Sanitärbereich verstärkt. Bei kleineren Campinganhängern wählt man aus Platzgründen einen Waschschränk (Bild 2.26), in dem jeweils Waschbecken, Spiegel und Handtuchhaken untergebracht sind. Unter dem Waschbecken kann hinter einem Vorhang ein Chemical-WC verstaut werden. Nach bisherigen Erfahrungen läßt sich ab 3,50 m Aufbauhöhe ein separater Wasch- und Toilettenraum (Bild 2.27 – Bild im Farbteil) einrichten, in dem man sich auch eini-

germaßen bewegen kann. Die benötigte Grundfläche liegt zwischen 0,6 und 1,3 m<sup>2</sup>. Dieser Raum kann mit einem Waschbecken, Spiegel oder Spiegelschrank, elektrischer Wasserversorgung, Warmwasserspeicher, Staufächern oder Wandschrank ausgerüstet werden.

Das Abwasser kann in einem im Fahrwerk angebrachten Abwassertank gesammelt werden, der allerdings vor Fahrtantritt zu entleeren ist.

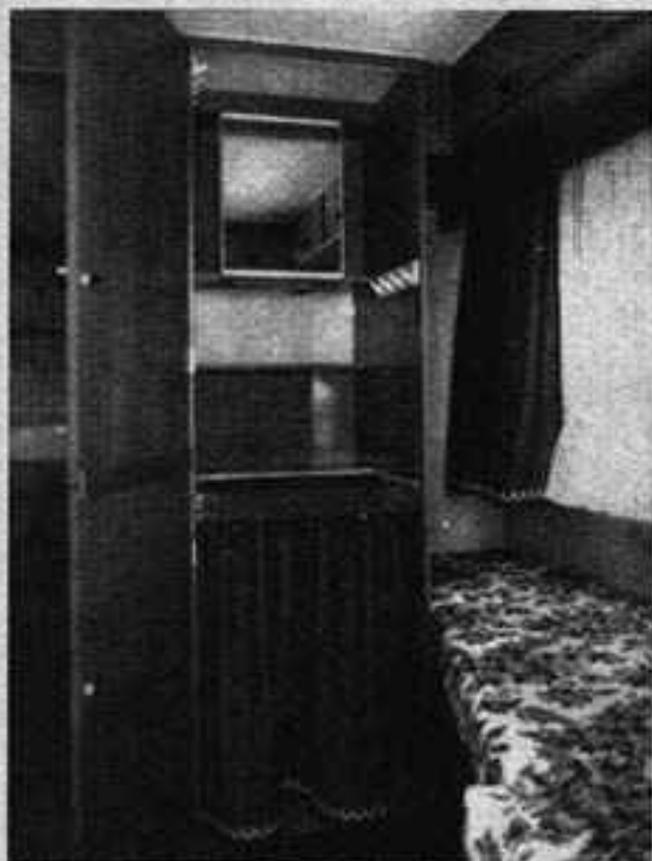


Bild 2.26. Waschschränk im geöffneten Zustand  
Unter dem Waschbecken kann ein Chemikal-WC abgestellt werden.

Einige Campinganhänger haben in diesem separaten Raum auch eine Dusche mit Duschecken installiert. Dies ist jedoch nicht zu empfehlen. Die beim Duschen entstehende feuchte Luft dringt in den gesamten Wohnbereich und somit auch in die Holzelemente ein. Außerdem wird ein großer Wasservorrat benötigt, der erfahrungsgemäß auf den meisten Campingplätzen mit Wasserkanistern herangeschleppt werden muß. Zum anderen besitzen alle internationalen Campingplätze Duschanlagen, in denen das Duschen bequemer ist als in der doch kleinen Zelle eines Campinganhängers.

### 2.2.7. Staubereich

Als Staubereich werden die Sitzkonsole für Betten und größere Gegenstände, der Kleider- und Wäscheschrank, Küchenschrank und die Hängeschränke für kleinere, leichte Gegenstände benutzt. Hängeschränke werden gern im Bereich der Sitzgruppe (Bild 2.28 – Bild im Farbteil) als zusätzliche Staumöglichkeit genutzt. Dabei können sie als einfache Ablagekonsole oder als ein mit einer Tür verschlossener Stauraum angebracht sein. Die Abmessungen sind so zu wählen, daß man beim Aufstehen von der Sitzfläche nicht mit dem Hinterkopf an die Vorderkante des Hängeschrankes kommt. Für sperrige Gegenstände ist die Anordnung eines Stauraumes zu empfehlen, der von außen be- und entladen wird.

## 2.3. Karosserie

Die Karosserien der Campinganhänger werden ein- oder doppelwandig ausgeführt und mit oder ohne Rahmen gefertigt. Als Material für die Deckschichten werden Sperrholz, Aluminium, Sprelacart und Polyester mit Glasmatte verwendet. Zum Schutz gegen Kälte und Hitze werden Schaumpolystyrol und Polyurethanhartschaum eingesetzt. Die Isolierung schützt den Innenraum gleichzeitig vor der unbeliebten Kondenswasserbildung, da in einem beheizten und bewohnten Anhänger die Innenwandtemperaturen zu den Werten der Außentemperaturen differieren. Die Eingangstür und die Fenster sind entsprechend dem vorgesehenen Innenausbau in den Einzelsegmenten der Karosserie einzubauen. Die Außenhaut der Karosserie sollte im Eigenbau nicht glattflächig ausgeführt werden. Selbst die Industrie hat Schwierigkeiten, größere glatte Flächen ohne Unebenheiten herzustellen. Der „Eigenbauer“ sollte diese technologische Schwierigkeit umgehen, indem er an der Außenfläche Sicken, Rippen und plastisch verformte Teilelemente in die Gestaltung einbezieht. Wie eine glatte Seitenwand durch aufgesetzte Formstücke ihre Glattflächigkeit verliert, zeigt Bild 2.29.



Bild 2.29. Die am Campinganhänger Adria – Typ Mistral aufgesetzten Formstücke vereinfachen die Fertigung und verbessern die Plastizität der ansonsten glatten Seitenfläche [19]

### 2.3.1. Rahmenbauweise

Die Rahmenbauweise (Bild 2.30) ist die konventionelle Fertigung von Anhängeraufbauten. Mit einfachen technologischen Mitteln ist ein Rahmen als tragendes Element der Karosserie anzufertigen. Als Rahmenmaterial werden Holz und Aluminiumleichtbauprofil verwendet. Die Verwendung von dünnwandigen Blechprofilen ist auch möglich, bringt aber von vornherein höhere Masseanteile. Am einfachsten lassen sich Holzrahmen (Bilder 2.31 und 2.32) herstellen. Die einzelnen Holzleisten werden mit Zapfen und Nut (Bild 2.33) verbunden, wobei an Eckverbindungen die Nut durchgehend ist. Aber auch die Verbindung zweier Leisten mit Nut und Feder ist möglich. Als tragende Rahmenteile sind die vertikal angeordneten Holzrahmen zu betrachten. Bild 2.34 zeigt einen in der Fertigung befindlichen Anhänger in Rahmenbauweise,

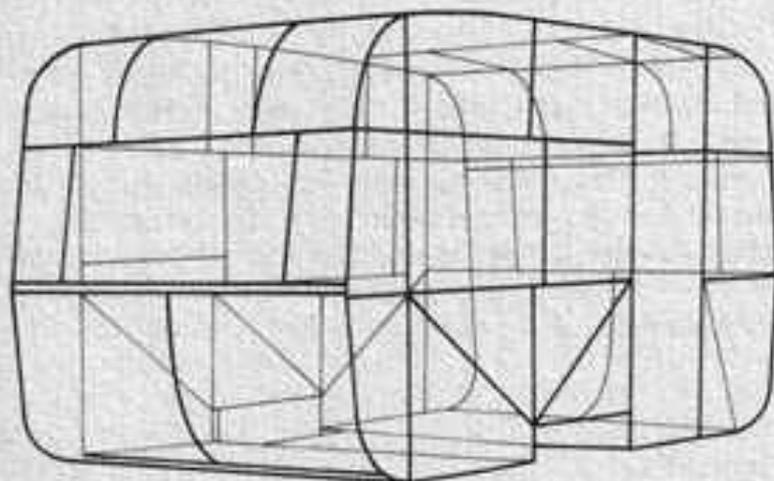


Bild 2.30. Aus Hohlprofilen zusammengesetzter Rahmen des Campinganhängers Eriba [11]

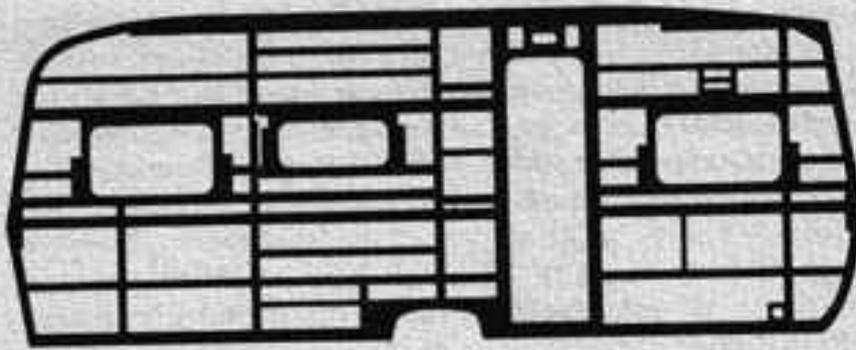


Bild 2.31. Holzrahmen eines Seitenwandsegmentes

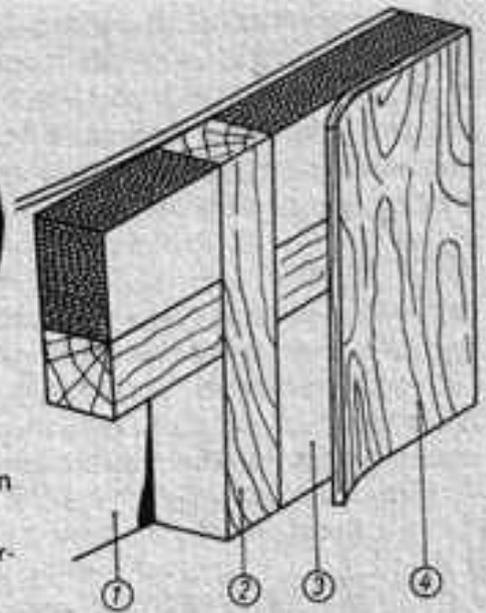


Bild 2.32. Segment einer in Rahmenbauweise gefertigten Wand

Bestehend aus: 0,8-mm-Aluminiumaußenhaut 1; Holzrahmen 2; Isolierkernen 3 und Innenverkleidung aus 2-mm-Furnierplatte 4

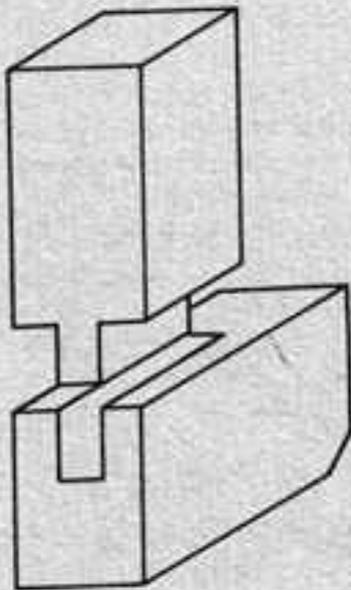


Bild 2.33. Verbindung der Holzleisten durch Nut und Zapfen

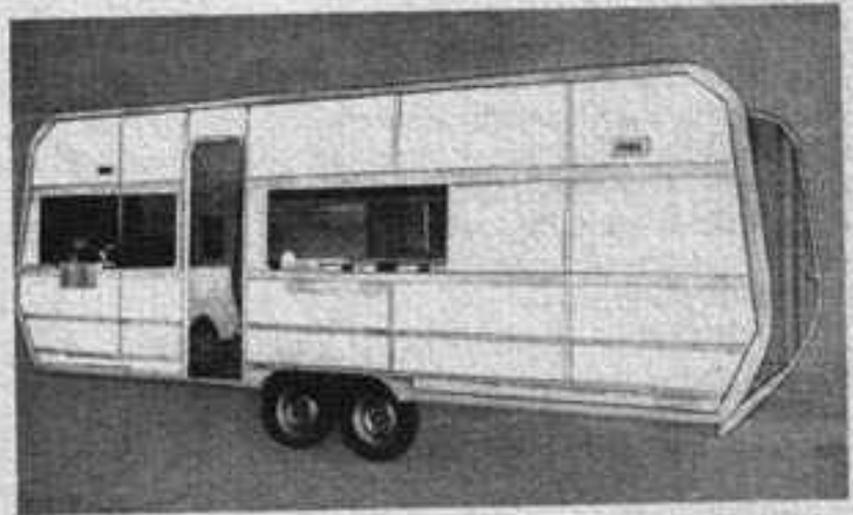


Bild 2.34. In der Fertigung befindlicher Anhänger auf Rahmenbauweise [11]

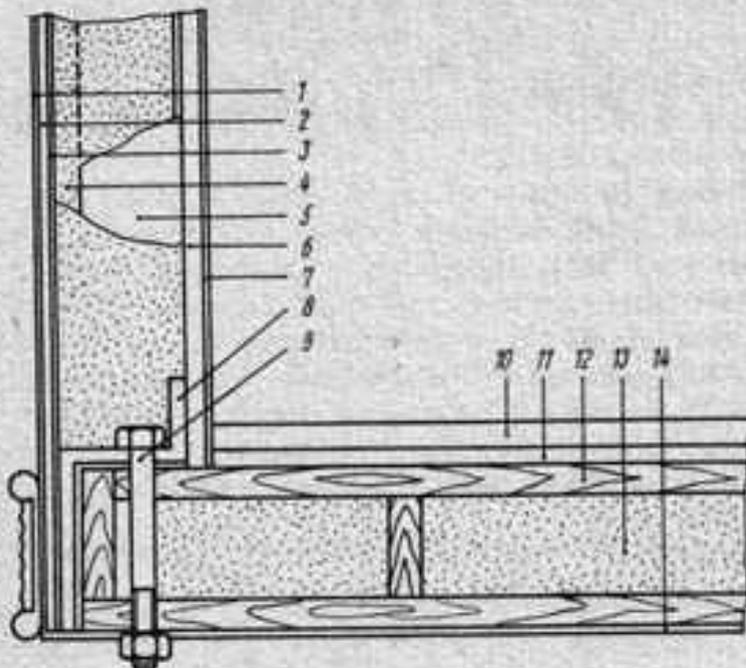


Bild 2.35. Seitenwand und Bodensegment

1 Lackschicht; 2 Aluminiumaußenhaut; 3 Innenschutzlack; 4 Polystyrolschaumisolierung; 5 verzinktes U-Profil bzw. Alu-Profil; 6 Hartfaser- oder Furnierplatte; 7 Tapete; 8 verzinkter Verbindungswinkel; 9 Schraubverbindung; 10 Teppich; 11 PVC-Filz; 12 Rahmen aus Holz; 13 Polystyrolschaum; 14 Unterbodenschutz

dessen Innenflächen bereits aufgeleimt wurden. Zwischen den Rahmen ist das eingelegte Schaumpolystyrol zu sehen. Nach Fertigstellung des Innenausbaus wird die 0,8 mm starke Aluminium-Außenhaut von einer Rolle abgewickelt und auf den Holzrahmen im gespannten Zustand aufgenietet bzw. mit pneumatischen Drucknaglern aufgenagelt. Der prinzipielle Aufbau einer gut isolierten Seitenwand und Bodenplatte sowie deren Verbindung sind aus Bild 2.35 zu entnehmen.

### Abmessungen

Der Holzrahmen hat eine Breite von 20 . . . 40 mm, eine Höhe von 20 . . . 50 mm und je nach der Rahmenkonstruktion eine variable Länge.

Die Stärke der im folgenden aufgeführten Deckschichten richtet sich danach, ob der Aufbau doppelwandig, d. h. als Sandwichelement, hergestellt wird oder nicht. Für Sandwichelemente gelten die kleineren Werte.

Sperrholz (Furnier)	2 bis 4 mm
Aluminium	0,8 bis 1,3 mm
Sprelacart	0,8 bis 1,5 mm
glasfaserverstärktes Polyester	1,2 bis 2,0 mm.

### Klebstoffe

Der Einsatz der richtigen Klebstoffe und ihre vorschriftsmäßige Verarbeitung gewährleisten eine dauerhafte Verbindung der miteinander verklebten Materialien. Einen Alleskleber gibt es leider nicht. Die Klebstoffindustrie hat deshalb für die verschiedenen miteinander zu verbindenden Werkstoffe auch unterschiedliche Klebstoffe entwickelt. Die Zugfestigkeit der Klebstoffe ist im allgemeinen geringer als die der zu verbindenden Werkstoffe. Um die höhere Festigkeit der Werkstoffe auch auszunutzen, wird für die Übertragung der auftretenden Kräfte eine entsprechend große Klebfläche benötigt. Ein Stumpfstoß ist deshalb die ungünstigste Flächenverbindung.

Als günstigste Klebelänge ist die 20- bis 30fache Materialdicke anzusehen.

Für die Verbindung der im Karosseriebau üblichen Werkstoffe können eingesetzt werden:

Aluminium – Aluminium:	Epilox EGK 19 + Härter Epilox EK 10 Epasol EP 11 Mökodur L 5001 Mökoflex L 2837/38
Aluminium – Holz:	Epilox EGK 19 + Härter Epasol EP 11 Mökodur L 5001 Mökoflex L 2837/38
Holz – Holz:	PVAc-Kaltleim Mökoflex L 2837/38 Chemisol L 1405 Epilox EGK 19 + Härter
Sprelacart – Holz:	Sys-pur V 8411 Epasol EP 11 Epilox EGK 19
Glasfaserverstärktes Polyester – Holz:	EGK 19 + Härter EK 10 Polyester + Härter + Beschleuniger
Aluminium – Blech:	Epilox EGK 19 + Härter Epilox EK 10 Epasol EP 11 Mökodur L 5001 Fimofix

Alle Klebstoffe erfordern eine saubere Oberfläche der Werkstoffe, die frei von Fett, Öl, Schmutz und anderen Verunreinigungen sind. Unsaubere Oberflächen wirken als Trennmittel und verhindern eine gewünschte Klebverbindung. Die Klebflächen sollten grundsätzlich vor dem Auftragen des Klebstoffs mit Schleifpapier angeschliffen werden. Bei allen Klebverbindungen ist die Fugendicke möglichst klein zu halten. Je dünner die Fugendicke, desto größer die zu erwartende Festigkeit. Der Anpreßdruck muß so groß sein, daß eine genügend dünne Klebschicht erhalten bleibt und eine Verschiebung der Flächen nicht eintritt. Für wärmeaushärtende Kleber, z. B. Epilox EK 10, ist die Erwärmung der Klebflächen Voraussetzung für eine gute Verbindung.

### 2.3.2. Rahmenlose Bauweise

Die rahmenlose Bauweise ist die moderne Fertigung von Anhängerbauten. Hierbei wird der Werkstoff optimal in seinen Eigenschaften ausgenutzt, indem durch gestalterisch bewußt angebrachte Verformungen der Deckschichten die Steifigkeit des Bauteiles so erhöht wird, daß eine zusätzliche Stützkonstruktion entfallen kann. Nach den bisherigen Erfahrungen müssen die Deckschichten allerdings in ihrer Materialdicke stärker ausgeführt werden, als dies bei der Rahmenbauweise erforderlich ist. Trotzdem lassen sich bei der rahmenlosen Bauweise, insbesondere bei Sandwichkonstruktionen, wesentliche Masseinsparungen erreichen.

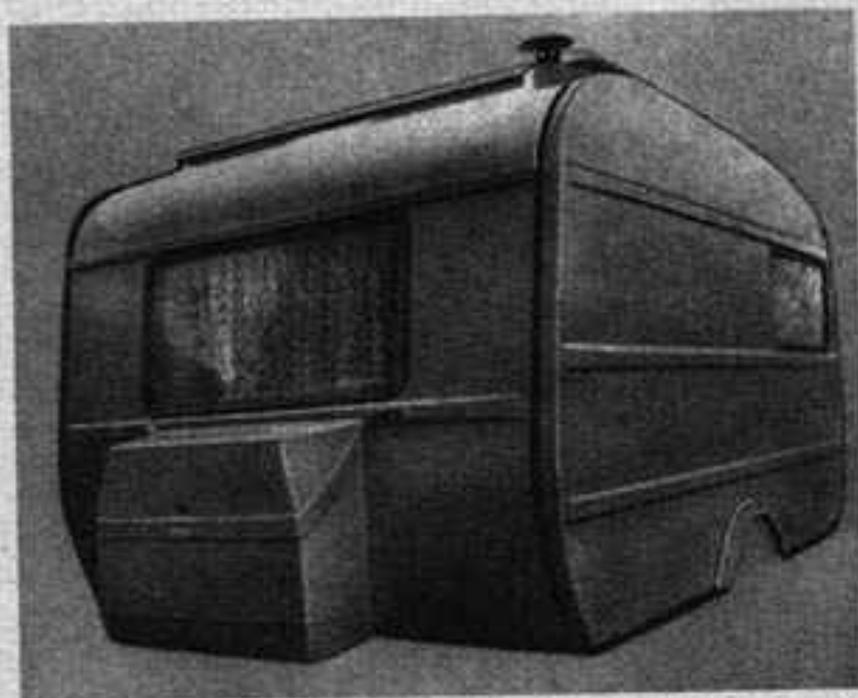


Bild 2.36. Aufbau des Campinganhängers QEK Junior

Der Aufbau ist einwandig und ohne zusätzlichen Rahmen ausgeführt. Die zusätzlich eingebaute Propangasheizung sowie der Flaschenkasten und die Radspoiler gehören nicht zur Serienausstattung.

Ein typischer Vertreter der einwandig ausgeführten rahmenlosen Bauweise ist der Campinganhänger QEK „Junior“ (Bild 2.36). Die rahmenlose Bauweise läßt sich mit einfachen technologischen Mitteln nur mit dem Material Polyester und Glasmatte (GFP) oder durch Einsatz vorgefertigter Aluminium-PUR-Aluminium-Segmente verwirklichen. Für Glasfaser-Polyester-Segmente muß eine Negativform angefertigt werden, die je nach Formgestaltung sehr aufwendig sein kann. Die Negativform kann aus Holz oder durch Bau eines Positivmodells, von dem die Negativform abgenommen wird, aus glasfaserverstärktem Polyester gefertigt werden. Dieser Aufwand lohnt sich aber nur für eine anschließende Kleinserienabformung. Fertigungshinweise werden ausführlich in /7/ beschrieben.

#### Werkstoffgerechte Konstruktion von GFP-Formteilen

Bei der Verwendung von Polyester und Matte ist es möglich, die Formteilung des Aufbaus so festzulegen, daß möglichst wenig Formeinzelteile entstehen. Jede manuelle Nacharbeit an

Schnittkanten, Durchbrüchen und Verklebungen erhöht nur unnötig den Aufwand. Die Formteilung des Aufbaus sollte dabei an die Stellen gelegt werden, die nicht auf den ersten Blick sichtbar sind. Stumpf aneinander stoßende Fugen sind zu vermeiden. Durch die auftretenden Fahrschwingungen würden diese Verbindungen nach kurzer Zeit reißen und somit als Riß im Decklack sichtbar werden.

Bei der Polyesterverarbeitung treten Schrumpfungen des Materials ein, die bei der Herstellung der Negativformen zu berücksichtigen sind. Je nach Länge des Bauteiles betragen diese:

Länge	Schrumpfmaß
0,5 bis 1,0 m	$\pm 1,5 \dots 2,0$ mm
1,0 bis 2,0 m	$\pm 2,5 \dots 3,0$ mm
2,0 bis 3,0 m	$\pm 3,5$ mm

Damit sich die Segmente nach dem Laminierprozeß entformen lassen, sind folgende Mindestformschrägen einzuhalten:

Seitenhöhe	Formschräge
20 bis 60 mm	2,0 bis 2,5 mm
60 bis 100 mm	2,5 bis 3,5 mm
100 bis 200 mm	3,5 bis 5,0 mm
200 bis 400 mm	5,0 bis 7,0 mm
400 bis 600 mm	7,0 bis 9,0 mm
600 bis 800 mm	9,0 bis 13 mm

Scharfkantige Ecken und Kanten sollten bei der GFP-Verarbeitung vermieden werden. Das Verstärkungsmaterial hat die Eigenschaft, während des Laminiervorganges zurückzufedern, so daß in den Kanten Luftpinschlüsse und somit Lunken zurückbleiben. Diese Stellen sind am fertigen Segment mit viel Zeitaufwand auszuspachteln. Um dies zu vermeiden, sollte der Radius für eine fehlerfreie GFP-Verarbeitung im Handauflegeverfahren mit Druckstück größer als 2 mm und im Handauflegeverfahren ohne Druckstück größer als 6 mm sein.

Für belastete Segmente sollte die Mindestwanddicke 1,5 mm nicht unterschreiten. Obwohl die Zugfestigkeit von Laminaten mit Glasmatten relativ hoch ist, nimmt diese unterhalb von 1,5 mm Wanddicke stark ab. Die Abnahme liegt in der Haftfestigkeit zwischen Glasfaser und Polyester begründet. Die Wanddicke ist im wesentlichen von der Größe des GFP-Segmentes und den zu übertragenden statischen und dynamischen Lasten abhängig. Die rechnerische Erfassung dieser Lasten und deren Beanspruchungen auf die einzelnen Segmente ist schwierig und nur unter erheblichem Aufwand durchführbar. Um einige Anhaltspunkte für die konstruktive Auslegung von Wanddicken zu erhalten, wurden im Bild 2.37 erforderliche Wanddicken in Abhängigkeit der Aufbaulänge für einschalige und doppelwandige Sandwichbauten aufgetragen. Wanddicken von 6 mm sollten nicht überschritten werden, weil dadurch nur ein geringfügig gewichtsbezogener höherer E-Modul erreicht wird und sich diese Segmente durch unterschiedliche Schrumpfspannungen meistens verziehen.

Zur Erhöhung des E-Moduls sind Versteifungsprofile billiger, gewichtsparender und besser geeignet als eine weitere Erhöhung der Wanddicke. Versteifungsprofile sollten über PUR-Hartschaumkerne auflaminiert werden. Bei den hohen Anforderungen können aber auch Alu-Profile einlaminiert werden. Verstärkungen aus Furnier- oder Spanplatten sollten nur dann verwendet werden, wenn auf beiden Seiten gleichstarke GFP-Schichten vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall, so wird das Segment immer auf der dickeren GFP-Seite hohl. An der Innenseite von Sichtflächen dürfen Versteifungsprofile ausschließlich über PUR-Hartschaumkernen auflaminiert werden. Auf keinen Fall sind Holzleisten oder Metallprofile zu verwenden. Diese zeichnen ihre Konturen auf der Außenhaut optisch ab und verziehen außerdem das Formteil, weil ein gleichmäßiges Schrumpfen bei der Aushärtung des Laminats nicht möglich ist. Sind Befestigungsmöglichkeiten im Versteifungsprofil für das Anbringen von

Schraubverbindungen erforderlich, so sollte die Holzleiste in den PUR-Schaumkern eingearbeitet werden. Beim nachfolgenden Laminierprozeß muß dann zwischen der Laminatfläche und der Holzleiste eine elastische Schicht vorhanden sein.

### Klebstoffe

Folgende Klebstoffe können für die bei der rahmenlosen Bauweise verwendeten Werkstoffe eingesetzt werden:

GFP – Schaumpolystyrol:

Epilox EGK 19 + Härter  
 Epasol EP 11  
 Kalloplast  
 Mökoflex L 3550.

Beachte:

Polyester kann als Klebstoff nicht genommen werden, da das im Polyester enthaltene Styrol Schaumpolystyrol angreift.

GFP – Polyurethanhartschaum:

Mökoflex L 3550  
 Elastosal H 4/5 mit Härter 4/5  
 Epasol EP 11  
 Epilox EGK 19 + Härter  
 Mökoflex L 2837/38  
 Epilox EGK 19 + Härter  
 Epasol EP 11  
 Mökoflex L 3550  
 Polyester mit Härter und Beschleuniger.

Aluminium – Schaumpolystyrol:

Aluminium – Polyurethanhartschaum:

Die Hinweise zur Verarbeitung können dem Abschnitt 2.3.1. entnommen werden.

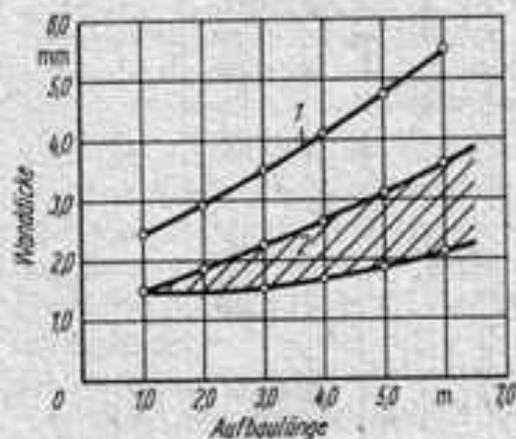


Bild 2.37. Durchschnittswert von GFP-Wanddicken für Campinganhänger-Aufbauten in Abhängigkeit von der Aufbauhöhe

Kurve 1 ist für einwandige Ausführungen, Kurvenbereich 2 für Sandwichkonstruktionen mit tragendem Kern. Je mehr der Kern mitträgt, desto geringer können die Wanddicken ausgeführt werden.

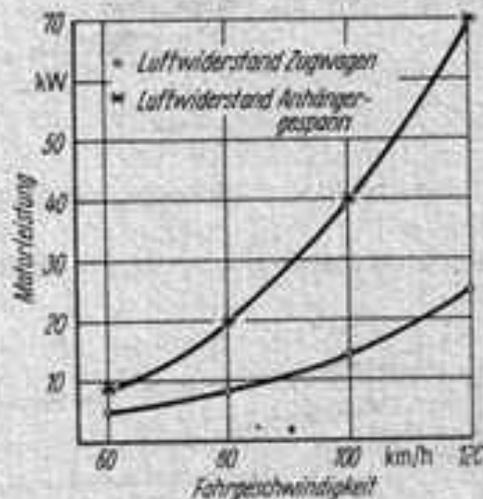


Bild 2.38. Erforderliche Motorleistung zur Überwindung des Luftwiderstandes eines durchschnittlichen PKW und eines durchschnittlichen Anhängers

### 2.3.3. Aerodynamische Formgebung

Die Fahrstabilität und die erforderliche Motorleistung eines Anhängers werden entscheidend von der aerodynamischen Formgebung des Campinganhängers beeinflusst. Messungen im Windkanal ergaben  $c_w$ -Werte von 0,35 bis 0,83 je nach Form des Anhängeraufbaus. PKWs liegen zum Vergleich in  $c_w$ -Bereichen von 0,4 bis 0,55. Im Bild 2.38 ist an einem Beispiel die Abhängigkeit der erforderlichen Motorleistung zur Überwindung des Luftwiderstandes eines

PKW und eines Anhängerzuges dargestellt. Benötigt der PKW bei 80 km/h nur 8 kW zur Überwindung seines eigenen Luftwiderstandes, so muß der gleiche PKW mit einem Campinganhänger bereits 20 kW an Motorleistung zur Überwindung des Luftwiderstandes aufbringen.

Zwischen der Formgebung und dem Luftwiderstand bestehen Gesetzmäßigkeiten, die beachtet werden sollten, ansonsten kann sich ein nicht zu vertretender hoher Luftwiderstand ergeben, der nachträglich mit Hilfe zusätzlicher Anbauteile reduziert werden muß. Diese zusätzlichen Ausrüstungen sind oft nur Stückwerk, und ihre aerodynamische Wirksamkeit bleibt begrenzt. Es gilt daher, einen guten Kompromiß zwischen Wohnkomfort und Luftwiderstand zu finden.

## Anhängerbug

Wie sollte ein aerodynamisch gut gestaltetes Bugteil aussehen?

Betrachten wir uns zunächst die Luftströmung bei einem glattflächigen, eckigen, senkrechten Bugteil (Bild 2.39). Die vom Zugfahrzeug kommende Luftströmung prallt auf das eckige Bugteil und verwirbelt dabei so sehr, daß sich keine anliegende Strömung bis zum Heck des Anhängeraufbaus mehr einstellt. Dies hat einen Widerstand zur Folge, der um so größer ist, je länger die am Bugteil ausgelösten Verwirbelungen auf der Außenfläche des Anhängers wirken können. Durchgeführte Messungen verschiedener Anhängerfirmen ergaben bei eckig ausgeführten Bugteilen einen  $c_w$ -Wert von 0,78 bis 0,85 je nach Aufbauhöhe der Anhänger. Zur Überwindung dieses Luftwiderstandes muß bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h zusätzlich etwa 35 bis 40 kW Motorleistung aufgebracht werden.

Wird das Bugteil vom Auftreffpunkt der vom Zugfahrzeug kommenden Luftströmung senkrecht belassen und nur an der Bugoberkante eine Schräge von etwa  $20^\circ$  mit einem Radius von

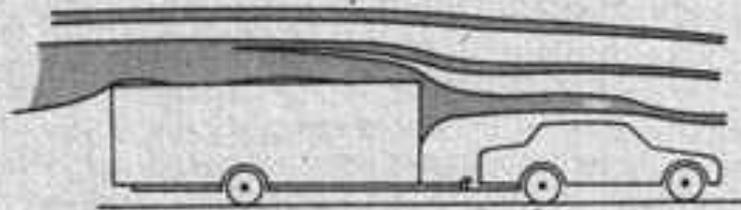


Bild 2.39. Campinganhänger mit einem glattflächigen, eckigen Bugteil  
Die sich einstellende Luftströmung verwirbelt bis zum Heck des Anhängers.

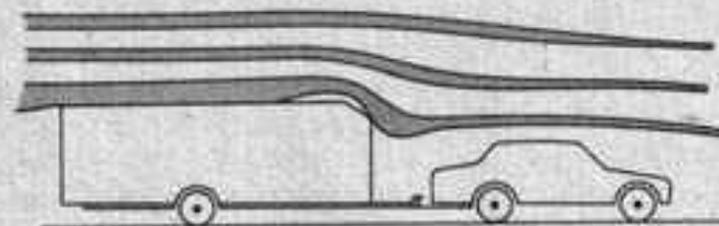


Bild 2.41. Campinganhänger mit einem glattflächigen Bugteil, an dem im oberen Bereich eine Schräge und ein Radius angebracht wurden.  
Die sich einstellende Strömung reißt am Übergang ab, um sich aber kurz danach zu beruhigen.

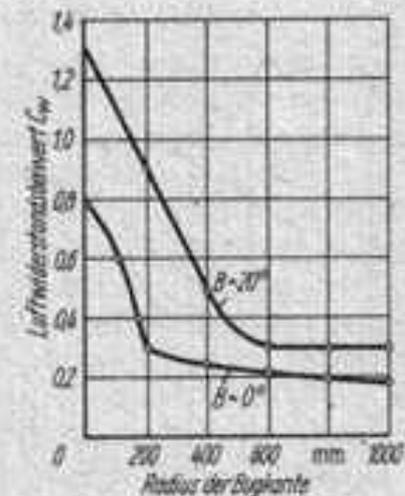
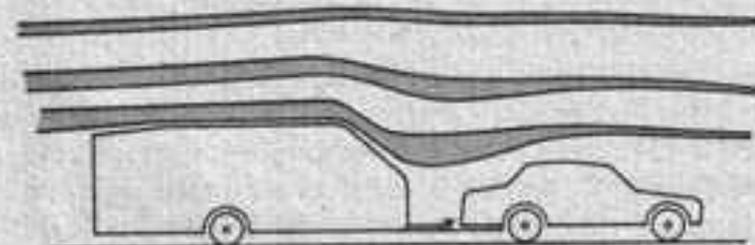


Bild 2.40. Luftwiderstandsbeiwerte  $c_w$  in Abhängigkeit vom Radius der oberen Bugkante

$\beta = 0^\circ$  bei Frontalanströmung;  $\beta = 20^\circ$  bei Schräganströmung

Schräganströmung ergibt sich durch Überlagerung von Fahrtrichtung und Windrichtung.

Bild 2.42. Campinganhänger mit einer aerodynamisch gestalteten Außenform

200 mm angebracht, so kann durch eine sichtbar gemachte Luftströmung beobachtet werden, daß die Strömung an diesem Übergang abreißt (Bilder 2.40 und 2.41). Die dabei entstehenden Verwirbelungen sind wesentlich kleiner und ermöglichen eine Beruhigung der Strömung im ersten Drittel des Anhängeraufbaus. Die erreichbaren  $c_w$ -Werte liegen im Bereich von 0,50 bis 0,55 und fordern eine Mehrleistung des Zugfahrzeuges, bezogen auf 100 km/h Fahrgeschwindigkeit, von nur noch 18 bis 25 kW. Gegenüber der geraden Bugfläche ergibt das eine Verringerung der erforderlichen anteiligen Motorleistung von 15 bis 17 kW. Dies entspricht fast der Motorleistung des PKW Trabant.

Um eine weitere Absenkung der zur Überwindung des Luftwiderstandes erforderlichen Motorleistung zu erreichen, wird der senkrechte Bug bis unter den Auftreffpunkt der Luftströmung schräg eingezogen (Bild 2.42). Der Übergangsradius an der oberen Bugkante von 200 mm wird beibehalten. Zusätzlich werden aber die Seitenflächen des Bugteiles bis auf Zugwagenbreite eingezogen, damit die stabile Luftströmung vom Zugwagen aufgenommen wird und möglichst störungsfrei an den Seitenwänden des Anhängers entlang strömt.

Um auch die unter dem Anhänger entstehenden Verwirbelungen und somit auftretenden Luftwiderstände zu senken, wird der Fahrwerksrahmen in die Bodengruppe des Anhängerbaus eingebaut.

Um die sich am Anhängerheck ablösende Dachströmung zu berücksichtigen, wird das Dach im letzten Viertel leicht nach unten eingezogen. Nun wird die Strömung ohne wesentliche Verwirbelungen vom Anhängerbug aufgenommen und über die Seiten-, Dach- und Bodenflächen abgeleitet. Der erreichbare  $c_w$ -Wert liegt zwischen 0,35 und 0,42. Die erforderliche Mehrleistung zur Überwindung des Luftwiderstandes beträgt, wiederum auf 100 km/h Fahrgeschwindigkeit bezogen, nun nur noch 12 bis 14 kW.

#### Beachte:

Bei einer senkrechten Bugfläche wird die Kupplungslast auf die Kugelumkupplung mit steigender Fahrgeschwindigkeit immer kleiner und nimmt negative Werte an, bei einer schrägen Bugfläche wird die Kupplungslast mit steigender Fahrgeschwindigkeit immer größer.

Die Größe der Kupplungslast hängt im wesentlichen von der Schräge der Bugfläche, der Fahrgeschwindigkeit und den geometrischen Bedingungen ab.

Der Tabbert-Wind (Bild 2.43) war einer der ersten Campinganhänger, bei dem der Versuch unternommen wurde, durch einen strömungsgünstig gestalteten Oberbau den Luftwiderstand zu verringern und dadurch den Kraftstoffverbrauch zu senken. Der optisch gut wirkende Campinganhänger wurde als Energiesparer auf den Markt gebracht. Wie dies so oft bei Pionierleistungen vorkommt, trat durch eine kleine Unachtsamkeit das Gegenteil ein. Der Energiesparer wurde zum Energieverschwender und benötigte mehr Kraftstoff als die bisher üblichen Campinganhänger gleicher Aufbaugröße und Masse. Die Ursache lag in dem kantigen Übergang der Bugschräge zum Dach. An dieser Stelle trat eine Verwirbelung der von der Bugschräge gut aufgenommenen und strömungsgünstig umgelenkten Luftströmung auf, die einen erhöhten Luftwiderstand verursachte.



Bild 2.43. Campinganhänger Tabbert-Wind [20]

Seitenansicht und korrigierte Außenform an der Bugkante [18]

Die Firma Tabbert brachte im darauffolgenden Jahr an diesem Übergang einen Radius von etwa 300 mm an und korrigierte die äußere Form nach aerodynamischen Erkenntnissen (Bild 2.43b).

## Seitenwand und Dach

Von allen bisher gebauten Campinganhängern haben über 90 % glattflächige Seitenwände ohne Übergangsradius. Fährt man mit einem Anhänger und es überholt ein großflächiges Fahrzeug (Bus, LKW), so drückt die dem Fahrzeug vorausgehende Druckwelle auf die Seitenwand des Anhängers und sucht diesen wegzudrücken (Bild 2.44). Das an den Seiten des überholenden Fahrzeuges vorhandene Unterdruckgebiet versucht den Anhänger zum überholenden Fahrzeug hinzuziehen. Je größer nun die Angriffsfläche der Seitenwand des Anhängers ist, desto größer sind die wirkenden Kräfte. Das Ergebnis ist oftmals ein Schlingern oder Schleudern des Anhängerzuges. Ähnliche Situationen treten beim unverhofften Auftreten von Windböen auf die Seitenwand des Anhängers ein (Bild 2.45). Grundsätzlich läßt sich dieser negative Einfluß nicht vermeiden. Er läßt sich aber durch aerodynamische Anpassung der Seitenwand an die Fahrbedingungen vermindern.

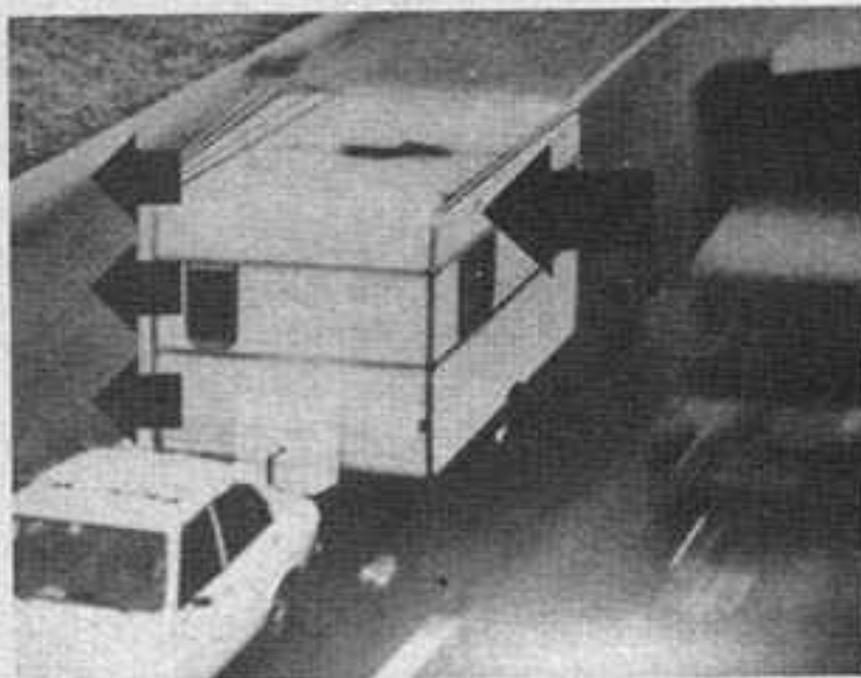


Bild 2.44. Druckwelle auf die Seitenwand eines Campinganhängers, verursacht durch einen überholenden LKW-Zug [21]

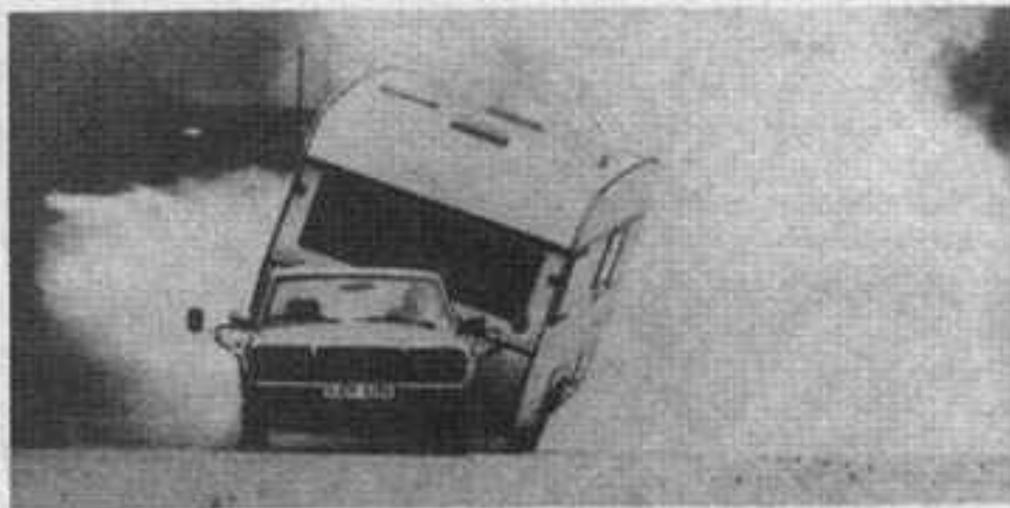


Bild 2.45. Schleudern eines Anhängerzuges durch plötzlich wirkenden Seitenwind [3]

Versuche an verschieden gestalteten Seitenwandflächen haben ergeben, daß bereits ein Übergangsradius zwischen Seitenwand und Dach sowie zwischen Seitenwand und Boden von 300 mm eine spürbare Absenkung der wirkenden Druckkräfte ergibt. Der Übergangsradius zwischen Seitenwand und Boden ist aber nur sinnvoll, wenn der Fahrwerksrahmen in die Bodengruppe eingearbeitet wurde bzw. die Druckwelle unter den Fahrwerksrahmen geleitet wird und nicht auf das Längsprofil des Rahmens trifft. Zur Verringerung des Luftwiderstandes

ist der Übergang Seitenwand–Bug mit einem Radius  $> 100$  mm auf die durchschnittliche Breite des Zugfahrzeuges einzuziehen. Außerdem ist die Seitenwand am Heckende im Dachbereich auf einer Länge von 600 bis 700 mm mit einem Winkel unter  $5^\circ$  zu verjüngen. Der Übergang Seitenwand–Heck sowie Dach–Heck sollte möglichst scharfkantig ausgeführt werden. Dadurch wird das Totgebiet der Luftströmung im Auslauf eines Anhängers verkleinert. Die Übergangsradien an den Bugkanten sollten 10 bis 15 % der Anhängerhöhe bzw. Anhängerbreite betragen.

### Abstand Zugfahrzeug – Bug

Der Abstand zwischen Kugelkupplung und Bugoberfläche des Anhängers sollte nur so groß gewählt werden, wie er für den kleinsten Wendekreis des Zugfahrzeuges erforderlich ist. Beim Wenden darf das Heck des Zugfahrzeuges die Bugoberfläche des Anhängers nicht berühren. Wird der Abstand unnötig groß gewählt, so kann sich die vom Zugfahrzeug kommende stabile Strömung in ihrer Strömungsrichtung verändern und auf eine größere Bugfläche auftreffen. Dies hätte zwangsläufig einen größeren Widerstand und somit einen schlechteren  $c_w$ -Wert zur Folge. Messungen haben ergeben, daß der  $c_w$ -Wert vom Ende der Dachkante des Zugfahrzeuges auf einer Länge von 1,20 . . . 1,40 m noch konstant bleibt und danach ansteigt. Einige Zugfahrzeuge haben aber bereits vom Dachende bis zur Anhängerkupplung einen Abstand von 1,20 m, so daß bei diesen eine negative Beeinflussung des  $c_w$ -Wertes zu erwarten ist.

Je näher der Anhängerbug an den angegebenen Bereich kommt, desto geringer ist die negative Beeinflussung!

## 2.4. Zubehör

### 2.4.1. Fenster und Dachhauben

Fenster und Dachhauben sind erforderlich für gute Belüftung und ausreichende Helligkeit im Inneren des Anhängers. Je nach Belüftungskonzeption können die Fenster als Festfenster oder als Ausstellfenster (Bild 2.46) vorgesehen werden. Als Fenstermaterial kommt auf Grund seines geringen Eigengewichtes fast ausschließlich Polymethylmethacrylat, dessen Handelsname Plexiglas oder Piacryl ist, zur Anwendung. Vereinzelt wird auch Sicherheitsglas eingesetzt, dessen Oberfläche wesentlich kratzfester ist als die von Plexiglas:Piacryl.

Gegenüberstellung beider Werkstoffe:

	Glas	Piacryl
Vergleichstemperatur in $^\circ\text{C}$	20	20
Dichte in $\text{kg}/\text{dm}^3$	2,5	1,18
Druckfestigkeit in MPa	400 . . . 1200	130
Biegefestigkeit in MPa	44,7	110
Elastizitätsmodul in MPa	4,5 . . . 10	3000
Wärmeleitfähigkeit in $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$	1,163	0,174
linearer Ausdehnungskoeffizient in $\text{mm}/\text{m} \cdot \text{K}$	0,01	0,09

Der für die Fenster eines Campinganhängers entscheidende Unterschied zwischen beiden Materialien liegt in der Dichte und der Wärmeleitfähigkeit.

Die Fenstergröße sollte den jeweiligen Erfordernissen angepaßt sein. Welche Masse sich bei der gewählten Fensterfläche für Sicherheitsglas und Piacryl ergibt, ist aus Bild 2.47 zu entnehmen. Im allgemeinen hat ein Quadratmeter Fensterfläche eine größere Masse als ein Quadratmeter Karosseriefäche. Da auch noch der Wärmedurchgang durch das Fenstermaterial,

gegenüber einer isolierten Karosseriefäche, wesentlich höher ist, sollten die Abmessungen der Fensterflächen nicht unnötig groß gewählt werden (Bild 2.48). Auf Grund des relativ hohen Wärmedurchganges haben Fensterinnenflächen die niedrigste Innenwandtemperatur aller inneren Karosseriefächen. Das ist auch die Ursache dafür, daß an den Fensterinnenflächen die Kondenswasserbildung bei niedrigen Temperaturen zuerst sichtbar wird. Es ist deshalb günstig, im unteren Fensterausschnitt eine Wasserauffangrinne vorzusehen, die über einen Plasteschlauch das anfallende Wasser nach außen ableitet. Diese Maßnahmen sind aber nur bei einwandigen Fenstern erforderlich.



Bild 2.46. Nachträglich am Campinganhänger QEK Junior angebautes Ausstellfenster

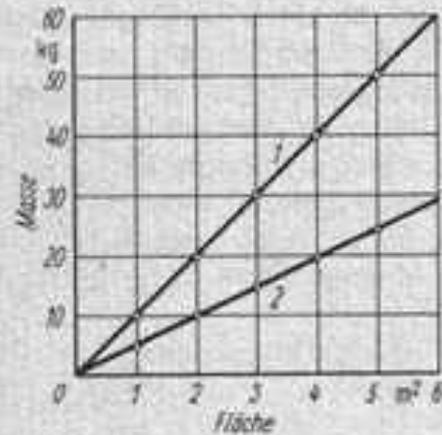


Bild 2.47. Masse von Fensterglas in Abhängigkeit von der Fensterfläche

Die Werte sind auf die übliche Wandstärke von 4 mm bezogen. Kurve 1 für Sicherheitsglas; Kurve 2 für Plexiglas



Bild 2.48. Zur Gesamtkonzeption des Anhängers gut abgestimmte Fenstergröße

Um den Wärmedurchgang durch die Fensterfläche zu vermindern, werden Doppelfenster vorgesehen. Bei diesen wird auf eine 3 bis 4 mm dicke, im Vakuumverfahren verformte Plexiglasplatte eine 2 mm dicke glatte Innenscheibe aufgeklebt. Der Wärmedurchgang wird noch vermindert, wenn das Aufkleben der Innenscheibe im Vakuum erfolgt. Ist diese Möglichkeit nicht gegeben, so müssen zwischen Innen- und Außenscheibe ein bis zwei 0,5-mm-Bohrungen angebracht werden. Bei intensiver Sonneneinstrahlung erwärmt sich die zwischen der Außen- und Innenscheibe eingeschlossene Luft. Dabei entsteht ein Druck, der das Fenstermaterial zerstören kann. Durch die Entlüftungsbohrungen wird dies verhindert.

## Beachte:

Vor dem Zusammenkleben von Außen- und Innenscheibe müssen die Innenflächen der Fenster absolut sauber sein. Die Innenscheibe muß in ihren Abmessungen so groß sein, daß bei rahmenlosen Fenstern der Dichtgummi auf der Innenscheibe anliegt. Liegt der Dichtgummi auf der Außenscheibe an, entsteht zwischen Innen- und Außenscheibe eine Kältebrücke, an der wiederum Kondenswasserbildung auftritt.

Für die Behaglichkeit in einem Campinganhänger sind die Werte Wärmeverlust je Quadratmeter Fensterfläche, Fenster-Innenwandtemperatur und die sich in Abhängigkeit von der Luftfeuchte einstellende Kondenswasserbildung von entscheidender Bedeutung. Um diese Werte ohne größeren Rechenaufwand ermitteln zu können, wurden sie in Diagrammform im Bild 2.49 erfaßt.

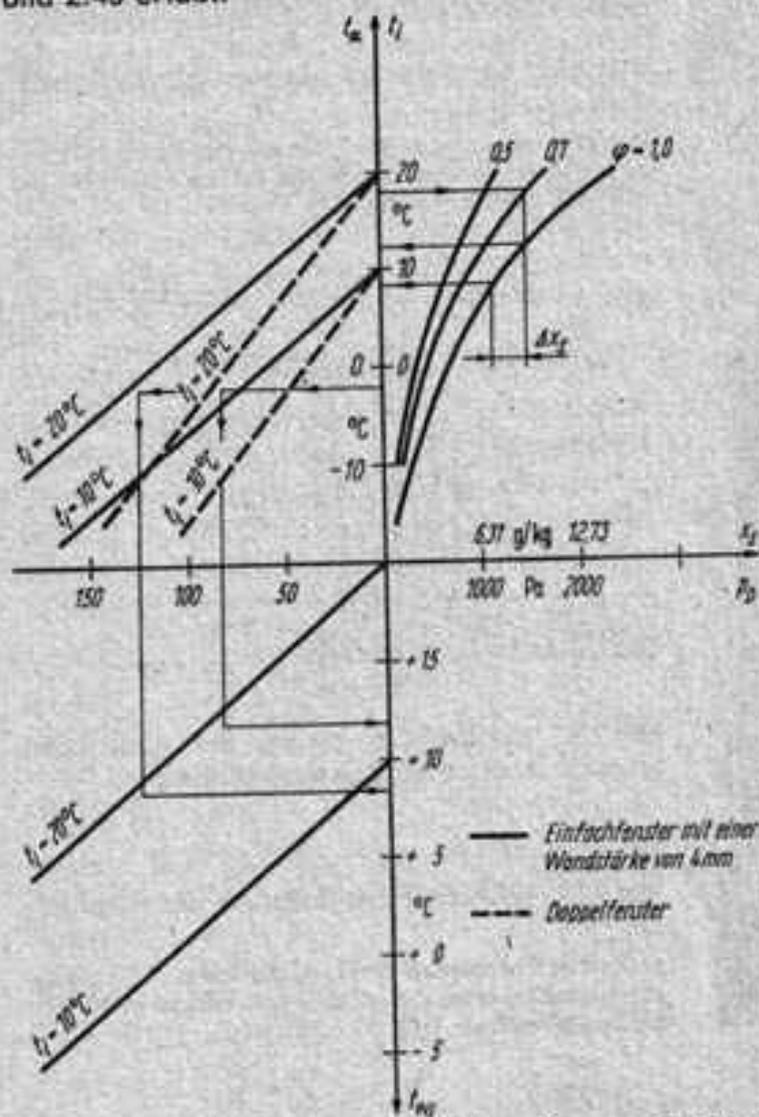


Bild 2.49. Richtwerte zur Ermittlung der Fensterinnenwandtemperatur und der ausfallenden Kondenswassermenge in Abhängigkeit von der Luftaußen- und Luftinnentemperatur

Beispiel:

In einem Campinganhänger sind 19 °C Innenlufttemperatur bei einer Raumluftfeuchte von  $\varphi = 0,7$  und einer Außentemperatur von -2 °C. Welche Fensterinnenwandtemperatur ergibt sich bei Einfachfenster und bei Doppelfenster? Welche Kondenswassermenge fällt aus der Innenraumluft an den Fensterflächen aus?

Lösung:

- Einfachfenster  $t_{wi} \approx 8,4$  °C  
Doppelfenster  $t_{wi} \approx 12,0$  °C
- Bei  $t_{wi} = 12,4$  °C beginnt die Kondenswasserbildung an der Fensterinnenfläche. Beim Doppelfenster wird es nur zu einem leichten Beschlagen der Fensterinnenflächen kommen, während bei einem Einfachfenster mit einer Temperatur der Innenfläche von  $t_{wi} \approx 8,4$  °C eine Wassermenge von  $x_f = 2,5$  g/kg Luft ausfällt.

Um im Sommer mitunter lästige Sonneneinstrahlung zu dämpfen, ohne den Campinganhänger mit Rollos abzudunkeln, werden an der Innenwand aus Aluminium bestehende Jalousetten (Bild 2.50) angebracht. Die Lamellenwender ermöglichen eine stufenlose Regulierung des Lichteinfalls. Eine zweite Möglichkeit, die durch Sonneneinstrahlung auftretende Aufheizung des Wohnraumes zu vermindern, besteht im Anbau eines kombinierten Rollos (Bild 2.51). Dieses Rollo besteht aus einem Sonnenschutzrollo, das an der Außenseite mit einer Aluminiumfolie beklebt ist, und aus einem Fliegenschutzgazerollo. Beide Rollos können ober- oder unterhalb der Fenster angeordnet werden. Die seitliche Führung und Abdichtung wird durch Plastprofile übernommen. Die Fliegenschutzgaze bewährt sich besonders auf mückenreichen Stellplätzen. Diese Lösungen können übrigens auch an der Dachluke sowie an der Eingangstür verwendet werden (Bild 2.52).

Der Aufbau von Fest- und Ausstellfenstern wird im Abschnitt 4.3.4. beschrieben. Dachhauben sind grundsätzlich ausstellbar. Diese sind auf dem Dach so anzuordnen, daß Regenwas-



Bild 2.50. Jalousetten als Sonnenschutz

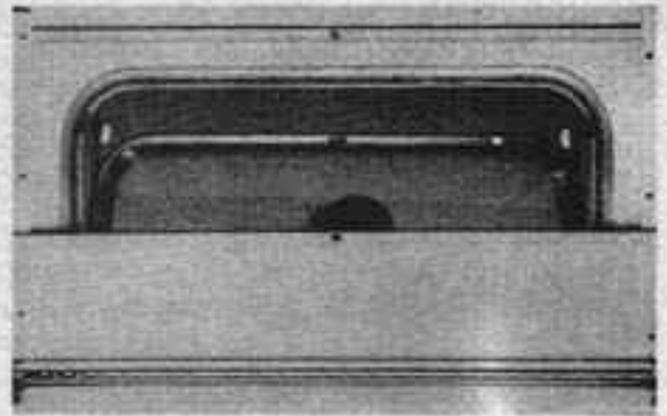


Bild 2.51. Kombiniertes Sonnen-Mückenschutz-Rollo

Um eine möglichst große Reflexion der Sonnenstrahlen zu erreichen, ist das Sonnenrollo auf der Außenseite mit Alu-Folie beschichtet [10].

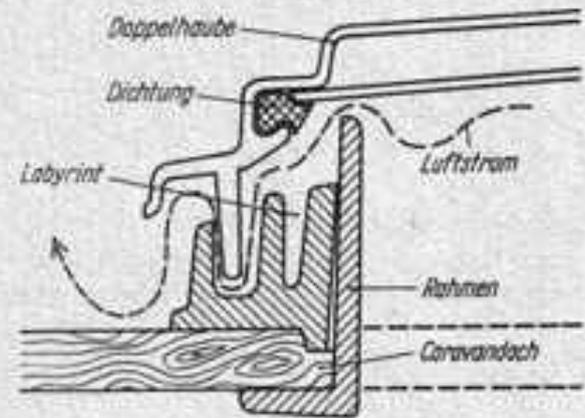
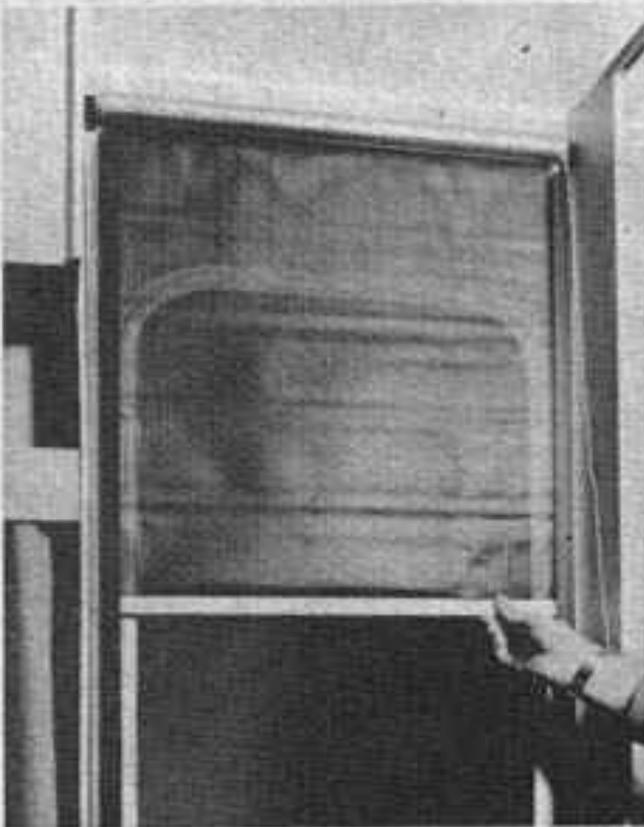


Bild 2.53. Konstruktive Lösung der Abdichtung einer Dachhaube mit Zwangsventilation

Bild 2.52. Mückenschutz-Rollo vor der Eingangstür

An heißen Sommerabenden kann die Tür zur Lüftung geöffnet bleiben, ohne daß Mücken und Fliegen in das Wageninnere kommen [10].



Bild 2.54. Bausatz einer Dachhaube mit eingebautem Lüfter [10]

ser weder im geöffneten noch im geschlossenen Zustand in das Wageninnere laufen kann. Bild 2.53 zeigt die Anordnung einer Dachhaubenabdichtung, bei der auch im geschlossenen Zustand noch eine Zwangsentlüftung möglich ist.

Dachhauben sollten so geformt werden, daß bereits durch die Formgebung eine mehrfache Sicherung gegen eindringendes Regenwasser erreicht wird.

Um die Belüftungsmöglichkeiten zu erhöhen, sind in Dachhauben elektrisch betriebene Lüfter eingebaut (Bild 2.54). Zur Verbesserung der Wärmedämmung werden diese aus Plast doppelwandig ausgeführt. Für das Wintercamping sind nur doppelwandige Dachhauben geeignet.

### Kältebrücken

Feststeller und Aussteller werden größtenteils an das Fenster- und Dachhaubenmaterial angeschraubt bzw. angenietet. Sind die Schrauben oder Nieten aus Metall, dann haben sie eine ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit. Dies hat aber zur Folge, daß die im Innern eines Anhängers liegenden Teile sehr schnell die Außentemperatur annehmen. Aus diesem Grund spricht man im Campinganhängerbau von unerwünschten Kältebrücken, da sich an den Innenflächen bei niedrigen Außentemperaturen Kondenswasser bildet. So etwas läßt sich nur verhindern, indem anstelle von Metall Plastmaterial mit geringer Wärmeleitfähigkeit verwendet wird oder die Fest- und Aussteller angeklebt werden.

### Konstruktionshinweise

Bei Verwendung von Piacryl bzw. Plexiglas als Fenstermaterial ist der lineare Ausdehnungskoeffizient der zu verbindenden Materialien zu beachten. Beim Ausstellfenster wird das Fenstereinhängeprofil mit dem Piacrylfenster durch Niet- und Klemmverbindungen zusammengefügt. Dabei treten an den Bohrungen bzw. Klemmverbindungen erhebliche Spannungskonzentrationen auf, die bei Mißachtung der linearen Ausdehnung zum Bruch des Materials führen können.

Längenausdehnungskoeffizient für die unterschiedlichen Werkstoffe:

Piacryl:	$70 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^\circ\text{C}$	bei $0^\circ$ bis	$70^\circ\text{C}$
Glas:	$9 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^\circ\text{C}$	bei	$+50^\circ\text{C}$
Aluminium:	$23 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^\circ\text{C}$	bei	$+50^\circ\text{C}$
Stahl:	$12 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^\circ\text{C}$	bei	$+50^\circ\text{C}$

Wird z. B. ein 1,5 m langes Aluminium-Einhängeprofil bei  $20^\circ\text{C}$  mit einem Piacrylfenster verbunden und bei Sonneneinstrahlung auf  $70^\circ\text{C}$  erwärmt, so ergeben sich folgende Ausdehnungen:

$$\begin{aligned}\text{Piacryl: } \Delta l &= \alpha_p \cdot l \cdot \Delta T \\ \Delta l &= 70 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 1500 \text{ mm} \cdot 50 \text{ K} \\ \Delta l &= 5,25 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aluminium } \Delta l &= \alpha_A \cdot l \cdot \Delta T \\ \Delta l &= 23 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 1500 \text{ mm} \cdot 50 \text{ K} \\ \Delta l &= 1,73 \text{ mm}\end{aligned}$$

#### Beachte:

Bei gleicher Temperaturerhöhung dehnt sich Piacryl 3mal soviel wie Aluminium und 6mal soviel wie Stahl aus. Die Verbindung Einhängprofil bzw. Rahmen mit einem Piacrylfenster ist konstruktiv so zu gestalten, daß sich das Material unbehindert ausdehnen kann.

- Um einen Spannungsaufbau im Material zu verhindern, sind folgende Punkte zu beachten.
- Das Material wird sich immer von der Mitte zum Rand ausdehnen. Bohrungen, durch die ein Niet bzw. eine Schraube geführt werden, sind um den Betrag der linearen Ausdehnung des Materials an der Bohrungsstelle größer zu bohren.
  - Das Fenstermaterial darf nicht fest im Rahmen oder Einhängprofil eingespannt sein. Um

- eine freie, unbehinderte Ausdehnung zu ermöglichen, sollte zwischen Piacryl und Aluminium/Stahl ein Rahmengummi vorhanden sein, der die Differenzdehnung ausgleicht.
- Fensterrahmen müssen in der Aufnahme Nut um den Betrag der möglichen Ausdehnung des Fenstermaterials größer sein.

## 2.4.2. Beschläge

Die in den Campinganhängern QEK Junior, Bastei und Intercamp verwendeten Fensteraussteller, Fensterfeststeller und Dachhaubenaussteller sind im Abschnitt 4.3.3. beschrieben und bildlich dargestellt.

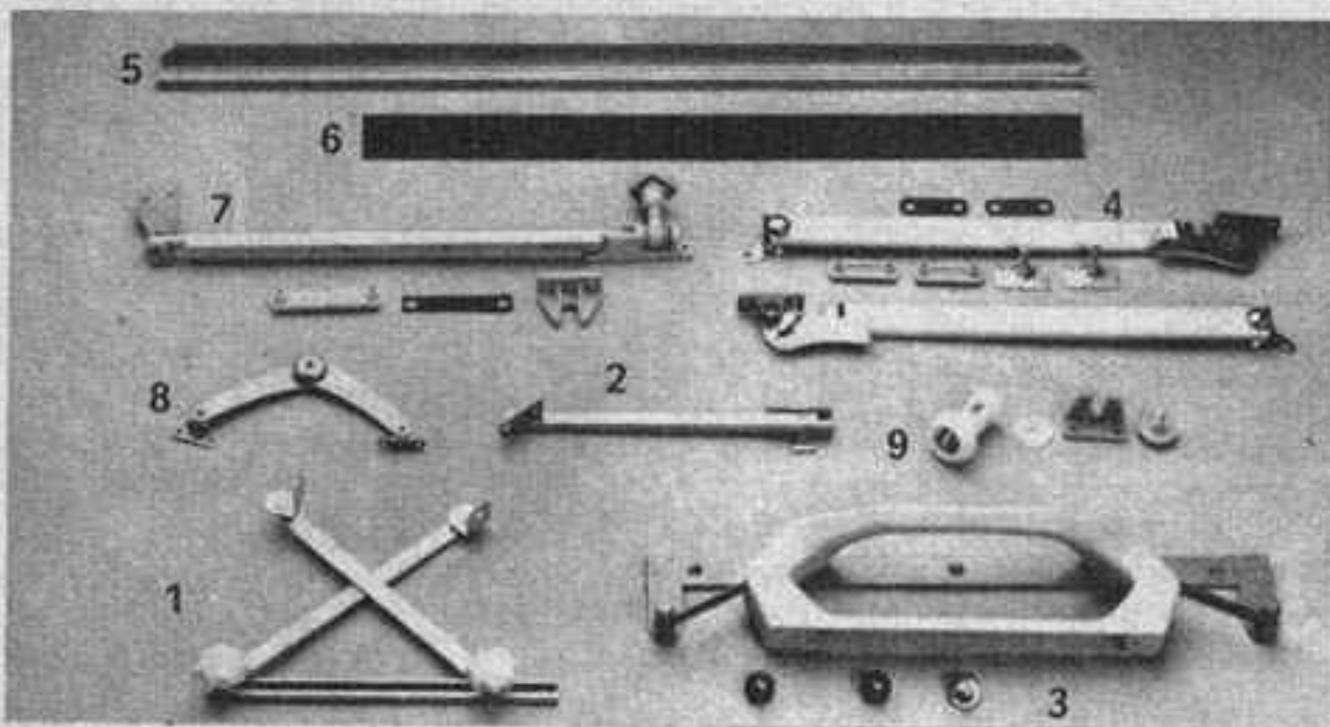


Bild 2.55. Beschläge, wie sie im Campinganhänger zum Einsatz kommen

Im Bild 2.55 sind einige Möglichkeiten von Fenster- und Dachhaubenausstellern sowie Fensterfeststellern gezeigt, wie sie in Campinganhängern anderer Länder zum Einsatz kommen. Teil 1 zeigt einen Scherenaussteller, wie er in ähnlicher Form auch im Campinganhänger Bastei verwendet wird. Teil 2 ist ein Automatik-Staukasten-Aussteller, der beim Öffnen der Klappe automatisch einrastet und die Klappe in geöffneter Stellung arretiert.

Der Dachhauben-Federaussteller 3 ist mit zwei Blattfedern und einem großen Kunststoffhandgriff ausgerüstet. Dieser Aussteller gestattet nur ein einseitiges Öffnen bzw. ein Schließen oder Öffnen der Dachhaube. Zwischenstellungen sind nicht möglich. Die Bedienung ist einfach. Durch Überdrücken der Blattfedern läßt sich die Dachhaube mit wenig Handgriffen öffnen und schließen.

Der Automatik-Fensteraussteller 4 wird zum Ausstellen von Bug- und Heckfenster verwendet und rastet in beliebiger Stellung des Fensters ein.

In die Tischaufnahmeleiste 5 aus Aluminium wird das Gegenstück eingehängt, das sich an der Tischquersseite befindet.

Ist der Tisch zweiteilig ausgeführt, dann können beide Teile über die PVC-Scharnierleiste 6 verbunden werden.

Der Fensterrohraussteller 7, der an seitlichen kleineren Ausstellfenstern zum Einsatz kommt, ist nur mit drei Einrast-Stufen versehen. Zum Schließen der Fenster werden diese bis zum An-

schlag hochgedrückt. Dadurch wird die Automatik außer Funktion gesetzt, das Fenster abgesenkt und geschlossen.

Teil 8 ist ein einfacher Staukasten-Aussteller, der die Klappe des Staukastens im geöffneten Zustand hält.

Der Fensterfeststeller 9 ist auf ähnlichem Prinzip aufgebaut wie die Feststeller unserer Campinganhänger.

Türen und Klappen müssen während der Fahrt fest verschlossen sein. Durch verschiedene Fahr-situationen kann es vorkommen, daß die in den Stauräumen befindlichen Gegenstände gegen die Tür gedrückt werden. Magnethalterungen reichen für die Sicherung von Türen und Klappen nicht aus.

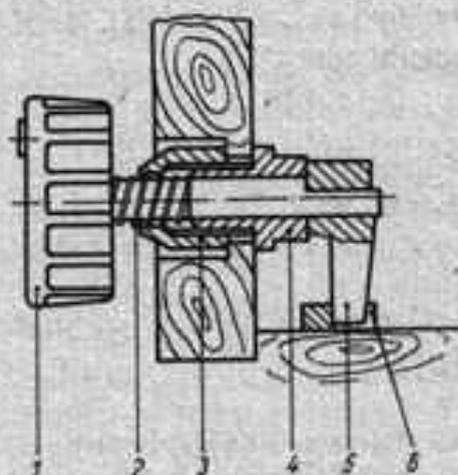


Bild 2.56. Verriegelung für Schranktüren und Klappen

1 Griffstück; 2 Feder; 3, 4 Bolzenführung; 5 Riegel; 6 Schließplatte

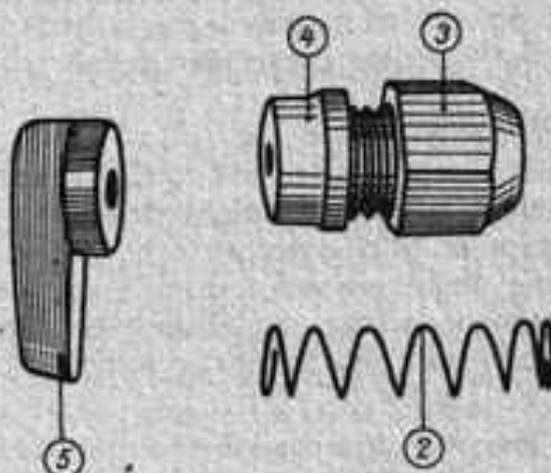


Bild 2.58. Aluminium-Lüftungsschieber mit aufgeklebter Gaze

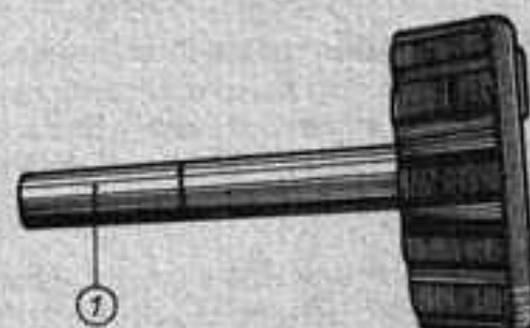


Bild 2.57. Einzelteile der Verriegelung für Türen und Klappen (Erl. s. Bild 2.56.)

Eine interessante Lösung der Tür- und Klappenarretierung wurde beim Intercamp verwirklicht (Bilder 2.56 und 2.57). Die Schraubenfeder drückt den Riegel in die Schließplatte, so daß sich dieser nicht selbständig entriegeln kann. Zum Öffnen der Tür oder Klappe wird das Griffstück 1 axial eingedrückt und um seine Längsachse gedreht.

Für die Abdeckung der in der Karosserie befindlichen Belüftungsdurchbrüche werden auf der Innenseite des Anhängeraufbaus Aluminium-Lüftungsschieber (Bild 2.58) verwendet. Es ist günstig, die Belüftungsschieber auf der Rückseite mit Gaze zu bekleben, damit die in die Belüftungsöffnungen fliegenden Insekten nicht in das Innere des Anhängers gelangen.

### 2.4.3. Gasanlage

Die Gasanlage gehört im Wohnanhänger zur wichtigsten Energieversorgungsanlage. Als Energiequelle wird Flüssiggas, meist Propan-Butan-Gemisch genutzt. Dieses Gemisch sollte man aber nur bis Temperaturen von 0 °C verwenden, da Butan unter dieser Temperatur nicht mehr vergast. Bis - 40 °C kann nur reines Propan verwendet werden.

Flüssiggas hat den Vorteil, daß es sich leicht speichern und transportieren läßt. Mit Hilfe dieses Gases kann man kochen, heizen, kühlen, backen, Warmwasser bereiten, braten und beleuchten.

Die Gasversorgung besteht im allgemeinen aus 4 Hauptgruppen. Diese sind die Gasbevorratung, die Regelung, die Gasverteilung und die Gasverbraucher. Für jede dieser Hauptgruppen gibt es gesetzliche Bestimmungen, die die Sicherheit der Benutzer von Gasanlagen gewährleisten und die beim Installieren von Gasanlagen unbedingt eingehalten werden müssen.

### 2.4.3.1. Technische Regeln

Die nachfolgend aufgeführten technischen Regeln gelten für die Errichtung, Instandhaltung und Prüfung von Flüssiggasanlagen in Wohnanhängern und beziehen sich auf die KDT-Richtlinie 037 A/79 „Flüssiggasanlagen in Fahrzeugen und Fahrzeuganhängern“.

#### Gasbevorratung

- Die Gasbevorratung darf nur in Flüssiggasflaschen bis 14 kg Füllmasse erfolgen
- In Deichselkästen oder Flaschenschränken des Anhängers können zwei Flaschen mit einer Füllmasse bis 14 kg untergebracht werden. Der Flaschenraum muß dicht gegenüber dem Fahrzeuginnenraum sein und darf nur von außen zugänglich sein.
- Gasflaschenschränke und -kästen müssen am tiefsten Punkt mindestens 190 mm über der Fahrbahn liegen und dürfen den Anhängerumriß nicht überragen.

#### Beachte:

Innerhalb eines Wohnanhängers darf nur eine Flüssiggasflasche mit einer Füllmasse bis 5 kg in einem Flaschenschrank aufgestellt werden. Dabei muß der Flaschenschrank unverschließbare Bodenöffnungen von mindestens 25 cm<sup>2</sup> im freien Querschnitt zur Außenluft haben.

Alle Gasflaschen müssen senkrecht stehen und durch Halterungen unverrückbar, fest und gegen Verdrehen gesichert sein. Außerdem dürfen sie keiner Strahlungs- und Heizungswärme ausgesetzt werden. Im Flaschenkasten dürfen sich keine elektrischen Zündquellen befinden.

Das Flüssiggas in der Flasche darf nicht über 40 °C erwärmt werden.

#### Druckregelungen

- In der Flüssiggasanlage ist ein unverstellbarer Druckregler einzubauen, der den Flaschendruck auf einen Betriebsüberdruck von 3 kPa (300 mm WS) reduziert.
- Es dürfen nur Kleinflaschen-Druckregler bis 1,5 kg/h eingebaut werden, die mit der Flaschenart und Geräteart abgestimmt sind und die ASMW-Bestätigung haben.

#### Absperreinrichtungen

- Das Flaschenventil ist die Hauptabsperreinrichtung der Flüssiggasanlage. Es ist geschlossen zu halten, solange die Verbrauchseinrichtung nicht genutzt wird.
- Jede Verbrauchseinrichtung muß durch eine Absperreinrichtung in der Zuführungsleitung absperrbar sein.
- Absperreinrichtungen, die nicht unmittelbar vor der Verbrauchseinrichtung angeordnet sind, müssen so gekennzeichnet werden, daß die Zuordnung eindeutig ist.
- Die Absperreinrichtung ist bei Nichtbetrieb der betreffenden Gasverbraucher geschlossen zu halten.
- Das Flaschenventil ersetzt die Absperreinrichtung vor der Verbrauchsanlage, wenn die Flasche im Innern des Wohnanhängers aufgestellt und nur eine Verbrauchseinrichtung im selben Raum in unmittelbarer Nähe vorhanden ist.

#### Schlauchanschlüsse

- Auf der Niederdruckseite der Flüssiggasanlage können Schläuche nach TGL 20268 verwendet werden.
- Die Schlauchlänge zwischen Druckregler und Rohrleitung darf höchstens 0,75 m betragen.

- Bewegliche Gasanlagen, z. B. herausnehmbare Kocher, können mit Schläuchen bis 1,0 m Länge angeschlossen werden.
- Diese Schläuche sind so anzuordnen, daß sie vor unzulässiger Erwärmung sicher geschützt sind.
- Die Schläuche sind an ihrer Verbindungsstelle durch Schlauchbänder oder maschinelle Einbindung zu sichern.

### Rohrleitungen und deren Verlegung

Für Rohrleitungen können folgende Rohrarten verwendet werden

- nahtlose Präzisionsstahlrohre mit erhöhter Maßgenauigkeit nach TGL 14100
- geschweißte Präzisionsstahlrohre mit erhöhter Maßgenauigkeit nach TGL 14101
- Kupferrohre nach TGL 10759.

Die Mindestwanddicke beträgt für Stahlrohre bis 12 mm Außendurchmesser 1,0 mm, über 12 mm Außendurchmesser 1,5 mm.

Für Kupferrohre beträgt die Mindestwanddicke bis 22 mm Außendurchmesser 1,0 mm, bis 42 mm Außendurchmesser 1,5 mm.

Die Rohrverbindungen sind bei oben erwähnten Stahlrohren durch Schneidringverschraubungen bzw. Klemmringverbindungen herzustellen. Kupferrohre sind durch Hartlöten zu verbinden. Bei der Verlegung sind scharfe Biegungen unzulässig.

Rohrleitungen müssen so verlegt werden, daß sie durch Fahrbeanspruchungen nicht beschädigt oder undicht werden können. Durch ausreichende Halterungen sind Kupferrohre in einem Abstand von max. 0,5 m und Stahlrohre im Abstand von max. 0,8 m sicher zu befestigen.

Abzweigungen sind vibrationsfrei zu verlegen. Die Leitungen sind an Befestigungs- und Durchtrittsstellen durch geeignete Schutzmittel (welche Einlagen, Gummitüllen, Schottverschraubungen) zu schützen. Von der letzten Halterung darf das freie Rohrende nicht mehr als 120 mm entfernt sein.

Stahlrohre sind an Stellen, an denen mit erhöhter Korrosion zu rechnen ist, insbesondere unter dem Fahrzeugboden und an Durchtrittsstellen, mit einem geeigneten Korrosionsschutz, z. B. Kunststoffüberzug, Bitumenanstrich, zu versehen.

### Gasverbrauchseinrichtung

In Fahrzeugen zum Einbau kommende Gasverbrauchseinrichtungen müssen vom ASMW der DDR typgeprüft sein.

#### Beachte:

Sind durch Gasverbrauchseinrichtungen Bauteile brandgefährdet, so müssen diese mit einem wirksamen Wärmeschutz versehen sein.

Der Einbau von **Kochgeräten** in Wohnanhängern mit einem freien Luftvolumen unter 8 m<sup>3</sup> bedarf des Nachweises der Einhaltung der raumlufthygienischen Normative und Brandschutzbestimmungen durch den Fahrzeughersteller. Bei einem freien Luftvolumen von 8–12 m<sup>3</sup> dürfen Kochgeräte mit einer Nennbelastung bis 2,5 kW installiert werden, wenn in der Höhe des Kochers eine Belüftungsöffnung von mindestens 100 cm<sup>2</sup> und im oberen Teil eine Entlüftungsöffnung von mindestens 300 cm<sup>2</sup> (z. B. Hubdach oder zu öffnendes Fenster) vorhanden sind.

#### Beachte:

Sind die Entlüftungsöffnungen verschließbar, so muß über dem Kocher ein dauerhaft angebrachtes Schild den Hinweis enthalten, daß ein Betrieb des Kochgerätes nur bei offener Be- und Entlüftung erfolgen darf.

Bei einem freien Luftvolumen über 12 m<sup>3</sup> wird nur die Entlüftungsöffnung gefordert. In allen Fällen muß auf einem dauerhaft angebrachten Schild darauf verwiesen werden, daß Kochgeräte nicht zur Beheizung des Fahrzeuges benutzt werden dürfen.

In Wohnanhängern dürfen **Back- und Bratgeräte** bis zu einer Nennbelastung von 3,5 kW installiert werden, wenn die Verbrennungsluft nicht aus dem Fahrzeuginnenraum entnommen wird und die Abgase direkt über eine Abgasanlage in die freie Atmosphäre geleitet werden.

**Raumheizer** mit einer Nennbelastung bis 3,5 kW dürfen in Wohnanhängern installiert werden, wenn die Verbrennungsluft nicht aus dem Wohnanhängerinnenraum entnommen wird und die Abgase über eine Abgasanlage direkt in die freie Atmosphäre geleitet werden. Beim Heizbetrieb ist aus lufthygienischen Gründen ein Anteil von Frischluft durch eine unverschließbare Öffnung von 50 cm<sup>2</sup> freiem Querschnitt unterhalb des Raumheizers zu gewährleisten.

**Beachte:**

Gas-Wärmestrahler dürfen in Wohnanhängern nicht betrieben werden.

**Kühlgeräte** in Form fest installierter Kühlschränke dürfen in Wohnanhängern betrieben werden, wenn in unmittelbarer Nähe des Aufstellungsortes unverschließbare Be- und Entlüftungsöffnungen von mindestens je 20 cm<sup>2</sup> freiem Querschnitt vorhanden sind.

**Beachte:**

Die Abgasabführung soll bei Kühlschränken gegen den Aufstellungsraum dicht sein.

**Leuchten** dürfen in Wohnanhängern bei Einhaltung der Brandschutzforderungen betrieben werden. Je Leuchte muß eine Entlüftungsöffnung von mindestens 10 cm<sup>2</sup> freiem Querschnitt vorhanden sein.

### **Abnahme und Prüfung**

Flüssiggasanlagen in Wohnanhängern sind nach Errichtung, Änderung oder Erweiterung vor der ersten Inbetriebnahme durch einen dafür Berechtigten auf Einhaltung dieser technischen Regeln zu prüfen.

Sind die Forderungen dieser Richtlinie eingehalten, führt der Berechtigte eine Dichtheitsprüfung, Funktionsprobe und Einweisung des Betreibers durch. Die Leitungen von der Regleranschlußstelle bis zu den Einstellgliedern der Gasanwendungsanlagen sind vor dem Einlassen von Flüssiggas mit einem inerten Gas (z. B. Luft) bei einem Überdruck von 12 kPa (1200 mm WS) abzudrücken. Die Leitung gilt als dicht, wenn nach einer Wartezeit von 5 min für den Temperaturengleich der Druck nach weiteren 5 min nicht abfällt. Vor der Inbetriebnahme sind die Leitungsabschnitte zu entlüften. Das ausströmende Gas-Luft-Gemisch muß gefahrlos ins Freie abgeleitet werden.

Anschließend ist die Gesamtanlage einer Funktionsprobe mit Flüssiggas zu unterziehen. Dabei sind zuerst die Verbindungsstellen mit schaumbildendem Mittel auf Dichtheit zu kontrollieren. Sie gelten als dicht, wenn keine Blasenbildung feststellbar ist. Die Gasanwendungsanlagen sind nach den Vorschriften der Hersteller einzustellen, und die ordnungsgemäße Funktion der Gasanlage ist zu prüfen. Der Betreiber ist in geeigneter Weise in Bedienung und Wartung der Flüssiggasanlage einzuweisen.

Jeder serienmäßig mit Flüssiggasanlage versehene Wohnanhänger ist von einem Berechtigten des Herstellers der Prüfung dieser technischen Regeln zu unterziehen und mit einer Bedienungs- und Wartungsanleitung sowie einer Abnahmebescheinigung auszurüsten.

Über die Prüfung der Flüssiggasanlage ist vom Berechtigten eine Bescheinigung auszustellen. Die Vorlage dieser gültigen Bescheinigung ist Voraussetzung für den Flüssiggasbezug. Nach Ablauf von jeweils 5 Jahren ist der Betreiber verpflichtet, die Gasanlage erneut überprüfen zu lassen.

Die Wiederholungsprüfung ist auf dem Abnahmeschein zu bestätigen.

**Beachte:**

Berechtigt sind Personen, die eine Berechtigung zum Ausführen von Arbeiten an Flüssiggasverbrauchsanlagen der jeweiligen Kategorie besitzen.

### **2.4.3.2. Baugruppen einer Gasanlage**

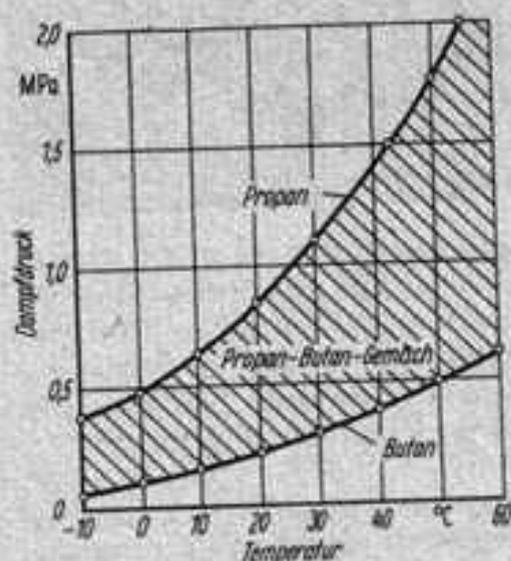
#### **Gasflasche**

Für die Gasversorgung im Campinganhänger werden Gasflaschen nach TGL O-4661 verwendet. Aus Tabelle 2.1 können die wichtigsten Abmessungen und Massen, die für die konstruk-

tive Auslegung des Flaschenkastens bzw. des Aufstellraumes im Inneren des Campinganhängers benötigt werden, entnommen werden.

**Tabelle 2.1. Abmessungen und Massen von Gas-Stahlflaschen [2]**

Füllung in kg Propan-Butan- Gemisch	Leermasse mit Ventil u. Kappe	Außendurch- messer in mm	Höhe mit Kappe in mm
1 (1,15)	2,8	140	335
3 (3,30)	5,0	204	430
5 (5,70)	6,5	229	510
11 (12,80)	13,0	300	650



**Bild 2.59. Dampfdruck von Propan-Butan-Gemischen in Abhängigkeit von der Gastemperatur in der Gasflasche**

Der Dampfdruck darf den Wert von 1,67 MPa bei 40 °C nicht überschreiten.

### Druckregler

In der gefüllten Gasflasche können die im Bild 2.59 aufgezeigten Drücke entstehen. Die im Campinganhänger eingebauten Gasanwendungsanlagen arbeiten jedoch mit einem konstanten Betriebsdruck von 3 bis 5 kPa (300 . . . 500 mm WS).

#### Beachte:

In der DDR sind alle Gasanwendungsanlagen für einen Betriebsdruck von 3 kPa ausgelegt, während andere Länder ihre Flüssiggas-Niederdruckanlagen unter Umständen mit 5 kPa betreiben.

Aus diesem Grund ist zwischen Verbraucher und Gasflasche ein Druckregler vorzusehen. Der Druckregler setzt den in der Gasflasche vorhandenen Dampfdruck, der ja nach Tempera-

**Tabelle 2.2. Technische Daten von Propan-Druckreglern**

	Typ KC	Typ K
Max. Durchlaßmenge in kg/h	0,5	1,5
Vordruck in kp/cm <sup>2</sup>	0,5 bis 16,7	0,5 bis 16,7
Betriebsdruck in mbar	30	30
Anschlüsse		
Eingang	Überwurfmutter W 21,8 × 1/4" links	
Ausgang	R 1/4" links	Schlauchtülle HD 9
Größter Durchmesser	92 mm	
Höhe	55 mm	

tur und Gaszusammensetzung zwischen 50 und 1500 kPa schwankt, in einen niedrigen, konstanten Gebrauchsdruck um. Je nach Gasverbrauch können die im Bild 2.60 dargestellten Druckregler KC bzw. K eingesetzt werden. Die technischen Daten dieser Regler können aus Tabelle 2.2 entnommen werden. Bild 2.61 zeigt Druckregler für einen konstanten Betriebsdruck von 5 kPa.

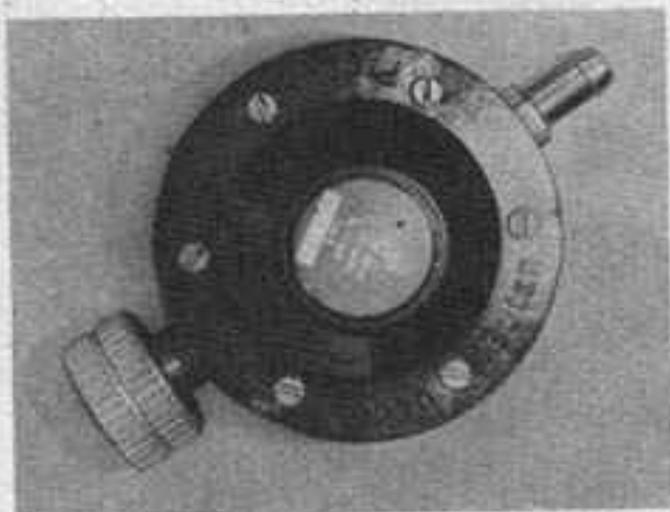
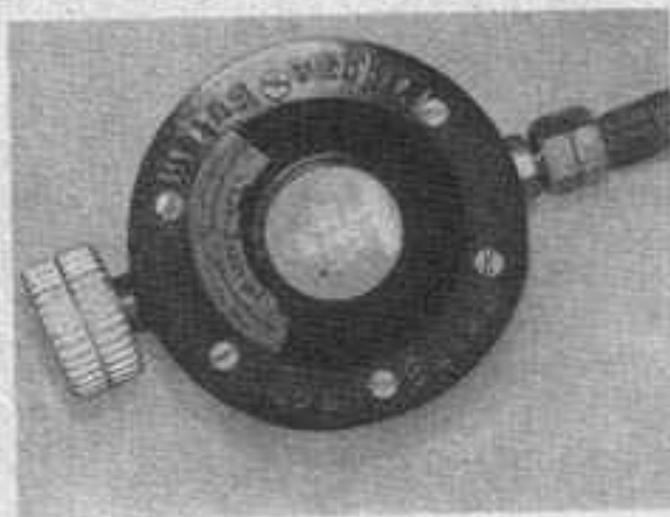


Bild 2.60. Propan-Druckregler für einen konstanten Betriebsdruck von 3 kPa  
Typ KC

Typ K

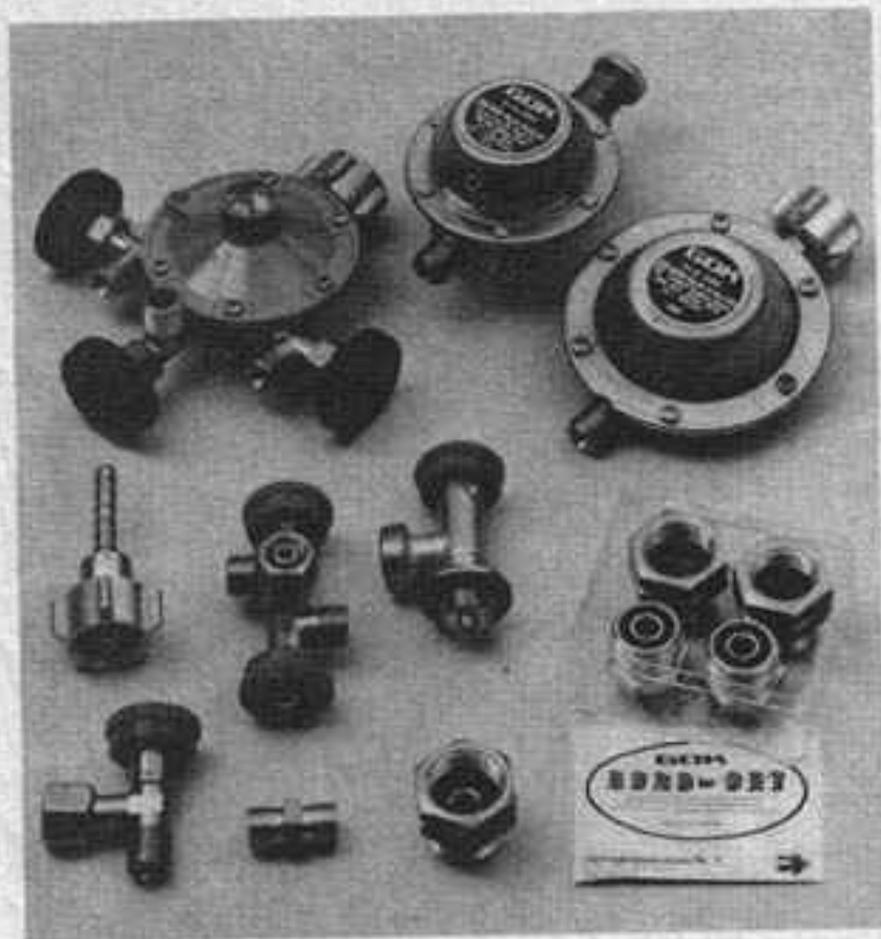


Bild 2.61. Propan-Druckregler für einen konstanten Betriebsdruck von 5 kPa, wie sie in anderen Ländern zum Einsatz kommen

Mit diesen Druckreglern dürfen Gasverbraucher, die auf einen Betriebsdruck von 3 kPa ausgelegt sind, nicht betrieben werden.

### Leitungsnetz mit Verteilerstück und Absperrventil

Wegen der während der Fahrt auftretenden Fahrschwingungen sind bei der Verlegung der Gasleitungen einige Besonderheiten zu beachten.

Zwischen Oberbau und Fahrgestell treten während der Fahrt unterschiedliche vertikale und

horizontale Bewegungen auf. Gasleitungen sind deshalb so zu verlegen, daß sie diese Differenzbewegungen elastisch mitmachen können. Sie dürfen nicht ungewollt als Stabilisator bzw. Festpunkt dienen.

Ist die Gasflasche im Flaschenkasten mit dem Fahrwerk fest verbunden, so ist zwischen Druckregler und der am Oberbau fest verbundenen Gasleitung ein beweglicher HD-Schlauch mit Textilverstärkung nach TGL 20268 zu verwenden.

**Beachte:**

Die Schlauchlänge zwischen Druckregler und Rohrleitung darf höchstens 0,75 m betragen. Als Verbindungsstück zwischen HD-Schlauch und Rohrleitung ist eine mit der Rohrleitung fest verbundene oder verlötete Schlauchtülle nach Bild 2.62 zu verwenden. Es ist verboten, den Gummischlauch nur auf die Rohrleitung zu schieben und mit einer Schlauchschelle zu befestigen.

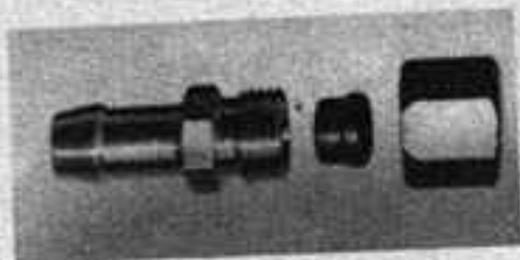


Bild 2.62. Schlauchtülle als Verbindungsstück zwischen einer festen Rohrleitung und einem beweglichen HD-Schlauch

**Nennweite** ist so zu wählen, daß die auftretenden Druckverluste 5 % des Betriebsdruckes nicht überschreiten. Demzufolge darf für einen Betriebsdruck von 3 kPa der Druckverlust zwischen Druckregler und Verbraucher maximal 0,15 kPa betragen. Der Mindestdurchmesser der Nennweiten ist durch die eingesetzten Verbraucher vorgegeben und darf durch die Rohrleitungen und Absperrrichtungen nicht unterschritten werden. In Tabelle 2.3 sind die wichtigsten Anschlußwerte der Gasverbraucher enthalten.

**Tabelle 2.3. Erforderliche Nennweiten einiger Gasanwendungsanlagen, bezogen auf den durchschnittlichen Gasverbrauch bei der Benutzung im Campinganhänger**

Verbraucher	Gasverbrauch in g/h	Nennweite in mm	TGL-Anschluß- maß in mm
Kocherflamme	70 ... 120	6	8/1
Kühlschrank	10 ... 15	6	8/1
Gasleuchte	35 ... 50	6	8/1
Heizung			
Nennleistung 3000 kcal/h	300 ... 360	8	10/1
Nennleistung 5000 kcal/h	500 ... 580	10	12/1
Backraumbrenner	260 ... 300	8	10/1
Durchlauf-Wassererhitzer			
5 l	760 ... 820	8	10/1
10 l	1600 ... 1800	10	12/1

**Beachte:**

Wird im Campinganhänger nur ein Gasverbraucher installiert und die Entfernung zwischen Druckregler und Verbraucher beträgt nicht mehr als 2,0 m, so kann auf eine Rohrleitungsberechnung verzichtet werden. Bedingung ist jedoch, daß die Rohrleitung in der Nennweite des Geräteanschlusses ausgeführt wird.

Werden mehrere Gasanwendungsanlagen in einem Campinganhänger installiert, so muß die Ermittlung der Druckverluste und Nennweiten berechnet werden. Die einzelnen

### Berechnungsbeispiel:

In einem Campinganhänger sollen folgende Gasverbraucher installiert werden:

A 2 Raumheizer mit einer Nennleistung von 3000 kcal/h,  $\dot{m} = 0,7$  kg/h.

B 1 Kocher mit zwei Brennern,  $\dot{m} = 0,24$  kg/h.

C 1 Kühlschrank,  $\dot{m} = 0,015$  kg/h.

D 1 Gasleuchte,  $\dot{m} = 0,10$  kg/h.

E 1 Durchlauferhitzer (5l),  $\dot{m} = 1,7$  kg/h.

1. Das gesamte Verteilersystem wird als Berechnungsskizze nach Bild 2.63 aufgezeichnet. Die Teilstrecken (vom Druckregler zur ersten Verzweigung, von einer Verzweigung zur nächsten Verzweigung, von den Verzweigungen zu den einzelnen Verbrauchseinrichtungen) sowie der HD-Schlauch sind genau zu ermitteln.
2. Der Druckverlust in den Armaturen und Verbindungen wird durch entsprechende Längenzuschläge zu den gemessenen Leitungslängen berücksichtigt. Für das Absperrventil beträgt der Zuschlag 2,0 m, Winkelstücke erfordern 0,5 m und T-Stücke bei Winkelströmung ebenfalls 0,5 m.

### Beachte:

Die Rohrweitenberechnung wird also nicht mit den gemessenen Längen, sondern mit Berechnungslängen, die sich aus der Summe der gemessenen Längen und der Zuschläge ergeben, durchgeführt. T-Stücke sind jeweils den in Strömungsrichtung winklig daran anzuschließenden Teilstrecken hinzuzurechnen.

3. Die nach den Berechnungslängen am weitesten vom Druckregler entfernte Verbrauchseinrichtung und die Teilstrecken der Verbrauchseinrichtung werden ermittelt. Die Berechnungslängen dieser Teilstrecken werden zusammengezählt.

Teilstrecke	1	2	3	4	5	6	7	8
Gemessene Länge in m	4,0	2,0	2,0	1,0	1,5	4,0	2,0	2,0
Verbindungen und Armaturen	1T 1AV	1T 1AV	1AV	1T	1AV	1T 1AV	1T 1AV	1T 1AV
Zuschläge in m	2,5	2,5	2,0	0,5	2,0	2,5	2,5	2,5
Berechnungslänge in m	6,5	4,5	4,0	1,5	3,5	6,5	4,5	4,5

4. Der zulässige Druckverlust von 0,15 kPa wird durch die Berechnungslänge der entferntesten Verbrauchseinrichtung geteilt. Daraus ergibt sich für diese Abschnitte der zulässige Druckverlust in mm WS je m Leitungslänge. Entfernteste Verbrauchseinrichtung: D; beteiligte Teilstrecken: 1, 4 und 6; Berechnungslänge dieser Teilstrecken:  $6,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 6,5 \text{ m} = 14,5 \text{ m}$ .

Zulässiger Druckverlust je m Länge  $0,15 : 14,5 = 0,01035$  kPa.

5. Der auf die Teilstrecken nach Pkt. 3 entfallende Druckverlust wird durch Multiplikation des zulässigen Druckverlustes je m Leitungslänge mit den Berechnungslängen dieser Teilstrecken errechnet.

Druckverlust in den Teilstrecken

Teilstrecke 1  $6,5 \cdot 0,01035 = 0,0673$  kPa

Teilstrecke 4  $1,5 \cdot 0,0135 = 0,01553$  kPa

Teilstrecke 6  $6,5 \cdot 0,01035 = 0,0673$  kPa

— p = 0,1501 kPa

6. Für die restlichen Teilstrecken ergeben sich die zulässigen Teildruckverluste aus der Forderung, daß der Gesamtdruckverlust bis zu jeder Verbrauchseinrichtung nicht mehr als 0,15 kPa betragen darf. Will man z. B. den Teildruckverlust des Verbrauchers C errechnen, so wurden bis zum T-Stück der Teilstrecken 1 und 4 bereits  $0,0673 + 0,0155 = 0,0828$  kPa verbraucht.

Für die danach folgende Teilstrecke 5 errechnet sich ein Druckverlust von  $3,5 \cdot 0,01035 = 0,0362$  kPa.

Bis zum Verbraucher C ergibt sich somit ein zulässiger Druckverlust von  $0,15 - 0,0828 - 0,0362 = 0,0310$  kPa.

Zulässiger Druckverlust in kPa in den restlichen Teilstrecken

$$2 \quad 0,15 - 0,0673 = 0,0827$$

$$7 \quad 0,15 - 0,0820 - 0,0360 = 0,0275$$

$$3 \quad 0,15 - 0,0673 = 0,0827$$

$$8 \quad 0,15 - 0,0820 - 0,0360 = 0,0275$$

$$5 \quad 3,5 \cdot 0,01035 = 0,0362$$

7. Der zulässige Druckverlust je m Leitungslänge für die unter Punkt 6 ermittelten zulässigen Druckverluste wird durch Division der unter Pkt. 6 ermittelten Werte durch die Berechnungslängen dieser Strecken ermittelt:

$$2 \quad 0,0827 : 4,5 = 0,0183$$

$$3 \quad 0,0827 : 3,5 = 0,0103$$

$$5 \quad 0,0362 : 3,5 = 0,0103$$

$$7 \quad 0,0275 : 4,5 = 0,0061$$

$$8 \quad 0,0275 : 4,5 = 0,0061$$

8. Die Verbrauchseinrichtung bestimmt die erforderliche Flüssiggasmenge in kg/h, die durch jede Teilstrecke strömt (Tabelle 2.3).

9. Mit dem ermittelten zulässigen Druckverlust je m Leitungslänge und dem unter Pkt. 8 bestimmten Gasdurchsatz in kg/h können die Nennweiten für jede Teilstrecke aus Tabelle 2.4 ermittelt werden.

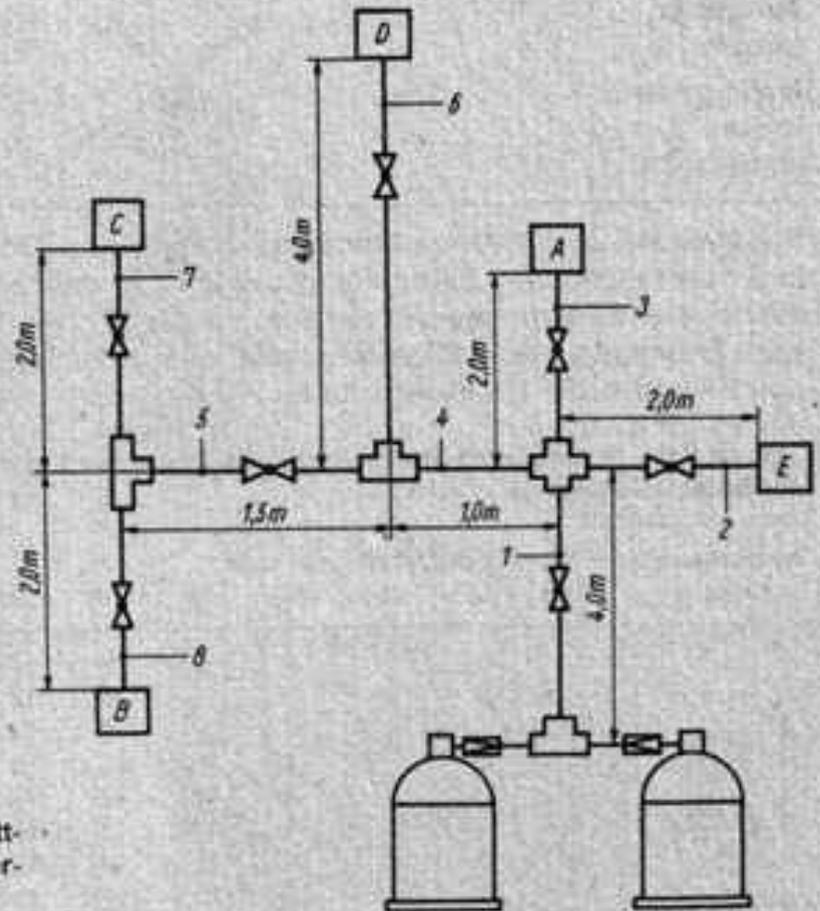


Bild 2.63. Berechnungsskizze zur Ermittlung der einzelnen Teilstrecken und Widerstände

Tabelle 2.4. Druckverluste in Flüssiggas-Rohrleitungen in  $N/m^2$  je m Leitungslänge

Lichte Rohrweite Flüssiggasdurchsatz in kg/h  
in mm

	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
6	15,0	42	110	170	380	670				
7	7,0	19	49	77	170	310	480	690		
8	3,6	10	25	40	90	160	250	360	640	1000
9	2,0	5,5	14	22	50	88	140	200	350	550
10	1,2	3,3	8,3	13	29	52	82	120	210	330
12		1,3	3,3	5,2	12	21	33	47	83	130
15			1,1	1,7	3,8	6,8	11	15	27	43
18					1,6	2,8	4,3	6,2	11	17
20						1,6	2,5	3,6	6,4	10

1 kPa =  $10^3$  N/m<sup>2</sup>

**Beachte:**

Ist der notwendige Anschlußwert in Tabelle 2.4 nicht aufgeführt, so ist der nächsthöhere Anschlußwert zu wählen. Als kleinste Nennweite der Rohrleitungen ist der Innendurchmesser 6 zugelassen, auch wenn durch die Rechnung kleinere Nennweiten ermittelt werden.

**Ermittlung der erforderlichen Nennweiten**

Teilstrecke	1	2	3	4	5	6	7	8
Druckverlust je m Länge in kPa	0,1035	0,0184	0,0207	0,01035	0,0103	0,0104	0,0061	0,0061
Versorgte Verbrauchseinrichtung	A, B, C	E	A	B, C, D	B, C	D	C	B
Flüssiggas- durchsatz in kg/h	2,76	1,7	0,7	0,36	0,26	0,10	0,02	0,24
Nennweiten in mm (Tabelle 2.4)	15	12	8	7	7	6	6	7

Soll in einem vorhandenen Campinganhänger eine Gasanlage nachträglich installiert werden und man möchte den Berechnungsaufwand vermeiden, so können die in Tabelle 2.5 aufgeführten Nennweiten gewählt werden. Voraussetzung sind jedoch, auch bei der überschläglichen Ermittlung, die im Berechnungsbeispiel unter Pkt. 3 ermittelten Berechnungslängen. Dadurch werden die Druckverluste für Absperrventile, Winkel- und T-Stücke berücksichtigt.

**Tabelle 2.5. Nennweiten als Funktion des Flüssiggasdurchsatzes und der Berechnungslänge**

Berechnungs- länge in m	Flüssiggasdurchsatz in kg/h							
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
1	6	6	6	7	8	9	10	12
2	6	6	7	8	9	10	12	15
3	6	6	7	8	9	10	12	15
4	6	6	8	8	10	12	15	15
5	6	7	8	9	10	12	15	15
6	6	7	8	9	12	12	15	18
7	6	7	8	9	12	12	15	18
8	6	7	9	10	12	12	15	18
9	6	7	9	10	12	12	15	18
10	6	7	9	10	12	15	15	20

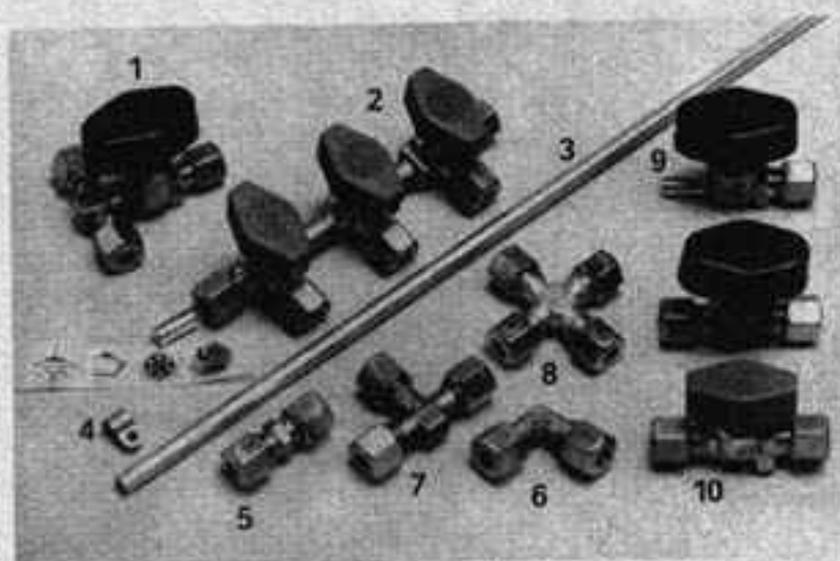
**Rohrmaterial, Verbindungen und Ventile**

Flüssiggasanlagen in Campinganhängern müssen mit Rohrleitungen, Armaturen und Dichtungen installiert werden, die für ND 25 einsetzbar sind. Nach TGL 14100 steht nahtloses Präzisionsstahlrohr, kalt gezogen und kalt gewalzt, in den Herstellungslängen von 1500 bis 9000 mm aus St 35hb und St 35b zur Verfügung. Der für Gasleitungen verwendbare Rohraußendurchmesser sowie die je Meter vorhandene Masse sind der Tabelle 2.6 zu entnehmen. Gleichfalls kann geschweißtes Präzisionsstahlrohr nach TGL 14101 eingesetzt werden. Dieses Rohr aus St 35hb und St 35S wird mit den Herstellungslängen von 2000 bis 8000 mm geliefert.

Kupferrohre nach TGL 10759 dürfen als Gasleitung nur dann verlegt werden, wenn die Rohrverbindung durch Hartlöten erfolgt. Beim Einsatz von Schmiederingverschraubung müssen unbedingt Einsteckhülsen verwendet werden, da sonst das Kupferrohr verformt und damit die Verbindungsstelle undicht wird. Abmessungen und Masse von Kupferrohren s. Tabelle 2.7.

Außendurchmesser in mm	Wanddicke in mm				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
8	0,173	0,240	0,290	0,339	–
10	0,222	0,314	0,395	–	–
12	0,271	0,388	0,493	0,586	0,666
14	0,321	0,462	0,592	0,709	0,814
15	0,354	0,499	0,641	0,771	0,888
16	0,370	0,536	0,690	0,832	0,962
18	0,419	0,610	0,789	0,956	1,110
20	0,469	0,684	0,888	1,080	1,260

**Tabelle 2.6. Abmessungen und Massen für Präzisionsstahlrohre nach TGL 14100 und 14101 (Masse je Meter in kg)**

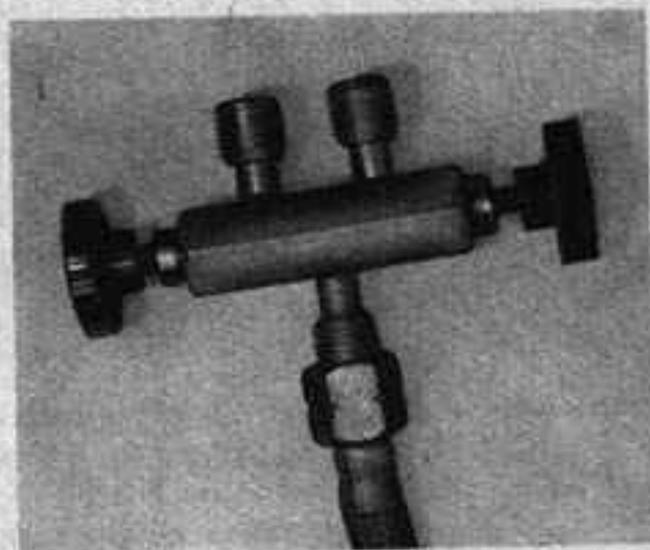


**Bild 2.64. Baugruppen für die Gasinstallation**

1 Absperr-T-Ventil; 2 Verteilblock; 3 Rohr; 4 Rohrschelle; 5 bis 8 Schneidringverschraubungen; 9 Durchgangsventil; 10 Durchgangsventil mit Schneidringverschraubung

**Tabelle 2.7. Abmessungen und Massen für nahtlos gezogene Rohre aus Kupfer nach TGL 10759 (Masse je Meter in kg)**

Außendurchmesser in mm	Wanddicke in mm		
	1,0	1,5	2,0
8	0,20	0,28	0,34
9	0,23	0,32	–
10	0,25	0,36	0,45
11	–	0,40	0,51
12	0,31	0,44	0,56
13	0,34	0,48	0,62
14	0,36	0,53	0,67
15	0,39	0,57	0,73
16	0,42	0,61	0,79
18	0,48	0,70	0,90
20	0,53	0,78	1,01



**Bild 2.65. Verteilerstück für den Anschluß von zwei Gasverbrauchern**

### Rohrverbindungen

sind vorzugsweise durch Schneidringverschraubungen herzustellen. Dabei ist zu beachten, daß zuerst die Überwurfmutter und danach der Schneidring, mit der Wulst zum Rohr zeigend, auf das Rohr geschoben wird. Durch Anziehen der Mutter auf dem Ventil- bzw. dem Verteilerstück ergibt sich eine jederzeit lösbare, gasdichte Verbindung.

In den Bildern 2.64 und 2.65 wurden die für die Gasinstallation verwendbaren Baugruppen zusammengestellt.

## Gasanwendungsanlagen

Die wichtigsten Gasanwendungsanlagen in einem Campinganhänger sind der zwei- bzw. dreiflammige Gaskocher, die Gasheizung sowie die Gasversorgung des Absorberkühlschranks. Der Einsatz von Gasdurchlauferhitzern zur Warmwasserversorgung hat sich in der Serienausstattung auf Grund des hohen Gasverbrauches noch nicht durchgesetzt.

**Gaskocher**, die fest im Campinganhänger installiert werden, sollten unbedingt eine eingebaute Züandsicherung besitzen, wie sie u.a. vom VEB Blewa Schleiz hergestellt wird. Zwei Kocher-Spüle-Kombinationen zeigen die Bilder 2.66 und 2.67, Bild 2.66 im Farbteil.

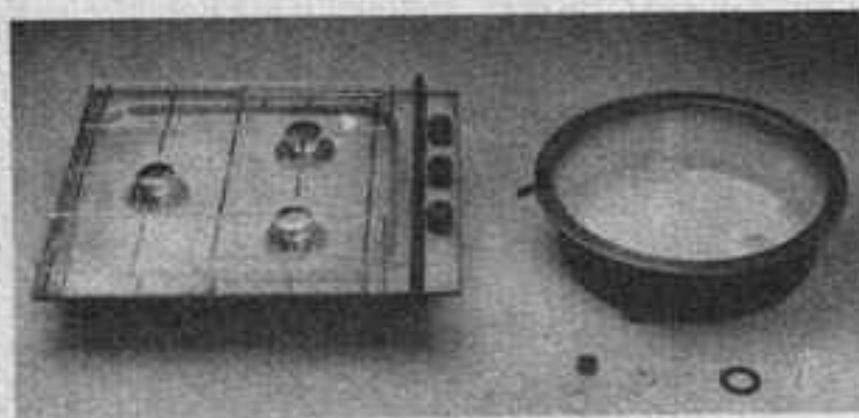


Bild 2.67. Geteilte Kocher-Spüle-Kombination

Der Abstand zwischen Kocher und Spüle ist frei wählbar [10].

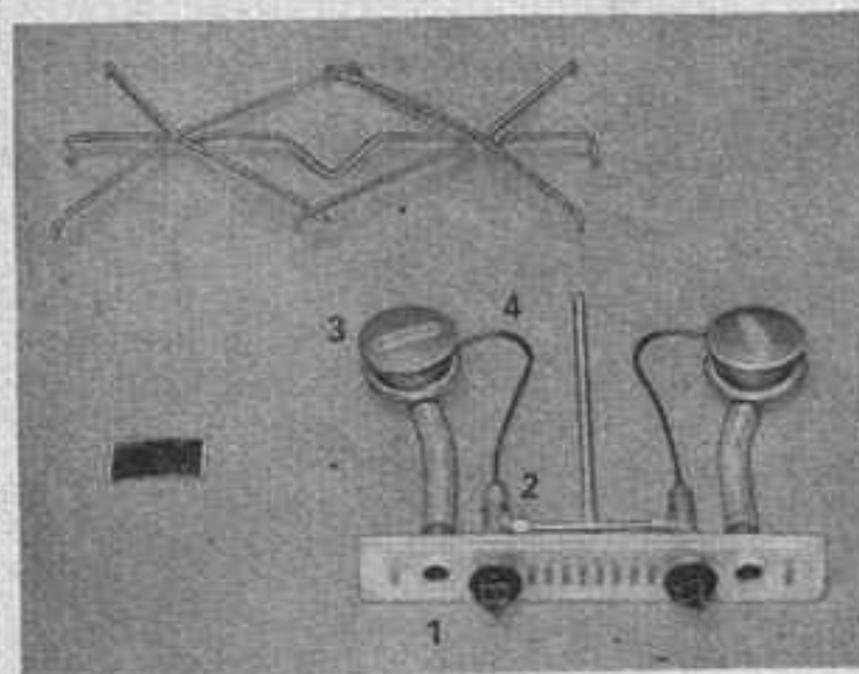


Bild 2.68. Zweiflammiger Einbaukocher mit thermoelektrischer Züandsicherung

Bei Einbau von Gaskochern ist auf folgende Punkte zu achten:

- Für die Verbrennung muß ausreichend Luftsauerstoff zur Verfügung stehen.
- Wie im Bild 2.68 zu erkennen, wird der zur Verbrennung benötigte Luftsauerstoff über die in der Blende vorhandenen Rohröffnungen 1 angesaugt und mit dem über die Züandsicherung 2 kommenden Propangas vermischt. Die Luftansaugung muß konstruktiv so gelegt werden, daß möglichst keine Zug- oder Druckerscheinungen vorhanden sind, die bei Kleinbrand die Flamme zum Erlöschen bringen. Erlischt die Flamme, so wird über den Thermofühler 3 und die Rohrleitung 4 durch Temperaturabkühlung der Impuls zum Schließen der Gaszufuhr an die Züandsicherung 2 gegeben.
- Zur Einhaltung des vorgeschriebenen CO-Wertes von 0,1 Vol.-% im unverdünnten, trockenen Abgas sollte der Topfboden vom Flammenausstritt einen Abstand von  $20 \pm 1$  mm haben.
- Von der Kochermulde muß ein Abfluß durch den Boden des Campinganhängers ins Freie führen. Dadurch wird gewährleistet, daß bei ungewolltem Ausströmen von Flüssiggas die-

ses über die Öffnung ins Freie fließt und nicht im Inneren des Campinganhängers verbleibt.

- Zwischen Bedienknopf und Blende muß ein Mindestabstand von 7 mm vorhanden sein, sonst spricht die Zündsicherung nicht an.

**Gasheizung.** International gibt es, in Abhängigkeit von den jeweiligen landesspezifischen Forderungen, die unterschiedlichsten Modelle von Gasheizungen für Campinganhänger. Zwei typische Vertreter der Gasheizungen sind der mobile Kleinraumheizer „Solar 3000“ vom VEB Propangeräte Potsdam-Babelsberg und die Flüssiggasheizung Trumatic (Bilder 2.69 und 2.70).

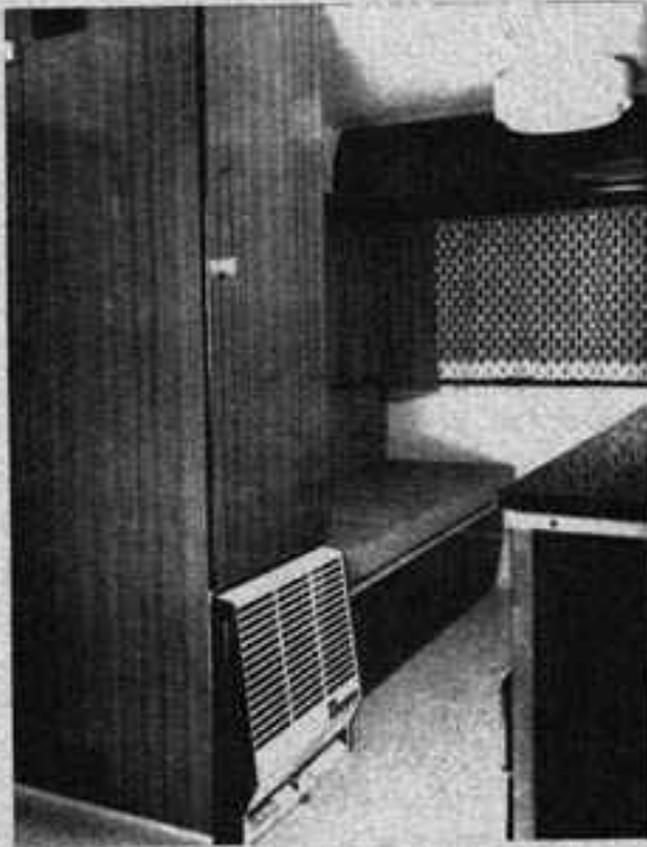


Bild 2.69. Propangas-Kleinraumheizer Solar 3000 im Campinganhänger Bastel

Zu beachten sind die im Kleiderschrank eingelassenen Entlüftungsöffnungen, die die durch das Abgasrohr entstehende Warmluft in den freien Wohnraum zurückführen.

Technische Daten:

Energie	Propan-Butan-Flüssiggas
Arbeitsdruck	3000 Pa (300 mm WS)
Nennbelastung	3,20 kW
Nennheizleistung	2,88 kW
Verbrauch bei Vollast	0,250 kg/h
Verbrauch bei Teillast	0,100 kg/h
Maße der Verkleidung	510 × 490 × 97 mm

Der Solar 3000 eignet sich zum Einbau in Campinganhängern mit einem Luftvolumen bis 15 m<sup>3</sup>. Beim Einsatz im Wintercamping mit zu erwartenden Temperaturen unter -15 °C empfiehlt es sich, das Luftvolumen bei 10 m<sup>3</sup> zu beschränken

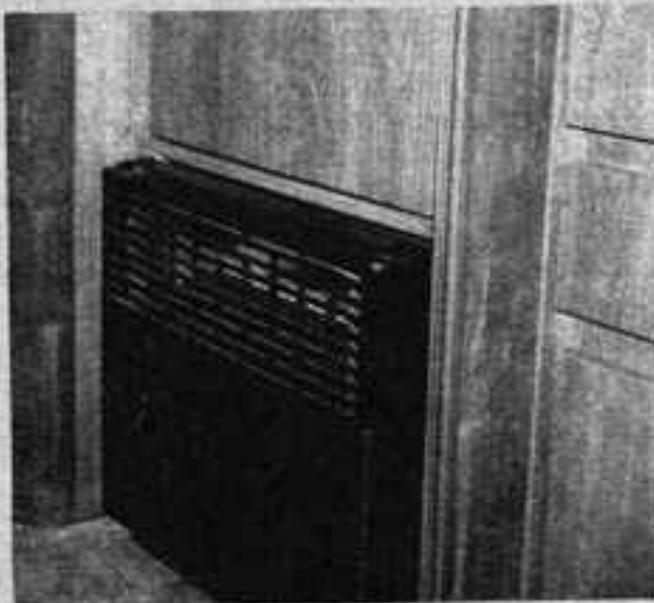


Bild 2.70. Truma-Gasheizung mit oberer Bedienung

Alle Gasheizungen werden als geschlossene Verbrennungssysteme gebaut. Dabei wird der zur Verbrennung benötigte Luftbedarf unter dem Wagenboden angesaugt, und die verbrannten Abgase werden über eine Kaminleitung durch das Wagendach ins Freie abgeleitet. Gasheizungen größerer Leistung, die die verbrannten Abgase grundsätzlich wieder unter den

Wagenboden zurückführen, haben sich nicht durchgesetzt. Die Gefahr, daß die giftigen Abgase an undichten Stellen des Wagenbodens in das Innere des Campinganhängers gelangen können, ist zu groß. Vor der Projektierung einer Gasheizung sollten die nachfolgenden Punkte sowie Abschnitt 2.4.4. beachtet werden.

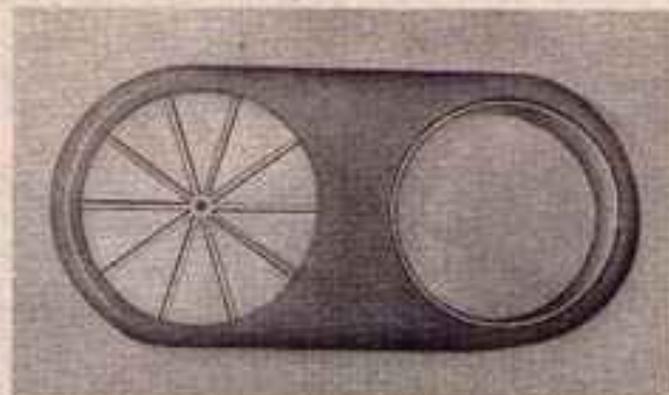


Bild 2.71. Luftberuhigungsstrecke für das Ansaugsystem einer Gasheizung

Bei starkem Wind oder Sturmböen treten unter dem Wagenboden des Campinganhängers Wirbel-, Sog- und Druckerscheinungen auf, die bei allen Gasheizungen die Brennerflammen so beeinflussen können, daß diese verlöschen. Dies kann auf zwei unterschiedlichen Ursachen beruhen. Erhält die Flamme vorübergehend zu viel Luftsauerstoff, dann zeichnet sich diese scharf blau ab und hebt zeitweilig vom Brennerkopf ab. Wird der Flamme aber zu wenig Luftsauerstoff zugeführt, flackert sie hellgrün bis gelb, um dann zu ersticken. Es ist deshalb ratsam, im Ansaugbereich der Gasheizung eine Luftberuhigungsstrecke vorzusehen (Bild 2.71). Der Stern neutralisiert den aus waagerechter Richtung kommenden Wind und vermeidet so eine Beschleunigung der Luft im Ansaugkanal der Heizung. Steht dieser Bauteil nicht zur Verfügung, dann kann der Ansaugbereich auch mit einem rechteckigen Blechgehäuse mit schräg verlaufenden Seitenflächen bzw. einer Halbkugel verkleidet werden. In den Flächen der Verkleidung sollten Öffnungen der unterschiedlichsten Durchmesser von 4 bis 10 mm gebohrt werden. Dadurch wird eine direkte Beeinflussung des Ansaugbereiches wesentlich vermindert.

#### Beachte:

Bei der Herstellung der Verkleidung ist darauf zu achten, daß die Summe aller Bohrungsflächen größer ist als die Querschnittsfläche des Ansaugkanales der Heizung. Die Verkleidung ist unter dem Wagenboden so zu montieren, daß sie möglichst weit von Bauteilen des Rahmens entfernt sitzt.

Bei Gasheizungen ohne eingebaute Rückstromsicherung tritt eine zusätzliche Belastung über den Abgaskamin ein. Treffen Windböen schräg oder senkrecht auf das Wohnwagendach, dann können diese einen Überdruck aufbauen, der den natürlichen Kaminzug aufhebt. Dadurch erhält die Flamme keinen Sauerstoff und verlöscht. Dieser Überdruck ist unmittelbar am Dach des Campinganhängers am größten und nimmt mit zunehmender Entfernung zum Dach ab. Nach den bisherigen Erkenntnissen hat sich dieser Überdruck in einer Entfernung von 40 . . . 50 cm von der Dachhaut abgebaut. Aus diesem Grund ist zu empfehlen, durch ein einschraubbares Zwischenstück den Abgaskamin auf dem Dach um etwa 40 cm zu verlängern. Während der Fahrt sollte der Abgaskamin wieder auf Normalhöhe geschraubt werden. Eine Verlängerung des Abgaskamines hat sich übrigens auch beim Wintercamping sehr gut bewährt.

Die an den Brennerköpfen erzeugte Wärme wird über ein metallisches Wärmetauschergehäuse an die Luft im Campinganhänger abgegeben. Die kühle Luft wird durch natürliche Zirkulation vom Fußboden zum Wärmetauscher geleitet, am Wärmetauscher erwärmt und als erwärmte Luft in 300 . . . 500 mm Höhe über dem Fußboden in den Campinganhänger geleitet. Da erwärmte Luft immer nach oben strömt, kommt es im Campinganhänger zwischen Fußboden und Dach zu Temperaturdifferenzen bis zu 9 °C. Um diese ungleichmäßige Wärmeverteilung zu vermeiden, ist eine Umluftverteilung erforderlich. Hierbei wird die am Wärmetauscher erwärmte Luft über einen am Wärmeschutz angeflanschten Verteiler abgesaugt und in

ein Rohrleitungsnetz gedrückt (Bild 2.72). In diesem wird die Heißluft über regulierbare Auslässe so im Campinganhänger verteilt, daß es am Boden angenehm warm ist und der Heißluftstau unter dem Dach wegfällt (Bild 2.73). Zur Vermeidung von Schwitzwasserbildung ist es erforderlich, einen gleichmäßigen Warmluftstrom hinter die Polster, unter die Fenster und in die Ecken des Anhängers zu leiten.

**Beachte:** Wird ein Warmluftstrom hinter die Polster geleitet, dann müssen diese durch senkrecht angeordnete Distanzleisten mindestens 10 mm Abstand von der Innenwand haben. Hinter den Polstern dürfen keine Querleisten den Warmluftstrom behindern.

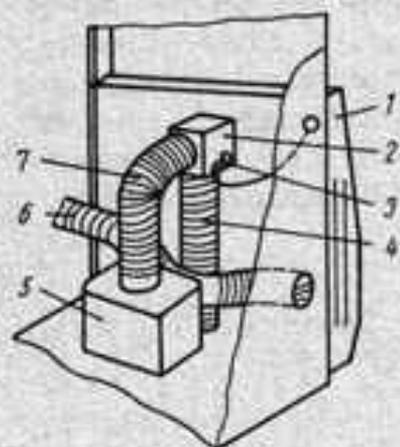


Bild 2.72. Umluftverteilung

Über das am Wärmeschutz angeflanschte Verteilungsgehäuse 2 wird über den Hebel 3 der Luftweg zur Heizung oder zur Frischluftansaugung 4 eingestellt. Durch das Gebläse 5 wird die über das Rohr 7 angesaugte Luft – im Sommer angesaugte Warmluft, im Winter angesaugte Kaltluft – in das Verteilungsnetz 6 gedrückt.

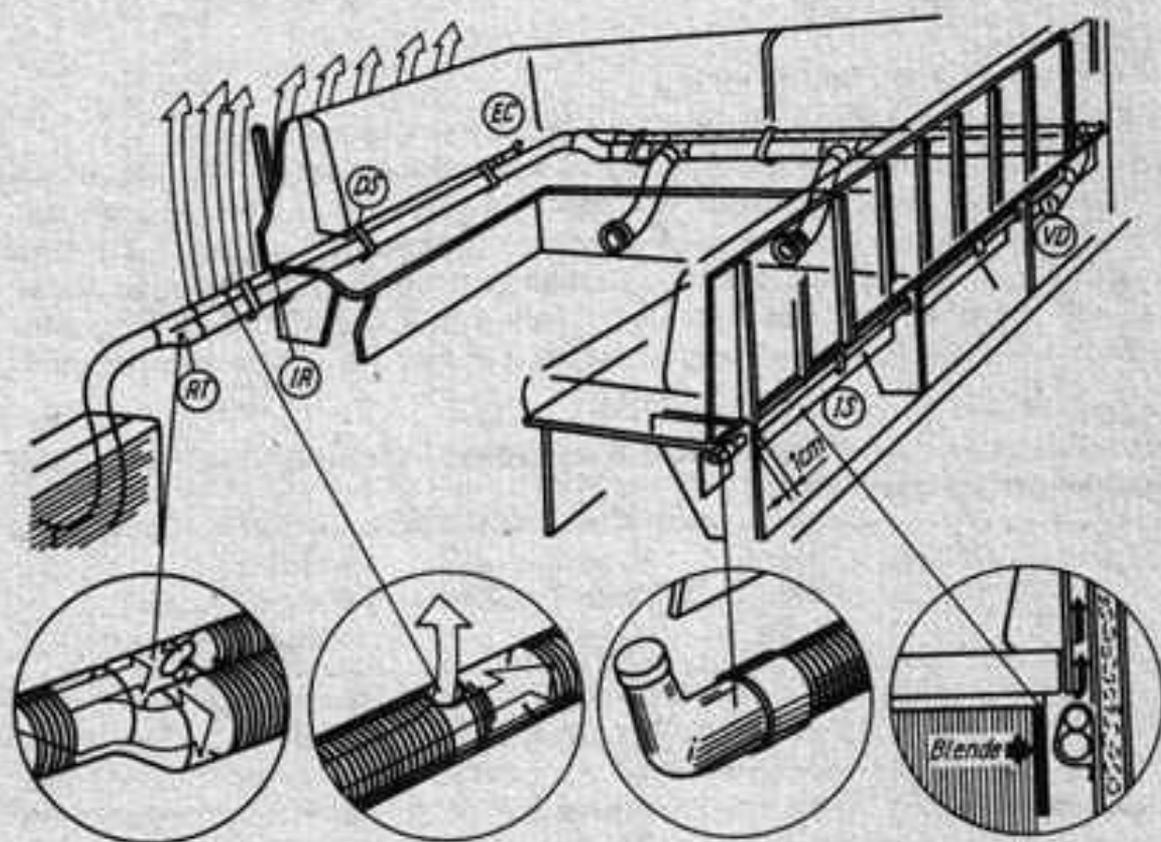


Bild 2.73. Prinzipschema zur Verteilung der Heiß- bzw. Kaltluft [22]

Erfahrungswerte:

Radialgebläse sollte 100 ... 200 m<sup>3</sup>/h Luft umwälzen. Querschnittsfläche des Rohrleitungs- bzw. Kanalnetzes 25 ... 35 cm<sup>2</sup>. Dies entspricht einem Rohrdurchmesser von 56 ... 66 mm.

**Kühlschränke** werden als Absorber- und Kompressionskühlschränke hergestellt. Für den Einsatz im Campinganhänger hat sich der Absorberkühlschrank, der sowohl mit Gas- als auch mit 12-V- und 220-V-Anschluß betrieben werden kann, durchgesetzt. Kompressionskühlschränke funktionieren nur dann, wenn ein 220-V-Anschluß zur Verfügung steht. Dies ist aber während der Fahrt nicht der Fall. Während der Fahrt darf der Kühlschrank nur mit 12-V-

Gleichstrom und nicht mit Gas betrieben werden. Bei einem Unfall würde das Gas ungehindert ausströmen, und es könnte zu noch schwererwiegenden Folgen kommen.

Wichtig für den Einbau gasbetriebener Kühlschränke ist, daß die Abgasführung zum Wohnraum hin abgedichtet werden muß. Vor der Montage des Kühlschranks ist unter dem Kühlschrankbereich eine Zuluftöffnung und in die Seitenwand eine Abluftöffnung, entsprechend den Angaben des Kühlschrankproduzenten, einzuarbeiten (Bild 2.74). Zu- und Abluftöffnungen sind mit Fliegengaze und Kiemenblechen zu verkleiden.

**Beachte:** Die Herstellerangaben für die Zu- und Abluftquerschnitte müssen in den ausgewählten Kiemenblechen vorhanden sein und beziehen sich nicht auf die freien Querschnitte im Campinganhängerüberbau.

Es ist günstig, wenn der Kühlschrank auf angeschraubten Holzleisten steht und die Füße keine Bodenberührung haben. Beim Einbau eines Absorberkühlschranks ist darauf zu achten, daß eine exakt waagerechte Lage gewährleistet ist. Schräglagen können den natürlichen Kreislauf eines Absorberkühlsystems stören und zum völligen Ausfall des Kühlaggregates führen.

Kühlschränke sollten folgende Forderungen erfüllen:

- wahlweiser Anschluß über 220 V/12 V Spannung und Flüssiggas
- wahlweiser Rechts- oder Linksanschlag der Tür mit zusätzlicher Stecksicherung, um ein Öffnen der Tür während der Fahrt zu vermeiden
- Polyurethan – bzw. Polystyrol-Vollschaum-Isolierung
- Magnettürdichtung
- Flüssiggaszündung über Piezo-Zünder
- Kontrolle der Gasflamme
- Brenner mit thermoelektrischer Züandsicherung.

Technische Daten einiger Kühlschränke können Tabelle 2.8 entnommen werden.

Wer zunächst keinen Kühlschrank einbauen möchte, sollte zumindest bei der Möbelherstellung einen späteren Einbau berücksichtigen. Soll dann ein Kühlschrank nachgerüstet werden, wird lediglich die Tür abmontiert und der Kühlschrank eingesetzt (vgl. Bild 2.21). Eine echte Alternative zum Kühlen von Lebensmitteln im Campinganhänger sind Kühlboxen. Diese haben den Vorteil, daß beim Abheben des Deckels die kalte Luft in der Kühlbox bleibt, während sie beim Kühlschrank ausströmt. Nachteilig ist, daß fast immer Stellfläche verloren geht,

**Tabelle 2.8. Hersteller und technische Daten von Absorptionskühlschränken/Kühlbox, die für einen Einsatz im Campinganhänger geeignet sind**

Hersteller	Typ	Brutto-Inhalt in l	Nettomasse in kg	Abmessungen Breite/Tiefe/Höhe in mm	Verbrauch E-Energie in kWh/24 h	Gas in g/24 h
<b>Kühlschränke</b>						
Lehel		60	24	525/532/616	1,2	220
VR Ungarn						
Predom	TA 62 K	60	28	520/474/597	1,8	220
VR Polen						
Elektrolux	RM 200	60	21	486/430/630	1,2	210
BRD/Österreich	RM 300	80	28	525/490/805	1,2	230
				Radkasten- ausschnitt: 525/290/208		
<b>Kühlboxen</b>						
Kältetechnik	Micki 20	20	18	400/400/500	1,4	290
Haldensleben	ABC 15	15	7	255/555/395	0,6	–
DDR	Einbau- Kühlfach	30 45	11 11,5	470/330/550 470/420/550	0,8 0,9	– –

weil der Deckel nach oben abgenommen werden muß. Dieser Nachteil kann gemindert werden, indem der Einbau einer Kühlbox im Küchenbereich so konzipiert wird, daß der Deckel gleichzeitig Arbeitsplatz ist.

**Gasleuchten** werden immer mehr von 12-V/220-V-Leuchten verdrängt. Durch die offene Verbrennung entnimmt die Gasleuchte den Luftsauerstoff aus dem Wohnbereich. Bei den vom VEB Propanggeräte Potsdam hergestellten Campingleuchten erwärmt ein nicht regulierbarer Injektorbrenner einen Glühkörper. Die Leuchte kann als Steh- oder Wandleuchte verwendet werden. Der Gasverbrauch beträgt etwa 40 g/h. Da ein großer Teil der Strahlungshitze nach oben strömt, ist bei einer festen Installation der Sicherheitsabstand zu brennbaren Gegenständen seitlich und nach oben von mindestens 40 cm zu beachten. Der Sicherheitsabstand kann durch Anbringen einer Asbest-Wärmeschutzplatte auf rd. 10 cm Mittenabstand verringert werden. Zur Vermeidung von Kohlenmonoxydbildung muß das Ventil voll geöffnet sein.

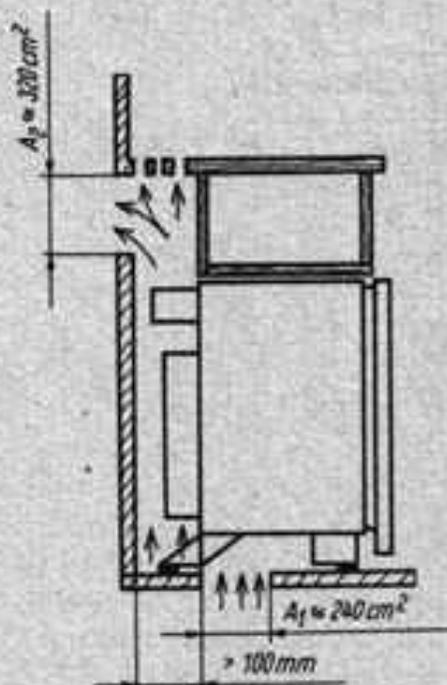


Bild 2.74. Querschnittsfläche der erforderlichen Zu- und Abluftöffnung zur Abführung der am Kälteaggregat entstehenden Wärmemenge eines 60-l-Absorptionskühlschranks



Bild 2.75. Gas-Wärmestrahler

**Flüssiggas-Wärmestrahler** (Bild 2.75) sollten nur im Vorzelt des Campinganhängers verwendet werden. Die Nennleistung beträgt 1160 W bei einem Flüssiggasverbrauch von 115 g/h. Der Brennerkopf des Injektorbrenners ist als keramische Platte ausgebildet. Durch die Gasverbrennung werden die Strahlsteine erwärmt und geben eine Wärmestrahlung im infraroten Bereich ab. Der Sicherheitsabstand aller übrigen Strahlergehäuseflächen zu brennbaren Gegenständen muß mindestens 50 cm betragen. Bei einer Verwendung des Wärmestrahlers im Campinganhänger kommt es innerhalb kurzer Zeit zur Kondenswasserbildung.

#### 2.4.4. Lüftungs- und Heizungstechnik

Das wärmephysiologische Bedürfnis des Menschen zwingt zu Überlegungen, auch im Campinganhängerbau Voraussetzungen zur Erreichung eines behaglichen Raumklimas zu schaffen. Obwohl der Mensch sich wechselnden Bedingungen anpassen kann, gibt es doch Bereiche, in denen er sich am wohlsten fühlt. Beachtet man die Grenzen der Behaglichkeit bereits

bei der Konstruktion eines Campinganhängers, so vermindert man weitgehend die unliebsame Kondenswasserbildung im Inneren eines Campinganhängers und schafft gleichzeitig Voraussetzungen zur ganzjährigen Benutzung.

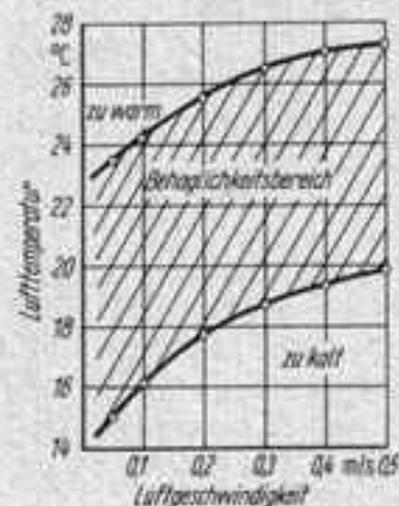
#### 2.4.4.1. Meteorologische und wärmephysiologische Faktoren

Dies sind vor allem Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, Sonnenstrahlung, Luftdruck, Niederschlag und Bewölkung. In bezug auf den Innenraum eines Campinganhängers kann der Konstrukteur den Einfluß der meteorologischen Elemente Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Sonnenstrahlung durch gute konstruktive Lösungen beeinflussen. Es ist deshalb ratsam, vor Beginn der Konstruktion u. a. einzuschätzen, unter welchen klimatischen Bedingungen der Campinganhänger zum Einsatz kommen könnte.

**Lufttemperatur** ist je nach Standort, Jahreszeit und Tageszeit unterschiedlich und liegt oft außerhalb unserer Behaglichkeitsgrenzen (Tafel 2.9). Im Bild 2.76 erkennt man, daß die Behaglichkeitsgrenze im Temperaturbereich von rd. +18 °C bis +26 °C liegt.

**Tabelle 2.9. Jahresmaxima und -minima der Außenlufttemperatur einiger Städte [23]**

Ort	mittlere Jahrestemperatur in °C	mittleres Jahresmaximum in °C	mittleres Jahresminimum in °C	absolutes Jahresminimum in °C
Berlin	8,4	32,6	-14,7	-26,0
Dresden	9,3	33,0	-15,2	-27,8
Halle	9,1	32,7	-14,5	-27,1
Rostock	7,6	27,4	-11,2	-20,0
Habana	25,2	35,3	12,8	-
Kairo	21,1	43,0	2,0	-
Moskau	3,6	31,0	-31,0	-
Paris	10,3	34,0	-11,0	-
Warschau	7,3	32,0	-	-
Wien	9,2	33,0	-15,0	-



**Bild 2.76. Behaglichkeitskurven bei bewegter Luft nach Bradke und Liese**

Um die Innentemperatur eines Campinganhängers innerhalb der Behaglichkeitsgrenze zu halten, hat der Konstrukteur drei Möglichkeiten:

- Einsatz einer Heizung zur Begrenzung der Temperaturen nach unten
- Isolierung des Oberbaues zur Begrenzung der Temperaturen nach oben bei gleichzeitiger Herabsetzung der erforderlichen Heizleistung
- Festlegung einer guten Zwangs- und Ergänzungsbelüftung.

Bei Heizung und Isolierung sollte eine Kostenoptimierung durchgeführt werden.

Anlagekosten, Material- und Verarbeitungskosten und die Kosten für den Brennstoffverbrauch sind so zu optimieren, daß die wirtschaftlichste Isolierstärke erreicht wird. Die so ermittelte Isolierstärke beeinflusst auch die Gesamtmasse des Oberbaues positiv.

**Luftfeuchte.** Feuchte Luft ist ein Gemisch aus dampfförmigem Wasser und trockener Luft. Im allgemeinen läßt sich die Luftfeuchte exakt nur über eine Klimaanlage beeinflussen. Aber Klimaanlagen für Campinganhänger sind z. Z. noch zu teuer und deshalb international nur sehr selten in Anwendung. Dazu kommt noch die relativ große Masse einer solchen Anlage. Trotzdem gibt es einige Möglichkeiten zur Beeinflussung der relativen Luftfeuchte im Campinganhänger. Aus Bild 2.77 erkennt man, daß mit sinkender Lufttemperatur der dampfförmige Wassergehalt der Luft steigt und mit steigender Lufttemperatur sinkt. Nach dieser Erkenntnis sollte die Konstruktion so gestaltet werden, daß an keiner Stelle im Inneren des Campinganhängers die im Bild 2.77 eingezeichnete Kurve  $\varphi = 1$  erreicht wird.

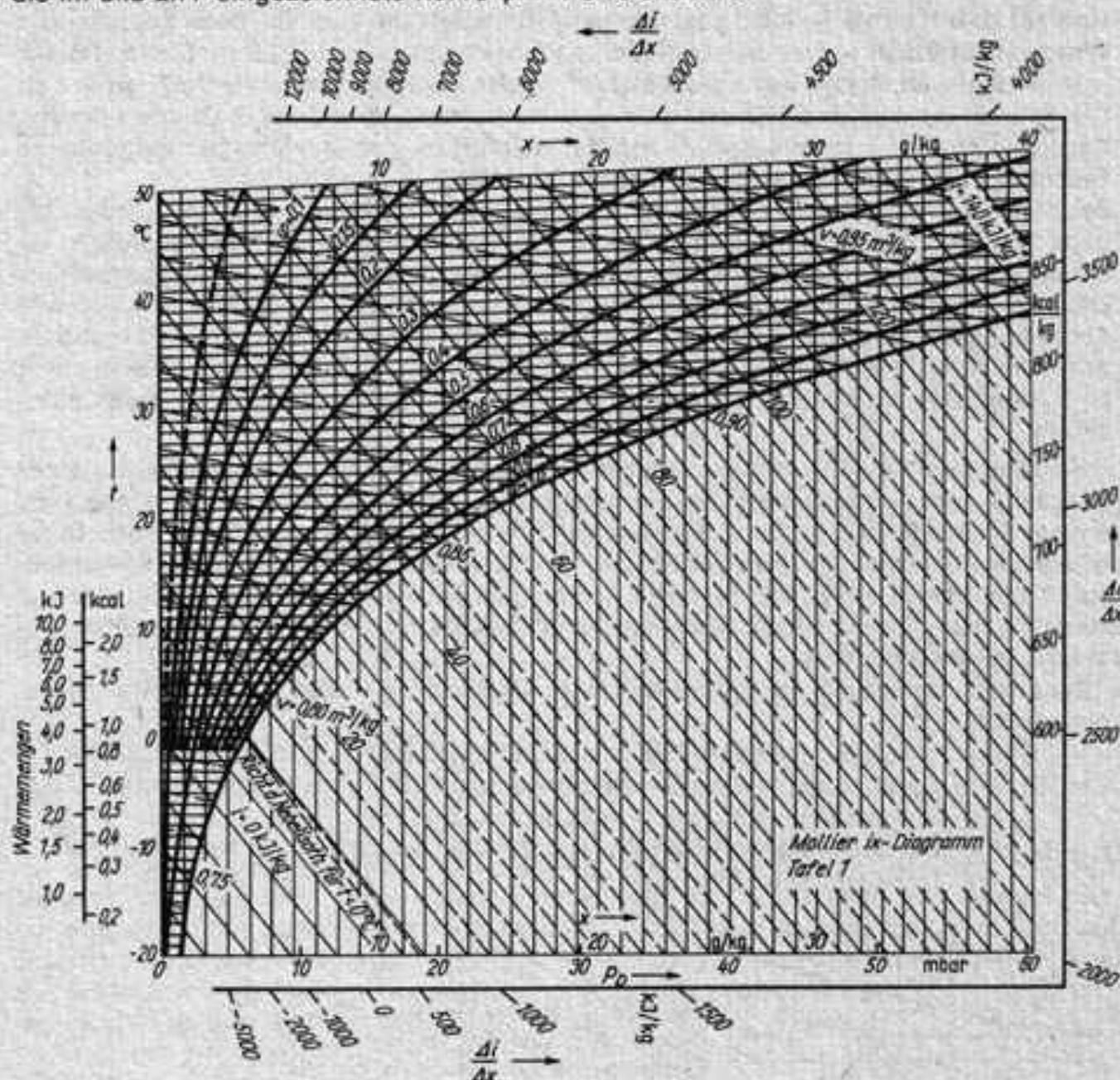


Bild 2.77. Mollier-i, x-Diagramm für  $p = 0,1 \text{ MPa}$ ;  $t = -20 \text{ }^\circ\text{C}$  bis  $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $x = 0$  bis  $40 \text{ g/kg}$

Ablesebeispiel:

Bei einer Luftabkühlung von  $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 0,6$  auf  $t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 1,0$  fällt aus der Luft  $5 \text{ g}$  Wasser je  $1 \text{ kg}$  Reinform aus.

In der Praxis bedeutet das:

1. Die Verbindung zwischen Außenhaut und Innenraum mit Material guter Wärmeleitfähigkeit ist zu vermeiden, dazu gehören durchgehende Stahlschrauben, einwandige Fenster und nicht- bzw. ungenügend isolierte Zwischenräume.

Im Campinganhängerbau wurde für durchgängige Maschinen- und Bauteile guter Wärmeleitfähigkeit der Begriff „Kältebrücke“ eingeführt. Solche Kältebrücken erkennt man sofort bei größerem Temperaturgefälle der Luft. An diesen Stellen schlägt sich das aus der Luft anfallende Kondenswasser zuerst nieder, d.h., an diesen Stellen ist  $\varphi = 1$ .

- Bei eingebauter Heizung ist die Heizwärme so zu verteilen, daß die aus konstruktiven Erfordernissen unbedingt vorhandenen Kältebrücken mit warmer Luft angeströmt werden. Dadurch erreicht an diesen Stellen die Luftfeuchte nicht den Wert  $\varphi = 1$ , und die Kondenswasserbildung bleibt aus.
- Für unvermeidbare durchgängige Verbindungen ist Material mit schlechter Wärmeleitfähigkeit einzusetzen. Ist dies nicht möglich, sollte Material guter Wärmeleitfähigkeit mit Material schlechter Wärmeleitfähigkeit beschichtet werden (z. B. plastbeschichtete Stahlschrauben).
- Eine gut abgestimmte Belüftung im Campinganhänger kann auch die beim Kochen oder Waschen zusätzlich auftretende Luftfeuchte schnell nach außen abführen. Dies ist fast immer dann gewährleistet, wenn die Abluftöffnungen im Strömungsquerschnitt größer als alle Zuluftöffnungen sind und einen bis zu sechsfachen Luftwechsel je Stunde zulassen. Dazu gehört aber auch die Anordnung der Abluftöffnungen in Nähe der auftretenden Feuchtigkeit (z. B. Dachluke über Kochstätte und Waschbecken).
- Beim Innenausbau sollten Materialien verwendet werden, die einen Teil der Luftfeuchte ohne Schädigung aufnehmen können. Dazu gehört der Einsatz von Baumwollgewebe für die Bezüge der Sitz- und Liegeflächen anstelle von synthetischem Gewebe. Baumwollgewebe ist in der Lage, das sich über Nacht zwischen Aufleger und Liegeflächen bildende Kondenswasser zu binden und dieses mit der tagsüber stattfindenden Lufterwärmung abzugeben. Ähnlich verhält es sich mit dem Material für die Möbel. Es ist für die Bindung eines Anteils der Luftfeuchte günstiger, Holz statt Plaste, Sprelacart oder Sprelafas einzusetzen.

**Luftbewegung.** Man muß zwischen Luftgeschwindigkeiten außerhalb und innerhalb eines Campinganhängers unterscheiden. Die Luftbewegung außerhalb des Campinganhängers hat einen wesentlichen Einfluß auf den erforderlichen Wärmebedarf im Campinganhänger. Diese Luft dringt über die Undichtheiten der Fenster und Türen ein und muß mit erwärmt werden. Als Durchschnittswert ergibt sich bei allen Campinganhängern ein sechsfacher Luftwechsel je Stunde. Je nach Standort und Windgeschwindigkeit kann sich ein 20- bis 30facher Luftwechsel je Stunde einstellen.

Bei der Ermittlung des Wärmebedarfs sollte von folgenden Windgeschwindigkeiten ausgegangen werden:

- $v = 6 \text{ m/s}$ , bei überwiegendem Einsatz des Campinganhängers im Binnenland
- $v = 10 \text{ m/s}$ , bei überwiegendem Einsatz des Campinganhängers an der See und bei außergewöhnlich freier Höhenlage bis zu 500 m
- $v = 12 \text{ m/s}$ , bei überwiegendem Einsatz des Campinganhängers bei außergewöhnlich freier Höhenlage über 500 m.

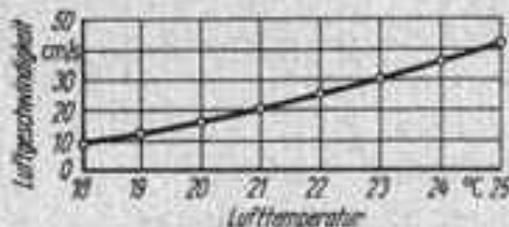


Bild 2.78. Zulässige Höchstgeschwindigkeit der Luft im Inneren eines Campinganhängers als Funktion der Raumlufttemperatur

Anders verhält sich die Luftbewegung im Inneren eines Campinganhängers (Bild 2.78). Von Bedeutung ist weiterhin die Strömungsrichtung. Am meisten wird die Behaglichkeit gestört, wenn die bewegte Luft kälter als die Raumluft ist und als Zugluft auftritt. Die Ursache von auftretender Zugluft liegt in einer nicht günstig gewählten Belüftungskonzeption. Campinganhänger sollten immer mehrere voneinander unabhängige Belüftungsmöglichkeiten aufweisen.

Diese sind:

- ausstellbare Vorder-, Rück- und Seitenfenster
- ausstellbare Dachluke
- Öffnungsmöglichkeit der oberen Türhälfte und
- ausreichende Zwangsbelüftung.

Sonnenstrahlung erzeugt im Campinganhänger je Flächeneinheit eine Gesamtwärme von

$$\dot{Q}_{ges} = \alpha \cdot \dot{Q}_{Str} + \alpha_0 (t_a - t_{in})$$

$\dot{Q}_{Str}$  Strahlungswärme;  $\alpha$  Absorptionszahl;  $\alpha_0$  äußere Wärmeübergangszahl;  $t_a$  Außentemperatur;  $t_{in}$  Oberflächentemperatur.

Die Strahlungswärme  $\dot{Q}_{Str}$  setzt sich aus direkter Sonnen- und diffuser Himmelsstrahlung zusammen. Veränderungen der Oberflächentemperatur setzen sich phasenverschoben in das Innere des Campinganhängers fort.

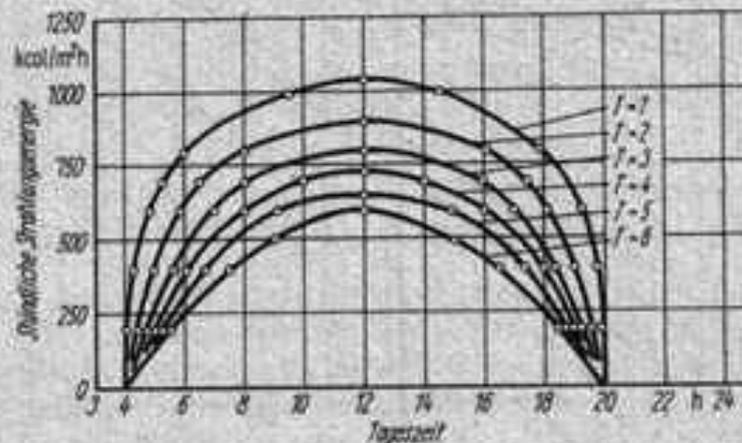


Bild 2.79. Direkte Normalstrahlung an Strahlungstagen im Monat Juli auf 50° nördlicher Breite bei verschiedenen Trübungsgraden T [23]

Tabelle 2.10. Mittlere Werte des Trübungsgrads und der maximalen Intensität [23]

Gegend	Gebirge	Land	Großstadt	Industriegebiet
Trübungsgrad/T/	2,8	3,5	4,3	7
Maximale Intensität/S/ in kcal/m² · h	830	780	740	540

Wie bei der Lufttemperatur, ergibt sich auch bei der Sonnenstrahlung ein täglicher Gang der Strahlungsintensität. Diese Strahlungsintensität ist noch von verschiedenen Trübungsgraden abhängig. Im Bild 2.79 ist die Strahlungsenergie der Sonne über der Tageszeit, bei verschiedenen Trübungsgraden, aufgetragen. Mit steigendem Trübungsgrad sinkt die auf der Oberfläche auftretende Strahlungsenergie. Für die Konstruktion von Campinganhängern sollten die in Tabelle 2.10 aufgeführten maximalen Strahlungsintensitäten zugrunde gelegt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die von der Sonne angestrahlten Wände die Strahlungswärme nur zum Teil aufnehmen. Als Richtwerte können folgende Absorptionszahlen verwendet werden:

- $a = 0,9$  für dunkle Flächen
- $a = 0,7$  für farbige Flächen
- $a = 0,5$  für helle Flächen

Der größte Teil der Wärmemenge durch Sonnenstrahlung dringt über die Fenster und Dachluken ein. So werden vom Fensterglas bis zu 90 % des Wärmestromes mit nur geringer Phasenverschiebung hindurchgelassen. Durch Anbringen von Sonnenschutzvorrichtungen können bis zu 85 % der Sonnenwärme abgefangen werden.

**Innenwandtemperatur.** Auf Grund der geringen Abmessungen eines Campinganhängers hat die Innenwandtemperatur den größten Einfluß auf die Behaglichkeit der Bewohner. Die Ursache liegt in der mittleren Strahlungstemperatur der umgebenden Wand- und Fensterflächen. Aus Bild 2.80 ist der große Einfluß der Innenwandtemperatur auf die Empfindungstemperatur und damit auf die Behaglichkeit des Menschen zu erkennen.

Welche inneren Oberflächentemperaturen als Richtwerte erreicht werden, ist Bild 2.81 zu entnehmen.

Eine Gegenüberstellung der vom ruhenden Menschen durch Konvektion und Strahlung abgegebenen Wärmemenge zeigt (gleiche Luft- und Wandtemperaturen vorausgesetzt), daß die abgegebene Wärmemenge durch Strahlung etwa gleich derjenigen durch Konvektion ist. Sinkt die Wandtemperatur, so steigt die abgegebene Wärmemenge durch Strahlung, und der Mensch empfindet dies als kalt.

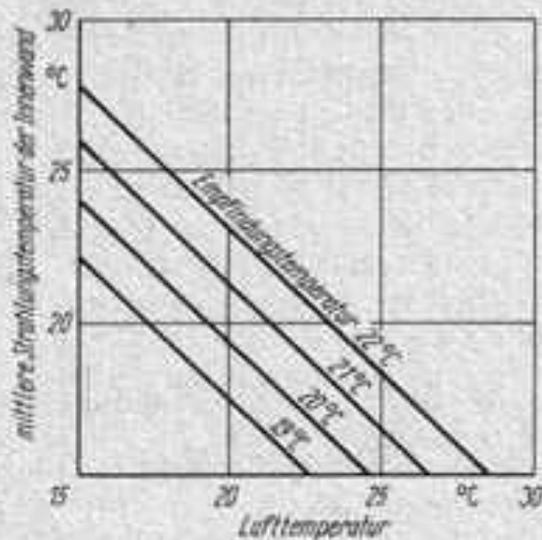


Bild 2.80. Empfindungstemperatur als Funktion der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der Innenwand

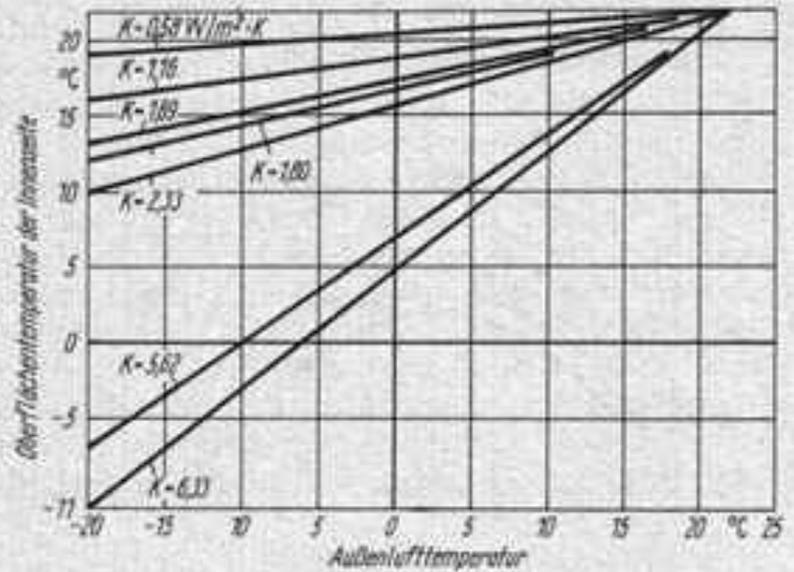


Bild 2.81. Oberflächentemperaturen der Innenwand- und Fensterflächen bei einer Raumtemperatur von 22 °C

$K = 1,69 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$  entspricht Doppelfenster aus Placryl  
 $K = 1,80 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$  entspricht Doppelfenster aus Glas  
 $K = 5,62 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$  entspricht Einfachfenster aus Placryl  
 $K = 6,33 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$  entspricht Einfachfenster aus Glas

Die Senkung der mittleren Wandtemperatur um 1 Grad ist beim ruhenden Menschen daher gleichwertig mit der Senkung der Lufttemperatur um 1 Grad. Eine Angleichung der Innenwandtemperatur an die Lufttemperatur im Campinganhänger kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

1. Festlegung der erforderlichen Isolierdicke als Funktion der Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Isolierstoffes
2. Auswahl der zum Einbau vorgesehenen Heizung
3. Anordnung der Heizung und Verteilung der Wärme im Campinganhänger nach Bild 2.82

**Zwangsbelüftung.** Der Mensch gibt ständig Wärme und Feuchtigkeit ab und benötigt zum Atmen Sauerstoff. Es gibt Campingfreunde, die an kalten Tagen alle vorgesehenen Lüftungsmöglichkeiten geschlossen halten und sich dann wundern, wenn in kurzer Zeit an Wänden und Fenstern das Kondenswasser herunterläuft. Der Konstrukteur sollte deshalb Zwangsbelüftungen vorsehen, die vom Benutzer nicht verschlossen werden können. Bei der Festlegung der Querschnittsfläche solcher Öffnungen zur Zwangsbelüftung sollte man berücksichtigen:

1. Die eingeatmete Luft eines erwachsenen Menschen ohne körperliche Tätigkeit beträgt rd.  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .
2. Die ausgeatmete Luft enthält im Mittel 17 % Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ), 4 % Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und 79 % Stickstoff ( $\text{N}_2$ )
3. Die Anzahl der Atemzüge beträgt rd. 16 je Minute.

Soll ein CO<sub>2</sub>-Gehalt von 0,15 % im Gesamtluftvolumen des Campinganhängers nicht überschritten werden, müßte nach dem Kohlensäure-Maßstab von Pettenhofer eine Frischluftmenge je Person von 18 m<sup>3</sup>/h zugeführt werden.

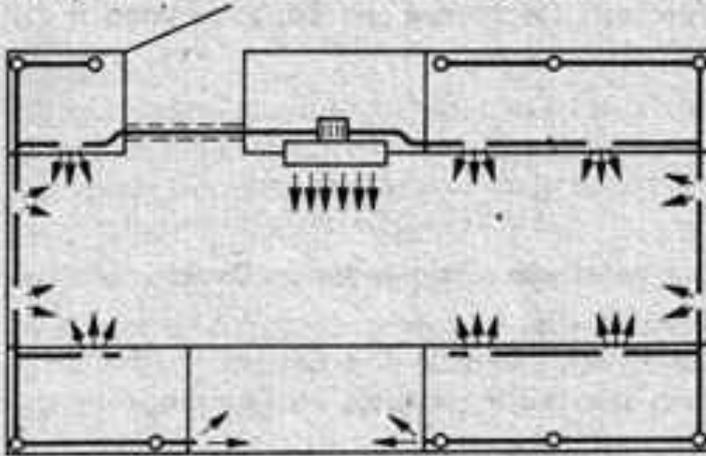


Bild 2.82. Verteilung der Heizwärme im Campinganhänger durch Umluftverteilung

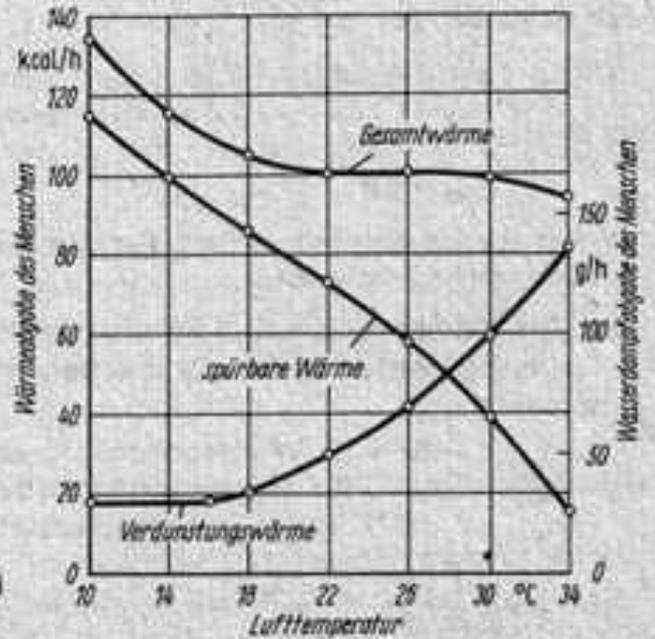


Bild 2.83. Wärmeabgabe sitzender Menschen bei unbewegter Luft

Ein zweites Kriterium für die Festlegung der Zwangsbelüftung bildet die Wasserdampfabgabe des Menschen. Im Bild 2.83 sind die Ergebnisse einer Untersuchung der „American Society of Heating and Ventilating Engineers“ wiedergegeben, aus denen die Wasserdampfabgabe sitzender, normal bekleideter Menschen bei unbewegter Luft zu entnehmen ist. Auf Grund beider Kriterien sollten die Querschnittsöffnungen der Zwangsbelüftung je Person mindestens 30 cm<sup>2</sup> betragen und möglichst in der Nähe der zu erwartenden Störgrößen angeordnet sein. Die festgelegten Mindestquerschnitte je Person berücksichtigen bereits die Summe aller Undichtheiten des Campinganhängers.

#### 2.4.4.2. Wärmebedarfsberechnung

Obwohl durch die Ortsveränderlichkeit der Campinganhänger bei der Berechnung des Wärmebedarfs nicht alle klimatischen Einflüsse erfaßt werden können, sollte die Wärmebedarfsberechnung auf der Grundlage von TGL 112-0319 erfolgen. Das Ergebnis dieser Berechnung ist nicht identisch mit dem momentanen Wärmebedarf. Dieser ist von den vorhandenen Temperaturdifferenzen sowie von der Windstärke, Windrichtung und dem Tagesgang der Sonnenstrahlung abhängig.

Der berechnete Wärmebedarf bildet die Grundlage für die Auswahl der erforderlichen Nennleistung der Heizungsanlage.

**Stündlicher Gesamtwärmebedarf ( $\dot{Q}_H$ )**, er setzt sich aus dem Transmissions-Wärmebedarf  $\dot{Q}_T$  und dem Lüftungswärmebedarf  $\dot{Q}_L$  zusammen:

$$\dot{Q}_H = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L$$

**Transmissions-Wärmebedarf ( $\dot{Q}_T$ )**, er wird aus dem Transmissions-Wärmeverlust  $\dot{Q}_O$  durch Multiplikation mit einem Zuschlagfaktor  $Z$  ermittelt:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_O \cdot Z, \text{ wobei } Z = 1 + Z_U + Z_A + Z_H$$

Dabei werden für den Zuschlagfaktor  $Z$  folgende im ungünstigen Fall auftretende Einzelzuschläge empfohlen:

- $Z_U = 20\%$  für Betriebsunterbrechung der Heizung
- $Z_A = 10\%$  für Ausgleich der kalten Außenflächen
- $Z_H = 5\%$  Zuschlag für die Himmelsrichtung.

Sind Einsatzzweck und Einsatzbedingungen bekannt, können die Einzelzuschläge  $Z_U$  und  $Z_A$  mit Hilfe des  $D$ -Wertes (mittlerer Wärmedurchgangswert) ermittelt werden.

Der Transmissions-Wärmeverlust setzt sich aus den Wärmeverlusten von Fußboden, Seitenwänden, Vorder- und Rückwand, Dach, Fenstern, Dachluken und Tür zusammen. Für jedes Bauelement gilt:

$$\dot{q}_0 = K \cdot A (t_i - t_a),$$

so daß

$$\dot{Q}_0 = \sum \dot{q}_0,$$

$K$  Wärmedurchgangswert;  $A$  Fläche des Bauteiles;  $t_i$  geforderte Lufttemperatur im Campinganhänger;  $t_a$  Lufttemperatur im Freien.

Bei allen Bauelementen sind für die Fläche die lichten Baumaße einzusetzen.

Folgende Werte werden für die Berechnung der Wärmeverluste im Campinganhänger empfohlen:

- $t_{\text{innen}} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$  für Wintercamping im Gebirge
- $t_{\text{innen}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$  für Wintercamping in der milden Klimazone
- $t_{\text{innen}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  für Frühjahr bis Herbst
- $t_i = +22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Für die Berechnung des Wärmedurchgangswertes  $K$  gilt:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{n=1}^n \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_e}} \text{ in W/(m}^2\text{K)},$$

$\alpha_i$  Wärmeübergangszahl Raum – Innenwand;  $\alpha_e$  Wärmeübergangszahl Außenwand – Luft;  $\delta_n$  Stärke der Wand bzw. Isolierschicht;  $\lambda_n$  Wärmeleitfähigkeit des Materials.

Zur Berechnung des Wärmedurchgangswertes  $K$  werden folgende Werte empfohlen:

- Wandinnentemperatur  $t_{wi} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Wärmeübergangszahlen  $\alpha_i$  und  $\alpha_e$  nach Bild 2.84

Wärmeleitfähigkeiten  $\lambda$  der gebräuchlichsten Isolier- und Verkleidungsmaterialien:

Schaumpolystyrol	$\lambda = 0,043 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Polyurethanschaum	$\lambda = 0,021 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Korkplatten	$\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Schlackenwolle	$\lambda = 0,048 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
unbewegte Luft	$\lambda = 0,26 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Kiefer, Fichte, Tanne (quer zur Faser)	$\lambda = 0,140 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Piacryl	$\lambda = 0,174 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Fensterglas	$\lambda = 1,163 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
Aluminium (99 % Al)	$\lambda = 209 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
glasfaserverstärktes Polyester	$\lambda = 0,233 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Bei Luftisolierung müssen die Luftkammern so klein gewählt werden, daß durch thermische Einflüsse keine Luftzirkulation entsteht. Nur dann darf die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 0,26 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  für die Berechnung des Wärmedurchgangswertes  $K$  verwendet werden. (Die durch Anwendung von Papierwaben entstehenden Luftkammern sind bereits zu groß.)

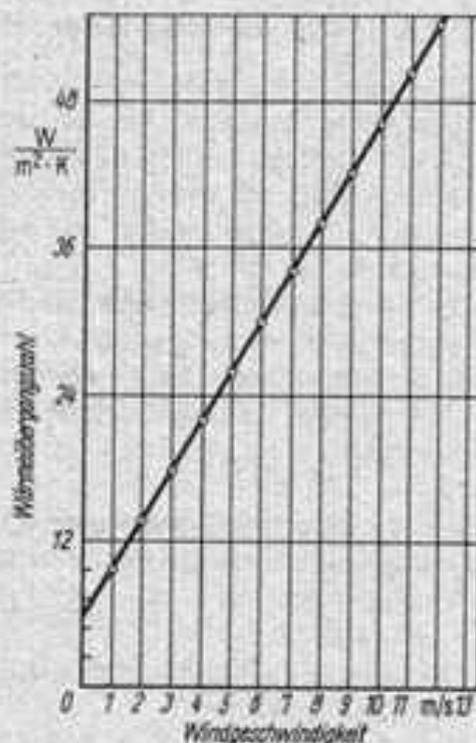


Bild 2.84. Wärmeübergangszahl  $\alpha$  von Luft bei turbulenter Strömung

Ob die empfohlene Wandinnentemperatur  $t_{wi} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$  erreicht wird, läßt sich mit

$$t_{wi} = t_i - q \frac{l}{\alpha_i} \quad q = K(t_i - t_{s, \min})$$

ermitteln.

**Lüftungswärmebedarf.** Bedingt durch die festgelegte Zwangsbelüftung eines Campinganhängers sowie die nicht vermeidbaren Undichtheiten der Fenster, Türen und Luken, wird zum Aufheizen der einströmenden Frischluft eine bestimmte Wärmemenge benötigt. Dieser Lüftungswärmebedarf berechnet sich aus

$$\dot{Q}_L = \dot{V}_L \cdot C_p (t_i - t_{s, \min});$$

$\dot{V}_L$  stündliche Luftmenge in  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $C_p$  spezifische Wärme der Luft in  $\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$ ;  $t_i$  Innentemperatur in K;  $t_{s, \min}$  tiefste Außentemperatur in K.

Mit  $C_p = 1,298 \text{ kJ}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$  ergibt sich

$$\dot{Q}_L = \dot{V}_L \cdot 1,298 (t_i - t_{s, \min}).$$

$\dot{V}_L$  ist vor allem abhängig von der Durchlässigkeit der angeblasenen Fenster und Türen sowie den nicht verschließbaren Zwangsbelüftungsöffnungen.

Zur Ermittlung eines Richtwertes hat sich die Einführung des Faktors  $a$  bewährt, durch den die Luftdurchlässigkeit je Meter Fugenlänge in  $\text{m}^3/\text{h}$  bei einem Druckunterschied von  $9,81 \text{ Pa}$  ( $1 \text{ kp}/\text{m}^2$ ) in Abhängigkeit von der Fensterbauart erfaßt wird. Der Lüftungswärmebedarf für die natürliche Belüftung kann mit Hilfe dieses Faktors aus

$$\dot{Q}_L = \Sigma(a \cdot l) \cdot Z_w \cdot Z_L \cdot Z_E$$

berechnet werden.

$\Sigma(a \cdot l)$  Summe der Produkte aus Fugendurchlässigkeit in  $\text{m}^3/\text{h}$  und Fugenlänge in m bei ungünstigstem Windanfall angeblasener Fenster, Türen und Dachluken.

Da die Aufstellung eines Campinganhängers und die Windrichtung nicht bekannt sind, sollten für die Berechnung immer die Seiten- und Vorder- bzw. Rückwand eingesetzt werden, die die größten Undichtheiten erwarten lassen. Es darf nicht die  $\Sigma(a \cdot l)$  aller Wandelemente eingesetzt werden, da auf der gegenüberliegenden Windseite an der Wand Unterdruck entsteht und somit die Außenluft nicht in den Campinganhänger eindringt, sondern die Innenluft hinausgesogen wird.

Richtwerte für die Fugendurchlässigkeit  $a$  je Meter Fugenlänge in  $\text{m}^3/\text{h}$ :

rahmenlose ausstellbare Einfachfenster	4,0
rahmenlose ausstellbare Doppelfenster	3,0
rahmenlose nichtausstellbare Einfachfenster	2,0
rahmenlose nichtausstellbare Doppelfenster	1,5
ausstellbare Einfachfenster mit Metallrahmen	2,0
ausstellbare Doppelfenster mit Metallrahmen	1,5
nichtausstellbare Fenster mit Metallrahmen	1,2
Außentür, Dachluken	4,0

Richtwerte für die Zwangsbelüftung in  $\text{m}^3/\text{h}$  unter Berücksichtigung der Fugendurchlässigkeit:

für zwei Personen	20,0
für drei Personen	30,0
für vier Personen	40,0
für jede weitere Person	10,0

Faktor  $Z_w$ , der den Einfluß der Widerstände beim Abströmen der Luft aus dem Campinganhänger berücksichtigt.

Richtwert:  $Z_w = 1,0$  bis  $0,9$ .

Faktor  $Z_L$ , der den Einfluß der Windgeschwindigkeit berücksichtigt. In der Tabelle 2.11 sind entsprechende Richtwerte enthalten. Der Faktor  $Z_L$  beinhaltet gleichzeitig die spezifische

Wärme  $C_{90}$ . Bei der Berechnung sollte als Durchschnittswert der milden Klimazone  $Z_L = 0,58$  verwendet werden. Soll sich der Campinganhänger hundertprozentig für Wintercamping in den Bergen und an der See eignen, so reicht der Faktor  $Z_L = 0,58$  nicht mehr aus. Da der Standort des Campinganhängers den berechneten Lüftungswärmebedarf ganz erheblich beeinflusst, sollte der vorgesehene Einsatzzweck rechtzeitig bestimmt werden.

**Tabelle 2.11. Richtwerte, die den Einfluß der Windgeschwindigkeit in m/s berücksichtigen**

	Faktor $Z_L$	$v_w$ in m/s
Wandseiten, geschützte	0,58	6
Wandseiten, frei	0,84	8
Wandseiten, außergewöhnlich frei	1,14 bis 500 m Höhenlage	10
	1,45 über 500 m Höhenlage	12

$Z_E$  Faktor, der den Einfluß der Fenster bei unmittelbar aufeinanderstoßenden Außenwänden berücksichtigt.

Richtwert:  $Z_E = 1,2$ .

### Wärmebedarf als Funktion der Außentemperatur

Um Richtwerte für den Wärmebedarf bei unterschiedlichen Außentemperaturen zu erhalten, kann man den Wärmebedarf den Temperaturunterschieden zwischen Innen- und Außentemperaturen verhältnisgleich setzen:

$$\frac{\dot{Q}_{n1}}{\Delta t_1} = \frac{\dot{Q}_{n2}}{\Delta t_2}$$

$\dot{Q}_{n1}$  berechneter Wärmebedarf;  $\Delta t_1$  Temperaturdifferenz  $t_i - t_{\text{auß}}$ ;  $\dot{Q}_{n2}$  momentaner Wärmebedarf;  $\Delta t_2$  Temperaturdifferenz  $t_i - t_{\text{au}}$ .

Zur Berechnung des Wärmebedarfes eines Campinganhängers werden folgende Unterlagen und Angaben benötigt:

- Konstruktions- oder Entwurfszeichnungen, aus denen die mittlere Wand- bzw. Isolationsstärke hervorgeht
- Angaben über Fenster, Türen und Dachluken (lichte Weite, lichte Höhe, Isolationsstärke, Fugenlänge)
- Raummaße
- Materialangaben über Außenverkleidung, Isolation, Innenverkleidung, Fenster und Dachluken
- Lufttemperatur außer- und innerhalb eines Campinganhängers, festgelegter Luftwechsel durch Zwangsbelüftung
- Klimazone, in der der Campinganhänger eingesetzt werden soll.

Aus den Punkten ergeben sich die für den Campinganhänger in Tabelle 2.12 zusammengestellten Angaben. Als einzige unbekannte Größe muß die Wärmedurchgangszahl  $K$  berechnet werden. Für den Wandaufbau GFP – PUR-Schaum – GFP erhält man

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_A}{\lambda_{GFP}} + \frac{\delta_S}{\lambda_S} + \frac{\delta_I}{\lambda_{GFP}} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

$\alpha_i = 8,141$ ;  $\alpha_a = 29,025$  ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ );  $\lambda_{GFP} = 0,233$ ;  $\lambda_S = 0,021$  ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ );  $\delta_A = 3$  mm;  $\delta_S = 25$  bzw. 20 mm;  $\delta_I = 1$  mm.

Bei  $\delta_S = 25$  mm,  $K = 0,732$   $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ; bei  $\delta_S = 20$  mm  $K = 0,887$   $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ .

Für die Piacryl-Fenster ergibt sich

mit  $\delta_F = 4$  mm und  $\lambda_F = 0,174$   $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  eine Wärmedurchgangszahl  $K = 5,618$   $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ .

Tabelle 2.12. Berechnung des Wärmebedarfes für einen Campinganhänger von 3,50 m Aufbauhöhe

Bezeichnung	Wanddicke	Fugenlänge	Länge oder Breite	Höhe oder Breite	Fläche	Anzahl	Abzug	in Rechnung gestellte Fläche	K-Wert	Temperaturunterschied $\Delta t$	Temperaturunterschied · Wärmedurchgangszahl $\Delta t \cdot K$	Transmissionswärmeverlust $Q_t$	Faktor $Z_U$	Faktor $Z_A$	Faktor $Z_H$	$1 + Z_U + Z_A + Z_H$	Transmissionswärmeverlust $Q_t$ ges.	
	mm	m	m	m	m <sup>2</sup>	-	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> · K	K	W/m <sup>2</sup>	W	%	%	%	-	W	
Seitenwand rechts	25	-	3,5	1,8	6,30	1	1,08	5,22	0,732	37	27,08	141,27						
Außentür	25	4,2	0,5	1,6	0,80	1	0,03	0,77	0,732	37	27,08	20,84						
Türfenster	4	0,6	-	-	0,03	1	-	0,03	5,619	37	207,90	6,23						
Seitenwand links	25	-	3,5	1,8	6,30	1	0,28	6,02	0,732	37	27,08	162,91						
Seitenfenster	4	2,2	0,7	0,4	0,28	2	-	0,56	5,619	37	207,90	116,42						
Vorderwand	20	-	1,9	1,9	3,61	1	0,78	2,83	0,851	37	31,49	89,13						
Rückwand	20	-	1,9	1,9	3,61	1	0,78	2,83	0,851	37	31,49	89,13						
Vorder- und Rückfenster	4	3,8	1,3	0,6	0,78	2	-	1,56	5,619	37	207,90	324,30						
Dach	25	-	3,2	1,9	6,08	1	0,24	5,84	0,732	37	27,08	158,05						
Dachluke	4	2,0	0,6	0,4	0,24	1	-	0,24	5,619	37	207,90	49,89						
Fußboden	25	-	3,5	1,9	6,65	1	0,30	6,35	0,732	37	27,90	171,86						
													1329,53	20	10	5	1,35	1794,86

Lüftungswärmebedarf  $Q_L = \sum (a \cdot l)_A \cdot Z_W \cdot Z_L \cdot Z_E \cdot \Delta t = 74,4 \cdot 0,9 \cdot 0,58 \cdot 1,2 \cdot 37 \cdot 1,163 = 2005,42$

**Gesamtwärmebedarf** 3800,28 W

**Beachte:** Der berechnete Lüftungswärmebedarf berücksichtigt bereits die Zwangsbelüftung.

Mit den errechneten Wärmedurchgangszahlen kann der vorhandene Transmissionswärmeverlust sowie – unter Beachtung der erforderlichen Richtwerte für die Fugendurchlässigkeit der Zwangsbelüftung und der erforderlichen Faktoren – der Lüftungswärmeverlust berechnet werden.

Es ergibt sich ein Gesamtwärmebedarf für  $t_{\text{außen}} = -15^\circ\text{C}$  von  $Q_{\text{ges}} = 3801 \text{ W}$  (vgl. Tabelle 2.12). Dieser Wärmebedarf muß von der ausgewählten Heizung bei einer Außentemperatur von  $-15^\circ\text{C}$  und einer Windstärke von 6 m/s aufgebracht werden. Aus Bild 2.85 kann der momentane Wärmebedarf bei der jeweilig vorhandenen Außentemperatur ermittelt werden.

Der berechnete Gesamtwärmebedarf vermindert sich mit konstruktiven Verbesserungen an den Abdichtungen der Tür und der Ausstellfenster und mit dem Einsatz von Doppelfenstern für das Wintercamping.

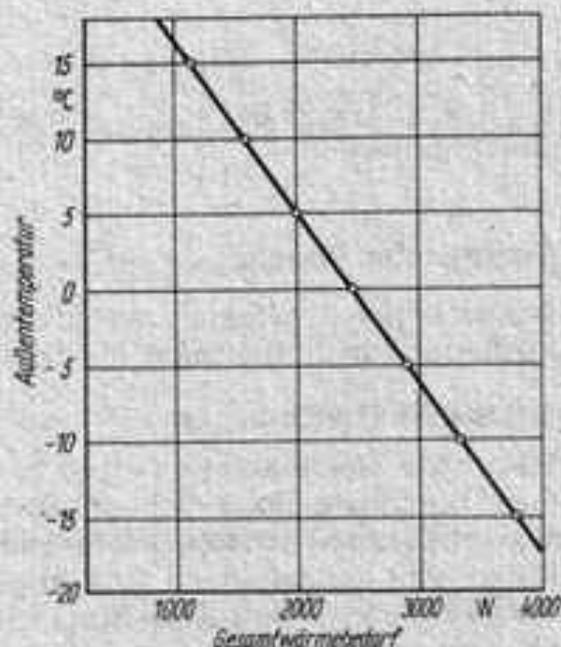


Bild 2.85. Gesamtwärmebedarf als Funktion der Außentemperatur für einen Campinganhänger von 3,50 m Aufbauhöhe

## 2.4.5. Elektroinstallation

PKW-Anhänger werden mit einer 6-/12-V-Schwachstromanlage ausgerüstet, die insbesondere die Forderungen der StVZO erfüllen muß. Campinganhänger erhalten zur Erhöhung des Wohnkomforts zusätzlich eine 220-V-Anlage. Beide Anlagen müssen getrennt voneinander verlegt werden, so daß Verwechslungen ausgeschlossen sind. Als Besonderheit gegenüber stationären Schwach- und Starkstromanlagen müssen bei der elektrischen Anlage des Anhängers die Konstruktionsweise und die zusätzlich auftretenden fahrdynamischen Belastungen beachtet werden. Aus diesem Grund lassen sich Standards nur bedingt auf die Elektroinstallation des Anhängers anwenden. Dies trifft auch zu für das zur Verfügung stehende Installationsmaterial für stationäre Anlagen.

### 2.4.5.1. Schwachstromanlage 6/12 V

Die Schwachstromanlage 6/12 V muß die Forderungen der 3. DB zur StVZO erfüllen und gleichzeitig die Innenbeleuchtung der Campinganhänger während der Fahrpausen sichern. Der prinzipielle Aufbau ist Bild 2.86 zu entnehmen. Die Forderungen von TGL 5003 sind einzuhalten.

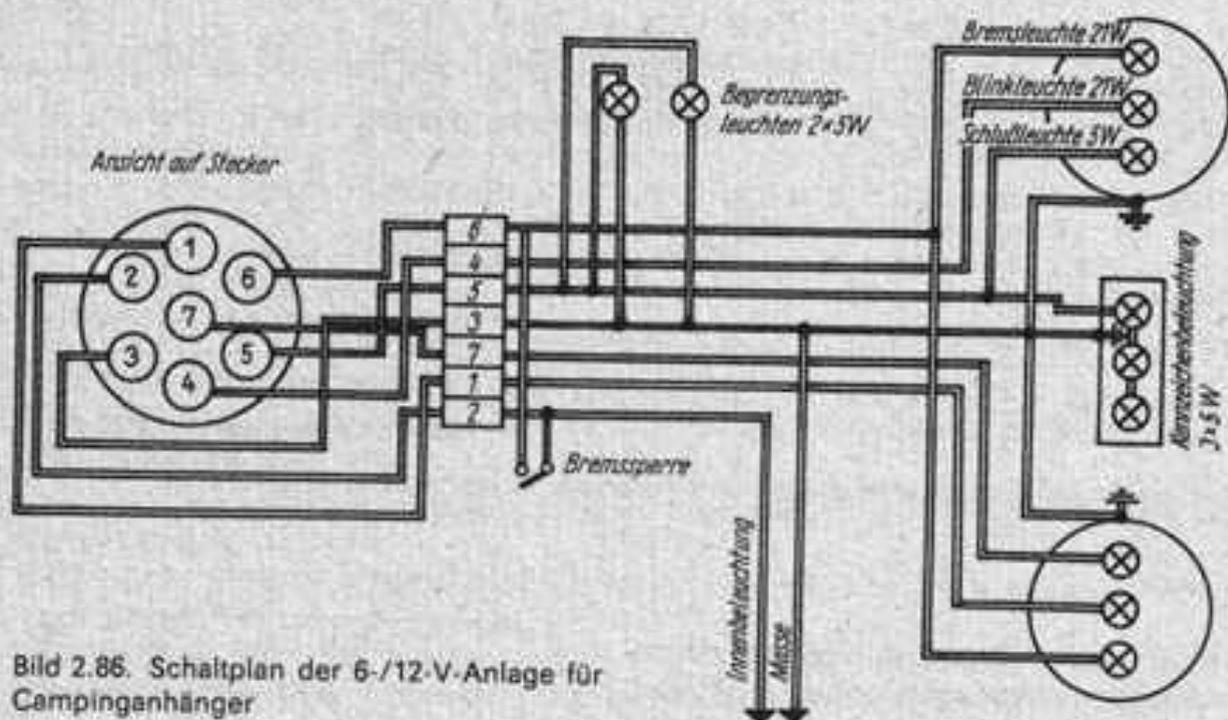


Bild 2.86. Schaltplan der 6-/12-V-Anlage für Campinganhänger

### Technische Regeln

Die nachfolgend aufgeführten technischen Regeln gelten für die Projektierung, konstruktive Ausführung und Installation von Schwachstromanlagen für PKW-Anhänger.

### Elektrische Einrichtungen

Elektrische Einrichtungen sind so zu installieren, daß auftretende Erwärmung und Kontaktfeuer brennbare Stoffe nicht entzünden.

Verbrauchs- und Schaltgeräte für Elektroenergie dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von Behältern und Rohrleitungen für flüssige und gasförmige Brennstoffe angeordnet werden.

Alle von der Energiequelle ausgehenden Stromkreise, die im Dauerbetrieb genutzt werden können, sind einpolig abzusichern.

Elektrische Leitungen für Kleinspannung 6/12 V sind gegenüber den Leitungen mit 220 V Spannung getrennt zu verlegen und dürfen miteinander auch bei Erschütterungen während des Fahrbetriebes keine Berührung bekommen.

## **Außenbeleuchtung**

PKW-Anhänger müssen mit Schlußleuchten, Bremsleuchten, Rückstrahlern, Fahrtrichtungsanzeigern und einer Beleuchtung für das hintere polizeiliche Kennzeichen ausgerüstet sein. Unter bestimmten Bedingungen sind Begrenzungsleuchten gesetzlich vorgeschrieben. Zusätzlich können Parkleuchten, Nebelschlußleuchten, Rückfahrcheinwerfer und Warnblinklicht angeschlossen werden. Ist die paarweise Anbringung von Leuchten vorgeschrieben, müssen solche gleicher Bauart verwendet werden.

### **Fahrtrichtungsanzeiger und Warnblinkeinrichtungen**

Anhänger müssen an der Rückseite mit Fahrtrichtungsanzeigern ausgerüstet sein, die mit einer Blinkfrequenz von  $90 \pm 30$  je Minute ein gelbes Blinklicht ausstrahlen. Fahrtrichtungsanzeiger an derselben Seite des Zugfahrzeuges und Anhängers müssen gleichzeitig und phasengleich blinken (s. Abschn. 4.5.).

Die Blinkleuchten sind jeweils in gleicher Höhe und in gleichem Abstand von der Fahrzeuglängsmittlebene anzuordnen.

Die Wirksamkeit der Fahrtrichtungsanzeiger des Anhängers muß durch eine Kontrollleuchte im Zugfahrzeug angezeigt werden.

Das Warnblinklicht kann über die Fahrtrichtungsanzeiger geschaltet werden. Die Schaltung muß so ausgeführt sein, daß alle an einem Zug befindlichen Blinkleuchten gleichzeitig blinken. Der Betrieb der Warnblinkanlage muß durch eine Kontrollleuchte angezeigt werden (s. Abschn. 4.5.).

Der Abstand der Außenkante der leuchtenden Fläche zur Fahrzeugaußenkante darf nicht größer als 40 cm sein. Der Abstand der Innenkanten der leuchtenden Flächen muß mindestens 50 cm betragen.

Der tiefste Punkt der leuchtenden Fläche der Fahrtrichtungsanzeiger darf nicht unter 35 cm liegen.

Der höchste Punkt der leuchtenden Fläche der Fahrtrichtungsanzeiger darf nicht höher als 150 cm über der Fahrbahn liegen.

### **Schlußleuchten, Bremsleuchten und Rückstrahler**

Anhänger müssen an der Rückseite zwei Schlußleuchten für rotes Licht, zwei Bremsleuchten für rotes Licht und zwei rote Rückstrahler besitzen.

Paarweise angebrachte Leuchten und Rückstrahler müssen gleiche Höhe und gleichen Abstand zur Fahrzeuglängsmittlebene haben.

Bremsleuchten müssen beim Betätigen der Betriebsbremse eingeschaltet werden.

Für Anhänger sind Rückstrahler mit der Klassenbezeichnung „III“, in Form eines gleichseitigen Dreiecks, zu verwenden. Diese müssen so angebracht werden, daß eine Dreieckspitze nach oben zeigt.

#### **Maßfestlegungen für Schlußleuchten:**

Der Abstand der Außenkante der leuchtenden Fläche zur Fahrzeugaußenkante darf nicht größer als 40 cm sein.

Die Innenkanten der leuchtenden Flächen müssen einen Abstand voneinander von mindestens 50 cm haben.

Der tiefste Punkt der leuchtenden Fläche darf nicht unter 35 cm, der höchste Punkt nicht über 150 cm über der Fahrbahn liegen.

#### **Maßfestlegungen für Bremsleuchten:**

Die Innenkanten der leuchtenden Flächen müssen einen Abstand von mindestens 50 cm haben.

Der tiefste Punkt der leuchtenden Fläche darf nicht unter 35 cm, der höchste Punkt nicht über 150 cm über der Fahrbahn liegen.

#### **Maßfestlegungen für Rückstrahler:**

Der Abstand der Außenkante der reflektierenden Fläche zur Fahrzeugkante darf nicht größer als 40 cm sein.

Die Innenkanten der reflektierenden Flächen müssen einen Abstand voneinander von mindestens 60 cm haben.

Der tiefste Punkt der reflektierenden Fläche darf nicht unter 35 cm, der höchste Punkt nicht über 90 cm über der Fahrbahn liegen.

### **Begrenzungsleuchten**

Bei einem Anhänger müssen die äußersten seitlichen Begrenzungen kenntlich gemacht werden, wenn sie mehr als 40 cm über die Scheinwerfer oder Begrenzungsleuchten des ziehenden Fahrzeugs herausragen.

Zur Kenntlichmachung der seitlichen Begrenzung müssen zwei nach vorn gerichtete Begrenzungsleuchten für weißes Licht verwendet werden.

Paarweise angebrachte Begrenzungsleuchten müssen gleiche Höhe und gleichen Abstand zur Fahrzeuglängsmittlebene haben.

Die Außenkante der leuchtenden Fläche darf nicht mehr als 15 cm von der Außenkante des Anhängers entfernt sein. Der Abstand zwischen den Innenkanten zweier leuchtender Flächen darf nicht weniger als 60 cm betragen.

Der tiefste Punkt der leuchtenden Fläche darf nicht unter 35 cm, der höchste Punkt nicht über 150 cm über der Fahrbahn liegen. Wenn die Form des Aufbaus die Anordnung in dieser Höhe nicht zuläßt, darf der höchste Punkt maximal 210 cm über der Fahrbahn liegen.

### **Parkleuchten**

Anhänger können mit einer Parkleuchte ausgerüstet sein. Die vordere linke Begrenzungsleuchte und die hintere linke Schlußleuchte müssen gleichzeitig einschaltbar sein.

Die Parkleuchte muß nach vorn weißes und nach hinten rotes Licht zeigen.

Sie muß an der linken Seite des Anhängers so angeordnet sein, daß die Sichtbarkeit von der Fluchtlinie der rechten Anhängerseite aus in 15 m Entfernung hinter dem Anhänger gewährleistet ist.

Der höchste Punkt der leuchtenden Fläche darf nicht über 150 cm und der tiefste Punkt nicht unter 35 cm über der Fahrbahn liegen.

### **Kennzeichenbeleuchtung**

Die Kennzeichenbeleuchtung ist von der Anbringung der polizeilich bestätigten Kennzeichentafel abhängig.

Die an der Rückseite des Anhängers angebrachte Kennzeichentafel darf bis zu einem Winkel von 30° in Fahrtrichtung geneigt sein. Der untere Rand der Kennzeichentafel darf nicht unter 30 cm, der obere Rand nicht über 155 cm über der Fahrbahn liegen.

Das Kennzeichen muß in einem Winkelbereich von je 60° beiderseits der Längsachse des Fahrzeuges lesbar sein.

Die angebaute Kennzeichentafel muß bei Dunkelheit oder schlechter Sicht so beleuchtet sein, daß sie unter einem Aufblickwinkel von etwa 90° auf eine Entfernung von mindestens 20 m deutlich lesbar ist.

Die Beleuchtung hat durch weißes Licht zu erfolgen.

Die Kennzeichenbeleuchtung ist so zu schalten, daß die Begrenzungsleuchten und die Schlußleuchten gleichzeitig mit eingeschaltet werden.

### **Rückfahrscheinwerfer**

Rückfahrscheinwerfer sind so anzubringen und zu schalten, daß die Fahrbahn auf höchstens 10 m hinter dem Anhänger beleuchtet wird und sie nur bei eingelegtem Rückwärtsgang leuchten.

### **Nebelschlußleuchten**

Am Anhänger können ein oder zwei Nebelschlußleuchten angebracht werden.

Paarweise angebrachte Nebelschlußleuchten müssen gleiche Höhe und gleichen Abstand zur Fahrzeuglängsmittlebene haben.

Beim Anbau von nur einer Nebelschlußleuchte ist diese an der linken Außenkante anzubringen.

Nebelschlußleuchten müssen so geschaltet werden, daß sie gemeinsam mit Fernlicht, Abblendlicht und Nebelscheinwerfern des Zugfahrzeuges eingeschaltet werden können. Die Bedienung muß über einen getrennten Schalter erfolgen.

Die Inbetriebnahme ist durch eine Kontrollleuchte im Zugfahrzeug anzuzeigen.

Der Abstand der einander zugewandten Kanten der leuchtenden Flächen der Nebelschlußleuchte und der Bremsleuchte muß mindestens 10 cm betragen.

Der tiefste Punkt der leuchtenden Fläche darf nicht unter 25 cm, der höchste Punkt nicht über 100 cm über der Fahrbahn liegen.

### **Umrißleuchten**

Anhänger mit einer Gesamtbreite von mehr als 210 cm können mit je zwei nach vorn und hinten sichtbaren Umrißleuchten ausgerüstet sein.

Umrißleuchten müssen nach vorn weißes, nach hinten rotes Licht ausstrahlen.

Die Anordnung der Umrißleuchten hat in der Breite möglichst nahe der Fahrzeugaußenkante zu erfolgen und in der größten Höhe, die mit der geforderten Lage in der Breite und dem symmetrischen Anbau der Leuchten vereinbar ist.

In der vertikalen Richtung darf der Abstand zwischen einer Begrenzungsleuchte und der weißen Umrißleuchte bzw. einer Schlußleuchte und einer roten Umrißleuchte nicht weniger als 20 cm, gemessen zwischen den Innenkanten der leuchtenden Flächen, betragen.

### **Rückstrahler**

Zusätzlich zu den vorgeschriebenen Rückstrahlern können Anhänger an ihrer Vorderseite mit zwei weißen Rückstrahlern ausgerüstet werden.

Die Rückstrahler müssen die Klassenbezeichnung „I“ oder „IA“ tragen.

Sie müssen in gleicher Höhe und mit gleichem Abstand zur Fahrzeuglängsmittlebene angeordnet werden.

Der Abstand der Außenkante der reflektierenden Fläche zur Fahrzeugaußenkante darf nicht größer als 15 cm sein.

Die Innenkanten der reflektierenden Fläche müssen einen Abstand voneinander von mindestens 60 cm haben.

Der tiefste Punkt der reflektierenden Fläche darf nicht unter 35 cm, der höchste Punkt nicht über 90 cm über der Fahrbahn liegen. Wenn der Aufbau die Einhaltung dieser Höhe nicht zuläßt, darf der höchste Punkt maximal 150 cm über der Fahrbahn betragen.

Anhänger können außerdem an ihren Längsseiten mit gelben Rückstrahlern ausgestattet sein.

Der Abstand zwischen Kugelkupplung und der zugewandten Kante der reflektierenden Fläche des ersten Rückstrahlers sowie zwischen den einander zugewandten Kanten der reflektierenden Flächen zwischen zwei Rückstrahlern darf 300 cm nicht überschreiten.

Der Abstand zwischen der Rückseite des Anhängers und der ihr zugewandten Kante der reflektierenden Fläche des hintersten Rückstrahlers darf 100 cm nicht überschreiten.

Mindestens ein Rückstrahler muß im mittleren Drittel des Anhängers (Kugelkupplung – Rückwand) angeordnet sein.

Der tiefste Punkt der reflektierenden Fläche darf nicht tiefer als 35 cm, der höchste Punkt nicht mehr als 90 cm über der Fahrbahn liegen.

### **Innenbeleuchtung**

Die Innenbeleuchtung wird über den Pol Nr. 2 der Anhängersteckdose am Zugfahrzeug abgesichert. Die Verlegung erfolgt vom Verteiler, dabei ist folgendes zu beachten:

Es dürfen keine Leitungen mit massiven Querschnitten verwendet werden. Beim Fahrbetrieb des Anhängers treten Schwingungen auf, die bei massiven Querschnitten zu Leiterbrüchen führen können.

Bei Nennquerschnitten bis 2,5 mm<sup>2</sup> ist als Leiterwerkstoff Kupfer zu verwenden.

Der Nennquerschnitt der Leitungen sollte nicht geringer als 1,5 mm<sup>2</sup> sein.

Elektrische Leitungen sind so zu verlegen, daß sie gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind. Dies trifft insbesondere auf die Verlegung der elektrischen Leitungen auf dem Fußboden und in Staukästen zu. In diesen Bereichen sollten die Leitungen in Leitungskanälen bzw. Kunststoffrohren verlegt werden.

Werden in Campinganhängern Leuchten für 6-/12-V-Kleinspannung und 220-V-Nennspannung installiert, sollten die Leuchten für Kleinspannung nur Glühlampen mit Bajonettsockel aufnehmen. Dadurch ist ein Verwechseln der Glühlampen zwischen 6-/12-V- und 220-V-Lampen ausgeschlossen.

Elektrische Leitungen für 6-/12-V-Kleinspannung dürfen mit Leitungen höherer Spannung nicht in einem Kanal oder Rohr verlegt werden. Bei einem Spannungsübertritt kann die Fehlerspannung auf die Karosserie des Zugwagens übertragen werden, da bei der Kfz-Elektrik ein Leiter mit der Karosserie verbunden ist.

Die Aderenden der flexiblen Einzeladern müssen an den Anschlußstellen gegen Abspießen und Abquetschen geschützt sein.

## Kabelfarben – Leitungsquerschnitte

### Kabelfarben

In den Schaltplänen der Zugfahrzeuge werden die Kabelfarben der elektrischen Leitungen angegeben, an denen die einzelnen Verbraucher angeschlossen sind. Dabei unterscheidet man zwischen Grund- und Kennfarben. Die dafür eingesetzten Kurzzeichen sind international genormt. Als Grundfarbe werden verwendet: Schwarz (sw), grün (gü), Grau (gr), Rot (ro), Braun (br). Als Kennfarben werden im Anhänger verwendet: Rot (ro), Weiß (ws), Grün (gr), Schwarz (sw).

Die Verwendung der im Zugfahrzeug für den jeweiligen Verbraucher eingesetzten Kabelfarbe bei der Anhängerinstallation erspart bei einer späteren Störungssuche viel Zeit und Ärger. Aus Tabelle 2.13 können die dem jeweiligen Verbraucher zugeordneten Kabelfarben entnommen werden.

Tabelle 2.13. Verbraucher – Kabelfarbe – Kabelquerschnitt

Klemmenbezeichnung an der Steckdose	Verbraucher	Kabelfarbe	Kabelquerschnitt (mm <sup>2</sup> ) 6 V/12 V
1 (L)	Blinkleuchte, links	schwarz/weiß	1,0/0,75
2 (54 g)	Innenbeleuchtung	schwarz	1,5
3 (31)	Masseanschluß	braun	1,0
4 (R)	Blinkleuchte, rechts	schwarz/grün	1,0/0,75
5 (58 R)	Schlußleuchte, rechts	grau/rot	1,0/0,75
	Kennzeichenbeleuchtung, Positionsleuchten		
6 (54)	Bremsleuchte	schwarz/rot	1,0/0,75
7 (58 L)	Schlußleuchte, links	grau/schwarz	1,0/0,75

### Leitungsquerschnitte

Beim Anschluß der Verbraucher muß vorher der erforderliche Leitungsquerschnitt berechnet werden. Bei Verwendung von Kupferlitze, deren maximal zulässige Querschnittsbelastung  $I_{\max} = 5 \text{ A je mm}^2$  beträgt, gilt für die überschlägliche Berechnung des Leitungsquerschnittes

$$A_L = \frac{P}{U \cdot I} \text{ (mm}^2\text{)},$$

$A_L$  Leitungsquerschnitt in mm<sup>2</sup>;  $P$  Leistungsaufnahme der Verbraucher in W;  $U$  Spannung der E-Anlage des Zugfahrzeuges in V;  $I$  Stromdichte ( $I_{\max} = 5 \text{ A/mm}^2$ ).

Als zugeschnittene Größengleichung ergibt sich

$$A_L = \frac{P}{30}, \text{ für 6-V-Anlagen}$$

$$A_L = \frac{P}{60}, \text{ für 12-V-Anlagen.}$$

Der überschläglich ermittelte Leitungsquerschnitt ist auf den nächstfolgenden standardisierten Leitungsquerschnitt aufzurunden, da bei der Berechnung des Leitungsquerschnittes der eintretende Spannungsabfall (Übergangswiderstand, Leitungslänge) nicht berücksichtigt wurde.

Standardisierte Leitungsquerschnitte: 0,75; 1,0; 1,5; 2,5 und 4,0 mm<sup>2</sup>

*Beispiel:*

Der Kühlschrank TA 62-K – 60 l benötigt eine Leistung von 100 W.

Für eine 6-V-Anlage

$$A_L = \frac{P}{30} = \frac{100}{30} = 3,34 \text{ mm}^2; \underline{A_{\text{gewählt}} = 4,0 \text{ mm}^2.}$$

Für eine 12-V-Anlage

$$A_L = \frac{P}{60} = \frac{100}{60} = 1,67 \text{ mm}^2; \underline{A_{\text{gewählt}} = 2,5 \text{ mm}^2.}$$

### Installation der Anhängersteckdose

Bei Fahrzeugen mit elektronischen Blinkgebern wird das schwarz/weiße Kabel von der Klemme des linken hinteren Blinklichts des Zugfahrzeuges zur Klemme Nr. 1 der Anhängersteckdose geführt. Ist eine Zweikreis-Blinkanlage vorhanden, dann muß das Kabel vom freien Steckanschluß des Blinkgebers zur Klemme Nr. 1 geführt werden. Beim Einsatz von Hitze-drahtblinkgebern und einfachen elektronischen Blinkgebern darf keine Parallelschaltung zu den Heckblinkleuchten des Zugfahrzeuges erfolgen (§ 19 (3) der 3. DB zur StVZO). Empfohlen wird die Verwendung des Anhänger-Blinklicht-Bausteins vom Typ AB 6 bzw. AB 12 und des Anhänger-Bremslicht-Bausteins vom Typ BB 6 bzw. BB 12 vom VEB Relais-technik Großbreitenbach.

**Beachte:**

Kabel so verlegen, daß am Kabel keine Scheuerstellen entstehen können.

Das schwarze Kabel wird am Sicherungsausgang der Innenbeleuchtung des Zugfahrzeuges angeklemmt und durch den Fahrgastraum zur Anhängersteckdose geführt. Hier wird es an der Klemme Nr. 2 angeschlossen.

Das braune Kabel wird vom Masseanschluß des Zugfahrzeuges zur Klemme Nr. 3 der Anhängersteckdose geführt. Der Masseanschluß kann an den Rückleuchten bzw. der Kennzeichenbeleuchtung des Zugfahrzeuges abgenommen werden.

Das schwarz/grüne Kabel wird von der Klemme des rechten hinteren Blinklichtes des Zugfahrzeuges zur Klemme Nr. 4 der Anhängersteckdose geführt. Bei einer Zweikreis-Blinkanlage wird das Kabel vom freien Steckanschluß des Blinkgebers durch den Fahrgastraum zur Klemme Nr. 4 geführt.

Das grau/rote Kabel wird von der Klemme der rechten Schlußleuchte des Zugfahrzeuges zur Klemme Nr. 5 der Anhängersteckdose geführt.

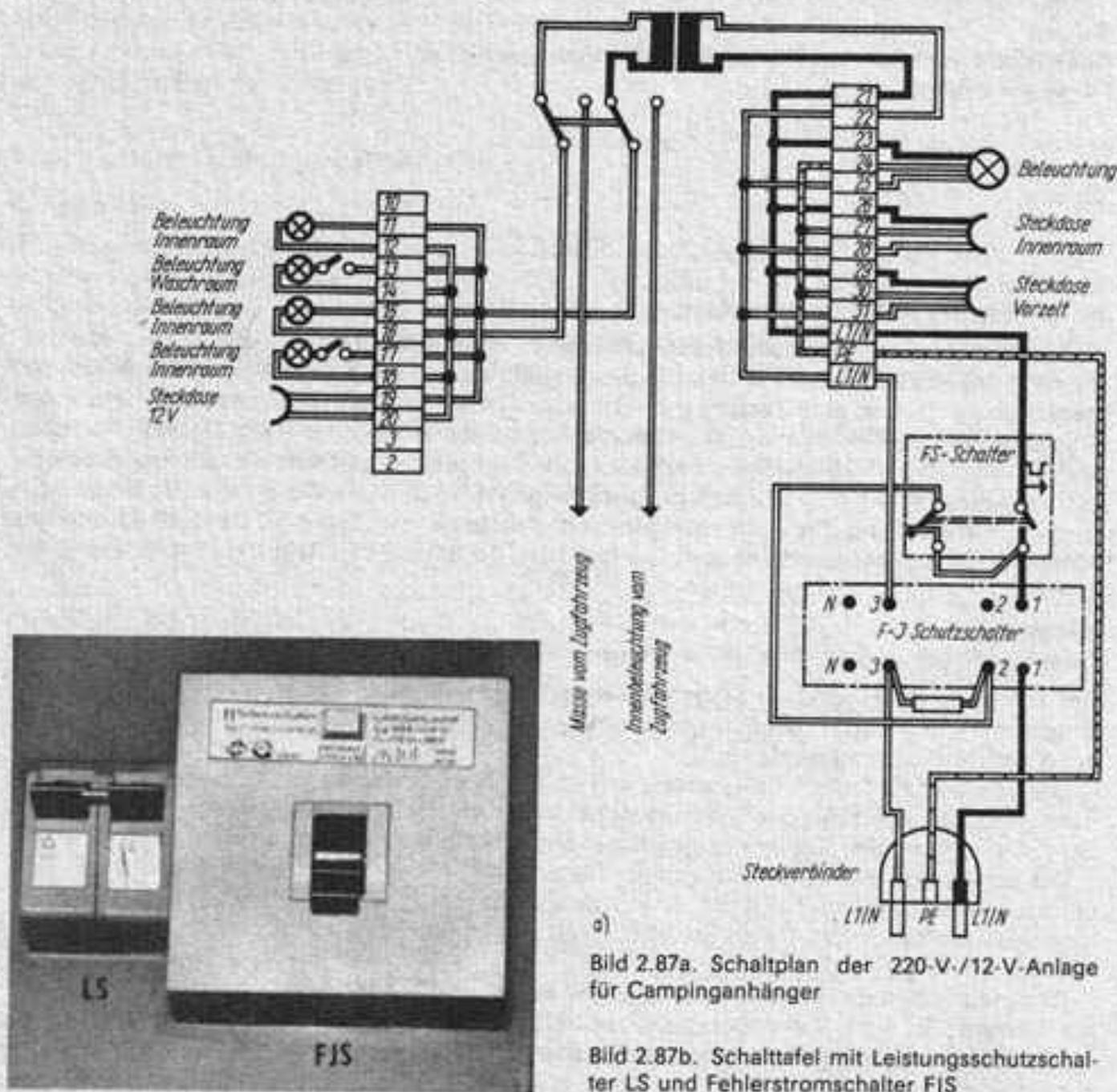
Das schwarz/rote Kabel wird von der rechten bzw. linken Klemme der Bremsleuchte des Zugfahrzeuges zur Klemme Nr. 6 der Anhängersteckdose geführt.

Das grau/schwarze Kabel wird von der Klemme der linken Schlußleuchte des Zugfahrzeuges zur Klemme Nr. 7 der Anhängersteckdose geführt.

Zur Weiterleitung der an der Anhängersteckdose anliegenden Spannung ist das siebenpolige Kabel am Anhängerstecker so anzuklemmen, daß die am Anhänger anzuschließenden Verbraucher mit der Klemmenbezeichnung der Anhängersteckdose übereinstimmen.

## 2.4.5.2. 220-V-Anlage

Campinganhänger haben neben der 6-/12-V-Schwachstromanlage meist auch eine 220-V-Anlage. Heute sind auf fast allen Campingplätzen Anschlußmöglichkeiten über Steckdosen mit Schutzkontakt vorhanden, so daß über ein mitgeführtes Verlängerungskabel die 220-V-Anlage des Anhängers angeschlossen werden kann. Diese Anlage sichert den Energiebedarf für alle im Campinganhänger einsetzbaren Stromverbraucher, z. B. Beleuchtung, Heizung, Kühlschrank. Da es im Campinganhänger auch Bereiche gibt, wo 220-V-Nennspannung aus Sicherheitsgründen unerwünscht ist, werden solche Bereiche (Naßzelle) gemeinsam mit der Beleuchtung über einen Transformator mit 12-V-Nennspannung versorgt. Bild 2.87 zeigt den Schaltplan einer 220-V-Anlage mit Transformator und zweipoligem Leitungsschutz sowie zweipoliger Fehlerstromschutzschaltung.



## Technische Regeln

Eine Reihe von schweren Unfällen auf Campingplätzen, die durch die E-Anlagen des Campingplatzes bzw. der Campinganhänger verursacht wurden, führte auf internationaler Ebene

zu verschärften Sicherheitsbestimmungen für elektrische Anlagen im Wohnwagen und auf Campingplätzen. Für elektrotechnische Anlagen in Campinganhängern sind die Forderungen von TGL 200-0630 einzuhalten.

### **Sicherheitstechnische Forderungen**

Die elektrotechnischen Anlagen sind so zu installieren, daß sie durch die während des Transportes oder durch die im Betrieb zu erwartenden Beanspruchungen, z. B. mechanische Schwingungen, Stöße und klimatische Einflüsse, in ihrer Schutzgüte, Funktionssicherheit und den zulässigen Kennwerten nicht beeinträchtigt werden können.

Die Energiezufuhr hat über Überstromschutzeinrichtungen, z. B. Sicherungen, zu erfolgen. Diese sind beim Campinganhänger in jedem Fall in oder an dem Anhänger anzuordnen. Sie können jedoch entfallen, wenn der Nennstrom der für den Bau erforderlichen Überstromschutzeinrichtung 10 A GS oder 16 A WS nicht übersteigt. In diesem Fall dürfen auch Steckverbinder zum Ein- und Ausschalten der Anlage verwendet werden.

Für Leuchten und Steckdosen sind jeweils gesonderte Sicherungskreise vorzusehen.

Abzweigdosen und Verteiler sind so anzuordnen, daß sie jederzeit erreichbar sind. Die Installation in Dach- oder Zwischenböden sowie in unzugänglichen Hohlräumen ist unzulässig.

Starkstromanlagen müssen durch einen Hauptschalter allpolig ein- und ausschaltbar sein, wenn  $I_N > 10$  A GS oder  $> 16$  A WS ist. Der Schalter ist an leicht zugänglicher Stelle im oder am Anhänger anzuordnen und zu kennzeichnen.

Bei der Festlegung der Leitungs- bzw. Kabeltypen und Installationssysteme sind TGL 200-0612, TGL 200-0613 und TGL 200-0800 zu beachten.

Als Anschlußkabel dürfen keine Plast- und leichte Gummischlauchleitungen verwendet werden, da diese nicht für die auftretenden mechanischen und thermischen Beanspruchungen ausgelegt sind. Es wird gefordert, mindestens mittlere Gummischlauchleitung nach TGL 21805/11 zu verwenden.

Bis  $2,5 \text{ mm}^2$  Leitungsquerschnitt darf als Leiterwerkstoff nur Kupfer in viel- oder feindrähtiger Ausführung verwendet werden. Aluminiumleiter sind für diese Einsatzzwecke ungeeignet.

Energieverbraucher, die der ungehinderten Einwirkung aller am Einsatzort auftretenden Klimaeinflüsse ausgesetzt sind, müssen mindestens einen Schutzgrad IP 43 besitzen.

Schalter, Steckdosen, Verteiler, Leuchten usw., die einen Berührungs- und Fremdkörper-schutz unter IP 43 besitzen, sollten auf eine wärmeisolierende Unterlage montiert werden, wenn darunter brennbare Materialien sind (Holz, Plaste usw.).

Die nach TGL 10707 geforderten Mindestabstände von Elektrowärmegegeräten zu brennbaren Stoffen sind einzuhalten.

Als Schutzmaßnahme gegen zu hohe Berührungsspannung dürfen alle in TGL 200-0602/03 enthaltenen Schutzmaßnahmen angewendet werden. Bei Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung ist ein separater Schutzleiter verbindlich vorgeschrieben.

Vor Inbetriebnahme der E-Anlage sind die Funktionsfähigkeit und die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Betriebsspannungen zu überprüfen.

Am Campinganhänger sollte der Anschlußstecker außen in einer Vertiefung angeordnet und durch einen Deckel geschützt sein.

Es dürfen nur Steckdosen mit Schutzkontakt verwendet werden.

Berührbare leitfähige Teile des Campinganhängers, die Fehlspannung oder Erdpotential annehmen können, z. B. Fahrgestell, Oberbau usw., müssen über einen Potentialausgleichsleiter mit einem Nennquerschnitt von mindestens  $4 \text{ mm}^2$  (feindrähtig) miteinander und mit dem Schutzleiter verbunden werden.

In Leuchten für Glühlampen mit verschiedenen Spannungen sollte die Unverwechselbarkeit der Lampen durch unterschiedliche Fassungen sichergestellt werden.

### **Überlast-, Kurzschluß- und Berührungsspannungsschutz**

Sinnvollerweise sollten alle gerätebezogenen Forderungen des Überlast-, Kurzschluß- und Berührungsspannungsschutzes auf die Campingplatzinstallation bezogen werden, so daß im

Anhänger nur der Netzstecker und der separate Schutzleiter erforderlich sind. Leider gibt es aber für den Benutzer eines Campinganhängers keine Sicherheit, daß dieser Schutz auf allen nationalen und internationalen Stellplätzen auch gewährleistet ist.

Es ist zu empfehlen, die E-Installation der 220-V-Anlage nach Bild 2.87 auszuführen. Durch die Kombination eines einpoligen Leitungsschutzschalters (LS) mit Hilfskontakt mit einem zweipoligen Fehlerstrom-Schutzschalter (FJS) wird beim Ansprechen des LS-Schalters die Anlage zweipolig abgeschaltet. Der FJ-Schutzschalter schützt gleichzeitig vor gefährlichen Berührungsspannungen, die infolge von Isolationsfehlern an Verbrauchern entstehen können. Die Klemmenverbindung zwischen LS-Schalter und FJ-Schutzschalter ist auf Bild 2.87b zu erkennen. Als FJ-Schutzschalter kann der Typ FJS 25.4.030 N 30 empfohlen werden. Aus der Bezeichnung ist zu entnehmen, daß es sich um einen Fehlerstrom-Schutzschalter mit einem zulässigen Nennstrom von 25 A, vierpolige Ausführung mit einem Nennfehlerstrom von 30 mA und einen Schutzgrad IP 30 handelt. Als LS-Schalter kann der Typ AW 1308 L 10 A eingesetzt werden. Der LS-Schalter spricht bei einem Nennstrom größer 10 A an. Als Hilfswiderstand ist der Typ SWF 4,7k $\Omega$  10 % – 23.617 – TK 200 nach TGL 36521 zu verwenden. Über den Hilfswiderstand wird der Fehlerstromkreis beim Ansprechen des LS-Schalters geschlossen und löst den FJ-Schutzschalter aus.

#### **Beachte:**

Bei dieser Kombination muß beim Einschalten zuerst der LS-Schalter und danach der FJ-Schutzschalter eingeschaltet werden, da bei ausgeschaltetem LS-Schalter der FJ-Schutzschalter nicht zugeschaltet werden kann. Die Anlage ist spannungsfrei, wenn beide Schalter ausgeschaltet sind.

#### **Leitungsverlegung**

Bedingt durch den Fahrbetrieb werden die Kabel, wenn sie nicht ordnungsgemäß mit Kabelschellen befestigt sind, bewegt. Diese Erschütterungen können zu Kabelbrüchen führen. Die Kabelbrüche treten an den Stellen auf, wo die Kabel beim Abisolieren eingekerbt wurden bzw. wenn die Kabel bei Wanddurchführungen scheuern. Bei der Kabelverlegung sollte deshalb auf folgendes geachtet werden:

- Alle Kabel der 220-V-Anlage sollten innerhalb des Anhängers in einem Plasterrohr bzw. einem Kabelkanal verlegt werden.
- Wanddurchführungen sollten mit einer Gummimuffe eingefasst bzw. mit Cenusil abgedichtet werden, damit das Kabel an den Blech- oder Holzkanten der Bohrung nicht scheuern kann.
- Das Verlegen der Leitungen in Staukästen sollte grundsätzlich in einem abgedeckten Kabelkanal erfolgen, damit die Leitungen nicht durch Gegenstände, die während der Fahrt ihre Lage verändern können, beschädigt werden.
- Alle elektrischen Leitungen, auch die zu den Leuchten, sollten einen Schutzleiter enthalten. Die Zuleitung zu den Leuchten wird sehr oft zweiadrig ausgeführt. Wird nachträglich eine Leuchte mit Schutzisolierung eingebaut, so kann der Schutzleiter nicht nachgezogen werden, und die Leuchte muß ohne Schutzmaßnahme betrieben werden.
- Die Potentialausgleichsleitung zwischen Aufbau und Fahrgestell muß gegen Selbstlockerung gesichert und korrosionsgeschützt sein.
- Bei Verwendung von Kabeltrommeln sollte die Leitung vollständig abgewickelt sein, da bei nicht vollständig abgewickelter Leitung die in der Leitung entstehende Wärme nicht abgeführt werden kann. Dadurch besteht Brandgefahr.
- Abisolierte Kabelenden müssen an den Anschlußstellen gegen Abspießen und Abquetschen geschützt werden. Die Verminderung der Querschnitte an den Anschlußstellen kann zu Übergangswiderständen führen, die unter Umständen auch Brände auslösen können.
- Aderenden sollten durch Aderhülsen gesichert werden. Das Verlöten der Aderenden sollte wegen der Erschütterung während des Fahrbetriebes nur als Übergangs- oder Notlösung gewählt werden. Lötzinn ist relativ weich und gibt dem Schraubendruck innerhalb der Anschlußklemme nach. Dadurch kann eine gefährliche Lockerung der Leitung eintreten.
- Alle elektrischen Leitungen müssen mit ihrer Außenisolierung bis in die Gehäuse der elek-

trischen Verbraucher eingeführt werden. Die Betriebsisolierung der einzelnen Adern bietet keinen ausreichenden Schutz gegen direktes Berühren.

### Verbraucher

An jedem Verbraucher muß das Kabel mit der Außenisolierung mit einer Kabelschelle zugentlastet angeschlossen werden.

Verbraucher dürfen nur ihrem Zweck entsprechend benutzt werden. Beim Einbau sind die Einbauvorschriften zu beachten. Ist bei einer Leuchte auf Grund der Wärmebelastung nur der Anbau an Seitenwänden gestattet, darf diese Leuchte nicht als Deckenleuchte montiert werden.

Für elektrische Leuchten dürfen nur Glühlampen verwendet werden, die bezüglich ihrer Leistung für die Leuchte zugelassen sind. Beim Auswechseln von Glühlampen ist darauf zu achten, daß die neue Glühlampe die zugelassene Leistungsgrenze, z. B. 40 W, nicht übersteigt. Je größer die Leistung, desto höher ist die sich ergebende Temperatur, desto größer ist die Brandgefahr. Aus diesem Grund werden im Campinganhänger auch nur Leuchten für Glühlampen von 25 W, höchstens 40 W verwendet.

Bei Leuchten mit E-14-Sockel können Glühlampen mit 6/12 V und 220 V (Bild 2.88) verwendet werden.

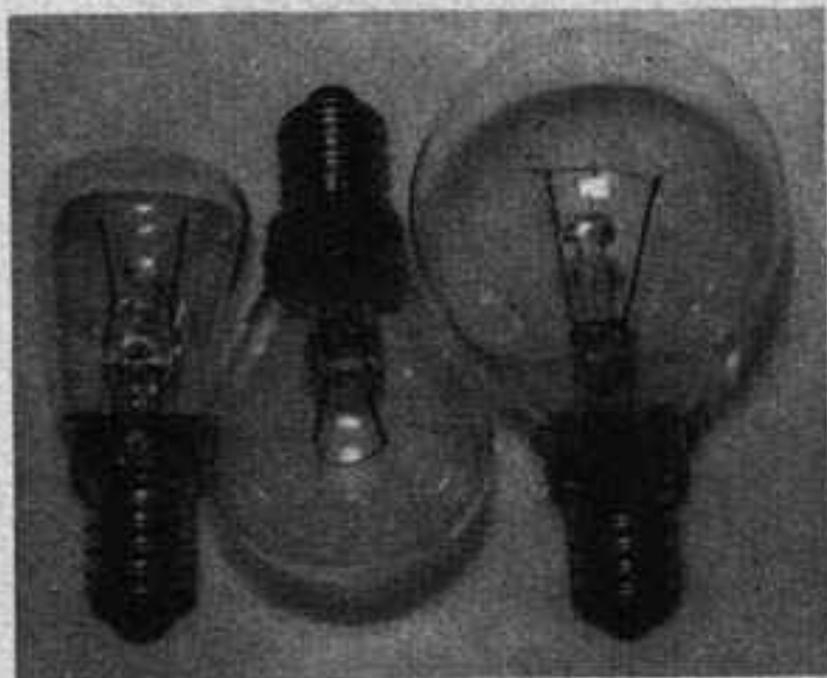
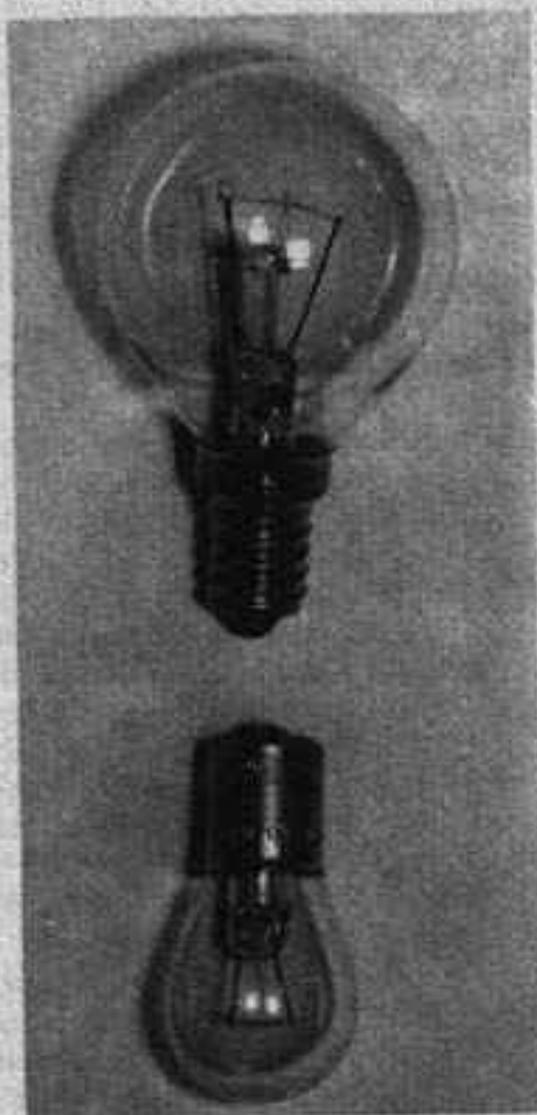


Bild 2.88a. Glühlampen mit E-14-Sockel für 12 V und 220 V – Achtung Verwechslungsgefahr!

Bild 2.88b. Glühlampe für 220 V mit Gewindesockel und Glühlampe für 12 V mit Bajonettsockel



### Beachte:

Wird eine 6-/12-V-Glühlampe in einen E-14-Sockel mit 220 V geschraubt, der unter Spannung steht, dann kann der Glaskolben in der Hand zerplatzen und gleichzeitig ein elektrischer Schlag durch die freihängende Lampenwendel ausgelöst werden. Alle Leuchten im Campinganhänger sollten deshalb nur mit einer Spannung angeklemt werden, bzw. bei Leuchten mit unterschiedlichen Spannungen sollten auch unterschiedliche Fassungen (Bild 2.88b) verwendet werden. Hängeleuchten sollten am Kabel keinen Aus-

und Einschalter haben, wenn die Lampe vom Kabel aufgenommen werden muß. Wandleuchten, die mit dem Sockel an der Wand befestigt sind, können im Kabel einen Aus- und Einschalter besitzen. Bei der Verwendung von Leuchtstoffleuchten dürfen Vorschaltgeräte (Drosseln) keinesfalls in Staukästen montiert werden – Wärmeentwicklung

Die Abdeckungen an den Klemmstellen der elektrischen Leitungen sollten nur mit Schraubendreher oder Maulschlüssel entfernt werden können. Dadurch ist gewährleistet, daß Kinder nicht unverhofft die unter Spannung stehenden Kabelenden berühren können.

Wird die elektrische Stromversorgung der Waschräume über einen Transformator mit 6-/12-V-Nennspannung gewährleistet, dann sollten nur Transformatoren verwendet werden, bei denen es im Fehlerfall unmöglich ist, daß die 220-V-Spannung auf die 12-V-Seite übertragen wird.

## 2.4.6. Luftleiteinrichtungen

Zur Verbesserung des Luftwiderstandes der Campinganhänger werden Luftleiteinrichtungen als Hilfsmittel verwendet. Diese bewirken bei Frontalanströmung, je nach Anhängertyp, zum Teil sehr beachtliche Widerstandsminderungen, die zur Kraftstoffeinsparung genutzt werden können. Die Ursache liegt in der direkten Abhängigkeit des Luftwiderstandes vom Staudruck der Anströmung. Der Staudruck wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, d. h., bei Verdopplung der effektiven Fahrgeschwindigkeit erhöht sich der Widerstand auf das Vierfache. Durch die Luftleiteinrichtung soll nun die Strömung gezwungen werden, nicht frontal auf die Bugfläche zu wirken. Damit entsteht an der Bugfläche des Anhängers kein aufstauender Überdruck und somit eine Kraft entgegen der Fahrtrichtung, sondern ein Unterdruck, eine in Fahrtrichtung unterstützende Kraftkomponente (Bild 2.89). Die in /24/ veröffentlichten Untersuchungen über den Einfluß von Luftleiteinrichtungen erbrachten folgende Verallgemeinerungen, die sich auf alle Anhängerzüge bei Frontalanströmung anwenden lassen.

1. Luftleiteinrichtungen sollten über die gesamte Breite des PKW-Daches angeordnet werden, wobei die Höhe des Schildes der Luftleiteinrichtung bei 250 . . . 350 mm liegen sollte (Bild 2.90).
2. Die Befestigung der Luftleiteinrichtung ist zur Erreichung optimaler Werte in der zweiten Hälfte des PKW-Daches anzuordnen. Eine Befestigung an der handelsüblichen Seitenspiegelhalterung im vorderen Dachbereich bringt keine Widerstandsminderung (Bild 2.91).
3. Die Schrägstellung des Schildes sollte etwa 70° zur horizontalen Dachkante betragen. Die günstigste Schrägstellung kann für jeden Anhängerzug ermittelt werden, indem das Schild auf etwa 60° eingestellt und nach einigen Fahrkilometern überprüft wird, ob sich an der oberen Bugkante des Anhängers Insektenschmutz befindet. Ist das der Fall, dann ist das Schild um jeweils 2 bis 3° zur Vertikalen zu drehen. Dies ist so lange zu wiederholen, bis kein Insektenschmutz mehr sichtbar ist. Die Lage des Schildes ist zu markieren und für diesen speziellen Anhängerzug immer einzuhalten. Bei zu kleinem und zu großem Anstellwinkel tritt eine Verschlechterung des Luftwiderstandsbeiwertes ein (Bild 2.92).
4. Die in den Bildern 2.92 und 2.93 angegebene Senkung des Widerstandsbeiwertes ist nicht direkt auf alle Anhängerzüge übertragbar. Die Werte zeigen aber Tendenzen der Senkung des Widerstandsbeiwertes.

Die aufgeführten Verallgemeinerungen beziehen sich ausschließlich auf Frontalanströmung. Wie Bild 2.92 zeigt, ist der Bereich zur Optimierung des Widerstandsbeiwertes sehr gering. In der Praxis treten jedoch unterschiedliche Strömungsverhältnisse auf.

Wird der Anhängerzug vom Wind seitlich angeströmt, so erhöhen sich die Luftwiderstandsbeiwerte bei Verwendung einer Luftleiteinrichtung wesentlich stärker als bei einem Anhängerzug ohne Luftleiteinrichtung (Bild 2.93). Die Luftleiteinrichtung sollte deshalb so konstruiert werden, daß diese bei Seitenwindanströmung abgeklappt werden kann und somit den Luftwiderstand des Anhängerzuges nicht erhöht.

Luftleiteinrichtungen an Anhängerzügen sind also nur Notlösungen, die bei einem aerodynamisch gut gestalteten Anhänger überflüssig sind.

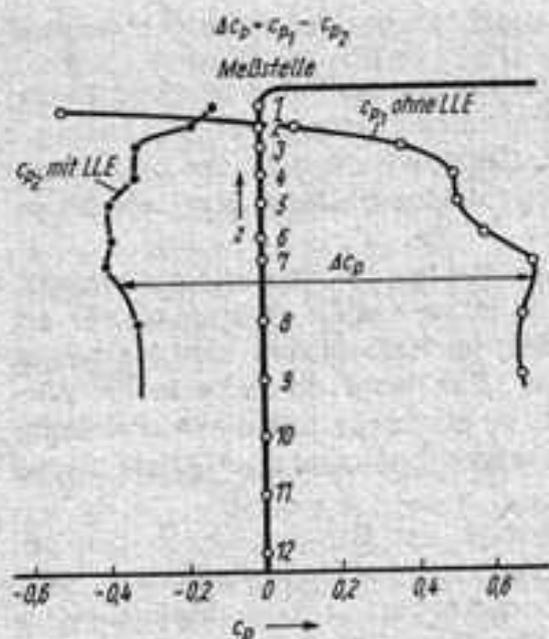


Bild 2.89. Druckverteilung am Bug eines Campinganhängers ohne Luftleiteinrichtung und mit Luftleiteinrichtung

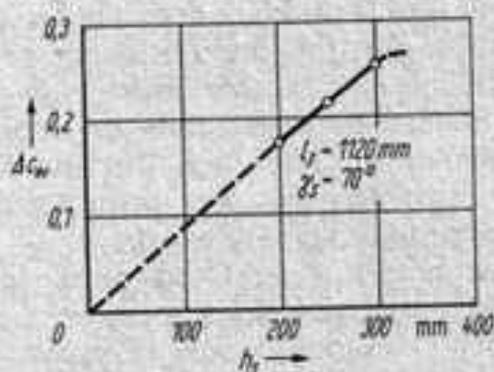


Bild 2.90. Bestimmung der erforderlichen Höhe der Luftleiteinrichtung [24]

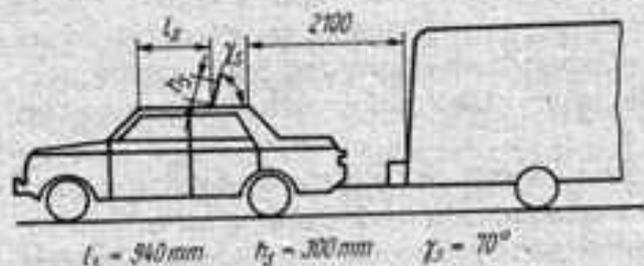


Bild 2.91. Optimierung der LLE-Rücklage auf dem PKW-Dach  
Bei  $l_s = 1000$  mm wird die Luftwiderstandsverringerng  $\Delta c_w$  am größten [24].

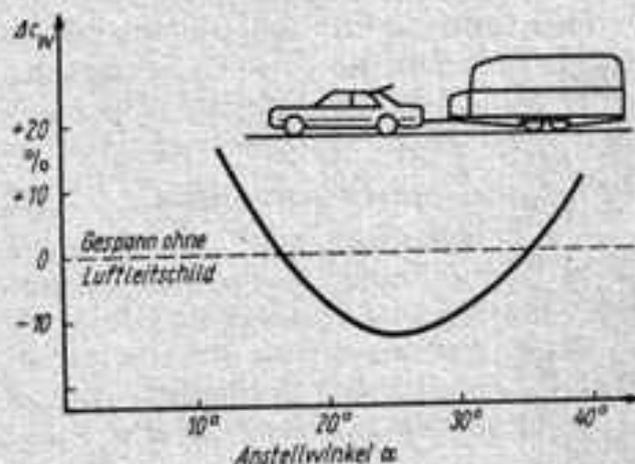
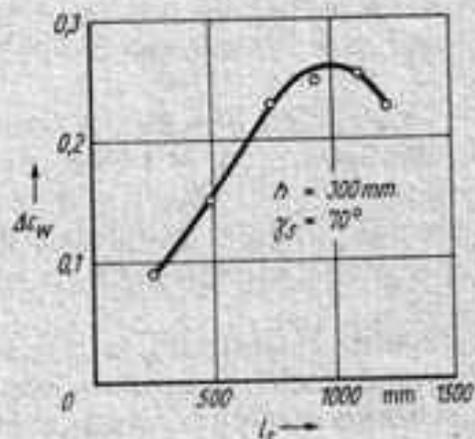


Bild 2.92. Luftwiderstandsverringerng in Abhängigkeit vom Anstellwinkel der Luftleiteinrichtung  
Kurvenverlauf ist abhängig von dem Abstand LLE – Bug Campinganhänger. Je größer der Abstand, desto kleiner wird  $\alpha$  [3].

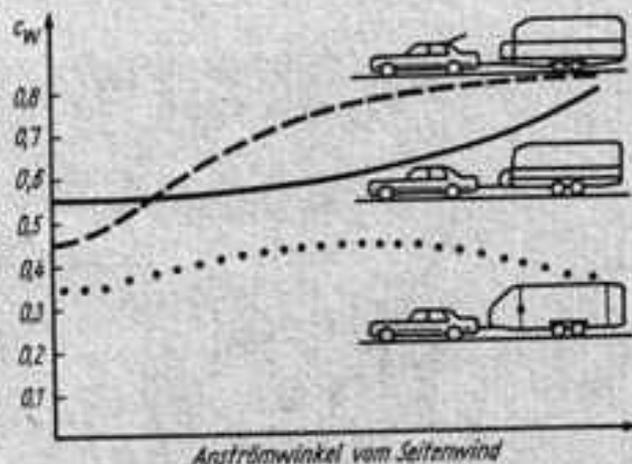


Bild 2.93. Einfluß der Seitenwindanströmung bei der Verwendung einer Luftleiteinrichtung auf den Luftwiderstandsbeiwert  $c_w$  [3]

## 2.4.7. Vorzelt – Sonnendach

Ein Campinganhänger ohne Vorzelt ist in seinen Gebrauchseigenschaften von vornherein eingeschränkt. Das Vorzelt erweitert nicht nur den Aufenthaltsraum, sondern bietet bei guter Raumaufteilung auch noch genügend Unterstellfläche für Gegenstände, die nicht in den Campinganhänger gehören. Für Kinder wird das Vorzelt bei schlechtem Wetter zum idealen geschützten Freizeitraum.

Das Vorzelt wird in seinen Abmessungen durch drei Größen beeinflusst: den Neigungswinkel des Daches, die Tiefe und die Mindeststehhöhe. Die Höhe der Zelteinzugschiene am Campinganhänger und die Mindeststehhöhe beeinflussen im wesentlichen den Neigungswinkel. Die Zelttiefe bei einem Sommerzelt beträgt 2,0 bis 3,0 m, während sie bei einem Winterzelt nur bei 1,50 bis 2,0 m liegt. Die Grundfläche sollte so groß sein, daß die im Anhänger wohnenden Personen bequem an einem Campingtisch sitzen können und noch Abstellfläche für diverse Utensilien vorhanden ist.

Unter Beachtung gültiger Gestängestandards ist zunächst das Gestänge nach den gewünschten Abmessungen zu konstruieren, um dann die Zelthaut gestalterisch und funktionsgerecht an den Campinganhänger anzupassen. Ein Zeltboden sollte nur dann eingenäht werden, wenn ein druckunempfindliches und zerreifestes Material zur Verfügung steht. Besser bewährt hat sich ein gesonderter Einlegeboden, der je nach Bedarf in das Vorzelt gelegt wird und jederzeit auswechselbar ist.

Zwei Eingangstüren sollten unbedingt vorgesehen werden. Bei kleineren Vorzelten ist die Eingangstür meist an der rechten und linken Seite. Auf dem Stellplatz ist es nicht immer möglich, den Anhänger so zu stellen, daß der Zelteingang an nur einer Seite auch gewährleistet ist.

Für ein Sommerzelt (Bild 2.94 – Bild im Farbteil) ist die gewählte Belüftungsmöglichkeit von ausschlaggebender Bedeutung. An kühlen, feuchten Tagen darf sich an der Dachinnenhaut kein Kondenswasser bilden. Dies wird durch unmittelbar unterm Dach an der Vorderwand angeordnete Belüftungsöffnungen gewährleistet. Zwischen Innenraum und Belüftungsöffnungen tritt ein sogenannter Kamineffekt auf, der die unterm Dach angereicherte feuchte Luft nach außen abführt.

Um im Vorzelt keiner Zugluft ausgesetzt zu sein, ist zwischen der Wand des Anhängers und dem Fußboden eine Zeltschürze anzubringen. Zur Verbesserung der Belüftung an heißen Tagen wird ein Teil der Fenster mit durchlässiger Gaze versehen, die an kalten Tagen abdeckbar sein muß. Bewährt hat sich auch das Aufrollen der kompletten Vorderwand.

Das Vorzelt kann aber auch gleichzeitig zur Temperaturverbesserung des Campinganhängers mit benutzt werden. Indem das Dach des Vorzeltes (Bild 2.95) über das Anhängerdach gezogen wird, entsteht eine Luftschleuse, die ein Auftreffen der stark erwärmten Luft bzw. der



Bild 2.95. Vorzelt, bei dem die Dachhaut des Vorzeltes gleichzeitig das Dach des Campinganhängers schützt

Sonnenstrahlen verhindert. In so geschützten Campinganhängern ist es spürbar kühler. Außerdem fallen bei Regen die Tropfen nicht direkt auf die Dachaußenhaut, die wie ein gespanntes Trommelfell wirkt. Das über den Anhänger gespannte Vorzelt fängt diese Geräusche ab, und im Anhänger ist es auch bei einem Dauerregen ruhig.

Eine andere Variante der Vorzeltgestaltung zeigt Bild 2.96 (Bild im Farbteil). Bei diesem Zelt sind beide Seitenwände sowie die Vorderwand herausnehmbar, so daß es auch nur als Sonnendach zu verwenden ist (Bild 2.97 – Bild im Farbteil). Ein weiterer Vorteil dieses Vorzeltes besteht beim Einziehen in die Vorzeltschiene am Campinganhänger. Dabei wird nur das Zelt-dach über das Zeltgestänge gezogen, und danach werden die einzelnen Wände am Zelt-dach befestigt.

### Wintervorzelt

Für den Einsatz eines Vorzeltes im Winter ergeben sich naturgemäß andere Ansprüche. Das Vorzelt ist ein Windfang beim Betreten oder Verlassen des Campinganhängers und zugleich Abstellraum für Wintersportgeräte. Außerdem muß das Vorzelt anderen Belastungen entsprechen. Jede sich ergebende Schneedecke muß entweder vom Zeltgestänge getragen werden oder vom Dach auf Grund des größeren Neigungswinkels abrutschen. Um einen großen Neigungswinkel zu erreichen, darf die Zelttiefe höchstens 1,5 m betragen. Wird eine größere Zelttiefe gefordert, so sind die Gestängeabstände zu verkürzen. Als Gestänge sollte Stahlrohr in den Abmessungen 22 bis 26 × 1 mm verwendet werden. Wintervorzelte sollten unbedingt eine umlaufende Sturmsicherung haben, die im unteren Drittel angebracht ist.

## 2.5. Fahrgestell

Für die Konstruktion und Berechnung von Fahrgestellen für Campinganhänger sind Erfahrungen und Kenntnisse erforderlich, besonders über die während des Fahrbetriebes auftretenden Belastungen. Die nachfolgenden Berechnungsgrundlagen gewährleisten die Haltbarkeit des Fahrgestelles. Die Berechnungsgrundlagen für den material-ökonomischen Leichtbau können im Rahmen dieses Abschnittes jedoch nicht behandelt werden.

### 2.5.1. Berechnungsgrundlagen

Im nachfolgenden Abschnitt sollen die Berechnungen so dargestellt werden, wie sie zur Berechnung eines Fahrgestelles nacheinander abgearbeitet werden sollten. Dabei wird nur auf die Berechnung des Fahrgestellrahmens sowie der Zugeinrichtung eingegangen, da diese Baugruppen an den jeweiligen Oberbau angepaßt werden müssen. Für Achse, Kugelkuppelung und Schubstück werden standardisierte Baugruppen eingesetzt, die unter Beachtung ihrer zulässigen Gesamtbelastung für jeden beliebigen Oberbau verwendet werden können.

#### 2.5.1.1. Gesamtmasse und Schwerpunkt

Voraussetzung für die Berechnung der Gesamtmasse und des Schwerpunktes ist der Konstruktionsentwurf. Der Entwurf muß bereits exakte Maß- und Masseangaben enthalten. Da in der StVZO die zulässige Auflagekraft auf die Anhängerzugvorrichtung des Zugfahrzeuges mit mindestens 5 % der Gesamtmasse des Campinganhängers und maximal 50 kg vorgeschrieben ist, bestimmt die Lage des Schwerpunktes die Lage der Achse. Ungenaue Maß- und Masseangaben führen zu unbrauchbaren Rechenergebnissen.

#### Arbeitsfolge:

1. Festlegen der x-, y- und z-Koordinaten. Es ist zu empfehlen, diese an die Kugelkuppelung des Fahrgestelles zu legen (Bild 2.98).
2. Zerlegen des Aufbaues in seine Teilsegmente  $m_{A1}$  bis  $m_{An}$ , d. h. Seitenwand links, Seiten-

**Beachte:**

Die Teilsegmente müssen mit allen Einbauten, z. B. Fenster, Dichtgummi, Lüftungsrosetten, Außenleuchten, Steckdosen erfaßt werden.

3. Die Einbauten einschließlich Zubehör (Propangasheizung, E-Anlage, Wasseranlage, Kocher-Spüle-Kombination . . .) und vorgesehener Zuladung werden entsprechend Bild 2.99 in Teilmassen  $m_{E1}$  bis  $m_{E6}$  aufgeteilt.

**Beachte:**

Für eine Überslagsberechnung genügt es, wenn die im Bild 2.99 erfaßten Einbauten berücksichtigt werden. Zu beachten ist, daß in den einzelnen Baugruppen das Zubehör und die vorgesehene Zuladung in der Masseermittlung berücksichtigt werden.

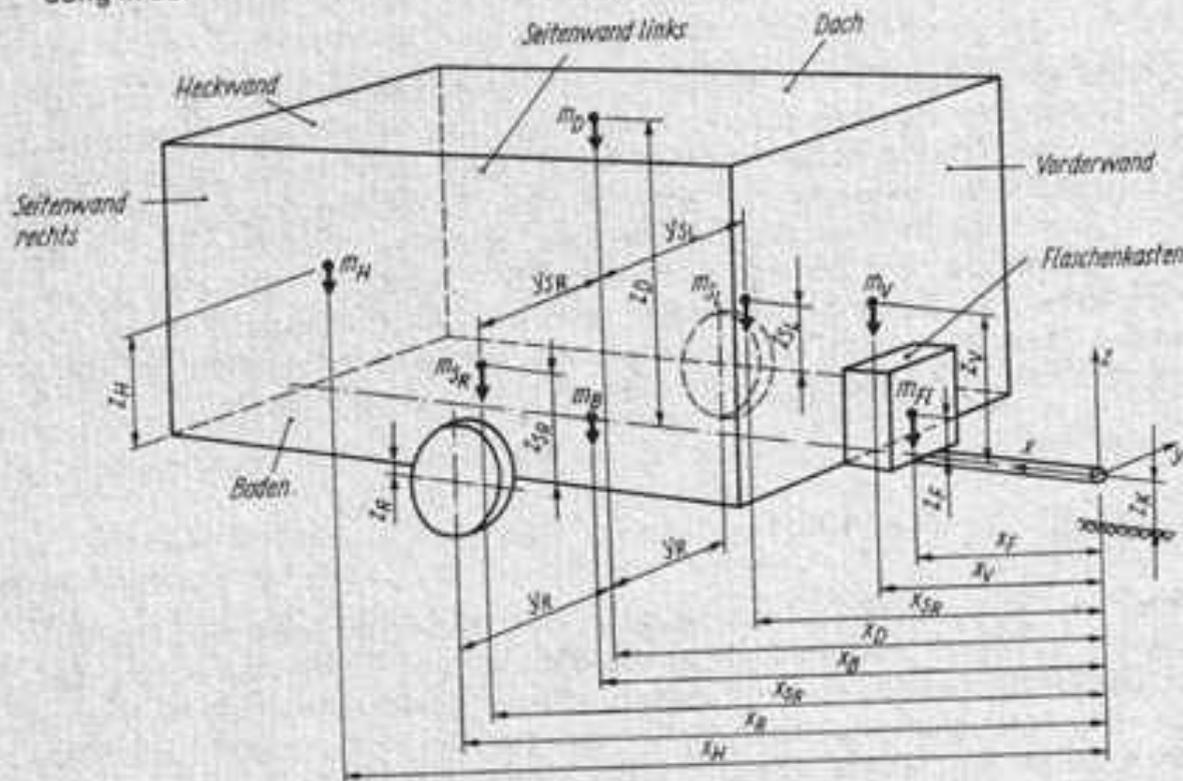


Bild 2.98. Belastungsschema des Aufbaues unter Beachtung aller zum Aufbau gehörenden Baugruppen

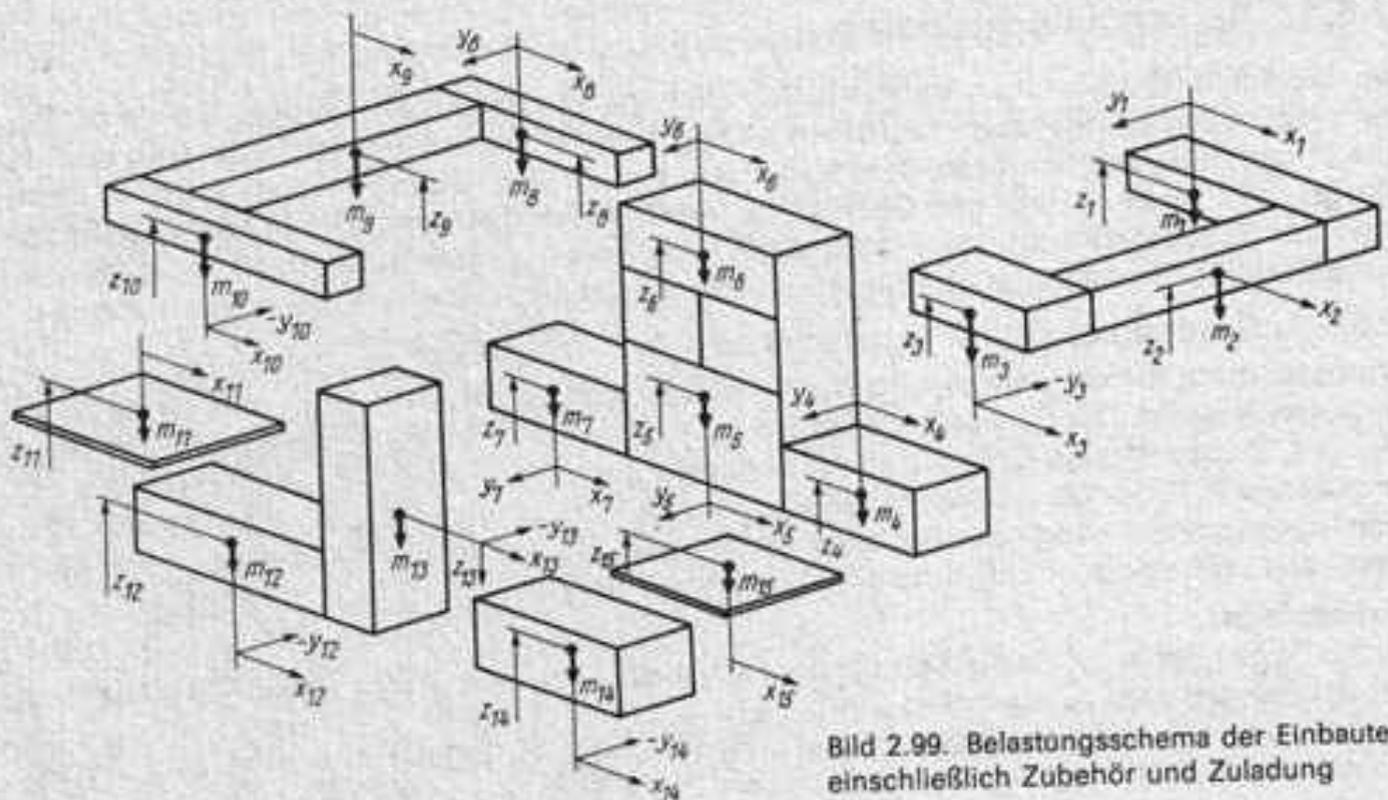


Bild 2.99. Belastungsschema der Einbauten einschließlich Zubehör und Zuladung

**Tabelle 2.14. Ermittlung der Gesamtmasse und der Schwerpunktkoordinaten**

Bezeichnung	$m_i$	$x_i$	$x_i \cdot m_i$	$y_i$	$y_i \cdot m_i$	$z_i$	$z_i \cdot m_i$
	kg	cm	cm kg	cm	cm kg	cm	cm kg
Korpussegmente komplett							
Seitenwand links							
rechts							
Boden							
Dach							
Vorderwand							
Heckwand							
Flaschenkasten							
Inneneinrichtung mit Zubehör und vorgesehener Zuladung							
Kleiderschrank							
Wäscheschrank							
Küche							
Toiletten- u. Waschraum							
Hänge- schrank links vorn							
rechts vorn							
Vorderwand							
links hinten							
Zubehör							
Ersatzradhalterung							
Ersatzrad							
Abwassertank							
Fahrgestell							
Zugleinrichtung							
Rahmenprofil vorn rechts							
links							
hinten rechts							
links							
Mitte rechts							
links							
Querprofil							
Standstützen vorn rechts							
links							
hinten rechts							
links							
Schubstück mit Kugelumkupplung							
Rad rechts							
links							
Achse							
	$\sum_{i=1}^n m_i$	-	$\sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i$	-	$\sum_{i=1}^n m_i \cdot y_i$	-	$\sum_{i=1}^n m_i \cdot z_i$

4. Das konzipierte Fahrgestell ist in die Teilmassen des Rahmens  $m_{R1}$  bis  $m_{R4}$ , des Schubstückes und der Kugelumkupplung  $m_{S1}$ , der Räder mit Bereifung  $m_{B1}$  und  $m_{B2}$  und der auf die Verbindung Rahmen – Achse aufgeteilten Masse der Achse  $m_{A1}$  und  $m_{A2}$  zu zerlegen (Bild 2.100) und in Tabelle 2.14 einzutragen.

Aus Tabelle 2.14 erhalten wir die für die Berechnung der Schwerpunktkoordinaten erforderli-

Die Schwerpunktkoordinaten ergeben sich aus den Gleichungen

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{m_{\text{ges}}}$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot m_i}{m_{\text{ges}}}$$

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \cdot m_i}{m_{\text{ges}}}$$

**Beachte:**

$x_i \cdot m_i$ ,  $y_i \cdot m_i$  und  $z_i \cdot m_i$  sind in Tabelle 2.14 für jedes Einzelteil  $m_i$  zu berechnen. Erst dann dürfen die einzelnen Werte zur Summe addiert und mit Hilfe der so ermittelten Summe die Schwerpunktkoordinaten ermittelt werden.

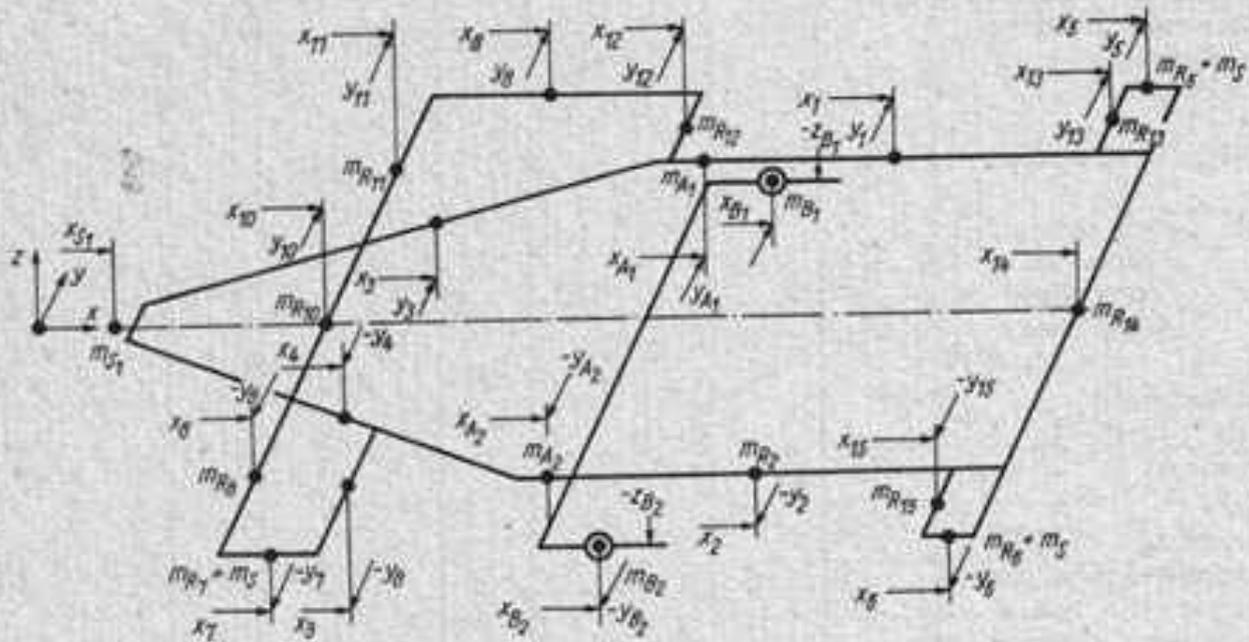


Bild 2.100. Belastungsschema Rahmen

### Ermittlung der Schwerpunktkoordinaten durch Messungen

Der theoretisch berechnete Schwerpunkt kann wie folgt nach Fertigstellung des Campinganhängers durch Messungen überprüft werden.

1. Zur Ermittlung der Gesamtlast wird der Campinganhänger im voll beladenen Zustand, ohne Zugfahrzeug, gewogen.
2. Um die Schwerpunktlage auf der x-Achse zu ermitteln, wird zuerst die Kupplungslast und danach die Achslast bestimmt. Die ermittelte Gesamtlast muß gleich der Summe der Kupplungslast und der Achslast sein.

Mit diesen Werten erhalten wir nach Bild 2.101

$$G_{\text{ges}} \cdot x_s - G_A \cdot c = 0$$

$$x_s = \frac{G_A \cdot c}{G_{\text{ges}}}$$

3. Die Schwerpunktlage auf der y-Koordinate erhält man, indem die Radlast links oder rechts durch Wiegen ermittelt wird. Nach Bild 2.102 ergibt sich

$$G_{\text{ges}} \cdot s_R - G_L \cdot s = 0$$

$$s_R = \frac{G_L \cdot s}{G_{\text{ges}}}$$

$$y = s_R - \frac{s}{2}$$

**Beachte:**

Ergibt sich für  $y$  ein Minuswert, so liegt der Schwerpunkt auf der  $y$ -Koordinate rechts von der Mittellinie des Campinganhängers. Siehe Koordinatenfestlegung Bild 2.98

4. Zur Bestimmung der Schwerpunkthöhe auf der  $z$ -Koordinate wird der Campinganhänger auf eine Waage geschoben und an der Kugelkupplung nach oben angehoben. Um exakte Werte zu erhalten, sind vor dem Anheben die Federn zu blockieren. Ein Einfedern des Rades würde verfälschte Werte ergeben.

**Beachte:**

Um ein Wegrollen während des Meßvorganges zu vermeiden, sind unter die Räder Vorlegekeile zu legen. Außerdem darf die Handbremse nicht angezogen sein.

Die mit folgender Gleichung berechnete Schwerpunkthöhe ist auf die Fahrbahnebene bezogen (Bild 2.103).

$$h = r + \frac{G'_A - G_A}{G_A + G_K} \cdot l_R \cdot \frac{d(H+d) + l_R \cdot \sqrt{l_R^2 + d^2 + (H+d)^2}}{l_R(H+d) + d \cdot \sqrt{l_R^2 + d^2 - (H+d)^2}} + \left(1 - \frac{G'_A}{G_A + G_K}\right) \cdot d$$

$G'_A$  Achslast nach dem Anheben.

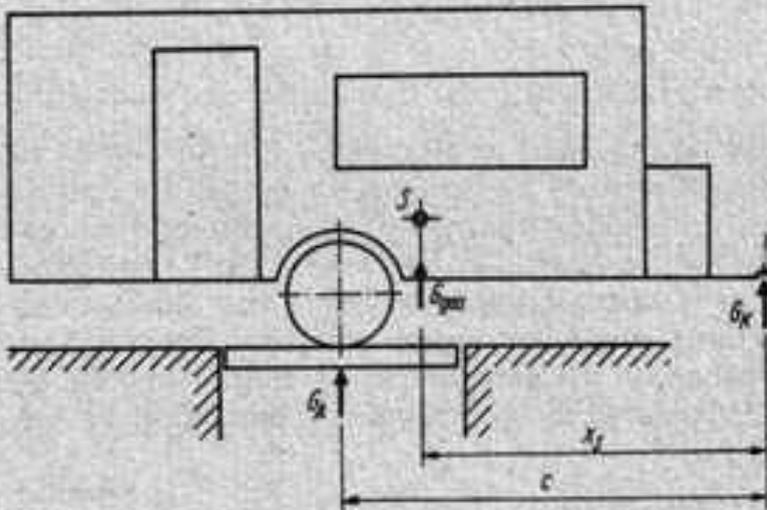


Bild 2.101. Ermittlung der Achslast

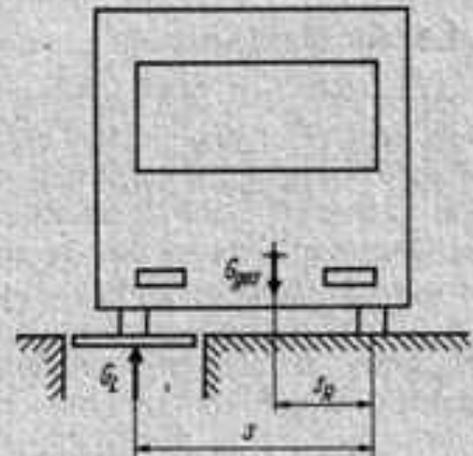


Bild 2.102. Ermittlung der Radlast

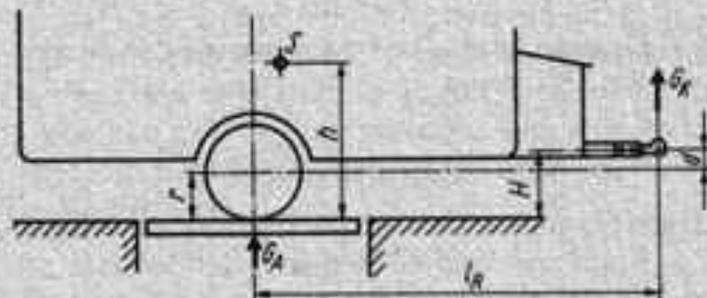


Bild 2.103. Ermittlung der Schwerpunkthöhe

### 2.5.1.2. Statische Ruhelasten

Die Ermittlung der statischen Ruhelasten ist Voraussetzung für die Dimensionierung der Bereifung sowie für die Berechnung der dynamischen Belastung der funktionswichtigen Baugruppen des Fahrwerkes. Nach Bild 2.104 wird im ermittelten Schwerpunkt des Campinganhängers die zulässige Gesamtmasse als wirkende Punktlast angesetzt. Diese Punktlast wird von

den Radkräften  $A_{20}$  und  $B_{20}$  sowie der Stützllast  $C_{20}$  der Kugelkupplung aufgenommen. Die Kräfte  $A_{20}$ ,  $B_{20}$  und  $C_{20}$  ergeben sich nach den Gleichgewichtsbedingungen

$$\begin{aligned} B_{20} \cdot y_2 - A_{20} \cdot y_2 + m_{\text{ges}} \cdot g \cdot y_1 &= 0 \\ m_{\text{ges}} \cdot g(x_1 + x_3) - (B_{20} + A_{20})(x_1 + x_2) &= 0 \\ A_{20} + B_{20} + C_{20} - m_{\text{ges}} \cdot g &= 0. \end{aligned}$$

Für die ermittelten statischen Radlasten wird nach Abschnitt 2.5.3. die erforderliche Bereifung gewählt.

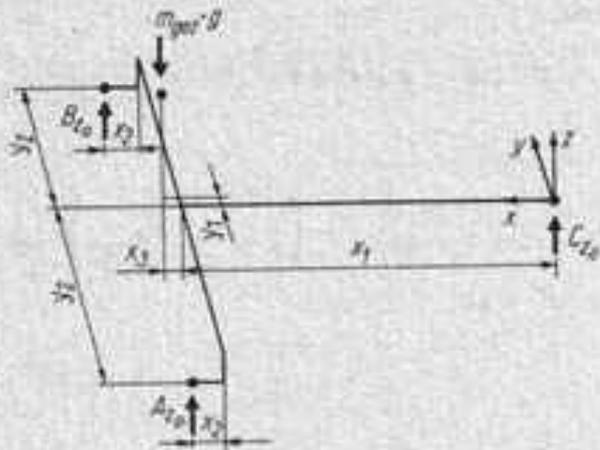


Bild 2.104. Schema zur Berechnung der Rad- und Kupplungskräfte

### 2.5.1.3. Stoßfaktoren

Bei der Berechnung und Konstruktion eines Fahrgestelles ist eine Reihe von Annahmen zu treffen, deren Genauigkeit sich erst durch nachfolgende Messungen am fertigen Fahrgestell bestätigt. Dies kann zur Folge haben, daß bei unrichtigen Annahmen das konstruierte Fahrgestell im Extremfall nicht verwendbar ist. Um dem vorzubeugen, hat sich bei der Konstruktion eines Einzelfahrgestelles das Berechnen der Hauptbaugruppen mit Hilfe von Stoßfaktoren durchgesetzt. Durchgeführte Versuche mit den Campinganhängern Bastei und Intercamp sowie mit dem Zeltanhänger Camptourist ergaben für die Berechnung der einzelnen äußeren Kräfte, unter Fahrbedingungen, folgende Stoßfaktoren für die Radkräfte  $A$  und  $B$  und die Auflagekraft  $C$  in den Komponenten  $x$ ,  $y$  und  $z$ .

$$\begin{aligned} A_x &= 1,4 \cdot A_{20}; & B_x &= 1,4 \cdot B_{20}; & C_x &= -1,2 \cdot F_0 \\ A_y &= 1,2 \cdot A_{20}; & B_y &= 1,2 \cdot B_{20}; & C_y &= 3,5 \cdot C_{20} \\ A_z &= 2,3 \cdot A_{20}; & B_z &= 2,3 \cdot B_{20}; & C_z &= 3,4 \cdot C_{20} \end{aligned}$$

**Beachte:**

Die Ermittlung der Komponente  $C_x$  wird auf die Kraft  $F_0$  bezogen, die die Gesamtmasse des Campinganhängers ( $m_A$ ) und die Gesamtmasse des Zugfahrzeuges ( $m_Z$ ) beinhaltet:

$$F_0 = \frac{m_Z \cdot m_A}{m_Z + m_A} \cdot g.$$

Die durchgeführten Messungen ergaben, daß beim Erreichen des vollen Stoßfaktors in einer Richtung in den beiden anderen Richtungen nur noch maximal 80 % des vollen Wertes erreicht wurde, so daß der volle Stoßfaktor in den beiden anderen Richtungen mit 0,8 multipliziert werden kann.

### 2.5.1.4. Dynamische Lasten

Mit Hilfe der Stoßfaktoren können die statischen Ruhelasten in dynamisch wirkende Lasten umgerechnet werden, die für die Auslegung der Baugruppen des Fahrwerkes benötigt werden (Bild 2.105).

Folgende dynamisch wirkende äußere Kräfte sind für die praktische Auslegung von Bedeutung:

$$\begin{aligned} A_x &= 0,8 \cdot 1,4 \cdot A_{20}; & B_x &= 0,8 \cdot 1,4 \cdot B_{20}; & C_x &= -0,8 \cdot 1,2 \cdot F_0 \\ A_y &= 1,2 \cdot A_{20}; & B_y &= 1,2 \cdot B_{20}; & C_y &= 3,5 \cdot C_{20} \\ A_z &= 0,8 \cdot 2,3 \cdot A_{20}; & B_z &= 0,8 \cdot 2,3 \cdot B_{20}; & C_z &= 0,8 \cdot 3,4 \cdot C_{20} \end{aligned}$$

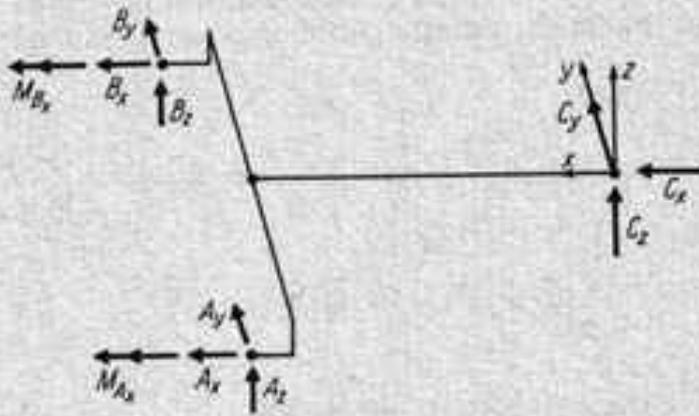


Bild 2.105. Äußere Kräfte unter Fahrbedingungen

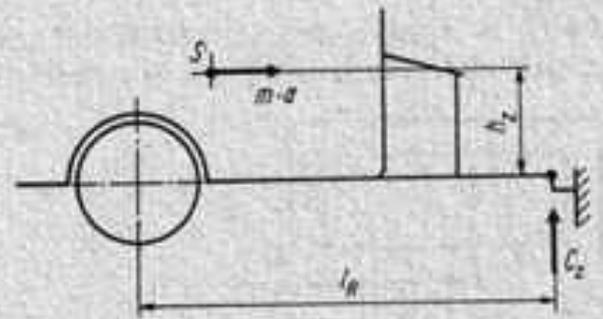


Bild 2.106. Berechnungsskizze zur Ermittlung der vertikalen Kupplungskraft

### Bremsvorgang

Im praktischen Fahrbetrieb beansprucht der Bremsvorgang vor allem die Zugeinrichtung. Es ist deshalb zu überprüfen, ob die maximale Beanspruchung der Zugeinrichtung durch die dynamisch wirkenden Rad- und Kupplungskräfte oder durch die Bremsverzögerung eintritt.

Aus der maximalen Bremsverzögerung berechnet sich die für die Dimensionierung der Zugeinrichtung ausschlaggebende vertikale Kupplungskraft  $C_z$  (Bild 2.106) zu

$$C_z = \frac{m_{\text{ges}} \cdot a}{l_R} \cdot h_z$$

Die Bremsverzögerung eines abgebremsten Campinganhängers liegt zwischen  $0,4 \cdot 9,81$  und  $0,8 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$ .

### Beachte:

Für die Dimensionierung der Zugeinrichtung ist die sich aus den Belastungsfällen ergebende größte Kupplungskraft einzusetzen.

Größere Kräfte, als bei den Belastungsfällen ermittelt, können nur vereinzelt auftreten. Dies ist der Fall, wenn beim Bremsen gleichzeitig Schlaglöcher oder starke Bodenwellen vorhanden sind. Derartige extreme Beanspruchungen sollten aber für die Dimensionierung nicht maßgebend sein, da uns die zulässigen Anhängerlasten der Zugfahrzeuge zu einem extremen Leichtbau zwingen. Außerdem sind metallische Werkstoffe in der Lage, vereinzelt auftretende kurzzeitige Belastungen – auch über die zulässige Spannungsgrenze des Werkstoffes – zu verkraften.

### 2.5.1.5. Kipp- und Rutschgrenzen

Mit Hilfe der ermittelten Gesamtmasse und der Schwerpunktlage kann die Sicherheit gegenüber Kippen ermittelt werden. Diese Ermittlung sollte vor der Berechnung des Rahmens erfolgen, da sich eine evtl. Neukonzipierung ergeben kann, wenn keine Kippsicherheit vorhanden ist.

Ein Rutschen oder Kippen des Campinganhängers während der Fahrt erfolgt durch das Wirken der Flieh- und Windkräfte. Wirken Fliehkräfte nur bei Kurvenfahrten oder beim unver-

hofft eintretenden Schleudern, so können Windkräfte in allen Fahrzuständen wirken. Nach Bild 2.107 ist Kippsicherheit vorhanden, wenn

$$\frac{F_h}{F_v} = \frac{y_s}{h}; \quad F_h = \frac{F_v \cdot y_s}{h}$$

Um zu prüfen, ob der Campinganhänger kippt oder rutscht, ist die zweite Bedingung

$$F_h = \mu_h F_v; \quad \mu_h \text{ siehe Tabelle 2.15.}$$

Ist  $y_s/h > \mu_h$ , so ist die Kippsicherheit gewährleistet, da der Campinganhänger vor Erreichen der seitlichen Horizontalkraft  $F_h$  rutscht.

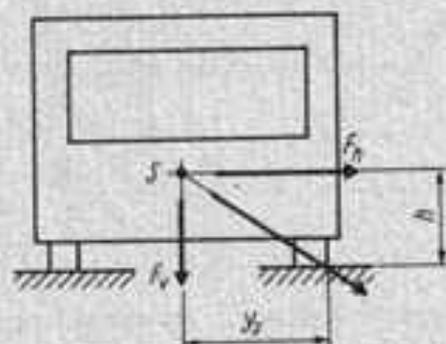


Bild 2.107. Am Campinganhänger wirkende Kräfte, die ein Kippen oder Rutschen verursachen

Tabelle 2.15. Haftbeiwert  $\mu_h$  zwischen Reifen und Fahrbahn [9]

Fahrbahnbelag	Geschwindigkeit km/h	Zustand	$\mu_h$
Zementboden	bis ~ 40	trocken	bis 1
		naß	bis 0,6
	über 80	trocken	0,7
		naß	0,5
Asphaltbeton	bis ~ 40	trocken	bis 1
		naß	0,5 ... 0,7
	über 60	trocken	bis 0,8
		naß	bis 0,6
Kleinpflaster	um 60	trocken	bis 0,8
		naß	bis 0,5
Erdweg	um 40	trocken	bis 0,5
		naß	um 0,2
Hartschnee mit Spikes mit Schneeketten			0,1 ... 0,4
			bis 0,45 bis 0,6
Eis mit Spikes mit Schneeketten			0,05 ... 0,15
			bis 0,4 bis 0,5

Die Zunahme der Geschwindigkeit führt stets zur Abnahme des Haftbeiwertes. Im Bereich zwischen 80 und 140 km/h ist mit nahezu linearem Abfall bei nasser Fahrbahn zu rechnen. Die genannten Werte können unter günstigen Umständen überschritten werden. Die Werte bei Nässe gelten nur bei ausreichender Profilierung. Alle Werte sind erheblichen Schwankungen (Witterung, Jahreszeit, Abnutzung von Rad und Fahrbahn, Verschmutzung) unterworfen. Bei größerer Geschwindigkeit, abgenutzten Reifen und starker Nässe ist mit Aufschwimmen (Aquaplaning,  $\mu = 0$ ) zu rechnen.

### Ermittlung der seitlichen Horizontalkraft $F_h$

#### a) Für Kurvenfahrt

$$F_h = \frac{G_{\text{ges}}}{g} \frac{v^2}{3,6 \cdot R} = \frac{G_{\text{ges}} \cdot v^2}{127,14 \cdot R}$$

$G_{\text{ges}}$  Gesamtgewicht des Campinganhängers in N;  $v$  Fahrgeschwindigkeit in km/h;  $R$  Kurvenradius in m.

#### Beachte:

Es wird angenommen, daß die Fliehkraft  $F_h$  und das Gesamtgewicht im Schwerpunkt des Campinganhängers angreifen.

Die Grenzgeschwindigkeit in km/h für das Kippen des Campinganhängers, ergibt sich aus

$$v_k = 11,3 \cdot \sqrt{R \cdot \frac{\frac{y_s}{h} + \tan \beta}{1 - \frac{y_s}{h} \cdot \tan \beta}}$$

Ohne Kurvenüberhöhung wird

$$v_k = 11,3 \sqrt{R \cdot \frac{y_s}{h}}$$

Die Grenzgeschwindigkeit  $v_R$ , bei der das Rutschen des Campinganhängers einsetzt, ergibt sich aus

$$v_R = 11,3 \sqrt{R \cdot \frac{\mu_h + \tan \beta}{1 - \mu_h \cdot \tan \beta}}$$

$$v_R = 11,3 \cdot \sqrt{R \cdot \mu_h}$$

**Beachte:**

$v_k$  sollte immer kleiner als  $v_R$  sein, da sonst keine Kippsicherheit vorhanden ist.

*b) Als Windkraft*

Trifft der Wind im rechten Winkel zur Fahrtrichtung auf die Seitenwand des Campinganhängers auf, so versucht die vorhandene Windkraft das Fahrzeug seitlich zu verschieben. Der Windkraft entgegen wirkt der Reibwiderstand zwischen Reifen und Fahrbahn.

Für die rechtwinklig zur Fahrtrichtung wirkende Horizontalkraft  $F_h$  gilt

$$F_h = C_w \cdot \frac{\rho_L}{2} \cdot A \cdot v_w^2$$

$C_w$  Widerstandsbeiwert der Seitenwand ( $C_w$  0,7 bis 0,9);  $\rho_L$  Luftdichte 1,29 kg/m<sup>3</sup>; A Querschnittsfläche der Seitenwand in m<sup>2</sup>;  $v_w$  Windgeschwindigkeit in m/s (s. Tabelle 2.16).

**Tabelle 2.16. Mittlere Häufigkeit von Windgeschwindigkeiten [9]**

Benennung	Windgeschwindigkeiten		Häufigkeit %
	m/s	km/h	
Leichte Brise	2	7	21,4
Mäßige Brise	2 ... 5	7 ... 18	44,2
Starker Wind	5 ... 10	18 ... 36	31,6
Sturm	10 ... 15	36 ... 55	2,6
Orkan	15	55	0,2

### 2.5.1.6. Beanspruchungsgrößen als Funktion der Geschwindigkeit

Im Abschnitt 2.5.1.4. wurden die dynamischen Lasten, die während der Fahrt am Fahrzeugrahmen wirken, mit Hilfe von Stoßfaktoren berechnet. Es bestehen Zusammenhänge zwischen Radlast, Fahrgeschwindigkeit und Fahrbahnzustand. Um diese Abhängigkeiten zu ermitteln, wurden mit mehreren Campinganhängern Versuche durchgeführt [30][31]. Die Ergebnisse sind in den Bildern 2.108 und 2.109 aufgezeichnet. Aus dem Kurvenverlauf erkennt man deutlich, daß die höchste Beanspruchung nicht bei hohen Geschwindigkeiten auftritt, sondern im Geschwindigkeitsbereich zwischen 40 ... 60 km/h. Da diese Geschwindigkeit zu ca. 60 % während der Einsatzzeit eines Campinganhängers zu erwarten ist, sollte die Steifig-

keit des Fahrzeugrahmens konstruktiv so ausgelegt sein, daß die maximale Beanspruchung bei Fahrgeschwindigkeiten oberhalb 80 km/h zu erwarten ist. Dies kann z. B. durch Vorspannen des Fahrzeugrahmens bzw. durch Einbeziehen der Längsträger in die Bodengruppe erreicht werden.

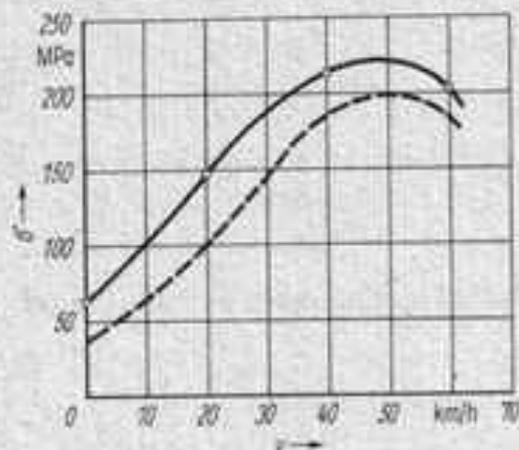
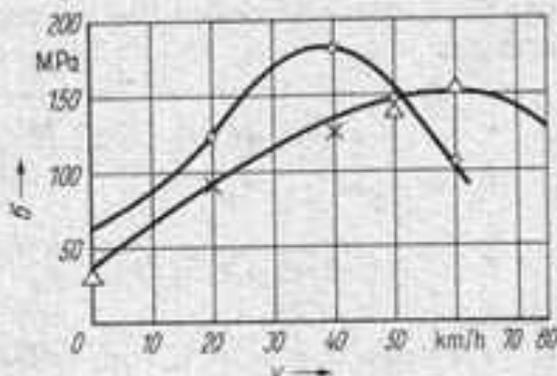


Bild 2.108. Auftretende Spannungen an hochbelasteten Meßstellen von Fahrwerksrahmen beim Fahren über eine Bodenwelle

Bild 2.109. Auftretende Spannungen an hochbelasteten Meßstellen von Fahrwerksrahmen beim Fahren über Kopfsteinpflaster



Bei Einbeziehung der Längsträger in die Bodengruppe kann man allerdings Korrosionsschäden nicht mehr rechtzeitig durch Sichtkontrolle erkennen.

Wird die maximale Beanspruchung in Geschwindigkeitsbereiche oberhalb 80 km/h gelegt, so werden dadurch die Betriebsfestigkeit und die Lebensdauer wesentlich erhöht. Gleichzeitig kann eine Massereduzierung des Fahrwerksrahmens erreicht werden.

### 2.5.1.7. Kräfte an der Anhängerkupplung des Zugfahrzeuges

Die wirkenden Kräfte an der Anhängerkupplung des Zugfahrzeuges sind für das Fahrverhalten des PKW mit Campinganhänger von besonderer Bedeutung. Im Abschnitt 2.5.1.4. wurde für die Ermittlung der in z-Richtung wirkenden Kupplungskraft  $C$  der Stoßfaktor 3,4 angesetzt.

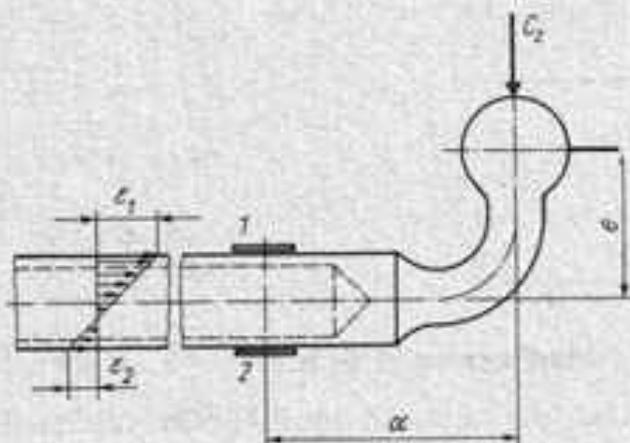


Bild 2.110. Anhängerzugvorrichtung mit Dehnmeßstreifen zur Ermittlung der während des Fahrbetriebes tatsächlich auftretenden Kupplungskräfte

Um zu überprüfen, ob dieser hoch erscheinende Stoßfaktor gerechtfertigt ist, kann man an der Anhängerzugvorrichtung Dehnmeßstreifen mit 5 mm bzw. 10 mm aktiven Längen anbringen (Bild 2.110). Mit den im Bild eingezeichneten Größen sowie der im Querschnitt 1 – 2 vorhandenen Querschnittsfläche  $A$  des Zugrohres ergibt sich:

$$\epsilon_1 = \epsilon_n + \epsilon_x + \epsilon_{z1}; \quad \epsilon_2 = \epsilon_n - \epsilon_x - \epsilon_{z2}$$

Mit Hilfe der gemessenen Dehnungen kann über das Hookesche Gesetz die vorhandene Spannung in den Punkten 1 und 2 ermittelt werden.

$$\sigma_1 = \varepsilon_1 \cdot E = + \frac{C_x}{A} + \frac{C_x \cdot e}{W_x} + \frac{C_y \cdot a}{W_x}$$

$$\sigma_2 = \varepsilon_2 \cdot E = + \frac{C_x}{A} + \frac{C_x \cdot e}{W_x} + \frac{C_y \cdot a}{W_x}$$

**Tabelle 2.17. Längs- und Querkräfte in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit an einer Anhängerzugvorrichtung mit einem Campinganhänger von 650 kg Gesamtmasse**

Geschwindigkeit Fahrzustand in km/h		Längskraft $C_x$ in N	Querkraft $C_y$ in N
20	Bodenwelle	- 300	+ 300
	Bremmung (2 m/s <sup>2</sup> )	- 410	+ 400
	Schlagloch	+ 3100	+ 270
40	Bodenwelle	+ 660	- 330
	Bremmung (2 m/s <sup>2</sup> )	+ 590	- 180
	Schlagloch	+ 3050	- 480
50	Bodenwelle	- 960	+ 960
	Bremmung (2 m/s <sup>2</sup> )	+ 960	- 550
	Schlagloch	- 1570	+ 1640
60	Bodenwelle	- 1180	+ 1170
	Bremmung (2 m/s <sup>2</sup> )	+ 960	- 550
	Schlagloch	+ 1140	- 530
	Vollbremsung (6 m/s <sup>2</sup> )	+ 8400	- 2400

Aus praktischen Messungen mit einem Campinganhänger von 650 kg Gesamtmasse und einer Aufbauhöhe von 3,50 m wurden die in Tabelle 2.17 aufgeführten Längs- und Querkräfte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit ermittelt. Diese Werte zeigen, daß die Längskräfte zwischen -1570 und +3100 N und die Querkraft zwischen -550 und +1640 N liegen. Die Messungen haben somit die Richtigkeit der eingesetzten Stoßfaktoren bestätigt.

## 2.5.2. Gestaltung von Fahrwerksrahmen mit Zugeinrichtung

Der konstruktive Aufbau eines Campinganhänger-Oberbaus entscheidet darüber, ob ein verwindungsweicher oder ein verwindungssteifer Rahmen benötigt wird. Ist der Oberbau verwindungssteif ausgeführt, so darf kein verwindungsweicher Rahmen gewählt werden. Dieser Rahmen würde auftretende Verwindungen sofort in den Oberbau übertragen und dort Dauerschäden erzeugen. Bei einem verwindungsweichen Oberbau sollte der Rahmen die elastischen Bewegungen des Oberbaus nur soweit mitmachen, daß keine plastischen Verformungen eintreten können.

### Beachte:

Campinganhänger mit langen Aufbauten großer Steifigkeit sollten auch verwindungssteife Rahmen besitzen.

Die Kenntnisse über die Belastung eines Fahrwerksrahmens sind die Voraussetzungen für eine beanspruchungsgerechte Konstruktion.

Mit Hilfe der in den Abschnitten 2.5.1.2. und 2.5.1.3. ermittelten äußeren Kräfte lassen sich die Momentenverläufe im Fahrwerksrahmen und seiner Zugeinrichtung ermitteln. Damit haben wir gleichzeitig die Stellen höchster Beanspruchung. Nachdem diese bekannt sind, muß

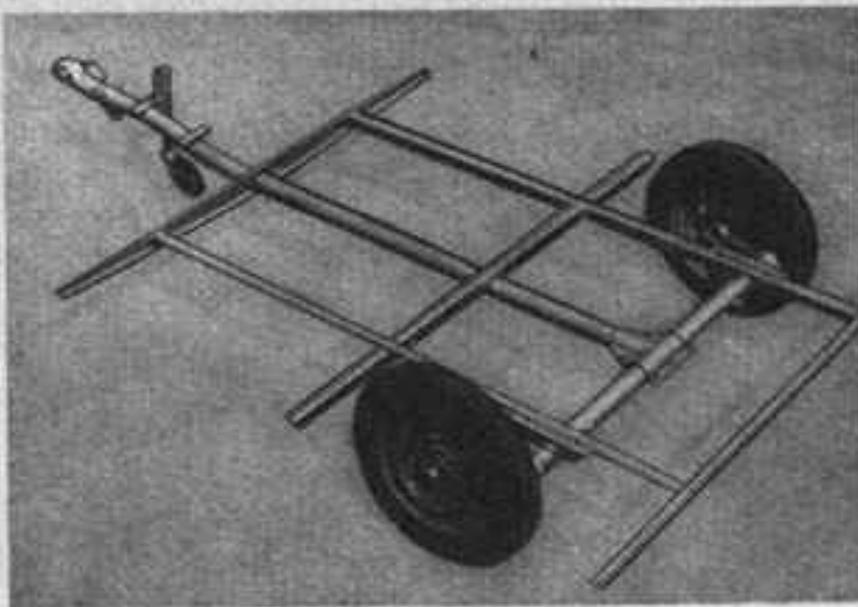


Bild 2.111. Mittelträgerrahmen mit Torsionsstabachse, ungebremstes Fahrgestell des Campinganhängers Friedel

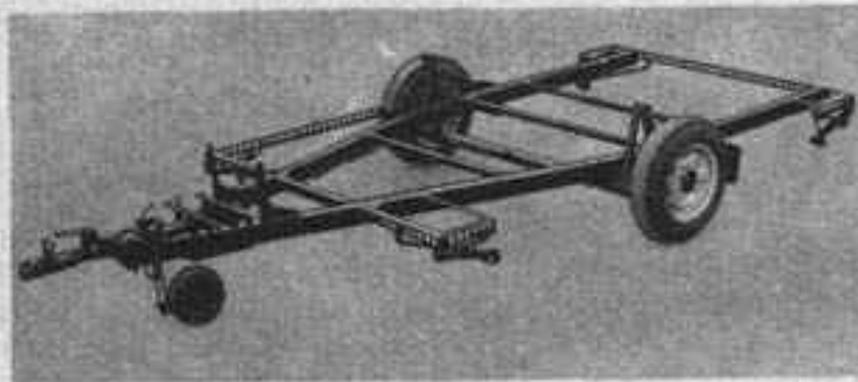


Bild 2.112. Rechteckrahmen mit ausgebildeter V-Gabel als Zugeinrichtung mit Torsionsstabachse, gebremstes Fahrgestell des Campinganhängers Intercamp

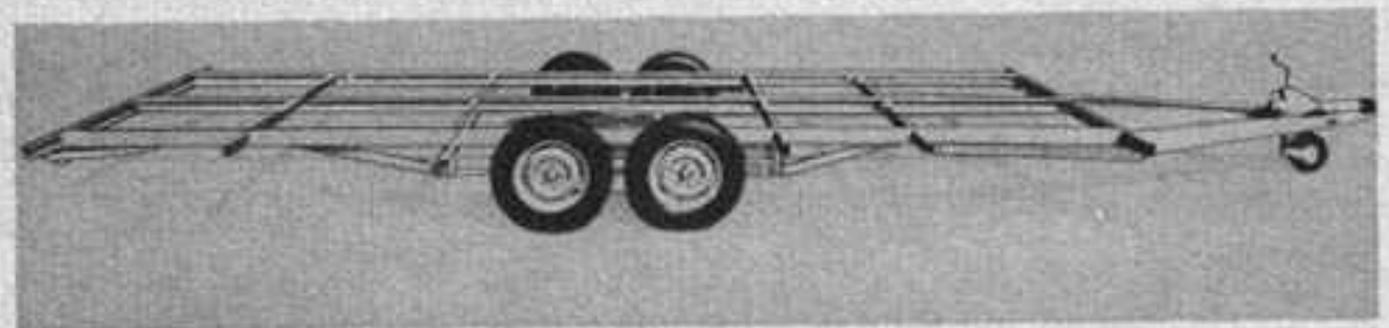


Bild 2.113. Rechteckrahmen mit gesonderter V-Gabel als Zugeinrichtung  
Zu beachten sind die als Träger gleicher Festigkeit ausgebildeten Rahmenprofile [25]

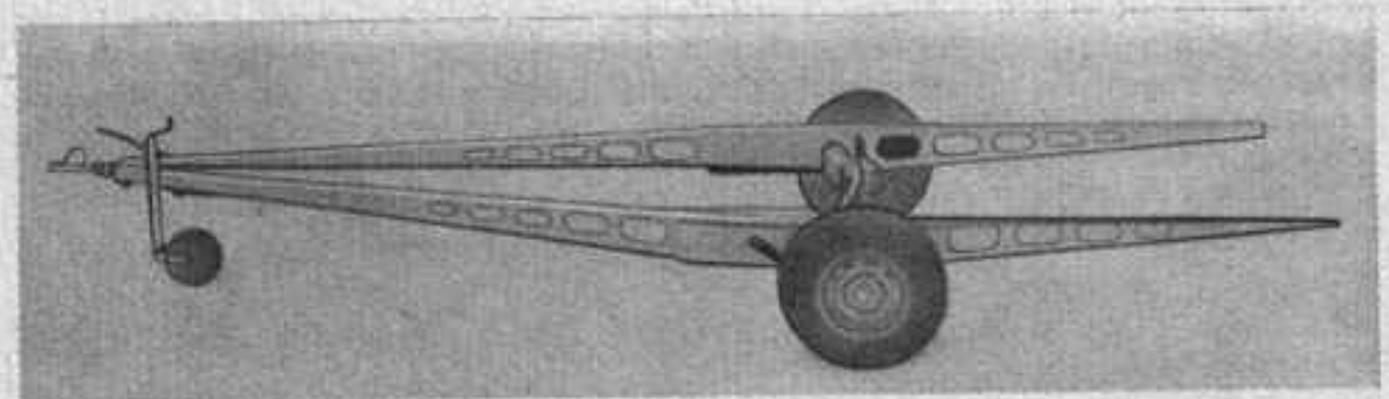


Bild 2.114. Kober-Fahrwerk mit Schräglenkerachse und in der neutralen Profillfaser eingebrachten Aussparungen zur Masseerleichterung

entschieden werden, ob der Rahmen bzw. die Zugeinrichtung mit Normprofilen konstanter Profilhöhe oder mit Profilen gleicher Festigkeit, d. h. nicht konstanter Profilhöhe, hergestellt werden soll. Unabhängig davon, ob ein Mittelträgerahmen mit Zugrohr oder ein Rechteckrahmen mit V-Gabel (Bilder 2.111 bis 2.114) als Grundkonzeption gewählt wird, gibt es gleiche Gestaltungsmerkmale, die bei der konstruktiven Bearbeitung zu beachten sind. Diese sind: die Anschlüsse der Zugeinrichtung, die Zugrohrdurchführungen, die Trägeranschlüsse, die Knoten- und Bindebleche, die Krafteinleitungen und die Achsaufhängung.

### Anschlüsse der Zugeinrichtung

Die Zugeinrichtung ist das Bauteil des Fahrwerkes, welches die Verbindung zwischen Zugfahrzeug und Campinganhänger herstellt. Sie gehört zu den hochbeanspruchten Baugruppen und ist daher mit großer Sorgfalt zu bearbeiten. Für die Zugeinrichtung der Mittelträgerahmen werden meist Rohre verwendet, während die Zugeinrichtungen von Rechteckrahmen aus Kastenprofilen, U-, Z-, C- oder Winkelprofilen hergestellt werden.

Die im Bild 2.115 dargestellten Ausführungen sollten vermieden werden. Diese technologisch einfachen Verbindungen schwächen an der Schweißstelle die Festigkeit des Zugrohres und haben eine geringe Dauerfestigkeit. Je nach Beanspruchung kann es bereits nach 2000 bis 4000 Fahrkilometern zum Bruch kommen.

Günstiger sind die im Bild 2.116 dargestellten Verbindungen. Bei der Verwendung von Rippen ist darauf zu achten, daß diese am Übergang Rohr-geschlossenes Profil abgeschragt werden müssen. Die beiden Schweißnähte dürfen sich nicht in der Ecke treffen, da sonst die mögliche Gestaltsänderungsarbeit des Materials eingeschränkt und dadurch die Bruchgefahr erhöht wird. Für hochbeanspruchte Verbindungen sollte der Verbindung durch Knotenbleche der Vorzug gegeben werden.

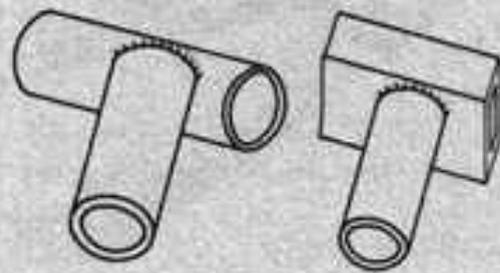


Bild 2.115. Einfache Anschlüsse der Zugeinrichtung an geschlossene Profile

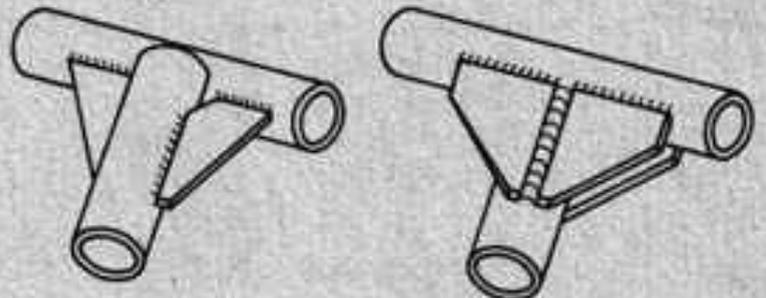


Bild 2.116. Günstige Anschlüsse der Zugeinrichtung an geschlossene Profile durch Verwendung von Rippen und Knotenblechen

Die im Bild 2.117 dargestellte Klemm-Schraubverbindung ist für den Anschluß des Zugrohres an der Achse vorgesehen. Zur zusätzlichen Sicherung der Verbindung sollte das Zugrohr durch eine Längsnaht mit der unteren Schelle verschweißt werden.

Im Bild 2.118 ist die Verbindung einer Zugeinrichtung an einem Rechteckrahmen durch Schweißen oder Schrauben dargestellt. Bei der Schweißverbindung ist zu beachten, daß diese Verbindung nur für geschlossene Profile sinnvoll ist. Die Schraubverbindung sollte als gleitfeste Verbindung ausgebildet sein. Dadurch erhält man einen weitgehend ausgeglichenen Kraftfluß und verhindert, daß Spannungsspitzen an den Lochrändern auftreten.

#### Beachte:

Die geschraubte Verbindung der Zugeinrichtung mit dem Fahrwerksrahmen sollte möglichst nahe an den Achsbereich gelegt werden. In diesem Bereich hat die Verbindung Rahmen-Zugeinrichtung die geringste Beanspruchung, während für den Rahmen die höchste Beanspruchung zu erwarten ist. Ist die Zugeinrichtung Bestandteil des Rahmens, so entscheidet der Momentenverlauf, an welcher Stelle die Schweißverbindung ausgeführt wird.

Eine zweite kritische Stelle ist die Verbindung der Kugelkupplung bzw. des Aufaufschubstückes mit der Zugeinrichtung. Obwohl an dieser Stelle der Zugeinrichtung die geringsten Beanspruchungen zu erwarten sind, müssen konstruktive Besonderheiten berücksichtigt werden.

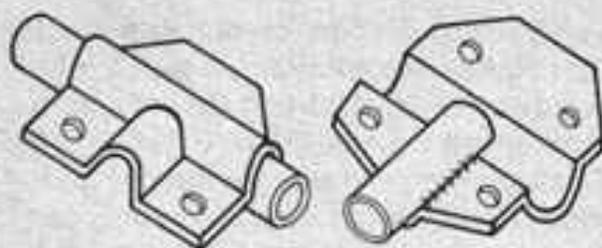
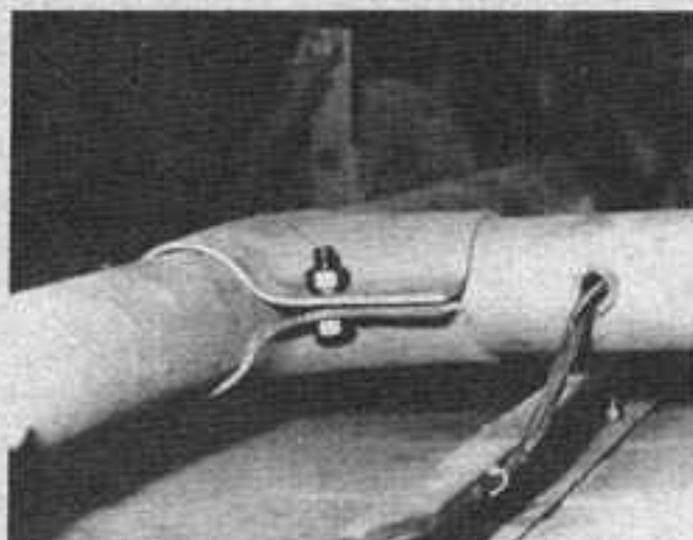


Bild 2.117. Klemm-Schraubverbindung des Zugrohres mit der Achse

links: Ansicht der ausgeführten Verbindung;  
rechts: Bauteilskizze

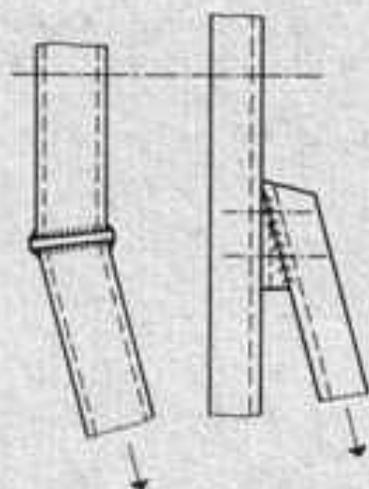


Bild 2.118. Verbindung der Zug-einrichtung mit der V-Gabel eines Fahrwerkrahmens



Bild 2.119. In eine V-Gabel eingeschweißtes Auflaufschubstück mit angeschraubter Kugelumkopplung

Bild 2.120. Auf die V-Gabel aufgeschraubtes Auflaufschubstück



Beim gebremsten sowie beim ungebremsten Campinganhänger wird die Kugelkupplung mit einem Rohr von  $\varnothing 60$  bzw.  $70$  mm verschraubt (Bild 2.119). Diese Verbindung darf sich durch Fahrerschwingungen nicht lockern. Aus diesem Grund sollten im Rohr Distanzhülsen eingeschweißt werden, die ein Zusammendrücken des Zugrohres durch die Schraubverbindung verhindern und somit eine plastische Verformung vermeiden. Ähnlich verhält es sich, wenn das Auflaufschubstück (Bild 2.120) auf die V-Gabel aufgeschraubt wird. Das hier sichtbare offene C-Profil würde sich ohne eingeschweißte Distanzhülsen durch die Schraubverbindung plastisch verformen und zur Lockerung der Schraubverbindung führen.

**Beachte:**

Für festigkeitsbeanspruchte Schraubverbindung dürfen an der Zugeinrichtung nur Schrauben nach TGL 10826 mit den Festigkeitseigenschaften 8 G verwendet werden.

### Zugrohrdurchführungen

Da das Zugrohr in den seltensten Fällen am ersten Querträger des Fahrwerkrahmens befestigt wird, sind Zugrohrdurchführungen in jedem Fahrwerk vorhanden. Entscheidend für den fertigungstechnischen Aufwand einer Zugrohrdurchführung ist ihre Beanspruchung im Zusammenhang mit der Dauerfestigkeit.

Die im Bild 2.121a dargestellte Ausführung darf nur für einfachste Beanspruchungen gewählt werden. Dies wäre der Fall, wenn ein Rahmenquerträger nur zur Stabilisierung der Bodengruppe eingeschweißt wird und keine unmittelbare Funktion im Fahrbetrieb zugeordnet bekommt. Die vollkommene Umschweißung des Zugrohres schwächt gleichzeitig den belasteten Querschnitt der Zugeinrichtung und ist nur bei einer Überdimensionierung der Zugeinrichtung zulässig.

Dies gilt auch für die im Bild 2.121b dargestellte Schweißverbindung des Rahmenbockes mit dem Achsrohr. Diese Zugrohrdurchführung kann für höhere Beanspruchungen eingesetzt werden. Günstig bei dieser Ausführung ist die am Zugrohr in der neutralen Faser ausgeführte Längsschweißnaht. Es tritt eine vernachlässigbare Schwächung des Zugrohres ein, so daß dieses nicht überdimensioniert werden muß. Gleichzeitig erhält man durch die Halbschalen eine Verstärkung der Zugeinrichtung. Diese Ausführung ist besonders zur Übertragung von Längs- und Vertikalkräften geeignet.

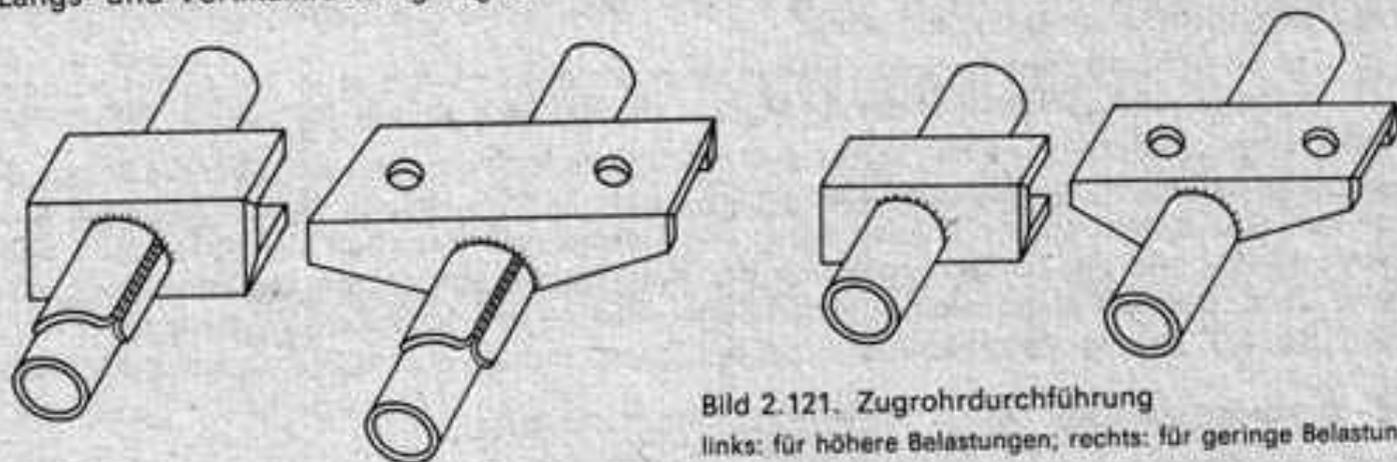


Bild 2.121. Zugrohrdurchführung  
links: für höhere Belastungen; rechts: für geringe Belastung

**Beachte:**

Bei Verwendung von Halbschalen sind diese an beiden Längsseiten halbrund auszuführen. Durch diese Maßnahme wird ein elastischer Übergang vom Zugrohr zur Halbschale gewährleistet.

Eine wesentliche Erhöhung der zulässigen Beanspruchung erreicht man durch Einschweißen eines Stegbleches mit elastischem Übergang (Bild 2.122). Dadurch wird das offene Profil im Bereich der höchsten Beanspruchungen zum geschlossenen Profil und ist in diesem Bereich in der Lage, wesentlich höhere Biege- und Torsionsbeanspruchungen aufzunehmen.

Das Einschweißen von Rippen ist nur dann sinnvoll, wenn Horizontalkräfte, die z. B. beim Schlingern und Schleudern verstärkt auftreten, übertragen werden sollen. Eingeschweißte Rippen sind nicht in der Lage, über einen längeren Zeitraum Horizontalkräfte, die um die Querachse des Campinganhängers wirken, zu übertragen.

### Beachte:

Rechteckige Stegbleche ohne elastischen Übergang sollten vermieden werden, da dadurch ein plötzlicher Sprung der Verdrehfestigkeit zu verzeichnen ist. Die Wechselfestigkeitswerte des Materials können bis zu 75 % der sonst erreichbaren Werte absinken.

Bei Fahrwerkkonstruktionen sind plötzliche Steifigkeitssprünge zu vermeiden.

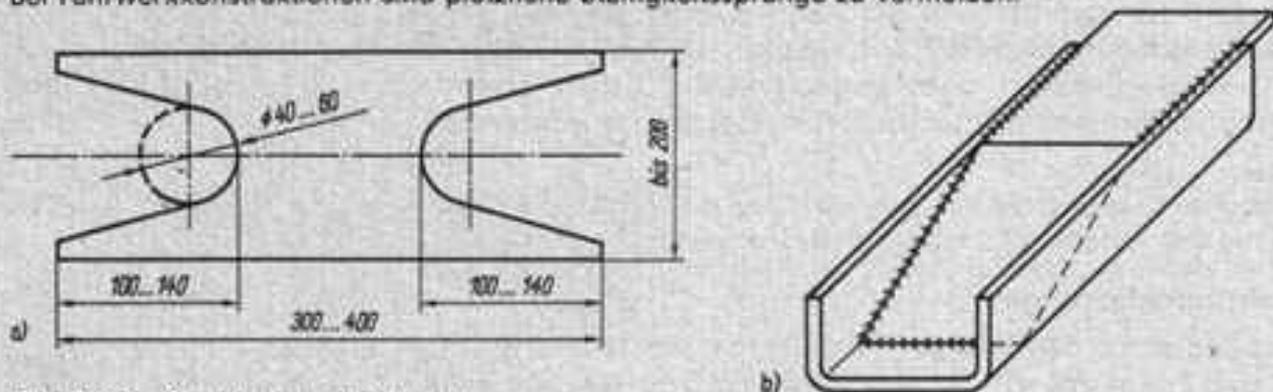


Bild 2.122. Stegblechausführungen

a) mit elastischem Übergang, wie er bei offenen Profilen bis zu einer Rahmen-Profilhöhe von 200 mm angewendet werden kann.

Durch diese konstruktive Lösung wird vermieden, daß am Übergang Stegblech – offenes Profil schlagartig hohe Normalspannungen auftreten, die zum Zerstören des offenen Profilrahmens führen.

b) allmählich ansteigendes Stegblech

### Trägeranschlüsse

Der Fahrgestellrahmen besteht aus Längs- und Querträgern, die zu einer tragenden Rahmenkonstruktion verbunden werden müssen. Die Verbindungsstellen der einzelnen Träger können geschweißt oder geschraubt ausgeführt werden. Wir unterscheiden dabei geradlinige und Eckverbindungen.

**Schweißverbindungen** können als Stumpf-, Überlappungs-, Eck- und T-förmige Verbindungen ausgeführt werden. Schweißverbindungen sollten möglichst immer an den Stellen der geringsten Beanspruchungen liegen. Da es sich bei Fahrwerken um dynamische Belastungen handelt, sollte man sich bei der Festlegung der Lage der zu verbindenden Trägerelemente von folgendem Grundsatz leiten lassen:

Die erreichbare Dauerfestigkeit für den eingesetzten Werkstoff ist um so größer, je ungehinderter und geradliniger der Kraftfluß in der Schweißverbindung verläuft.

Der Kraftfluß an der Stelle einer Schweißverbindung verläuft grundsätzlich über die Schweißnaht. Die Behinderung des Kraftflusses erfolgt durch die Kerbwirkung der Schweißnaht. Aus diesem Grund sind auch die Ausführung des Überganges zwischen Grundwerkstoff und Schweißnaht und die Ausführungsklasse der Naht für die erreichbare Dauerfestigkeit entscheidend. Deshalb sollen alle tragenden Schweißnähte möglichst kerbfrei ausgeführt werden. Bild 2.123a zeigt den Kraftflußverlauf bei Stumpfverbindungen. Während der Kraftfluß

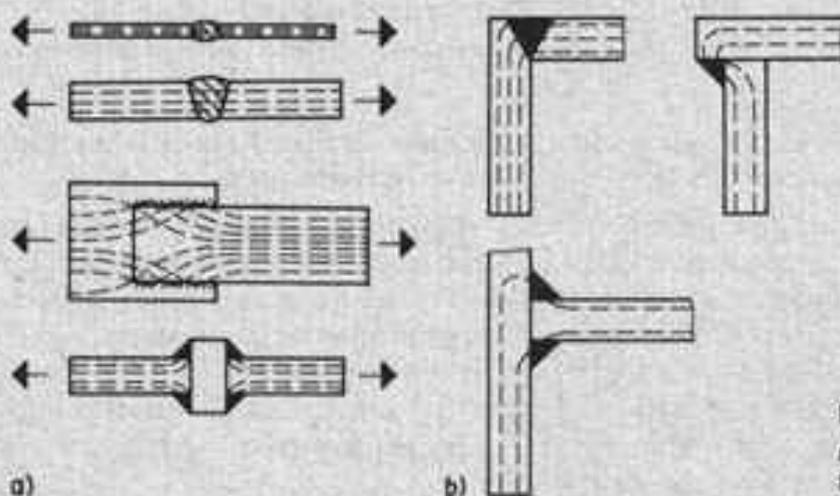


Bild 2.123. Kraftflußverlauf

a) bei Stumpfverbindungen; b) in Eck- und T-Verbindungen

bei den Verbindungen mit I-, V-, U-, X- und Y-Nähten ohne jede Ablenkung durch die Schweißnaht verläuft, wird er bei der Verbindung mit Kehlnähten über die Schweißnähte abgelenkt. Bild 2.123b stellt den Kraftflußverlauf in Eck- und T-Verbindungen dar. Für die dynamisch beanspruchten Eckverbindungen ist es für die Kraftflußumleitung günstig, wenn die Schweißnaht außerhalb der Ecke gelegt werden könnte.

**Schraubverbindungen** sollten auf Grund der dynamischen Beanspruchungen gleitfest ausgeführt werden. Hierbei wird zur Übertragung der im Profilquerschnitt wirkenden Kräfte der Reibwiderstand des Profilmaterials genutzt. Dieser entsteht durch das Zusammenpressen der zu verbindenden Rahmenprofile mit Hilfe der entstehenden Schraubkraft. Günstig bei einer gleitfesten Schraubverbindung ist es, daß der Kraftfluß über die gesamte Kontaktfläche verläuft und nicht zum Schraubenschaft konzentriert wird. Dadurch verhindert man gleichzeitig das Entstehen von Spannungsspitzen an den Lochrändern, wie es z. B. beim Nieten und dem Einsatz von Paßschrauben auftritt.

Tritt durch Materialermüdung ein geringfügiges Gleiten der Schraubverbindung auf, so ist immer noch die Sicherheit der Abscher- bzw. der Lochleibungsdruckfestigkeit vorhanden. Um ein Gleiten der verbundenen Teile zu vermeiden, sollten die Berührungsstellen durch entsprechende Oberflächenbehandlung möglichst hohe Reibwerte erhalten. Die Berechnung gleitfester Schraubverbindungen erfolgt nach [8].

Vorspannkraft in Mp bei Festigkeitseigenschaften für  $\mu_h \approx 0,35$

	8 G	10 K	12 K
M 8	1,6	2,3	2,7
M 10	2,5	3,6	4,3
M 12	3,6	5,2	6,2
M 16	6,8	9,8	11,7
M 20	10,7	15,3	18,3

#### Beachte:

Ein günstiger Kraftflußverlauf erhöht die Dauerfestigkeit des verwendeten Werkstoffes, ist aber noch keine Garantie für die Haltbarkeit der Schweißverbindung. Diese muß über einen Festigkeitsnachweis ermittelt werden.

Dauerfestigkeitswerte für die für Fahrgestellrahmen verwendeten Werkstoffe sind in Tabelle 2.18 zusammengestellt.

Im Bild 2.124 sind verschiedene Eckverbindungen als Schweißkonstruktion dargestellt. Dabei wird die Lebensdauer dieser Verbindungen bei Biegetorsion verglichen. Es zeigt sich, daß

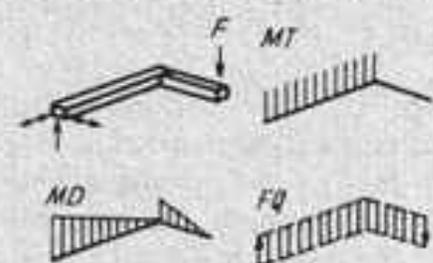
**Tabelle 2.18. Festigkeitswerte für Werkstoffe nach TGL 7960, die für Fahrgestellrahmen verwendet werden**

Stahlmarke	Spannungen in N/mm <sup>2</sup>									
	$\sigma_B$	$\sigma_f$	$\sigma_s$	$\tau_f$	$\sigma_{bwe}$	$\sigma_{zwe}$	$\tau_w$	$\sigma_{sch}$	$\sigma_{zsch}$	$\tau_{sch}$
St 34	340	240	220	130	160	120	90	240	190	130
St 38b-2	380	260	240	150	180	130	100	260	210	150
St 42	420	300	260	160	200	140	120	300	240	160
St 50	500	370	300	190	240	180	140	370	300	190
St 52-3	520	420	360	220	280	200	160	410	330	220

Es bedeuten:

$\sigma_B$ Bruchfestigkeit	$\sigma_{bwe}$ Biege-Wechselfestigkeit	$\sigma_{zsch}$ Zug-Schweißfestigkeit
$\sigma_f$ Fließgrenze	$\sigma_{zwe}$ Zug-Druck-Wechselfestigkeit	$\tau_{sch}$ Torsions-Schweißfestigkeit
$\sigma_s$ Streckgrenze	$\tau_w$ Torsionsdauerfestigkeit im Wechselbereich	
$\tau_f$ Fließgrenze bei Torsionsbeanspruchung	$\sigma_{zsch}$ Biege-Schweißfestigkeit	

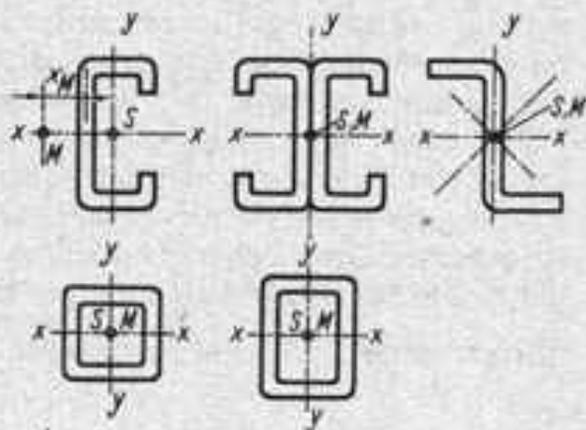
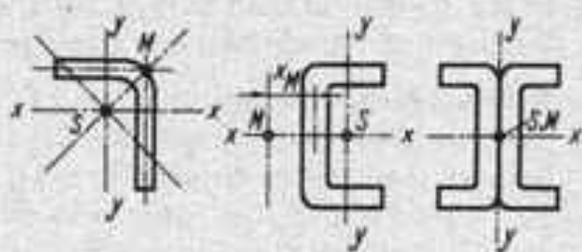
durch einfache konstruktive Lösungen die Lebensdauer einer Eckverbindung bei dynamischer Beanspruchung um fast das Hundertfache erhöht werden kann, ohne daß ein wesentlich höherer technologischer Aufwand erforderlich ist.



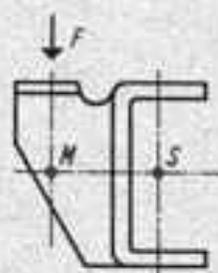
Rahmenecken aus dünnwandigen Kastenprofilen

Nr.	Variante	Relative Lebensdauer	Nr.	Variante	Relative Lebensdauer
7		104,0	4		51,2
2		99,2			1,76
3		69,2	6		10

Bild 2.124. Lebensdauerergleiche von Rahmenecken aus dünnwandigen Kastenprofilen bei Biegetorsion [26]



a)



b)

Bild 2.125 Schubmittelpunkt M und Schwerpunkt S

a) von im Fahrzeugbau üblichen Profilen  
b) Längsträgerkonsole für die Lastaufnahme im Schubmittelpunkt

### Krafteinleitung

Bei Torsionsbeanspruchung erfolgt die Verdrehung eines Profilquerschnittes um den Schubmittelpunkt. Gelingt es, die Krafteinleitung in den Schubmittelpunkt eines Profiles zu legen, hat man von vornherein eine zusätzliche Torsionsbeanspruchung des gewählten Rahmenprofils vermieden. Ist dies nicht möglich, dann sollte die Krafteinleitung symmetrisch zum Schubmittelpunkt erfolgen. Im Bild 2.125a ist die prinzipielle Lage des Schubmittelpunktes M sowie des Schwerpunktes S für im Fahrzeugbau übliche Profile zu erkennen. Werden Konsole (Bild 2.125b) an den Rahmenprofilen zur Krafteinleitung angeschweißt, so sollte die Höhe der Konsole gleich der Höhe der Profile sein. Dadurch wird gewährleistet, daß die Krafteinleitung über eine größere Fläche in die Rahmenprofile erfolgt. Die Konsolen sollten nach dem Prinzip der Träger gleicher Festigkeit gestaltet sein.

An den Stellen, wo zur Stabilisierung des Oberbaues bzw. zur Verbesserung der Standfestigkeit des Campinganhängers an den Längsprofilen Ausleger angebracht werden, sollten diese möglichst an den Stellen liegen, wo zwischen den beiden Längsträgern Querträger angebracht sind. Dadurch können die eingeleiteten Torsionsmomente minimiert werden.

Mit steifen Seitenwänden ist die Flächenbelastung der Längsträger gegeben, diese ist gegenüber der Punktbelastung zu bevorzugen.

## Achsaufhängungen

Die Achse ist das Bindeglied zwischen dem Fahrwerksrahmen und den Rädern. Im Campinganhängerbau haben sich Starrachsen, Halbachsen und Einzelradaufhängungen bewährt. Von der Wahl der Achse ist die Art der Achsaufhängung abhängig.

Bild 2.126 zeigt eine Drehstabfederachse, wie sie bei den Campinganhängern Bastei und Intercamp verwendet wird. Über die auf dem Achsrohr aufgeschweißten Auflageböcke wird die Verbindung zwischen Achse und Rahmen durch Verschraubung hergestellt.

### Beachte:

Die Rahmenprofile bestehen aus dünnwandigem Blech und sind durch Schraubverbindungen deformierbar. Aus diesem Grund sind im Rahmenprofil, in Längsrichtung der Schraubverbindung, Stabilisierungshülsen einzuschweißen.

Es ist auch möglich, das Achsrohr in den Längsträger einzuschweißen. In diesem Fall sollte der Mittelteil des Längsträgers kurz gehalten werden, da er bei einem eventuellen Austausch der Drehstabachse mit ausgewechselt werden müßte.

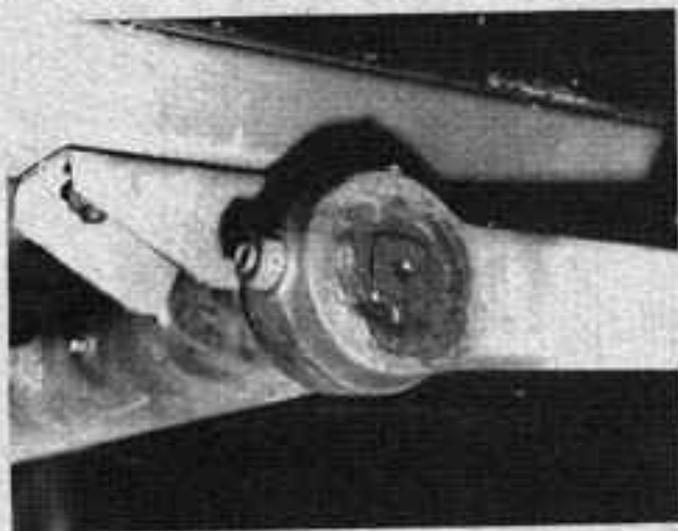


Bild 2.126. Drehstabfederachse mit Achsböcken, die am Rahmenlängsträger angeschraubt sind

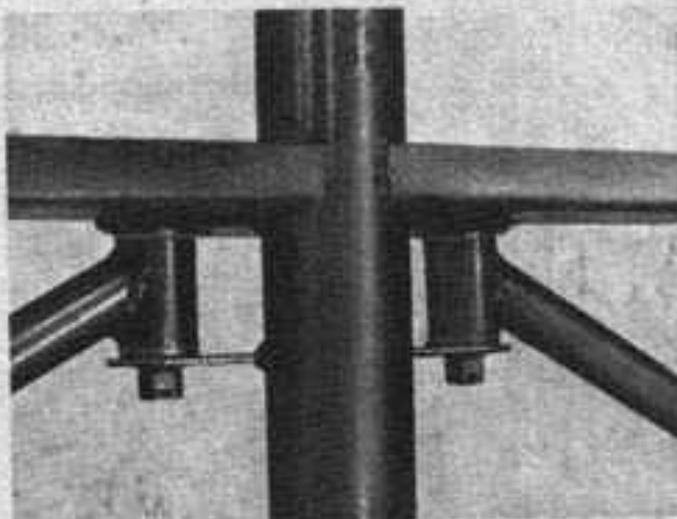


Bild 2.127. Verbindung der Dreiecklenker am Zentralrohrrahmen

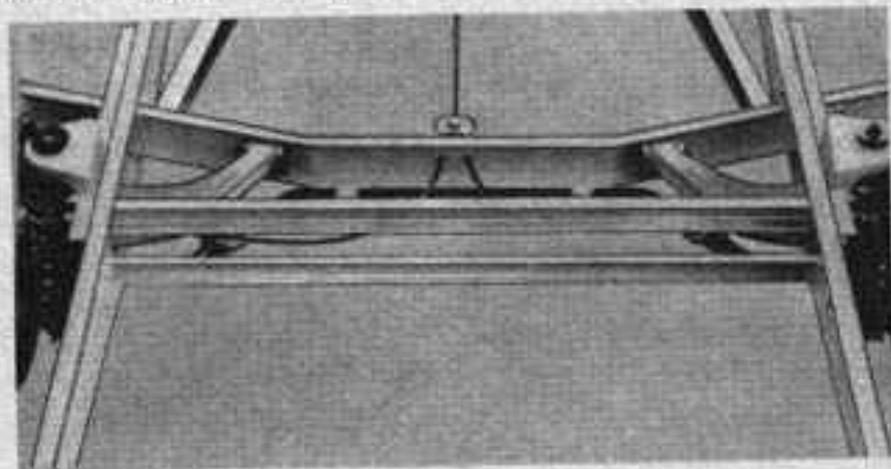


Bild 2.128. Verbindung von Dreiecklenkern mit offenem Querträger

Bild 2.127 zeigt die Verbindung der Dreieckslenker am Zentralrohrrahmen des Campinganhängers QEK Junior. Die Verbindung erfolgt über am Zentralrohr angeschweißte Stegbleche mittels Schraubverbindung. Die Bewegung des Dreieckslenkers wird über Anlaufscheibe, Distanzscheibe und eingepreßte Silentbuchse gewährleistet. Eine zusätzliche Verstärkung der am Zentralrohr angeschweißten Stegbleche ist nicht erforderlich. Die Dreieckslenker haben eine Führungsfunktion, während die Lastaufnahme über den Querträger erfolgt.

Bild 2.128 zeigt die Verbindung von Dreieckslenkern mit einem offenem Querträger. Auch bei dieser Lösung haben die Dreieckslenker Führungsfunktion, während die Lastaufnahme über angeschweißte Konsole in die Längsträger eingeleitet wird.

## 2.5.3. Überschlägliche Berechnung eines Fahrzeugrahmens

Für den nach Bild 2.129 entworfenen Fahrzeugrahmen sollen die elementare Berechnung der Spannungen an den kritischen Stellen und die Dimensionierung der Rahmenlängsträger nach den zulässigen Spannungen erfolgen.

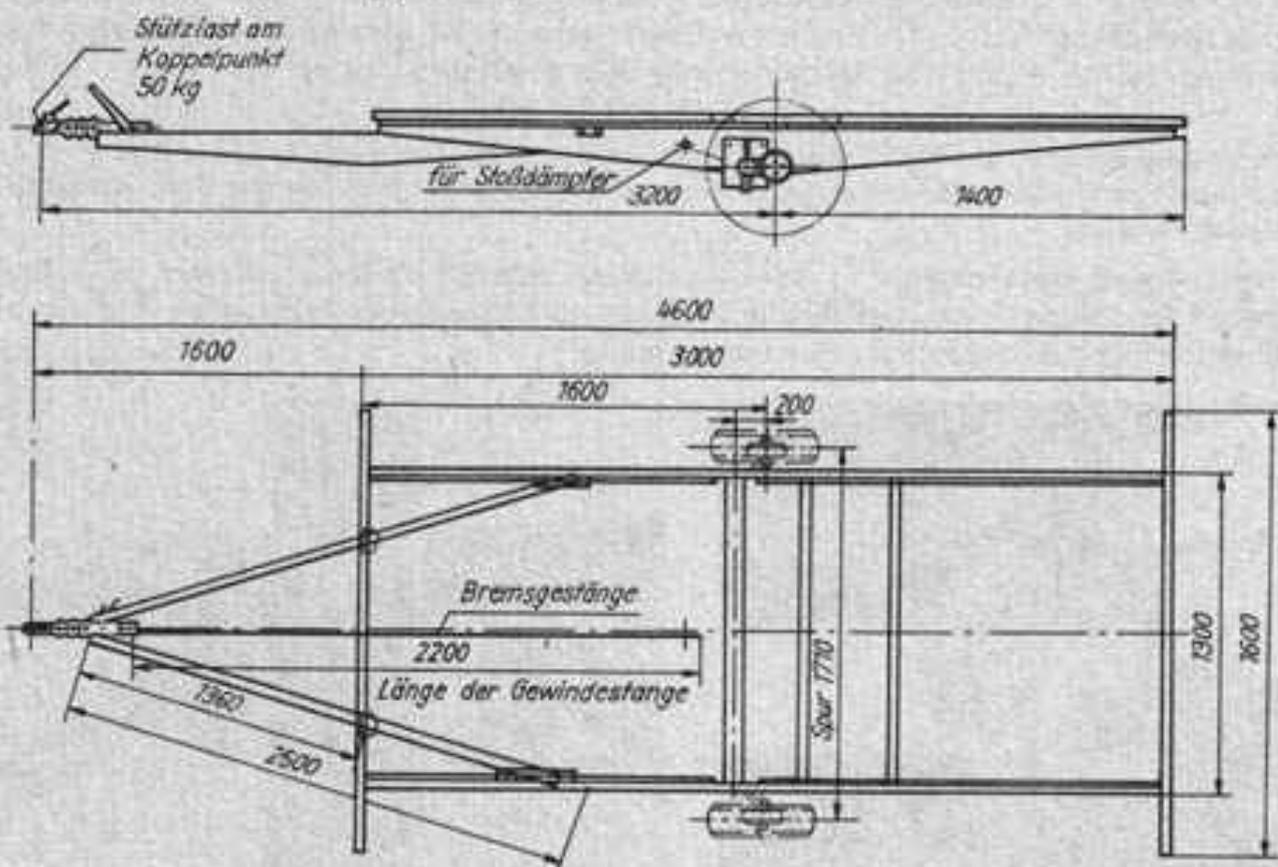


Bild 2.129. Fahrgestellkonzeption für Berechnungsbeispiel

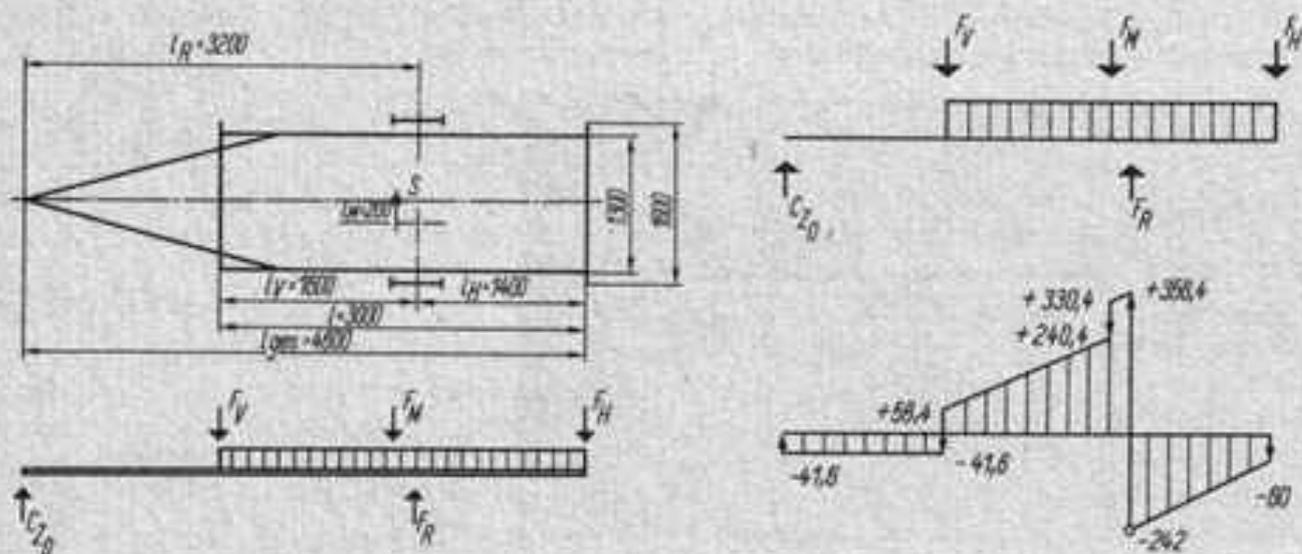


Bild 2.130. Belastungsschema für das Berechnungsbeispiel

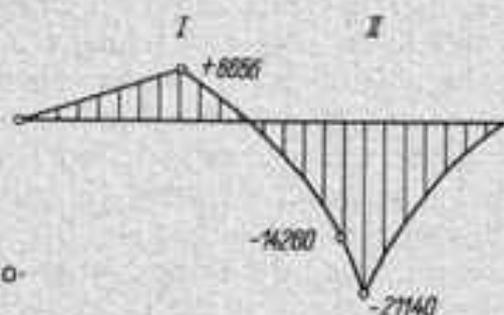


Bild 2.131. Ermittlung des Querkraft- und Momentenverlaufes

### Vorgegebene Bedingungen

Gesamtmasse	800 kg
Leermasse	550 kg
Zuladung	250 kg
Teilmassen Rahmen, Achse, Räder und Kugelkupplung	160 kg
Stoßfaktor	$\varphi = 2,5$
Bremsverzögerung	$a = 0,6 \cdot g$
Schwerpunktkoordinaten nach Abschnitt 2.5.1.1.	

### Ermittlung des Belastungsschemas (Bild 2.130)

Im Belastungsschema werden alle vertikal wirkenden Lasten für die Berechnung der Rahmenlängsträger berücksichtigt. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

Flächenbelastung durch den Oberbau

$$q = \frac{3900 \text{ N}}{300 \text{ cm}^2} = 1,3 \text{ N/cm}^2.$$

Verteilung der Zuladung in den Bettkästen und im Mittelbereich

$$F_H = 600 \text{ N}; F_M = 900 \text{ N}; F_V = 1000 \text{ N}.$$

### Ermittlung des Querkraft- und Momentenverlaufes (Bild 2.131)

$$F_R + C_{20} - F_H - F_M - F_V - q \cdot l = 0$$

$$C_{20} \cdot l_R - F_V \cdot l_V - q \cdot \frac{l_V^2}{2} - F_M \cdot l_M + F_H \cdot l_H + q \cdot \frac{l_H^2}{2} = 0$$

$$C_{20} = \frac{1}{l_R} \left[ F_V \cdot l_V + F_M \cdot l_M - F_H \cdot l_H + \frac{q}{2} (l_V^2 - l_H^2) \right]$$

$$C_{20} = 416 \text{ N}$$

$$F_R = F_H + F_M + F_V + q \cdot l - C_{20}$$

$$F_R = 5984 \text{ N}.$$

Probe:

$$C_{20} + F_R = F_H + F_M + F_V + q \cdot l$$

+ Teillasten Rahmen, Achse, Räder und Kugelkupplung

Gesamtbelastung

$$= 640 \text{ kp}$$

$$= \underline{160 \text{ kp}}$$

$$\underline{800 \text{ kp}}$$

**Beachte:**

Die Last  $F_R$  ist nicht identisch mit den Radlasten  $A_{20}$  und  $B_{20}$ .

### Ermittlung der maximalen Kupplungslast

Für die Dimensionierung der Zueinrichtung muß die errechnete Kupplungslast mit dem Stoßfaktor multipliziert werden:

$$C_z^* = C_{20} \cdot \varphi = 1040 \text{ N}.$$

Andererseits ist nach Abschnitt 2.5.1.4. die Kupplungslast aus der maximalen Bremsverzögerung in vertikaler Richtung zu ermitteln.

Aus der bereits bekannten Gleichung

$$C_z = \frac{m_{\text{ges}} \cdot a}{l_R} \cdot h_z ; \quad a = 0,6 \cdot g$$

$$h_z = 0,5 \text{ m}$$

und den im Bild 2.130 enthaltenen Abmessungen ergibt sich

$$C_z^{**} = \frac{m_{\text{ges}} \cdot a}{l_R} \cdot h_z = 736 \text{ N} < C_z^*.$$

Die Kupplungslast aus der maximalen Bremsverzögerung ist kleiner und wird somit für die Dimensionierung der Zugeinrichtung nicht verwendet.

Mit  $C_z^* = 1040 \text{ N}$  erhalten wir an der Stelle I im Bild 2.131 ein Biegemoment von  $M_I = 166\,400 \text{ Ncm}$ .

### Ermittlung der maximalen Widerstandsmomente

Die ermittelten Biegemomente an den Stellen I und II werden mit dem vorgegebenen Stoßfaktor multipliziert:

$$M_{I \max} = M_I \cdot \varphi = 166\,400 \text{ Ncm}$$

$$M_{II \max} = M_{II} \cdot \varphi = 528\,500 \text{ Ncm}$$

Für die Rahmenprofile besteht Schwellbeanspruchung, während für die Zuggabel Wechselbeanspruchung zu erwarten ist. Nach Tabelle 2.18 ergeben sich für St 38b-2 folgende zulässige Spannungswerte

$$\sigma_{\text{bw zul}} = 180 \text{ MPa}; \sigma_{\text{b sch zul}} = 260 \text{ MPa}$$

Mit diesen Werten ergeben sich folgende maximale Widerstandsmomente an den Stellen I und II:

$$W_{I \text{ erf}} = \frac{M_{I \max}}{2 \cdot \sigma_{\text{bw zul}}} = 4,62 \text{ cm}^3$$

$$W_{II \text{ erf}} = \frac{M_{II \max}}{2 \cdot \sigma_{\text{b sch zul}}} = 10,16 \text{ cm}^3$$

### Festlegung der Rahmen- und Zuggabelprofile

Die Berechnung zeigt, daß in diesem Beispiel nicht die Zuggabel an der Stelle I – Vorderkante Oberbau –, sondern der Rahmenmittelpunkt als kritische Stelle zu betrachten ist.

Folgende Normprofile können für den Rahmenlängsträger verwendet werden:

Profil	TGL	$W_{x \text{ erf}}$ cm <sup>3</sup>	$W_{x \text{ vorh}}$ cm <sup>3</sup>	Masse je Meter in kg
Kastenprofil	18803			
80 × 34 × 2,5		10,16	10,1	4,13
88 × 45 × 2,0		10,16	11,5	3,96
70 × 34 × 4,0		10,16	11,4	5,65
63 × 40 × 4,0		10,16	11,0	5,59
63 × 63 × 2,5		10,16	11,2	4,60
U-Profil	7969			
63 × 50 × 4		10,16	12,2	4,71
80 × 32 × 4		10,16	11,6	4,11
80 × 40 × 3		10,16	11,0	3,54
80 × 50 × 2,5		10,16	11,3	3,37
100 × 25 × 3		10,16	10,7	3,30
C-Profil	18802			
63 × 50 × 20 × 3		10,16	10,6	4,29
Z-Profil	18800			
63 × 40 × 4		10,16	9,9	4,05
80 × 63 × 40 × 3		10,16	11,6	4,06

Richtet man sich nach dem erforderlichen Widerstandsmoment, so läßt sich eine ganze Reihe von geschlossenen und offenen Standardprofilen verwenden. Obwohl die ausgewählten Profile fast alle die erforderlichen Widerstandsmomente  $W_x$  besitzen, differiert die Masse je Meter Profillänge von 3,3 kg bis 5,65 kg.

Es wäre jedoch voreilig, das Profil mit der geringsten Masse einzusetzen. In der überschläglichen Berechnung wird der Einfluß von Torsion nicht berücksichtigt. Wählen wir ein offenes Profil, so sind an den Stellen, an denen Torsionsmomente in den Rahmen eingeleitet werden, Verstärkungen erforderlich. Ähnlich kann die Auswahl von Normprofilen für die Zuggabel erfolgen.

Das konzipierte Fahrgestell soll Rahmen- und Zuggabelprofile gleicher Festigkeit haben. Diese Profile sind keine Standardprofile und müssen angefertigt werden. Durch diese Maßnahme kann eine Materialeinsparung bis zu 40 % erreicht werden, da das erforderliche Widerstandsmoment  $W_x = 10,16 \text{ cm}^3$  nur an der Stelle II benötigt wird.

## 2.5.4. Radaufhängung

Die Art der Radaufhängung bestimmt im wesentlichen das Fahrverhalten des Campinganhängers. Durch die Radaufhängung sollten eine breite Fahrspur sowie eine relativ gute Federung mit weicher, progressiver Federkennlinie realisierbar sein. Die Radaufhängungen müssen auf Grund der großen Seitenflächen eines Campinganhängers hohe Seitenkräfte aufnehmen, gute Geradeauslaufeigenschaften und einen hohen Momentendrehpol besitzen. Sie sind das Bindeglied zwischen den Rädern und dem Anhängeraufbau. Nach der Wirkungsweise werden zwei Gruppen von Radaufhängungen unterschieden: die Starrachsen und die Einzelradaufhängungen.

### 2.5.4.1. Starrachsen

Starrachsen werden bei Campinganhängern kaum noch verwendet. Die Ursachen dürften vor allem darin liegen, daß von den Achsherstellern kaum Starrachsen für PKW-Anhänger angeboten werden. Beide Räder einer Achse haben bei Starrachsen eine gemeinsame Aufhängung und Abfederung. Dadurch übertragen sich Bewegungen eines angestoßenen Rades auch auf das andere Rad. Mit dem Einsatz einer Starrachse läßt sich ein hoher Momentendrehpol realisieren und somit eine geringe Seitenwindempfindlichkeit verwirklichen. Beim Ein- und Ausfedern schwenkt die Achse um den Punkt Z (Bild 2.132), wobei die Radführung von den Längs- und Diagonalstreben übernommen wird. Für das Rad ergibt sich beim Einfedern die Federsteife

$$c_R = \left(\frac{a}{b}\right)^2 \cdot c_F;$$

$c_F$  Federsteife der Feder.

Bezogen auf die Seitenneigung ist die Federsteife

$$c_R = \left(\frac{c}{d}\right)^2 \cdot c_F.$$

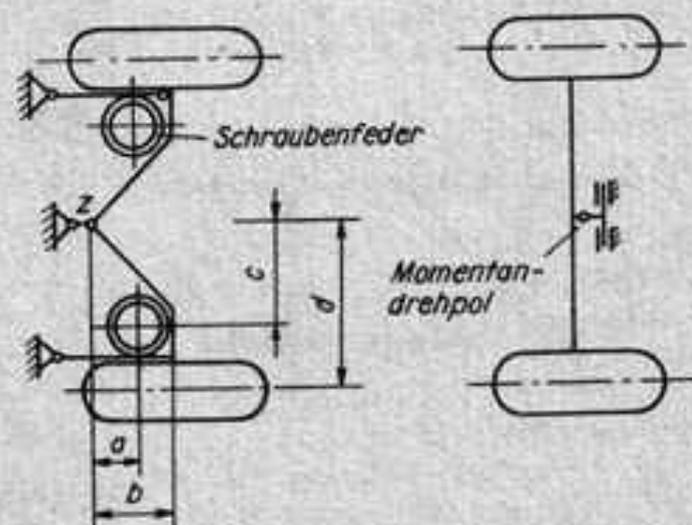


Bild 2.132. Prinzipdarstellung einer durch Lenker geführten Starrachse

Unter der Bedingung, daß  $c/d$  größer ist als  $a/b$ , kann die Forderung nach einer härteren Seitenneigung realisiert werden. Starrachsen sind für den Einsatz im Campinganhängerbau gut geeignet.

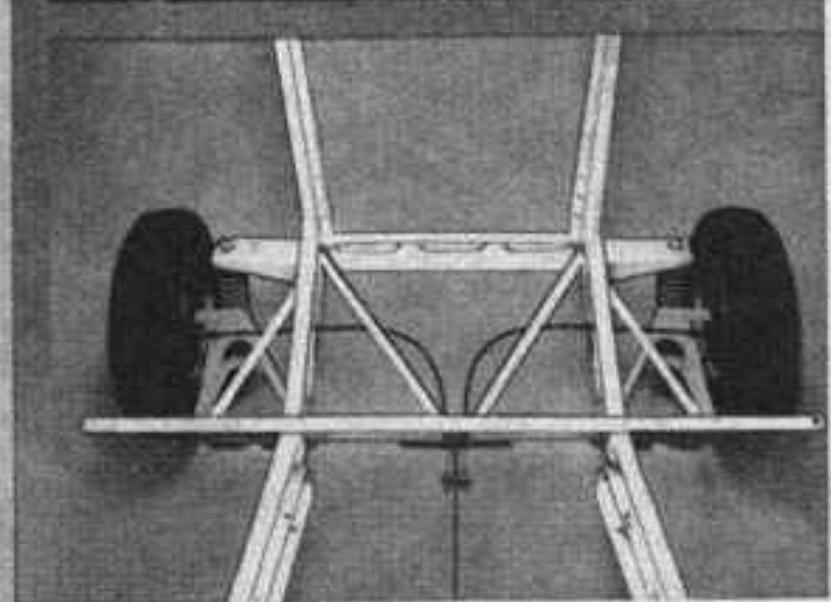
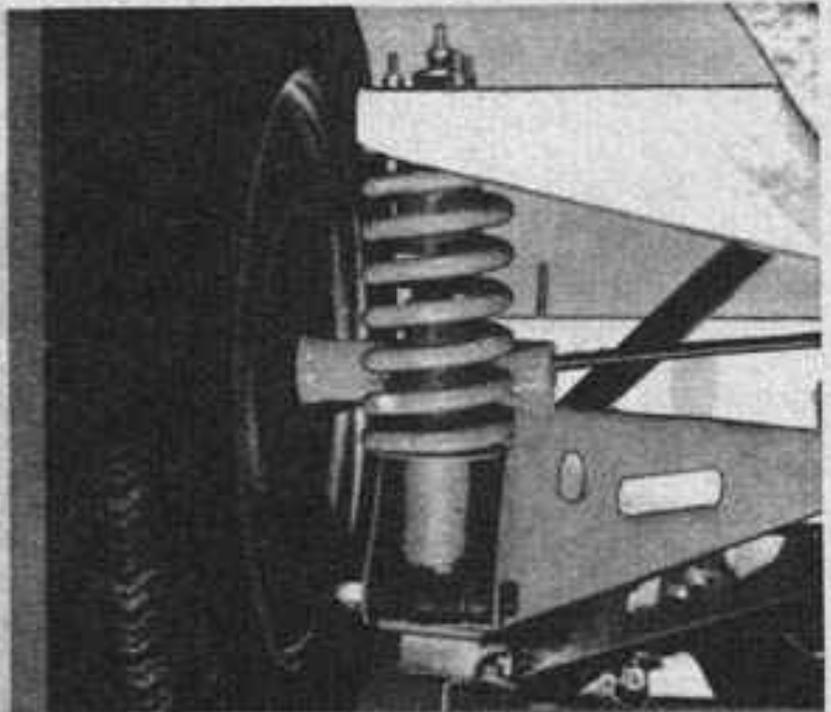
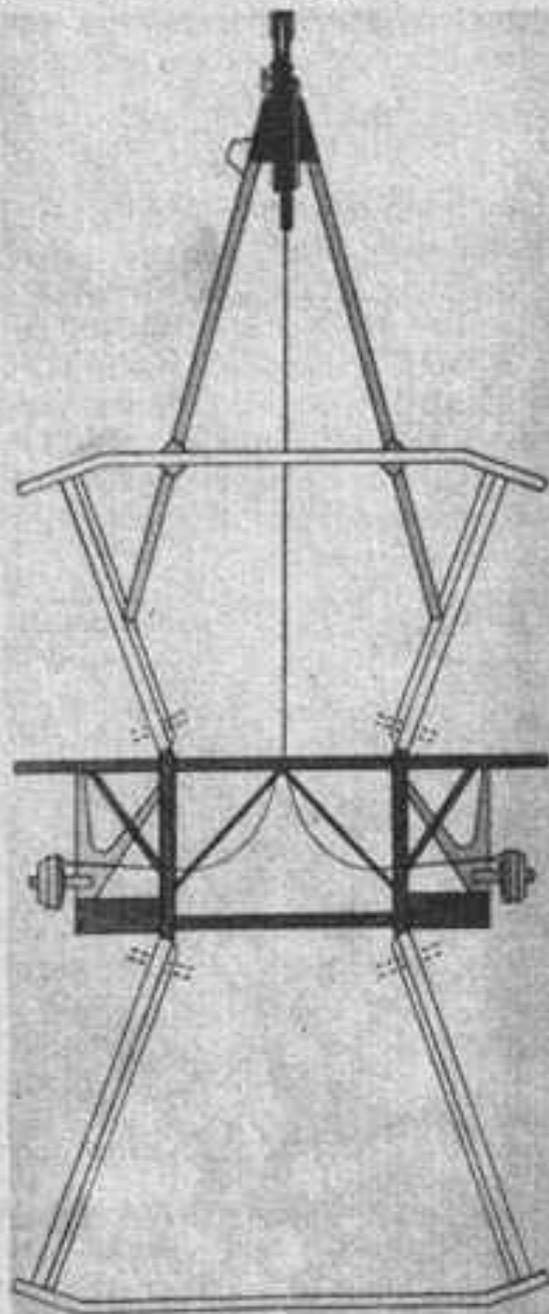
### 2.5.4.2. Einzelradaufhängung

Einzelradaufhängungen werden als Längslenker, Querlenker oder Schräglenker ausgeführt. Bei Längs- oder Querlenkeranordnung ohne Lenk- und Nickwirkung steht die Lenkerachse rechtwinklig oder parallel zur Anhängerlängsachse. Die Bewegungen der Räder einer Achsline sind voneinander unabhängig. Die Federkräfte sind jedoch bei gleichseitigem oder entgegengesetztem gerichteten Heben der Räder einander gleich. Die Höhenlage des Momentendrehpoles kann durch die Bauart beeinflusst werden.

#### Längslenker

Längslenker lassen während der Fahrt keine Sturz- und Spuränderung zu. Sie gestatten aber die für PKW-Anhänger gewünschte Schrägfederung, bei der die Stoßrichtung und die Radlastreaktion so zusammenfallen, daß keine horizontale Stoßbeanspruchung unabgedämpft aufgenommen werden muß. Als einen typischen Vertreter der Längslenker-Achsen kann die Drehstab-Federachse der Campinganhänger Bastel und Intercamp bezeichnet werden. Aufbau und Funktion dieser Achse werden im Abschn. 4.2.1.1. beschrieben.

Die gute Fahrstabilität, die bei dieser Achse mit großer Spurweite erreichbar ist, ist auf die konstruktive Trennung von Federung und Lagerung zurückzuführen. Dadurch läßt sich eine



exakte Lagerung der Längslenker bei beliebigem Federweg erreichen. Die Kurvenstabilität ist allerdings bei höheren Geschwindigkeiten durch die fehlende Sturz- und Spuränderung nicht so günstig wie bei Quer- und Schräglenkerachsen. Die fehlende Sturzänderung hat aber auch einen Vorteil. Selbst bei extremer Radbeanspruchung, wie dies z. B. beim beladenen Campinganhänger eintritt, wird das Reifenprofil nicht einseitig abgefahren.

Eine andere Möglichkeit der konstruktiven Anbringung von Längslenkern zeigt Bild 2.133. An einen gesonderten Mittelrahmen, der ohne jede Änderung verschieden lange Längsträger für unterschiedliche Aufbauhöhen zuläßt, werden quer zur Fahrzeuglängsachse Dreiecklenker am Rahmenprofil angebracht. Die Lagerung erfolgt in Silentbuchsen.

Durch die Radaufhängung mit Dreiecklenkern und den Einsatz von Schraubenfedern ist bei dieser Lösung weniger Gesamtmasse als bei der Torsionsstabachse erreichbar. Längslenkerachsen mit Neidhart-Gummifedern (Bild 2.134) haben den Nachteil, daß die Radführung nicht exakt gewährleistet ist. Unter der Radlast wird der Gummi zusammengedrückt, und es entsteht ein Mittenversatz des Innenrohres zum Achsträger. Während des Federweges ergeben sich somit ungewollte Sturz- und Vorspuränderungen. Zur Verbesserung des Fahrverhaltens dieser Längslenkerachse wird deshalb auch zusätzlich ein Querstabilisator angebaut.

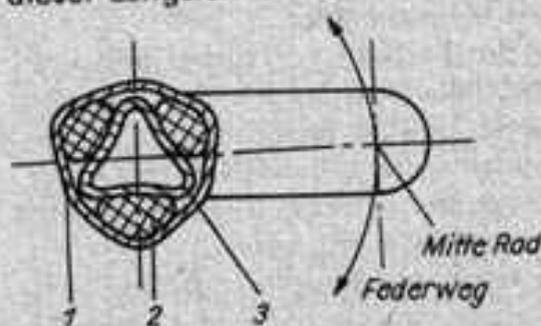


Bild 2.134. Gummifeder-Achse  
1 Außenrohr; 2 Gummifeder; 3 Innenrohr

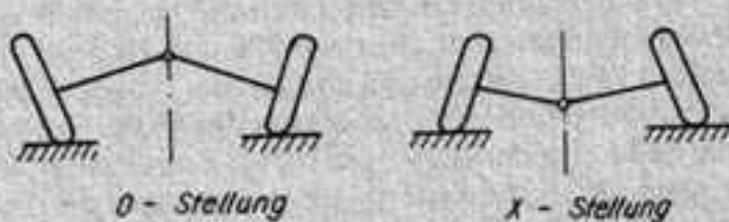


Bild 2.135. O- und X-Stellung bei Radaufhängung mit Querlenkern

### Querlenker

Radaufhängungen als Querlenker lassen Sturz- und Spuränderungen zu. Dabei ist die Größe von der jeweiligen Ausgangslage abhängig. Man unterscheidet in O, X und gestreckter Stellung (Bild 2.135), wobei die O- oder gestreckte Stellung größere Spuränderung bringt als die X-Stellung. Der Momentandrehpol liegt in der Höhe des gemeinsamen Pendelgelenkes und bei der verkürzten Pendelachse sogar noch darüber. Durch den relativ hohen Momentandrehpol ist eine geringe Seitenneigung vorhanden, wobei die Seitenneigung des Anhängerbaus Sturz und Spur nicht beeinflussen.

Die O-Stellung ist für Campinganhänger-Fahrgestelle nicht zu empfehlen. Bei Seitenwindbelastung würde sich das bereits nach innen gestürzte Rad noch schräger stellen und dadurch die Fahrstabilität negativ beeinflussen.

Die X-Stellung ist wesentlich günstiger. Die Sturzstellung paßt sich der Belastung an und beeinflusst die Fahrstabilität positiv. Die Nachteile der Radaufhängung an Querlenkern liegen in der großen Spur- und Sturzänderung beim Aus- und Einfedern. Bei einer wesentlichen Überschreitung der zulässigen Gesamtmasse wird am Rad ein Sturz erreicht, der zum völligen Abschleifen der inneren Lauffläche des Reifenprofils führt. Außerdem wird der Abstand des Rahmens zur Fahrbahn geringer, und Schäden infolge Aufsetzens sind nicht auszuschließen. Bei Einhaltung der zulässigen Gesamtmasse sind diese Schäden jedoch vermeidbar.

Typische Vertreter der Radaufhängung mit Querlenkern sind der Campinganhänger QEK Junior mit Schraubenfedern und der Wohnzeltanhänger Camptourist mit einer Blattfeder. Aufbau und Funktion der Radaufhängung beider Anhänger werden im Abschnitt 4.2.1. beschrieben.

### Schräglenker

Im internationalen Campinganhängerbau werden relativ viele Fahrgestelle mit Schräglenker-Radaufhängung gefertigt. Obwohl diese Schräglenkerpendelachsen kinematisch keinen Vor-

teil gegenüber den bereits beschriebenen Achsen haben, sind sie doch für die Kraftübertragung günstiger. Das Eigenlenkverhalten der Schräglenker-Einzelradaufhängung mit Schraubenfedern, die einen möglichst langen Federweg besitzen, geben einem Campinganhänger gute Fahrstabilität und Bodenhaftung. Weiche Federung und lange Federwege dämpfen die vom Rad kommenden Fahrstöße und schonen somit den Aufbau mit Inneneinrichtung. Mit der Schräglenkerpendelachse kann das Dämpfungsmaß verbessert werden, so daß Pendelbewegungen des Anhängers nach einem Seitenwindstoß schneller abklingen. Zur Erreichung einer guten Fahrstabilität ist aber die Verwendung eines Querstabilisators unerlässlich.

### 2.5.4.3. Federung

Die Auslegung der Federung ist für die Fahrstabilität und die Beanspruchung des Anhängeraufbaus entscheidend. Die Federelemente sollen harte Fahrstöße dämpfen. Dabei ist die Wahl der Federung von der Art der Radaufhängung unabhängig. Entscheidend für die Federcharakteristik der Feder ist die gewünschte Hauptteillfrequenz des Aufbaues, die die durch Fahrstöße entstandene Schwingungszahl der gefederten Massen pro Minute angibt.

Im allgemeinen bewegen sich die Hauptteillfrequenzen des Aufbaus von bisher gebauten Campinganhängern zwischen 100 und 200  $\text{min}^{-1}$ , während diese Werte bei einem gut gefederten PKW zwischen 50 und 70  $\text{min}^{-1}$  liegen. Dies bedeutet, daß die Federung von Anhängern bedeutend härter ist als die der PKW. Es gibt aber keinen einleuchtenden Grund dafür, die Federung der Anhänger härter auszuführen. Im Gegenteil, der extreme Leichtbau zwingt einfach dazu, die Federung der Anhänger der Federung der PKW anzupassen.

Niedrige Frequenz und kleine Schwingbeschleunigung erfordern allerdings große Federwege, die wiederum im Anhängerbau schwierig, aber durchaus realisierbar sind. Der Federweg  $f$  kann aus der Schwingungsgleichung berechnet werden. Zur Realisierung der Hauptteillfrequenzen eines PKW-Aufbaus im Campinganhängerbau wären folgende Federwege erforderlich:

Hauptteillfrequenz in $\text{min}^{-1}$	erforderlicher Federweg in mm
90	111,0
80	140,0
70	183,0
60	248,0
50	360,0

Mit der zulässigen Gesamtmasse eines Campinganhängers ergeben sich dann im Ruhezustand maximale Durchfederungswerte bis an die Begrenzungsanschlüge einer Feder vom halben Federweg. Da bei Entlastung der Radaufhängung und somit der Feder noch eine Vorspannung vorhanden sein soll, ist es günstig, wenn die Federn mit 15 bis 20 mm Federweg-Vorspannung eingebaut werden.

In der Praxis haben sich 120 . . . 200 mm für Campinganhänger mit einem Einsatzgebiet Landstraße – Geländewege als maximale Durchfederungswerte bewährt.

Mit Hilfe der nachfolgenden Berechnungsgrundlagen sollen die erforderlichen Federparameter ermittelt werden. Die danach ermittelte standardisierte Feder sollte weitgehend den errechneten Werten entsprechen.

#### Blattfeder (Bild 2.136)

Blattfedern sind in der Lage, Kräfte in Federlängs- und Querrichtung aufzunehmen. Sie besteht aus einer oder mehreren übereinander angeordneten Trapezfedern. Für die Berechnung einer Feder wird angenommen, daß diese in der Mitte eingespannt ist und somit wie eine einseitig eingespannte Feder wirkt.

Allgemein gilt für die mittlere Biegespannung einer Trapezfeder

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{6 \cdot F_z \cdot l_1'}{n \cdot b_0 \cdot h^2}$$

$\sigma_b$  maximale Biegespannung in N/mm<sup>2</sup>;  $M_b$  maximales Biegemoment in Nmm;  $F_z$  wirkende Federkraft in N;  $l_1'$  wirksame Federlänge in mm;  $b_0$  Federblattbreite in mm;  $h$  Federblattstärke in mm;  $n$  Anzahl der Lagen.

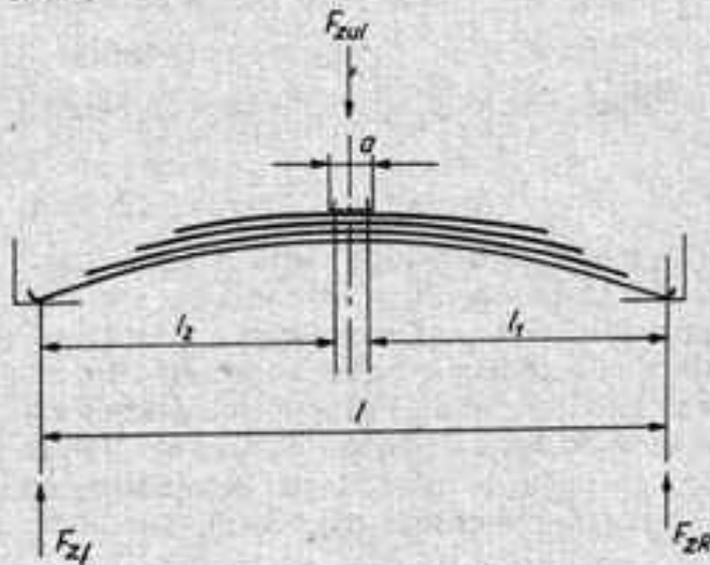


Bild 2.136. Abmessungen einer in der Mitte eingespannten Blattfeder

Mit der Gleichung wird die Reibung zwischen den Federblättern nicht berücksichtigt, so daß eine Sicherheit vorhanden ist, da durch die Reibung die Biegespannung geringer wird. Infolge der Reibung ist die Federkraft um 2... 12% höher.

Für den Federweg gilt:

$$f = K_2 \cdot \frac{F_z \cdot l_1'^3}{3 \cdot E \cdot I} = 4 \cdot K_2 \cdot \frac{F_z \cdot l_1'^3}{b_0 \cdot h^3 \cdot E}$$

$$= \frac{2}{3} K_2 \cdot \frac{l_1'^2 \cdot \sigma_{b,zul}}{E \cdot h}$$

$K_2$  Faktor, der die Trapezform des Federblattes berücksichtigt;  $E$  E-Modul (für Stahl  $2,1 \cdot 10^5$  N/mm<sup>2</sup>);  $I$  Trägheitsmoment in mm<sup>4</sup>.

Die zulässigen Werte der Biegeschwungsfestigkeit liegen bei

$$\sigma_{b,zul} = 420 \dots 620 \text{ N/mm}^2$$

Die Teillänge  $l_1'$  ergibt sich nach Southeimer aus

$$l_1' = l_1 + a/6; \text{ (vgl. Bild 2.136).}$$

Der Faktor  $K_2$  wird aus dem Verhältnis der kleinsten und größten Blattbreite ermittelt.

$b_1/b_0$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$K_2$	1,5	1,39	1,315	1,25	1,202	1,16	1,121	1,085	1,054	1,025	1,0

Für die Federkonstante gilt

$$c = \frac{F_z}{f} = \frac{b_0 \cdot h^3 \cdot E}{4 \cdot K_2 \cdot l_1'^3}$$

**Beachte:**

Bei der geschichteten Trapezfeder ist in die Gleichungen für die Federblattbreite  $b_0$  der Wert  $b_0 = n \cdot b$  einzusetzen, wobei  $b$  die Breite einer Blattfeder ist und  $n$  die Anzahl der übereinanderliegenden Federblätter.

Der Zusammenhang zwischen Biegespannung und Federweg ergibt sich aus

$$\frac{F_{\text{ges}}}{F_n} = \frac{f_{\text{ges}}}{f_n}$$

Bei der Ermittlung der Maximalwerte sind die dynamisch wirkenden Belastungen zu berücksichtigen. Diese errechnen sich aus den statischen Ruhelasten, multipliziert mit dem Federlast-Stoßfaktor  $\varphi_F$

$$F_{T \text{ max}} = F_{T \text{ stat}} \cdot \varphi_F$$

Der Federlast-Stoßfaktor ist mit dem Radlast-Stoßfaktor nicht identisch. Er liegt im Bereich zwischen 1,5 und 2,1.

### Zylindrische Schraubendruckfeder

Im Anhängerbau wird fast ausschließlich die zylindrische Schraubenfeder mit Kreisquerschnitt als Druckfeder verwendet. Der Quer- und Längsschub der Achsen kann von den Schraubenfedern nicht übertragen werden. Dieser muß von den Quer-, Schräg- oder Längslenkern aufgenommen werden. Die Federn sollten möglichst unmittelbar neben dem Rad angeordnet werden. Um eine ausreichende Auflage zu haben, ist die Feder mit mindestens 3/4 toten Windungen auszuführen. Bei linearer Kennlinie dürfen sich die Windungen bei größter zulässiger Belastung nicht berühren. Der Abstand zwischen den Windungen im unbelasteten Zustand beträgt  $0,1 + f_{\text{max}}/l_t$ , wobei  $f_{\text{max}}$  der Federweg bei Höchstlast ist und  $l_t$  die Anzahl der wirksamen Windungen.

Für die Federkraft einer Schraubendruckfeder gilt

$$F = \frac{\pi}{16} \frac{d^3}{r} \tau_{\text{zul}}$$

$$\tau_{\text{zul}} = \tau_{\text{max}} = 400 \dots 700 \text{ N/mm}^2.$$

Für den Federweg gilt

$$f = \frac{64 \cdot l_t \cdot r^3 F}{d^4 G} = \frac{4 \cdot \pi \cdot l_t r^2}{d} \frac{\tau_{\text{zul}}}{G}$$

$l_t$  Anzahl der wirksamen Windungen;  
 $G$  Schubmodul (82000 ... 83000 N/mm<sup>2</sup>).

Federkonstante

$$c = \frac{\Delta F}{\Delta f} = \frac{d^4 \cdot G}{64 \cdot l_t \cdot r^3}$$

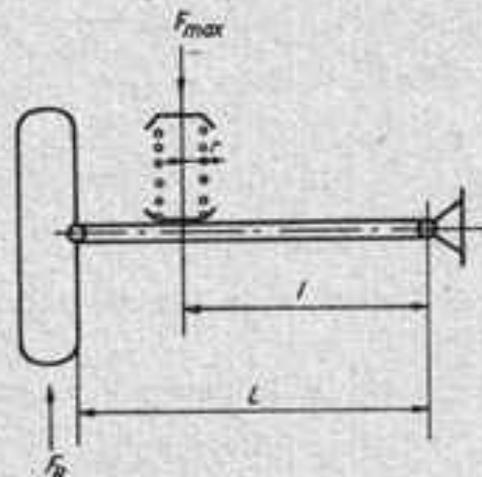


Bild 2.137. Berechnungsskizze – Schraubendruckfeder

#### Beachte:

Bei schwingender Dauerbeanspruchung tritt eine Spannungserhöhung an der Innenseite des gekrümmten Federdrahtes auf.

Diese Spannungserhöhung ist durch den Faktor  $K$  zu berücksichtigen,

$$K = 1 + \frac{5}{4} \frac{d}{D_m} + \frac{7}{8} \left( \frac{d}{D_m} \right)^2 + \left( \frac{d}{D_m} \right)^3;$$

die maximal zulässige Schubspannung ergibt sich unter Berücksichtigung des  $K$ -Faktors zu

$$\tau_{\text{max}} = \tau_{\text{zul}}/K.$$

#### Berechnungsbeispiel

Die Schraubendruckfeder einer Querlenkachse soll so ausgelegt werden, daß eine Hauptteillfrequenz von  $80 \text{ min}^{-1}$  realisiert wird. Diese entspricht einem Federweg um die statische Ruhelage von 140 mm, d. h.  $f = \pm 70 \text{ mm}$ .

Folgende Werte sind bekannt:

zulässige Gesamtlast des Anhängers  $F_{\text{ges}} = 5000 \text{ N}$

Eigenlast der ungefederten Lasten  $F_{\Delta} = 600 \text{ N}$

zulässige statische Schubspannung  $\tau_{\text{zul}} = 600 \text{ N/mm}^2$

$L = 770 \text{ mm}$ ;  $l = 630 \text{ mm}$  (s. Bild 2.137)

mittlerer Windungsradius  $r = 90 \text{ mm}$

Radlast-Stoßfaktor  $\varphi_R = 2,3$ .

Federdrahtdurchmesser:

Das Rad wird bei einer gleichmäßigen Lastverteilung durch die Gesamtlast von  $2500 \text{ N}$  statisch belastet. Während der Fahrt schwingt die Feder um die sich einstellende Ruhelage mit einem Federweg  $f = \pm 70 \text{ mm}$ .

Die dynamische Radlast beträgt

$$F_{\text{dyn}} = \frac{F_{\text{ges}} - F_{\Delta}}{2} \cdot \varphi_R = \frac{5000 \text{ N} - 600 \text{ N}}{2} \cdot 2,3$$

$$F_{\text{dyn}} = 5060 \text{ N}.$$

Damit ergibt sich die wirksame Federkraft zu

$$F_{\text{max}} = F_{\text{dyn}} \cdot \frac{L}{l} = 5060 \text{ N} \cdot \frac{770}{630}$$

$$F_{\text{max}} = 6184 \text{ N}.$$

Je weiter die Feder vom Rad entfernt angeordnet wird, desto größer wird  $F_{\text{max}}$ . Zur Berechnung des Federdrahtdurchmessers muß  $\tau_{\text{max}}$  verwendet werden. Da aber  $d$  nicht bekannt ist, wird in erster Näherung  $K = 1,2$  geschätzt.

$$\tau_{\text{max}} = \frac{\tau_{\text{zul}}}{K} = \frac{600 \text{ N}}{1,2 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_{\text{max}} = 500 \text{ N/mm}^2.$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot r \cdot F_{\text{max}}}{\tau_{\text{max}} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 45 \text{ mm} \cdot 6184 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^2}{500 \text{ N} \cdot \pi}}$$

$d$  gewählt =  $14 \text{ mm}$ ; mit  $d = 14 \text{ mm}$  wird  $K = 1,21$ .

Erforderliche Windungszahl:

Erfahrungsgemäß reicht die statische Belastung nicht aus, um unter den konstruktiven Einbaumöglichkeiten bereits einen Federweg größer  $70 \text{ mm}$  zu erreichen. Da sich der Federweg mit zunehmender Belastung linear verändert, kann die erforderliche Windungszahl mit der Differenzkraft  $\Delta F$  ermittelt werden.

$$\Delta F = F_{\text{max}} - F_{\text{stat}}$$

$$\Delta F = 6184 \text{ N} - \left( \frac{5000 \text{ N} - 600 \text{ N}}{2} \right)$$

$$\Delta F = 3984 \text{ N}.$$

Bei dieser Belastung muß die Feder einen Federweg von  $70 \text{ mm}$  zurücklegen. Damit wird

$$l_i = \frac{f \cdot d^4 \cdot G}{64 \cdot r^3 \cdot F}$$

$$l_i = \frac{70 \text{ mm} \cdot 14^4 \text{ mm}^4 \cdot 82\,000 \text{ N}}{64 \cdot 45^3 \text{ mm}^3 \cdot 3984 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}$$

$$l_i = 9,4; \text{ gewählt } 9,5 \text{ mm}.$$

Mit der Anzahl der wirksamen Windungen von 9,5 ergeben sich folgende Federwege aus der statischen und maximalen Belastung

$$f_{\text{stat}} = \frac{64 \cdot i_1 \cdot r^3}{d^4} \cdot \frac{F_{\text{stat}}}{G} = \frac{64 \cdot 9,5 \cdot 45^3 \text{mm}^3 \cdot 2200 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{14^4 \text{mm}^4 \cdot 82000 \text{ N}}$$

$$f_{\text{stat}} = 38,7 \text{ mm}$$

$$f_{\text{max}} = \frac{64 \cdot i_1 \cdot r^3}{d^4} \cdot \frac{F_{\text{max}}}{G} = \frac{64 \cdot 9,5 \cdot 45^3 \text{mm}^3 \cdot 6184 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{14^4 \text{mm}^4 \cdot 82000 \text{ N}}$$

$$f_{\text{max}} = f_{\text{stat}} + f_{\text{dyn}} = 108,7$$

Die Feder wird bei der statischen Belastung nur 38,7 mm zusammengedrückt. Um aber einen Federweg von  $\pm 70$  mm zu ermöglichen, muß die Feder mit 40 mm Vorspannung eingebaut werden. Dies entspricht einer Vorspannkraft von 2280 N.

### Drehstabfedern

Im Anhängerbau werden Drehstabfedern (Bild 2.138) quer oder schräg zur Längsachse des Anhängers angeordnet. Wird der Stab als reine Feder benutzt, so ist er an einem Ende fest eingespannt. Über diese Einspannung können der Schwingwinkel und somit die Bodenfreiheit verändert werden, indem die feste Einspannstelle so mit dem Trägersystem verbunden wird, daß sich der gewünschte Schwingwinkel ergibt. Wird der Drehstab als Querstabilisator verwendet, dann entfällt eine feste Einspannstelle, der Drehstab wird als Ausgleichsfeder benutzt. Im Anhängerbau werden fast ausschließlich runde Drehstäbe verwendet, die an den Enden zur Aufnahme der notwendigen Anschlußhebel Verstärkungen mit Flächen- oder Keilwellenverzahnung besitzen. Für die Dauerschwingfestigkeit ist die Gestaltung des Überganges vom zylindrischen Querschnitt zu den Stabaufnahmen wichtig. Wenn ein zur Verfügung stehender Drehstab die vorhandene Last nicht übertragen kann, dann ist die Anordnung von zwei oder mehreren Stäben möglich, die gemeinsam verdreht werden. Die Verwendung mehrerer Drehstäbe gibt der Federung eine größere Sicherheit.

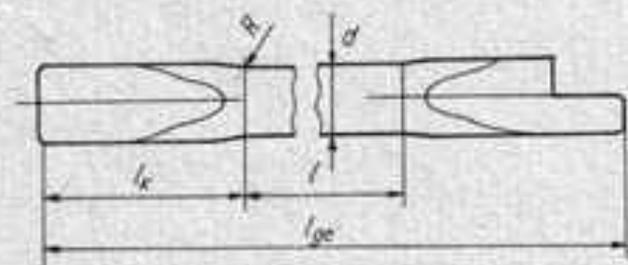


Bild 2.138. Hauptabmessungen einer Drehstabfeder

Die wirkende Radlast wird auf die Drehstabfeder über den Hebelarm  $r$  übertragen. Für die Kraft am Hebelarm gilt

$$F_r = \frac{\tau_1 \cdot W_1}{r} = \frac{\pi \cdot \tau_1 \cdot d^3}{16 \cdot r}$$

$W_1$  Widerstandsmoment (Torsion)  $\text{mm}^3$ ;  $r$  Hebelarmlänge in mm.

Und für den Federweg

$$f = r \cdot w = \frac{2 \cdot r \cdot l \cdot \tau_1}{d \cdot G} = \frac{32 \cdot F_r \cdot r^2 \cdot l}{\pi \cdot G \cdot d^4}$$

$$w = \frac{\varphi \cdot \pi}{180}$$

$$\varphi = \frac{32 \cdot l \cdot F_r \cdot r}{\pi \cdot d^4 \cdot G} = \frac{2 \cdot l \cdot \tau}{d \cdot G}$$

$w$  Federwinkel in rad;  $G$  Schubmodul (82 000 ... 83 000 N/mm<sup>2</sup>); Federkonstante  $c = M_1 / \varphi$ ,  $\varphi$  Verdrehwinkel in Grad.

### Erfahrungswerte:

– Übergangshalbmesser vom Schaft zu den Einspannenden  $R = 90 \text{ mm}$

– Länge der Einspannenden

$$l_k = (1,75 \dots 2) \cdot d^2 / d_1 \text{ bei Kerbverzahnung}$$

$$l_k = 2,2 \cdot d^2 / d_1 \text{ bei Keilflächen}$$

$$d_1 \leq 1,4 \cdot d \text{ Fußkreisdurchmesser bei Kerbverzahnung}$$

$$d_1 = 1,6 \cdot d \text{ Fußkreisdurchmesser unter der Keilfläche}$$

–  $\tau_{\text{zul}} = 700 \text{ N/mm}^2$  für Werkstoff 50CrV4.

Für Dauerbeanspruchung bis zu einem Federdurchmesser  $d = 30 \text{ mm}$  beträgt bei geschliffener Oberfläche des Werkstoffes 50CrV4  $\tau_{\text{ta zul}} = 200 \text{ N/mm}^2$  und bei verdichteter Oberfläche  $\tau_{\text{ta zul}} = 300 \text{ N/mm}^2$ .

### Beachte:

Im Anhängerbau kann im allgemeinen von einer Dauerbeanspruchung ausgegangen werden. Der Schaftdurchmesser ist deshalb mit der zulässigen Mittelspannung  $\tau_{\text{m}} = 350 \text{ N/mm}^2$  zu berechnen, und die vorhandene Ausschlagspannung ist zu überprüfen.

### Berechnungsbeispiel:

In einer Anhängerachse soll als Feder ein Drehstab verwendet werden, der eine zulässige Gesamtlast von 8000 N überträgt. Die Radlast greift im rechten Winkel an einem 200 mm langen Schwingarm an. Der Federlastfaktor beträgt  $\varphi_f = 1,8$  und der Verspannungswinkel  $\varphi = 15^\circ$ . Federwerkstoff 50CrV4 – Oberfläche verdichtet. Wie groß müssen der Schaftdurchmesser, die federnde Stablänge und die Federkonstante werden?

#### Schaftdurchmesser

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{\text{tm}}}{\pi \cdot \tau_{\text{m}}}}$$

Bei gleicher Lastverteilung ist von einem Rad und somit von einer Drehstabhälfte 4000 N zu übertragen. Mit dieser statischen Last wird die Drehstabfeder vorgespannt. Das bei der statischen Radlast wirkende Moment beträgt

$$M_{\text{tm}} = F_{\text{stat}} \cdot l_H = 4000 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm}$$

$$M_{\text{tm}} = 800\,000 \text{ Nmm.}$$

Mit  $\tau_{\text{m}} = 350 \text{ N/mm}^2$  ergibt sich der Schaftdurchmesser zu

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 800\,000 \text{ N} \cdot \text{mm}^3}{\pi \cdot 350 \text{ N}}}$$

$$d = 22,7; 23 \text{ mm gewählt.}$$

Durch die Wirkung der Differenzlast zwischen statischer und dynamischer Radlast schwingt die Drehstabfeder um die sich durch die statische Radlast einstellende Ruhelage.

$$\Delta F = F_{\text{dyn}} - F_{\text{stat}}$$

$$F_{\text{dyn}} = \varphi_f \cdot F_{\text{stat}} = 1,8 \cdot 4000 \text{ N}$$

$$F_{\text{dyn}} = 7200 \text{ N}$$

$$\Delta F = 3200 \text{ N.}$$

Mit dieser Differenzkraft ergibt sich ein wirksames Moment von

$$M_{\text{ta}} = \Delta F \cdot l_H = 3200 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm}$$

$$M_{\text{ta}} = 640\,000 \text{ Nmm.}$$

Die wirksame Ausschlagspannung beträgt somit

$$\tau_{\text{ta vorh}} = \frac{16 \cdot M_{\text{ta}}}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 640\,000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{\pi \cdot 23^3}$$

$$\tau_{\text{ta vorh}} = 268,0 \text{ N/mm}^2 < \tau_{\text{ta zul}}$$

Zur Sicherheit ist die maximale Verdrehbeanspruchung zu kontrollieren.

$$\tau_{t \max} = \frac{16 \cdot M_{t \max}}{\pi \cdot d^3}$$

$$M_{t \max} = M_{tm} + M_{za}$$

$$M_{t \max} = (800\,000 + 640\,000) \text{ Nmm}$$

$$M_{t \max} = 1440\,000 \text{ Nmm}$$

$$\tau_{t \max} = \frac{16 \cdot 1440\,000 \text{ Nmm}}{\pi \cdot 23^3 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_{t \max} = 603,1 \text{ N/mm}^2 < \tau_{t \text{zul}}$$

Die federnde Stablänge ergibt sich aus

$$l = \frac{G \cdot w \cdot I_D}{M_{tm}}$$

$$I_D = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 23^4 \cdot \text{mm}^4}{32}$$

$$I_D = 27\,459 \text{ mm}^4$$

$$w = \frac{\varphi \cdot \pi}{180} = \frac{\varphi}{57,3} = \frac{15}{57,3}$$

$$w = 0,2615$$

$$l = \frac{82\,000 \text{ N} \cdot 0,2615 \cdot 27\,459 \cdot \text{mm}^4}{\text{mm}^2 \cdot 800\,000 \text{ Nmm}}$$

$$l = 736 \text{ mm.}$$

Mit dieser Federlänge und der dynamisch wirkenden Differenzlast ergibt sich um die Ruhelage ein Verdrehwinkel  $\varphi_s$ .

$$\varphi_s = w_s \cdot 57,3$$

$$w_s = \frac{l \cdot M_{za}}{G \cdot I_D} = \frac{736 \text{ mm} \cdot 640\,000 \text{ N} \cdot \text{mm}^3}{820\,000 \text{ N} \cdot 27\,459 \text{ mm}^4}$$

$$w_s = 0,209$$

$$\varphi_s = 11,98^\circ \approx 12^\circ$$

Kann die errechnete Federlänge aus konstruktiven Gründen nicht ausgeführt werden, dann verändert sich der Verdrehwinkel und somit der Federweg. Wird für die Federlänge  $l = 527 \text{ mm}$  verwendet, wie dies bei der Drehstabachse der Campinganhänger Bastei und Inter-camp der Fall ist, dann ist bei einem Federdurchmesser von  $d = 23 \text{ mm}$  nur ein Verdrehwinkel  $\varphi_s$  von  $8,6^\circ$  möglich, und demzufolge ändert sich der Federweg von  $f_1 = 94 \text{ mm}$  auf  $f_2 = 67 \text{ mm}$ . Durch die Änderung der Federlänge verändert sich auch die Hauptteillfrequenz von  $97,6 \text{ min}^{-1}$  auf  $116 \text{ min}^{-1}$ , wodurch sich der Federungskomfort verschlechtert.

Die Federungskonstante errechnet sich aus

$$c = \frac{M_{tm}}{\varphi_m} = \frac{800\,000 \text{ Nmm}}{15^\circ} \quad c = 53\,333,4 \text{ Nmm/Grad.}$$

Wird die errechnete Federlänge verändert, dann ändert sich auch  $\varphi_m$  und somit  $c$ .

## 2.5.5. Bereifung und Felgen

Bereifung und Felgen von PKW-Anhängern werden oft recht sorglos behandelt. Dabei hängen die Fahrstabilität und die Nutzungsdauer ganz wesentlich von der richtigen Reifen- und Felgenauswahl ab.

## 2.5.5.1. Bereifung

### Schräglaufeigenschaften

Bedingt durch die großen seitlichen Windangriffsflächen eines Campinganhängers werden von den Reifen gute Schräglaufeigenschaften verlangt. Das Schräglaufverhalten ist von Reifenbauart und -konstruktion abhängig. Im Bild 2.139 sind die Seitenführungskräfte in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel ersichtlich. Diese Werte werden jedoch nur dann erreicht, wenn der Kraftschluß nicht zusätzlich durch Bremskräfte in Anspruch genommen wird. Bei Vollbremsung kann der Reifen fast keine Seitenkräfte übertragen, so daß die Kraftschlußgrenze überschritten wird und ein seitliches Gleiten der Reifen eintreten kann.

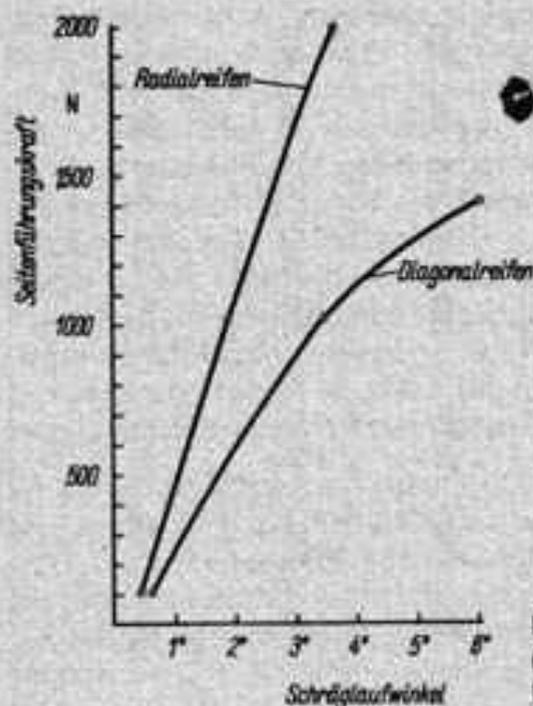


Bild 2.139. Einfluß des Schräglaufwinkels auf die übertragbare Seitenführungskraft von Radial- und Diagonalreifen

### Belastbarkeit und Eigenfederung

Zwischen der zulässigen Belastung eines Reifens, dem Reifeninnendruck und der Fahrgeschwindigkeit bestehen unmittelbare Zusammenhänge. Dabei ergibt sich die für den Campinganhänger erforderliche Mindestgröße der Reifen aus der errechneten Radlast. Bei der Auswahl des Reifens z. B. nach Tabelle 2.19 ist zu beachten, daß der Reifen 10 % mehr Belastung aufnehmen muß als berechnet. Das heißt, bei einer berechneten Radlast von 4500 N ist der Reifen für mindestens 4950 N auszuwählen.

#### Beachte:

Die in der Tabelle 2.19 angegebenen zulässigen Belastungen, in Abhängigkeit vom Reifeninnendruck, sind Mindestwerte und gelten nur für den kalten Reifen. Bei der Festlegung, ob Diagonal- oder Radialreifen eingesetzt werden, ist darauf zu achten, daß auf Grund der unterschiedlichen spezifischen Fahreigenschaften nur der Einsatz einer Reifenbauart auf allen Rädern des Campinganhängers erfolgt.

Nach Angaben des Herstellers können die angegebenen zulässigen Belastungen um höchstens 20 % erhöht werden, wenn die Fahrgeschwindigkeit 100 km/h nicht überschreitet. In diesem Fall ist der Luftdruck um 40 kPa zu erhöhen.

### Reifenbauart

Einen Reifen, der beim Fahren mit dem Campinganhänger für alle Witterungsverhältnisse gleich gut geeignet ist, gibt es noch nicht. Wenn wir jedoch davon ausgehen, daß Campinganhänger zum größten Teil ihren Einsatzzeitraum von Frühjahr bis Herbst haben und in vielen Ländern Geschwindigkeitsbegrenzungen für das Fahren mit Anhängern bestehen, dann sollten wir die Reifenauswahl entsprechend dem Einsatzzweck und dem Einsatzzeitraum treffen.



Es können folgende Reifen verwendet werden:

**Diagonalreifen.** Die Längsprofilierung und die feinen Rillen im Profil gewährleisten eine gute Spurrhaltung bei trockener sowie bei nasser Fahrbahn. Er ist für Campinganhänger mit weicher Federcharakteristik günstig, da er mit hohem Reifeninnendruck gefahren werden muß. Diagonalreifen haben gegenüber Radialreifen geringere Seitenführungskräfte. Dies kann jedoch für das Fahren mit Campinganhänger von Vorteil sein. Beim Auftreten großer Seitenkräfte bekommt der Fahrer durch Einsetzen einer leichten Schlingerbewegung des Campinganhängers bereits bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten ein Signal und kann somit den Anhänger meist noch rechtzeitig stabilisieren.

**Radialreifen** sind gegenüber Diagonalreifen nur dann für den Anhängerbetrieb zu bevorzugen, wenn der Anhänger im Jahresdurchschnitt eine hohe Kilometerlaufleistung erbringen muß. Sie haben einen geringeren Rollwiderstand, der sich aber beim Fahren mit Anhänger nur unwesentlich im Kraftstoffverbrauch bemerkbar macht. Günstig ist die Übertragung größerer Bremskräfte bei gebremsten Anhängern. Er ist in der Lage, höhere Seitenführungskräfte als der Diagonalreifen zu übertragen. Dadurch ist es möglich, gleiche Seitenkräfte vorausgesetzt, mit dem Radialreifen höhere Geschwindigkeiten zu fahren, ohne daß der Campinganhänger ins Schleudern kommt. Ist jedoch der Grenzwert der Seitenführungskraft erreicht, tritt beim Radialreifen, fast ohne Übergang, das Schleudern des Anhängers ein. Die daraus resultierende Schleuderbewegung des Anhängers ist vom Fahrer dann kaum noch beherrschbar.

Auf Grund seines weichen Unterbaues ist der Radialreifen in der Lage, einen großen Teil von Fahrstößen selbst zu dämpfen, ohne diese in das Fahrwerk ungedämpft weiterzuleiten.

**M- und S-Reifen** haben einen hohen Formschluß bei Matsch und Schnee, aber einen geringen Kraftschluß auf normaler Fahrbahn. Dies hat zur Folge, daß bei trockener Fahrbahn geringere Griffigkeit des Reifens vorliegt und somit die Fahrstabilität gegenüber Diagonal- und Radialreifen wesentlich schlechter ist. Dazu kommt eine verminderte Laufruhe und schlechtere Eigenfederung des Reifens. Wer mit dem Campinganhänger zum Wintercamping fährt, sollte jedoch M- und S-Reifen verwenden.

### Reifeninnendruck

Aus Tabellen der Reifenhersteller kann in Abhängigkeit von der gewählten Reifenbelastung der zugeordnete Reifeninnendruck entnommen werden. Nur dieser vom Reifenhersteller ermittelte Reifeninnendruck gewährleistet auch eine maximale Fahrstabilität.

Nun werden aber Campinganhänger für die Urlaubsreisen meist so beladen, daß die zulässigen Radlasten grundsätzlich voll ausgenutzt werden. Dies hat aber zur Folge, daß mit hohem Reifeninnendruck gefahren werden muß. Zu hoher Reifeninnendruck setzt aber den Federungskomfort herab, die Räder neigen leichter zum Springen und vermindern somit den Bodenkontakt. Der hohe Reifeninnendruck wirkt sich aber auch auf die Lebensdauer des Reifens negativ aus. Bei der Festlegung der Reifennenngröße sollte deshalb die maximal zulässige Radlast auf die zulässige Belastung des Reifens, bei einem Reifeninnendruck von 180 bis 200 kPa, bezogen werden. Dadurch wirkt man einem ständigen Fahren im Grenzbereich entgegen.

### Rollwiderstand

Der Rollwiderstand beeinflußt vor allem den Kraftstoffverbrauch des Zugfahrzeuges. Beim Abrollen des Reifens entsteht an der Berührungsfläche zwischen Reifen und Fahrbahn eine Kraft, die der Bewegungsrichtung des Reifens entgegengerichtet ist. Die Größe dieser Kraft ist abhängig vom Reifeninnendruck, der Radlast, der Fahrgeschwindigkeit und der Reifenart (Bild 2.140).

Wird mit dem vom Reifenhersteller vorgeschriebenen Reifeninnendruck gefahren, dann ist die vom Motor aufzubringende Leistung gering. Sie verändert sich jedoch mit abnehmendem Reifeninnendruck.

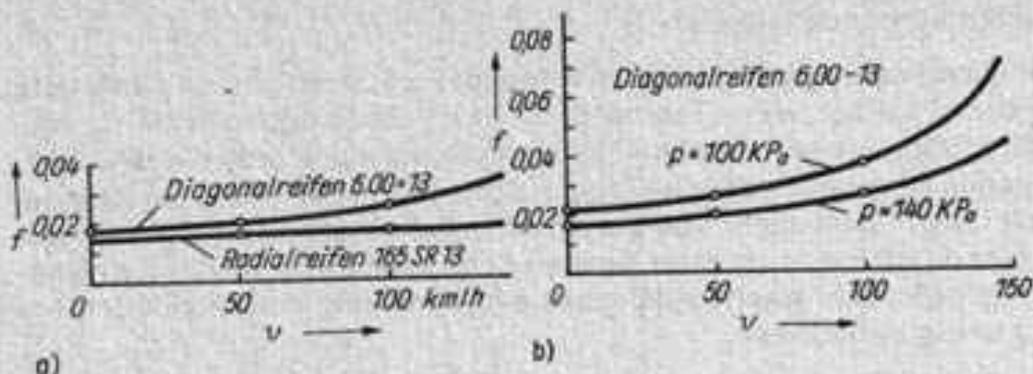


Bild 2.140 Rollwiderstandsbeiwert  $f$  von Diagonal- und Radialreifen  
 a) in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit  
 b) in Abhängigkeit vom Reifenluftdruck eines Diagonalreifens 6.00 - 13

### Radiale Reifeneinfederung

Der Reifen ist in der Lage, einen Teil der Radstöße aufzunehmen. Abhängig vom Reifeninnendruck und der Fahrgeschwindigkeit federt der Reifen. Diese Einfederung nimmt mit zunehmender Radlast, abnehmendem Reifeninnendruck und abnehmender Fahrgeschwindigkeit zu. Die Größe der Einfederung ist außerdem von der Reifenbauart abhängig. Sie ist bei Radialreifen größer als bei Diagonalreifen gleicher Größe. Wenn wir einerseits auch eine gute Einfederung wünschen, so sind dieser doch Grenzen gesetzt.

Es ist falsch, durch zu niedrigen Reifeninnendruck eine große Einfederung zu erreichen. Dieser Vorteil würde die Fahrstabilität und die Lebensdauer des Reifens stark verringern. Der Einfluß der dynamischen Radlast auf die Einfederung des Reifens, bei konstantem Reifeninnendruck, ist im Bild 2.141 zu erkennen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß Reifen als Federn etwa viermal so hart sind wie die Achsfedern.

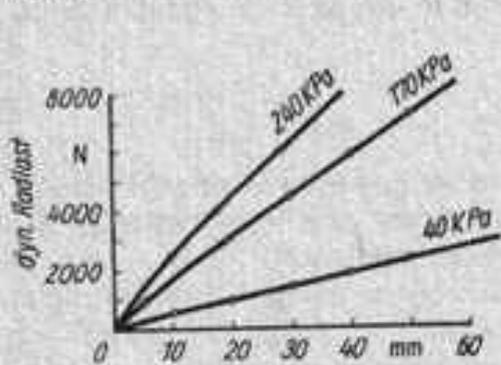


Bild 2.141. Einfluß der dynamischen Radlast auf die Einfederung eines Radialreifens 165 SR 13 mit einem konstanten Reifeninnendruck von 0,24 MPa, 0,17 MPa und 0,04 MPa

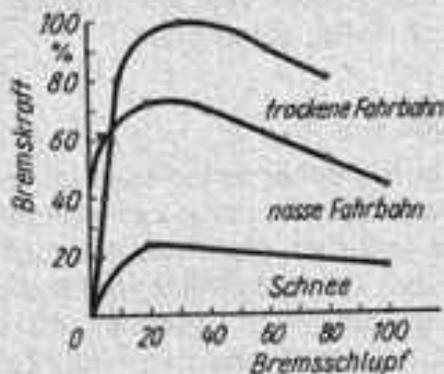


Bild 2.142. Übertragbare Bremskräfte in Abhängigkeit vom Bremsschlupf bei verschiedenen Fahrbahnzuständen

### Bremskraft

Die beim Abbremsen des Anhängers durch das Auflaufen auf das Zugfahrzeug in den Radbremsen wirkenden Bremskräfte werden von der Reifenaufstandsfläche auf die Fahrbahn übertragen. Der sich dabei ergebende Formänderungsschlupf in Umfangsrichtung entsteht dadurch, daß beim Bremsen der Radumfang vor Eintritt in die Aufstandsfläche gedehnt wird. Der Zusammenhang zwischen Schlupf und übertragbarer Bremskraft ist aus Bild 2.142 zu erkennen. Ein Schlupf von 100 % bedeutet ein Blockieren der Räder. Dieser Zustand darf beim Bremsen eines Anhängers keinesfalls erreicht werden, da blockierte Räder nicht in der Lage sind, Seitenkräfte zu übertragen. Der Anhänger würde bei Windeinflüssen auf die Seitenwand sofort ins Schleudern kommen.

## 2.5.5.2. Felgenauswahl

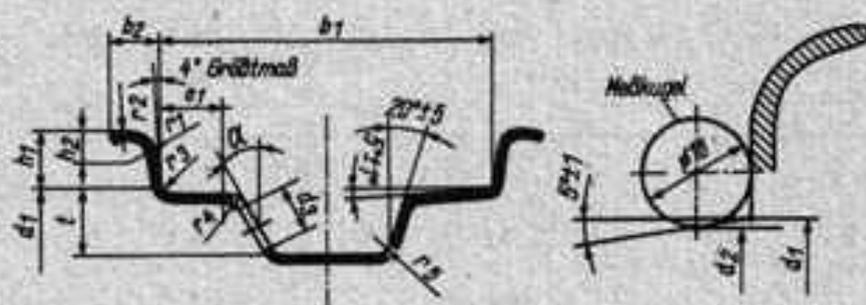
Die zu den jeweils ausgewählten Reifen festgelegte Regelfelge kann ebenfalls aus Tabelle 2.20 entnommen werden. Die maximal zulässigen Reifenbelastungen sind mit den zulässigen Belastungen der Regelfelge abgestimmt. Für Campinganhänger werden in der Regel 13" und 14" Felgendurchmesser benutzt. Dadurch erreicht man eine gute Abstimmung zwischen niedriger Schwerpunkthöhe und erforderlicher Bodenfreiheit. Die wichtigsten Abmessungen von Tiefbettfelgen sind aus den Tabellen 2.20 bis 2.22 zu entnehmen.

### Beachte:

Schlauchlose PKW-Diagonalreifen dürfen auf die in den Tabellen 2.20 bis 2.22 angegebenen Tiefbettfelgen oder auch auf Spezialausführungen wie Hump oder Spezial Ledge montiert werden, während für schlauchlose PKW-Radialreifen ausschließlich Spezialfelgen wie Hump, Flat Hump oder Spezial Ledge einzusetzen sind.

Tabelle 2.20. Tiefbettfelgen 13", 14" und 15" für Campinganhänger nach [28]

symmetrisch (A)



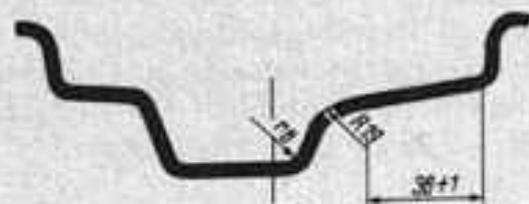
Felgenbezeichnung	Maulweite $b_1 \pm 1$	$b_2$	zul. Abw.	$d_1$	$d_2$	$d_3$ $\pm 1,2$	Ventilloch $d_3$
$3 \frac{1}{2} j \times 12$	88,9	13	$\pm 1$	304,0	302,7	951,0	11,5
$4 j \times 12$	101,6						$\pm 0,15$
$4 \frac{1}{2} j \times 12$	114,3						
$3 \frac{1}{2} j \times 13$	88,9	13	+ 1	329,4	328,0	1030,5	11,5
$4 j \times 13$	101,6						$\pm 0,15$
$4 \frac{1}{2} j \times 13$	114,3						
$5 j \times 13$	127,0						
$5 \frac{1}{2} j \times 13$	139,7						
$3 \frac{1}{2} j \times 14$	83,9	13	+ 2	354,8	353,4	1110,2	11,5
$4 j \times 14$	101,6						$\pm 0,15$
$4 \frac{1}{2} j \times 14$	114,3						
$5 j \times 14$	127,0						
$5 \frac{1}{2} j \times 14$	139,7						
$4 j \times 15$	101,6	13	+ 2	380,2	378,8	1190,0	16
$4 \frac{1}{2} j \times 15$	114,3						+ 0,1
$5 j \times 15$	127,0						- 0,3
$5 \frac{1}{2} j \times 15$	139,7						

Tabelle 2.21. Tiefbettfelgen 13", 14" und 15" für Campinganhänger nach [28]

5 K × 13

Unsymmetrisch (B)

fehlende Maße wie (A)



Felgenbezeichnung	$e_1$ + 1	$h_1$ $\pm 0,5$	$h_2$	$r_1$ $\pm 1,5$	$r_2$	$r_3$ max	$r_4$	$r_5$	$t$ $\pm 1$	$\alpha$ $\pm 5^\circ$
3 ½ J × 12	15,8							5,1		
4 J × 12	19,8	17,3	9,7	9,7	6,4	4,5	8,0	6,4	17,5	15°
4 ½ J × 12										$\pm 2^\circ$
3 ½ J × 13	15,8							5,1		
4 J × 13										
4 ½ J × 13	19,8	17,3	9,7	9,7	6,4	4,5	8,0	6,4	19,1	20°
5 J × 13										
5 ½ J × 13										
3 ½ J × 14	15,8							5,1		
4 J × 14										
4 ½ J × 14	19,8	17,3	9,7	9,7	6,4	4,5	8,0	6,4	19,1	20°
5 J × 14										
5 ½ J × 14										
4 J × 15										
4 ½ J × 15	19,8	17,3	9,7	9,7	6,4	4,5	8,0	6,4	19,1	20°
5 J × 15										
5 ½ J × 15										

## 2.5.6. Bremsanlagen

### 2.5.6.1. Einflüsse auf das Bremsverhalten

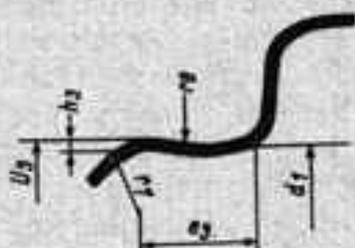
Beim Abbremsen eines PKW ohne Anhänger wird die Vorderachse be- und die Hinterachse entlastet. Wird nun an einen PKW ein Anhänger angekuppelt, so werden beim Bremsvorgang die Achslastsummen des Zugfahrzeuges größer als dessen Gesamtmasse, die Belastung der Hinterachse wird größer als die Belastung der Vorderachse, und die Achslast des Anhängers wird kleiner. Die Hinterachse des Zugfahrzeuges muß nicht nur die Erhöhung durch die wirkende Stützlast des Anhängers, sondern auch die Summe der Vorderachsentlastung aufnehmen. Bei voller Kraftschlußausnutzung hat die Hinterachslast ohne Anhänger mit zunehmender Verzögerung fallende Tendenz und mit Anhänger steigende Tendenz. Dies hat zur Folge, daß beim Zugfahrzeug mit Anhänger eine optimale Bremskraftverteilung nicht erreichbar ist und daher optimale Verzögerungswerte nicht realisierbar sind.

Verbesserungen sind zu erreichen, indem für die PKW-Hinterachse auf dynamische Laständerungen reagierende Bremskraftregler eingesetzt werden und gleichzeitig eine Erhöhung der möglichen Bremskräfte gewährleistet wird. Eine optimale Verzögerung eines PKW mit Anhänger ist daher nicht nur von der Bremsanlage des Anhängers abhängig.

Tabelle 2.22. Tiefbettfelgen 13", 14" und 15" für Campinganhänger nach [28]

Felgenhornausführung <sup>1)</sup>	$h_1$ $\pm 0,5$	$h_2$	$r_1$ $\pm 1,5$	$r_4$	$f$ $\pm 1$
JK	18,0	8,9	8,9	8,9	22,0
K	19,6	10,3	10,7	9,5	25,4

Hump-Ausführung



Dargestellt ist nur die Reifensitzfläche, übrige Maße wie in Tabelle 2.20./21.  
Bei einseitiger Hump-Ausführung befindet sich diese auf der Ventilochseite der Felge.

Felgenmaulweite	Felgendurchmesser	$e_3$ + 1	$h_3$ $\pm 0,1$	$r_6$	$r_7$	$u_3$ max.
3 1/2	12"	15,8	0,3			955,0
	13"					1034,8
	14"					1114,6
4 und 4 1/2	12"	16,5		11,4	11,2	955,0
	13"					1034,8
	14"					1114,6
	15"					1196,6
5 und 5 1/2	13"	19,8	0,15		11,5	1037,0
	14"					1116,8
	15"					1196,6

<sup>1)</sup> Nicht angegebene Maße entsprechen der Hornausführung „J“

## 2.5.6.2. Bremssysteme

### Auflaufbremssystem

Zur Bremsanlage eines PKW-Anhängers gehören alle Teile, deren Aufgabe es ist, einen fahrenden Anhänger abzubremsen und zum Stillstand zu bringen bzw. im Stillstand zu halten. Bremsanlagen bestehen aus der Betätigungseinrichtung, der Übertragungseinrichtung und der Radbremse.

Im europäischen Raum hat sich die Auflaufbremse durchgesetzt, bei der die durch das Auflaufen des Anhängers an das Zugfahrzeug entstehenden Kräfte ausgenutzt werden. Ein mit einer Auflaufbremsanlage ausgerüsteter Anhänger kann an jeden PKW, der eine Anhängervorrichtung angebaut hat, problemlos angehängt werden, ohne daß Eingriffe in die Bremsanlage des Zugfahrzeuges erforderlich sind. Dieser Vorteil hat dazu geführt, daß der Auflaufbremsanlage gegenüber den verzögerungsgesteuerten oder den durchgehenden Bremsanlagen der Vorzug gegeben wurde.

Ein Nachteil des Auflaufbremssystems ist der funktionsbedingte Ausfall der Bremse bei Anhalten an einer Steigung.

Aufbau und Funktion sind im Abschnitt 4.3.2. beschrieben.

Bei der Verwendung der Übertragungseinrichtung für die Betriebs-, Feststell- und Abreibbremsung ist unbedingt zu beachten, daß bei Radbremsen mit Rückfahrautomatik für die Feststell- und Abreibbremse ein größerer Betätigungsweg erforderlich ist als bei der Betriebsbremse. Der Auflaufweg des Schubstückes gewährleistet bei einem Zurückdrücken des

Schubstückes bis zum Anschlag noch ein Rückwärtsfahren des Anhängers. Wird der gleiche Weg für die Feststell- und Abreißbremse gewählt, dann würde der Anhänger an einer Steigung zurückrollen.

Der auflaufgebremste Anhänger ist ein Schwingungssystem, das gleichzeitig Regelsystem ist. Bei diesem System ist die regelnde Größe die Auflaufkraft am Schubstück, die geregelte Größe ist die Anhänger-Bremskraft. Beides ändert sich gegensinnig. Beim Auflaufen des Anhängers auf das Zugfahrzeug wird über die Übertragungseinrichtung die Radbremse des Anhängers in Funktion gesetzt. Dadurch verringert sich wiederum die Auflaufkraft und als Folge die Bremskraft. Ist ein weiteres Abbremsen erforderlich, erhöht sich die Auflaufkraft und somit die Bremskraft. Dieses Regelsystem hat sich im praktischen Fahrbetrieb, unter Beachtung der Dämpfung der Auflaufschwungung, gut bewährt, da der Verlust an eigener Abbremsung teilweise ausgeglichen wird. Durch die sich ergebenden guten Regeleigenschaften der Auflaufbremsanlagen ist eine sehr gute Kraftschlußausnutzung im Anhängerzug möglich. Ein Anti-Blockier-System ist deshalb beim einachsigen, auflaufgebremsten PKW-Anhänger nicht erforderlich, da die Eigenabbremsung des Anhängers immer etwas niedriger ist als die des Zugfahrzeuges.

Besitzt das Zugfahrzeug ein Anti-Blockier-System, so ist bei ordnungsgemäßer Einstellung der Radbremsen ein Blockieren der Räder des Anhängers nahezu ausgeschlossen.

### **Verzögerungsgesteuertes Bremssystem**

Dieses Bremssystem wird mit elektromagnetisch betätigten Radbremsen verwendet. Die Steuerung erfolgt durch eine träge Masse, auf die die Verzögerung des Anhängers übertragen wird. Als träge Masse werden Quecksilber-Trägheitsschalter verwendet, die meist nur zwei bis vier Schaltstufen besitzen. Die Stromversorgung der Radbremsen erfolgt über das Bordnetz des Zugfahrzeuges. Das Zugfahrzeug muß zur Absicherung des Strombedarfes der Radbremsen eine wesentlich stärkere Lichtmaschine besitzen, als dies sonst üblich ist. Nachteilig ist außerdem, daß das Steuergerät nach jedem Kuppelvorgang oder einer Veränderung der Beladung des PKW oder des Anhängers über die Justiereinrichtung in die waagerechte Lage gebracht werden muß. Erfolgt dies nicht, so werden bei einer Neigung nach vorn zu große und bei einer Neigung nach hinten zu kleine Steuerimpulse gegeben, die unerwünschte Bremskräfte auslösen.

Bei diesem System ist die regelnde Größe die Zug-Verzögerung und die geregelte Größe die Anhänger-Bremskraft. Beide ändern sich gleichsinnig. Obwohl der erforderliche Fertigungsaufwand gegenüber dem Auflaufbremssystem wesentlich geringer ist, konnte sich das verzögerungsgesteuerte Bremssystem auf Grund seines schlechteren Bremsverhaltens und seines höheren Bedienungsaufwandes international noch nicht durchsetzen. Angewandt wird dieses Bremssystem in Italien und den USA.

### **Durchgehendes oder halbdurchgehendes Bremssystem**

Dieses Bremssystem wird durch die hydraulische Bremsanlage des Zugfahrzeuges gesteuert und erfordert einen Anschluß des Anhängerbremssystems an das Bremssystem des PKW. Dies hat zur Folge, daß der Hauptbremszylinder des Zugfahrzeuges, der für vier bzw. zwei Radbremsen ausgelegt ist, gegen einen größeren ausgetauscht werden muß. Es ist aber auch möglich, einen dritten Bremskreis zu installieren, der ausschließlich als Anhängerbremskreis funktioniert.

Gegenüber dem Auflaufbremssystem entfällt das Auflaufschubstück. Bei diesem Bremssystem ist die regelnde Größe der Bremsdruck und die geregelte Größe die Bremskraft. Beide können sich gegenseitig nicht beeinflussen. Da dieser Regelkreis fehlt, ist es zur Verbesserung des Bremsverhaltens erforderlich, die Radbremsen des Anhängers mit einem Antiblockiersystem auszurüsten. Mit diesem System sind sehr gute Bremsseigenschaften zu erwarten, wenn auch das Zugfahrzeug mit einem Anti-Blockiersystem ausgerüstet ist. Nachteilig ist, daß Anhänger mit einem durchgehenden Bremssystem nur an Zugfahrzeuge angekuppelt werden können, die dafür vorbereitet sind.

### 2.5.6.3. Technische Forderungen

Die technischen Forderungen an die Bremsanlage eines Anhängers sind in der ECE-Regelung Nr. 13 enthalten. Die wichtigsten sind:

- Einachsige Anhänger, deren Gesamtmasse 750 kg nicht übersteigt, müssen nicht mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sein, wenn vom ziehenden Fahrzeug mit vollbeladenem Anhänger die vorgeschriebenen Bremswirkungen erreicht werden, beim Bremsen keines der Fahrzeuge seine Fahrspur verläßt und die Bestimmungen des § 12 der 3. DB zur StVZO eingehalten werden.
- Anhänger, deren Gesamtmasse im Bereich von 751 kg bis 3500 kg liegt, müssen mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sein, die entweder eine durchgehende, eine halbdurchgehende oder eine Auflaufbremsanlage ist.
- Die Betriebsbremsanlage muß auf alle Räder des Anhängers wirken.
- Die Abnutzung der Bremsen muß durch eine handbetätigte oder selbsttätige Nachstelleinrichtung leicht ausgeglichen werden können. Ferner müssen die Betätigungseinrichtungen, die Teile der Übertragungseinrichtung und die Bremsen eine solche Wegreserve besitzen, daß bei Erwärmung der Bremsen und nach Abnutzung der Beläge bis zu einem gewissen Grad die Bremsung ohne sofortiges Nachstellen sichergestellt ist.
- Die Bremsanlagen müssen so beschaffen sein, daß beim Abreißen der Verbindungseinrichtung während der Fahrt der Anhänger selbsttätig gebremst wird. Diese Vorschrift gilt jedoch nicht für einachsige Anhänger, deren Gesamtmasse 750 kg nicht übersteigt, vorausgesetzt, daß diese Anhänger außer der Verbindungseinrichtung (Kugelkupplung) eine Sicherungsverbindung aufweisen (Kette, Seil), die bei Bruch der Verbindungseinrichtung verhindert, daß die Anhängerdeichsel den Boden berührt, und die dem Anhänger noch eine gewisse Führung gibt.
- Bei allen Anhängern, die mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sein müssen, muß die Feststellbremse auch dann sichergestellt werden können, wenn der Anhänger vom Zugfahrzeug getrennt ist. Die Feststellbremse des Anhängers muß den beladenen, vom Zugfahrzeug getrennten Anhänger auf einer Steigung oder einem Gefälle von 18 % im Stillstand halten können. Die auf die Betätigungseinrichtung ausgeübte Kraft darf 600 N nicht übersteigen. Bei einem Anhängerzug muß die Feststellbremse des Zugfahrzeuges die untereinander verbundenen Fahrzeuge bei zulässiger Gesamtmasse von PKW und Anhänger an einer Steigung von 12 % vorwärts und rückwärts halten.
- Die für Bremsanlagen vorgeschriebene Wirkung ist auf den Bremsweg bezogen. Der Bremsweg ist der vom Fahrzeug von Beginn der Betätigung der Bremsanlage bis zu seinem Stillstand zurückgelegte Weg, die Ausgangsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit im Augenblick des Beginns der Betätigung der Bremsanlage. Die Bremsen müssen kalt sein. Eine Bremse gilt als kalt, wenn an der Brems Scheibe oder außen an der Trommel gemessen die Temperatur weniger als 100 °C beträgt.

Folgender Bremsweg darf bei einem PKW mit Anhänger nicht überschritten werden:

$$s = 0,10 v + \frac{v^2}{150}$$

s Bremsweg in m; v Ausgangsgeschwindigkeit in km/h.

Danach ergeben sich folgende Bremswege:

v in km/h	20	30	40	50	60	70	80
s in m	4,7	9	14,7	21,7	30	39,7	50,7

- Bei Kontrollmessungen und Bremsproben darf der bis zur zulässigen Gesamtmasse beladene Anhängerzug höchstens diese Bremswege aufweisen, wenn er auf ebener und normal griffiger Fahrbahn abgebremst wird.
- Ist die Betriebsbremsanlage des Anhängers durchgehend oder halbdurchgehend, so muß die Summe der am Umfang der gebremsten Räder ausgeübten Kräfte mindestens 45 % der Summe der statischen Radlasten bei zulässiger Gesamtmasse betragen.

- Ist die Bremsanlage eine Auflaufbremsanlage, dann muß bei einer Auflaufkraft des Anhängers von nicht mehr als 6 % der Summe der größten Achslasten des Anhängers die Summe der am Radumfang ausgeübten Bremskräfte mindestens 45 % der Summe der statischen Achslasten bei zulässiger Gesamtmasse betragen. Auf keinen Fall darf die Auflaufbremse unter der Einwirkung kleiner Verzögerungen ansprechen, die ohne Betätigung der Betriebsbremse im normalen Fahrbetrieb auftreten.

Auf die Prüfbedingungen zur Herstellung von Auflaufbremsanlagen soll in diesem Rahmen nicht eingegangen werden. Diese sind im Anhang 12 der ECE-Regelung Nr. 13 ausführlich beschrieben und können im Gesetzblatt-Sonderdruck 886/12 vom 19. März 1982 nachgelesen werden.

## 2.5.7. Anhängerkupplung

Als Anhängerkupplungen stehen die Kugelkupplungen vom Typ KK 70, KK 71 und KK 82 (Bild 2.143) zur Verfügung. Die Kugelkupplungen vom Typ KK 70 und KK 71 sind für eine Anhänger- masse von 1000 kg und die KK 82 von 1300 kg zugelassen.

Die Kupplungen bestehen aus einem offenen, kaltgeformten Flachstahlgehäuse, in das die beweglichen Teile Kugelschale und Hebel mittels Nietstifts eingebaut sind. Sie sind für einen Deichselrohrdurchmesser von 60 und 70 mm lieferbar. Das Ankuppeln der einzelnen Typen ist wie folgt durchzuführen.

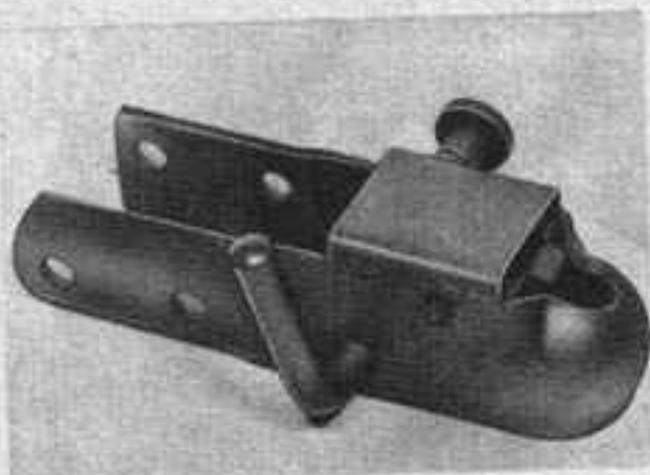


Bild 2.143a. Anhängerkupplung KK 70

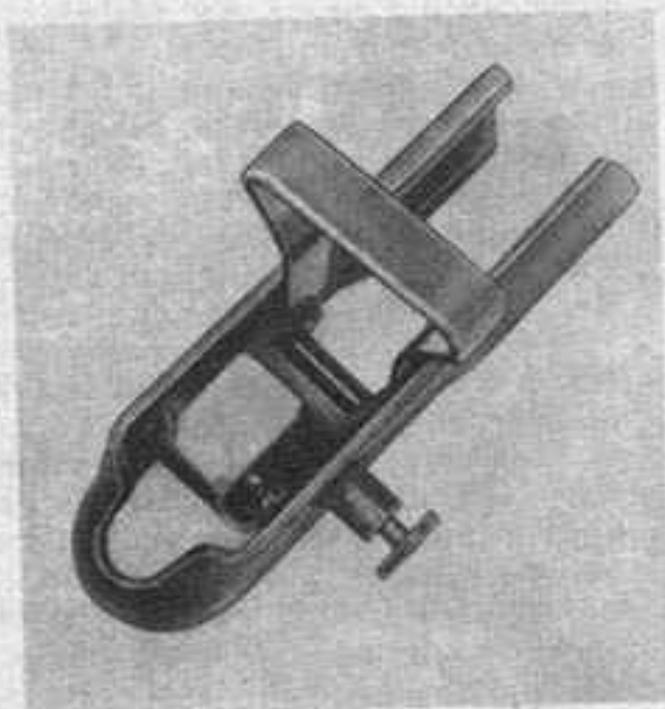


Bild 2.143b. Anhängerkupplung KK 71

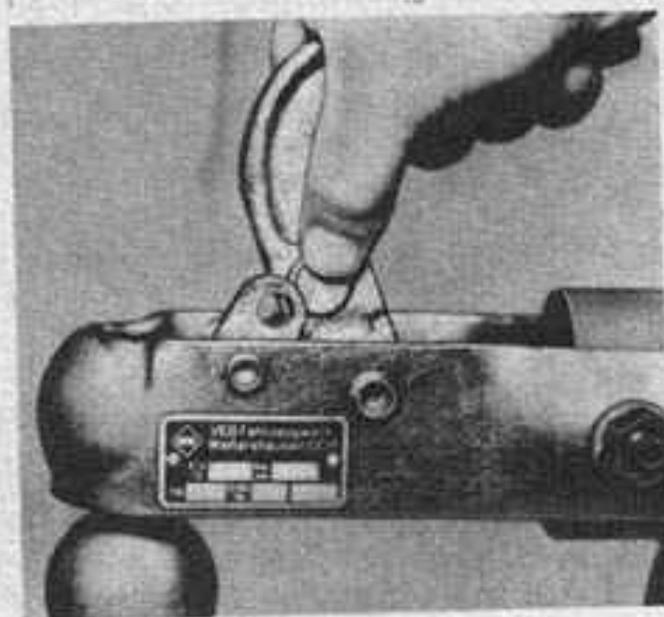


Bild 2.143c. Anhängerkupplung KK 82

### **Kugelkupplung vom Typ KK 70**

Herausziehen des Sicherungsbolzens und Umlegen des Betätigungshebels nach hinten, bis die Kugelschale in geöffneter Stellung verbleibt. Absenken der Zugdeichsel auf die Kugel der Anhängerzugvorrichtung des Zugfahrzeuges, bis das Kupplungsmaul die Kugel voll umschließt. Beim Aufsetzen auf die Anhängerkupplung wird der Kupplungsvorgang automatisch vollzogen, und die Kupplung ist gleichzeitig gesichert.

### **Kugelkupplung vom Typ KK 71**

Herausziehen des Sicherungsbolzens und Zurückziehen des Verschußhebels, bis die Kugelschale geöffnet bleibt. Absenken wie beim Typ KK 70. Selbsttätig zurückgeschnappten Sicherungsbolzen herausziehen und Verschußhebel bis zum Anschlag nach vorn drücken. Der Sicherungsbolzen rastet nach Abschluß des Kupplungsvorganges selbsttätig ein.

### **Kugelkupplung vom Typ KK 82**

Federnden Sicherungsknopf im Handhebel eindrücken und Handhebel bis zum Anschlag nach vorn drücken. Absenken wie beim Typ KK 70 und Handhebel loslassen. Eine Doppelschenkelfeder beaufschlagt den Handhebel so, daß er stets in Richtung Schließstellung bewegt wird. Im geschlossenen Zustand der Kupplung liegt der federnde Sicherungsknopf am Nocken der Kugelschale an und verhindert ein selbsttätiges Öffnen der Kugelkupplung. Als Diebstahlsicherung für den angekuppelten Anhänger dient die im Nocken der Kugelschale angebrachte Bohrung, in die ein Vorhängeschloß eingehängt werden kann.

Die offene Bauweise des Flachstahlgehäuses der beschriebenen Anhängerkupplungen begünstigt die Überwachung der Funktionstüchtigkeit sowie die Säuberung und Schmierung der beweglichen Teile.

#### **Beachte:**

Im geschlossenen und angekuppelten Zustand muß der Sicherungsbolzen am Gehäuse anliegen bzw. am Nocken der Kugelschale anschlagen.

## **2.5.8. Schwingungsdämpfer**

### **2.5.8.1. Anforderungen und Grundbauarten**

Für die Fahrsicherheit und somit für die Minderung der dynamischen Radlastschwankungen hat die Dämpfung die gleiche Bedeutung wie die Federung. Als Stoßdämpfer können Reibungs- und Flüssigkeitsdämpfer eingesetzt werden. Beim Reibungsdämpfer ist die Dämpferkraft annähernd konstant. Schwingungen mit kleinen Amplituden werden meist ungefedert übertragen, während bei größeren Amplituden die Dämpferkraft oft nicht ausreicht. Beim PKW-Anhänger haben sich deshalb Flüssigkeitsdämpfer durchgesetzt. Diese sind in der Lage, die Dämpferkraft den jeweiligen Schwingungen anzupassen.

Beim Flüssigkeitsdämpfer entspricht die Dämpferkraft im wesentlichen der Druckdifferenz auf beiden Kolbenseiten. Die in der DDR für PKW-Anhänger gebauten Teleskop-Schwingungsdämpfer sind doppelwirkende Zweirohrdämpfer, bei denen die dem Kolbenstangenvolumen entsprechende Dämpferölmenge beim Einfedern in den zwischen Mantelrohr und Innenzylinder vorhandenen Ausgleichsraum gedrückt und beim Ausfedern wieder zurückgeholt wird. Für die Wirkung ist daher neben dem im Kolben angeordneten Hoch- und Niederdruckventil auch die Funktion des am Boden angeordneten Ventilkörpers maßgebend, durch das das Dämpferöl zwischen Arbeits- und Ausgleichsraum fließt. Die Funktion der Teleskop-Schwingungsdämpfer ist im Abschnitt 4.2.5. beschrieben.

Die Baugröße und die Dämpfungskräfte sind abhängig von:

- Anhängermasse
- Federart, Federkennlinie und Federweg
- Art der Schwingungsdämpferanlenkung.

### 2.5.8.2. Einbaubeeinflussung

Schwingungsdämpfer werden in der Regel unter einer gewissen Schräglage eingebaut, wodurch sich die wirksame Dämpferkraft und die maßgebende Geschwindigkeit des Kolbens verändern.

Aus Bild 2.144 ist zu erkennen, daß sich mit zunehmender Schräglage die vom Hersteller angegebene Dämpferkraft verringert. Wir erhalten die tatsächlich wirkende vertikale Dämpferkraft mit der Gleichung

$$F_{D \text{ vorh}} = F_D \cdot \cos \alpha.$$

Der Einbau soll so dicht wie möglich am gefederten Rad erfolgen, um den Dämpfungsweg so groß wie den Federweg zu halten. Je weiter der Dämpfer vom federnden Rad entfernt ist, desto geringer ist die am Rad wirkende Dämpferkraft. Die am Rad wirkende Dämpferkraft ergibt sich aus

$$F_{D \text{ vorh}} = F_D \cdot l_1/l_2 \cdot \cos \alpha \text{ (vgl. Bild 2.144a).}$$

Das gefederte Rad bewegt sich beim Ein- und Ausfedern auf einer Kreisbahn. Diese Tatsache muß bei der Festlegung der Anlenkpunkte des Schwingungsdämpfers beachtet werden. Da die untere Aufnahme meist nahe am Rad angebracht ist, bewegt sich dieser Befestigungspunkt ebenfalls auf einer Kreisbahn. Der Einbauwinkel ist durch die Festlegung des oberen Befestigungspunktes so zu wählen, daß die Symmetrieachse des Dämpfers bei statischer Belastung mit der Kreisbahn der Radaufhängung einen rechten Winkel bildet. Die Symmetrieachse tangiert also die Kreisbahn (vgl. Bild 2.144b).

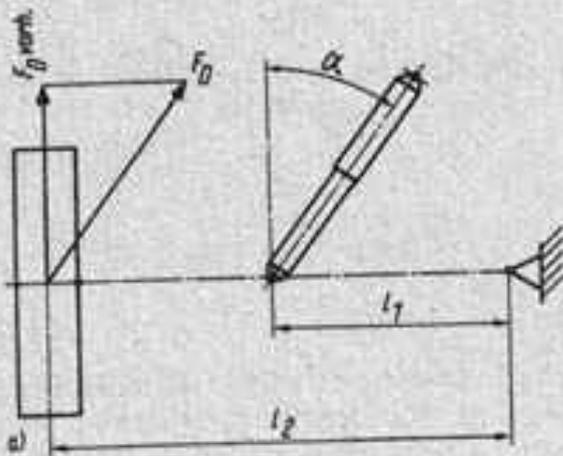


Bild 2.144a. Einfluß der Einbaulage auf die Dämpferkraft am Rad

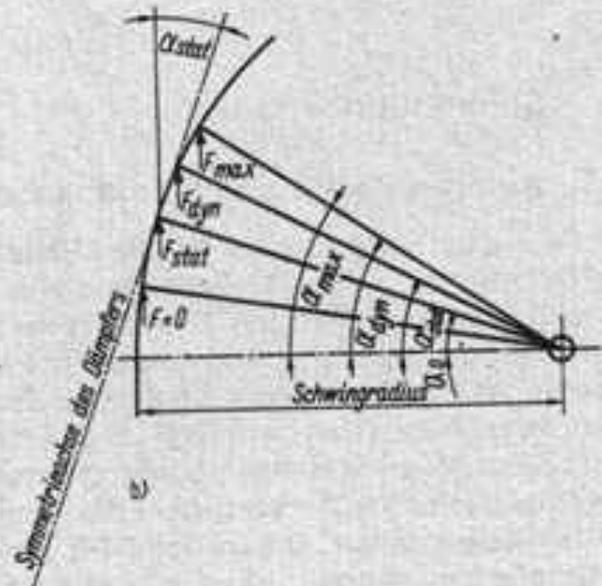


Bild 2.144b. Einbauwinkel des Schwingungsdämpfers

#### Einbaubispiel

An einer gebremsten Drehstabfederachse soll die Einbaulage des Schwingungsdämpfers bestimmt werden. Der Einbauwinkel  $\alpha_0$  zwischen Achsbock und Schwingungshebel beträgt im unbelasteten Zustand der Achse  $10^\circ$ . Auf Grund der Belastung des Anhängers ergeben sich folgende Verdrehwinkel

- $\alpha_{\text{stat}} = 19,5^\circ$  bei statischer Belastung (Eigenmasse + Zuladung)
- $\alpha_{\text{dyn}} = 28^\circ$  bei dynamischer Belastung
- $\alpha_{\text{max}} = 33^\circ$  bei maximal zulässiger Belastung.

Die Berechnung der Verdrehwinkel und Federwege ist aus Abschnitt 2.5.2. ersichtlich. Im Bild 2.144b ist die Einbaulage des Schwingungsdämpfers dargestellt.

### Auswahlhinweise

Eine exakte Abstimmung zwischen der dynamischen Radlast und der vertikalen Massenbeschleunigung mit der erforderlichen Dämpfungskraft läßt sich nur durch Messungen erreichen. Als groben Richtwert kann man für die Auswahl der einzusetzenden Teleskop-Schwingungsdämpfer 20 bis 30 % der dynamischen Radlast für die erforderliche Dämpfungskraft in Zugrichtung ansetzen. Dabei hat sich im Anhängerbau eine um 100 bis 200 % größere Dämpfungskraft beim Ausfedern gegenüber der Dämpfungskraft beim Einfedern bewährt.

Aus der Bezeichnung eines Schwingungsdämpfers können folgende Angaben entnommen werden:

- Ausführung A oder B
- Nennhub
- Dämpfungskraft in Zugrichtung
- Dämpfungskraft in Druckrichtung.

Die bei den Campinganhängern Bastel, Intercamp und QEK Junior eingesetzten Dämpfer vom Typ A2-150-140/50 gehören zur Ausführung A (Bild 2.145) der Baugröße 2, besitzen einen Nennhub von 150 mm, eine Dämpfungskraft in Zugrichtung  $F_z = 1400$  N und eine Dämpfungskraft in Druckrichtung  $F_d = 500$  N.

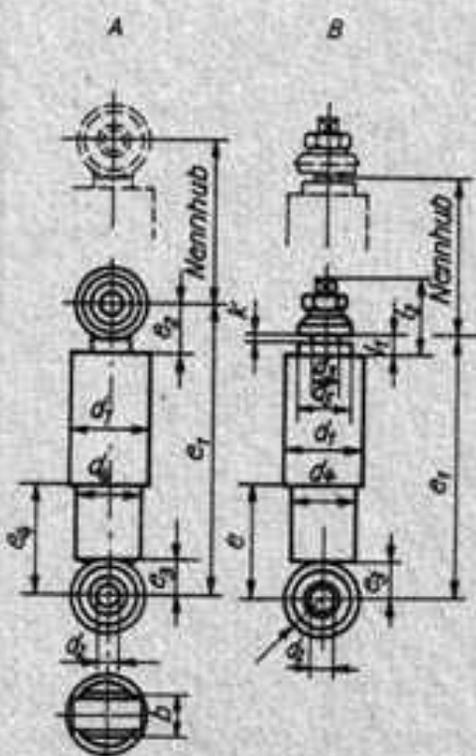
Die Abmessungen sind der Tabelle 2.23 zu entnehmen. In Tabelle 2.24 sind die Einbaumaße in Abhängigkeit vom erforderlichen Nennhub zusammengefaßt, während Tabelle 2.25 die Dämpfungskräfte der einzelnen Baugrößen in Abhängigkeit vom Nennhub wiedergibt. Mit Hilfe dieser Tabellen kann der für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Teleskop-Schwingungsdämpfer ausgewählt werden.

### Beachte:

Für Camping- und Wohnzeltanhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse von 300 kg bis 1000 kg werden hauptsächlich die Baugrößen 2 und 3 eingesetzt.

**Tabelle 2.24. Abmessungen von Teleskop-Schwingungsdämpfern (Maße in mm) [29]**

Baugröße	1	2	3	4	5
$b - 0,25$	26	32	32	45	55
$d_1$ maximal	47	53	60	71	85
$d_2 + 1,2$	10	12	14	16	20
$d_3 \pm 0,5$	11	14	16	20	22
$d_4$ maximal	34	40	45	55	70
$d_5$ maximal	30	40	50	60	70
$e_2$ minimal	18	22	26	36	40
$e_3$ minimal	14	17	19	24	28
$e_4$ minimal	60	70	80	100	130
$K$	3	4	4	5	8
$L_1$ minimal	13	15	17	20	30
$L_2$ maximal	57	60	60	76	98
$r$ maximal	16	19	22	28	33



**Bild 2.145. Maßbild der Schwingungsdämpfer der Ausführung A und B**

Maße sind in den Tabellen 2.23 und 2.24 enthalten

Tabelle 2.24. Einbaumaße in Abhängigkeit vom Nennhub in mm [29]

Nennhub $h_{-2}$	Einbaumaß $e_1 + 2$									
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
70	195	—								
100	225	213	225	215	245	234				
125	250	238	250	240	270	259				
150	275	263	275	265	295	284	328	313		
175			300	290	320	309	353	338	—	—
200			325	315	345	334	378	363	412	390
(220)					365	—	398	—	—	—
225					370	359	403	388	—	—
(240)					—	—	418	—	—	—
250					395	384	428	413	462	440
275							453	438	—	—
(280)							458	—	—	—
300							478	463	512	490
350									562	540

Tabelle 2.25. Dämpfkkräfte der einzelnen Baugrößen in Abhängigkeit vom Nennhub (in N) [29]

Baugröße	1		2		3		4		
	$\leq 75$	100	$\geq 125$	$\leq 75$	100	$\geq 125$	$\leq 75$	100	$\geq 125$
$F_z$ – Größtwert	800	800	1000	1000	1600	2000	2500	3000	5000
$F_z$ – Kleinstwert	200	300	300	400	600	600	900	1200	2400
$F_z$ – Stufung		100			100		100		200
$F_D$ – Größtwert	100	200	300	300	600	600	700	900	1200
$F_D$ – Kleinstwert	50	100	150	50	100	150	200	300	500
$F_D$ – Stufung		50			50		100	100	100

Bild 2.16. Sitzbereich im Campinganhänger Intercamp [15]



Bild 2.17. Umgebauter Sitzbereich als Liegebereich [15]



Bild 2.23. Blick auf die Küche des Campinganhängers Intercamp mit darüberliegender Dachentlüftung [15]



Bild 2.27. Separater Wasch- und Toilettenraum im Campinganhänger Intercamp [15]



Bild 2.28. Hängeschränke im Bereich der Sitzgruppe [15]

Bild 2.25. Kombiniertes Kleider-Wäscheschrank [15]



Bild 2.66. Kocher-Spüle-Kombination in der Bugküche des Campinganhängers Intercamp [15]



Bild 2.94. Sommerzelt des Campinganhängers Intercamp

Bild 2.96. Vorzelt mit zwei rechts- und linksseitigen Eingängen sowie einem Vordereingang



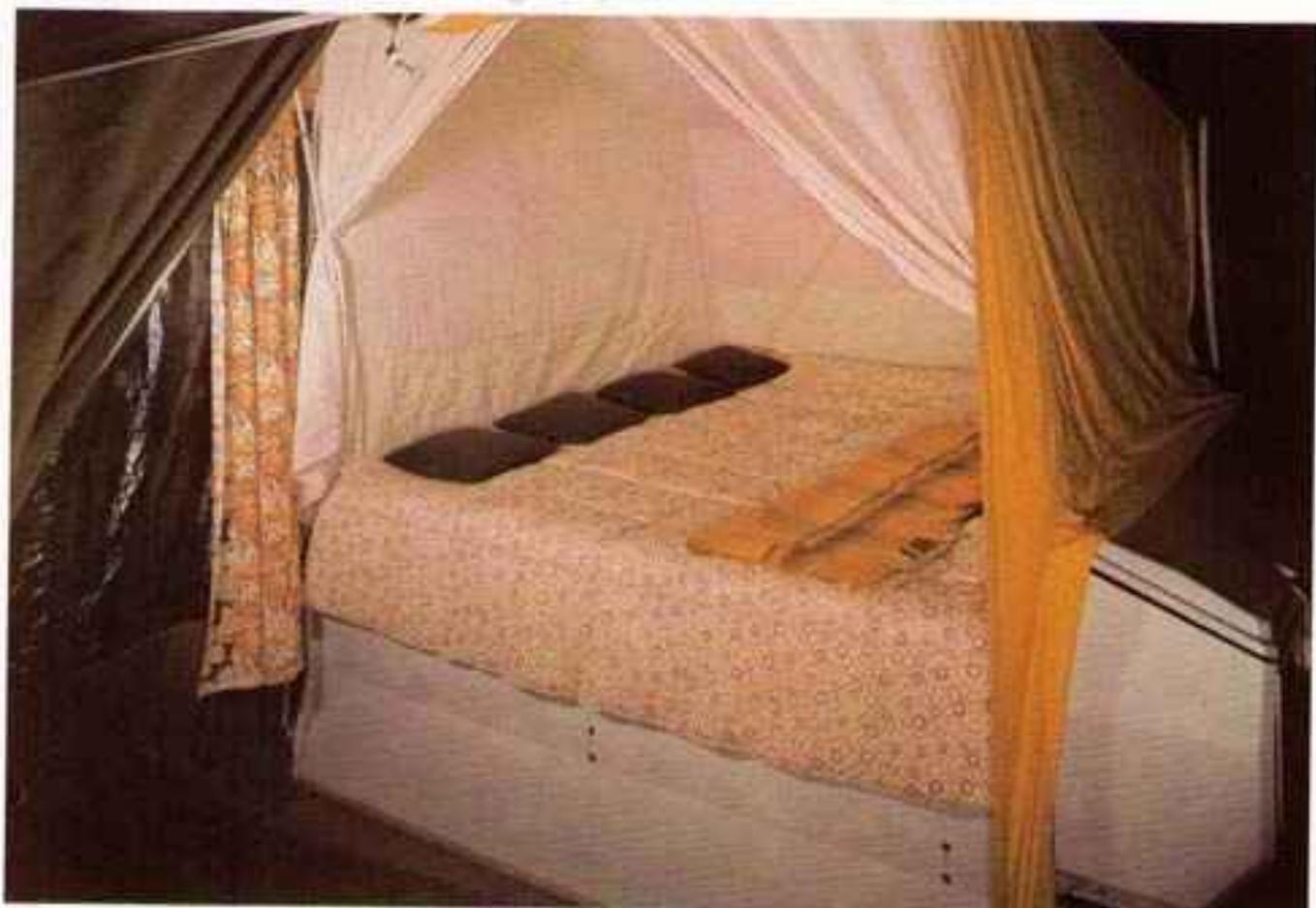


Bild 2.97: Sonnendach durch Abnehmen der Vorder- und Seitenwände



Bild 3.1 Wohnzeltanhänger Camptourist mit einem Zugfahrzeug vom Typ Wartburg [16]

Bild 3.2 Schlaflfläche über dem Anhänger [16]



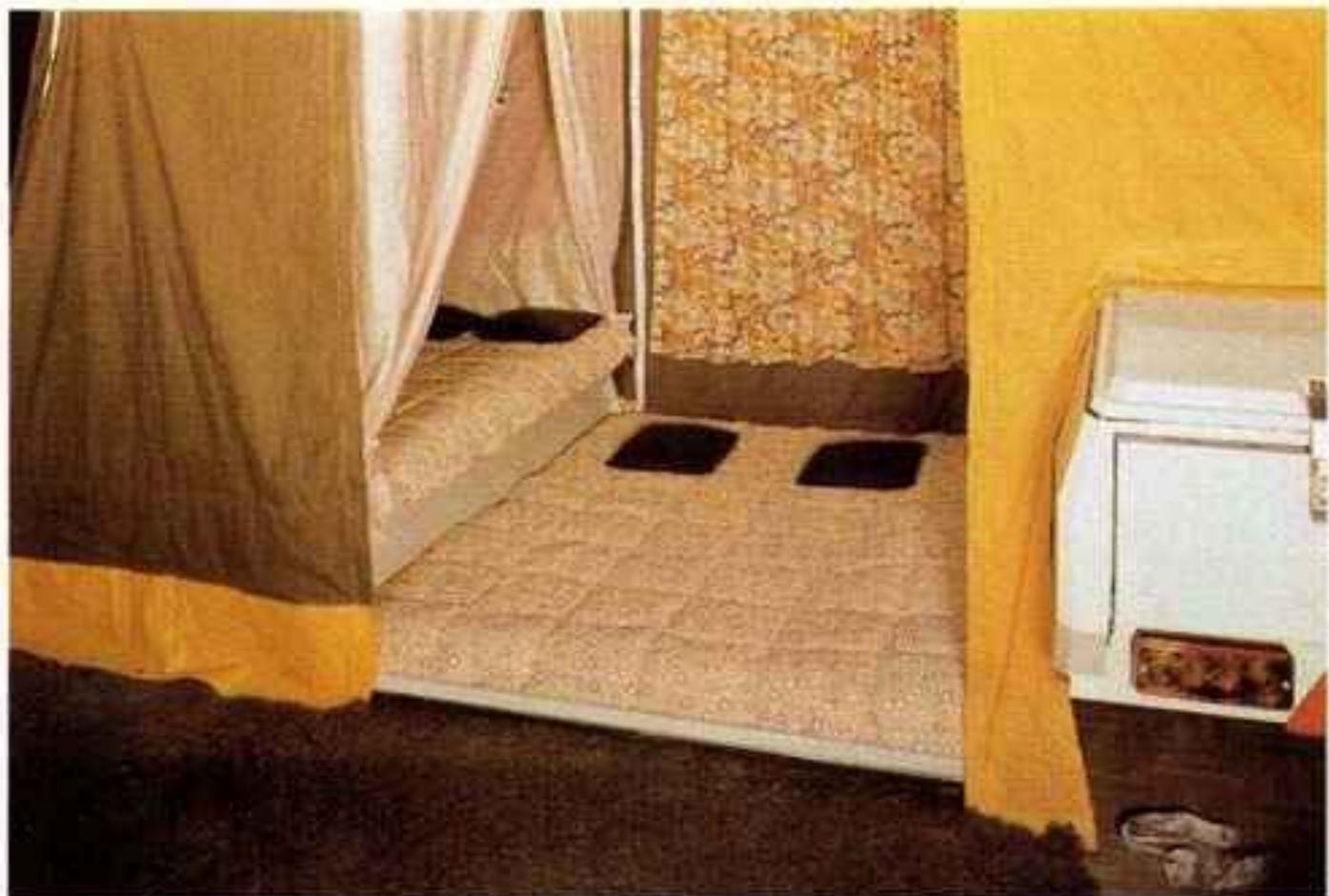


Bild 3.3. Schlafraum gegenüber der Hauptschlaffläche sowie im Zwischenraum [16]

Bild 3.4. Wohnzeltanhänger Camptourist mit Vorzelt [16]





Bild 3.5. Aufgestellter, einsatzbereiter Campinganhänger QEK Junior [14]

Bild 3.6. QEK Junior mit Vorzelt [14]





Bild 3.7. Campinganhänger Bastel mit ausgestelltem Vorderfenster und geteilter Eingangstür [13]

Bild 3.9. Campinganhänger Bastel mit Vorzelt [13]

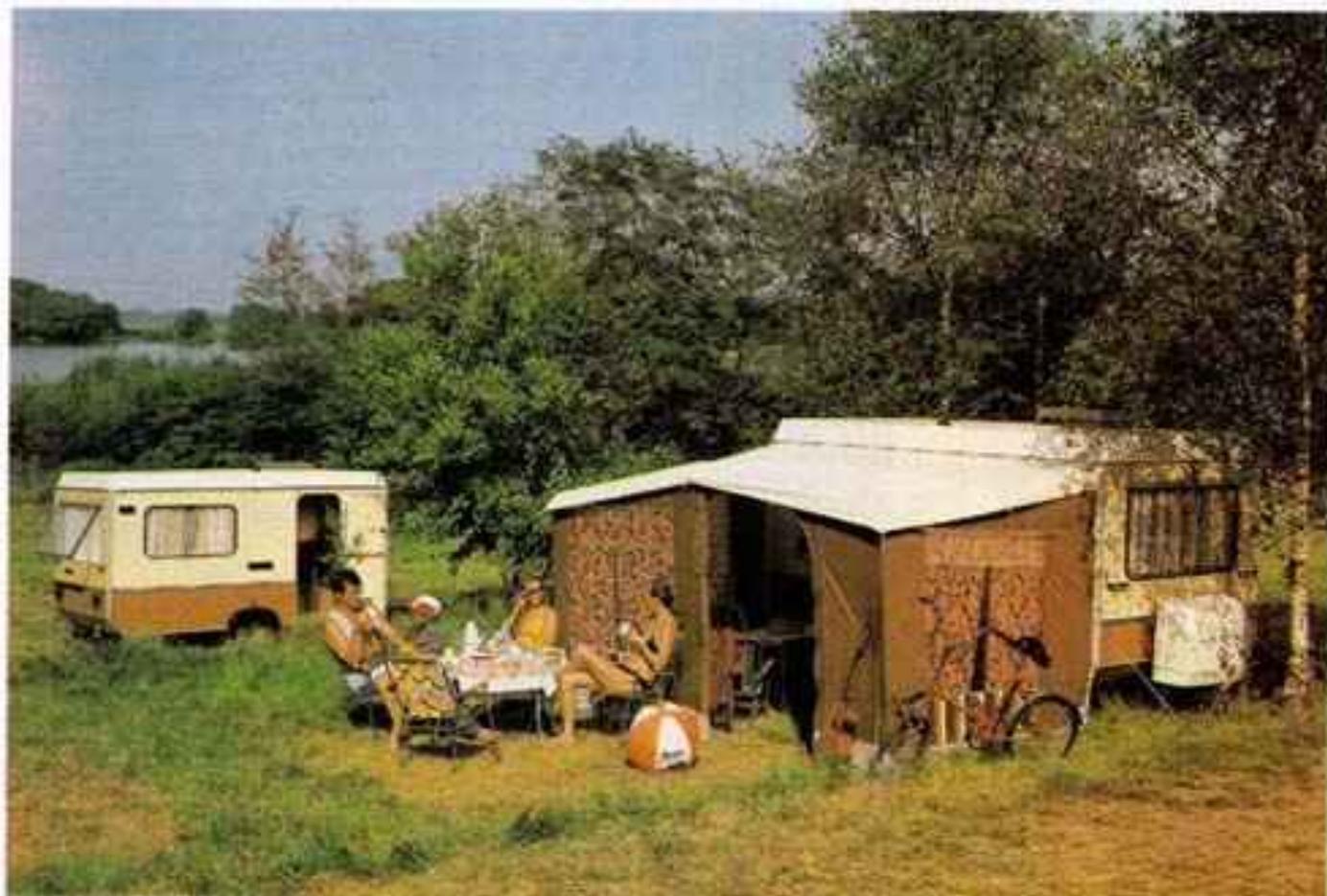




Bild 3.10. Campinganhänger Intercomp [15]



Bild 3.11. Blick in den Campinganhänger Intercomp 355 L [15]

Bild 3.12. Toiletten- und Waschraum im Campinganhänger Intercamp 355 LB [15]



Bild 3.13. Rundumsitzgruppe im Campinganhänger Intercamp 355 LB [15]

Bild 3.14. Campinganhänger  
Berger-Oase [10]



Bild 3.15. Rundumsitzgruppe des Camping-  
anhängers Berger-Oase [10]

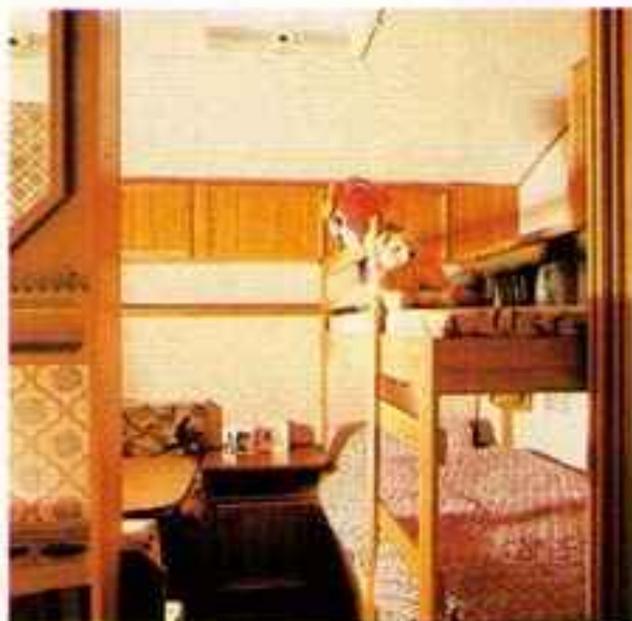


Bild 3.16. Raumsparende Doppelstockbetten  
als Kinderschlaflplatz im Campinganhänger  
Berger-Oase [10]



Bild 3.20. Campinganhänger Eriba 490 [11]

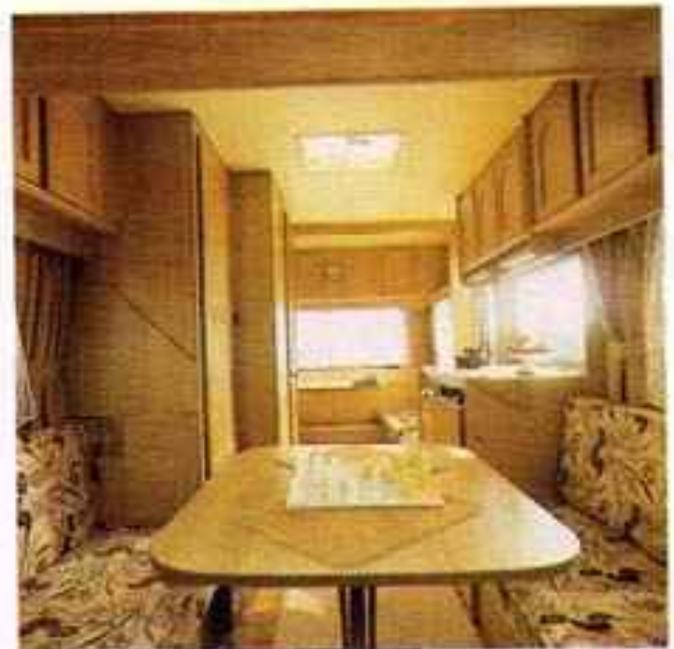


Bild 3.21. Innenansicht des Eriba 490 [11]

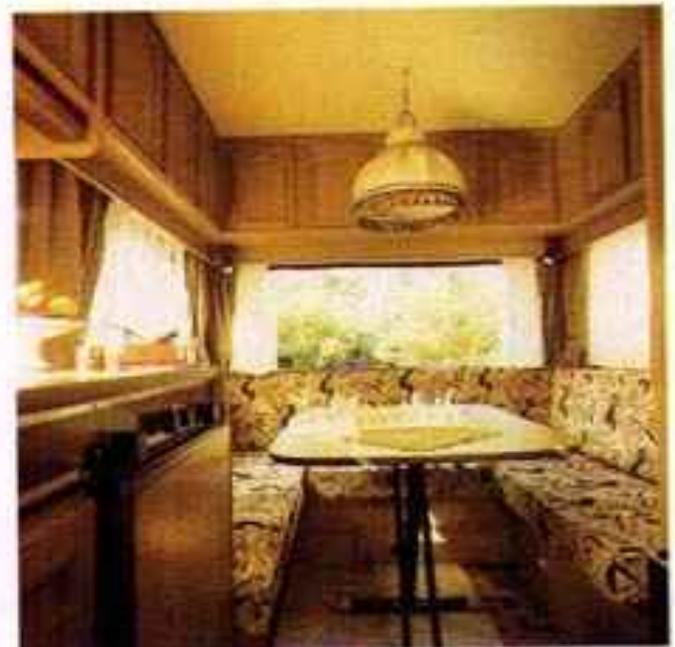


Bild 3.22. Gemütliche Rundumsitzgruppe im Heck des Eriba 490 [11]

Bild 3.23. Campinganhänger  
der Firma Ci-Wilk, Stern de  
Luxe [12]



Bild 3.24. Innenraum des Stern de Luxe [12]

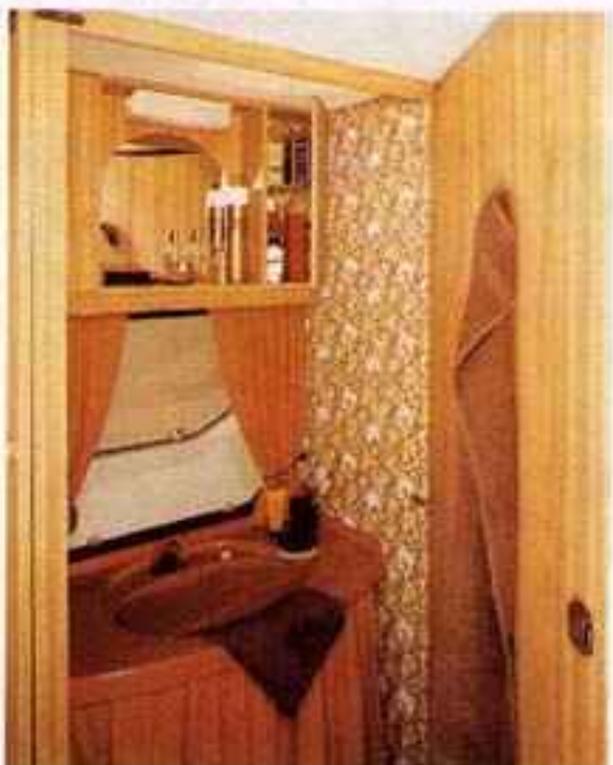


Bild 3.25. Toiletten- und Waschraum in den Cam-  
pinganhängern der Firma Ci-Wilk [12]



Bild 3.26: Campinganhänger der Firma Ci-Wilk, Safari-Lux, mit Tandem-Achse [12]

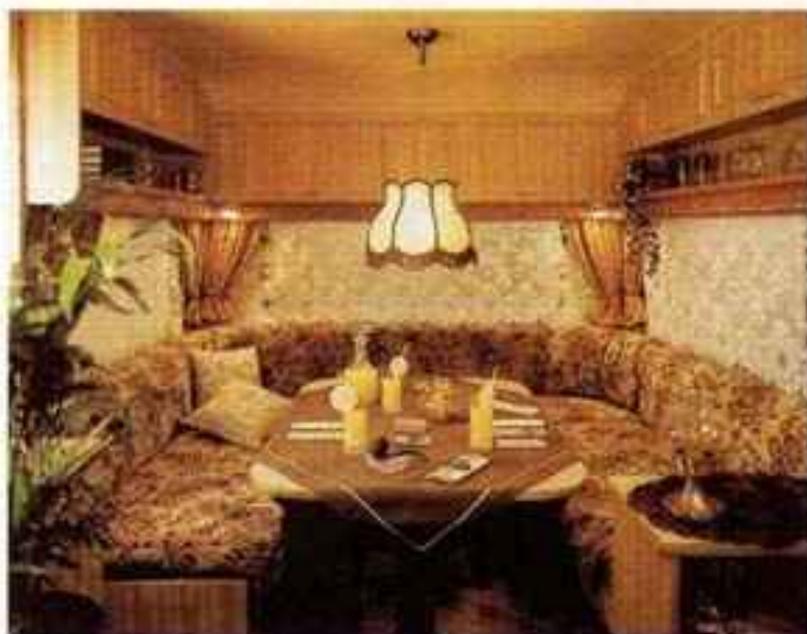


Bild 3.27: Rundumsitzgruppe mit Hängeschrank und Ablagebord im Safari-Lux [12]

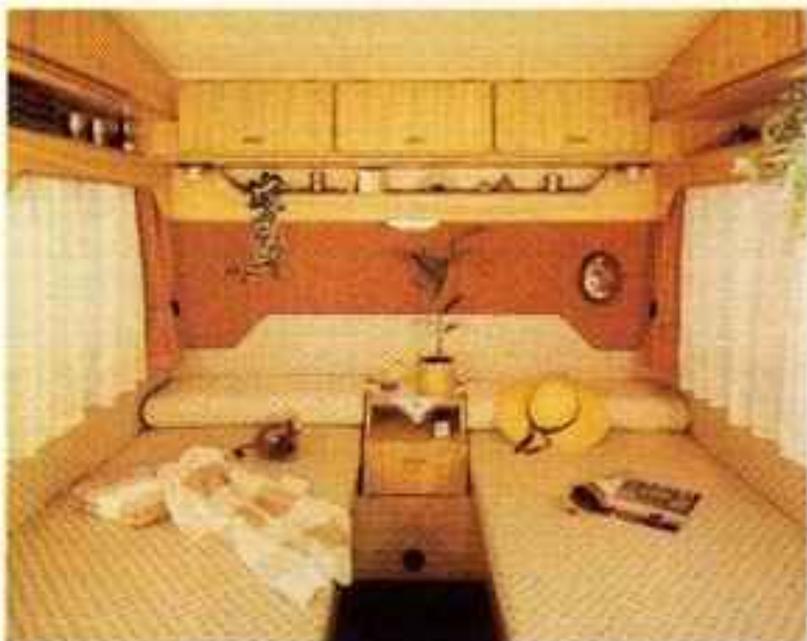


Bild 3.28: Schlafraum mit zwei Einzelbetten, die auch mühelos zu einem Doppelbett umgebaut werden können [12]

Bild 3.29. Campinganhänger Wilk de Luxe mit aerodynamischer Anpassung des Überganges Bug – Dach [12]



Bild 3.30. Küche im Campinganhänger Wilk de Luxe [12]

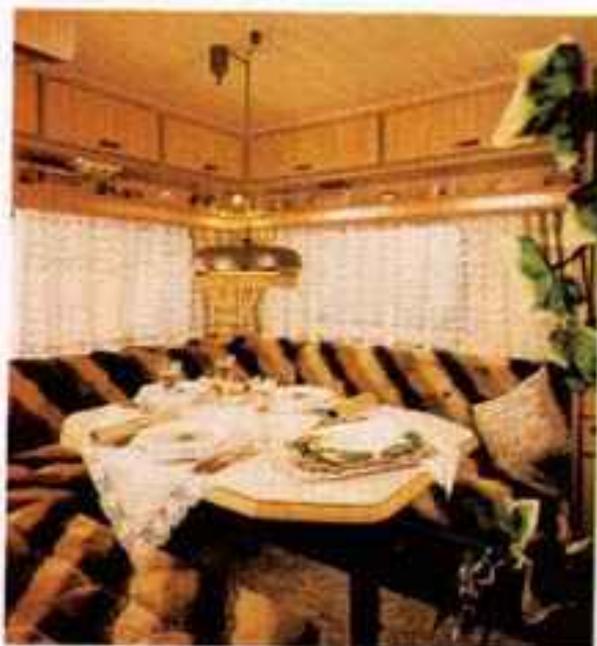


Bild 3.31. Rundumsitzgruppe mit besonders dicker Polsterung im Wilk de Luxe [12]

### 3. Anhängervorstellung

Die in diesem Abschnitt vorgestellten in- und ausländischen Anhänger spiegeln einen repräsentativen Querschnitt der vielen Wohnzelt- und Campinganhänger wider. Eine Analyse der auf dem internationalen Campinganhänger-Markt vorgestellten unterschiedlichen Anhängertypen zeigt, daß vom einfachsten, leichtgewichtigen und daher mit wenig Komfort ausgerüsteten Anhänger bis zum superschweren, mit allem Komfort versehenen Campinganhänger viele Varianten möglich sind.

Das ausgewählte Bildmaterial soll vor allem Anregungen und praktische Hinweise zum Aus- und Umbau des eigenen Campinganhängers geben, aus drucktechnischen Gründen sind die meisten Bilder dieses Abschnittes im vorangestellten Farbteil zu finden.

#### 3.1. Wohnzeltanhänger Camptourist

Der Wohnzeltanhänger Camptourist (Bild 3.1) ist unter den international gefertigten Wohnzeltanhängern ein Spitzenprodukt. Durch die extrem flache Bauweise spürt man diesen Anhänger am Zugfahrzeug kaum. Er eignet sich deshalb besonders für große Urlaubsreisen.

Die gut durchdachte Gesamtkonzeption ermöglicht eine Übernachtung für 2 bis 8 Personen, wobei je nach Anhängertyp 4 Personen im Zelt über dem Anhänger (Bild 3.2), 2 Personen in dem gegenüberliegenden Schlafräum (Bild 3.3) und, wenn erforderlich, auch noch 2 Personen im Raum zwischen beiden Schlafräumen übernachten können.

Alle Typen der in mehreren Varianten gefertigten Anhänger sind auf einem Fahrgestell mit Zentralrohrrahmen und Querträger aufgebaut. Die Federung wird von einer querliegenden Blattfeder übernommen, deren Schwingungen von Teleskopdämpfern abgebaut werden. Das Fahrgestell hat Einzelradaufhängung. Die Räder werden von Dreieckkern geführt, die in Silentbuchsen am Zentralrohr gelagert sind. Am Anhängerboden sind vier Kurbelstützen angebracht. Der Anhänger wird in gebremster und ungebremster Ausführung geliefert. Der Oberbau entspricht einem Lastenanhänger mit verschließbarer Abdeckung. Die Abdeckung dient beim CT 5-3 im aufgebauten Zustand als Bodenschutz und Trittfläche. Bei kurzzeitiger Übernachtung wird nur das Hauptzelt aufgeschlagen.

Zur Vergrößerung des Aufenthaltsraumes wird ein Vorzelt mitgeliefert (Bild 3.4). Die im Heck befindliche Küche kann während einer Fahrpause problemlos benutzt werden.

Alle Anhänger sind serienmäßig mit einer 3-kg-Propangasflasche und einem zweiflamrigen Propangaskocher ausgerüstet. Außerdem ist nach dem Druckregler ein Verteilerstück vorhanden, an das ein Propanheizstrahler zur Erwärmung des Zeltes an kalten Tagen angeschlossen werden kann. Bei einiger Übung beträgt die Aufbauzeit vom Abkuppeln bis zum fertig aufgebauten und bewohnbaren Zeltanhänger 20 bis 30 min.

#### 3.2. Campinganhänger QEK Junior

Der Campinganhänger QEK Junior, der durch seine geringe Bauhöhe und eine Leermasse von 300 kg ungebremst und 360 kg gebremst auch an kleinere PKW angehängt werden kann, gehört zu den kleinen, reisefreundlichen Anhängern. Das Fahrgestell besteht aus dem Zentral-

rohrrahmen mit Einzelradaufhängung. Die Dreiecklenker sind in Silentbuchsen am Zentralrohr gelagert. Die Federung wird über Schraubendruckfedern abgesichert. Zur Fahrstabilisierung werden Schwingungsdämpfer verwendet. Zur Unterstützung der Bodenplatte sind am Zentralrohr Leichtprofiltraversen angeschweißt. An den Rahmenecken befinden sich Kurbelstützen, die in der Einstellhöhe beliebig regulierbar sind. Die gebremste Ausführung ist mit einer hydraulischen Auflaufbremse ausgerüstet.

Der Oberbau des Anhängers ist als einwandiger Aufbau aus korrosions- und verrottungsfestem glasfaserverstärktem Polyester ausgeführt. Vorder- und Seitenfenster sind Festfenster, da die große ausstellbare Dachluke eine ausreichende Belüftung des Innenraumes gewährleistet. Die Eingangstür ist geteilt ausgeführt und kann an heißen Tagen als zusätzliche Belüftungsmöglichkeit genutzt werden. Küche und Kleiderschrank sind ebenfalls aus glasfaserverstärktem Polyester hergestellt und im Bug des Anhängers angeordnet. Die im Küchenbereich angeordnete Trittmulde und die darüber befindliche Dachluke ermöglichen trotz geringer Bauhöhe eine ausreichende Stehhöhe. Die im Heck befindliche Schlaffläche ist als Längslieger ausgebildet und ermöglicht eine Übernachtung von zwei Erwachsenen und ein bis zwei Kindern. Diese Liegefläche ist tagsüber gleichzeitig Aufenthaltsraum. Der Anhänger ist nach dem Abkuppeln und Herunterdrehen der Kurbelstützen sofort einsatzbereit (Bild 3.5). Der QEK Junior wird serienmäßig mit einer Propangananlage, bestehend aus einer 5-kg-Gasflasche, Druckregler und zweiflammigem Gaskocher, ausgerüstet. Die elektrische Innenbeleuchtung ist wahlweise für 6-/12-V- oder für 220-V-Spannung verwendbar. Zur Erweiterung des Aufenthaltsraumes wird ein Vorzelt von 6 m<sup>2</sup> Grundfläche mitgeliefert (Bild 3.6).

### 3.3. Campinganhänger Bastei

Der Campinganhänger Bastei ist ein Reiseanhänger mittlerer Aufbaugröße und für Zugfahrzeuge mit einer zulässigen Anhängelast von 6000 N verwendbar. Der Fahrwerkrahmen besteht aus Stahlleichtprofilen, die beim Bastei in die Bodengruppe des Aufbaus montiert sind. Die hydraulisch gebremste Drehstabachse ist mit einer lösbaren Schraubverbindung an der Bodenplatte befestigt. Die Fahrschwingungen werden durch zwei Schwingungsdämpfer gemindert, so daß der Anhänger unter Normalbedingungen auch bei höheren Geschwindigkeiten eine stabile Straßenlage hat. Die hydraulisch-mechanische Auflaufbremse gewährleistet die nach den ECE-Vorschriften geforderte Bremsverzögerung, die durch das Auflaufen des Anhängers auf das bremsende Zugfahrzeug erreicht wird, indem über das Schubstück der Bremsdruck hydraulisch auf die Simplex-Radbremsen wirkt. Durch manuelles Blockieren der Auflaufbremse ist ein Rückwärtsfahren möglich.

Beim Bastei 390 kommt ein neuentwickeltes Fahrgestell zum Einsatz. Rahmen und Zuggabel bestehen aus offenem C-Profil. Der Rahmen ist wie beim Bastei in die Bodengruppe integriert. Die Zuggabel ist unter der Bodengruppe des Aufbaus montiert. Außerdem besitzt dieser Anhänger eine ECE-gerechte mechanische Bremsanlage mit Rückfahrautomatik.

Auf dem Stellplatz wird der Anhänger mit Hilfe der vier an der Bodengruppe des Oberbaus befestigten Kurbelstützen aufgestellt. Der Aufbau wird in den Aufbaulängen 3,50 m (Bild 3.7) und 3,90 m (Bild 3.8) gefertigt. Die Aufbaulänge 3,50 m bietet Übernachtungsmöglichkeiten für zwei Erwachsene und zwei Kinder, während in der Aufbaulänge 3,90 m vier Erwachsene übernachten können. Außerdem wurde die Aufbaulänge 3,90 m in der Vorderfront strömungsgünstiger gestaltet.

Beide Aufbaulängen bestehen aus wetter- und korrosionsfestem Sprelacart, das mit Hilfe von Polystyrolschaum und Holzrahmen zu Sandwichplatten verklebt wird. Das Dach wird aus glasfaserverstärktem Polyester-Außen- und -Innenflächen gefertigt, zwischen denen Luft eingeschlossen ist. Beide Typen besitzen vier Fenster, von denen das Vorder- und Rückfenster ausstellbar ist. Die Eingangstür ist geteilt ausgeführt. Küche und Kleiderschrank sind an den Seitenflächen über der Achse angeordnet, so daß sich im Bug und im Heck die Sitz- bzw. Schlaflflächen befinden.



Bild 3.8. Campinganhänger mit strömungsgünstigem Bugteil [13]

Der Bastei ist serienmäßig mit Propangasanlage ausgerüstet. Die elektrische Anlage ist für einen 12-V-Anschluß vom Zugfahrzeug entsprechend den ECE-Regelungen für Fahrzeugbeleuchtungen sowie eine 220-V-Fremdeinspeisung ausgelegt. Zur Erweiterung des Aufenthaltsraumes wird ein Vorzelt von 8,0 m<sup>2</sup> Grundfläche mitgeliefert (Bild 3.9).

### 3.4. Campinganhänger Intercamp

Der Campinganhänger Intercamp (Bild 3.10) ist ein zweischalig vollisolierter Plastanhänger, der in einer Aufbauhöhe von 3,55 m in zwei Varianten gefertigt wird. Er ist für Zugfahrzeuge ab 6000 N zulässige Anhängerlast geeignet.

Das Fahrwerk besteht aus dem Leichtprofilrahmen mit zwei durchlaufenden Hauptträgern aus Rohrprofil, einer Drehstabachse, zwei Stoßdämpfern und der hydraulisch-mechanischen Auflaufbremse. Die Bremsverzögerung wird durch das Auflaufen des Anhängers auf das Zugfahrzeug erreicht. Durch Eindrücken der Bremssperre am Auflaufschubstück ist ein Rückwärtsfahren möglich. Am Fahrwerk sind außerdem ein luftbereiftes Buglaufrad sowie vier Kurbelstützen angebracht.

Der Oberbau ist aus glasfaserverstärktem Polyester ausgeführt. Zum Schutz gegen Wärme und Kälte ist der doppelwandige Aufbau mit PUR-Schaum ausgefüllt. Von den fünf Fenstern sind beide Seitenfenster sowie das Heckfenster ausstellbar. Die Eingangstür ist zur besseren Belüftung des Anhängers geteilt ausgeführt.

Beim Typ 355 L ist die Anordnung von zwei Schlafplätzen für Erwachsene quer zur Fahrtrichtung im Fahrzeugheck und von zwei Schlafplätzen quer zur Fahrtrichtung im Fahrzeugbug für Kinder vorgesehen. Garderoben-, Wäscheschrank und Küche sind an den Seitenflächen über der Achse des Anhängers angeordnet (Bild 3.11).

Der Typ 355 LB ist für das Reisen zu zweit geeignet. Bei gleicher Aufbauhöhe wurde durch Anordnung der Küche im Bug des Anhängers der Einbau eines separaten Toilettenraumes mit Waschbecken und zweiteiligem Spiegelschrank realisiert (Bild 3.12). Im Toilettenraum ist eine zusätzliche, ausstellbare Dachhaube eingebaut.

Kleider- und Wäscheschrank sind neben dem Toilettenraum über der Achse des Anhängers angeordnet. Im Heck ist eine gemütliche Rundumsitzgruppe (Bild 3.13) vorhanden, die nach kurzem Umbau gleichzeitig als Schlaffläche benutzt wird.

Beide Anhängertypen sind serienmäßig mit einer Propangasanlage ausgerüstet. Die E-Anlage besteht aus einem 12-V-Gleichstromnetz, welches vom Zugfahrzeug gespeist wird, und einem 220-V-Netz, das über einen Fremdanschluß versorgt wird. Zur Erweiterung des Aufenthaltsraumes wird ein Vorzelt von 8,0 m<sup>2</sup> Grundfläche mitgeliefert.

### 3.5. Campinganhänger Berger-Oase

Der Campinganhänger Oase (Bild 3.14) ist ein Reiseanhänger, der in den Aufbauängen von 4,60 m, 5,10 m und 5,50 m mit einer Eigenmasse von 850 kg, 930 kg und 1070 kg sowie einer zulässigen Zuladung von 150 kg, 270 kg und 230 kg gebaut wird.

Der Aufbau besteht aus handwerklich gefertigten Sandwichelementen, einem Holzrahmen mit eingelegtem Styropor-Isolierschaum, außen mit Aluminium und innen mit Sperrholz verbunden.

Das Fahrwerk besteht aus offenen feuerverzinkten Rahmenprofilen, die zur Masseerleichterung in der neutralen Faser Aussparungen besitzen, Breitspur-Fahrwerk mit Gummi-Schräglenkerachse und Schwingungsdämpfern. Am Fahrwerk sind vier Kurbelstützen angebracht, die gleichzeitig als Wagenheber bei einem notwendigen Radwechsel eingesetzt werden können. Der auflaufgebremste Anhänger erreicht die nach den ECE-Vorschriften vorgeschriebene Bremsverzögerung. Ein Rückwärtsfahren ist durch die in den Radbremsen eingebaute Rückfahrautomatik ohne Verlassen des Zugfahrzeuges möglich.

In allen Typen ist die Küche sowie der Toilettenraum in Achsnähe angeordnet, während in Bug und Heck des Anhängers der Wohn- und Schlafbereich eingebaut ist. Dabei wurde die gemütliche Rundumsitzgruppe (Bild 3.15) grundsätzlich in das Heck des Anhängers gelegt. Je nach Bedarf wird im Bug eine zweite Sitzgruppe, ein separater Schlafraum mit Einheitsschlaffläche oder getrennt angebrachten Betten bzw. ein Kinder-Doppelstockbett mit gegenüberliegendem Sitz-Tisch-Bereich (Bild 3.16) eingebaut.

Zur serienmäßigen Ausstattung gehören eine Gasanlage mit Flasche, Regler, 2-Flammen-Kocher, Gasheizung und Warmluftanlage, 60-l-Kühlschrank, Winterrückenlehnen, elektrische Wasserversorgung, Vorzeltleuchte, Doppelfenster und Doppeldachhauben. Die leistungsfähige Heizung mit eingebauter Warmluftanlage sorgt mit der vorhandenen Wand-Bettkasten- und Zwangsbelüftung für eine optimale Luftumwälzung. Zur Erweiterung des Aufenthaltsraumes wird ein Vorzelt mitgeliefert. Die E-Anlage ist für 12-V-Gleichspannung und 220-V-Wechselspannung ausgelegt und mit zweipoligem Leitungsschutzschalter abgesichert.

### 3.6. Campinganhänger Tabbert-Wind

Der Campinganhänger Tabbert-Wind (Bild 3.17) ist ein Reiseanhänger mit Aufbauängen von 3,80 m bis 5,20 m. Der Aufbau mit einer Länge von 4,60 m hat eine Eigenmasse von 800 kg und eine zulässige Gesamtmasse von 1000 kg.

Der Aufbau besteht aus Sandwichelementen, die aus einer Aluminium-Außenhaut, Styropor-Isolierung und einer Sperrholz-Innenhaut zusammengefügt sind.

Das Breitspur-Fahrwerk besteht aus offenen, feuerverzinkten Profilen, an die eine Schräglenker-Gummifederachse angeschraubt ist. Außerdem gehören Schwingungsdämpfer, Rückfahrautomatik, höhenverstellbares Buglaufgrad mit Stützlastanzeige und Kurbelstützen zur Standardausrüstung.

Der Anhängeraufbau ist am Bug abgeschrägt, wodurch eine aerodynamische Optimierung erreicht werden sollte (s. auch Abschnitt 2.3.3.).

Der Flaschenkasten wurde in die Gestaltung des Anhängerbuges einbezogen, wodurch sich ein über die gesamte Anhängerbreite reichender Staubereich ergab, in dem zwei Gasflaschen und ca. 50 kg Gepäck Platz finden. Die Sitz- und Liegeflächen sind im Bug und Heck des Anhängers angeordnet, wobei im Heck eine Liegefläche von 600 mm × 1910 mm mit einem darüber befindlichen Klappbett gleicher Liegefläche (Bild 3.18) eingebaut ist. Die Liegefläche im Bug beträgt 1400 mm × 1980 mm (Bild 3.19). Im Achsbereich sind an den Seitenflächen die Küche und gegenüber der Kleiderschrank und Toilettenraum, der gleichzeitig als Duschkabine verwendbar ist, angeschraubt. Die hintere Liegefläche kann durch eine Falttür vom übrigen Raum abgetrennt werden. Um während der Fahrt Beschädigungen des Bugfensters zu



Bild 3.17. Campinganhänger Tabbert-Wind [20]



Bild 3.18. Liegefläche mit Klappbett im Heck des Tabbert-Wind [20]

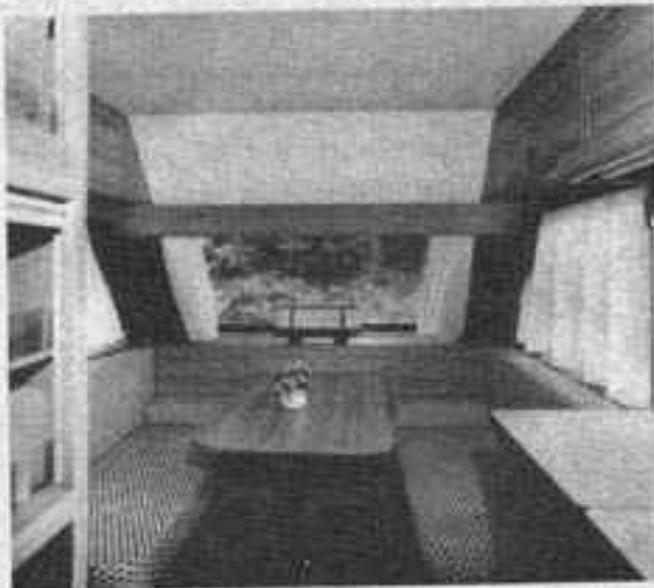


Bild 3.19. Liegefläche im Bug des Campinganhängers Tabbert-Wind [20]

vermeiden, wurde ein aus Plast bestehender Fensterschutz angebracht, der hochgestellt als Regen- und Sonnenschutz dient (Bild 3.17).

Die E-Anlage ist für 12-V-Gleichspannung und 220-V-Wechselspannung ausgelegt.

### 3.7. Campinganhänger der Firma Eriba-Hymer

Die Firma Eriba-Hymer GmbH fertigt eine große Anzahl unterschiedlicher Anhängertypen, von denen die Fertigungsprogramme Nova, Toscana, Touring und Taiga die bekanntesten sind. Als Beispiel soll der Nova 490 vorgestellt werden.

Dieser Anhänger hat bei einer Aufbauhöhe von 4,90 m (Bild 3.20) eine Eigenmasse von 970 kg und eine zulässige Gesamtmasse von 1200 kg. Die Eigenmasse beinhaltet die zur Standardausführung gehörende Gasanlage mit zwei 11-kg-Gasflaschen, Regler, 3-Flammen-Kocher, Gasheizung mit Warmluftanlage, 85-l-Kühlschrank sowie die elektrische Wasserversorgung.

Das Fahrgestell besteht aus offenen feuerverzinkten Rahmenprofilen mit Einzerradaufhängung an Schräglenkern. Zur Masseerleichterung wurden in der neutralen Faser der Rahmen-

profile Aussparungen angebracht. Die Fahrschwingungen werden durch Schwingungsdämpfer gemindert, so daß das Fahrwerk eine gute Fahrstabilität besitzt. Das Aufstellen des Anhängers erfolgt über die an den Ecken des Fahrwerkes sitzenden Kurbelstützen. Die nach den ECE-Vorschriften vorgeschriebene Bremsverzögerung wird von dem auflaufgebremsten Campinganhänger gut erreicht. Die Rückfahrautomatik ermöglicht ein Rückwärtsfahren, ohne daß der Fahrer das Zugfahrzeug verlassen muß.

Der Aufbau besteht aus Sandwichelementen, die aus vollumschäumten, verzinkten Stahlprofilen, dem Isoliermaterial Polyurethan-Hartschaum und einer einbrennlackierten Aluminium-Außenhaut zusammengefügt sind.

Der Vorteil des Eriba-PUAL-Systems, nach dem die Sandwichelemente gefertigt werden, besteht in einer kältebrückenfreien Konstruktion des Campinganhänger-Aufbaus. Der Aufbau besitzt sieben tiefgezogene Plexiglasscheiben, die zur Verminderung der Sonneneinstrahlung getönt sind. Von den sieben Fenstern sind sechs ausstellbar. Schlaf- und Wohnraum befinden sich in Bug und Heck des Anhängers, wobei der Bug mit einer Schlaflfläche von  $2,07 \times 1,35$  m als Kinderschlafplatz gedacht ist. Die im Heck befindliche Schlaflfläche hat die Abmessungen  $2,07$  m  $\times$   $1,60$  m und ist für zwei Erwachsene ausreichend bemessen. Tagsüber wird diese zu einer gemütlichen Rundumsitzgruppe verwandelt (Bilder 3.21 und 3.22). Die Küche wurde neben der Eingangstür und ihr gegenüber der Toiletten- und Waschraum sowie der Kleiderschrank angeordnet. Die Kinderliegefläche kann durch eine Schiebetür vom übrigen Wohnraum abgetrennt werden.

Der Anhänger besitzt einen Anschluß für 12-V-Gleichspannung und 220-V-Wechselspannung.

Auf Wunsch wird zur Erweiterung des Aufenthaltsraumes ein Vorzelt mitgeliefert. Alle Nova-Modelle haben eine einziehbare Trittstufe sowie eine Ersatzradhalterung.

### 3.8. Campinganhänger Ci-Wilk

Die Firma Ci-Wilk gehört zu den führenden Herstellern von Campinganhängern, die in mehreren Werken die konstruktiv gut durchdachten Typenreihen Stern de Luxe, Safari-Lux, Sport, Safari touring und Wilk de Luxe in unterschiedlichen Aufbaulängen von 3,20 m bis 7,70 m fertigt. Die gewählten Grundrißvarianten und die konstruktiven Detaillösungen lassen darauf schließen, daß die Schöpfer dieser Typenreihen eine große Campingpraxis besitzen.

Alle Typen sind aus Sandwichelementen aufgebaut, die aus einer 0,8-mm-Aluminium-Außenhaut, einem mit Styropor-Isoliermantel ausgefüllten Zwischenraum und einer Schichtenholz-Innenwand bestehen. Durch das Vermeiden von Kältebrücken und die Dicke des Isoliermaterials wird eine gute Wärmedämmung erreicht.

Die Typenreihe Stern de Luxe wird in den Aufbaulängen 3,90 m bis 6,70 m (Bild 3.23) als gehobene Mittelklasse gefertigt. Das eingezogene Dach mit der zum Bug übergehenden Rundung läßt eine mit wenig Fertigungsaufwand erreichte aerodynamische Anpassung des Anhängeraufbaus erkennen.

Im Bug und Heck des Anhängers sind die Schlaflflächen untergebracht, die je nach Aufbaugröße unterschiedliche Abmessungen aufweisen (Bild 3.24). Alle Aufbaugrößen verfügen über eine Rundumsitzgruppe. Die gegenüber der Rundumsitzgruppe angeordnete Schlaflfläche kann durch eine Schiebetür vom übrigen Raum abgetrennt werden und ist somit als Kinderschlafplatz geeignet.

Ab der Aufbaugröße 3,90 m besitzen alle Modelle einen Toiletten- und Waschraum (Bild 3.25).

Die Typenreihe Safari-Lux (Bild 3.26) gehört zu den Campinganhängern mit romantischer Innenausstattung. Die gemütliche Rundumsitzgruppe (Bild 3.27) ist bei der Mehrzahl aller Aufbaulängen im Heck des Anhängers untergebracht. In dem Anhänger mit großen Aufbaulängen ist wahlweise ein gesonderter Schlafraum eingerichtet (Bild 3.28), wodurch die Umbauprozedur entfällt. Der gesonderte Schlafraum ist auch bei den anderen Typenreihen wählbar.

Zum Spitzenmodell der Firma Wilk gehört die Typenreihe Wilk de Luxe (Bild 3.29). In dieser Typenreihe ist im Prinzip alles eingebaut, was bei den anderen Typenreihen als Sonderwunsch gekauft werden kann.

Diese Modellreihe besitzt einander gegenüberliegend Wasch- und Duschaum, bei denen durch einfaches Öffnen von zwei Türen aus den separaten Dusch-Wasch-Räumen ein großes abgeschlossenes Hygienekabinett mit viel Bewegungsfreiheit geschaffen werden kann. Diese Lösung mit Warmwasserversorgung ist in vier Wilk-de-Luxe- und drei Stern-de-Luxe-Modellen möglich und dürfte besonders für Dauercamper interessant sein. Die Küche mit Einbaukühlschrank (Bild 3.30), Dunstabzug, Nirosta-Spüle, elektrischer Wasserversorgung und 3-Punkt-Strahler dürfte auch verwöhntesten Ansprüchen gerecht werden.

In der gemütlichen Rundumsitzgruppe (Bild 3.31) wird durch extra dicke PUR-Weichschaumkerne und abgesteppte Polster ein hoher Sitzkomfort realisiert.

Als Fahrwerk wurde für alle Typenreihen ein vollverzinktes, aus offenen Profilen mit gewichtssparenden Ausstanzungen bestehendes X-Chassis gewählt. Die an längsgeführten Dreiecklenkern montierte Einzelradaufhängung mit integrierter Schraubendruckfeder gibt dem Campinganhänger eine ideale Straßenlage, die durch die in den Federn eingebauten Schwingungsdämpfer unterstützt wird. Die schräg angebrachten Kurbelstützen und die besondere Versteifung im Gehbereich des Anhängers bringen im Stand eine gute Stabilität. Alle Anhänger besitzen einen Anschluß für 12-V-Gleichspannung und 220-V-Wechselspannung.

## 4. Selbsthilfetips

Im Inland gibt es für Wohnzelt- und Campinganhänger ein ausreichendes, aber territorial sehr unterschiedlich liegendes Netz von Vertragswerkstätten. Bei Reparaturen sind daher mitunter lange Anfahrwege unvermeidbar. Im Ausland ist für die angeführten Anhängertypen kaum damit zu rechnen, daß qualifizierte Hilfe zur Verfügung steht.

Obwohl alle Anhängertypen relativ störunanfällig sind und sich ihre Konstruktionsprinzipien über Jahre bewährt haben, weiß jeder Benutzer, daß Havarien bei der Benutzung eines PKW-Anhängers eintreten können. Aber was tun, wenn eine Havarie auf der so lang erwarteten Urlaubsreise unverhofft eintritt und diese die Urlaubsstimmung oder den Urlaub gefährdet?

Viele Menschen verfügen heute über gute polytechnische Kenntnisse und sind durchaus in der Lage, nach einer illustrierten Arbeitsanleitung Selbstreparaturen durchzuführen. Die nachfolgend gegebenen Hinweise sind so aufgebaut, daß die bei einer eingetretenen Havarie benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel sowie der Arbeitsablauf zur Beseitigung des Schadens aufgeführt werden und die Schwierigkeiten bei der Reparaturausführung zu erkennen sind. Es muß daher jeder an Hand der nachfolgenden Arbeitsanleitungen selbstkritisch einschätzen, ob seine Kenntnisse zur Durchführung einer Selbstreparatur ausreichen oder nicht. Überschätzung der eigenen Kenntnisse oder falscher Ehrgeiz sind verantwortungslos und können unter Umständen zu schweren Unfällen führen.

Kraftfahrer und Campingfreunde sind erfahrungsgemäß hilfsbereite Menschen. Man sollte sich deshalb nicht scheuen, einen Fachmann zu konsultieren bzw. mit Unterstützung anderer Campingfreunde die notwendige Selbstreparatur auszuführen.

### 4.1. Grundlagen der Selbsthilfe

Daß jede Selbstreparatur mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden muß, ist wohl selbstverständlich. Vor jeder Reparatur sollten deshalb folgende Punkte geklärt werden:

- Ist die eingetretene Havarie zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit sofort zu beheben oder kann dies nach Ankunft am Urlaubsziel geschehen?
- Welche Ursachen haben zum Schaden geführt? Handelt es sich um normale Verschleißerscheinungen, oder ist z. B. der Anhänger überladen?
- Kann an Hand der Arbeitsanleitung eingeschätzt werden, daß die Reparatur allein ausgeführt werden kann, oder ist fremde Hilfe erforderlich?
- Sind alle zur Reparatur erforderlichen Werkzeuge, Hilfsmittel und Ersatzteile vorhanden?
- Kann das defekte Bauteil eventuell ohne Ersatzteil repariert werden?
- Ist ein geeigneter Abstellplatz zur Durchführung der Reparatur vorhanden, ohne daß der öffentliche Straßenverkehr gefährdet wird?

Wurde die Reparatur sorgfältig vorbereitet, ist ein Beheben des Schadens oft in sehr kurzer Zeit möglich.

In diesem Zusammenhang muß noch darauf hingewiesen werden, daß Reparaturen an Baugruppen, von denen die Verkehrssicherheit direkt abhängt, nur von Arbeitskräften durchgeführt werden dürfen, die auch die erforderliche Qualifikation haben. Grundsätzlich verboten sind Schweißarbeiten an tragenden Karosserie- und Rahmenbauteilen, Radaufhängungen und Bremsen, wenn nicht die erforderliche Schweißerqualifikation vorhanden ist.

**Beachte:**

Im Garantieleistungszeitraum dürfen die Reparaturen nur von Vertragswerkstätten ausgeführt werden. Selbsthilfereparaturen führen zum Erlöschen des Garantieanspruches.

### 4.1.1. Werkzeug

Alle Wohnzelt- und Campinganhänger werden serienmäßig ohne Werkzeug ausgeliefert, da jeder Kraftfahrer in seinem PKW bereits einen Teil des Werkzeuges besitzt, welches für Reparaturen des Anhängers benötigt wird. Trotzdem ist der Kauf weiterer Werkzeuge unerlässlich. In Tabelle 4.1 wurde ein kompletter Werkzeugsatz für die Selbsthilfereparatur an Wohnzelt- und Campinganhängern zusammengestellt. An Hand dieser Zusammenstellung kann jeder selbst überprüfen, welches Werkzeug zusätzlich gekauft werden muß. Für das Gelingen jeder Selbstreparatur ist einwandfreies Werkzeug eine Voraussetzung.

### 4.1.2. Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz (GABS)

#### Gesetzliche Bestimmungen

Bei der Selbsthilfereparatur müssen im gesellschaftlichen und eigenen Interesse die zum Schutz der Gesundheit und der Brandverhütung geschaffenen gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Aus Erfahrung wissen wir, daß besonders bei Unterwegsreparaturen mitunter improvisiert werden muß. Aber gerade in der Improvisation liegen viele Gefahren. Bei der Durcharbeitung dieses Buches sollten deshalb auch die in Tabelle 4.2 genannten GABS-Bestimmungen mit durchgearbeitet werden, damit man Reparaturen mit der gebotenen Sorgfalt ausführen kann.

#### Sicherung des Anhängers

PKW-Anhänger sind gegen Drehen um die eigene Achse sowie gegen Wegrollen zu sichern. Nach ABAO 361/2 sind Fahrzeuge nur dann vorschriftsmäßig gesichert, wenn dafür Vorlegekeile verwendet werden. Vorlegekeile sind deshalb unbedingt mitzuführen. Das Sichern mit Steinen oder Holzknüppeln ist wegen der Gefahr des Wegrutschens zu vermeiden.

Da die meisten Anhänger nur eine Achse haben, kann der Anhänger bei Schwerpunktverlagerung kippen. Wohnzelt- und Campinganhänger können gegen Kippen durch Herunterdrehen der Standstützen gesichert werden. Ist der Anhänger zur Durchführung einer Reparatur bzw. von Wartungsarbeiten aufzubocken, so sollte das Anheben mit einem auf fester und rutschsicherer Unterlage stehenden Scherenwagenheber erfolgen, der unter ein tragendes Teil des Fahrwerkes gestellt wird. Zur Sicherung sind die im Kfz-Handel erhältlichen verstellbaren Unterstellböcke aus Stahl zu verwenden. Diese müssen so angebracht werden, daß der darauf ruhende Anhänger nicht abrutschen kann bzw. die Unterstellböcke sich nicht in den Untergrund eindrücken können. Unter einem nur mit einem Scherenwagenheber angehobenen PKW-Anhänger dürfen keine Arbeiten durchgeführt werden. Bei einem Defekt am Scherenwagenheber würde der angehobene Anhänger auf die darunterliegende Person fallen. In einem angehobenen Anhänger dürfen sich keine Personen aufhalten.

#### Reinigungsarbeiten

Am Fahrwerk können Reinigungsarbeiten mit Waschbenzin oder Reinigungsmittel P3 durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, daß Waschbenzin sehr leicht verdunstet und mit Luft ein explosives Gemisch ergibt. Werden diese Arbeiten in geschlossenen Räumen durchgeführt, so ist für eine gute Belüftung zu sorgen. Am günstigsten ist es, wenn dabei Fenster und Türen geöffnet werden. Das Anschalten der elektrischen Anlage darf erst nach ausreichender Belüftungszeit erfolgen, damit der bei einem Schaltvorgang eventuell entstehende Funke das vorhandene explosive Gemisch nicht zünden kann. Zur Beleuchtung können Handleuchten mit befestigtem Überglas und Schutzkorb verwendet werden. Diese Leuchten dürfen keinen

Tabelle 4.1. Werkzeuge und Zubehör für die Selbsthilfe

Werkzeug, Zubehör	Größe	Anzahl	Werkzeug, Zubehör	Größe	Anzahl
Doppel-Gabelschlüssel	5,5 × 7	1	Rollgabelschlüssel	250	1
	8 × 10	1	Rundzange	A 160	1
	9 × 11	1	Seitenschneider	B 160	1
	12 × 13	2	Schlosserhammer	200 und 400 gr.	1
	12 × 14	2	Körner	100	1
	14 × 17	1	Flachmeißel	125	1
	19 × 22	1	Durchtreiber	C 1,7	1
	24 × 30	1		C 3,5	1
	27 × 32	1		C 5,5	1
	29 × 36	1		C 9,5	1
Doppel-Ringschlüssel gekröpft	8 × 10	1	Dreikanthohlschaber	C 100	1
	9 × 11	1	Flachfeile	B 150 × 3	1
	12 × 14	1	Dreikantfeile	A 150 × 3	1
	13 × 17	1	Rundfeile	A 150 × 3	1
	17 × 19	1	Feilengriff		
	19 × 22	1	Kontaktfeile		1
	22 × 24	1	Abstandslehre	0,20	
	24 × 27	1	(Blattlehre)	0,40	
	30 × 32	1	Düsenreiniger	∅ 0,5 mm	1
	29 × 36	1	Wobla-Prüfer	220 V	
Steckschlüsseinsatz	10	1	Prüf-Fix, Kontaktprüfer	PAE 1224	1
	11	1	Leiterdurchgangsprüfer	PNE 24	1
	12	1	Luftdruckprüfer „BE- CAS“	Nr. 356	1
	13	1	Luftpumpe		
	14	1	Ventileinsatz		5
	17	1	Reifenreparaturmaterial		1
	19	1	Sortiment Schrauben, Muttern, Splinte und Sicherungsbleche		
	22	1	Scherenwagenheber		1
	24	1			
	27	1			
32	1				
36	1				
Innensechskant- schlüssel	6	1	Vorlegekeile		2
Knarre	250	1	Unterstellböcke	verstellbar	2
Gelenkgriff		1	Isolierband	16 mm breit	1
Dorn		1	Fettpresse	∅ 45 mm	1
Drehmomenten- schlüssel	0 bis 200 Nm	1	Ölspritzkännchen		1
Schraubendreher	A 0,5 × 75	1	Taschenmesser		1
	A 0,8 × 100	1	Benzin – Waschpinsel ohne Metallfassung		1
	A 1,0 × 125	1	SL Salador oder Kitifix		1
	A 1,6 × 200	1	Kontaktfett		1
Winkelschrauben- dreher	0,8	1	Handwaschpaste		1
	1,6	1	Sicherungen	6,4 A/10 A/40 A 10	
Kreuzschlitz-Schrauben- dreher		2	Ersatzglühlampen	6/12 V und 220 V	5
Montagezange	250	1	Handlampe 6/12 V		1
Kombinationszange	180	1			

**Tabelle 4.2. Bestimmungen für den Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz**

ASAO/ABAO	Titel – Gesetzblatt
ASAO 20/1	Erste Hilfe bei Unfällen und Erkrankungen von Werktätigen
ABAO 31/2	Feuer- und explosionsgefährdete Betriebsstätten
ASAO 192/1	Werkzeugmaschinen der Metallverarbeitung
ASAO 303	Verwendung gesundheitsschädigender, flüchtiger, nicht brennbarer Lösungsmittel zu Reinigungszwecken
ABAO 361/2	Straßenfahrzeuge sowie Instandhaltungsanlagen für Kraftfahrzeuge
ASAO 361/3	Straßenfahrzeuge und deren Instandhaltung
ABAO 613/1	Auftragen von Anstrichmitteln
ABAO 615/1	Schweißen, Schneiden und ähnliche Verfahren
ASAO 725	Verwendung von Klebstoffen, die mit leicht flüchtigen brennbaren Lösungsmitteln hergestellt sind
ASAO 726a	Verarbeitung von Epoxidharzen
ASAO 728	Kennzeichnung der Löse- und Verdünnungsmittel sowie der Erzeugnisse, in denen sie enthalten sind
ABAO 850/1	Verkehr mit brennbaren Flüssigkeiten und Technische Grundsätze
ABAO 850/2	Verkehr mit brennbaren Flüssigkeiten
ABAO 851/1	Ortsbewegliche Druckgasbehälter
ABAO 900	Elektrische Anlagen
ASAO 908/1	Hebezeuge
ASAO 918	Lastaufnahmemittel
TGL 30 001	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; Grundbegriffe
TGL 30 042	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; Verhütung von Bränden und Explosionen; allgemeine Festlegungen für Arbeitsstätten
TGL 30 101	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; Arbeitsmittel; sicherheitstechnische Forderungen
TGL 30 104	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; arbeitsschutz- und brandschutzgerechtes Verhalten
TGL 30 270	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; Schweißen, Schneiden und ähnliche Verfahren
TGL 30 335	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; Anlagen für brennbare Flüssigkeiten
TGL 30 817	Gesundheits- und Arbeitsschutz; Brandschutz; Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen; MAK-Werte für Stäube, Gase und Dämpfe
Schriftenreihe „Vorbeugender Brandschutz“ (Staatsverlag)	
Heft 2	Brandschutz beim Schweißen
Heft 6	Brandschutz bei Farbspritzen
Heft 9	Brandschutz bei Kraftfahrzeugen, in Garagen und Kfz-Werkstätten
Heft 12	Brandschutz bei Flüssiggasanlagen und brennbaren Flüssigkeiten

Schalter haben. Der Anschluß darf nur über Stecker und Steckdose mit Schutzkontakt erfolgen. Dabei muß die Steckdose mindestens 1 m über dem Fußboden installiert sein.

Verschüttete Öle oder Fette sind wegen der Rutschgefahr sofort zu beseitigen und müssen in nicht brennbaren Behältern aufbewahrt werden. Reinigungsmittel dürfen nicht in die Kanalisation oder das Erdreich geschüttet werden.

### Schweiß- und Karosseriearbeiten

Schweißarbeiten dürfen am Anhänger nur dann ausgeführt werden, wenn die Propan-Gasflasche ausgebaut und mindestens 5 m vom Anhänger entfernt abgestellt ist. Die Gasleitungen sind vor Beginn der Schweißarbeiten ausreichend zu belüften. Dabei ist darauf zu achten, daß das ausströmende Gas gefahrlos in die Umgebungsluft geleitet wird. Das Belüften der Gasleitungen darf nur im Freien erfolgen.

Zwischen Oberbau und Schweißstelle ist unbedingt eine Asbestplatte zu legen, die ein Einwirken der hohen Brennerflammentemperatur auf die leicht entzündbaren Stoffe des Ober-

baues verhindert. Brennbare Gegenstände sind aus der Umgebung zu entfernen, wenn eine Entzündung möglich ist.

Wird zur Reparatur der Karosserie Zweikomponentenkleber verwendet, so ist zu beachten, daß die entstehenden Dämpfe eine Reizung der Schleimhäute und Augen bewirken können. Bei der Verarbeitung von Zweikomponentenkleber sind Brille und Gummihandschuhe zu verwenden, da die Härterlösung die Haut sehr stark angreift. Ein Spritzer Härterlösung in das Auge kann bereits zur Erblindung führen.

Härterlösungen müssen in einem geschlossenen Glasbehälter aufbewahrt werden und dürfen nicht mit alkalischen Stoffen oder Schwermetallen in Berührung kommen. Beim Zusammenreffen mit diesen Stoffen können Härterlösungen explosionsartig zerfallen.

An der Karosserie herunterlaufender Zweikomponentenklebstoff ist sofort abzuwischen. Nach dem Aushärten kann dieser Klebstoff nur noch unter Beschädigung der Außenhaut beseitigt werden. Anstrich- und Lackierungsarbeiten dürfen nur in feuersicheren Räumen unter Beachtung der ABAO 613/1 ausgeführt werden.

### Hebezeuge

Soll der Oberbau vom Fahrwerk abgehoben werden, so ist bei Verwendung eines Hebezeuges darauf zu achten, daß die vorgeschriebene Revision ordnungsgemäß erfolgte und sich die Anschlagmittel in einem einwandfreien Zustand befinden. Das Anschlagmittel darf beim Anheben die Oberfläche oder den Oberbau nicht beschädigen. Unter schwebenden Lasten dürfen sich Personen nicht aufhalten.

## 4.1.3 Schraubverbindung – Schraubensicherung

Durch die während des Fahrbetriebes auftretenden Fahrschwingungen kann es bei unsachgemäßer Sicherung einer Schraubverbindung zum Lösen dieser Verbindung kommen. Aber auch bei ordnungsgemäßer Sicherung kann sich bei Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Anzugsdrehmomente die Schraubverbindung lösen. Da im Anhängerbau die Schraubverbindung zu den wichtigsten Verbindungselementen zählt, soll auf beide Probleme, die zum Lösen einer Schraubverbindung führen können, kurz eingegangen werden.

### Anzugsdrehmoment

In Tabelle 4.3 sind die maximal zulässigen Anzugsdrehmomente für auf Festigkeit beanspruchte Schraubverbindungen im Anhängerbau und die sich daraus ergebenden Vorspannkkräfte dargestellt. Bei einigen Schraubverbindungen darf das maximal zulässige Anzugsdreh-

Tabelle 4.3. Maximal zulässiges Anzugsdrehmoment  $M_A$  einer Schraubverbindung und die sich daraus ergebenden Vorspannkkräfte  $F_V$

Gewindedurchmesser	Schrauben mit Festigkeitseigenschaften			
	8 G		10 K	
	$M_A$ Nm	$F_V$ MN	$M_A$ Nm	$F_V$ MN
M 8	23	16	33	23
M 10	45	25	65	36
M 12	80	36	110	52
M 16	200	69	280	98
M 20	380	107	550	153
M 24	660	154	950	220
M 27	970	201	1390	287

moment nicht angewandt werden, sonst ist die Funktion des Bauteiles gefährdet. Im Abschnitt 4. wird deshalb bei solchen Bauteilen das jeweilige Anzugsdrehmoment mit aufgeführt (z. B. Stoßdämpferbefestigung, Achsmutter . . .). Das in Tabelle 4.3 genannte maximal zulässige Anzugsdrehmoment darf nicht überschritten werden. Beim Überschreiten des Anzugsdrehmomentes tritt eine bleibende Verformung der Schraubverbindung ein. Das für den jeweiligen Anwendungsfall erforderliche Anzugsdrehmoment muß mit einem Drehmomentenschlüssel aufgebracht werden.

**Beachte:**

Die meisten Drehmomentenschlüssel zeigen das Anzugsdrehmoment in kpm an. Die gesetzliche SI-Einheit ist Nm ( $1 \text{ kpm} = 9,81 \text{ Nm} \approx 10 \text{ Nm}$ ).

### Schraubensicherung

Die für den Anhängerbau eingesetzten Schraubensicherungen lassen sich in drei Gruppen unterteilen:

- Sicherungen, die zur Demontage einer Schraubverbindung zerstört oder plastisch verformt werden müssen. Dazu gehören Kegelstiftsicherung, Sicherung durch Körnerschlag, Anschweißen von Schrauben und Muttern und Lacksicherung. Diese Sicherungen sind nur für solche Schraubverbindungen zulässig, die nicht gelöst und nicht nachgezogen werden.
- Sicherungen, die die Reibkräfte im Gewinde und auf den Auflageflächen erhöhen. Dazu gehören Gegenmutter (Kontermutter), Klemmutter, Federringe, Federscheiben, Zahnscheiben, selbstsichernde Muttern mit Sicherungsring und Schlitzschrauben. Diese Sicherungen werden für solche Schraubverbindungen angewandt, die gelöst und nachgezogen werden. Diese Sicherungen sind die am häufigsten eingesetzten Schraubensicherungen im Anhängerbau.
- Sicherungen, die mit Hilfe von Verriegelungsvorrichtungen ein Losdrehen der Schrauben und Muttern verhindern. Dazu gehören Stifte, Splinte, Sicherungsringe, Sicherungsbleche und Sicherungsdraht. Diese Sicherungen werden für solche Schraubverbindungen angewandt, von denen die Funktion des Bauteiles (z. B. Achsmutter – Radlagerspiel) und die Verkehrssicherheit ganz wesentlich abhängen. Am weitesten verbreitet sind die Splintsicherung und die Sicherung durch Sicherungsbleche.

**Beachte:**

Nach StVZO dürfen Splinte und Sicherungsbleche nur einmal verwendet werden. Nach jeder Demontage sind neue Splinte bzw. Sicherungsbleche zu verwenden. Es dürfen nur Splinte mit passendem Durchmesser und richtiger Länge zum Einsatz kommen.

## 4.2. Fahrwerk

Das Fahrwerk eines Wohnzelt- oder Campinganhängers setzt sich aus den Baugruppen Rahmen, der Radaufhängung, dem Bremssystem mit Auflaufschubstück, der Federung, den Schwingungsdämpfern, den Felgen und Reifen zusammen. Eine gute Fahrstabilität des Anhängers kann nur erreicht werden, wenn alle aufeinander abgestimmten Baugruppen in einem einwandfreien funktionssicheren Zustand sind. Bereits ein schadhafter Schwingungsdämpfer kann die Fahrstabilität so negativ beeinflussen, daß mit dem Anhänger nur noch 40 . . . 50 km/h gefahren werden können.

Fahrwerke von PKW-Anhängern sind Leichtbaukonstruktionen, die in der Regel eine Dauerüberlastung durch Überladung des Anhängers nicht aushalten. Außerdem ist der Verschleiß überbeanspruchter Bauteile derart groß, daß die Verkehrssicherheit stark gefährdet ist. Die Einhaltung der vom Hersteller der PKW-Anhänger vorgeschriebenen zulässigen Gesamtmasse ist mit einer regelmäßigen Kontrolle und Wartung der Baugruppen des Fahrwerkes die beste Voraussetzung zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit und zur Erreichung der Grenznutzungsdauer der Bauteile des Fahrwerkes.

## 4.2.1. Achse – Radaufhängung

Die Campinganhänger Bastel und Intercamp haben eine Drehstabfederachse, während der Campinganhänger QEK Junior und der Wohnzeltanhänger Camptourist an Dreieck-Querlenkern geführte Einzelradaufhängungen besitzen.

### 4.2.1.1. Achse der Campinganhänger Bastel und Intercamp

Die Achse beider Campinganhänger ist in ihren Grundbaugruppen gleich (Bild 4.1). Sie unterscheiden sich nur in der Spurweite (Bastel 1530 mm; Intercamp 1700 mm). Auf Grund der unterschiedlichen Spurweiten ist das Achsrohr des Campinganhängers Intercamp um 170 mm länger, und die Haltenüsse im Achsrohr sind um diesen Betrag versetzt angeordnet.

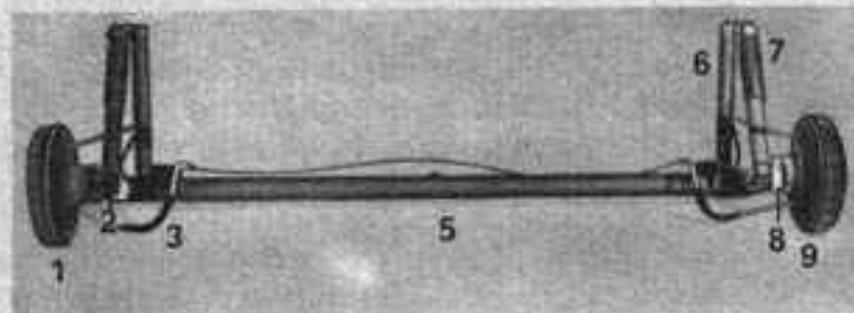


Bild 4.1. Drehstabachse

1 Radbremse mit Bremstrommel; 2 untere Stoßdämpferhalterung; 3 Handbremsseil; 4 Bremsschlauch; 5 Achsrohr; 6 obere Stoßdämpferhalterung; 7 Schwingungsdämpfer; 8 Schwinghebel; 9 Radnabe

### Aufbau und Funktion

Der Drehstab für die Achse des Campinganhängers Intercamp ist durch einen eingieteteten Flachstahl um 170 mm verlängert. Dieses eingietetete Zwischenstück hat keine tragende Funktion und dient nur zur Montage und Demontage des Drehstabes. Die dynamische sowie statische Beanspruchung der Achse wird vom Laufrad über die Radnabe, dem Schwinghebel und dem Drehstab auf die eingeschweißte Haltenuß und somit auf das Achsrohr übertragen. Um bei der dynamischen Beanspruchung die Fahrstabilität der Campinganhänger zu verbessern, werden Teleskop-Schwingungsdämpfer vom Typ A2-150-140/50 zwischen Achsrohr und Schwinghebel eingebaut. Dadurch werden gleichzeitig auftretende Fahrstöße gedämpft und die Beanspruchung des Fahrwerkes gemindert.

Die obere Stoßdämpferaufnahme ist mit dem Achsrohr fest verschweißt, während die untere Schwingungsdämpferaufnahme am Schwinghebel durch Schraubverbindung befestigt ist. Die Schwinghebel sind im Achsrohr durch einen Gewindestift M 12 mit Zapfen gegen axiale Verschiebung arretiert. Um durch auftretende Fahrschwingungen ein Lösen des Gewindestiftes zu verhindern, wird dieser durch Kontern mit einer M-12-Mutter gesichert. Die auf dem Achsrohr aufgeschweißten Achsböcke dienen zum Befestigen der Achse am Fahrwerkrahmen. Die Verbindung zwischen Achsbock und Rahmen erfolgt durch Sechskantschrauben M 12 × 90.

Über dem in der Mitte des Achsrohres befestigten Verteiler vom Typ A27 wird der vom Hauptbremszylinder kommende Hydraulikdruck zum jeweiligen Radbremszylinder geleitet. Die beiden Hydraulik- und Handbremsleitungen sind seitlich an der Baugruppe Radbremse montiert.

### Wartungsarbeiten

Um die Sicherheit im Straßenverkehr und damit eine hohe Fahrstabilität zu gewährleisten, sollten nachfolgend aufgeführte Wartungsarbeiten an den Baugruppen Achsrohr, Drehstab, Schwinghebel und Radnabe unbedingt durchgeführt werden. Wartungsarbeiten an den Baugruppen der Radbremse werden im Abschnitt 4.2.2. und an den Teleskop-Schwingungsdämpfern im Abschnitt 4.2.4. behandelt.

## Arbeiten am Achsrohr (Bild 4.2)

Die nachfolgend beschriebenen Arbeiten sind jährlich bzw. alle 5000 km auszuführen.

- Schmierstelle 3 säubern und mit einer Fettpresse Schmierfett SWA 532 eindrücken.

### Beachte:

Das Schmierfett soll in die Lagerbuchsen aus Preßmasse gedrückt werden. Zwischen beiden Lagerbuchsen ist aber ein Hohlraum von etwa  $0,02 \text{ dm}^3$ . Es ist deshalb ratsam, den Kegelschmierkopf bei der ersten Wartung abzuschrauben und den Hohlraum mit Schmierfett zu füllen. Das Einpressen unter Druck kann dann bei eingeschraubtem Kegelschmierkopf erfolgen.

- Schraubverbindung zwischen Auflagerbock 1 und Fahrwerkrahmen bzw. Oberbau überprüfen. Hat sich die Kontermutter gelöst, so ist diese abzuschrauben und die darunterliegende Mutter mit Hilfe eines Drehmomentenschlüssels, mit dem Drehmoment 78,4 Nm, nachzuziehen. Danach ist die zweite Mutter aufzuschrauben und mit der ersten Mutter zu kontern.

### Beachte

Nach dem Neuerwerb eines Campinganhängers sollte diese Kontrolle bereits nach 500 km durchgeführt werden.

- Kontrollieren der Gewindestifte 2 und 4 auf Festsitz.

### Beachte:

Der Gewindestift 2 verhindert ein Herausgleiten des mit dem Lagerrohr verschweißten Schwinghebels. Ist während der Fahrt ein Schwimmen des Campinganhängers spürbar, so könnte sich dieser Gewindestift gelöst haben. Der Gewindestift 4 arretiert den Drehstab.

- Befestigung des Bremsflüssigkeitsverteilers in Achsrohrmitte überprüfen. Ist der Verteiler locker, dann ist die Schraubverbindung nachzuziehen.
- Sichtprüfung der Längsschweißnähte in der Mitte des Achsrohrs auf Rißbildung. Diese Schweißnähte verbinden die Haltenuß, die zur Aufnahme der Drehstäbe dient, fest mit dem Achsrohr und müssen das eingeleitete Drehmoment übertragen. Wird Rißbildung festgestellt, so ist die Achse zu zerlegen. Die eingerissenen Stellen sind nachzuschweißen.

### Beachte:

Ein Überschweißen der vorhandenen Risse genügt nicht, da dadurch nur die Oberfläche der Schweißnaht geschlossen wird.

Die Schweißnaht ist unbedingt bis zur Haltenuß aufzuschleifen und danach von einem Schweißer mit der Zulassung für Schweißarbeiten in der Ausführungsklasse II B neu zu schweißen. Der Winkel zwischen Auflagebock und Schwinghebel beträgt beim Bastei  $15^\circ$  und beim Intercamp  $0^\circ$ .

Das Fahrgestell des Campinganhängers Intercamp ist mit PUR-Anstrich behandelt. Anstelle von Alkydharz-Grund- und -Deckfarbe ist beim Ausbessern PUR- Grund und -Deckanstrich zu verwenden.

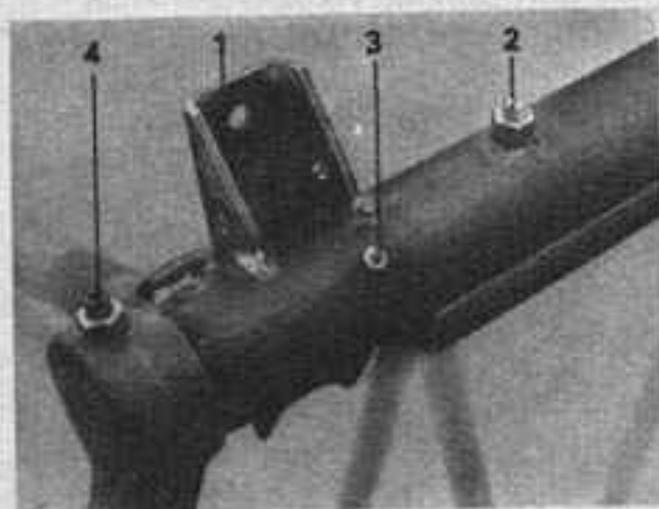


Bild 4.2. Achsrohr

1 Auflagebock; 2 Gewindestift M 12 × 40 mit Kontermutter; 3 Kegelschmierkopf; 4 Gewindestift M 12 × 50 mit Kontermutter

Treten trotz vorschriftsmäßig ausgeführter Wartung einmal Störungen auf, so soll die Tabelle 4.4 helfen, die Ursachen zu erkennen und abzustellen.

Das Wechseln einer kompletten Drehstabachse ist nur dann erforderlich, wenn die Achse durch einen Unfall oder wesentliche Überschreitung der zulässigen Achslasten so deformiert wurde, daß das Auswechseln einzelner Baugruppen nicht verantwortet werden kann. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß bei Einhaltung der zulässigen Achslasten und ordnungsgemäßer Wartung fast ausschließlich normale Verschleißerscheinungen eintreten, die ein Auswechseln der kompletten Achse nicht rechtfertigen.

**Beachte:**

Zum Ausbau der Achse den Anhänger so aufstellen, daß seitlich 1,70 m freier Raum ist.

**Ausbau**

- Mit Schraubendreher die Radzierkappen abdrücken.
- Radmuttern lockern.
- Zuggabel anheben und einen Bock unter die Zuggabel stellen.
- Anhänger mit Scherenwagenheber anheben und hinter die Achse zwei Böcke unter den Fahrwerkrahmen stellen.
- Als zusätzliche Sicherung sollten die Standstützen abgesenkt werden. Unter die Standstützen sind Holzklötze zu legen, da diese beim Absenken durch die Bockabstützung sonst den Boden nicht berühren.

**Beachte:**

**Die Standstützen genügen als alleinige Abstützung des Anhängers nicht – Unfallgefahr!**

- Radmuttern abschrauben und Räder abnehmen.
- Handbremsseil an den Seilverlängerungen bzw. an Waagebalken (Schubstück) abschrauben.
- Vom Hauptbremszylinder kommende Bremsleitung am Verteiler abschrauben und auslaufende Bremsflüssigkeit in ein sauberes Gefäß laufen lassen.
- Lösen der gekonterten M-12-Mutter am Auflagebock.

**Beachte:**

Das Achsrohr ist vor dem Lösen der zweiten M-12-Mutter am Auflagebock mit Hilfe von zwei verstellbaren Stützböcken zu sichern. Die Achse hat eine Masse von 60 kg und würde ohne Sicherung herunterfallen – Unfallgefahr!

- Stützböcke unter dem Achsrohr absenken bis Radbremse Bodenkontakt hat.
- Stützböcke entfernen und Achse unter dem Anhänger herausziehen.
- kurze Bremsleitung und Verteiler A27 abschrauben und an die neue Achse anschrauben.

**Einbau**

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

**Beachte:**

Vor dem Einbau der neuen oder reparierten Achse sind vorhandene Korrosionsschäden an der Auflagefläche des Auflagebockes der Achse am Fahrwerkrahmen zu beseitigen. Das Einstellen der Betriebs- und Handbremse erfolgt nach Abschnitt 4.2.3.1.

## Schwinghebel oder Drehstab wechseln

### Demontage

- Vorlegekeile unter das Rad legen, an dem der Schwinghebel nicht zu wechseln ist.
- Radzierkappe mittels Schraubendrehers an dem Rad entfernen, an dem der Schwinghebel gewechselt wird.
- Radmutter lockern.
- Radkappe mit Schraubendreher abdrücken.
- Splint zur Sicherung der Achsmutter mit Schraubendreher geradebiegen und mit Kombizange herausziehen.

**Tabelle 4.4. Störungen am Fahrwerk, ihre Ursachen und Abstellung**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Federung ungenügend	Anhänger überladen Schwingungsdämpfer fest	nach Abschn. 4.2.4. überprüfen bzw. wechseln Drehstab wechseln Haltenuß neu einschweißen
Campinganhänger steht auf gerader Ebene schief	Verformung des Drehstabes Schweißverbindung zwischen Haltenuß und Achsrohr gelöst Anhänger einseitig beladen	Drehstab wechseln Luftdruck auf vorgeschriebenen Wert angleichen Verbindung nachziehen
Reifen schleift am Radkasten	Drehstab verformt oder gebrochen Luftdruck in den Reifen unterschiedlich Muttern oder Schrauben der Felgenbefestigung locker falsche Reifengröße montiert Schwinghebel bewegt sich im Achsrohr axial radiale Unwucht in der Felge Schwinghebel verformt Steg an der Ausfräsung im Schwinghebelrohr weggeplatzt zu große Reifen montiert	Gewindestift 2 (Bild 4.2) nachziehen bzw. erneuern Felge erneuern Schwinghebel wechseln Bolzen wechseln  Originalreifen montieren
Campinganhänger hat zu geringe Bodenfreiheit	Anhänger überladen Drehstäbe verformt oder gebrochen zu geringer Luftdruck	Drehstäbe wechseln vorgeschriebenen Luftdruck in der Bereifung herstellen Haltenuß neu einschweißen
Campinganhänger läuft während der Fahrt unruhig	Haltenuß im falschen Winkel eingeschweißt falsche Beladung  Befestigung zwischen Rahmen und Achsböcken bzw. Oberbau und Fahrzeugrahmen gelockert ein oder beide Schwingungsdämpfer defekt ungleicher Luftdruck bzw. Reifen unterschiedlich stark abgenutzt  zu große Unwucht in den Rädern Unwucht in den Bremstrommeln  Reifenschaden Radlager ausgeschlagen	umladen, bis mindestens 5 % der Gesamtmasse bzw. max. 50 kg Kupplungslast an der Kugelkupplung vorhanden sind; beide Räder sollten annähernd gleiche Radlasten haben Schraubverbindungen nachziehen  Dämpfer wechseln  Luftdruck auf vorgeschriebenen Wert angleichen bzw. Bereifung wechseln Räder auswuchten lassen Bremstrommel kontrollieren, maximal zulässige Unwucht 500 gcm  Radlager wechseln
Im aufgebockten Zustand des Anhängers haben die Räder um ihre waagerechte Achse ein spürbares Spiel	Lagerspiel im Achsrohr zu groß	Lagerbuchsen wechseln und nach dem Einpressen auf $\varnothing 54 + 0,25$ . . . + 0,15 aufreiben

- Achsmutter mit Gabelschlüssel SW 36 lösen.
- Anhänger mit Scherenwagenheber anheben, bis Reifen keine Bodenberührung mehr hat.
- Standstützen herunterdrehen.
- Je einen Stützbock vor und hinter der Achse unter den Fahrwerkrahmen stellen

**Beachte:**

Die Stützböcke müssen unbedingt verwendet werden, da beim Herausschlagen des Schwinghebels aus dem Achsrohr der Scherenwagenheber umkippen kann.

- Radmuttern abschrauben und Rad abnehmen.
- Lösen des Schwingungsdämpfers an der unteren Halterung durch Herausschrauben der M-12-Schraube.
- Stoßdämpfer hochdrücken, damit die untere Stoßdämpferhalterung frei liegt
- Handbremsseil an der Seilverlängerung abschrauben.
- An der Rückseite des Haltebleches der Radbremse Bremsschlauch abschrauben.
- Handbremsseil durch die Rohrführung zurückziehen.
- M-12-Gewindestift 2 (Bild 4.2) mit Schraubendreher festhalten und Mutter lockern, Gewindestift vollständig herausschrauben.

**Beachte:**

Ein teilweises Herausdrehen des Gewindestiftes genügt nicht, da damit noch keine Sicherheit gegeben ist, daß die Schwinghebelarretierung nicht mehr funktioniert.

- M-12-Gewindestift (Bild 4.3) mit Innensechskantschlüssel festhalten und M-12-Schraube lockern, Stift mit Schraube herausdrehen.
- Mit Hilfe einer Abziehvorrichtung Schwinghebel aus den Führungsbuchsen im Achsrohr herausziehen. Ist keine Abziehvorrichtung vorhanden, dann kann der Schwinghebel auch aus dem Achsrohr herausgeschlagen werden.

**Beachte:**

Beim Herausschlagen dürfen die Schläge auf dem Schwingarm nur in Achsnähe geführt werden. Der Schwingarm sollte dabei gedreht werden.

- Nachdem das Führungsrohr des Schwingarmes ca. 100 mm herausgeschlagen wurde (Bild 4.4), sollte das weitere Herausschlagen mit einem Gummihammer erfolgen.
  - Gummidichtring vom Führungsrohr des Schwinghebels abstreifen.
  - Abschrauben der Schwingungsdämpferhalterung unten.
- Die Demontage der Radbremse erfolgt nach Abschnitt 4.2.2.1.

**Beachte:**

Der Achsstumpf ist in die Grundplatte des Schwingarmes mit der Passung Einheitbohrung  $\varnothing 35 \text{ H } 8/\text{S } 6$  eingepreßt und verschweißt. Er läßt sich somit nicht demontieren.

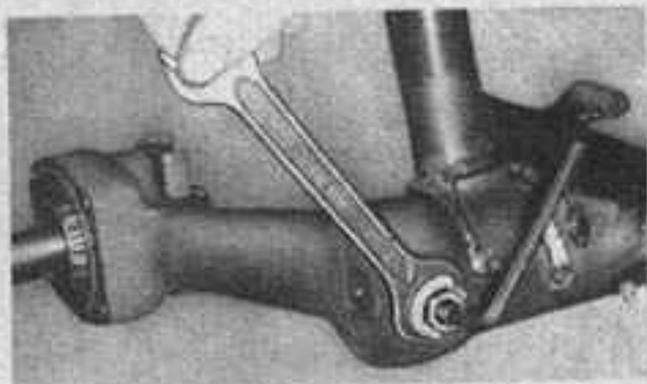


Bild 4.3. Lösen des M-12-Gewindestiftes durch Festhalten des Stiftes mit einem Innensechskantschlüssel und Aufdrehen der M-12-Mutter mit einem Gabelschlüssel SW 19



Bild 4.4. Schwingarm im teilweise herausgeschlagenen Zustand

## Montage

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vor der Montage sollten die Lagerbuchsen und die Drehstäbe auf Schäden überprüft werden. Dazu sind folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Mit Hilfe einer Blechscheibe vom  $\varnothing 54$  mm ist zu prüfen, ob die Lagerbuchsen ausgeschlagen sind. Sind die Lagerbuchsen ausgeschlagen, dann sind diese zu wechseln.
- Zur Demontage des kompletten Drehstabes ist am gegenüberliegenden Schwinghebel der M-12-Gewindestift (Bild 4.3) zu lösen.
- Drehstab mit einem Dorn oder Bolzen in Richtung des demontierten Schwingarmes schlagen und herausnehmen (Bild 4.5).
- Drehstäbe auf bleibende Verformung oder sichtbare Risse prüfen. Sind Beschädigungen an den Drehstäben sichtbar, dann sind diese durch neue Drehstäbe zu ersetzen. Die Drehstäbe müssen einen Durchmesser von  $23 \pm 0,1$  mm haben.

### Beachte:

Beim Campinganhänger Intercamp ist das zwischen beiden Drehstabhälften befindliche Zwischenstück auszubauen und zwischen die neuen Drehstabhälften einzusetzen. Die Bohrung an der Verbindungsstelle der Drehstabhälften hat den Durchmesser 10 H 11. Die Kanten der an beiden Enden liegenden Vierkante müssen in einer Flucht liegen.

- Vierkantflächen an den Drehstäben leicht einfetten.

Nach der durchgeführten Montage sind folgende Punkte zu beachten:

- Schmierstelle 3 (Bild 4.2) mit Schmierfett SW A 532 füllen.
- Überprüfen, ob der Gewindestift am gegenüberliegenden Schwinghebel fest angezogen und gekontert ist.
- Betriebsbremse entlüften.
- Handbremse einstellen.
- Bremsprobe durchführen (alle Arbeiten an der Bremsanlage s. Abschn. 4.2.2.1.).

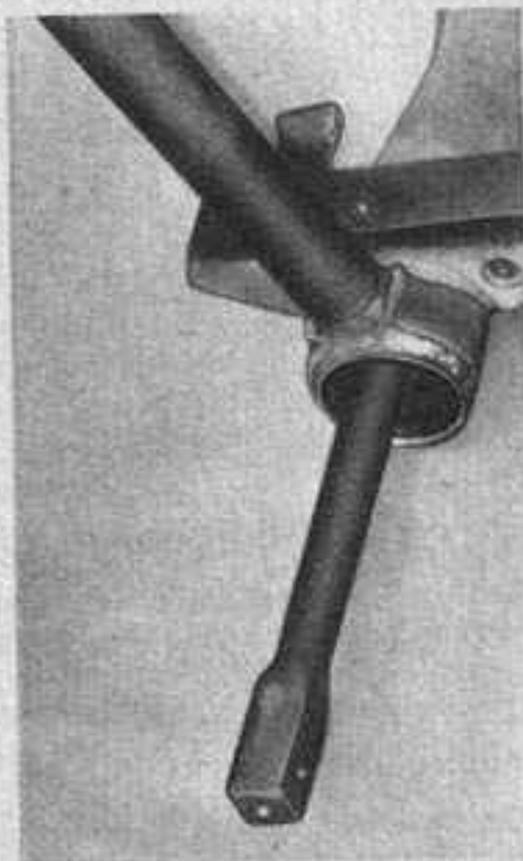


Bild 4.5. Herausziehen des Drehstabes aus dem Achsrohr

## Lagerbuchsen wechseln

### Demontage

- Vorlegekeile unter das Rad legen, an dem der Schwinghebel nicht zu wechseln ist.
- Radzierkappe mittels Schraubendrehers entfernen.

Die weitere Demontage wird nach der Arbeitsfolge des Schwinghebelwechsels (s. S. 162)

ausgeführt, und zwar ab „Anhängers mit Scherenwagenheber anheben . . .“ bis zum Arbeitsgang „Handbremsseil an der . . .“.

Danach sind noch folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Bremsschlauch an der oberen Schwingungsdämpferhalterung lösen
  - M-12-Gewindestift heraus-schrauben und Schwinghebel herausziehen (Einzelheiten ebenfalls unter Schwinghebel wechseln).
- M-12-Gewindestift (Teil 4 im Bild 4.2) am gegenüberliegenden Schwingarm lösen.

**Beachte:**

Eine Demontage der Radbremse ist nicht erforderlich. Der Drehstab muß jedoch um ca. 300 mm zurückgeschlagen werden.

- Herausziehen der alten Lagerbuchsen und die innere Lagerfläche des Achsrohres mit Waschbenzin säubern.
- Erste Lagerbuchse aus Preßmasse so weit in das Achsrohr eindrücken, daß der Abstand zwischen der Einpreßfläche der ersten Lagerbuchse bis zum Achsrohrende  $143 \pm 0,5$  mm beträgt (Bild 4.6). Die zweite Lagerbuchse muß so weit eingedrückt werden, daß der Abstand zwischen Einpreßfläche und Achsrohrende  $6 \pm 0,3$  mm beträgt. Beim Eindrücken der Buchsen ist darauf zu achten, daß die Öffnungen der Schmiernuten in den Buchsen zueinander zeigen. Nach dem Einpressen sind beide Buchsen mit einer 250 mm langen Führungsreibahle auf  $\varnothing 54 + 0,15 \dots 0,25$  mm aufzureiben. Der Abrieb muß gründlich ausgesaugt werden.

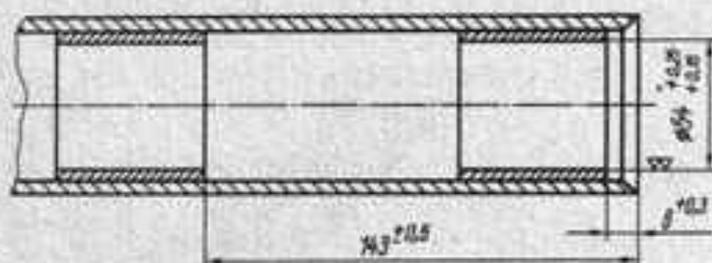


Bild 4.6. Sitz der Lagerbuchsen im Achsrohr

**Montage**

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Nach der Montage sind folgende zusätzliche Arbeitsgänge erforderlich:

- Handbremse nach Abschn. 4.2.2.1. einstellen.
- Achsrohr abschmieren.

**4.2.1.2. Radaufhängung des Campinganhängers QEK Junior**

Die Ausführungen in diesem Abschnitt beziehen sich auf das gebremste Fahrwerk. Bei Arbeiten am ungebremsten Fahrwerk können die auf die Bremse bezogenen Punkte einfach weglassen werden.

**Aufbau und Funktion**

Die Radaufhängung ist für die gebremste und für die ungebremste Ausführung gleich. Die Räder werden unabhängig voneinander durch am Zentralrohrrahmen angeordnete Dreiecklenker geführt (Bild 4.7). Die dynamische sowie statische Belastung wird vom Laufrad über die Radnabe, die Schraubendruckfeder auf die obere Schwingungsdämpfer- und Schraubendruckfederaufnahme und somit über die am Zentralrohrrahmen angeschweißte Quertraverse übertragen (Bild 4.8). Die Dreiecklenker haben somit nur eine Führungsfunktion.

Zur Verbesserung der Fahrstabilität wurden Teleskop-Schwingungsdämpfer vom Typ A2-150-140/50 eingesetzt. Die untere Schraubendruckfederaufnahme sowie die untere Stoßdämpferaufnahme sind mit dem Dreiecklenker verschweißt. Im entlasteten Zustand gewähr-

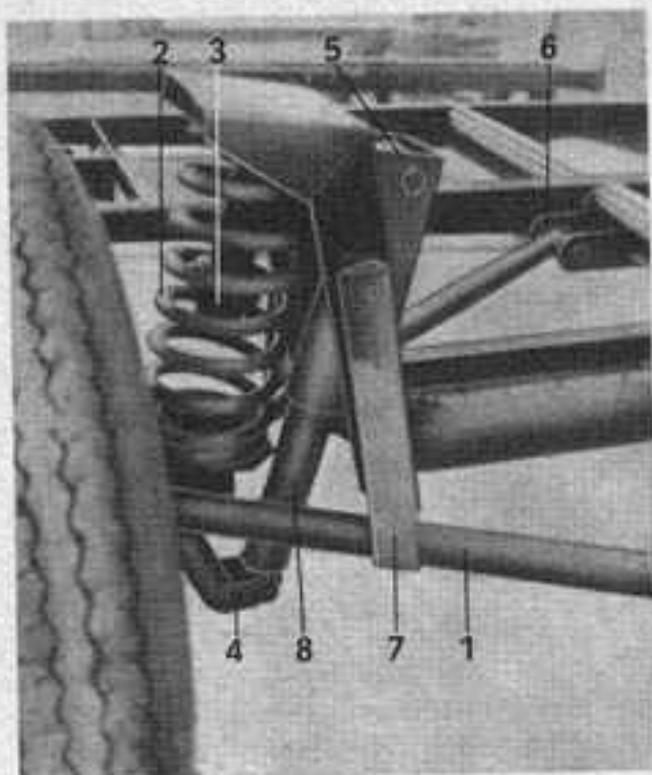


Bild 4.7. Einzelradaufhängung mit Querlenkern am QEK Junior

1 Dreiecklenker, 2 Feder, 3 Gummifeder, 4, 5 Stoßdämpferhalterung, 6 Lenkerlagerung, 7 Fangband, 8 Stoßdämpfer

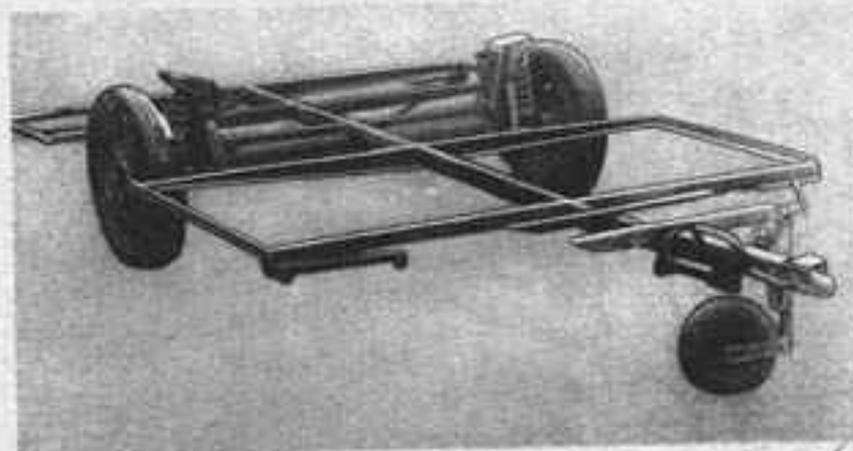


Bild 4.8. Fahrgestell QEK Junior

leistet das an der oberen Schraubenfederhalterung angeschraubte Halteband die Funktionssicherheit des Schwingungsdämpfers sowie der Schraubendruckfeder.

Über den am Zentralrohrrahmen angeordneten Bremsflüssigkeitsverteiler A27 wird der Bremsdruck über die an den Dreieckslenkern geführten Bremsleitungen zur Radbremse geleitet. Der Achsstumpf ist in der eingeschweißten Führungsbuchse der Dreiecklenker eingeschraubt. Bei Überladung wird die Druckfeder so weit zusammengedrückt, daß die Gummifeder in die am Dreiecklenker befindliche Federauflage gepreßt wird. Die auftretenden Fahrbahnstöße werden dann fast ungedämpft in die Quertraverse geleitet und führen zur Deformierung der für eine zulässige Masse von 500 kg ausgelegten Quertraverse.

## Wartungsarbeiten

Die Wartungsarbeiten beziehen sich auf die im Bild 4.7 genannten Baugruppen. Wartungsarbeiten an den Baugruppen Radbremse sind im Abschnitt 4.2.2. und die an den Schwingungsdämpfern erforderlichen Arbeiten im Abschnitt 4.2.4. behandelt. Folgende Wartungsarbeiten sind alle 5000 km bzw. mindestens jährlich einmal durchzuführen:

- Kontrolle der Befestigung des Fangbandes an der oberen Schraubenfederhalterung und Fangband auf Beschädigung überprüfen.
- Gummifeder und Federauflage säubern und Gummifeder mit Glycerin einreiben.

- Befestigung der Dreiecklenker am Zentralrohrrahmen überprüfen, dabei besonders auf ordnungsgemäße Versplintung der Kronenmuttern achten.
- Befestigung der Schwingungsdämpfer an der oberen und unteren Aufnahme kontrollieren.
- Schweißnähte der gesamten Baugruppe mit Waschbenzin säubern und auf Rißbildung überprüfen.
- Befestigung des Bremsflüssigkeitsverteilers am Zentralrohrrahmen sowie die Befestigung der Bremsschläuche an den Dreiecklenkern kontrollieren.
- Splintsicherung der Kronenmutter am Achsstumpf überprüfen.

Störungen, die trotz guter Wartung auftreten können, sind in Tabelle 4.5 aufgeführt. Die Tabelle gilt gleichzeitig für den Camptourist. Störungen, die für alle Anhängertypen zutreffend sind, können der Tabelle 4.4 entnommen werden.

**Tabelle 4.5. Störungen am Fahrwerk, ihre Ursachen und Abstellung**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Federung ungenügend	Schraubdruckfeder (Blattfeder) ermüdet Dreiecklenker deformiert Dreiecklenker an der Befestigung am Zentralrohrrahmen zu fest eingespannt	Feder wechseln  Dreiecklenker wechseln Kronenmutter entsplinten und lösen. Mit Drehmomentenschlüssel mit $190 \pm 10$ Nm anziehen und neu versplinten
Campinganhänger steht auf gerader Ebene schief	Schraubendruckfeder (Blattfeder) ermüdet bzw. gebrochen	
Reifen schleift am Radkasten	Schraubendruckfeder (Blattfeder) gebrochen Quertraverse durch Überladung verbogen Dreiecklenker verformt	neue Traverse einschweißen  Dreiecklenker wechseln
Campinganhänger hat zu geringe Bodenfreiheit	Schraubendruckfedern (Blattfeder) ermüdet  beide Quertraversen durch Überladen verbogen	beim QEK Junior sind immer beide Schraubenfedern zu wechseln  neue Traversen einschweißen
Campinganhänger läuft während der Fahrt unruhig	Silentbuchsen ausgeschlagen  zu starker Seitenwind	neue Silentbuchsen einsetzen  langsamer fahren
Räder haben um ihre waagerechte Achse ein spürbares Spiel	Achsstumpf im Dreiecklenker ausgeschlagen  Silentbuchsen ausgeschlagen	Dreiecklenker bzw. Achsstumpf erneuern  Silentbuchsen erneuern

## Dreiecklenker komplett aus- und einbauen

### Demontage

Der Anhänger muß zur Demontage des Dreiecklenkers so aufgestellt werden, daß seitlich mindestens 1,0 m Abstand zur Wand vorhanden ist.

- Mit Schraubendreher Radzierkappe abdrücken.
- Radmuttern lockern und Vorlegekeile unter das gegenüberliegende Rad legen.
- Zuggabel anheben und einen Bock unter die Zuggabel stellen.
- Anhänger mit Scherenwagenheber anheben und hinter den Dreiecklenker einen Bock unter den Fahrwerkrahmen stellen.

- Als zusätzliche Sicherung sollten die Standstützen abgesenkt werden.

**Beachte:**

Unter die Standstützen Holzklötze legen. Standstützen genügen als alleinige Abstützung des Anhängers nicht.

- Radmuttern abschrauben und Rad abnehmen.
- Nachstellmutter der Handbremse lockern.
- Handbremsseil am Waagebalken lösen. Dies erfolgt, indem der Splint geradegebogen und herausgezogen wird. Bolzen aus der Führung im Waagebalken herausnehmen.
- Brems Schlauch an dem am Zentralrohr sitzenden Verteiler A27 abschrauben und auslaufende Bremsflüssigkeit in einem sauberen Glas auffangen.
- Untere Halterung des Schwingungsdämpfers lösen.
- Fangband an der oberen Schraubenfederaufnahme abschrauben.

**Beachte:**

**Schraubenfeder steht unter Druck – Unfallgefahr!**

Dreieckklenker sollten daher mit einem Scherenwagenheber gesichert werden. Nach dem Abschrauben des Fangbandes sind dann die Dreieckklenker vorsichtig abzusenken. Dadurch wird die Feder entspannt.

- Schraubenfeder herausnehmen.
- Splinte an den Kronenmuttern der Dreieckklenkerlagerung aufbiegen und herausziehen und Kronenmuttern abschrauben.
- Gewindebolzen M 12 × 1,5 herausziehen bzw. in Richtung Quertraverse herausschlagen. Der Gewindebolzen vor der Quertraverse wird vom Inneren des Campinganhängers aus herausgeschlagen. Dazu sind in der Trittmulde zwei Bohrungen vorhanden, durch die der Alu-Dorn zum Herausschlagen des Gewindebolzens angesetzt werden kann (Gewinde des Bolzens nicht beschädigen). Beim Herausschlagen des Bolzens können die am Gelenk befindlichen Bauteile Anlauf- und Distanzscheibe herunterfallen.
- Dreieckklenker mit Radbremse seitlich herausnehmen.
- Bremsleitung durch Lösen der Halteschelle an der Querstrebe des Dreieckklenkers abnehmen.
- Splint der zwischen beiden Streben der Dreieckklenker liegenden Kronenmutter aufbiegen und herausziehen, Kronenmutter abschrauben und Scheibe abnehmen.
- Achsstumpf aus der Lagerung der Dreieckklenker herausdrücken bzw. herausschlagen.

**Beachte:**

Wird der Achsstumpf herausgeschlagen, dann sollte ein Alu-Dorn verwendet werden.

## Montage

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vor der Montage sollten die Baugruppen Teleskop-Schwingungsdämpfer, Fangband, Gummifeder und Schraubendruckfeder auf Beschädigungen überprüft werden, da im demontierten Zustand der Dreieckklenker diese Baugruppen gleichzeitig mit ausgewechselt werden können. Nach der Montage sind:

die Betriebsbremse zu entlüften, die Handbremse einzustellen und eine Bremsprobe durchzuführen. Hinweise für diese Arbeiten enthält der Abschnitt 4.2.2.2.

## Silentbuchsen aus- und einbauen

Zunächst wird, wie voranstehend beschrieben, der Dreieckklenker ausgebaut, danach:

- Silentbuchse mit Vorrichtung herausdrücken bzw. mit einem Rohr herausschlagen. Das Herausdrücken bzw. Herausschlagen der Silentbuchse darf nur über die äußere Stahlhülse (Bild 4.9) erfolgen, axiale Beanspruchungen der inneren Stahlhülse haben die Zerstörung der Silentbuchse zur Folge. Beim Herausschlagen der Silentbuchse muß gegengehalten werden, da diese durch Rostansatz sehr fest sitzen kann.
- Anlaufscheibe und Distanzscheibe sind zu prüfen und falls verschlissen auszuwechseln.

## Montage

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Silentbuchse ist soweit in das Lager der Dreiecklenker einzudrücken, bis die äußere Stahlhülse rechts und links mit dem Lager abschließt. Die innere Stahlhülse muß auf beiden Seiten gleichmäßig überstehen.
- Distanz- und Anlaufscheibe sind mit Fett einzuschmieren und rechts und links an die Silentbuchse bzw. das Lager des Dreiecklenkers zu kleben, danach den Dreiecklenker vorsichtig zwischen die Lageraufnahme führen.
- Den Gewindebolzen auf der Einführungsseite vorsichtig einschieben, bis Anlauf- und Distanzscheibe nicht mehr herausfallen können. Auf der Gegenseite beide Scheiben gegen Verrutschen sichern und dann erst den Gewindebolzen durchdrücken bzw. durchschlagen.

### Beachte:

Beim Einschlagen Hartholzstück verwenden, damit das Gewinde nicht beschädigt wird. Lagerblech am Zentralrohrrahmen gegen Verformung sichern.

- Kronenmuttern mit einem Anzugsdrehmoment von  $190 \pm 10$  Nm festziehen.
- Nach der Montage sind die gleichen Arbeiten an der Bremse auszuführen, die nach dem Dreiecklenkerwechsel beschrieben wurden.

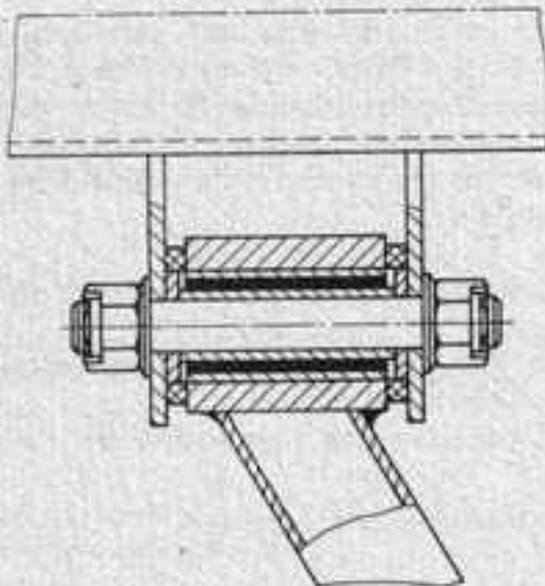


Bild 4.9. Silentbuchse

## Schraubendruckfeder aus- und einbauen, Gummifeder wechseln

Zunächst, wie für den Dreiecklenkerwechsel beschrieben, den Anhänger sicher aufbocken, danach:

- Radmutter abschrauben und Rad abnehmen.
- Mit Scherenwagenheber Dreiecklenker anheben.
- Untere Halterung des Schwingungsdämpfers lösen.
- Fangband an der oberen Schraubenfederaufnahme abschrauben.
- Dreiecklenker mit Scherenwagenheber absenken.

**Beachte: Schraubenfeder steht unter Druck – Unfallgefahr!**

- Schraubendruckfeder aus der unteren Federaufnahme herausnehmen und anschließend schräg aus der oberen Aufnahme herausziehen.
- Zustand der Gummifeder überprüfen, da diese bei dieser Gelegenheit günstig gewechselt werden kann. Ist ein Wechsel erforderlich, dann alte Feder mit Schraubendreher aus der umbördelten Halterung herausdrücken. Neue Feder schräg eindrücken und mit Schraubendreher hinter die Bördelkante schieben, Feder dabei nicht beschädigen.

Bei der Montage ist zu beachten, daß beim Zusammendrücken der Schraubenfeder diese aus der unteren Federhalterung (Rohr  $\varnothing$  76 – 20 mm hoch) herauspringen kann, wenn beim Anheben der Dreiecklenker nicht darauf geachtet wird, daß die Feder auf dem Boden der Federhalterung aufliegt.

#### 4.2.1.3. Radaufhängung des Wohnzeltanhängers Camptourist

Die Ausführungen beziehen sich auf das gebremste Fahrwerk des Wohnzeltanhängers. Werden Arbeiten am ungebremsten Fahrwerk durchgeführt, so werden die auf die Bremse bezogenen Punkte einfach weggelassen.

#### Aufbau und Funktion

Die Räder werden durch am Zentralrohrrahmen angelenkte Dreiecklenker geführt (Bild 4.10). Die dynamische und statische Belastung wird vom Laufrad über die Radnabe, den Dreiecklenker mit unterer Blattfederaufnahme, die querliegende Blattfeder und somit auf das Zentralrohr übertragen.

Die Fahrstabilität wird durch Stoßdämpfer vom Typ B2-140-65/30 verbessert. Über den am Zentralrohrrahmen angeordneten Bremsflüssigkeitsverteiler A27 wird der Bremsdruck durch die Bremsleitungen zur Radbremse geführt. Der Achsstumpf ist im Dreiecklenker eingeschweißt.

Bei Überladung wird die Blattfeder gegen die Gummifeder an der Quertraverse gedrückt, so daß der Kraftfluß nicht mehr über die Blattfeder zum Zentralrohr, sondern über die Quertraverse auf das Zentralrohr geleitet wird. Dadurch kann es zu Deformierungen der überbeanspruchten Bauteile kommen.

#### Wartungsarbeiten

Die folgenden Wartungsarbeiten beziehen sich auf die im Bild 4.10 genannten Baugruppen. Wartungsarbeiten an den Baugruppen Radbremse sind im Abschnitt 4.2.2. und die erforderlichen Arbeiten am Schwingungsdämpfer im Abschnitt 4.2.4. behandelt.

Alle Wartungsarbeiten sind jährlich bzw. nach 5000 km durchzuführen.

- Blattfeder entlasten und reinigen, mit graphithaltigem Sprühöl einnebeln.
- Gummifeder an der Quertraverse und Gummipuffer in der Federauflage reinigen und mit Glycerin einreiben.

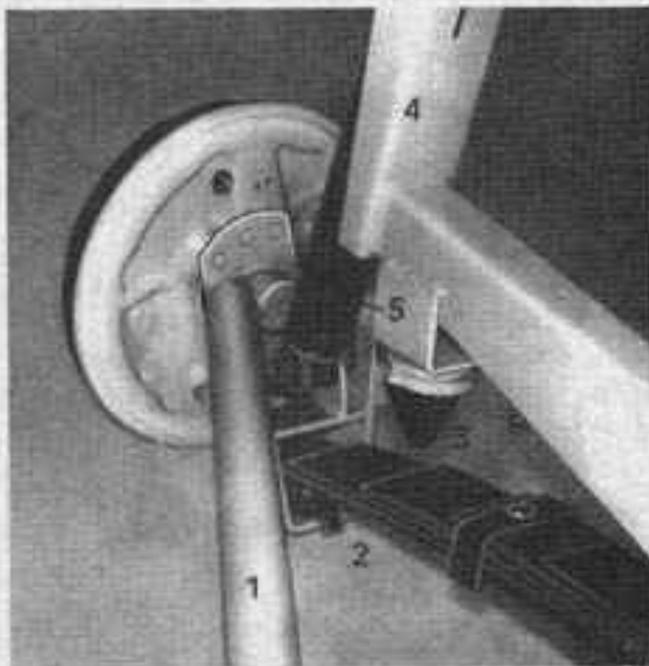


Bild 4.10. Radaufhängung Wohnzeltanhänger Camptourist

1 Dreiecklenker; 2 Blattfeder; 3 Gummifeder; 4 Stoßdämpferhalterung; 5 Stoßdämpfer

- Befestigung der Dreiecklenker am Zentralrohrrahmen überprüfen (M-16-Mutter mit einem Drehmoment von  $190 \pm 10$  Nm).
- Befestigung der Schwingungsdämpfer an der oberen und unteren Aufnahme kontrollieren, obere Schraubenbefestigung darf nur mit einem Anzugsdrehmoment von  $16 \pm 1$  Nm nachgezogen werden.
- Die M-12-Sechskantmutter der Blattfederbefestigung sind mit einem Anzugsdrehmoment von  $80 \pm 5$  Nm auf Festsitz zu überprüfen.
- Schweißnähte der gesamten Baugruppe mit Waschbenzin säubern und auf Ribbildung überprüfen.

## Dreiecklenker komplett aus- und einbauen

Zur Demontage muß der Anhänger so aufgestellt werden, daß zur Wand ein seitlicher Abstand von 1,0 m vorhanden ist. Die Demontage ist in folgender Weise auszuführen:

- Radzierkappe abdrücken.
- Radmuttern lockern und Vorlegekelle unter das gegenüberliegende Rad legen.
- Zuggabel anheben und einen Bock unter die Zuggabel stellen.
- Anhänger mit Scherenwagenheber und hinter den Dreiecklenker einen Bock unter den Fahrwerksrahmen stellen.
- Als zusätzliche Sicherung sollten die Standstützen abgesenkt werden.
- Radmuttern abschrauben und Rad abnehmen.
- Nachstellmutter der Handbremse lockern.
- Handbremsseil am Waagebalken abschrauben (Bild 4.11).

### Beachte:

Es gibt auch ältere Anhänger, bei denen ein Bolzen mit Splintsicherung am Waagebalken angebracht wurde.

- Bremsschlauch an der Rückseite der Radbremse abschrauben und auslaufende Bremsflüssigkeit in einem sauberen Glas auffangen.
- Untere Halterung des Schwingungsdämpfers lösen und Schwingungsdämpfer zusammendrücken (Bild 4.12).
- Lösen des Dreiecklenkers aus der Lagerung am Zentralrohr (Bild 4.13) durch Abschrauben der M-16-Mutter und Schraube mit einem Alu-Dorn herausschlagen.

### Beachte:

Gewinde darf nicht beschädigt werden. Bauteile Anlauf- und Distanzscheibe sind Einzelteile und können nach dem Herausschlagen der M-16-Schraube herunterfallen.

- Dreiecklenker mit Radbremse herausziehen.

### Beachte:

Blattfeder darf in der Lagerung der Dreiecklenker, zwischen Federauflage und Gummipuffer, nicht mehr unter Spannung stehen.

- Demontage der Radbremse entsprechend Abschnitt 4.2.2.2.

## Montage

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vor der Montage sollten die Baugruppen Blattfeder, Teleskop-Schwingungsdämpfer, Federauflage, Gummipuffer und Gummifeder sowie die Teile der demontierten Radbremse auf Beschädigung überprüft werden. Nach der Montage ist die hydraulische Auflaufbremse zu entlüften, des weiteren sind die Handbremse einzustellen und eine Bremsprobe durchzuführen (Hinweise dafür enthalten die Abschnitte 4.2.2.1. und 4.2.2.2.).

Nach der Demontage des Dreiecklenkers können die Silentbuchsen entsprechend den Hinweisen im Abschnitt 4.2.1.2. ausgewechselt werden.

### Beachte:

Anstelle des Gewindebolzens wird beim Wohnzeltanhänger eine Sechskantschraube M 16 × 1,5 × 90 verwendet, das Anzugsdrehmoment dieser Verbindung beträgt  $190 \pm 10$  Nm.



Bild 4.11. Handbremsseile mit Waagebalken

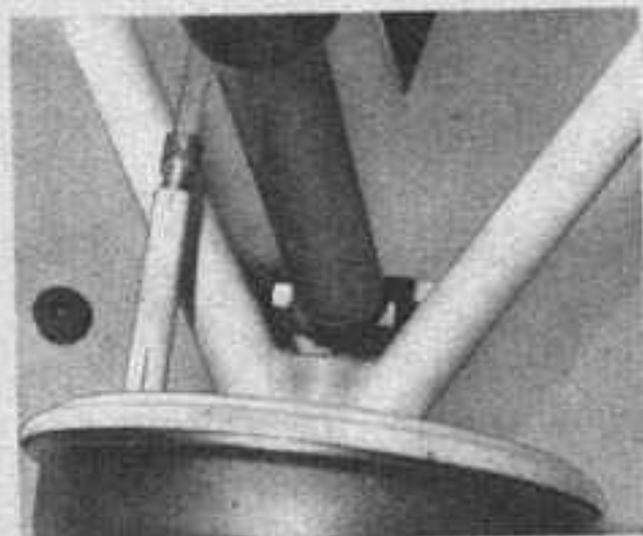


Bild 4.12. Untere Befestigung des Schwingungsdämpfers

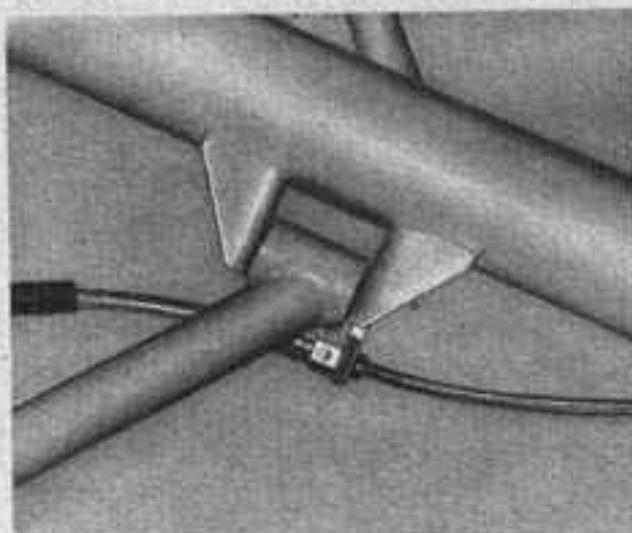


Bild 4.13. Lagerung des Dreiecklenkers am Zentralrohrrahmen

### Blattfeder aus- und einbauen, Gummipuffer-Federauflage wechseln

Der Blattfederwechsel kann nach dem Ausbau der Dreiecklenker vorgenommen werden. Die Dreiecklenker sind dazu aber nur so weit herauszuziehen, bis die Blattfeder frei hängt. Das Abschrauben des Bremsschlauches an der Rückseite der Radbremse ist nicht erforderlich.

Arbeitsfolge zum Federausbau:

- Muttern an den Federbefestigungsschrauben (Bild 4.14) lösen und die Blattfeder gegen Herunterfallen sichern.
- Haltebleche abnehmen und Blattfeder nach unten absenken.
- Blattfeder aus der gegenüberliegenden Federauflage herausziehen und seitlich wegnehmen.
- Federauflage in beiden Dreiecklenkern nach Abschrauben herausnehmen (Bild 4.15).
- Gummipuffer mit Schraubendreher aus der Bohrung herausdrücken.

#### Beachte:

Der Gummipuffer darf beim Herausdrücken nicht beschädigt werden.

- Überprüfen der Federauflage und des Gummipuffers auf Abnutzung.
- Ist der Gummipuffer noch nicht gealtert und abgenutzt, dann diesen mit Glycerin einreiben und wieder verwenden.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Folgende Punkte sind zu beachten:

- Blattfeder im entspannten Zustand mit graphithaltigem Sprühöl einnebeln.
- Alle beweglichen Teile leicht einfetten.
- Mutter der Federbefestigungsschraube mit einem Anzugsdrehmoment von  $80 \pm 5$  Nm aufschrauben.
- Vor Befestigen der Dreiecksklenker muß die Blattfeder in die untere Federauflage eingeführt werden.

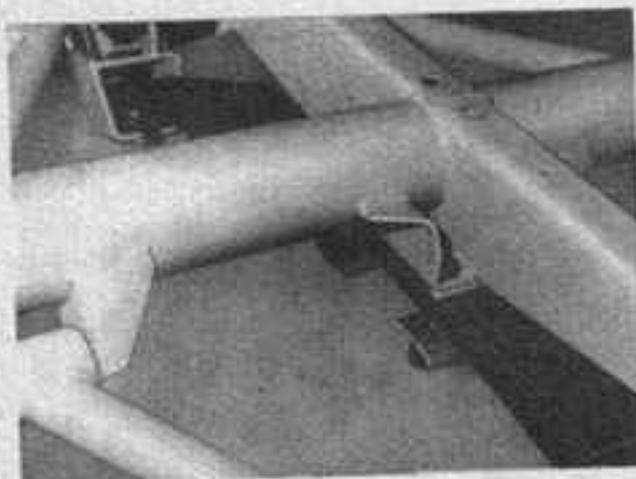


Bild 4.14. Befestigung der Blattfeder am Zentralrohrrahmen

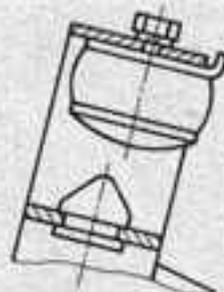


Bild 4.15. Federauflage

### Blattfeder zerlegen und zusammenbauen

Die Blattfeder wird als komplette Baugruppe vom Ersatzteilvertrieb des Herstellerwerkes angeboten. Ist ein Mangel an der Blattfeder rechtzeitig zu erkennen, dann sollte die Blattfeder komplett als Ersatzteil, unter Angabe des Fahrzeugtypes, der Fahrgestell-Nr. und des Baujahres, bezogen werden.

Ist jedoch eine Unterwegsreparatur unumgänglich, dann kann diese nicht ohne fremde Hilfe ausgeführt werden. Man benötigt schon einen Federschmied, der ein neues Blatt anfertigen kann, auch zum Biegen der Federklammer und zum Lösen der Federschraube wird dessen Hilfe benötigt.

Zunächst wird die Federklammer rechts und links mit einem Schweißbrenner erwärmt und hochgebogen, dann muß die Blattfeder in einen kräftigen Schraubstock eingespannt werden. Nachdem die Mutter der Federschraube abgeschraubt wurde, den Schraubstock vorsichtig öffnen.

#### Beachte:

**Feder steht unter Spannung – Unfallgefahr!**

Nun können die Federblätter auseinandergenommen werden. Während der Schmied das neue Blatt anfertigt, kann man bereits mit den Vorbereitungsarbeiten für die Montage beginnen; die Federblätter werden gereinigt und danach neu gefettet. Die Montage erfolgt in der nachstehenden Weise:

- Federblätter mit der Bohrung auf den Dorn stecken, mit kurzem Federblatt beginnen.
- Blattfeder mit Schraubstock zusammendrücken, Dorn entfernen und Federschraube einbauen.
- Federklammer hochbiegen, seitlich je einen Blechstreifen einlegen und Federklammer schließen.
- Blechstreifen herausziehen.

#### Beachte:

Bei einer Unterwegsreparatur gibt es keine Sicherheit, daß die ausgewechselten Federblätter auch die erforderliche Stahlgüte besitzen. Es ist deshalb ratsam, nach der Rückkehr eine vom Hersteller gelieferte Blattfeder einzubauen.

## 4.2.2. Bremssystem

Die in den Abschnitten 4.2.2.1. und 4.2.2.2. behandelten Bremssysteme sind Bestandteil der mechanisch-hydraulischen Auflaufbremse. Bei diesem Bremssystem werden die Bremsdrücke mit einem hydraulisch wirkenden Radbremszylinder erzeugt. Bei dem Abschnitt im 4.2.2.3. behandelten Bremssystem werden die Bremskräfte nur mechanisch erzeugt.

### 4.2.2.1. Campinganhänger Bastei und Intercamp

#### Aufbau und Funktion

Beide Campinganhänger besitzen eine hydraulisch betätigte Zweiradbremse. Das Bremssystem besteht aus dem am Stegblech des Auflaufschubstückes befestigten Hauptbremszylinder (Bild 4.16) mit Vorratsbehälter, den am Achsrohr des Drehstabes befindlichen Verteilerstück und den an beiden Schwinghebeln angeschraubten Simplex-Radbremsen (Bilder 4.17 und 4.19). Bei der Simplexbremse werden die beiden Bremsbacken durch einen doppelseitig wirkenden Radbremszylinder an die Bremstrommel gedrückt. Dadurch ergibt sich eine auflaufende Primärbacke und eine ablaufende Sekundärbacke. (Die auflaufende Primärbacke ist diejenige Bremsbacke, bei der die Kolbenkraft des Radbremszylinders und die entstehenden Reibkräfte beim Bremsvorgang in Drehrichtung des Rades die gleiche Richtung haben.) Diese sind auf feststehenden Bremsträgern drehbar auf Backenlagerbolzen angeordnet.

Beim Abbremsen des Zugfahrzeuges läuft der Campinganhänger auf das Zugfahrzeug auf. Die dabei entstehende kinetische Energie drückt das Auflaufschubstück zusammen und erzeugt somit über ein Hebelsystem einen Druck im Hauptbremszylinder. Da sich der auf eine eingeschlossene Flüssigkeit ausgeübte Druck gleichmäßig fortpflanzt, wird der erzeugte Bremsdruck hydraulisch über die Bremsleitung und das Verteilerstück auf die Radbremszylinder und somit auf die Radbremsen übertragen. Dabei drückt die Kolbenkraft der Radbremszylinder die Bremsbacken gegen die Bremstrommel. Beschleunigt das Zugfahrzeug, so wird über das Hebelsystem des Auflaufschubstückes der Druck in der Bremsanlage entspannt, und der Bremsvorgang ist beendet.

Die Handbremse ist an der Zugeinrichtung des Fahrgestelles angebracht (Bild 4.18). Sie ist eine mechanisch betätigte Bremse mit Feststelleinrichtung und dient als Feststellbremse im

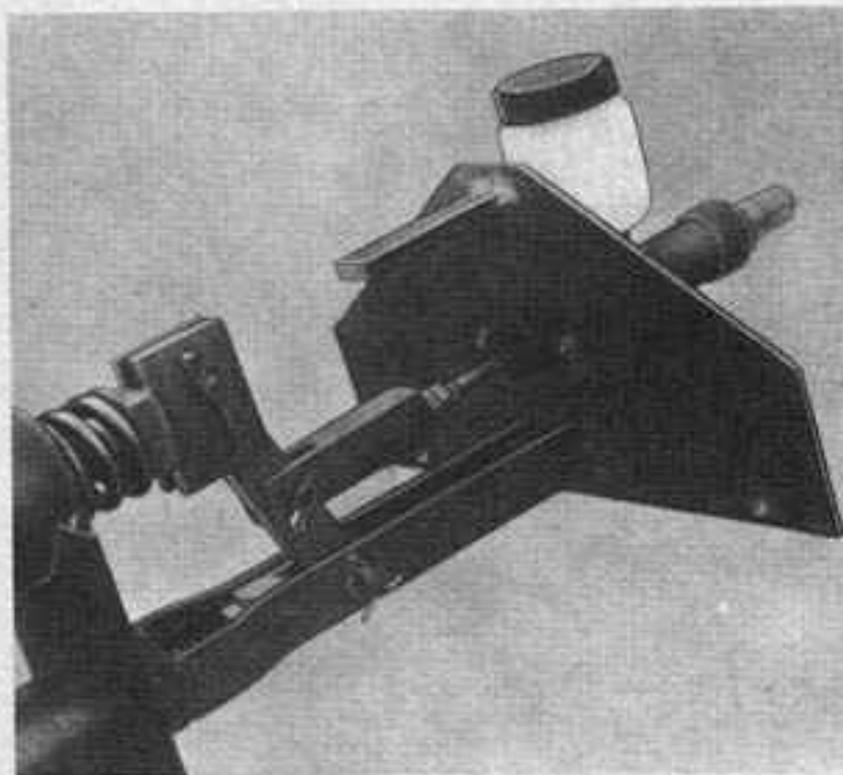


Bild 4.16. Hauptbremszylinder, am Stegblech des Auflaufschubstückes befestigt

Ruhezustand des Campinganhängers. Die Übertragung der Handkraft erfolgt vom Handbremshebel über einen Seilzug zu dem Handbremshebel in den Simplexbremsen. Beim Anziehen des Handbremshebels werden die Bremsbacken an die Bremstrommel gedrückt.

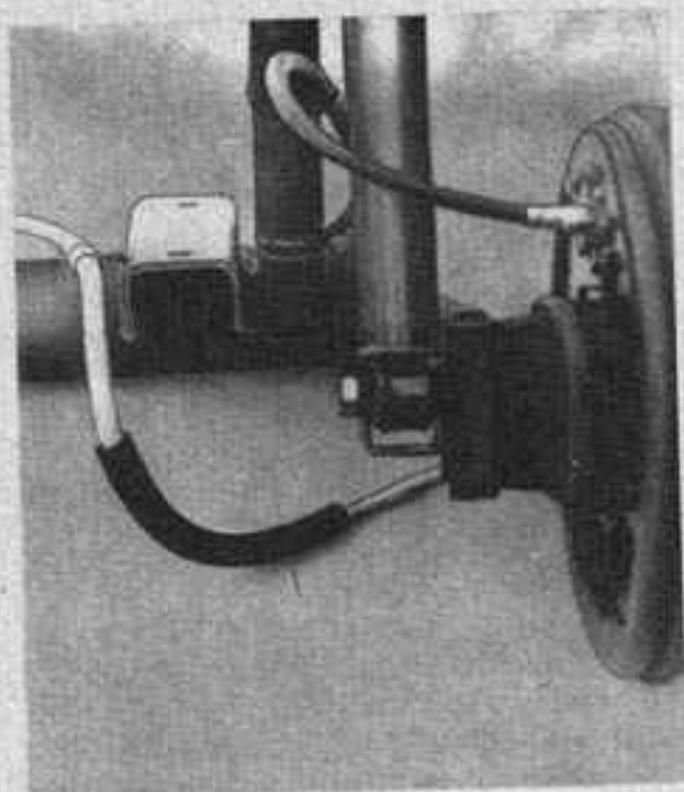


Bild 4.17. Am Schwinghebel befestigte Radbremse mit unterer Stoßdämpferhalterung, oberem Bremsschlauchanschluß am Radbremszylinder und unterer Zuführung des Handbremsseiles

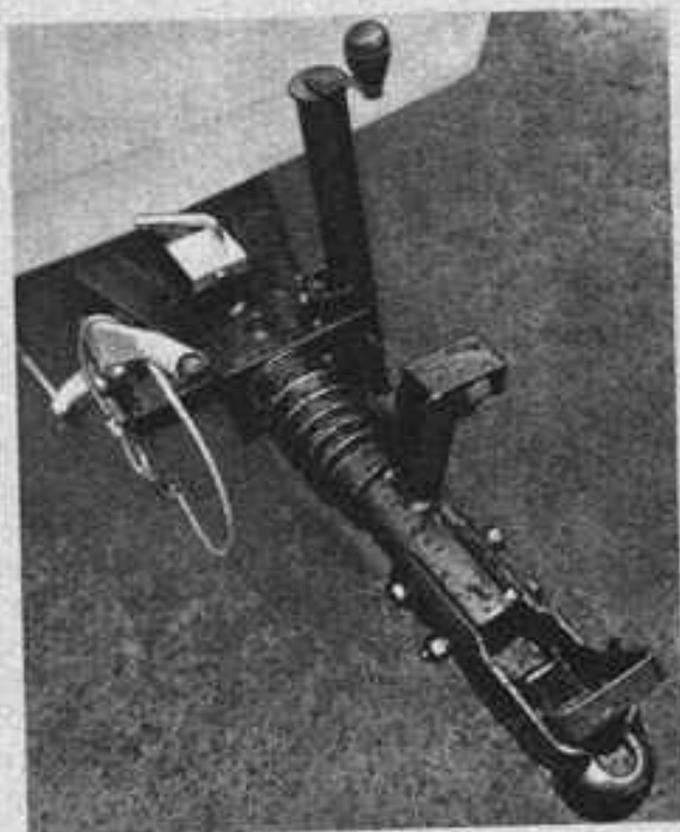


Bild 4.18. Handbremse an der Zugeinrichtung des Fahrgestelles mit Fangseil und Rückfahrsperr

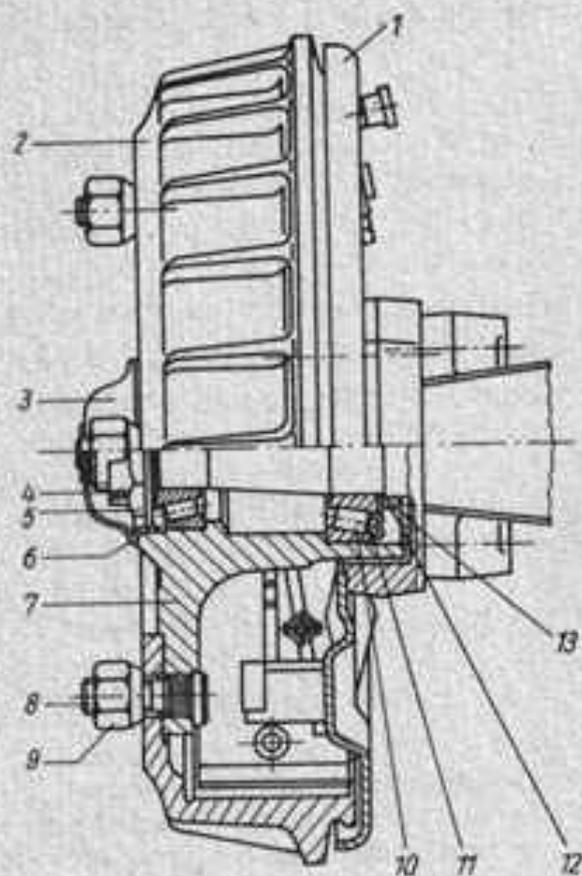


Bild 4.19. Radnabe mit Bremse (Bastel und Intercamp)  
 1. Bremshalteblech; 2. Bremstrommel; 3. Nabenkappe; 4. Splint  $5 \times 32$ ; 5. Achsmutter; 6. Kegelrollenlager 30205; 7. Radnabe; 8. Radbolzen  $M 12 \times 1,5 \times 36$ ; 9. Radmutter; 10. Kegelrollenlager 30206; 11. Dichtring für Kegelrollenlager; 12. Stoßring (Hartgewebe); 13. Stoßscheibe als Dichtscheibe zur Verhinderung des Eindringens von Fett in die Bremse

## Wartungsarbeiten

Campinganhänger werden meist nur wenige Wochen im Jahr gefahren. Aus diesem Grund wird der Ausfall der Bremsanlage ohne entsprechende Wartungsarbeiten nur selten sofort festgestellt. Der Fahrer bemerkt dies oftmals erst dann, wenn die Anhängerbremse bei einer Talfahrt dringend benötigt wird. Ursache von Störungen oder Ausfall des Bremssystems sind mitunter nur Kleinigkeiten, die bei einer Sichtkontrolle bereits festgestellt werden können (Tabelle 4.6). Deshalb sollten nach jeder längeren Standpause folgende Wartungsarbeiten durchgeführt werden:

**Tabelle 4.6. Störungen an der mechanisch-hydraulischen Bremsanlage**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Bremsen werden während der Fahrt abnormal heiß	Hauptbremszylinderkolben sitzt fest	Hauptbremszylinder instand setzen
	Ausgleichsbohrung im Hauptbremszylinder verstopft	
	Kolben im Radbremszylinder sitzen fest	Kolben ausbauen und reinigen bzw. Radbremszylinder erneuern (s. Seite 176)
	Schubstück falsch eingestellt	Schubstück einstellen (s. Seite 207 f.)
	Handbremse zu viel nachgestellt	Handbremse richtig einstellen (s. Seite 186)
Flüssigkeitsverlust im Vorratsbehälter zu groß Anhänger bremst einseitig	Achsmutter zu fest angezogen	Lagerspiel neu einstellen (s. Seite 184)
	Rückzugfeder für Bremsbacken ermüdet oder gebrochen	Rückzugfeder erneuern
	automatische Bremsbackennachstell-einrichtung verklemmt Bremsbacken durch Anziehen der Handbremse bei Minustemperaturen angefroren	Nachstelleinrichtung überprüfen und eventuell auswechseln mit Hilfe eines Heißlüfters auftauen
Auflaufschubstück läßt sich ohne Druckerhöhung bis zum Anschlag durchdrücken	Undichtheit im Bremssystem	Leckstellen ermitteln und beseitigen
	Radbremszylinderkolben sitzt fest	
	verölzte Bremsbeläge	Wellendichtung in der Radnabe (Bild 4.19) und Radbremszylinder überprüfen, Ursache beseitigen Bremsbeläge erneuern bzw. vorschriftsmäßige Bremsbeläge einbauen Bremstrommeln ausdrehen lassen bzw. wechseln
	ungleich abgenutzter bzw. unterschiedlicher Bremsbelag in beiden Bremsen unrunde Bremstrommeln	
Bremswirkung erst nach mehrmaligem Betätigen des Auflaufschubstückes	ungleicher Luftdruck	Leitung und Verbindungsstellen überprüfen
	Bremsleitung defekt	
Bremswirkung erst nach mehrmaligem Betätigen des Auflaufschubstückes	Dichtmanschetten im Hauptbrems- oder Radbremszylinder defekt	Hauptbremszylinder bzw. Radbremszylinder überprüfen, defekte Teile auswechseln.
	Luft im Bremssystem	Bremssystem entlüften (s. Seite 185)

**Tabelle 4.6. (Fortsetzung)**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Ungleichmäßiger Verschleiß der Bremsbeläge	Radbremszylinder defekt	Radbremszylinder überprüfen und eventuell auswechseln
	Bremstrommel stark verschmutzt unterschiedlicher Bremsbelag	Trommel säubern vorschriftsmäßige Bremsbeläge einbauen
Bremsen rattern	unrunde Bremstrommel	Bremstrommel ausdrehen lassen bzw. auswechseln Räder auswuchten
Quietschen der Bremse	Unwucht in den Rädern	Räder auswuchten
	Feuchtigkeit in der Bremse  Bremsbelag lose oder gebrochen Bremstrommel verschmutzt	Bremse mehrmals nacheinander benutzen Bremsbelag auswechseln Bremstrommel abziehen und reinigen

### Arbeiten am Hauptbremszylinder

- Monatliche Sichtkontrolle auf Spuren von ausgetretener Bremsflüssigkeit. Werden Spuren an Verbindungsstellen festgestellt, so sind diese zu reinigen und anschließend nachzuziehen.
- Vierteljährlich ist der Flüssigkeitsstand im Vorratsbehälter zu kontrollieren. Ist der Flüssigkeitsstand um mehr als 1 cm gesunken, dann können undichte Stellen in Rohrleitung, Verteiler, Bremsschläuchen und den Radbremszylindern vorhanden sein.

#### Beachte:

Flüssigkeitsstand im Vorratsbehälter sollte immer 1 cm unter dem oberen Rand liegen.

Bevor Bremsflüssigkeit nachgefüllt wird, müssen alle undichten Stellen beseitigt sein. Ist die Bremsflüssigkeit älter als zwei Jahre, dann sollte sie ausgewechselt werden, da sie auf Grund ihrer hygroskopischen Eigenschaft Wasser aufnimmt und altert. Es darf nur Globo-Bremsflüssigkeit Karipol – RS 1305-68 – bzw. eine Bremsflüssigkeit der Klasse SAE 70 R III verwendet werden. Beim Nachfüllen von Bremsflüssigkeit darf das Sieb aus dem Vorratsbehälter nicht herausgenommen werden. Vor dem Aufschrauben des Verschlußdeckels ist darauf zu achten, daß die Entlüftungsbohrung im Deckel nicht zugesetzt ist (eventuell mit einer Nadel durchstoßen).

### Arbeiten am Leitungssystem

Mindestens vierteljährlich sind Bremsleitungen, Verteiler und Bremsschläuche im verschmutzten Zustand auf undichte Stellen zu überprüfen. Gleichzeitig ist darauf zu achten, daß keine Beschädigung durch Steinschlag, Korrosion oder Scheuern der Bremsleitung an anderen Baugruppen eingetreten ist. Beschädigte Baugruppen der Bremsanlage sind grundsätzlich auszuwechseln.

Bremsleitungen und Bremsschläuche sollten alle 5 Jahre ausgewechselt werden.

### Arbeiten am Radbremszylinder

Eine Kontrolle der Radbremszylinder ist nur dann erforderlich, wenn der Bremsflüssigkeitsverlust im Vorratsbehälter zu groß ist und keine undichten Stellen bis hin zur Radbremse zu finden sind bzw. wenn bei eingeschobenen Schubstücken keine Bremswirkung am Rad vorhanden ist.

- Campinganhänger aufbocken, so daß die Räder abgenommen und danach die Bremstrommeln demontiert werden können.

### Beachte:

Nach Abnahme der Bremstrommel darf das Schubstück nicht mehr bewegt werden, da die Bremskolben aus den Radbremszylindern herausgedrückt würden. Die Handbremse darf nicht angezogen werden.

- Sind die freigelegten Bremsen durch Bremsflüssigkeit verschmiert, so sind die Manschetten der Radbremszylinder undicht. Verölte Bremsbeläge erfordern grundsätzlich ein Auswechseln der Bremsbacken.
- Ist die Bremstrommel von der Radbremse abmontiert, sollte gleichzeitig der Zustand der Bremsbeläge mit überprüft werden. Diese müssen gleichmäßig abgenutzt sein und sollten eine Mindestdicke von 2 mm nicht unterschreiten. Haben sich glänzende Stellen auf dem Belag gebildet, so sind diese mit Sandpapier restlos zu entfernen.

### Bremsprobe vor Fahrtantritt

Wurde der Campinganhänger längere Zeit nicht benutzt, so ist das Schubstück etwa 10mal hin- und herzubewegen. Danach müssen alle Sicherungen, die ein Bewegen des Anhängers verhindert haben, entfernt werden. Nun wird das Schubstück von Hand eingeschoben. Der Bremsvorgang soll im ersten Drittel des Auflaufweges spürbar beginnen.

Bei der Überprüfung der Bremsfunktion darf die Rückfahrsperrung nicht eingelegt sein.

Danach wird der Campinganhänger an das Zugfahrzeug angehängt, und es werden mehrere Bremsproben durchgeführt. Es kann passieren, daß der Campinganhänger bei den ersten Bremsungen schief gezogen wird. Dies tritt ein, wenn die Bremse mehrere Wochen nicht benutzt wurde und sich an der Trommelfläche Rost gebildet hat. Dadurch ist die Bremse sehr griffig und es können unterschiedliche Bremskräfte in beiden Radbremsen auftreten. Nach mehreren kurzen Bremsungen ist jedoch der Rostbelag beseitigt und der Campinganhänger muß dann beim Abbremsen in der Spur des Zugfahrzeuges bleiben.

### Beachte:

Bremsproben sollten nicht im öffentlichen Straßenverkehr durchgeführt werden. Ist dies jedoch nicht zu vermeiden, so sind die Bremsproben auf verkehrsarmen, trockenen Straßen durchzuführen. Zur Vermeidung von Auffahrunfällen sollte eine zweite Person mit einem PKW die Bremsproben von hinten absichern.

### Abschmieren der Radlager

Die Radlager sind nach 10 000 km bzw. alle 2 Jahre mit Wälzlagerfett SWA 532 zu füllen.

### Arbeiten an der Bremsanlage

#### Hauptbremszylinder aus- und einbauen

- Handbremse anziehen und Campinganhänger durch Vorlegekeile zusätzlich sichern.
- Lösen des Reduzierstückes 13 von der Verschlußschraube 11 (Bild 4.20).
- Vorsichtiges Wegbiegen der Bremsleitung.

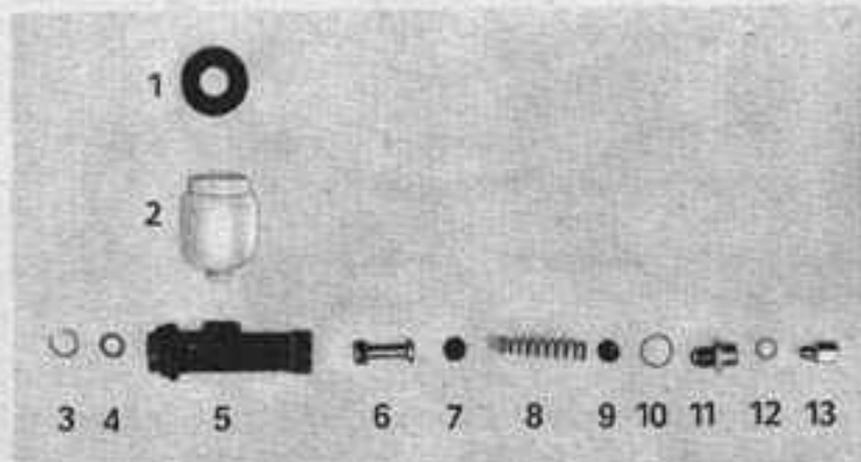


Bild 4.20. Hauptbremszylinder zerlegt

1 Deckelverschluß für Vorratsbehälter; 2 Vorratsbehälter; 3 Sprengring; 4 U-Scheibe; 5 Gehäuse; 6 Kolben mit Ringmanschette; 7 Manschette; 8 Druckfeder; 9 Kappenventil; 10 Ventilaitzring aus Kupfer; 11 Verschlußschraube M 12 mit M 10 Innengewinde; 12 Dichtring; 13 Reduzierstück

- Muttern der Befestigungsschrauben des Hauptbremszylinders am Stegblech des Auflaufschubstückes abschrauben.
- Hauptbremszylinder in Achsrichtung des Campinganhängers abziehen. Druckstange sorgfältig aufbewahren.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Wird bei der Montage festgestellt, daß das Stegblech des Auflaufschubstückes verbogen ist, so ist unbedingt vor dem Anbau des Hauptbremszylinders die Druckstange durch Drehen der Mutter am Gabelkopf zurückzustellen, und das Stegblech ist zu richten. Der Flansch des Hauptbremszylinders muß ohne größeren Druck, bei eingeführter Druckstange, an das Stegblech angeschraubt werden. Nach Beendigung des Einbaus ist das Schubstück nach Abschnitt 4.2.3. neu einzustellen, und die Bremsanlage ist zu entlüften.

**Beachte:**

Wird nur der Hauptbremszylinder vom Stegblech abmontiert, so erfolgt keine Veränderung der Einstellung des Auflaufschubstückes. Trotzdem sollten nach der Montage die Einstellwerte am Schubstück nach Abschnitt 4.2.3. überprüft werden.

**Hauptbremszylinder zerlegen und zusammenbauen**

- Verschlußdeckel des Vorratsbehälters abschrauben, Sieb herausnehmen und Bremsflüssigkeit weggleißen.
- Hauptbremszylinder in Schraubstock spannen und Verschlußschraube 11 (Bild 4.20) abschrauben.
- Mit leichtem Druck läßt sich der Kolben mit Manschette, Druckfeder, Klappenventil und Ventilsitzring mit Hilfe eines Dornes von  $\varnothing 8$  mm nach vorn herauschieben.
- Sprengring aus dem Gehäuse entfernen.
- Plastbehälter von Hand abschrauben. Bei älteren Ausführungen muß der Vorratsbehälter mit Hilfe eines Steckschlüssels (SW 24) vom Hauptbremszylindergehäuse abgeschraubt werden.
- Alle Metallteile mit Waschbenzin, Ausgleichsbohrung im Kolben und die Überströmbohrung im Zylinder mit Hilfe einer Nadel bzw. mit Druckluft säubern.

**Beachte:**

Gummi- und Plastteile nur mit einem sauberen Lappen reinigen, da Benzin diese Teile angreift.

- Alle Teile auf Beschädigung bzw. Verschleiß prüfen und eventuell erneuern.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Folgende Punkte sind zu berücksichtigen:

- Ist das Gewinde nicht am Vorratsbehälter, so ist zwischen Plastbehälter und Hauptbremszylinder eine neue Dichtscheibe aus Fiber und unter die Hohlschraube eine Blechscheibe zu legen.
- Kolben 6, Manschette 7, Druckfeder 8, Kappenventil 9 und Ventilsitzring 10 sind in der richtigen Reihenfolge (Bild 4.20) in das Gehäuse einzuschieben, und der Sprengring 3 ist im hinteren Teil des Gehäuses einzusetzen.
- Zwischen Verschlußschraube 11 und Reduzierstück 13 eine Weicheisenscheibe 12 legen.
- Entlüftungslöcher im Verschlußdeckel des Vorratsbehälters müssen offen sein.

**Bremsbacken auswechseln**

Campinganhänger sicher aufbocken, dabei darf die Handbremse nicht angezogen werden. Es kann sonst passieren, daß die Bremstrommel sich nicht abziehen läßt.

Bremstrommel in axialer Richtung von der Bremse abziehen. Sitzt die Trommel fest, so genügt oftmals ein kräftiger Schlag mit einem Gummihammer (Bild 4.21). Nach Abnahme der Bremstrommel (Bild 4.22) ist diese auf Verschleiß zu überprüfen.

Arbeitsfolge für den Ausbau der Bremsbacken:

- Der Haken der oberen Rückenzugfeder wird mit einem Schraubendreher in die Stegbohrung zurückgedrückt und nach innen gestoßen (Bild 4.23).

- Beide Bremsbacken mit den Händen fassen und vom Radbremszylinder wegdrücken. Die Bremsbacken können danach ohne Schwierigkeiten nach unten herausgenommen werden (Bild 4.24).
- Die Teile lange Rückzugfeder, Drucksteg, Handbremshebel, kurze Rückzugfeder und Handbremsseileinhängung lassen sich von der Bremsbacke leicht abnehmen (Bilder 4.25 und 4.26).

Bevor mit der Montage der neuen Bremsbacken mit aufgeklebtem Bremsbelag begonnen wird, ist zu überprüfen, ob für beide Trommelbremsen der gleiche Bremsbelag verwendet wird.

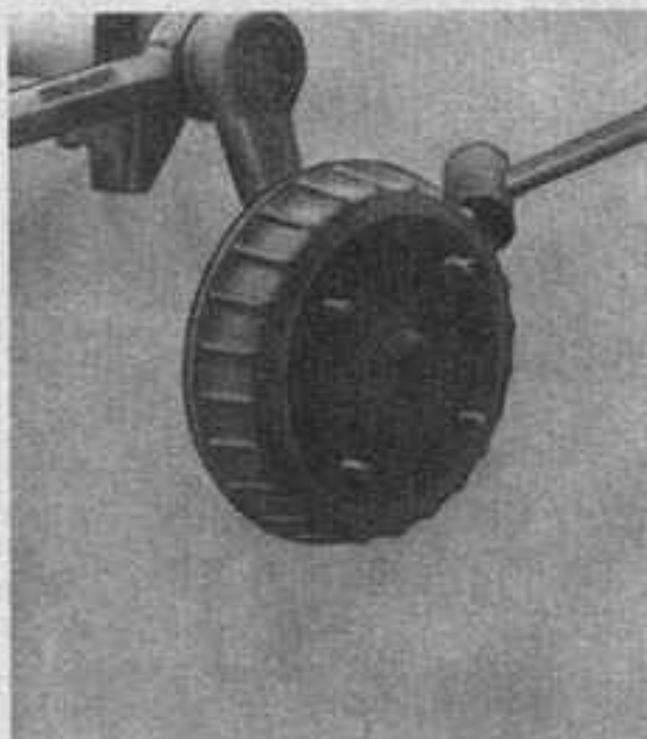


Bild 4.21. Bei festsitzender Bremstrommel genügt oftmals ein Schlag mit dem Gummihammer gegen den äußeren Scheibenrand der Bremstrommel



Bild 4.22. Abziehen der Bremstrommel mit beiden Händen

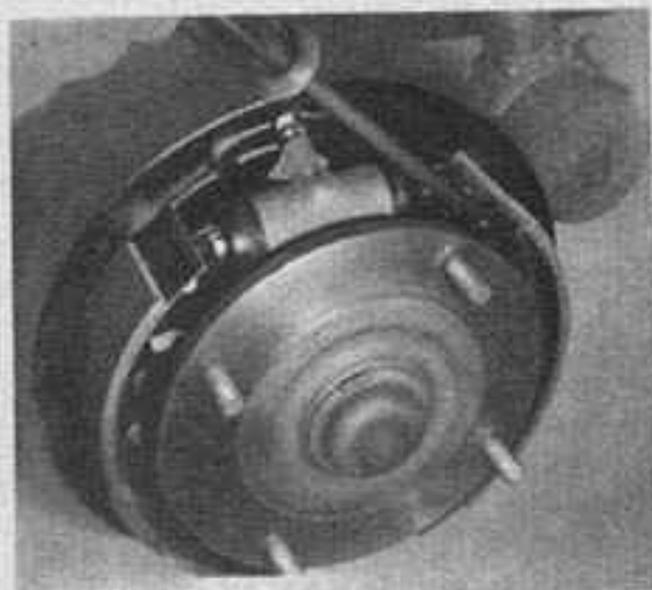


Bild 4.23. Zurückdrücken des Hakens der oberen Rückzugfeder in das Stegblech

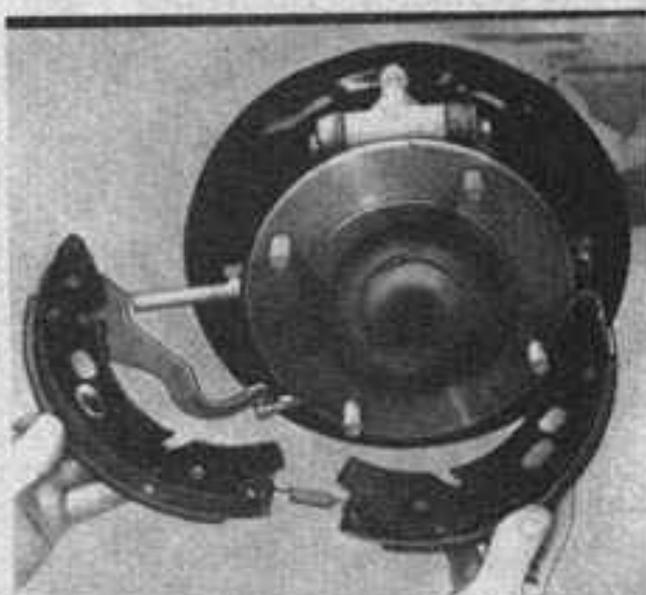


Bild 4.24. Abnehmen der Bremsbacken

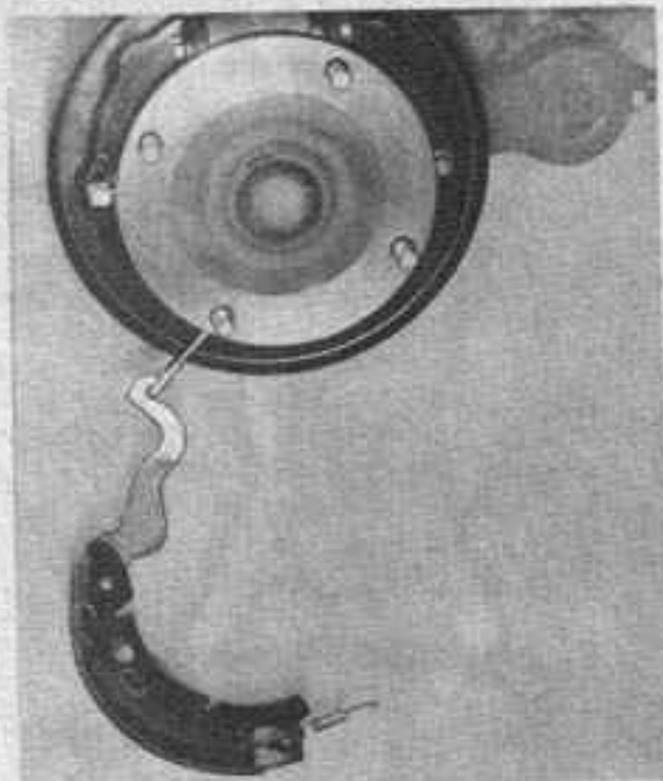


Bild 4.25. Handbremsseil am Handbremshebel des Ablaufbackens aushängen

Bild 4.26. Einzelteile der Radbremse

1 Bremsbacke rechts (Aufflaufbacken); 2 Rückzugfeder, lang; 3 Rückzugfeder, kurz; 4 Bremsbacke links mit Belag (Ablaufbacken); 5 Handbremshebel; 6 Drucksteg

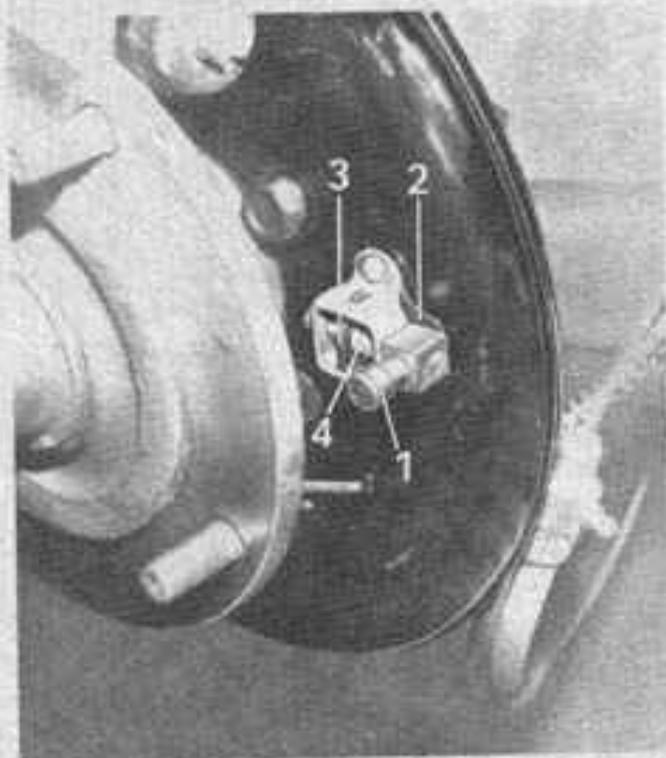
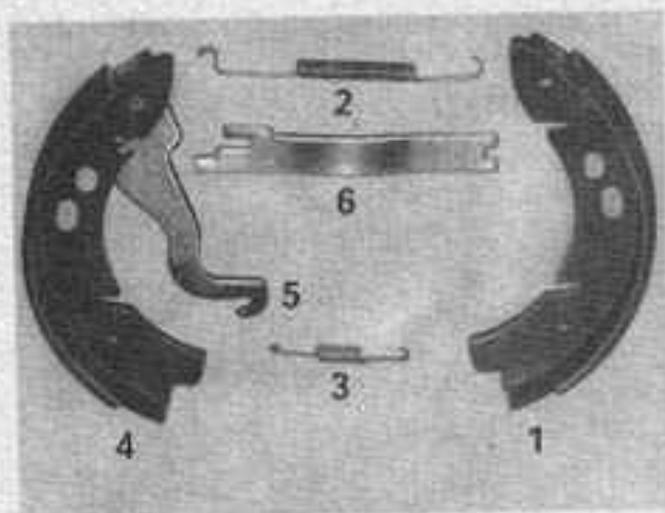


Bild 4.27. Automatische Bremsnachstellung  
Bestehend aus: Schiebestück mit Mitnehmerbolzen 1, Sicherungsfeder 2, Klemmplatte 3 und Druckfeder 4

**Beachte:**

Die Breite des Bremsbelages muß unbedingt 50 mm betragen. Für Simplexbremsen werden auch Bremsbacken mit 30 mm Breite vertrieben. Diese dürfen bei den Campinganhängern Bastei und Intercamp nicht eingebaut werden.

Die Montage geschieht in der Reihenfolge:

- Automatische Bremsnachstellung (Bild 4.27) ganz zurückstellen. Dies erfolgt, indem die Sicherungsfeder mit einem Schraubendreher niedergedrückt wird, die Klemmplatte in Richtung Mitnehmerbolzen geschwenkt und das Schiebestück zurückgedrückt wird.

- Handbremsseil aus dem am Schubstück befindlichen Waagebalken, durch Lösen der Nächstellmutter abschrauben.
- Handbremsseil am Handbremshebel des Auflaufbackens und die lange Rückzugfeder mit Schwanenhals am Bremsbacken von hinten einhängen.
- Auflaufbacken auf die Abstützbrücke setzen und oben möglichst weit hinter dem Radmitnehmer nach innen drücken, so daß die lange Rückzugfeder in den Auflaufbacken eingehängt werden kann.
- Ablaufbacken in den Druckstift des Radzylinders und auf den Mitnehmerbolzen der automatischen Bremsbackennachstellung einlegen, Handbremsseil so weit anziehen, daß kein Gegendruck entsteht.
- Auflaufbacken auf den um 90° verdrehten Druckstift des Radzylinders aufsetzen und unten anheben, bis der Drucksteg eingelegt werden kann, Druckstift um 90° zurückdrehen und Auflaufbacken einrasten.
- Kurze Rückzugfeder einhängen, Ablaufbacken auf die Abstützbrücke heben.
- Auflaufbacken auf den Mitnehmerbolzen der automatischen Bremsbackennachstellung drücken.

**Beachte:**

Die Teile der automatischen Bremsbackennachstellung dürfen mit keinem Schmiermittel in Berührung kommen, da dadurch der notwendige Reibwert zwischen Klemmplatten und Bolzen herabgesetzt wird. Dies kann zum Ausfall der automatischen Bremsnachstellung führen.

Läßt sich die Bremstrommel trotz richtiger Montage, unter Beachtung der Einstellung des axialen Lagerspieles schwer drehen, so sollte diese nochmals abgenommen und an dem Bremsbelag eine leichte Fase angefeilt werden.

**Hinweise zur Bremstrommel**

Durch Verschleißerscheinungen an der Trommelinnenfläche kann es zur Nacharbeit bzw. zum Auswechseln der Bremstrommel kommen. Ist eine starke Riefenbildung vorhanden oder ist der Bremsbacken in der Bremstrommel bis 0,6 mm eingelaufen, so kann diese bis auf einen maximalen Innendurchmesser von  $231 + 0,185$  mm ausgedreht werden. Die Rauhtiefe soll  $10 \mu\text{m}$  betragen. Es sind grundsätzlich beide Bremstrommeln einer Achse nachzuarbeiten.

**Beachte:**

Werden die Bremstrommeln nachgearbeitet, müssen Bremsbacken mit aufgeklebten Übermaßbelägen verwendet werden.

Beim Einbau der Bremstrommel sollten Zentrierrand und Flanschfläche der Trommel leicht gefettet werden. Dadurch wird eine spätere Demontage erleichtert.

**Radbremszylinder ausbauen, zerlegen und montieren**

Dem Ausbau des Radbremszylinders geht die Demontage der Bremstrommel voraus. Danach wird wie folgt verfahren:

- Auf der Rückseite des Haltebleches (Bild 4.28) ist die Bremsleitung am Anschluß 2 zu lösen.
- Befestigungsschrauben herausschrauben und Radbremszylinder (Bild 4.29) nach vorn abnehmen.
- Schutzkappen 2 rechts und links von Hand abziehen.
- Bremsbackenaufnahme mit Führungskolben, Manschette und Druckfeder mit einem Dorn aus dem Gehäuse herausdrücken und Entlüftungsschraube herausdrehen.

Nun sind alle Teile mit Brennspiritus zu reinigen und danach die Kolben und Manschetten mit Rizinusöl einzuölen.

**Beachte:**

**Gummitteile dürfen nicht mit Benzin gereinigt werden.**

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vorher sind jedoch alle Teile, die wieder eingebaut werden sollen, auf ihren einwandfreien Zustand zu prüfen. Bei den Gummimanschetten ist besonders auf einwandfreie Dichtlippen zu achten. Diese müssen glatt und rißfrei sein. Die Kolben und Manschetten sind vor dem Einsetzen mit Bremsflüssig-

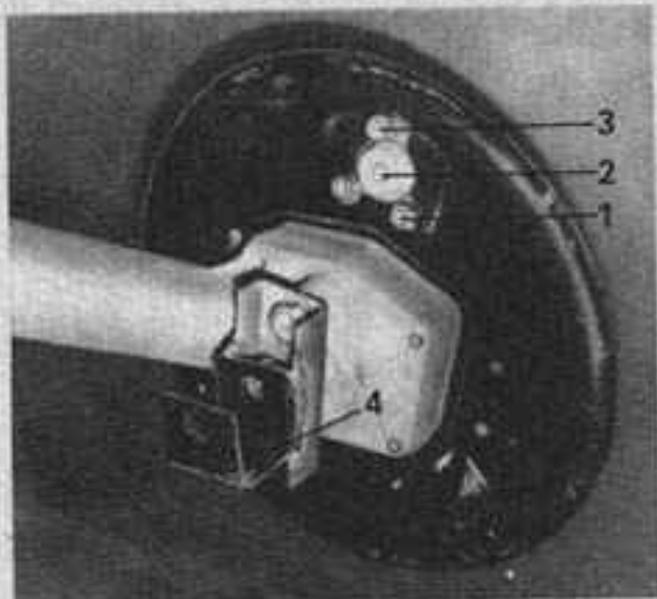


Bild 4.28. Halteblech der Radbremse

1 Radbremszylinder-Befestigungsschraube; 2 Anschluß der Bremshydraulikleitung; 3 Entlüftungsschraube; 4 untere Schwingungsdämpferhalterung am Schwinghebel

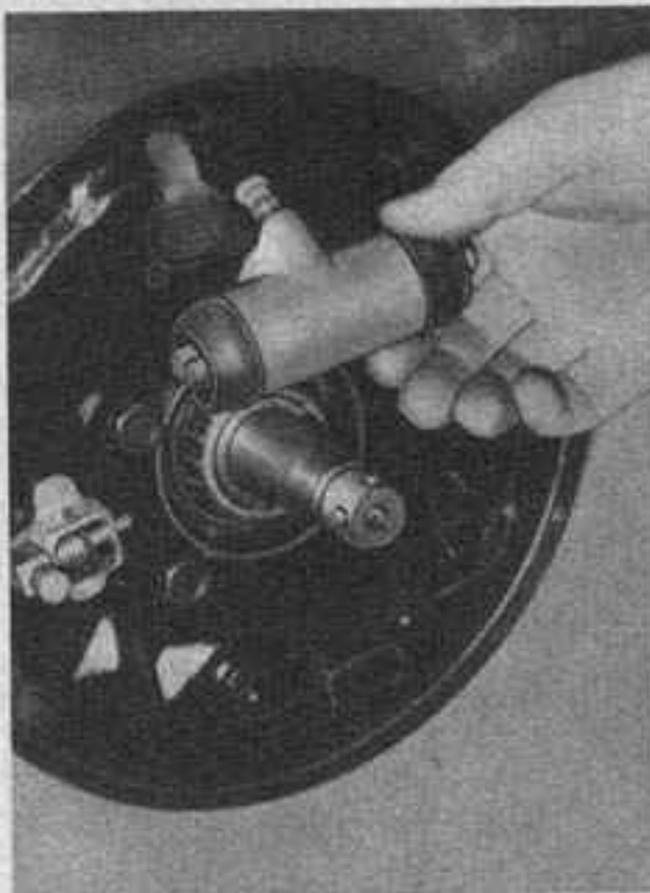


Bild 4.29. Radbremszylinder nach vorn abnehmen

keit einzureiben. Beim Befestigen der Radbremszylinder ist auf waagerechten Einbau zu achten.

Nach der Montage ist die Bremsanlage zu entlüften.

**Beachte:**

Die inneren Teile des Radbremszylinders können auch ausgebaut werden, ohne den Radbremszylinder vom Halteblech zu lösen.

**Prüfen der Kegelrollenlager mit Abbau der Nabe**

Die Kegelrollenlager sitzen auf dem Achszapfen und in der Radnabe (Bild 4.30). Zunächst ist die Bremstrommel, wie voranstehend beschrieben, abzunehmen, die dann erforderlichen Arbeitsgänge zeigen die Bilder 4.31 bis 4.35.

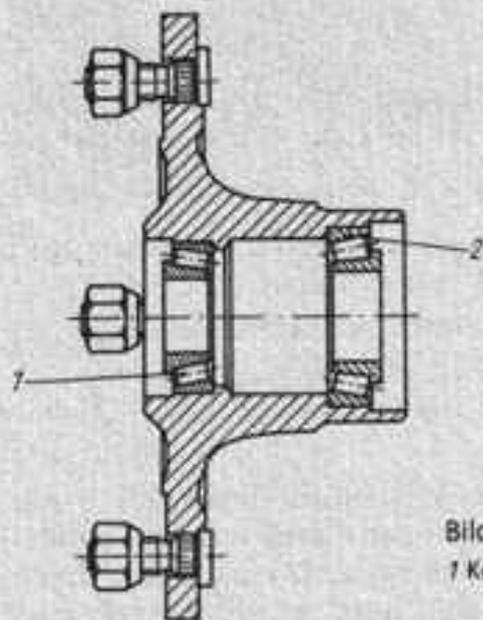


Bild 4.30. Radnabe

1 Kegelrollenlager vom Typ 30205; 2 Typ 30206

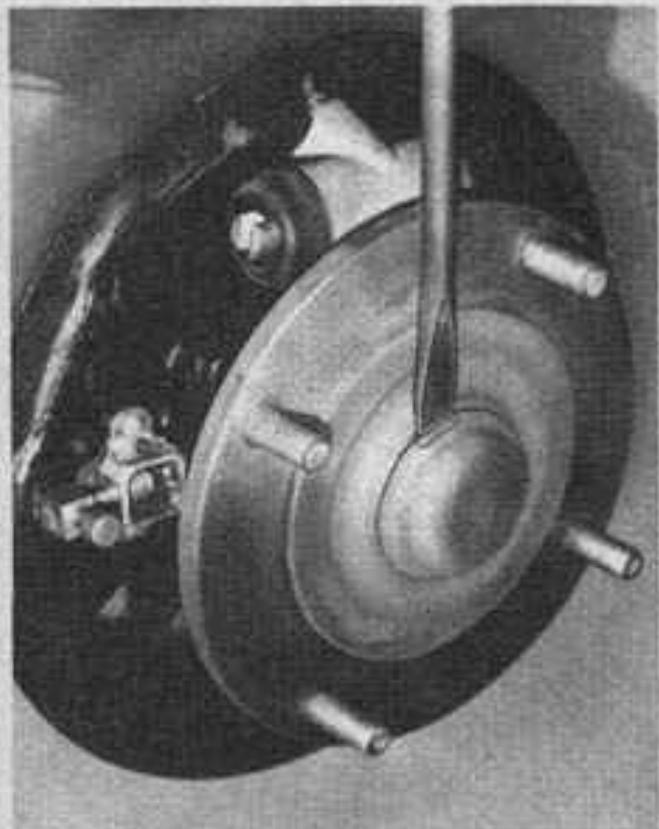


Bild 4.31. Abdrücken der Radkappe mit Hilfe eines Schraubendrehers

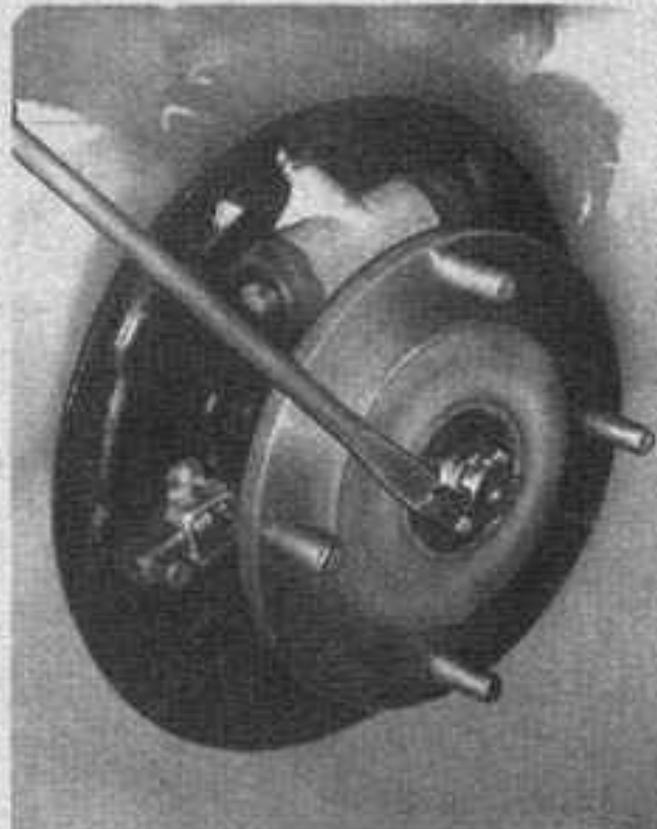


Bild 4.32. Splint zur Sicherung der Achsmutter geradebiegen und mit Kombizange herausziehen

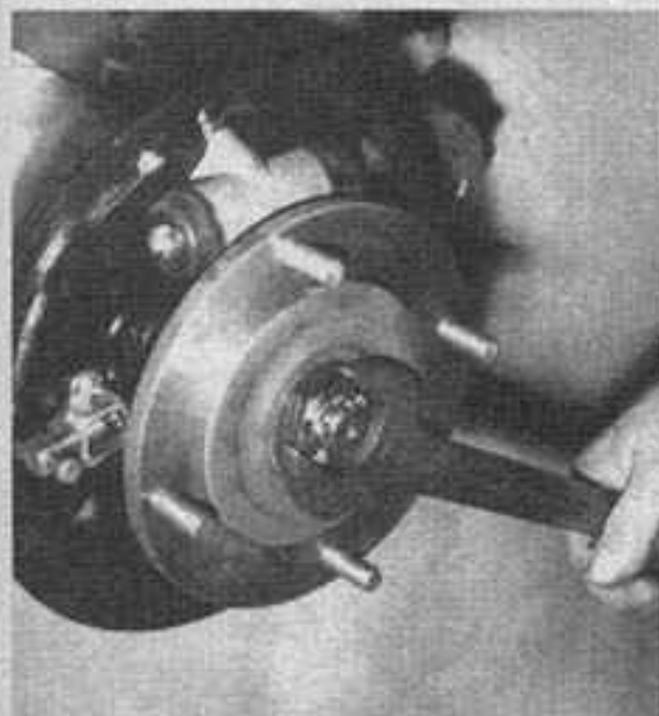


Bild 4.33. Abschrauben der Achsmutter

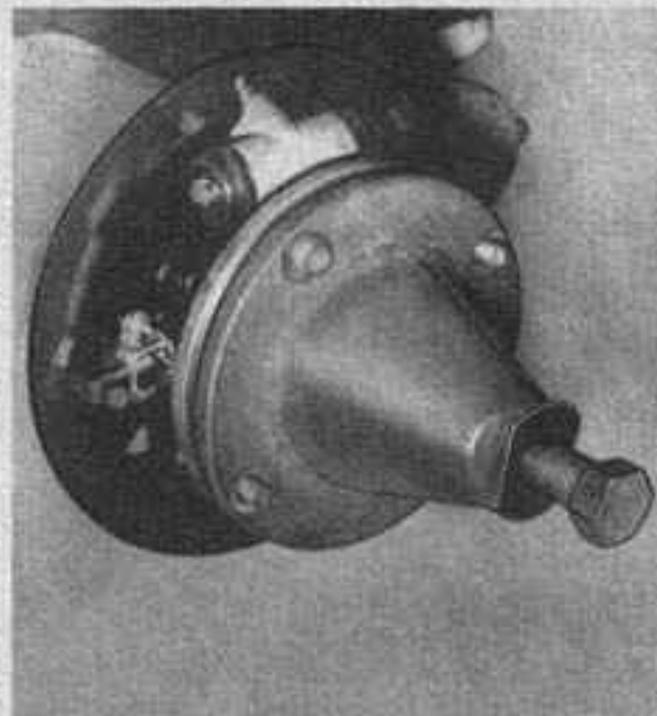


Bild 4.34. Abziehen der Radnabe mit Hilfe einer Abziehvorrichtung

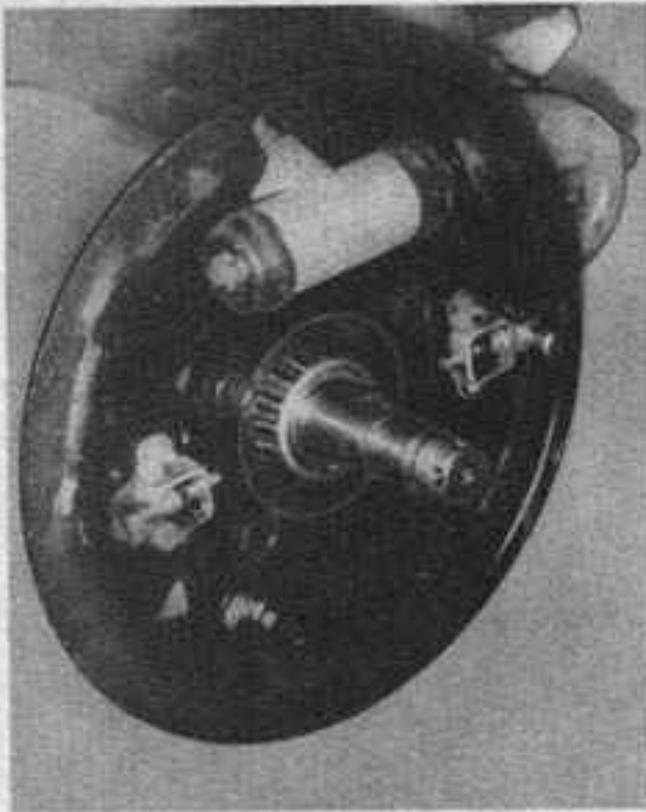
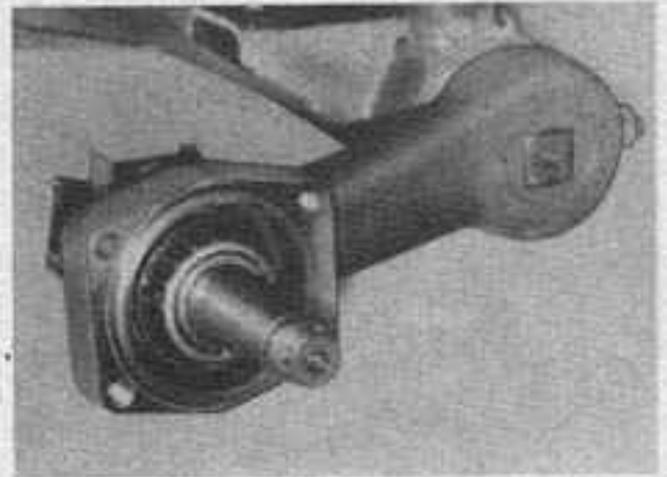


Bild 4.35. Blick auf den Achszapfen mit hinterem Kegelrollenlager

Auf dem Halteblech befinden sich noch der Radbremsscheibe sowie die automatische Bremsbackennachstellung

Bild 4.36. Eingedrücktes hinteres Kegelrollenlager



Das hintere Kegelrollenlager bleibt auf dem Achszapfen sitzen (Bild 4.36). Es wird nur bei Beschädigung des Lagers bzw. der dahinterliegenden Stoßscheibe, die gleichzeitig das Eindringen von Fett in die Radbremse verhindern soll, des Dichtringes oder des Stoßringes abgezogen.

Beide Kegelrollenlager sind mit Waschbenzin zu reinigen und auf Beschädigung zu kontrollieren. Sind auf den Gleitbahnen der Lagergehäuse Riefen, so ist das Lager auszutauschen. Eine Reparatur am Lager ist nicht möglich.

Zur Montage sind beide Lager reichlich mit Wälzlagerfett einzufetten.

Wurde das hintere Kegelrollenlager abgezogen, so ist der Lagerinnenring mit Rollenkäfig bis an den Dichtring fest einzudrücken. Beim Einschlagen des Lagers mit Hilfe eines Rohres ist unbedingt darauf zu achten, daß das Rohr nur am Innenring und nicht am Lagerkäfig anliegt. Ein Schlag auf den Lagerkäfig führt zur Deformierung und somit zum Zerstören des Lagers.

In die Radnabe ist der vordere Kegelrollenlageraußenring einzudrücken bzw. einzuschlagen. Das Einsetzen des äußeren Kegelrollenlagerinnenringes mit Rollenkäfig erfolgt nach dem Aufdrücken der Radnabe.

Mit dem Aufschrauben der Achsmutter wird gleichzeitig das axiale Lagerspiel eingestellt. Das Einstellen des Lagerspiels muß in waagerechter Stellung der Achse bzw. des Anhängers vorgenommen werden. Beim Aufschrauben der Achsmutter ist die Radnabe so lange zu drehen, bis ein erhöhter Kraftbedarf spürbar ist. Dabei darf es aber zu keinem ruckartigen Drehen der Radnabe kommen. Ist ein ruckfreies Drehen der Radnabe unter erhöhtem Kraftbedarf spürbar, so ist die Achsmutter etwa 30 bis 40° zurückzudrehen. Läßt sich die Radnabe nach dieser Einstellung sehr schwer drehen, dann sollte die Achsmutter noch 10 bis 20° zurückgedreht werden. Auf keinen Fall darf das Radlagerspiel an der Radnabe spürbar sein. Es ist auch falsch, ohne Drehen der Radnabe die Achsmutter anzuziehen. Dadurch kann es zu einem Verkanten der Lagerringe kommen, welches zum Zerstören der Lager führt.

Wurde die Achsmutter so weit angezogen, daß sich die Radnabe nicht mehr drehen läßt, dann ist die Achsmutter zurückzuschrauben und die Radnabe zu lösen. Die Einstellung des axialen Lagerspiels muß neu vorgenommen werden.

**Beachte:**

Das Versplinten der Achsmutter muß unbedingt mit einem neuen Splint erfolgen.

## Entlüften der Bremsanlage

Das Entlüften der Bremsanlage ist dann erforderlich, wenn sich Luft im Hydrauliksystem befindet. Luft dringt grundsätzlich bei jeder Reparatur am Bremssystem ein, kann aber auch durch einen zu niedrigen Flüssigkeitsstand im Vorratsbehälter bzw. über undichte Stellen in das Bremssystem gelangen.

Ob sich Luft im Bremssystem befindet, kann durch Bewegen des Schubstückes festgestellt werden. Ist genügend Bremsflüssigkeit im Vorratsbehälter und das Schubstück läßt sich bis zum Anschlag zurückdrücken oder das Schubstück federt beim Eindrücken und hat erst bei mehrmaliger Betätigung einen harten Anschlag, dann muß die Bremsanlage entlüftet werden. Beim Entlüften wird mit der Luft auch Bremsflüssigkeit herausgedrückt. Es muß deshalb immer darauf geachtet werden, daß im Vorratsbehälter ausreichend Bremsflüssigkeit vorhanden ist, da sonst wieder Luft in das Bremssystem gepumpt wird.

### Beachte:

Bremsflüssigkeit verursacht Lackschäden und darf deshalb nicht mit lackierten Teilen des Campinganhängers in Berührung kommen.

### Arbeitsgänge:

- Überprüfen, ob im Vorratsbehälter der vorgeschriebene Flüssigkeitsstand von 1 cm, von der Oberkante des Vorratsbehälters gemessen, vorhanden ist, wenn nicht, Bremsflüssigkeit nachfüllen und während des Entlüftungsvorganges einen Mindest-Flüssigkeitsstand halten.
- Sind keine Reparaturen durchgeführt worden, dann ist es gleich, ob mit der linken oder rechten Radseite begonnen wird. Bei durchgeführten Reparaturen ist mit der Radseite zu beginnen, an der die Reparatur erfolgte
- Abnehmen der Gummiverschlußkappe am Entlüftungsventil und Entlüftungsschraube säubern.
- Ringschlüssel aufstecken und Entlüftungsschlauch auf den Nippel der Entlüftungsschraube aufschieben.
- Flüssigkeitsgefäß ca. 1/4 mit Bremsflüssigkeit füllen und freies Ende des Entlüftungsschlau-ches in die Bremsflüssigkeit des Gefäßes eintauchen.

### Beachte:

Befindet sich das Schlauchende nicht in der Bremsflüssigkeit, wird erneut beim Bewegen des Schubstückes Luft angesaugt. Der Flüssigkeitsspiegel im Gefäß sollte über der Höhe der Entlüftungsschraube liegen.

- Entlüftungsschraube um eine halbe Umdrehung nach links öffnen. Die zweite Person muß das Schubstück schnell eindrücken. Dies muß so lange erfolgen, bis keine Luftblasen mehr in der Bremsflüssigkeit des Glases sichtbar sind.

### Beachte:

Das Schubstück läßt sich sehr schwer von Hand eindrücken. Als Hilfsmittel kann ein Holzstiel senkrecht durch die Kugelkupplung gesteckt werden, um über ein auf dem Fußboden befindliches Gegenlager das Schubstück einzudrücken.

- Schubstück bis zum Anschlag drücken und Entlüftungsschraube nach rechts zudrehen.
- Entlüftungsschlauch abnehmen, Gummiverschlußkappe säubern und auf die Entlüftungsschraube aufstecken.
- Entlüftung des zweiten Rades erfolgt in der gleichen Reihenfolge wie beim ersten Rad.
- Nach Beendigung des Entlüftungsvorganges wird das Schubstück eingedrückt und ca. eine halbe Minute in dieser Stellung gehalten. Wird dabei ein Nachgeben oder Federn festgestellt, muß der Entlüftungsvorgang wiederholt werden.

### Beachte:

Wird nach dem Entlüftungsvorgang ein Nachgeben oder Federn des Schubstückes festgestellt, können auch undichte Stellen im Bremssystem vorhanden sein.

## Arbeiten an der Handbremse

Normalerweise treten an der Handbremsbetätigung kaum Störungen auf, die Demontage der Bremsbetätigung kann jedoch in Verbindung mit anderen Arbeiten am Fahrwerk erforderlich sein, und deshalb soll diese im folgenden beschrieben werden.

- Abschrauben der Nachstellmutter 7 (Bild 4.37) vom Bremsseil am Waagebalken, das Bremsseil dazu mit Zange festhalten.
- Splint 13 mit Schraubendreher geradebiegen und mit Kombizange herausziehen.
- Bolzen 11 herausdrücken und Waagebalken abnehmen.
- Scherglied aufbiegen und vom Handbremsgehäuse herausziehen.
- Splint 10 geradebiegen und herausziehen.
- Bolzen 8 mit Dorn aus der Führung heraus schlagen.
- Handbremshebel 1 nach oben herausnehmen.

Wie Bild 4.38 zeigt, kann auch der Handbremshebel zerlegt werden.

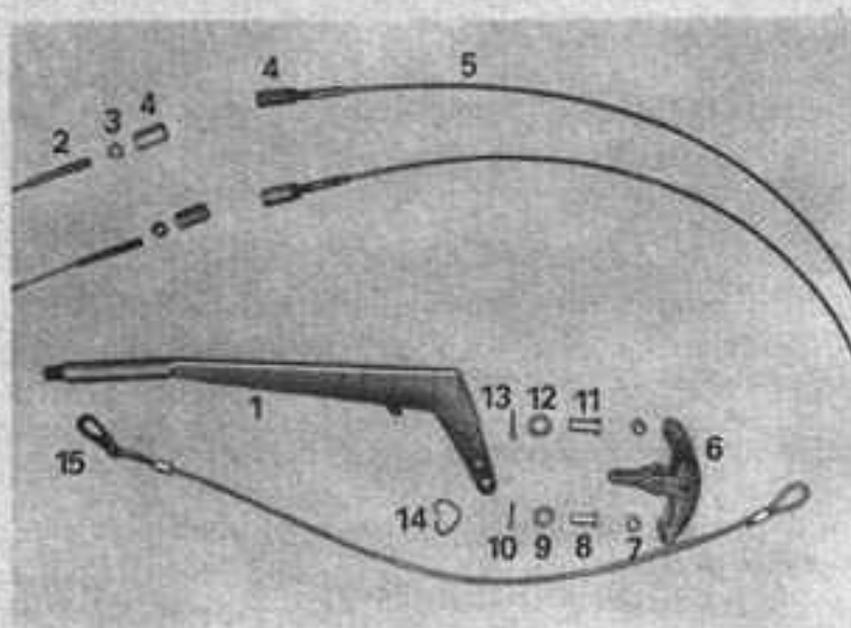


Bild 4.37. Handbremsbetätigung zerlegt

1 Handbremshebel; 2 Seilverlängerung; 3 Mutter M 8; 4 Seilverbinder; 5 Bremsseil; 6 Waagebalken; 7 Mutter M 8; 8 Bolzen (10 h 11 × 20 × 16); 9 Scheibe (10,5); 10 Splint (3,2 × 16); 11 Bolzen (12 h 11 × 25 × 19,5); 12 Scheibe; 13 Splint (4 × 20); 14 Scherglied; 15 Karabinerhaken (A 60); 16 Abreißseil



Bild 4.38. Druckknopf des Handbremshebels, zerlegt

Sollen auch noch die Bremsseile gewechselt werden, so ist der Anhänger zunächst sicher aufzubocken, denn zum Aushängen der Bremsseile müssen die Bremstrommeln abgenommen werden. Dann ist das Handbremsseil aus dem Handbremshebel der Radbremse auszuhängen und aus dem Halteblech herauszuziehen. Nun können die Bremsseile nach vorn aus den Führungsrohren herausgezogen werden.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vor der Montage sind alle Lagerbolzen und Schraubverbindungen leicht einzufetten, als Scherglied und Splinte sind unbedingt Neuteile einzusetzen.

Nach jeder Montage an der Handbremse ist diese wie folgt einzustellen:

- Mit Hilfe des Scherenwagenhebers Achse des Campinganhängers hochheben und sicher aufbocken, bis sich beide Räder von Hand drehen lassen (Dieser Arbeitsgang entfällt, wenn vorher die Seile gewechselt wurden.)

- Handbremshebel bis zum vierten Zahn des Zahnsegmentes anziehen.
- Nachstellmuttern an den Gewindeendstücken am Waagebalken gleichmäßig anziehen, bis beide Räder nur mit erhöhtem Kraftaufwand drehbar sind, dabei Bremsseil beim Anziehen der Nachstellmuttern mit der Kombizange festhalten.
- Handbremshebel bis zum fünften Zahn des Zahnsegmentes anziehen, Räder dürfen sich nicht mehr drehen lassen, lassen sich die Räder noch drehen, dann Handbremshebel wieder bis zum vierten Zahn zurückrasten und Nachstellmuttern weiter gleichmäßig anziehen.
- Handbremshebel muß sich bis zum fünften Zahn des Zahnsegmentes mit normaler Handkraft anziehen lassen.

#### 4.2.2.2. Wohnzeltanhänger Camptourist und Campinganhänger QEK Junior

Beide Anhänger besitzen eine hydraulisch betätigte Zweiradbremse, wobei beim Wohnzeltanhänger ab Baujahr 1984 auf die mechanisch betätigte Zweiradbremse mit Rückfahrautomatik umgestellt wurde. Da auch an den Campinganhängern Bastei, Intercamp und QEK-Junior schrittweise das mechanische Bremssystem eingeführt wird, werden die dazu notwendigen Selbsthilfetips im Abschnitt 4.2.2.3. behandelt. Dieser Abschnitt bezieht sich daher ausschließlich auf die mit dem hydraulischen Bremssystem ausgerüsteten Anhänger.

#### Aufbau und Funktion

Das mechanisch-hydraulische Bremssystem besteht aus dem am Haltewinkel des Auflaufkopfes befestigten Hauptbremszylinder (Bild 4.39) mit Vorratsbehälter, dem in der Mitte von beiden Dreiecklenkern angeordneten Verteilerstück und den an beiden Dreiecklenkern angeschraubten Simplex-Radbremsten. Die beiden Bremsbacken werden von einem doppelseitig wirkenden Radbremszylinder an die Bremstrommel gedrückt. Die Funktion des Bremssystems ist die gleiche wie bei den Campinganhängern Bastei und Intercamp, dies trifft auch für die Handbremse zu. Deshalb gelten für die Bremsanlage des Camptourist und des QEK Junior auch viele der im Abschnitt 4.2.2.1. erläuterten Instandhaltungsarbeiten, auf die dann im folgenden nicht mehr eingegangen wird.

#### Beachte:

Obwohl die Funktion der Bremssysteme Bastei, Intercamp und CT 6-2, QEK-Junior gleich ist, dürfen die Baugruppen beider Bremssysteme nicht miteinander vertauscht werden.



Bild 4.39. Hauptbremszylinder am Haltewinkel des Auflaufkopfes

1 Bremsleitung; 2 Verteilerstück; 3 Hauptbremszylinder; 4 Vorratsbehälter; 5 Haltewinkel; 6 Druckstange; 7 Gabelkopf

## Arbeiten an der Bremsanlage

### Hauptbremszylinder aus- und einbauen

Der Hauptbremszylinder BH 64 ist ein Verschleißteil. Er ist nach 20 000 km Laufstrecke gegen einen neuen Hauptbremszylinder auszutauschen.

#### Beachte:

Der Hauptbremszylinder BH 64 ist äußerlich mit dem Hauptbremszylinder des PKW Trabant identisch. Im inneren Aufbau gibt es jedoch Unterschiede. Deshalb darf der Hauptbremszylinder des PKW Trabant nicht in das Bremssystem der Anhänger eingebaut werden.

Arbeitsfolge für den Ausbau:

- Handbremse anziehen und Anhänger durch Vorlegekeile sichern.
- Lösen der beiden M-6-Schrauben an der Schutzkappe und diese nach oben abnehmen (Bild 4.40).
- Lösen der Bremsleitung am Verteilerringstutzen und vorsichtiges Wegbiegen derselben (vgl. Bild 4.39).
- Beide Muttern der Befestigungsschrauben des Hauptbremszylinders am Haltewinkel des Auflaufkopfes abschrauben und Hauptbremszylinder in Achsrichtung wegnehmen.
- Druckstange und Gabelkopf bleiben unverändert.

Der Anbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage.



#### Beachte:

Obwohl die Einstellung an der Druckstange nicht verändert wird, sollte nach der Montage die Funktion der Bremse überprüft werden.

Bild 4.40. Auflaufkopf mit Schutzkappe –  
Camptourist

### Bremsbacken auswechseln

Zum Bremsbackenwechsel sind der Anhänger sicher aufzubocken und die Räder abzunehmen. Die weiteren Arbeitgänge zeigen die Bilder 4.41 bis 4.48.

Zum Abschluß dieser Arbeitgänge können das Bremssseil am Handbremshebel ausgehängt und die Bremsbacken abgenommen werden.

Ist die lange Rückzugfeder bzw. der Drucksteg auszuwechseln, dann ist die über beide Teile geschobene Federklammer abzunehmen (vgl. Bild 4.49).

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Zunächst muß die automatische Bremsnachstellung (Bild 4.50) bis zum Anschlag zurückgeschoben werden. Dazu wird die Klemmplatte mit einem Schraubendreher gerade gedrückt und das Schiebestück von Hand zurückgeschoben.

Die weiteren Arbeitgänge sind:

- Rückzugfedern von hinten in die Bremsbacken einhängen.
- Bremsbacken in den Mitnehmerbolzen der automatischen Bremsnachstellung einrasten.
- Vorgeschriebenes Spaltmaß von 0,2 mm bis 0,35 mm zwischen Mitnehmerbolzen und Langloch mit einer Fühillehre kontrollieren.

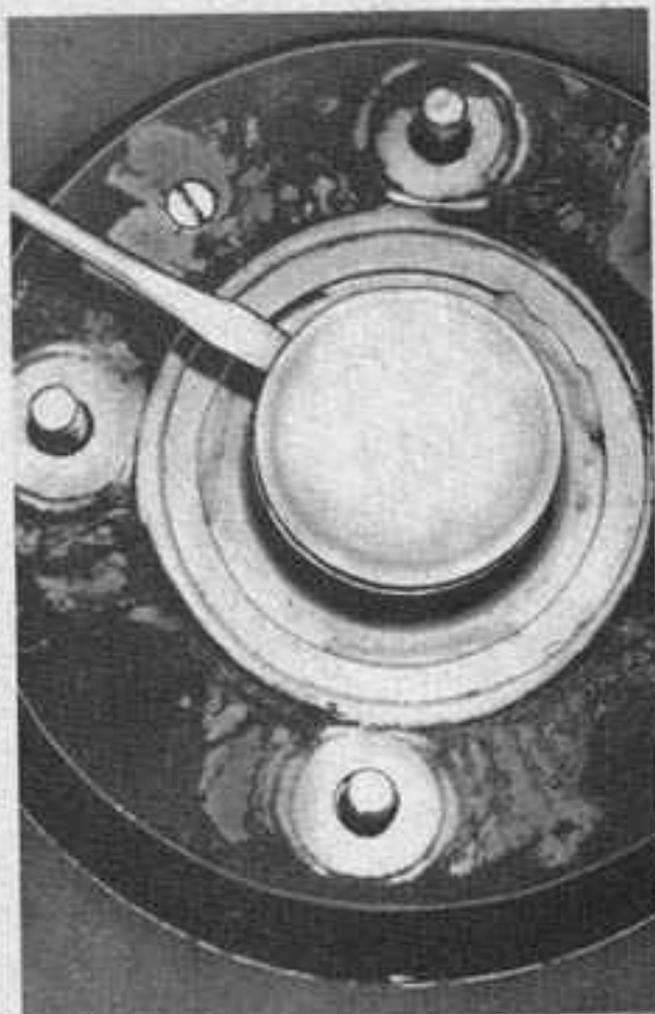


Bild 4.41. Nabenkappe mit Schraubendreher abdrücken

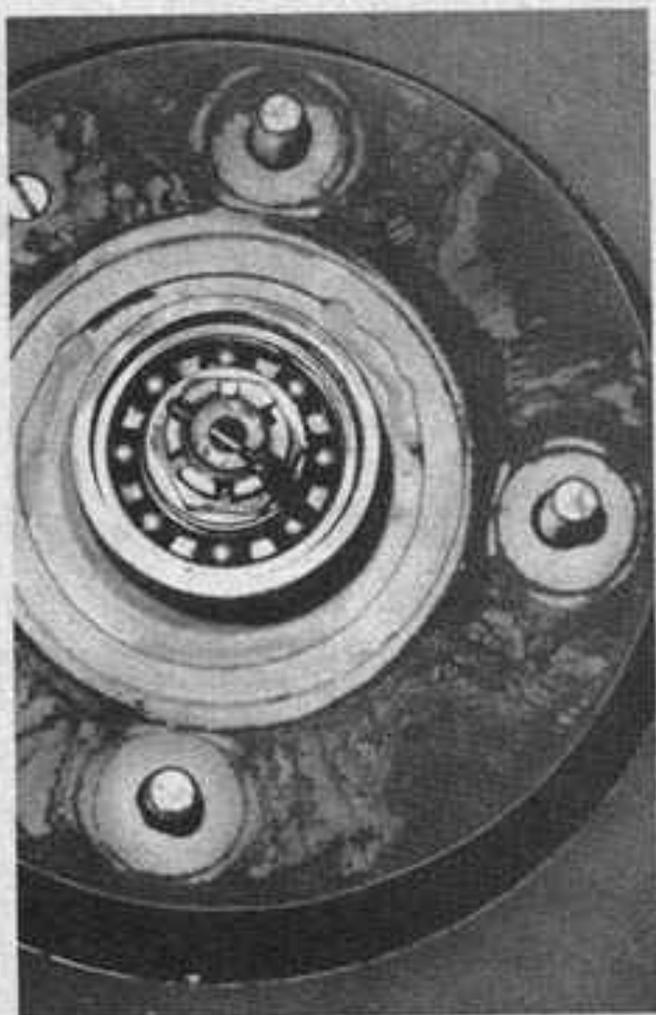


Bild 4.42. Splint zur Sicherung der Achsmutter geradebiegen und herausziehen

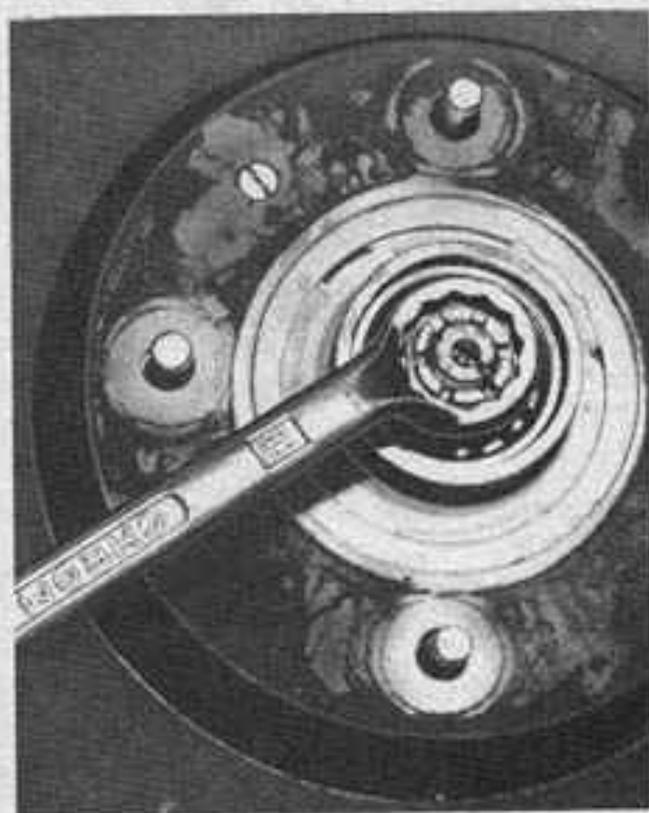
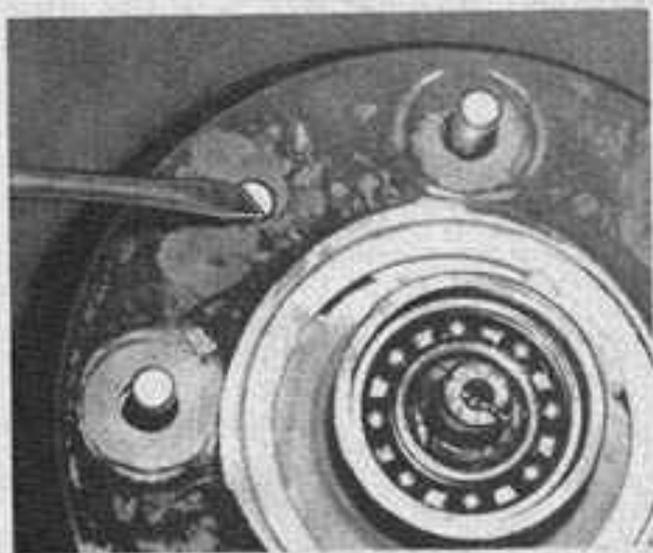


Bild 4.43. Achsmutter abschrauben

Bild 4.44. Sicherungsschraube der Bremstrommel mit einem Schraubendreher lösen



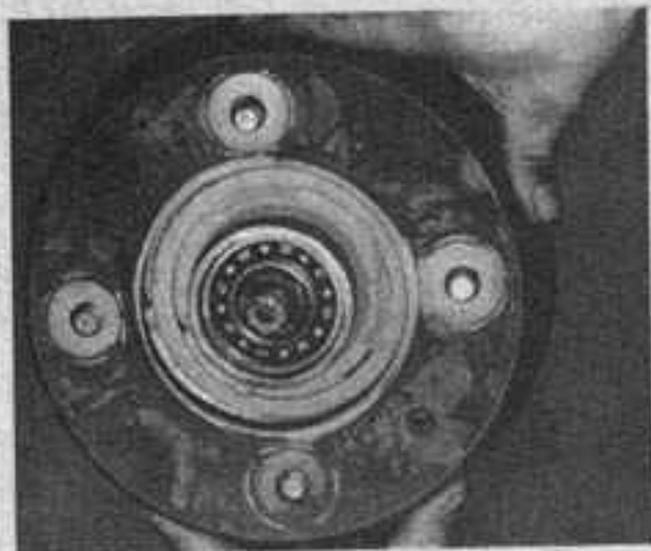


Bild 4.45. Bremstrommel mit beiden Händen anfassen und abnehmen, wenn erforderlich, mit einem Gummihammer gegen den äußeren Bremstrommelrand schlagen

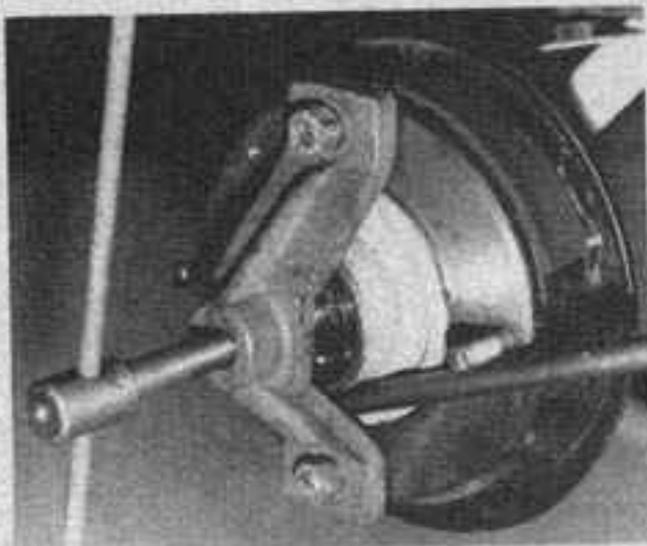


Bild 4.46. Radnabe abziehen, mit Montierhebel gegen Drehen sichern

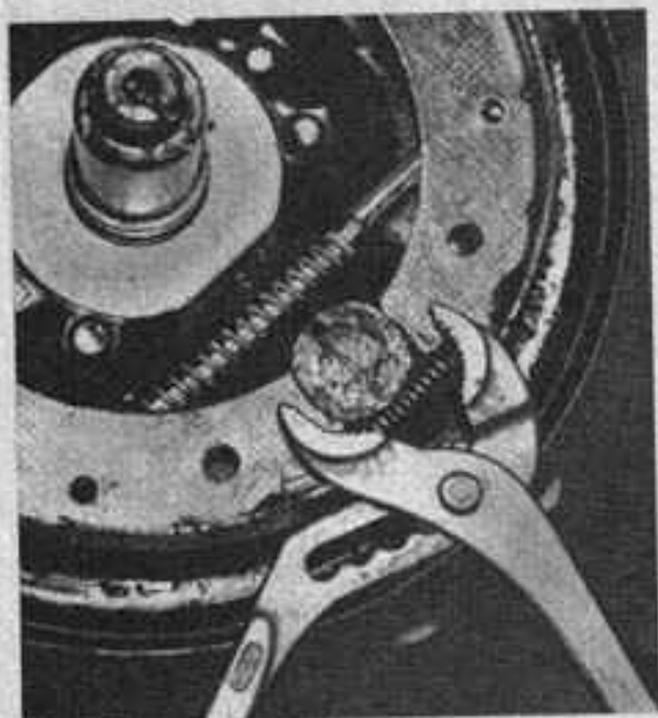


Bild 4.47. Bremsbacken mit Hilfe einer Wasserpumpenzange und untere (kurze) Rückzugfeder aushängen

Die Zange wird, entgegen ihrem sonstigen Verwendungszweck, zum Auseinanderdrücken der Bremsbacken eingesetzt.



Bild 4.48. Bremsbacken abnehmen und Bremsseil am Handbremshebel aushängen

Zuvor werden die Bremsbacken mit Schraubendreher aus den Druckbolzen des Radbremszylinders gedrückt, die obere Rückzugfeder ausgehängt und der Drucksteg abgenommen.

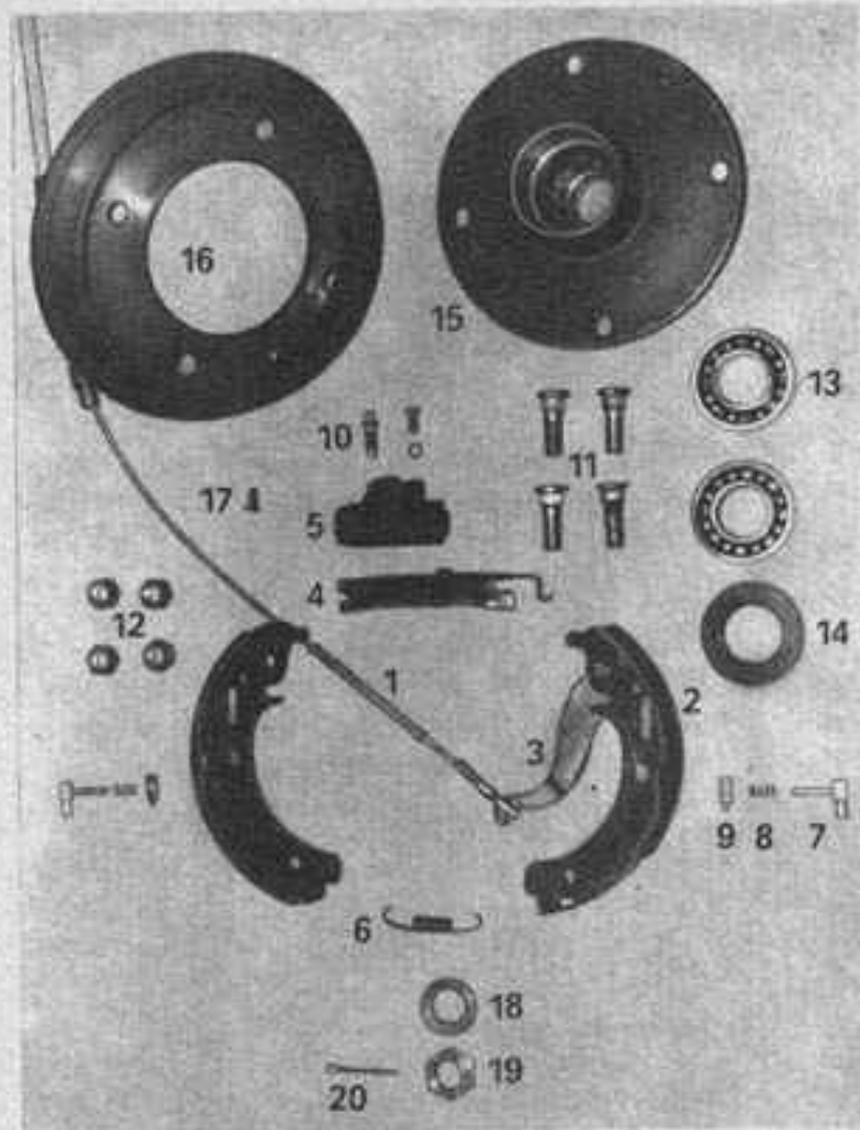


Bild 4.49. Einzelteile der Radbremse

1 Handbremsseil; 2 Bremsbacke, vollständig; 3 Handbremshebel; 4 Drucksteg mit oberer Rückzugfeder; 5 Radbremszylinder; 6 untere Rückzugfeder; 7 Schiebestück mit Mitnehmerbolzen; 8 Druckfeder; 9 Klemmplatte; 10 Entlüftungsschraube; 11 Radbolzen; 12 Radmuttern; 13 Rillenkugellager; 14 Wellendichtring; 15 Radnabe; 16 Bremsstrommel; 17 Sicherungsschraube; 18 U-Scheibe; 19 Kronenmutter; 20 Splint



Bild 4.50. Automatische Bremsbackennachstellung

### Bremstrommeln

Der Normaldurchmesser der Bremstrommel beträgt 200 mm. Durch Riefenbildung ab 0,6 mm Tiefe kann ein Ausdrehen bis zu einem höchstzulässigen Innendurchmesser von 202 mm erforderlich werden.

#### Beachte:

Müssen die Bremstrommeln auf 202 mm Innendurchmesser ausgedreht werden, dann sind Bremsbacken mit 5 mm Belagdicke zu verwenden.

Die Rauhtiefe sollte 10  $\mu\text{m}$  betragen. Es sind grundsätzlich beide Bremstrommeln einer Achse nachzuarbeiten. Ist die Innenfläche der Bremstrommel glatt, dann kann diese mit Sandpapier aufgeraut werden.

Vor dem Aufstecken der Bremstrommel sollten Zentrierring und Flanschfläche der Bremstrommel leicht eingefettet werden.

### Radbremszylinder ausbauen

Bis zur Abnahme der Bremstrommel sind die Arbeitsgänge wie beim Bremsbackenwechsel auszuführen, danach sind folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Auf der Rückseite des Haltableches Bremsschlauch abschrauben.
- Befestigungsschraube herausdrehen und Radbremszylinder nach vorn abnehmen.
- Gummistopfen herausziehen und Kolben aus dem Gehäuse herausdrücken.

Alle demontierten Teile sind mit Brennspritus zu reinigen, und der Kolben ist mit Rizinusöl

oder Bremsflüssigkeit einzuölen. Vor dem Einölen sollten die gereinigten Teile jedoch geprüft und defekte Teile erneuert werden.

**Beachte:**

Kolben nicht mit Benzin reinigen.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Bei Befestigung der Radbremszylinder ist auf waagerechten Einbau zu achten. Die Bremsanlage ist nach der Montage zu entlüften (s. Seite 193).

### Überprüfen der Kugellager

Die Radial-Rillenkugellager 6206 C 2 sind in die Radnabe eingepreßt.

**Beachte:**

Zwischen dem Campinganhänger QEK Junior und dem Wohnzeltanhänger Camptourist gibt es bei der Arretierung der Rillenkugellager in der Radnabe und bei der Befestigung des Achsstumpfes konstruktiv unterschiedliche Lösungen (Bild 4.51).

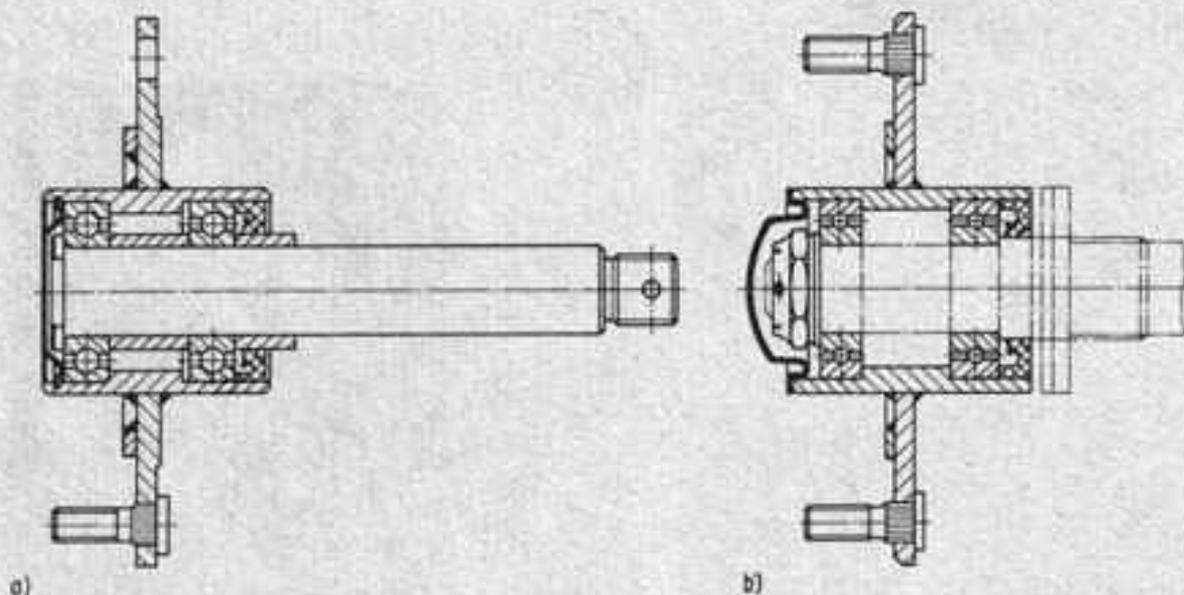


Bild 4.51. Konstruktive Lösung der Radlagerung  
a) beim Wohnanhänger QEK Junior; b) beim Wohnzeltanhänger

Beim Wohnzeltanhänger ist der Achsstumpf am Dreiecklenker eingeschweißt, während beim Campinganhänger QEK Junior der Achsstumpf am Dreiecklenker durch eine Kronenmutter M 24 × 1,5 mit Splint 5 × 45 gesichert ist.

Bleibt beim Abziehen der Radnabe ein Kugellager auf dem Achsstumpf hängen, dann kann beim QEK Junior der Achsstumpf demontiert und das Kugellager mit Hilfe einer Presse abgedrückt werden. Beim Wohnzeltanhänger ist das Kugellager, wenn kein Abzieher zur Verfügung steht, vorsichtig vom Achsstumpf zu schlagen. Dies erfolgt, indem mit Hilfe eines Hartholzstückes leichte Schläge auf den Innenring des Kugellagers umlaufend gegeben werden. Zunächst werden die in den Bildern 4.41 bis 4.46 gezeigten Arbeitsgänge ausgeführt. Danach verfährt man wie folgt:

- Wellendichtring D 40 × 62 × 10 mit der Hand aus der Radnabe herausziehen.
- Kugellager in der Radnabe mit Waschbenzin reinigen und auf Beschädigung kontrollieren, dazu den Innenring des Kugellagers gefühlvoll mit der Hand drehen. Treten dabei ruckartige Widerstände auf, so ist das Kugellager beschädigt und muß ausgewechselt werden.
- Mit Hilfe einer Abziehvorrichtung ist das beschädigte Kugellager aus der Radnabe herauszuziehen.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Kugellager beidseitig einfetten.
- Beim Campinganhänger QEK Junior erst das vordere Kugellager in die Radnabe bis zum Anschlag eindrücken, danach eingefettete Distanzbuchse (Bild 4.51a) einführen und hinteres Kugellager bis zur Distanzbuchse eindrücken.

**Beachte:**

Die Kugellager dürfen beim Eindrücken oder beim Einschlagen nicht verkantet werden.

- Neue Dichtmanschette in hinteren Teil der Radnabe eindrücken.

**Beachte:**

Die Dichtmanschette verhindert das Eindringen von Fett in die Radbremse. Es sollte deshalb nach jeder Demontage eine neue Dichtmanschette eingesetzt werden.

- Beim Wohnzeltanhänger werden die Kugellager in die Radnabe bis zum Anschlag gedrückt.

### Entlüften der Bremsanlage

Im wesentlichen wird die Bremsanlage so entlüftet, wie dies im Abschnitt 4.2.2.1. beschrieben ist.

Folgende Ergänzungen sind dabei jedoch zu beachten:

- Am Schubstück ist der Verbindungsbolzen zwischen Bremshebel und Verbindungsflasche zu entfernen, der querverlaufende Bremshebel ist durch ein Rohrstück zu verlängern, mit Hilfe dieser Rohrverlängerung läßt sich der Kolben des Hauptbremszylinders so lange betätigen, bis keine Luftblasen mehr aus dem Gummischlauch heraustreten.
- Das Entlüften der Bremsanlage beginnt am Hauptbremszylinder, indem am Entlüftungsni-  
pel des Verteilerringstutzens der Gummischlauch (Innendurchmesser 4 mm) aufgeschoben wird.

Nach der Beendigung des Entlüftungsvorganges ist mit Hilfe der Rohrverlängerung das Bremssystem abzudrücken, dabei ist zu prüfen, ob alle Verbindungsstellen der Bremsleitungen dicht sind und die Bremsschläuche keine Beschädigungen aufweisen. Dann sind die Rohrverlängerung abzuziehen und der Verbindungsbolzen zwischen Bremshebel und Gestängelasche wieder zu montieren und mit einem neuen Splint zu sichern.

Während des Abdrückens mit der Rohrverlängerung werden die Bremsbacken auf das erforderliche Backenspiel eingestellt.

### 4.2.2.3. Mechanisches Bremssystem des Wohnzeltanhängers Camptourist

#### Aufbau und Funktion

Das mechanische Bremssystem der Radbremse ist auf dem Spreizhebelsystem aufgebaut. Beim Auflaufen des Anhängers auf das Zugfahrzeug werden über dem Bremshebel des Auflaufkopfes die Bremsseile angezogen. Das im Hebel des Spreizschlosses (Bild 4.52) eingehängte Bremsseil zieht diesen Spreizhebel in Richtung des Bremshaltebleches, welches am Dreiecklenker angenietet ist. Beim Zurückziehen des Spreizhebels drückt das Spreizschloß die auflaufende Bremsbacke 1 und die ablaufende Bremsbacke 2 gegen die Bremstrommel und leitet somit den Bremsvorgang ein. Dabei erhält die auflaufende Bremsbacke eine selbstverstärkende Bremswirkung, da die Druckkraft des Spreizschlosses und die in Drehrichtung des Rades gerichteten Reibkräfte die gleiche Richtung haben. Läßt die Zugkraft am Bremsseil nach, dann zieht die Feder 7 beide Bremsbacken zusammen, und der Spreizhebel wird mit dem Bremsseil nach vorn gedrückt.

Um ein Zurückfahren des Anhängers ohne Einlegen einer Bremssperre zu ermöglichen, wurde die ablaufende Bremsbacke über den Automatikhebel auf der auflaufenden Bremsbacke abgestützt, wobei die auflaufende Bremsbacke durch die Rückzugfeder 5 an den Automatikhebel gedrückt wird. Bei Vorwärtsfahrt hält die auflaufende Bremsbacke über den Automatikhebel die ablaufende Bremsbacke in Bremsstellung.

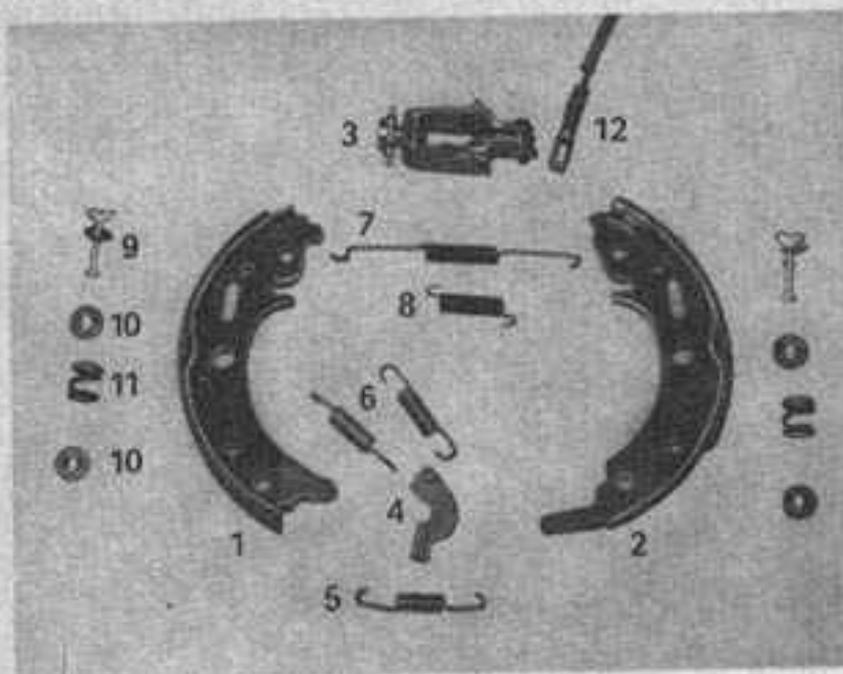


Bild 4.52. Einzelteile der mechanischen Radbremse

1 Bremsbacke auflaufend; 2 Bremsbacke ablaufend; 3 Spreizschloß mit Spreizhebel und Einstellschraube; 4 Automatikhebel; 5 Rückzugfeder unten; 6 Zugfedern des Automatikhebels; 7 Rückzugfeder oben; 8 Spannfeder; 9 Bolzen für Seitenlage; 10 Federteller; 11 Druckfeder; 12 Bremsseilzug

Wird mit dem Anhänger zurückgefahren, so ändert sich die Drehrichtung des Rades. Dadurch wird die ablaufende Bremsbacke zur auflaufenden Bremsbacke mit selbstverstärkender Bremswirkung. Beim Zurückfahren wird das Schubstück so zusammengeschoben, als wenn während der Fahrt gebremst wird. Das Bremsseil zieht somit den Spreizhebel an, und das Spreizschloß drückt beide Bremsbacken gegen die Bremstrommel. Durch die entstehende Reibung zwischen auflaufender Bremsbacke und Bremstrommel drückt diese Bremsbacke auf den Automatikhebel, der ein Spiel von  $4,5 + 0,5$  mm besitzt, und drückt den Automatikhebel bis zum Anschlag. Dadurch bewegen sich die im Automatikhebel abgestützten Bremsbacken von der Bremstrommel weg und setzen die Radbremse außer Funktion. Wird nun mit dem Anhänger wieder vorwärts gefahren, so entspannen sich die Bremsseile, und die Feder 7 zieht beide Bremsbacken am Spreizschloß zusammen. Gleichzeitig wird der Automatikhebel von den Zugfedern in die alte Stellung gezogen, so daß die Radbremse wieder funktionsfähig ist.

## Wartungsarbeiten

Die Radbremse dient der Verkürzung der Bremswege und somit der Erhöhung der Verkehrssicherheit. Um ständig eine einwandfreie Funktion der Radbremse zu gewährleisten, sind folgende Arbeiten erforderlich.

### Nachstellung der Bremse

Ist das Aufaufschubstück nach Abschnitt 4.2.3.3. richtig eingestellt, und die Radbremsen funktionieren ungenügend, dann ist ein Nachstellen der Bremse notwendig.

#### Beachte:

Das Nachstellen der Bremsen darf bei richtig eingestelltem Schubstück niemals am Bremsgestänge erfolgen.

#### Arbeitsfolge:

- Bremsgestänge am Bremshebel des Schubstückes aushängen.
- Aufaufeinrichtung voll ausziehen.
- Anhänger hochbocken.
- Dichtmanschette an der Rückseite des Bremshaltebleches, unterhalb der Bremsseileinführung, entfernen.
- Rad vorwärts drehen und die hinter der Öffnung im Bremshalteblech sichtbare Einstellschraube (Bild 4.53) nach unten drehen, bis die Bremsen spürbar schleifen.
- Einstellschraube um fünf Zacken zurückdrehen.

- Nach Abschnitt 4.2.3.3. das Auflaufschubstück neu einstellen und die entfernten Teile wieder montieren.



Bild 4.53. Einstellschraube im Spreizschloß

### Arbeiten an der Radbremse

Um die im Bild 4.54 mit \* gekennzeichneten Stellen mit Motimol (Adhäsivpaste) zu behandeln und eine einwandfreie Funktion aller Bauteile der Radbremse zu überprüfen, sind die Bremsstrommel und die Radnabe abzuziehen.

Zur Kontrolle und Einstellung der Bremse ist die im Bild 4.53 erkennbare Vorrichtung erforderlich. Diese kann aus einer alten Bremsstrommel mit dem  $\varnothing$  199,5 mm hergestellt werden, indem die Rückwand ausgedreht und der zur Zentrierung auf dem Achsstumpf erforderliche Quersteg angebracht wird.

Zur Funktionskontrolle wird der Spreizhebel im Spreizschloß mit einem Schraubendreher zurückgedrückt (Bild 4.55).

Dabei achtet man darauf:

- daß der Automatikhebel im Abstützbock axial Luft hat;

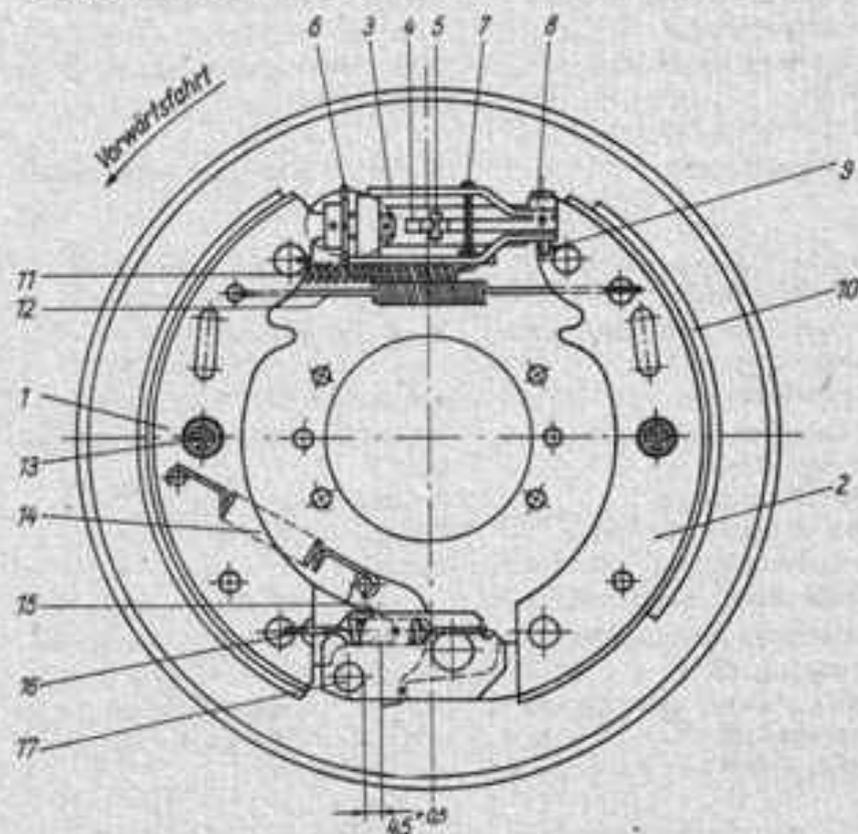


Bild 4.54.  
Mechanische Radbremse

Die mit einem Stern gekennzeichneten Stellen sind mit Motimol (Adhäsivpaste) zu behandeln.

1 Primärbremsbacke; 2 Sekundärbremsbacke; 3 Spreizschloß; 4 Spreizhebel; 5 Bremsseil; 6 Nachstellmutter; 7 Anschlag des Spreizhebels; 8 Bolzen; 9 Splint; 10 Bremsbelag; 11 Spannfeder; 12 Rückzugfeder; 13 Bolzen für Seitenlage mit Federteller und Druckfeder; 14 Zugfedern des Automatikhebels; 15 Automatikhebel; 16 Rückzugfeder; 17 Anschlag für Automatikhebel

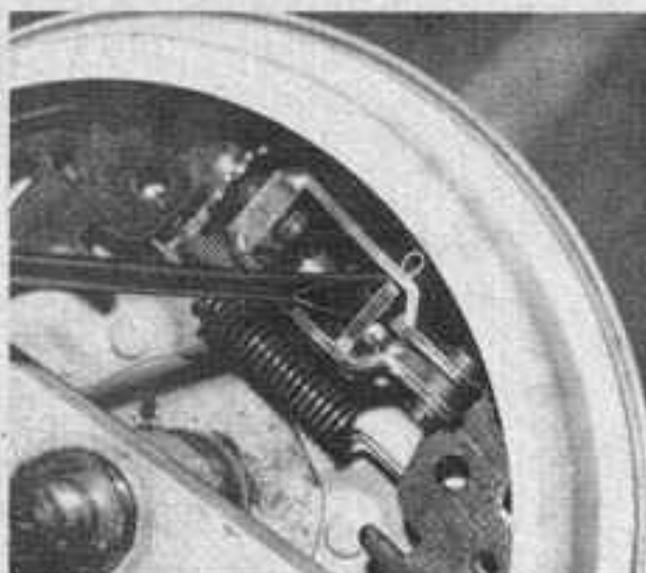


Bild 4.55. Zurückdrücken des Spreizhebels zur Funktionskontrolle

Tabelle 4.7. Störungen, die von der mechanischen Bremsbetätigung verursacht werden

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Anhänger brems einseitig	Radbremse falsch eingestellt	Radbremse einstellen (s. Seite 194)
Bremsen werden während der Fahrt zu heiß	Bremssseil einer Radbremse hat einen Knick bzw. ist schwergängig Radbremse falsch eingestellt	Bremssseil richtig verlegen und abschmieren Radbremse einstellen
Radbremse hat schlechte Bremswirkung	Rückzugfeder ermüdet oder gebrochen Spreizhebel im Bolzen des Spreizschlosses schwergängig Bremssseil hat einen Knick bzw. ist schwergängig Auflaufschubstück s. Abschnitt 4.2.3.3. Bremssseil schwergängig	Rückzugfeder auswechseln Bolzen mit Motimol schmieren Bremssseil richtig verlegen und abschmieren Bremssseil fetten bzw. auswechseln
Anhänger läßt sich schwer zurückfahren	Spreizhebel im Bolzen des Spreizschlosses schwergängig Zugfedern des Automatikhebels ermüdet oder gebrochen Auflaufschubstück	Bolzen mit Motimol schmieren Zugfedern auswechseln s. Abschnitt 4.2.3.3.
Feststellbremse hält nicht	Spaltmaß zwischen Automatikhebel und Anschlag zu klein Bremssseile schwergängig Spreizhebel im Bolzen des Spreizschlosses schwergängig Auflaufschubstück s. Abschnitt 4.2.3.3.	Spaltmaß auf $4,5 + 0,5$ mm einstellen Bremssseile abschmieren Bolzen mit Motimol schmieren
	Spaltmaß zwischen Automatikhebel und Anschlag zu groß Spiel zwischen Mitnehmerbolzen am Bremshebel des Auflaufschubstückes und Mitnehmer der Feststellbremse zu groß	Spaltmaß auf $4,5 + 0,5$ mm einstellen maximal zulässiges Spiel von 1 mm durch Nacharbeiten der Mitnehmer herstellen

- daß nach der Betätigung der Bremse der Automatikhebel wieder in seine Ausgangsstellung zurückgezogen wird;
- daß ein Spaltmaß von  $4,5 \times 0,5$  mm zwischen Automatikhebel und Anschlag vorhanden ist;
- daß der Automatikhebel an der angeschweißten Backenstütze des auflaufenden Bremsbackens anliegt.

Als nächstes wird die Nachstellmutter am Bremsgestänge gelöst, der Spreizhebel zurückgedrückt und losgelassen, er muß danach am Splint des Spreizschlosses anliegen. Ist dies nicht der Fall, dann sind die Bremsseilzüge und die Rückzugfeder zu überprüfen.

Die Belagdicke des Bremsbelages darf 2 mm nicht unterschreiten.

Zur Grundeinstellung der Bremsbacken ist der Spreizhebel mehrfach zurückzudrücken und die Einstellschraube am Spreizschloß zu drehen, bis die Bremsbacken an der modifizierten Bremstrommel anliegen.

### **Arbeiten am Radlager**

Die Radlagerung ist auf dem am Schwinghebel eingeschweißten Achsstumpf montiert. Als Radlager werden Rillenkugellager 6206.C3 verwendet. Das hintere Lager wird mit dem Wellendichtring D  $35 \times 62 \times 7$  abgedichtet. Dieser Wellendichtring verhindert das Eindringen von Wälzlagerfett in die Radbremse. Die Wartungsarbeiten sind entsprechend Abschnitt 4.2.2.2. durchzuführen.

#### **Beachte:**

Nach durchgeführten Wartungsarbeiten sollte grundsätzlich die Funktion der Radbremse überprüft werden. Dies kann durch einen Fahrversuch mit Abbremsungen und Rückwärtsfahren erfolgen. Nach dem Fahrversuch sollten die Einstellwerte nochmals kontrolliert werden.

Die möglichen Störungen an der mechanischen Radbremse enthält die Tabelle 4.7. In dieser Tabelle sind aber nur die Mängel aufgeführt, die speziell von der mechanischen Betätigung abhängen (s. deshalb auch Tabelle 4.6).

### **Spezielle Arbeiten an der mechanischen Bremsanlage**

Die mechanische Radbremse ist gegenüber der hydraulischen Radbremse in ihrem Gesamtaufbau komplizierter. Schwierigkeiten bei der Demontage und Montage bereitet insbesondere das Aus- und Einhängen der Zugfedern. Es sollte deshalb jeder vor Beginn dieser Arbeiten seine eigenen handwerklichen Fähigkeiten selbstkritisch einschätzen und im Zweifelsfalle diese Arbeiten einer Vertragswerkstatt überlassen.

### **Radbremse zerlegen und zusammensetzen**

Die ersten Arbeitgänge sind:

- Radkappe mit Schraubendreher abdrücken.
- Radmuttern lockern und Anhänger durch Vorlegekeile gegen Wegrollen sichern.
- Anhänger aufbocken.
- Radmuttern abschrauben und Rad abnehmen.
- Senkschraube M  $6 \times 16$  an der Bremstrommel (vgl. Bild 4.44) lösen.
- Bremstrommel abnehmen.

#### **Beachte:**

Die Handbremse darf nicht angezogen sein.

- Nabenkappe mit Schraubendreher abdrücken.
- Splint in der Achsmutter geradebiegen und herausziehen und Achsmutter abschrauben.
- Aufsetzen des Radnabenabziehers auf die Radbolzen und Befestigen durch zwei Radmuttern, Abziehen der Radnabe (Bild 4.56).

Nach dem Abziehen der Radnabe bleibt oftmals das in der Radnabe sitzende hintere Rillenkugellager auf dem Achsstumpf klemmen. Ist dies der Fall, so kann das Rillenkugellager nur mit einer Abziehvorrichtung, deren Zughaken so gearbeitet sind, daß sie nur am inneren Lager ring anliegen, vom Achsstumpf (Bild 4.57) abgezogen werden.

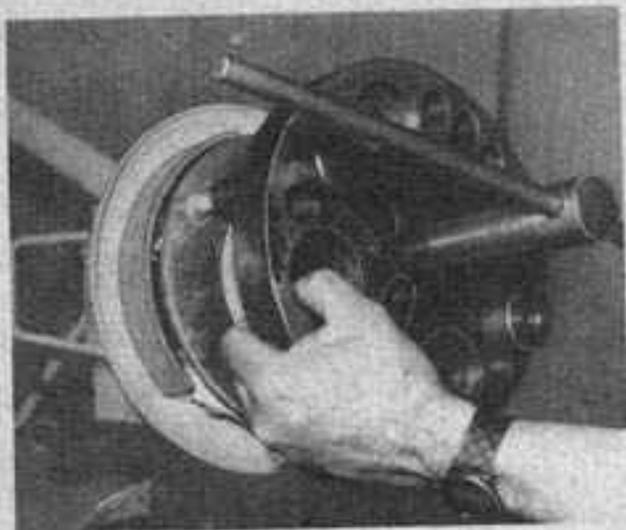


Bild 4.56. Vorrichtung zum Abziehen der Radnabe

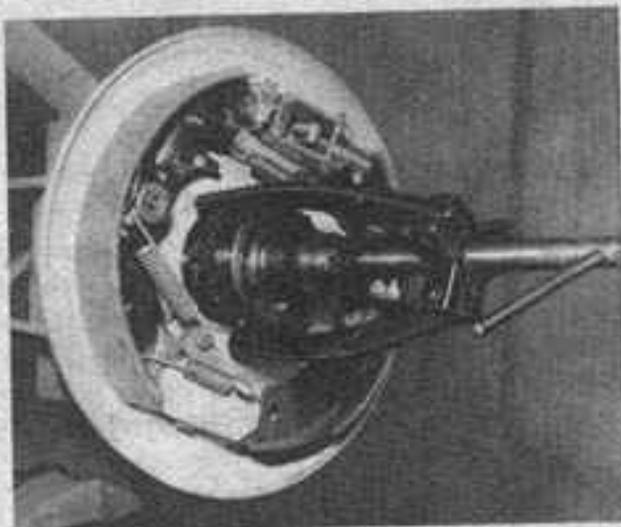


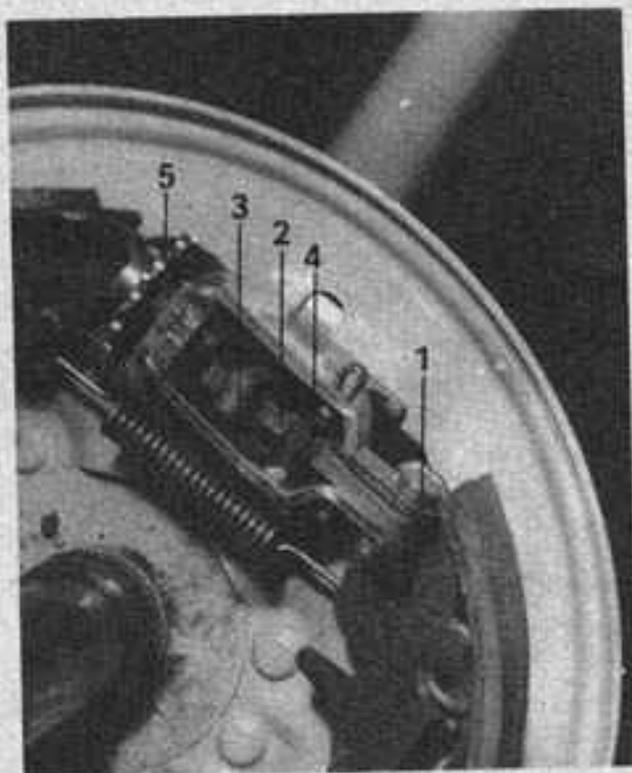
Bild 4.57. Abziehen des Rillenkugellagers mit Hilfe einer Abziehvorrichtung



Bild 4.58. Primärbacken mit eingehängten Zugfedern  
Pos.-Ziffern entsprechen Bild 4.54

Bild 4.59. Spreizschloß der mechanischen Radbremse

1 Bolzen; 2 Spreizhebel; 3 Bremsseileinhängung; 4 Anschlag des Spreizhebels; 5 Nachstellschraube



Als spezielle Arbeitsgänge an der Radbremse sind auszuführen:

- Feder am Halteblech und am Bremsbacken aushängen.
- Bremsbackenhalter am Sekundärbacken ausbauen, dazu Bolzen für Seitenlage mit einer Hand von hinten am Bremshalteblech festhalten und mit der anderen Hand von vorn den Federteller in Richtung Bremshalteblech drücken, nach dem Einfedern den Bolzen um 90° drehen und die Federteller mit Feder abnehmen (vgl. Bild 4.54).
- Sekundärbacken aus dem unteren Bremslager ausschwenken.
- Beide Federn mit einer Zange am Automatikhebel aushängen.
- Bremsbackenhalter am Primärbacken ebenso wie Bremsbackenhalterung am Sekundärbacken demontieren.
- Bremsseil am Bremshebel des Auflaufschubstückes lösen.

- Spreizhebel des Spreizschlosses mit Schraubendreher zurückdrücken und Bremsseil aushängen.
- Bremsbacken mit Spreizschloß herausnehmen und auf Werkbank bzw. saubere Unterlage legen.
- Rückzugsfeder oben mit Schraubendreher aus dem Primärbacken aushängen (Bild 4.58).
- Sekundärbacken vom Spreizschloß wegnehmen und Rückzugsfeder aushängen.
- Spannfeder 8 ebenfalls mit Schraubendreher aus der Einhängung des Primärbackens aushängen.
- Primärbacken vom Spreizschloß wegnehmen.
- Splint am Bolzen (Bild 4.59) geradebiegen und herausziehen.
- Bolzen nach oben herausdrücken.
- Spreizhebel nach hinten wegnehmen.
- Nachstellschraube herausdrehen.

Als Anschlag für den Spreizhebel dient der im Spreizschloß befestigte Splint. Wenn erforderlich, ist der Splint geradezubiegen und aus dem Spreizschloß herauszuziehen.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vor der Montage sind alle Teile der mechanischen Bremse auf Verschleiß bzw. Beschädigung zu überprüfen und, wenn erforderlich, zu wechseln.

Der Bremsbelag darf eine Dicke von 2 mm nicht unterschreiten. Ist dies der Fall, dann sind die Bremsbacken zu wechseln.

Die Bremstrommel hat die gleichen Abmessungen wie die Bremstrommeln der hydraulischen Radbremse und ist mit dieser austauschbar. Arbeiten an der Bremstrommel sind deshalb auch nach Abschnitt 4.2.2.2. durchzuführen.

Die auf dem Bild 4.54 gekennzeichneten Stellen sind mit Motimol einzureiben.

Die Montage der Radnabe muß mit einer Aufdrückvorrichtung durchgeführt werden. Wird die Radnabe aufgeschlagen, dann kann der Automatikhebel durch die Erschütterungen seine Lage verändern, und die Radbremse funktioniert nicht mehr. Nach der Montage der Radnabe ist unbedingt die Lage des Automatikhebels zu den Bremsbacken zu kontrollieren.

#### **Beachte:**

Das Spaltmaß zwischen Automatikhebel und Anschlag 16 muß bei anliegender Sekundärbacke  $4,5 + 0,5$  mm betragen (vgl. Bild 4.54).

Nach der Betätigung der Radbremse muß der Automatikhebel wieder an der angeschweißten Backenstütze des Sekundärbackens anliegen. Ist einer der beiden Punkte nicht erfüllt, dann ist die Radnabe wieder abziehen und die Lage des Automatikhebels zu korrigieren.

### **4.2.3. Schubstück mit Kugelkupplung**

Die in den Abschnitten 4.2.3.1. und 4.2.3.2. behandelten Auflaufschubstücke sind Bestandteil der mechanisch-hydraulischen Auflaufbremse. Bei diesem Bremssystem erfolgt die Übertragung der Bremskräfte im Schubstück mechanisch; der über ein Hebelsystem im Hauptbremszylinder erzeugte Bremsdruck wird hydraulisch auf die Radbremszylinder übertragen.

Im Abschnitt 4.2.3.3. wird das Schubstück der mechanischen Auflaufbremse behandelt. Bei diesem System erfolgt die Übertragung der Bremskräfte mechanisch vom Schubstück bis zu den Radbremsen. Es fallen daher alle Baugruppen des hydraulischen Bremssystems weg.

#### **4.2.3.1. Wohnzeltanhänger Camptourist und Campinganhänger QEK Junior**

Die Punkte dieses Abschnittes beziehen sich auf die gebremsten Varianten.

#### **Aufbau und Funktion**

Das Prinzip des Auflaufschubstückes ist für beide hydraulisch gebremsten Anhänger gleich. Das Schubstück des QEK Junior zeigt Bild 4.60. Am Kupplungsrohr sind die Kugelkupplung so-

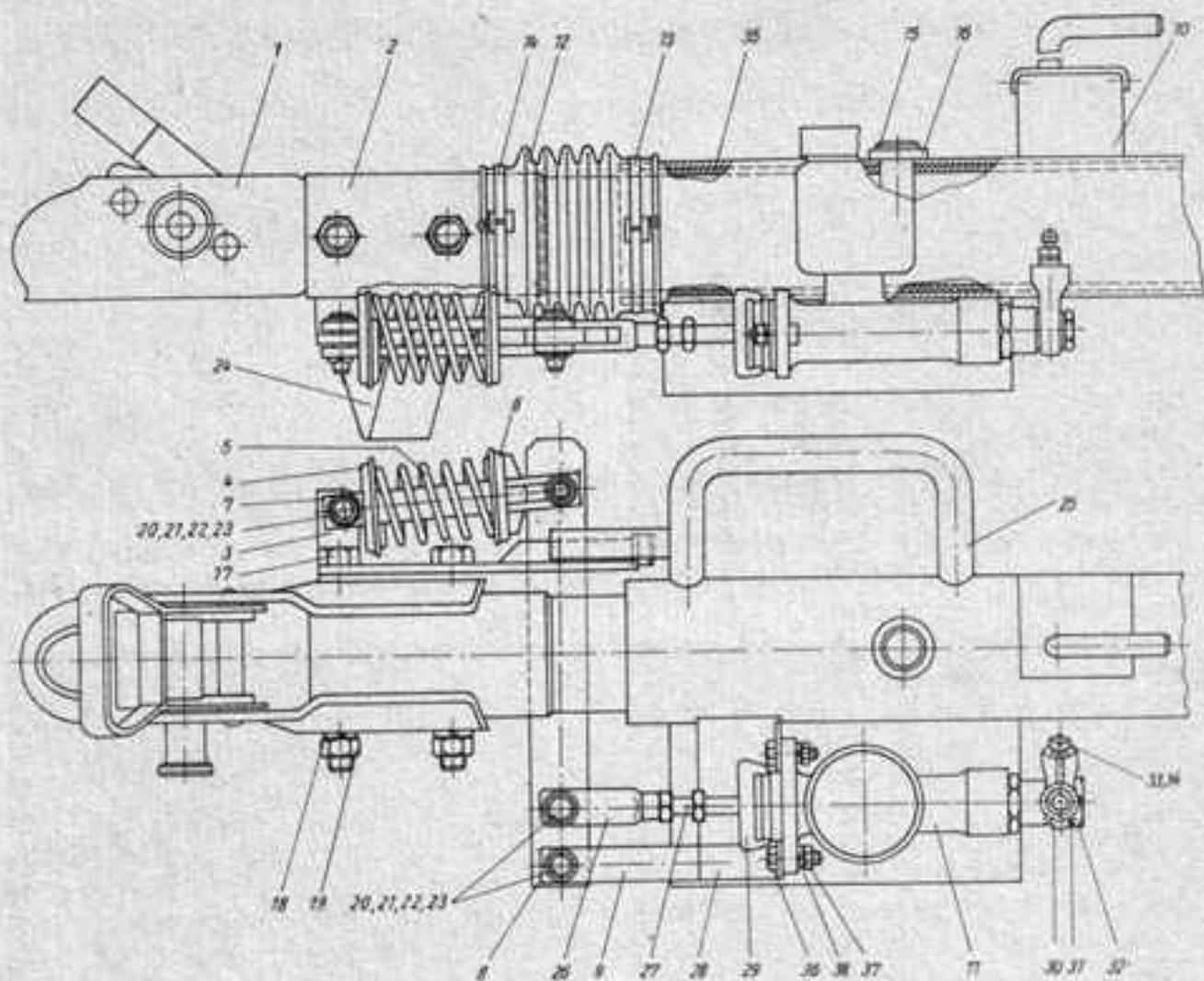


Bild 4.60. Auflaufkopf des Campinganhängers QEK Junior mit Kugelkupplung 1 (KK 71 =  $\varnothing$  60 mm)

2 Kupplungsrohr; 3 Lagerlasche; 4 Federteller; 5 Druckfeder; 6 Federteller; 7 Verbindungslasche; 8 Bremshebel; 9 Haltelasche; 10 Bremssperre; 11 Hauptbremszylinder (BH 63); 12 Faltenbalg; 13 Schlauchbinder (A 5  $\times$  500); 14 Schlauchbinder (A 5  $\times$  490); 15 Bolzen (16 h 11  $\times$  90  $\times$  8) mit Splint; 16 Gummischeibe (D 30  $\times$  d 16  $\times$  3); 17 Sechskantmutter (M 12  $\times$  100); 18 Federring (B 12); 19 Sechskantmutter (M 12); 20 Bolzen (8 h 11  $\times$  25  $\times$  20); 21 Scheibe (8,4); 22 Federscheibe (8); 23 Splint (2  $\times$  16); 24 Stützwinkel; 25 Haltegriff; 26 Gabelkopf (8  $\times$  32); 27 Druckstange; 28 Halteblech; 29 Schutzbalg (DZ 8); 30 Verteilerringstutzen (A 27); 31 Dichtring (CU 12  $\times$  15,5); 32 Hohlschraube (A 4 - M 12  $\times$  1); 33 Entlüftungsschraube (A 32 - M 8  $\times$  37); 34 Schutzkappe (A 66); 35 Epoxidharzbuchse; 36 Sechskantschraube (M 6  $\times$  16); 37 Sechskantmutter (M 6); 38 Federring (B 6)

wie die Lagerlasche 3 angeschraubt. An der Lagerlasche ist beim QEK Junior eine Überlastsicherung montiert, die aus Federteller 4, der Druckfeder (4  $\times$  45  $\times$  100) 5, dem Federteller 6 und der Verbindungslasche 7 besteht. Die Verbindungslasche ist an der Lagerlasche und am querliegenden Bremshebel 8 befestigt. An der gegenüberliegenden Seite ist am Zentralrohr, welches gleichzeitig die Aufgabe des Führungsrohres übernimmt, ein Stützwinkel mit Haltelasche 9 angeschweißt. An der Haltelasche ist der Bremshebel mit einem Bolzen (8h11  $\times$  25  $\times$  20) arretiert. Außerdem ist am Bremshebel der Gabelkopf des Hauptbremszylinders befestigt.

Beim Wohnzeltanhänger Camptourist ist auf dem Zentralrohr zusätzlich ein Reibungsdämpfer angebracht, er hat aber keine Überlastsicherung (Bild 4.61).

Beide Anhänger haben eine Bremssperre. Über die Kugelkupplung ist der Anhänger formschlüssig mit dem Zugfahrzeug verbunden. Brems das Zugfahrzeug, so läuft der Anhänger auf dieses auf. Dadurch schiebt sich das Kupplungsrohr in das Führungsrohr. Da die Lagerlasche mit dem Kupplungsrohr fest verbunden ist, wird der querliegende Bremshebel mit zurückgedrückt und bewegt den Gabelkopf mit Druckstange in Richtung Hauptbremszylinder.

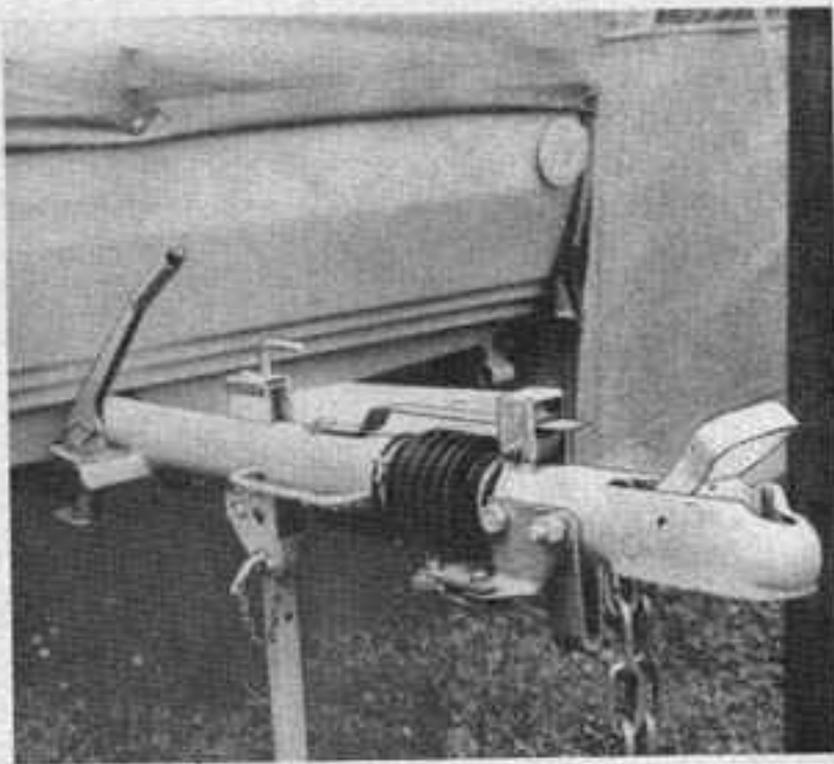


Bild 4.61. Auflaufschubstück des Wohnzeltanhängers Camptourist mit Reibungsdämpfer zur Vermin- derung von Auflaufschwingungen

Der so entstehende Bremsdruck wird vom Hauptbremszylinder über die Bremsleitungen auf die Radbremszylinder und somit auf die Radbremsen geleitet.

Im Fall einer Notbremsung gewährleistet die Überlastsicherung, daß sich der Auflaufkopf bis zum Anschlag zusammenschiebt, ohne daß der Bremshebel diesen Weg mit zurückge- schoben wird. Bei dem vorgeschriebenen Bremsdruck drückt sich dann die Druckfeder der Überlastsicherung zusammen, und die Verbindungsflasche kann sich ca. 40 mm axial ver- schieben, ohne den Bremshebel zu bewegen.

Beim Wohnzeltanhänger hat sich der Reibungsdämpfer zur Fahrstabilisierung gut bewährt. Dadurch ist ein ruckfreies Abbremsen des Anhängers gewährleistet. Um ein Rückwärtsfahren zu ermöglichen, wird von Hand die Bremssperre eingerastet und somit die Auflaufbremse au- ßer Betrieb gesetzt. Dabei ist zu beachten, daß die Bremssperre beim QEK Junior von Hand wieder entriegelt werden muß, während die des Camptourist beim Anfahren automatisch ent- riegelt wird. Dies hat zur Folge, daß bei einem Rückfahrvorgang, beim dem die Richtung durch Vorwärtsfahren korrigiert werden muß, jedesmal die Bremssperre neu einzurasten ist.

## Wartungsarbeiten

Eine einwandfreie Funktion des Auflaufschubstückes und somit der Bremsanlage ist nur dann gewährleistet, wenn regelmäßig die folgenden Wartungsarbeiten durchgeführt werden.

- Vierteljährlich sind alle beweglichen Teile der Kugelkupplung zu säubern, Lagerstellen, Fe- der, Kugelsitz und Sicherungsbolzen abzuschmieren und die Schraubverbindung Kugel- kupplung – Kupplungsrohr mit einem Anzugsdrehmoment von  $80 \pm 5$  Nm zu prüfen.
- Nach je 10 000 km bzw. jährlich ist die Gleitfläche des Schubstückes mit Wälzlagerfett SWC 423 zu fetten. Dies erfolgt, indem das hintere Schlauchband 13 des Faltenbalges 12 gelöst wird (Bild 4.60), dann den Faltenbalg nach vorn schieben und die Gleitfläche säubern und fetten, abschließend den Faltenbalg zurückschieben und das Schlauchband anbrin- gen.

Durch Anziehen der Handbremse und mehrmaliges Betätigen des Schubstückes verteilt sich das Schmiermittel gleichmäßig.

Wird der Anhänger nicht gefahren, so ist das Schubstück ca. zehnmal von Hand hin- und herzubewegen.

- Vierteljährlich soll das Schubstück mehrmals bewegt und der Faltenbalg mit Glyzerin eingegeben werden, wird es nicht bewegt, kann es zu Ausfällungen in der Bremsflüssigkeit kommen, durch die ein Festkleben der Kolben im Haupt- und Radbremszylinder verursacht wird.
- Jährlich oder alle 5000 km sind die beweglichen Teile des Schubstückes zu säubern (Reinigen und Abschmieren der Bolzenverbindungen der Überlastsicherung an der Lagerlasche 3, am Bremshebel 8 sowie an der Haltelasche 9 und am Gabelkopf 26 mit Fett SWC 423).

**Beachte:**

Gummimanschette nicht mit Benzin reinigen.

- Alle 5000 km ist das Lagerspiel zwischen Kupplungsrohr und Gleitbuchse im Führungsrohr zu prüfen. Dazu das Schubstück bis zum Anschlag herausziehen, am Ende der Kugelumlaufkuppelung darf zwischen Auf- und Abbewegung ein Spiel von maximal 4 mm vorhanden sein.
- Alle zwei Jahre sind der Reibungsdämpfer zu reinigen und die Druckfeder im Kupplungsrohr sowie die Druckfeder der Überlastsicherung zu reinigen und zu fetten.

**Beachte:**

Am Reibungsdämpfer keine öligen Reinigungsmittel verwenden, da diese eine Veränderung des Reibungsparameters bewirken.

Jährlich werden folgende Arbeiten erforderlich:

Hubeinstellung der Hebelübersetzung zum Hauptbremszylinder prüfen

- Anhänger gegen Wegrollen sichern.
- Im Achsbereich mit Scherenwagenheber anheben, bis sich beide Räder drehen lassen.
- Kupplungsrohr bis zu einem spürbaren Gegendruck einschieben und versuchen, die Räder zu drehen.
- Ist das Drehen der Räder unter Kraftaufwand möglich, dann zunächst prüfen, ob sich das Kupplungsrohr noch weiter einschieben läßt, lassen sich die Räder dennoch drehen, dann Einstellung am Gabelknopf verändern.
- Lösen der gekonterten Muttern an der Druckstange, Druckstange aus dem Gabelkopf eine halbe Umdrehung herausdrehen und Radbremse prüfen.
- Druckstange so weit herausdrehen, bis Radbremse hält.
- Muttern an der Druckstange kontern.

**Beachte:**

Das Schubstück ist annähernd richtig eingestellt, wenn bei vollständig herausgezogenem Schubstück zwischen der Bohrung im Bremshebel und der Bohrung im Gabelkopf der Druckstange ca. ein Millimeter Differenz ist.

Die Druckstange sollte am Gabelkopf nur so weit herausgedreht werden, daß ein Blockieren der Radbremse erst im letzten Drittel des Auflaufweges eintritt. Erfolgt ein Blockieren vorher, dann kommt es zu einem erhöhten Druckaufbau im Bremssystem und somit auf unebenen Straßen zu einem ständigen Auflaufen – Bremsen des Anhängers.

- Bremsprobe durchführen und Bremssperre fetten, dazu das Abdeckblech abnehmen, Sperrhebel und Feder säubern und neu fetten.

Wenn trotz vorschriftsmäßiger Wartung am Schubstück Mängel auftreten, dann können die wesentlichen Ursachen dafür der Tabelle 4.8 entnommen werden.

## Instandsetzungsarbeiten

### Auflaufkopf wechseln

Der Auflaufkopf wird über den Ersatzteilvertrieb als komplette Baugruppe (Bild 4.62) gehandelt und ist auch nur als komplette Baugruppe auszuwechseln, z. B. weil die Bauteile annähernd gleich verschlissen sind bzw. durch einen Unfall beschädigt wurden.

**Arbeitsfolge:**

- Anhänger gegen Wegrollen sichern.

**Tabelle 4.8. Störungen an Schubstück und Kugelkupplung**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Kugelkupplung klappert	Spiel zwischen Schwenkbacke und Kugel der Zugvorrichtung zu groß Kugel der Zugvorrichtung ist unter dem vorgeschriebenen Maß von 49 mm Befestigungsschrauben zwischen Kugelkupplung und Kupplungsrohr haben sich gelockert	Feder in der Kugelkupplung erneuern Kugel- bzw. Zugvorrichtung austauschen  Schraubverbindung mit einem Anzugsdrehmoment von $80 \pm 5$ Nm befestigen bzw. Federring erneuern
Sicherungsbolzen und Verschlusshebel der Kugelkupplung lassen sich schwer bewegen	Baugruppen sind verschmutzt und ungefettet	säubern und fetten
Spiel des Kupplungsrohrs größer als 4 mm (gemessen an der Kugelkupplung)	Epoxidharzbuchse im Führungsrohr ausgeschlagen	Buchse neu ausgießen bzw. aufreiben und Kupplungsrohr erneuern
Anhänger bremsst nicht	Bremssperre ist noch eingelegt Kupplungsrohr verbogen Schaden an der Bremsanlage	Bremssperre entriegeln Kupplungsrohr wechseln s. Tabelle 4.7
Anhänger bremsst ungenügend	Druckstange des Hauptbremszylinders verbogen Druckstange zu weit in den Gabelkopf eingeschraubt	Druckstange wechseln  Druckstange herausschrauben, so daß Blockierung der Radbremse im letzten Drittel des Auflaufweges vom Schubstück eintritt
Bremsen blockieren beim Auflaufen des Anhängers	Kupplungsrohr im Führungsbereich stark verschmutzt Faltenbalg defekt	Kupplungsrohr ausbauen, reinigen und fetten Faltenbalg wechseln und Kupplungsrohr einbauen s. Tabelle 4.7
	Schaden an der Bremsanlage Druckstange des Hauptbremszylinders falsch eingestellt	Druckstange neu einstellen
	Feder der Überlastsicherung gebrochen Aussparung in der Verbindungslasche zugesetzt Schaden an der Bremsanlage	Feder wechseln Aussparung reinigen und fetten s. Tabelle 4.7
Während der Fahrt sind ständige Auflaufschwingungen festzustellen	Druckfeder im Kupplungsrohr gebrochen bzw. ermüdet  Druckstange des Hauptbremszylinders falsch eingestellt Reibungsdämpfer beim Wohnzeltanhänger defekt bzw. verölt	Druckfeder wechseln  Druckstange neu einstellen Reibungsdämpfer demontieren und defektes Teil wechseln bzw. reinigen
Druckstange des Hauptbremszylinders verbogen	Bremssperre beim Rückwärtsfahren nicht eingerastet	Bremssperre bei herausgezogenem Schubstück einrasten
Faltenbalg eingerissen	normaler Verschleiß bzw. ungenügende Pflege	Faltenbalg erneuern

- Am Bolzen 15 Splint 4 × 25 aufbiegen und herausziehen (vgl. Bild 4.60).
- U-Scheibe und Gummischiene abnehmen und Bolzen nach oben herausziehen.
- Gummischiene vom Bolzen abziehen bzw. unter der Dämpfungsschiene wegnehmen.
- Schlauchband 13 lösen und Faltenbalg vom Führungsrohr abziehen.
- Bremshebel 8 ist Bestandteil des gelieferten Ersatzteiles, deshalb Bolzen 20 am Gabelkopf 26 und an der Haltetasche 9, nach Entfernen des Splintes 23, herausziehen, U-Scheibe 21 und Federscheibe 22 aufheben.
- Auflaufkopf komplett nach vorn herausnehmen.
- Schlauchband 14 lösen und Faltenbalg nach hinten vom Auflaufkopf abziehen.

**Beachte:**

Der Faltenberg zum Schutz der Überlastsicherung (QEK) sowie die Bauteile der Überlastsicherung gehören nicht zum Lieferumfang des vormontierten Auflaufkopfes.

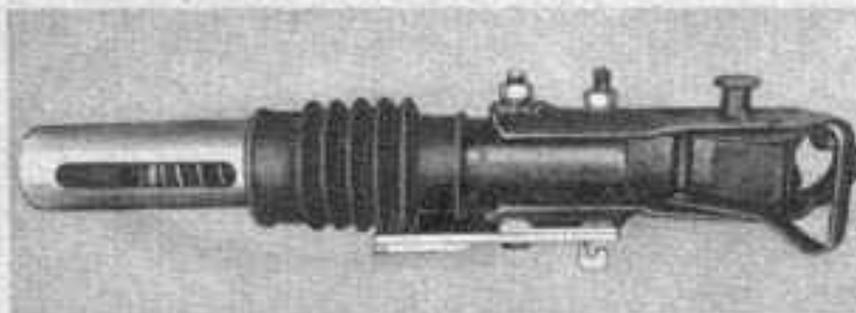


Bild 4.62. Auflaufkopf, vormontiert

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Vor der Montage sind der Zustand der im Führungsrohr eingegossenen Epoxidharzbuchse zu überprüfen, die Gleitfläche des Kupplungsrohres zu säubern und mit Wälzlagerfett SWC 423 einzureiben. Gesäubert und gefettet müssen außerdem alle Gleitstellen werden.

**Beachte:**

Faltenbalg darf nicht mit Waschbenzin in Berührung kommen. Wenn die Bolzen 15 und 20 sowie der Gabelkopf Verschleißerscheinungen zeigen, müssen diese ausgetauscht werden.

Die Splinte der Bolzen 15 und 20 sowie das Schlauchband 13 und 14 sind grundsätzlich zu erneuern. Der Auflaufkopf ist so weit in das Führungsrohr einzuschieben, bis an der Stelle, wo der Bolzen 15 eingeführt wird, die Öffnung von  $\varnothing 16$  mm im Gummitteil hinten sichtbar wird. Erst dann ist der Bolzen durch Führungsrohr, Zugrohr und Gummitteil einzuführen.

Beim Camptourist ist am Bolzen 15 die Dämpfungsschiene mit zu befestigen.

**Auflaufkopf zerlegen**

- Muttern M 12 × 1,5 (Bild 4.63) von beiden Sechskantschrauben 7 lösen und Federscheibe abnehmen.
- M-12-Schrauben vorsichtig mit Alu-Dorn ausschlagen bzw. mit Zange herausziehen.
- Auflaufanschlag mit Lagerlasche nach vorn herausnehmen.

**Beachte:**

Die Lagerlasche hat nur beim Anhänger QEK Junior einen angeschweißten Auflaufanschlag.

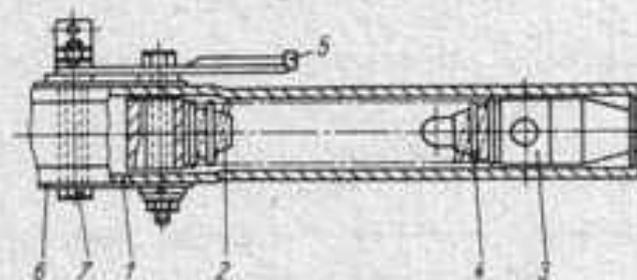


Bild 4.63. Kupplungsrohr 1 mit Gummitteil vorn 2, Gummitteil hinten 3, Druckfeder (C 3,6 × 40 × 17,5 B) 4, Auflaufanschlag 5, Kugelkupplung 6, Sechskantschraube M 12 mit Mutter und Federring 7

- Dreieckstütze an der Kugelkupplung wegnehmen.
- Gummiteil vorn mit Druckfeder und Gummiteil hinten aus dem Kupplungsrohr herausdrücken, indem das Gummiteil hinten, in den Längsaussparungen, nach vorn gedrückt wird.
- Splint am Bolzen der Lagerlasche und des Bremshebels aufbiegen und herausziehen.
- Bolzen herausziehen und U-Scheiben aufheben.

Beim QEK Junior sind außerdem noch folgende zusätzliche Arbeitsgänge erforderlich:

- Faltenbalg der Überlastsicherung abnehmen.
- Federteller 6 und Druckfeder 5 von der Verbindungsflasche 7 abziehen.

**Beachte:**

Kommen die Bauteile beim Abnehmen des Faltenbalges bereits mit von der Verbindungsflasche, dann sind diese danach aus dem Faltenbalg herauszudrücken. Federteller 4 ist mit der Verbindungsflasche verschweißt.

Nach dem Zerlegen sind alle Teile, mit Ausnahme der Gummiteile, mit Waschbenzin zu reinigen.

Die Gleitfläche des Kupplungsrohres, der Bolzen sowie die Druckfedern werden mit Fett SWC 423 gefettet und auf einer sauberen Unterlage abgelegt.

**Beachte:**

Gefettete Teile dürfen nicht mit Schmutz in Berührung kommen, da das Schmierfett sonst wie Schmiergel wirkt und zum vorzeitigen Verschleiß der Bauteile führt.

Alle Gummiteile werden mit Glycerin eingerieben.



Bild 4.64. Überlastsicherung am Auflaufschubstück des QEK Junior

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Beim Einführen des Gummiteils hinten in das Kupplungsrohr muß die Durchgangsöffnung vertikal und beim Gummiteil vorn horizontal liegen. Das Anzugsdrehmoment der Sechskantmuttern M 12 an der Sechskantschraube 8, zur Befestigung der Kugelkupplung am Zugrohr, beträgt  $80 \pm 5$  Nm. Beim Camptourist darf die Gummischeibe am Bolzen 15 unter der Dämpfungsschiene nicht vergessen werden.

Der Faltenbalg gehört zu den schnellverschleißenden Baugruppen und ist deshalb öfter zu wechseln. Er verhindert das Eindringen von Staub und Schmutz und gewährleistet somit die lange Haltbarkeit der gleitenden Flächen. Bei Beschädigung ist der Faltenbalg sofort zu wechseln. Besser ist es jedoch, wenn der Faltenbalg bereits gewechselt wird, wenn er die ersten Alterungserscheinungen zeigt.

Der Faltenbalg der Überlastsicherung schützt die gefettete Druckfeder (Bild 4.64).

Gewechselt wird dieser wie folgt:

- Bolzen an der Verbindungsstelle Bremshebel/Verbindungsflasche entfernen.
- Verbindungsflasche seitlich wegdrehen.
- Federteller mit Faltenbalg abziehen und Druckfeder von der Verbindungsflasche nehmen.
- Federteller aus dem Faltenbalg drücken.

Vor der Montage sind alle Teile zu reinigen und danach in umgekehrter Reihenfolge der Demontage wieder zusammenzubauen.

Dazu werden Druckfeder und Langloch in der Verbindungsflasche mit SWC 423 gefettet und der Faltenbalg auf beide Federteller aufgeschoben.

### 4.2.3.2. Campinganhänger Bastei und Intercamp

#### Aufbau und Funktion

Das Schubstück besteht aus den Baugruppen Kugelkupplung K 71, dem Kupplungsrohr 2 und dem Führungsrohr 7. Im Bild 4.65 sind alle Bauteile des Schubstückes dargestellt.

Über die Kugelkupplung 41 ist der Campinganhänger mit dem Zugfahrzeug formschlüssig verbunden. Bei den Campinganhängern Bastei und Intercamp wird beim Auflaufen auf das Zugfahrzeug die kinetische Energie über ein Hebelsystem auf die Druckstange des Hauptbremszylinders übertragen. Dabei wird das Kupplungsrohr, welches fest mit der Kugelkupplung verschraubt ist, in das Führungsrohr gedrückt. In diesem Bewegungsvorgang müssen Gegenkräfte vorhanden sein, die ein ruckfreies Abbremsen des Anhängers gewährleisten. Diese Gegenkräfte werden von den Druckfedern 4/21 erzeugt. Da Schraubenfedern keine Eigendämpfung haben, ist zusätzlich der Teleskopschwingungsdämpfer A1-70-150/15 zwischen dem Kupplungsrohr und dem Führungsrohr vorhanden. Er dämpft die horizontalen Bewegungen und verhindert dadurch größere Schwingungen. Über das Gabelstück 8, den Gestängehebel 11 und die Druckstange 23 werden die gedämpften horizontalen Kräfte auf den Kolben des Hauptbremszylinders übertragen. Der so entstehende Bremsanlagendruck wird hydraulisch über die Bremsleitungen auf die Radbremszylinder und somit auf die Radbremsen geleitet. Beim Rückwärtsfahren ist der Sperrhebel 31 nach unten zu drücken, dadurch wird das Kupplungsrohr im Führungsrohr blockiert und das Bremssystem außer Funktion gesetzt.

#### Wartungsarbeiten

Eine sachgemäße Wartung der Kugelkupplung und des Schubstückes ist Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion (beachte auch Tabelle 4.9). Die Wartungsarbeiten sollten sich auf folgende Schwerpunkte beziehen:

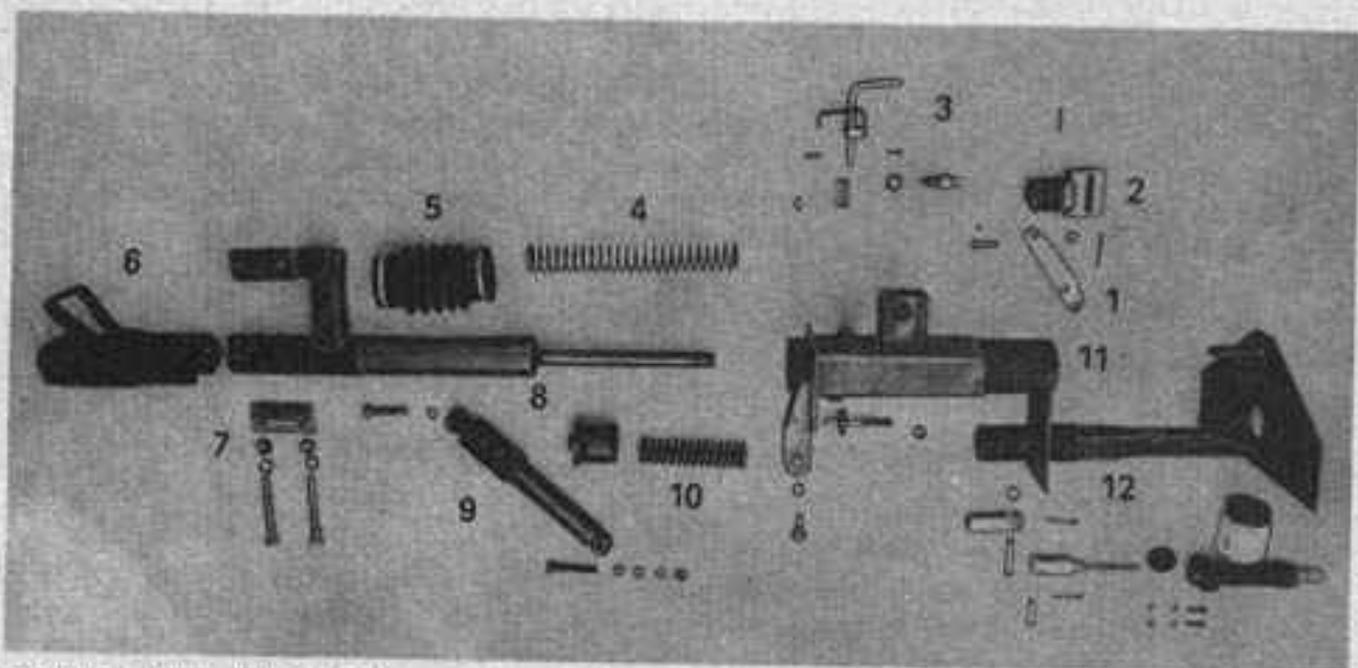


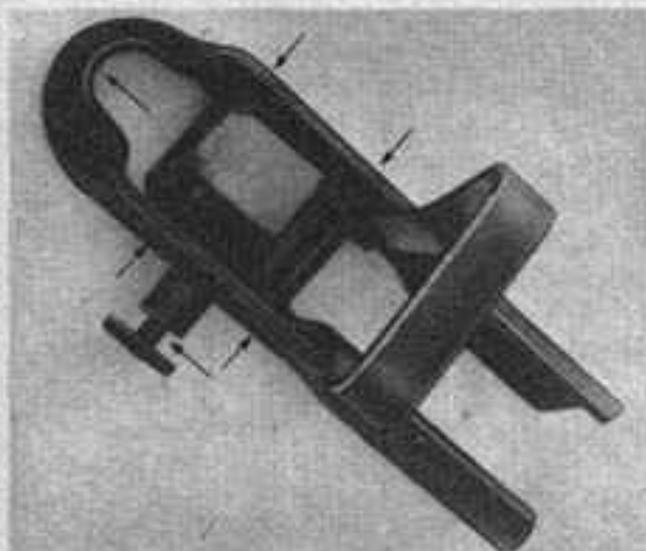
Bild 4.65. Schubstück zerlegt

1 Gestängehebel, 2 Gabelstück, 3 Sperrhebel, 4 Druckfeder, 5 Gummimanschette, 6 Kugelkupplung KK 71,  $\varnothing$  60 mm; 7 Zwischenblech; 8 Kupplungsrohr; 9 Teleskopdämpfer; 10 Druckfeder; 11 Führungsrohr; 12 Hauptbremszylinder,  $\varnothing$  19,05 mm

**Tabelle 4.9.** Störungen, die außer denen in Tabelle 4.8. an Bastel und Intercamp auftreten können.

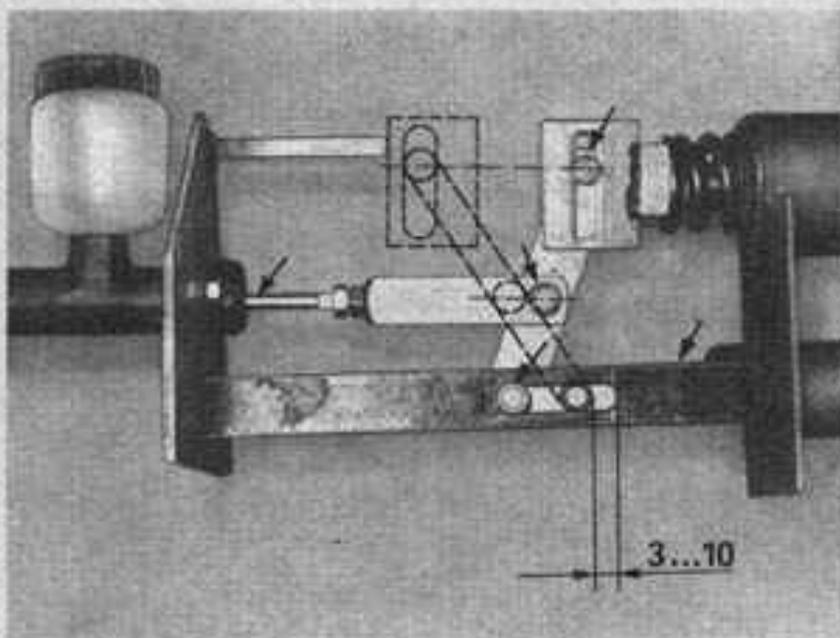
Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Campinganhänger bremst ungenügend	Hub des Schubstückes ist zu kurz eingestellt	Schubstück einstellen
Bremsen blockieren beim Auf- laufen des Campinganhängers	Hub des Schubstückes ist zu lang eingestellt	Schubstück einstellen
Spiel des Kupplungsrohres größer 1,5 mm (gemessen an der Kugelkupplung)	Spiel zwischen Kupplungsrohr und Führungsrohr infolge Abnutzung zu groß	Kupplungsrohr bzw. Führungsrohr wechseln
Während der Fahrt sind ständig Aufschwüngen festzustellen	Druckfedern 4/9 bzw. 21 gebrochen (Bild 4.65) Schwingungsdämpfer defekt	Bauteile wechseln

Wird mit dem Campinganhänger nicht gefahren, so ist das Schubstück monatlich ca. 10mal von Hand hin und her zu bewegen. Dadurch werden Ausfällungen in der Bremsflüssigkeit vermieden. Alle 3 Monate sind die beweglichen Teile an der Kugelkupplung zu säubern sowie die Lagerstellen, die Feder, der Kugelsitz und der Sicherungsbolzen abzuschmieren (Bild 4.66).



**Bild 4.66.** Schmierstellen an der Kugelkupplung KK 71 (Pfeile)

Sicherungsbolzen ist herausgezogen und Verschlusshebel zeigt nach hinten, d. h., die Kugelkupplung ist nicht geschlossen und gesichert.



**Bild 4.67.** Schmierstellen und Einstellwerte an der mechanisch-hydraulisch wirkenden Auflaufbremse

Jährlich oder alle 5000 km ist das Schubstück, besonders die beweglichen Teile, zu reinigen (Gummimanschette nicht mit Benzin reinigen). Die Bolzen, Druckfeder 4 und die Druckstange sind zu fetten.

Alle 2 Jahre sollten die Gummimanschetten vorbeugend gewechselt werden.

Dabei sind dann Druckstange 19 und Druckfeder 21 zu säubern und einzufetten.

Bei ungenügender Bremswirkung bzw. grundsätzlich nach Instandsetzungsarbeiten am Schubstück ist dieses nach Bild 4.67 wieder einzustellen. Dazu das Kupplungsrohr 2 bis an den Anschlag einschieben und den Abstand zwischen Bolzen und Ende des Langloches im Führungsrohr messen. Dieser Abstand muß mindestens 3 mm und darf höchstens 10 mm betragen. Ist dieser Abstand nicht gegeben, so wird er durch Drehen der Mutter am Gabelkopf eingestellt.

**Beachte:**

Nach dem Einstellen ist das Schubstück mehrmals zu betätigen und die Einstellwerte sind nachzumessen.

## Instandsetzungsarbeiten

### Gummimanschette oder Kupplungsrohr wechseln

Während des Fahrbetriebes bewegt sich das gefettete Kupplungsrohr im Führungsrohr. Die Gummimanschette verhindert das Eindringen von Staub und Schmutz und gewährleistet somit eine lange Haltbarkeit der gleitenden Flächen. Leider gehört die Gummimanschette zu den schnell verschleißenden Baugruppen. Ist sie gerissen, sollte sie sofort ausgewechselt werden. Das Spiel des Kupplungsrohres im Führungsrohr darf 1,5 mm nicht überschreiten. Dieses Spiel wird an der Vorderkante der Kupplungsklaue gemessen. Ist das Spiel größer, müssen das Kupplungsrohr bzw. das Führungsrohr, im ungünstigen Fall beide Baugruppen, gewechselt werden. Außerdem kann es durch Kräfte, die über den zulässigen Horizontalkräften und den zulässigen vertikalen Kräften liegen, zu Deformationen am Kupplungsrohr kommen, die ein Klemmen des Kupplungsrohres verursachen. Muß das Kupplungsrohr ausgewechselt werden, sind folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Handbremse anziehen.
- Beide Schlauchbinder an der Gummimanschette 3 (Bild 4.65) lösen.
- Schwingungsdämpferverschraubung oben lösen und Stoßdämpfer nach unten drücken.
- Gleitschraube 5 aus dem Führungsrohr 1 herausschrauben.
- Nach Herausziehen des Splintes ist der Bolzen 12 aus dem Gabelstück 8 und dem Gestängehebel 11 auszubauen, Gestängehebel 11 nach hinten drücken.
- Kupplungsrohr 2 um 180° drehen und den Kerbstift 10 mit Dorn  $\varnothing$  3,8 mm nach unten herausschlagen.

**Beachte:**

Beim Intercamp ist dazu das Schubstück vollständig zurückzuschieben.

- Kupplungsrohr 2 aus dem Gabelstück 8 nach links aus dem Innengewinde des Gabelstückes herausdrehen, das Kupplungsrohr 2 herausziehen und Druckfeder 4 vom Kupplungsrohr abnehmen.
- Alte Gummimanschette abziehen und neue auf das Kupplungsrohr schieben.

**Beachte:**

Kleinerer Durchmesser der Gummimanschette ( $\varnothing$  55 mm) wird auf das Kupplungsrohr geschoben.

Der Zusammenbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge des Ausbaus. Dabei sind folgende Punkte zusätzlich zu beachten:

- Kupplungsrohr 2 und Führungsrohr 1 sowie alle gefetteten Teile vom alten Fett säubern und neu fetten.
- Gabelstück 8 in die ursprüngliche Lage drehen und Kerbstift 10 von oben einschlagen.

**Beachte:**

Der Gabelkopf an der Druckstange 23 ist durch eine Markierung gezeichnet, die bei der Montage nach oben zu zeigen hat.

## Schubstück komplett wechseln

Das Wechseln des kompletten Schubstückes (Bild 4.68) ist meist nur nach einem Auffahrunfall erforderlich, bei dem die Baugruppen des Schubstückes deformiert werden. Je nach Schwere des Auffahrunfalles sollten die Baugruppen des Schubstückes nur dann wiederverwendet werden, wenn sie von einem Fachmann zur Wiederverwendung freigegeben wurden. Die nachstehende Arbeitsfolge dient nur der Orientierung, weil die für diesen Wechsel erforderlichen Schweißarbeiten zulassungspflichtig sind.

Arbeitsfolge:

- Standstützen des Campinganhängers herunterdrehen und die Räder gegen Wegrollen sichern.
- Buglauftrad beim Bastei abschrauben, beim Intercamp sind der Sicherungssplint herausziehen und das Buglauftrad abzunehmen.
- Der Gasflaschenkasten kann beim Bastei abmontiert werden, beim Intercamp ist er abzudecken.
- Handbremse demontieren.
- Vordere Halteschelle der Bremsleitung entfernen und Bremsleitung vom Hauptbremszylinder abschrauben.
- Schweißnaht zwischen Zuggabel des Fahrgestells und den U-Profilen am Führungsrohr sowie am Querversteifungsblech durch autogenes Brennschneiden bzw. Trennschleifen trennen.
- Getrennte Schweißnähte sauber schleifen oder feilen.
- Einschweißen des neuen Schubstückes.

Beachte:

Das Einschweißen des neuen Schubstückes darf nur ein zugelassener Schweißbetrieb und ein Schweißer mit der Zulassung für Schweißarbeiten der Ausführungsklasse II B ausführen. Beim Einschweißen des Schubstückes ist auf Parallelität zwischen Schubstück und Längsachse des Campinganhängers zu achten.



Bild 4.68: Komplettes Schubstück der mechanisch-hydraulisch wirkenden Auflaufbremse

## Führungsrohr wechseln

Ist es erforderlich, das Führungsrohr zu wechseln, so muß das Schubstück fast komplett demontiert werden. Neben den Arbeitsgängen zum Wechseln von Gummimanschette, Kupplungsrohr und Schubstück sind folgende zusätzliche Arbeitsgänge erforderlich:

- Bolzen 16 am Gestängehebel 11 unten entfernen.
- Hauptbremszylinder 27 vom Halteblech abschrauben.
- Lösen der Verschlusskappe 22 und Herausnehmen der Druckfeder.
- Kontermutter am Gabelkopf 23 lockern und Druckstange mittels Schraubendrehers herauserschrauben.
- Kontermutter vom Gabelkopf 15 mittels Schraubendrehers herauserschrauben und Druckstange 19 aus dem unteren Führungsrohr herausschieben.
- Abdeckblech 32 der Rückfahrsperr nach Lösen der Zylinderschrauben 33 abnehmen, Sperrhebel 31 mit Druckfeder 34 herausnehmen.
- Drucktaster 48 durch Abschrauben der Mutter 49 aus dem Gehäuse 50 herausnehmen.

### 4.2.3.3. Schubstück der mechanischen Auflaufbremse

Ab Baujahr 1984 wurde der Wohnzeltanhänger mit der mechanischen Auflaufbremse ausgeliefert.

#### Aufbau und Funktion

Das Schubstück der mechanischen Auflaufbremse besteht aus dem Kupplungsrohr, welches im Führungsrohr mit eingegossener Epoxidharzbuchse gleitet. Das Führungsrohr ist beim Camptourist vom Typ 5-3 am Zentralrohr des Rahmens angeschraubt (Bild 4.69). Am Kupplungsrohr ist die Kugelkupplung (KK 82 bzw. KK 71) befestigt. Für die Schraubverbindung sind im Kupplungsrohr zwei Distanzhülsen montiert, um die Schraubenzugkräfte zu übertragen. Die hintere Sechskantschraube arretiert gleichzeitig das Gehäuse des Einrohrdämpfers (Gasdruckdämpfer), der die während der Fahrt auftretenden axialen Bremsbewegungen dämpft und somit keine zusätzliche Schraubendruckfeder erfordert (Bild 4.70).

Der Einrohrdämpfer ist im Zugrohr mit zwei Gummiformteilen 7 gelagert. Das Zugrohr wird im Führungsrohr durch die Zapfenschraube 16 arretiert. Die Zug-Druckstange des Einrohrschwingungsdämpfers ist im Führungsrohr mit einer horizontal zum Rohr liegenden Sechskantschraube 10 mit selbsthemmender Mutter befestigt. Der Bremshebel 11 wurde im Lagergehäuse und der Handbremshebel 14 am Lagergehäuse des Führungsrohres mit der Sechskantschraube 12 mit selbsthemmender Mutter montiert.



Bild 4.69. Führungsrohr am Zentralrohr angeschraubt (Zeltwand), kann bei Platzmangel in der Garage abgeschraubt werden

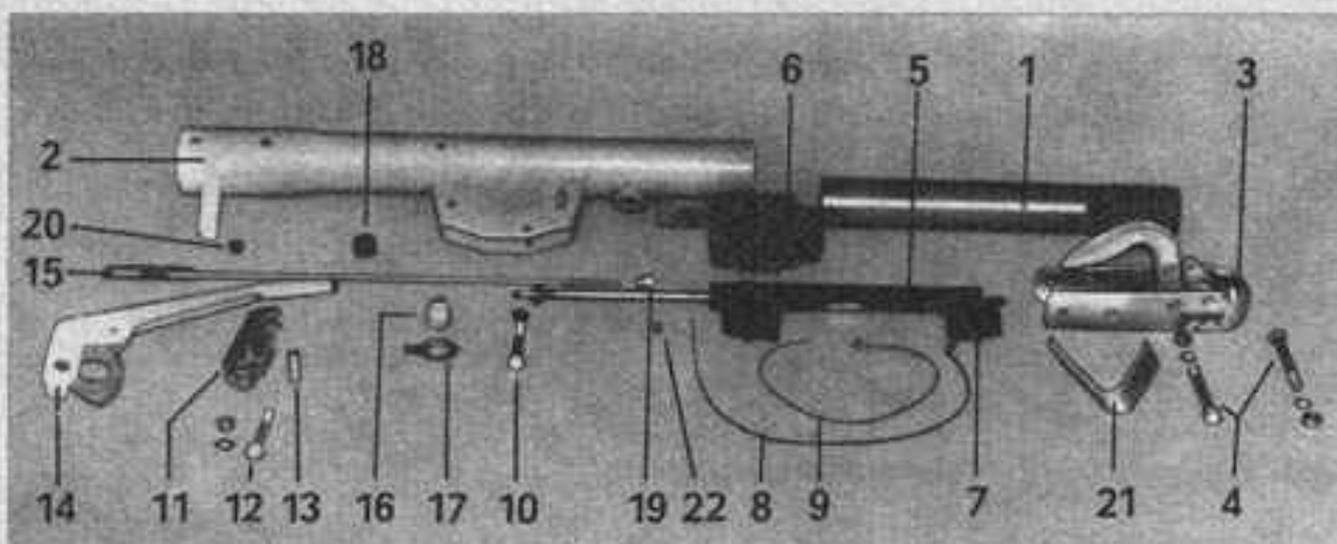


Bild 4.70 Schubstück der mechanischen Auflaufbremse

1 Kupplungsrohr; 2 Führungsrohr mit eingegossener Epoxidharzbuchse; 3 Kugelkupplung (KK 82); 4 Schraubverbindung; 5 Einrohrdämpfer (IE 10-201); 6 Faltenbalg; 7 Gummiformteil; 8 Schlauchbinder (A 5-550); 9 Schlauchbinder (CM 10 x 80) mit Sechskantmutter 10; 11 Bremshebel; 12 Schraubverbindung; 13 Laufbuchse; 14 Handbremshebel mit Zahnsegment; 15 Zugstange; 16 Zapfenschraube; 17 Sicherungsblech; 18 Gummiverschluß; 19 Nachstellmutter; 20 Kabeltülle (A 12 x 2,5); 21 Stütze; 22 Kugelschmierkopf (A 8)

Bremshebel und Handbremshebel sind getrennt gelagert, funktionieren jedoch unabhängig voneinander über die Zugstange 15. Beim Auflaufen bewegt die Rückwand des Kupplungsrohres den Bremshebel nach hinten. Da dieser seinen Drehpunkt an der Befestigungsschraube 12 hat, wird die am Bremshebel befestigte Zugstange nach vorn gedrückt, und somit werden die am Bremsausgleich montierten Seilzüge angezogen. Diese wiederum betätigen den in der Radbremse sitzenden Bremshebel, der die Bremsbacken gegen die Brems-trommel drückt.

Das Einrasten einer Bremssperre beim Rückwärtsfahren entfällt. Das mechanische Brems-system ist konstruktiv so gelöst, daß mit dem Anhänger vor- und zurückgefahren werden kann, ohne daß der Fahrer beim Rückwärtsfahren aussteigen und die Bremssperre einlegen muß. Am Führungsrohr ist außerdem die vertikal verschiebbare Standstütze mit Druckblech und Drehbolzen angebracht.

## Wartungsarbeiten

Vierteljährlich sind alle beweglichen Teile der Kugelumkupplung zu säubern, Lagerstellen, Feder, Kugelsitz und Sicherungsbolzen zu schmieren sowie die Schraubverbindungen Kugelkupplung/Kupplungsrohr mit einem Anzugsdrehmoment von  $80 \pm 5$  Nm zu prüfen. Die Gleitfläche des Kupplungsrohres ist über dem auf dem Führungsrohr angebrachten Kugelschmierkopf mit SWC 423 zu fetten.

Alle 10 000 km sollte der Zustand der Gleitfläche des Kupplungsrohres überprüft werden. Dies erfolgt, indem das hintere Schlauchband 8 gelöst und der Faltenbalg 6 nach vorn geschoben wird. Das Schubstück wird dann vollständig herausgezogen, die Gleitfläche gesäubert und gefettet. Danach kann der Faltenbalg zurückgeschoben und das Schlauchband befestigt werden. Durch mehrmaliges Betätigen des Schubstückes wird das Fett gleichmäßig verteilt.

Alle 5000 km ist das Lagerspiel zwischen Kupplungsrohr und Gleitbuchse im Führungsrohr zu prüfen. Dazu das Schubstück bis zum Anschlag herausziehen; am Ende der Kugelumkupplung 3 darf zwischen Aufundabbewegung ein Spiel von maximal 4 mm vorhanden sein.

Jährlich einmal sind folgende Arbeiten durchzuführen:

- Sicherung 17 der Zapfenschraube 16 auf ordnungsgemäßen Sitz prüfen und Lagerung des Bremshebels 11 säubern und fetten.
  - Hubeinstellung des Auflaufschubstückes kontrollieren.
- Anhänger gegen Wegrollen sichern.

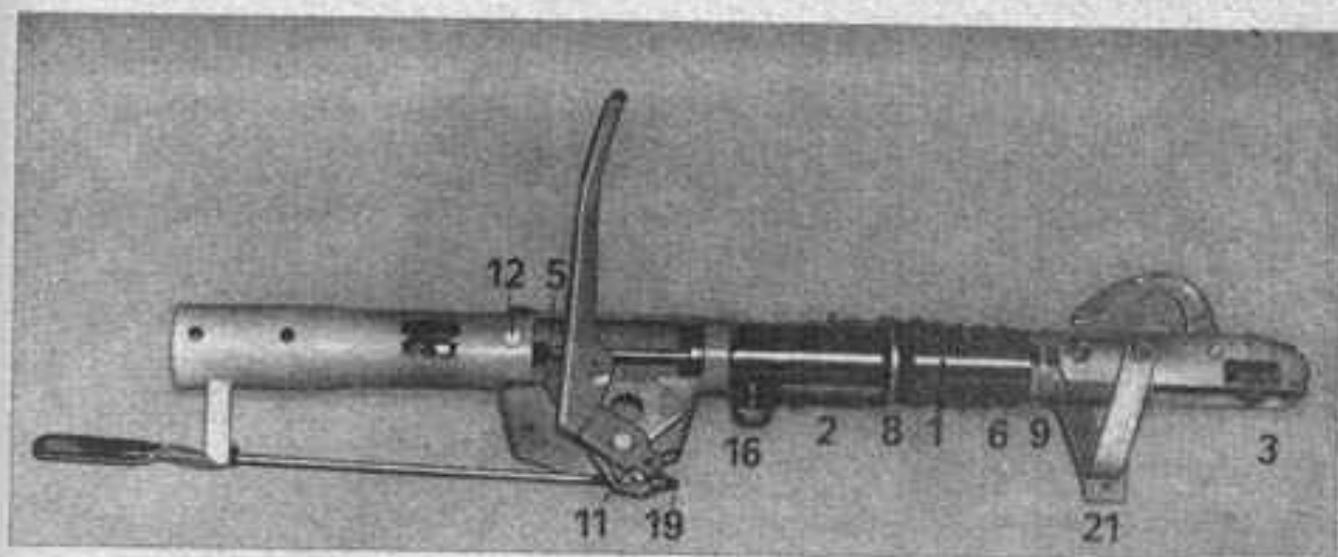


Bild 4.71. Schnittmodell des mechanischen Auflaufschubstückes mit im Kupplungsrohr liegendem Einrohrdämpfer – Bezeichnungen s. Bild 4.70

Im Achsbereich mit Scherenwagenheber anheben, bis sich beide Räder von Hand drehen lassen.

Handbremse in Nullstellung drücken.

Schubstück bis zum Anschlag eindrücken.

Die mit dem Bremshebel verbundene Zugstange wird durch Drehen der Einstellmutter 19 nach rechts so weit angezogen, bis am Rad ein spürbares Bremsmoment auftritt (Bild 4.71).

**Beachte:**

Das Bremsmoment wird beim Rückwärtsdrehen beider Räder ermittelt.

Schubstück bis zum Anschlag herausziehen, Räder müssen wieder frei laufen.

**Tabelle 4.10. Störungen, die am Schubstück der mechanischen Auflaufbremse auftreten können (s. auch Tabelle 4.8.)**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Schubstück klappert	Einrohrdämpfer 5 defekt	Einrohrdämpfer wechseln
	Epoxidharzbuchse im Zugrohr hat zu großes Spiel Einrohrdämpfer in der vorderen Aufhängung locker	neue Buchse eingießen bzw. Kupplungsrohr 7 wechseln hintere Befestigungsschraube der Kugelumkupplung mit einem Anzugsdrehmoment von $80 \pm 5$ Nm anziehen bzw. Distanzbuchse im Kupplungsrohr wechseln
Anhänger bremsst nicht	Einrohrdämpfer in der hinteren Aufhängung hat zu großes Spiel	ausgeschlagene hintere Aufhängung der Einrohrdämpferkolbenstange wechseln, evtl. Schraube CM 10 x 80 erneuern
	Einrohrdämpfer fest Ansprechweg des Schubstückes zu groß Kupplungsrohr an den Gleitflächen verschmutzt bzw. Korrosion vorhanden Bremshebel fest	Einrohrdämpfer wechseln Ansprechweg einstellen  Kupplungsrohr ausbauen und reinigen bzw. erneuern  Lagerung des Bremshebels gangbar machen
Anhänger bremsst ungenügend	Ansprechweg des Schubstückes größer 15 mm Druckstange des Einrohrdämpfers verbogen Kupplungsrohr im Führungsrohr schwergängig	Ansprechweg einstellen  Einrohrdämpfer wechseln
	Bremshebel schwergängig	Buchse im Führungsrohr fetten (Kugelschmierkopf) bzw. demonstrieren und reinigen Lagerung des Bremshebels gangbar machen
Bremsen blockieren beim Auflaufen des Anhängers Während der Fahrt sind ständige Auflaufschwingungen festzustellen	Einrohrdämpfer defekt Ansprechweg des Schubstückes zu klein (kleiner als 10 mm)	Einrohrdämpfer auswechseln Ansprechweg einstellen
	Einrohrdämpfer defekt Ansprechweg des Schubstückes falsch eingestellt Zapfenschraube 16 mit Sicherungsblech verloren bzw. gelockert	Einrohrdämpfer auswechseln Ansprechweg einstellen  Zapfenschraube mit Sicherungsblech erneuern
Anhänger läßt sich nicht oder nur schwer rückwärts schieben	Ansprechweg der Auflaufeinrichtung kleiner als 10 mm	Ansprechweg einstellen

Räder vorwärtsdrehen und Schubstück langsam eindrücken. Nach 10 bis 15 mm Auflaufweg des Schubstückes müssen die Bremsen beim Vorwärtsdrehen der Räder anliegen und spürbar bremsen. Wird dies nicht erreicht, so müssen die Radbremsen nachgestellt werden (s. Abschn. 4.2.2.3.). Auskunft über die Ursachen von Störungen gibt Tabelle 4.10.

## Instandsetzungsarbeiten

### Auflaufkopf komplett wechseln

- Handbremse anziehen und Anhänger gegen Wegrollen sichern.
- Sicherungsblech an der Zapfenschraube 16 aufbiegen und Zapfenschraube herausschrauben.
- Schraubverbindung des Einrohrdämpfers im Führungsrohr herausschrauben.
- Schlauchband 8 am Faltenbalg lösen und Faltenbalg vom Führungsrohr schieben.
- Auflaufkopf aus dem Führungsrohr herausziehen.

Bei der Montage den Verschleiß der im Führungsrohr eingegossenen Epoxidharzbuchse prüfen, die Gleitfläche des Kupplungsrohres säubern und mit SWC 423 fetten, den Faltenbalg mit Glycerin einreiben.

Die Öse an der Zugstange des Einrohrdämpfers muß bei der Montage senkrecht stehen. Des weiteren ist der Einrohrdämpfer vor dem Einführen des Kupplungsrohres vollständig auseinanderzuziehen (Abstand Ende Kupplungsrohr bis Öse ca. 160 mm)

#### Beachte:

Auf dem Führungsrohr ist der Gummiverschluß 18 herauszudrücken. Durch diese Öffnung kann das Einführen der Sechskantschraube durch die Öse der Zugstange des Einrohrdämpfers unterstützt werden.

### Auflaufkopf zerlegen

- Schlauchband vorn lösen und Faltenbalg nach hinten abziehen.
- Schraubverbindung 3 zwischen Kugelkupplung und Kupplungsrohr abschrauben, Feder-ring abnehmen und Schraube herausziehen bzw. vorsichtig herausschlagen, Stütze wegnehmen (Bild 4.72).

#### Beachte:

Beim Herausschlagen Gewinde und Distanzbuchsen nicht beschädigen.

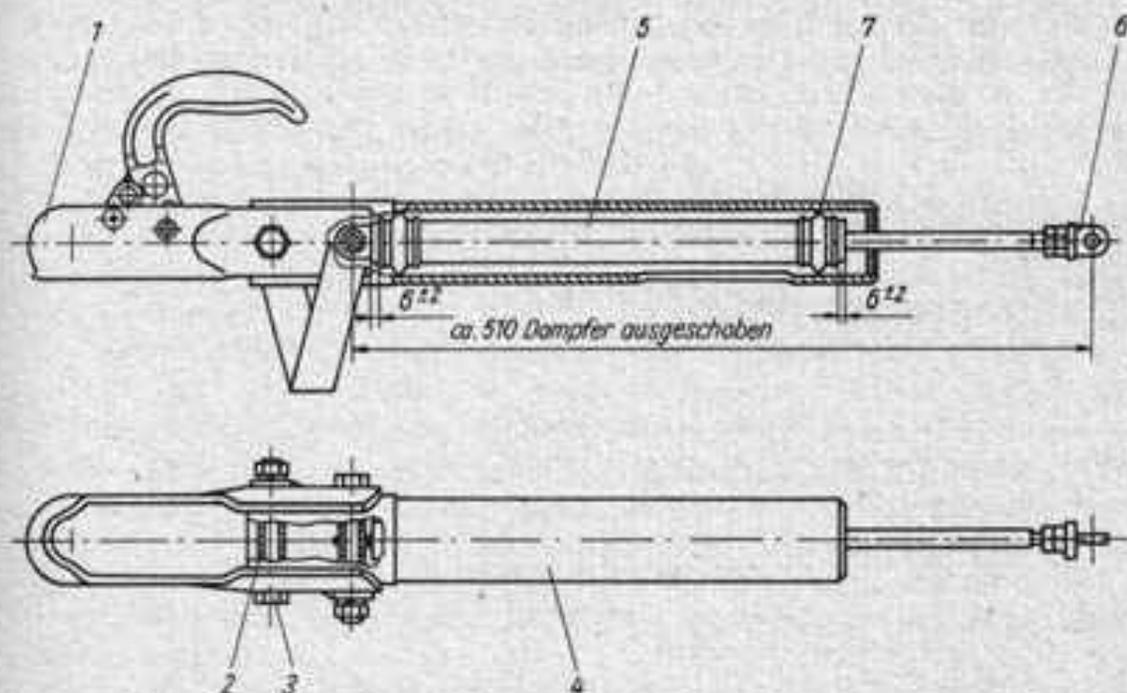


Bild 4.72. Auflaufkopf der mechanischen Auflaufbremse

1 Kugelkupplung; 2 Distanzhülsen; 3 Schraubverbindung; 4 Kupplungsrohr; 5 Einrohrdämpfer mit Befestigungsösen 6 und Gummiformteil 7

– Öse und Kontermutter an der Zugstange abschrauben und Kugelkupplung nach vorn abnehmen.

– Einrohrdämpfer nach vorn herausziehen und Gummiteile vom Dämpfergehäuse abziehen.

Bei der Montage sind folgende Punkte zu beachten:

– Gummiformteile zum Ausgleichen der Lage des Einrohrdämpfers mit dem Bund auf das Dämpfergehäuse schieben.

Der Abstand vom Ende Gummiformteil bis Ende Gehäuse des Einrohrdämpfers soll auf beiden Seiten  $6 \pm 2$  mm betragen.

– Fläche zwischen Kugelkupplung und Kupplungsrohr fetten.

– Die aufgeschraubte Mutter an der Zugstange ist mit einem Anzugsdrehmoment von  $45 \pm 5$  Nm anzuziehen und die Anschweißmutter mit Öse bis auf den Anschlag aufzuschrauben. Dieser Arbeitsgang kann aber erst nach Einführung des Dämpfers in das Kupplungsrohr ausgeführt werden.

#### 4.2.4. Instandsetzungsarbeiten am Schwingungsdämpfer

Folgende Dämpfer werden serienmäßig in die Campinganhänger eingebaut:

- A 2-150-140/50 Campinganhänger Bastel
- A 2-150-140/50 Campinganhänger Intercamp
- A 2-150-140/50 Campinganhänger QEK Junior
- B 2-90-65/35 A Wohnzeltanhänger Camptourist

Die Dämpfungswirkung ist geschwindigkeitsabhängig. Je größer und schneller die Schwingungen des Anhängers auftreten, desto stärker ist die Dämpfungswirkung. Dabei wird ein im Dämpfer befindliches Öl durch den Kolben 5 (Bild 4.73) gedrückt. Im Kolben sind ein leicht öffnendes Niederdruckventil und ein schwer öffnendes Hochdruckventil angebracht. Beim Einfedern wird das Schwingungsdämpferöl relativ schnell über das Niederdruckventil in den Raum oberhalb des Kolbens gedrückt, so daß eine geringe Dämpfungswirkung entsteht. Die von dem über dem Kolben liegenden Raum nicht mehr aufnehmbare Ölmenge, bedingt durch die Volumenverkleinerung durch die Kolbenstange, entweicht über ein Ausgleichsventil des Ventilkörpers 5 in den zwischen dem Kolbenzylinder 4 und dem Mantelrohr 3 liegenden Ausgleichsraum. Beim Entspannen der Feder wird der Schwingungsdämpfer auseinandergezogen. Das schwer öffnende Hochdruckventil hemmt die Durchströmgeschwindigkeit des Dämpferöles in dem

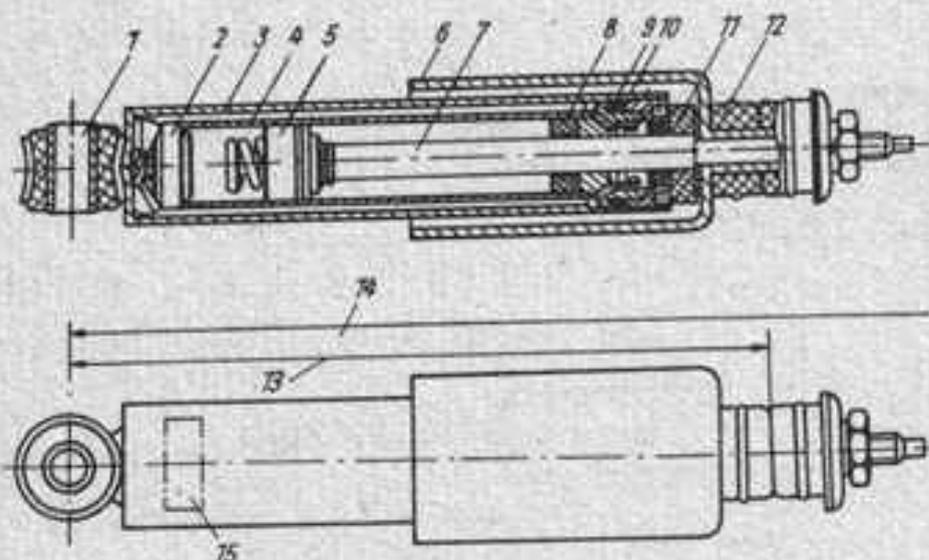


Bild 4.73. Teleskop-Schwingungsdämpfer (29)

1 Buchse; 2 Ventilkörper; 3 Mantelrohr; 4 Zylinder; 5 Kolben; 6 Schutzmantel; 7 Kolbenstange; 8 Führungsstück; 9 Scheibe; 10 Schnurring; 11 Pufferscheibe; 12 Ringpuffer; 13 Dämpfer zusammengeschoben – Wert ist vom Dämpfer-Typ abhängig; 14 Dämpfer auseinandergezogen – Wert ist vom Dämpfer-Typ abhängig; 15 Feld für Kennzeichnung

Raum unterhalb des Kolbens. Dadurch wird die Kolbenbewegung gebremst und die Dämpfungskraft in Zugrichtung erzeugt. Das im Ausgleichsraum befindliche Öl strömt durch den unter dem Kolben entstehenden Unterdruck wieder in den Kolbenzylinder zurück.

### Kontrollarbeiten

Eine Sichtkontrolle der Schwingungsdämpfer ist bei allen Arbeiten an der Achse, Dreiecklenker bzw. Radbremse mit durchzuführen. Die Dämpfer werden auf Ölspuren am Mantelrohr 3 kontrolliert. Vor der Sichtkontrolle darf der Dämpfer nicht gereinigt werden. Die Ölspuren werden am verschmutzten Dämpfer durch eine feuchte, fettige Schmutzschicht sicher erkannt. Sind Ölspuren vorhanden, dann ist meistens die Dichtung im Stoßdämpfer defekt.

Der Dämpfer ist gegen einen neuen oder regenerierten auszuwechseln bzw. Dämpferöl aufzufüllen.

Die untere Befestigung der Dämpfer vom Typ A und B ist mit einem Anzugsdrehmoment von  $70 \pm 10$  Nm an der M-12-Mutter zu kontrollieren. Bei den Schwingungsdämpfern vom Typ A ist mit diesem Anzugsmoment auch die obere Befestigung zu überprüfen. Beim Typ B erfolgt die obere Lagerung durch zwei Gummipuffer, die auf die Kolbenstange aufgesteckt werden und zwischen dem oberen Halteblech angeordnet sind (Bild 4.74). Das Anzugsdrehmoment zur Gewährleistung einer sicheren Halterung beträgt  $16 \pm 2$  Nm. Die Mutter auf der Kolbenstange mit einem größeren Moment anzuschrauben hat zur Folge, daß die Gummipuffer zusammengedrückt werden und somit die elastische Aufnahme der Dämpfer gemindert wird.

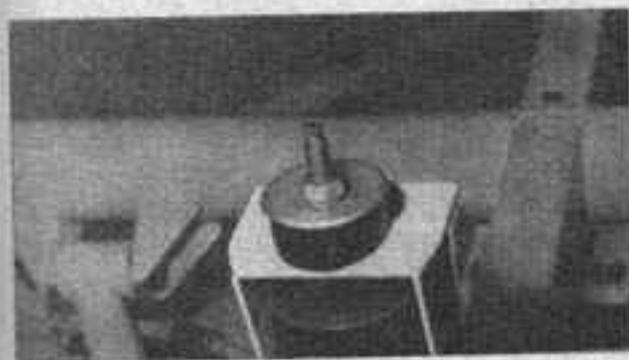


Bild 4.74. Obere Schwingungsdämpferbefestigung beim Wohnzeltanhänger Camptourist

Lassen sich die Dämpfer in der oberen oder unteren Lagerung auf und ab bewegen, obwohl die Schraubverbindungen mit den angegebenen Anzugsdrehmomenten überprüft wurden, dann ist die Gummilagerung der Dämpfer defekt.

Beim Campinganhänger Qek Junior sind bei jeder Kontrolle der Schwingungsdämpfer der Zustand und die Befestigung der Fangbänder mit zu kontrollieren. Ist das Fangband an den Befestigungslöchern eingerissen oder verschlissen, dann ist es sofort zu wechseln. Ohne Fangband kommt es zur Zerstörung der Schwingungsdämpfer.

Die Funktionskontrolle kann sich nur auf eine subjektive Prüfung beziehen. Eine objektive Überprüfung der Dämpfungscharakteristik ist auf einem Prüfstand möglich. Folgende subjektive Kontrollmöglichkeiten können durchgeführt werden.

- Anhänger an der Seitenwand, um die Längsachse, in Schwingungen versetzen. Nachdem keine Kraft mehr an der Seitenwand eingeleitet wird, müssen sich die Querbewegungen des Aufbaus schnell und spürbar stabilisieren. Der Oberbau kommt nach der letzten Schwingung ruckartig zum Stehen. Ist dies der Fall, dann sind die Schwingungsdämpfer noch funktionstüchtig. Pendeln die Schwingungen langsam aus, so ist mit defekten Dämpfern zu rechnen.
- Zur Überprüfung des Bodenkontaktes müssen aus einem zweiten Fahrzeug die Räder des fahrenden Anhängers beobachtet werden. Dabei ist es günstig, wenn zum Vergleich das Verhalten der Räder des Zugfahrzeuges mit beobachtet wird. Haben alle Räder einer Fahrseite annähernd gleichen Bodenkontakt mit der Fahrbahn, dann sind die Schwingungs-

dämpfer in Ordnung. Springt das Rad des Anhängers gegenüber den Rädern des Zugfahrzeuges wesentlich stärker, so ist ein Defekt des Dämpfers zu vermuten.

Ob der Dämpfer auf dem gesamten Nennschub noch funktioniert, ist wie folgt feststellbar:

- Untere Aufhängung vertikal im Schraubstock einspannen.
- Kolbenstange mit Schutzmantel 6 bis zum unteren Anschlag schnell eindrücken und bis zum oberen Anschlag unter Kraftaufwand herausziehen.
- Ist der Dämpfer noch funktionsfähig, dann läßt er sich mit geringem Kraftaufwand zusammenschieben und relativ schwer auseinanderziehen.
- Der Schwingungsdämpfer muß über den gesamten Hub eine gleichmäßige Dämpfungswirkung besitzen. Läßt der Widerstand auf einen Teil des Hubes nach oder ist bei zusammengedrücktem Dämpfer im letzten Teil ein Leerhub festzustellen, dann liegt ein Defekt im Ventilkörper oder Ölverlust vor. Der Dämpfer ist auszuwechseln bzw. Schwingungsdämpferöl aufzufüllen.

### **Schwingungsdämpfer wechseln**

- Anhänger sicher aufbocken.
- Rad abnehmen.
- Untere Lagerung lösen.
- Obere Schwingungsdämpferlagerung lösen.

Beim Wohnzeltanhänger ist die obere Halterung zu lösen, indem die Kolbenstange mit dem Gabelschlüssel SW 6 gegen Verdrehen festgehalten und die M-8-Mutter abgeschraubt wird.

### **Schwingungsdämpfer herausnehmen**

Beim Einbau muß darauf geachtet werden, daß die Gummilagerbuchse im unteren Auge des Schwingungsdämpfers straff sitzt, ist dies nicht der Fall, dann muß diese ausgewechselt werden.

Beim B 2-90-65/35 A (Camptourist) ist vor dem Einführen des Dämpfers in die obere Befestigung darauf zu achten, daß ein Ringpuffer bereits auf die Kolbenstange aufgeschoben wurde. Nach dem Einführen des Schwingungsdämpfers in die obere Halterung ist von oben der zweite Ringpuffer mit Scheibe aufzustecken und die M-8-Mutter festzuziehen. Dabei ist an der Kolbenstange mit einem Maulschlüssel gegenzuhalten.

Die Lagerschrauben sind vor dem Einstecken in die Lagerbuchsen zu fetten.

### **Schwingungsdämpferöl auffüllen**

Alle eingesetzten Dämpfer der Camping- und Wohnzeltanhänger sind einer Baugröße zugeordnet und stimmen somit in den Hauptabmessungen weitgehend überein. Die Schwingungsdämpfer der Campinganhänger Bastel, Intercamp und QEK Junior, die alle den Typ A 2-150-140/50 verwenden, sind untereinander austauschbar. Bis auf das Auffüllen bzw. Auswechseln des Dämpferöles sind alle Arbeiten am Ventilkörper von Spezialwerkstätten auszuführen. Zum Wechseln des Schwingungsdämpferöles sind folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Ringpuffer mit Scheibe von der Kolbenstange abziehen.
- Schmutzmantel in heißes Wasser halten und anschließend abziehen (nur beim Typ A 2-150-140/50).
- Gewinding mit Stiftschlüssel herausschrauben.
- Ringdichtung und Scheibe herausnehmen.
- Kolbenstange mit Kolben und Führungsstück aus dem Zylinder herausziehen.
- Zylinder und Ventilkörper herausziehen.
- Stoßdämpferöl aus dem Zylinder und dem Ausgleichsraum in ein sauberes Gefäß gießen.
- Scheibe am Boden des Gehäuses herausfallen lassen.

Außer den Gummiteilen sind alle Teile mit Waschbenzin zu reinigen und Hohlräume und Bohrungen anschließend mit Druckluft auszublasen.

Beim Einlegen der gewellten Scheibe muß die flache Auflage auf dem Gehäuseboden liegen. Die Dichtlippe des Dichtringes im Kolben ist vorsichtig über den Ansatz an der Kolbenstange zu schieben, so daß die Dichtlippe keinesfalls beschädigt wird.

Das Dämpferöl ist dann mit einem Meßzylinder einzugießen, damit es in den Ausgleichsraum fließen kann.

Folgende Füllmengen sind zu beachten:

A 2-150-140/50	123 ± 6 cm <sup>3</sup>
B 2-90-65/35 A	118 ± 3 cm <sup>3</sup>

Die Kolbenstange ist während des Einfüllens des Dämpferöles mehrmals auf- und abzubewegen. Um dabei einen Unterdruck zu vermeiden, ist der Schwingungsdämpfer bei ausgefahrener Kolbenstange zu verschließen.

Radialdichtring und Filzring müssen grundsätzlich gewechselt werden.

#### 4.2.5. Räder und Reifen

Räder und Reifen eines PKW-Anhängers sind die Baugruppen, denen im allgemeinen die geringste Aufmerksamkeit gewidmet wird. Wir haben uns daran gewöhnt, daß Anhängerreifen über Jahre nutzbar sind. Dennoch verdienen diese Baugruppen unsere besondere Aufmerksamkeit, hängt doch von ihnen ganz wesentlich die Fahrstabilität des Anhängerzuges und somit die Sicherheit im Straßenverkehr ab.

Auf Campingplätzen kann man immer wieder beobachten, daß beim Abreisen der Campingfreunde die Campinganhänger geputzt werden und der Luftdruck auf den Reifen mit einem Fußtritt „überprüft“ wird. Diese Art Kontrolle ist vielleicht eine moralische Beruhigung, aber nach mehreren Wochen Standzeit hat der Reifen keinesfalls mehr den der vorhandenen Radlast angepaßten Reifeninnendruck. Die Auswirkungen sind nicht nur ein erhöhter Reifenverschleiß, sondern, und das ist weitaus gefährlicher, ein unruhiger Lauf des Anhängers, der meist in einem Schlingern und Schleudern des Anhängers endet.

Bedingt durch die unterschiedliche Spurbreite zwischen Zugfahrzeug und Anhänger kommt es bei Stadtfahrten oftmals zu Beschädigungen der Felge und der Reifenseitenwand, die beim Kurvenfahren durch Bordsteinkanten verursacht werden. Zur Schonung der Räder sollten deshalb die Kurve ausgefahren und der Kurvenradius des Innenrades beachtet werden.

Tabelle 4.11 enthält die Zuordnung der Reifeninnendrucke zur Belastung des Anhängers. Die Auslieferung der Räder erfolgt teils mit, teils ohne Schlauch. Bei den schlauchlosen Reifen werden die Reifenwülste gegen das Felgenhorn gepreßt und gewährleisten somit eine luftdichte Verbindung mit der Felge. Beide Reifen haben die gleiche Tragfähigkeit. Schlauchlose Reifen können auch bei Beschädigung des Felgenhorns mit Schlauch gefahren werden.

Tabelle 4.11. Achslast und Reifeninnendruck

	Masse in kg	Reifen	Reifeninnendruck in kPa
Campinganhänger	590	5.60 × 13	150
Bastel	700	5.60 × 13	190
	800	6.00 × 13	210
Campinganhänger Intercamp	590	6.00 × 13	150
	700	6.00 × 13	180
	800	6.00 × 13	210
Campinganhänger QEK Junior	360	5.20 × 13/4 PR	120
	500	5.20 × 13/4 PR	150
Wohnzeltanhänger Camptourist	315	5.20 × 13/4 PR	120
	500	5.20 × 13/4 PR	150

Die vom Reifenhersteller zulässigen Belastungen können um 20 % erhöht werden, wenn die Fahrgeschwindigkeit 100 km/h nicht überschreitet. In diesem Fall ist der Reifenninnendruck um 40 kPa zu erhöhen. Die vom Hersteller angegebenen Druckwerte sind Mindestwerte und gelten für den kalten Reifen. Druckerhöhungen, die sich durch die Erwärmung bei Betrieb des Reifens einstellen, dürfen nicht durch Ablassen der Luft ausgeglichen werden.

Für lange Fahrstrecken mit relativ hohen Dauergeschwindigkeiten (Autobahnen) ist der angegebene Reifenninnendruck um 20 kPa zu erhöhen.

**Tabelle 4.12. Verschleißerscheinungen am Reifen und ihre Ursachen**

Erscheinungen	Ursache	Abhilfe
Reifendruck verringert sich schneller als üblich	Ventil undicht	Ventil anziehen bzw. wechseln
	Schlauch ist porös Felgenreif verformt Schlauch ist durchgescheuert – falsche Schlauchgröße	Schlauch wechseln Felge erneuern richtige Schlauchgröße verwenden
Reifenprofil ist nur an den inneren Profilflächen abgefahren	Anhänger wurde überladen	Anhänger nur bis zur zulässigen Gesamtmasse beladen
	Quertraverse der oberen Schwingungsdämpfer- und Federaufnahme verbogen Achsstumpf locker bzw. verbogen Radlagerung ausgeschlagen Schwingungsdämpfer fest Achsstumpf im Schwingungshebel nicht rechtwinklig eingeschweißt Reifenninnendruck zu niedrig	Quertraverse richten bzw. erneuern Achsstumpf erneuern Radlager erneuern bzw. einstellen Schwingungsdämpfer wechseln Achsstumpf neu einschweißen
Reifenprofil ist nur an der äußeren Profilfläche abgefahren	falsche Schraubenfedern eingebaut	auf vorgeschriebene Größe bringen
	Schwingungsdämpfer fest zu hoher Reifenninnendruck	vorgeschriebene Schraubenfeder einbauen Schwingungsdämpfer wechseln auf vorgeschriebene Größe bringen
Mittlere Lauffläche ist stärker abgenutzt als die äußere Profilfläche	Reifen schleift am Radkasten	Feder bzw. Anschlagpuffer wechseln
	Schwingungsdämpfer defekt	Schwingungsdämpfer wechseln
Flächige Auswaschungen am Reifenumfang	Unwucht am Rad	Rad auswuchten lassen
	Achsstumpf steht nicht parallel zur Achse, sondern ist nach hinten verbogen	Schwingungshebel bzw. Dreiecklenker auf Verformung überprüfen und eventuell wechseln
Vorzeitige Abnutzung der inneren Profilflächen unter Bildung scharfkantiger Stufen Vorzeitige Abnutzung der äußeren Profilflächen unter Bildung scharfkantiger Stufen	Achsstumpf ist nach vorn verbogen	Achsstumpf erneuern bzw. Dreiecklenker oder Schwinghebel auf Verformung überprüfen und eventuell wechseln
	Reifenwand beschädigt	beim Fahren mit Anhänger wurden die Kurven geschnitten
Felge läßt sich nicht festziehen	Felgenlöcher für die Radbolzen ausgeschlagen	Felge wechseln

Werden zum Wintercamping M+S-Reifen verwendet, so sind diese mit einem um 20 kPa höheren Innendruck zu fahren.

Mit zunehmender Verringerung der Profiltiefe verändern sich auch die Haftwerte zwischen den Laufflächen des Reifens und der Fahrbahn. Je geringer die Profiltiefe ist, desto größer ist auf regennassen Straßen die Gefahr des Aquaplaning, d. h., das auf den Reifen zuströmende Wasser kann über die Profilrillen nicht mehr abgeleitet werden, es bildet sich zwischen Reifen und Fahrbahn ein Wasserkeil, auf dem der Anhänger schwimmt. Um dies zu vermeiden, ist die Mindestprofiltiefe der Lauffläche bei Pneumant-Reifen durch Abriebindikatoren gekennzeichnet. Auf die Lage dieser Erhebung in den Profilrillen wird durch das an der oberen Seitenwand gravierte Dreieckzeichen TWI hingewiesen. Die Verschleißgrenze des Reifens ist erreicht, wenn die Lauffläche bis zur Oberfläche des Indikators abgenutzt ist. Ist dies der Fall, so sind die Reifen zu wechseln.

Es muß aber auch geprüft werden, ob sich zwischen dem Profil eingedrückte Fremdkörper befinden. Nach fast jeder Fahrt findet man zwischen den Profilhohlräumen eingedrückte Gegenstände. Werden diese nicht entfernt, so werden sie bei jeder Bodenberührung des Rades gegen die Protaktorsole des Reifens gedrückt und können diese sowie die nachfolgenden Kordlagen beschädigen.

Durch eine Sichtkontrolle lassen sich bereits Veränderungen der Reifenlauffläche erkennen (beachte Tabelle 4.12). Eine normal abgefahrte Reifenlauffläche ist an der gleichmäßigen Abnutzung des Reifens über den gesamten Profilquerschnitt zu erkennen. Sind die Reifenflächen nur innen abgefahren, dann wurde der Anhänger über eine längere Strecke mit einer über der zulässigen Gesamtmasse liegenden Beladung gefahren.

Ist die mittlere Reifenlauffläche stärker abgenutzt als die äußere Reifenlauffläche, dann hatte der Reifen, im Verhältnis zur statischen Radlast, einen zu hohen Reifeninnendruck.

Bei vorzeitiger Abnutzung der äußeren Profilflächen wurde mit zu geringem Reifeninnendruck gefahren.

Flächige Auswaschungen am Reifenumfang lassen defekte Schwingungsdämpfer bzw. eine Reifenunwucht vermuten.

Einseitig abraderte Reifen lassen auf eine ungleiche Radlastverteilung bzw. auf Verschleiß der Radlager oder der Radaufhängung schließen.

Beim Abstellen des Anhängers im Freien sollten die Reifen vor Sonneneinwirkung geschützt werden. Durch Sonneneinwirkung wird der Gummi spröde, und es entstehen Risse an der Oberfläche, die die Lebensdauer des Reifens wesentlich vermindern.

Im Winter können die Reifen am Boden festfrieren. Der Anhänger darf keinesfalls gewaltsam weggezogen werden, da es dabei zur Beschädigung des Reifens kommen kann.

## Arbeiten an den Felgen

Die Felgen oder Scheibenräder sind sehr stabil ausgeführt und den jeweiligen Belastungen der Reifen angepaßt. Deformierungen treten nur bei unsachgemäßer Fahrweise auf. Die Kontrollen können deshalb auf folgende Punkte beschränkt bleiben:

- Überprüfen, ob das Anzugsdrehmoment der Radschrauben 70 Nm beträgt.
- Felge auf Deformierungen kontrollieren, die durch Überfahren von Hindernissen entstanden sind. Der Seitenschlag am Felgenhorn darf maximal 1 mm betragen. Ist der Seitenschlag größer und die Ursache des Seitenschlages liegt nicht in der Radlagerung, dann ist die Felge zu wechseln. Beim Wechseln einer Felge darf nur der vom Hersteller angegebene Felgentyp verwendet werden.
- Die Felgenlöcher für die Radbolzen müssen in einem einwandfreien Zustand sein. Sind diese durch locker gewordene Radmuttern geweitet, dann ist die Felge zu wechseln. Wird dies unterlassen, dann kann sich die Radmutter während des Fahrbetriebes durch die Felgenlöcher ziehen, und der Anhänger verliert das Rad.
- Wird beim Reifenwechsel an den Felgenschultern oder im Felgentiefbett Rostansatz festgestellt, so ist dieser zu beseitigen und die Felge anschließend mit „FELGIT“ zu streichen.

## Reifenwechsel

Den Reifenwechsel sollte man der Werkstatt überlassen. Die dort zur Verfügung stehenden Hilfsmittel und Vorrichtungen gestatten es, einen Reifenwechsel in wenigen Minuten auszuführen. Außerdem kann dann der Reifen gleichzeitig ausgewuchtet werden, wodurch eine bessere Laufruhe des Anhängers erreicht wird. Ist es jedoch erforderlich, unterwegs einen Schlauch zu wechseln, dann sind folgende Arbeitsgänge zu empfehlen:

- Rad vom Anhänger abnehmen.
- Ventileinsatz herausschrauben.
- Reifen gegenüber dem Ventileinsatz in das Tiefbett drücken, ist die Reifenwulst am Felgenrand angeklebt, dann durch Schlagen mit dem Gummihammer gegen die Reifenwand Verbindung lösen.
- Am Ventil ist mit Hilfe der Montierhebel die Reifenwulst über den Felgenrand zu ziehen.
- Mit einem Montierhebel die Reifenwulst festhalten und mit dem zweiten Montierhebel daneben die Wulst über den Rand ziehen, dies so lange fortsetzen, bis die Reifenwulst vollständig aus der Felge heraus ist.

### Beachte:

Montierhebel nicht zu tief in den Reifen drücken, da sonst weitere Beschädigungen am Schlauch zu erwarten sind.

- Ventilbefestigung lösen, Ventilgehäuse aus der Felge drücken und Schlauch herausziehen.
- Die noch auf der Felge sitzende Wulst gegen den Felgenrand drücken und Montierhebel zwischen Felge und Reifenwulst stecken.
- Felge vom Reifen abdrücken.
- Reifeninneres vorsichtig auf eingefahrene Gegenstände (Nägel, Schrauben usw.) abtasten und diese entfernen.
- Reifenwulst so in die Felge legen, daß auf der einen Seite die Wulst im Tiefbett der Felge liegt.
- Die noch außerhalb der Felge liegende Wulst mit dem Montierhebel in die Felge drücken.
- In den Reifen Talkum einstreuen, damit der Schlauch am Reifen nicht anklebt.
- Schlauch in den Reifen drücken und Ventilgehäuse an der Felge locker befestigen.
- Schlauch leicht aufpumpen und Reifen mit rotem Punkt so drehen, daß der Punkt am Ventil liegt.
- Reifen gegenüber dem Ventil in das Tiefbett drücken und mit dem Montierhebel zum Ventil hin aufziehen.

### Beachte:

Montierhebel darf beim Drücken gegen den Felgenrand nicht den Schlauch einklemmen.

- Reifen vertikal aufstauchen, damit die Reifenwülste an den Felgenrand gedrückt werden.
- Rändelmutter am Ventilgehäuse andrehen und Reifen auf vorgeschriebenen Druck aufpumpen.
- Dichtheit des Ventils prüfen.

Nach der Rückreise muß das Rad jedoch in eine Werkstatt zum Auswuchten gebracht werden.

## 4.2.6. Standstützen

### Aufbau und Funktion

Die Standstützen der Campinganhänger Bastei, Intercamp und QEK Junior werden aus den gleichen Grundbaugruppen (Bild 4.75) gefertigt. Sie unterscheiden sich nur in der Länge des gelochten U-Profiles und somit in der Standhöhe. Für den Wohnzeltanhänger Camptourist wird eine andere Standstütze verwendet (Bild 4.76). Während die erste Standstütze die Spindelmutter und das Gegenlager als eine Baugruppe besitzt, wird bei der Standstütze des Camptourist das Gegenlager fest mit dem Fahrzeugrahmen verbunden.

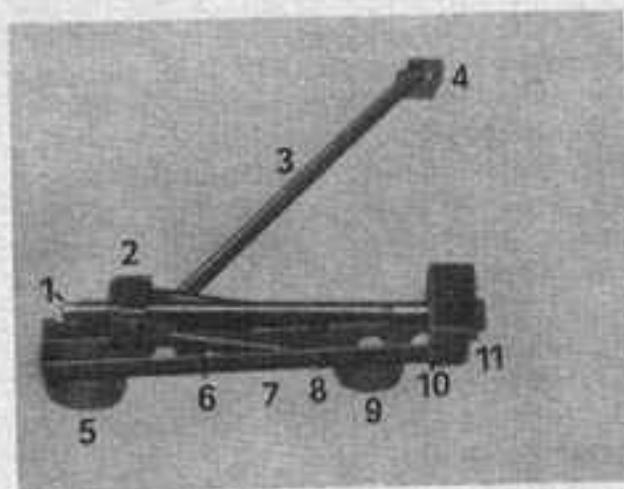


Bild 4.75. Standstütze der Campinganhänger Bastel, Intercamp und QEK Junior

1 Gewindespindel mit angeschweißtem Mutterkopf SW 19; 2 Spindelmutter; 3 Stützstrebe; 4 Haltewinkel; 5 Standblech; 6 Seitenführungsbleche; 7 U-Längsprofil; 8 Verbindungsniel der Seitenführungsbleche mit dem U-Längsprofil; 9 Aufschlagschutz; 10 Verbindungsniel und Gegenlager 11

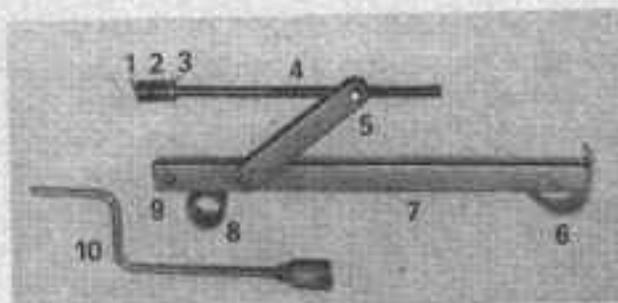


Bild 4.76. Standstütze des Camptourist

1 Führungsrolle mit Bohrung 2 für Zylinderkerbstift 5 x 25; 3 Anschlagbund; 4 Gewindespindel; 5 Seitenführungsstrebe; 6 Standblech; 7 U-Längsprofil; 8 Aufschlagschutz; 9 Bohrung für Nietstift 10 x 32; 10 Kurbel

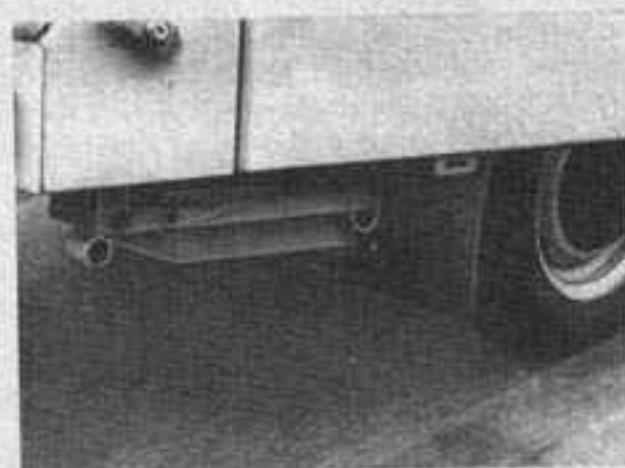


Bild 4.77. Lage der Standstütze am Aufschlagschutz während der Fahrt

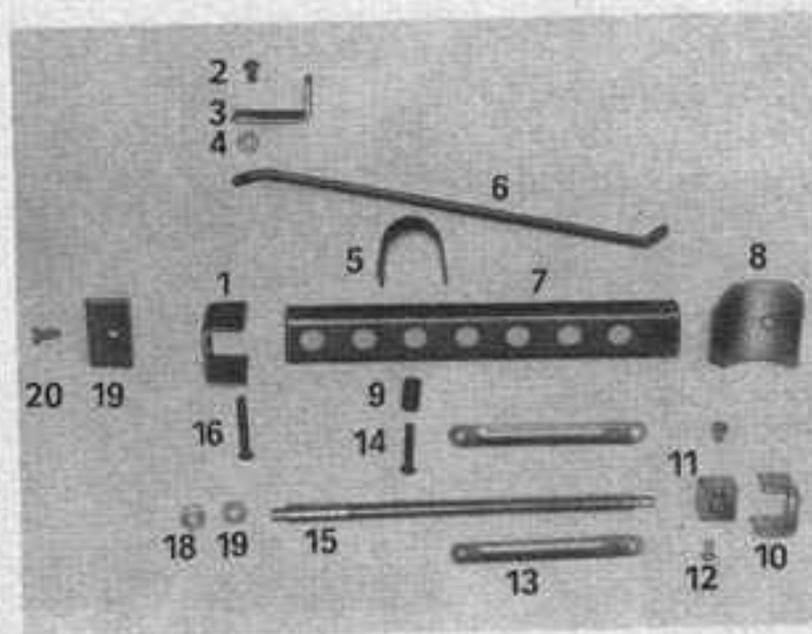


Bild 4.78. Einzelteile der Standstütze für die Campinganhänger Bastel, Intercamp und QEK Junior  
 1 Gegenlager; 2 Niet; 3 Haltewinkel; 4 U-Scheibe; 5 Aufschlagschutz; 6 Stützstrebe; 7 U-Längsprofil; 8 Standblech; 9 Distanzstück; 10 Führungsprofil; 11 Spindelmutter; 12 Niet; 13 Seitenführungsblech; 14 Niet; 15 Spindel; 16 Niet; 18 Mutter; 19 Deckblech bzw. U-Scheibe; 20 Befestigungsschraube

Die Funktion ist bei beiden Standstützen einheitlich. Durch Drehen der im Gegenlager 11 sitzenden Spindel bewegt sich die Spindelmutter auf der Spindel in axialer Richtung. Dabei drückt sie das U-Längsprofil über die Seitenführungsbleche nach unten bzw. zieht es nach oben. Am Ende des U-Längsprofils ist ein mit einem Radius versehenes Blech angeschweißt, welches als Standfläche dient. Das Blech hat in der Mitte eine Bohrung, damit angesammeltes

Regenwasser abfließen kann und somit die Korrosion des Bauteiles verzögert wird. In Nähe des Gegenlagers ist ein gebogenes Blech als Aufschlagschutz angeschweißt.

Beim Befahren von unebenen Wegen kann es vorkommen, daß der Anhänger im Bereich der hinteren Standstützen Bodenkontakt bekommt. Damit der dabei auftretende Stoß nicht unmittelbar auf die Standstütze und somit auf den Fahrwerksrahmen und Oberbau einwirkt, wurde der Aufschlagschutz angebracht (Bild 4.77). Die beim Stoß auftretende Energie wird beim Verformen des Aufschlagschutzes abgebaut. Am Gegenlager befindet sich die zum Befestigen der Standstütze am Fahrwerksrahmen erforderliche Schraube. Diese ist am Gegenlager angeschweißt.

Für Standstützen am Campinganhänger ist außerdem die Stützstrebe erforderlich, die ein seitliches Wegknicken der Standstütze verhindert. Die Stützstrebe ist am Haltewinkel angeietet und dieser ist am Fahrwerksrahmen angeschraubt.

An den Standstützen sind alle beweglichen Verbindungen genietet.

Die Standstützen des Wohnzeltanhängers Camptourist und der Campinganhänger Bastel, Intercamp und QEK Junior eignen sich nicht zum Entlasten der Räder und dürfen deshalb nicht zum Anheben des Anhängers bei einem Radwechsel verwendet werden. Sie dienen ausschließlich zum Abstützen des Anhängers auf dem Stellplatz, wobei die Hauptlast von der Achse getragen wird. Die Einzelteile einer Standstütze sind auf Bild 4.78 dargestellt. Die jeweils diagonal gegenüberliegenden Standstützen sind austauschbar. Die Standstützen des Wohnzeltanhängers und der Campinganhänger Bastel und Intercamp sind in der Längsachse der Anhänger angeordnet, während beim QEK Junior die Standstützen quer zur Längsachse angebracht sind.

## Wartungsarbeiten

Standstützen sind der Verschmutzung und somit der Korrosion ausgesetzt. Dazu kommt noch, daß es durch Überlastung zur Deformierung einzelner Baugruppen, besonders der Seitenfüh-

**Tabelle 4.13. Störungen an der Standstütze und Hinweise zu deren Beseitigung**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Spindel läßt sich nicht drehen	Spindel in Spindelmutter korrodiert	Anhänger nach vorn oder hinten kippen und zwischen Spindel und Spindelmutter Öl eindrücken
Spindel läßt sich schwer drehen	Spindel verschmutzt	Spindel reinigen und fetten
	Spindel verbogen	Aufnahmeblech der Spindel am Rahmen erneuern, da Aufnahmebohrung ausgeklappert
	Reibstellen des Bewegungsmechanismus verschmutzt	Reibstellen reinigen und ölen
	Gewinde beschädigt	Gewinde nachschneiden
Standstütze muß auf dem Stellplatz ständig nachgestellt werden	Seitenführungsblech verbogen	Seitenführungsblech auswechseln bzw. richten
	keine feste Holzunterlage unter der Standstütze	geeignetes Holzbrett unter das Standblech legen
	U-Längsprofil verbogen	U-Längsprofil auswechseln bzw. richten
Standstütze klappert während der Fahrt	Befestigung am Fahrwerksrahmen locker	Mutter nachziehen bzw. Sicherungsscheibe erneuern
	Spindel nicht fest angezogen	Spindel fest andrehen
	Niet weggeplatzt	Bauteil ausbohren und neu vernieten

rungsbleche und der Spindel, kommt (vgl. Tabelle 4.13). Bei der laufenden Überwachung der Anhänger sind deshalb folgende Wartungsarbeiten erforderlich.  
Die Standstützen sind nach jeder Fahrt mit Waschbenzin zu reinigen. Dabei sollte die Gewindespindel sehr sorgfältig von Staub und Schmutz befreit werden, da sich an den Gewindeflächen sehr leicht der während der Fahrt aufgewirbelte Straßenstaub absetzt und an diesen verkrustet. Wird die Gewindespindel nicht gereinigt, dann drückt diese den an den Gewindeflächen sitzenden Schmutz in die Spindelmutter, und es kommt zur Schwergängigkeit bzw. zum Verklemmen des Bewegungsmechanismus.

Die Spindel ist leicht einzufetten bzw. einzuölen und anschließend die Spindelmutter mehrmals hin- und herzubewegen. Danach muß die Spindel abgewischt werden, so daß ein leichter Fettfilm auf den Gewindeflächen verbleibt.

Des Weiteren sind alle beweglichen Verbindungen – Seitenführungsblech/Spindelmutter, Seitenführungsblech/U-Längsprofil, U-Längsprofil/Gegenlager, Stützstrebe/Haltewinkel – einzuölen, und anschließend ist das U-Längsprofil mehrmals auf- und abzubewegen.

Die Schraubenspindel muß auf Deformierungen kontrolliert werden, ebenso Seitenführungsblech, Standblech und Aufschlagschutz. Ist dies der Fall, so sollte die Standstütze vom Rahmen abgeschraubt und die Deformierung ordnungsgemäß beseitigt werden. Um vorzeitige Korrosion zu vermeiden, müssen Beschädigungen am Oberflächenschutz der Standstütze rechtzeitig ausgebessert werden.

Dies geschieht wie folgt:

- Beschädigte Stelle reinigen.
- Oberfläche mit Sandpapier (Körnung 150) aufrauen.
- Schleifstaub entfernen.
- Beschädigte Stellen mit Grundfarbe beschichten und trocknen lassen.
- Zweimal Decklack aufbringen; bevor der zweite Anstrich erfolgt, muß der erste getrocknet sein.

**Beachte:**

Die Standstützen der einzelnen Anhängertypen sind mit unterschiedlichen Anstrichsystemen behandelt. Beim Beseitigen der Oberflächenschäden darf nur das vom Hersteller angegebene Anstrichsystem (Nitro, Alkydharz oder PUR) verwendet werden.

## **Standstütze komplett aus- und einbauen**

Die Demontage einer kompletten Standstütze ist nur erforderlich, wenn ein Bauteil defekt, verformt oder korrodiert ist. Die Standstützen sind an den einzelnen Anhängertypen unterschiedlich befestigt.

Am Wohnzeltanhänger Camptourist kann die Standstütze nach Herausziehen des Nietstiftes zwischen U-Längsprofil und Stützkasten und Entfernen des Zylinderkerbstiftes an der Führungsrolle für die Kurbel demontiert werden.

Am Campinganhänger QEK Junior und am Intercamp ist die Standstütze am Rahmenprofil des Fahrwerksrahmens und am Gegenlager angeschraubt.

Vor der Montage einer Standstütze sind die Spindel und alle beweglichen Verbindungsstellen leicht zu fetten. Bei der Montage ist zuerst der Führungzapfen der Spindel in die Lagerlasche am Fahrwerksrahmen einzuführen und danach die Schraubverbindung herzustellen.

**Beachte:**

Bei den Schraubverbindungen darf der Federring nicht vergessen werden, da sonst die Standstütze während der Fahrt verloren gehen kann.

Am Campinganhänger Bastel muß zur Demontage der Standstützen der Fußbodenbelag im Innern des Anhängers an der Ecke gelöst werden, an der die Standstütze abgebaut werden soll. Dann können die M-8-Mutter abgeschraubt und die Schraube nach unten durchgedrückt werden. Die Standstütze ist von außen nach unten zu ziehen und in Richtung der Längsachse der Standstütze vom Anhänger wegzunehmen.

### **Auswechseln der Seitenführungsbleche (QEK Junior, Bastei, Intercamp)**

Die Seitenführungsbleche sind die Schwachstellen der Standstützen. An vielen Anhängern kann man beobachten, daß diese durch Überlastung verbogen sind und somit nicht mehr die vorgesehene Last übertragen können. Es hat wenig Zweck, einmal verbogene Seitenbleche zu richten und die Standstütze wieder einzubauen. Bei der nächsten Belastung würden sich diese wieder verformen. Zum Wechsel der Seitenführungsbleche wird eine Bohrmaschine benötigt. Bevor man mit der Arbeit beginnen kann, muß die Standstütze abgebaut werden.

Arbeitsfolge zum Wechsel der Seitenführungsbleche:

- Spindelmutter durch Drehen der Spindel in Richtung Gegenlager bewegen.
- Nietköpfe, an beiden Seiten des Führungsprofils der Spindelmutter, in der Mitte ankörnen und mit Spiralbohrer  $\varnothing 7,9$  mm ausbohren.
- Niet mit Zange herausziehen bzw. mit Schruppfeile abfeilen.
- Führungsprofil nach rechts und links leicht aufbiegen und von der Spindel abnehmen.
- Seitenführungsbleche vom Niet abdrücken.
- Niet am U-Längsprofil mit Schruppfeile auf der zur Stützstrebe zeigenden Seite abfeilen und Niet mit Dorn ausschlagen.
- Seitenführungsbleche und Distanzrohr wegnehmen.

Stehen zum Einbau keine Original-Seitenführungsbleche zur Verfügung, dann können diese aus Blech angefertigt werden. Um das erforderliche Widerstandsmoment zu erhalten, muß Blech in einer Dicke von 3 . . . 4 mm verwendet werden.

Der Nietkopf muß beim Vernieten auf einer Metallaufgabe gut aufliegen. Die Seitenführungsbleche müssen sich zwischen dem U-Längsprofil und dem Distanzrohr nach dem Vernieten bewegen können.

Nun ist der Niet an beiden Seiten des Führungsprofils durch die Bohrung des Seitenführungsbleches in die Bohrung der Spindelmutter zu drücken und der Nietkopf am Führungsprofil anzuschweißen. Ist ein Anschweißen nicht möglich, dann kann der Niet auch mit Epoxidharz eingeklebt werden. In diesem Fall müssen der Niet und die Bohrung fettfrei sein.

#### **Beachte**

Die Klebverbindung darf nicht zwischen Seitenführungsblech und Führungsprofil oder Spindelmutter zustande kommen.

Zur Stabilisierung der beiden Seitenführungsbleche kann im unteren Viertel ein Quersteg eingeschweißt werden.

### **Auswechseln der Spindel (QEK Junior, Bastei, Intercamp)**

Ist die Spindel verbogen, so liegt die Ursache an einer nicht anliegenden Spindelmutter am Fahrzeugrahmenprofil bzw. an der Bodengruppe. Es ist deshalb vor der Demontage zu überprüfen, ob die Bohrung des am Fahrzeugrahmen/Bodengruppe angebrachten Haltebleches ausgeschlagen ist. In diesem Fall muß das Halteblech mit erneuert werden, da sich sonst die neue Spindel sofort wieder verbiegen würde.

Zur Vorbereitung der Arbeit wird die ausgebaute Spindel mit Waschbenzin gereinigt. Dann wird die auf der Spindel aufgeschweißte M-12-Mutter abgeschliffen oder abgefeilt, bis sich die Schweißverbindung löst.

Die Spindel wird an der Spindelmutter so weit nach vorn gedreht, bis diese aus dem Bereich des Gegenlagers heraus ist und die Spindel nach oben gezogen und aus der Spindelmutter herausgedreht werden kann.

Vor der Montage ist die Spindelmutter im Gewinde zu reinigen und zu fetten. Nach dem Einschrauben der Spindel ist die U-Scheibe aufzustecken. Die Gewindespindel muß nach dem Aufschweißen der Mutter im Gegenlager Spiel haben.

## 4.3. Karosserie

Die Karosserie der Campinganhänger besteht aus den Einzelsegmenten Boden, Seitenwand links mit Fenster, Seitenwand rechts mit Fenster und Tür, Dach und eingearbeiteter Dachentlüftung, Vorderwand mit Fenster und Rückwand mit Fenster. Ist der Schaden an einem dieser Segmente so groß, daß das gesamte Einzelsegment ausgewechselt werden muß, so sollte diese Arbeit der Vertragswerkstatt überlassen werden. Die Reparaturkosten, einschließlich aller notwendigen Fahrkosten, sind bei der Selbstreparatur erfahrungsgemäß höher, als wenn diese Reparatur von einer Vertragswerkstatt ausgeführt wird. Bei den Karosserien der Campinganhänger QEK Junior, Bastei und Intercamp handelt es sich um Kunststoff-Aufbauten, die durch Korrosion nicht gefährdet sind. In der Mehrzahl treten bei diesen Aufbauten Schäden auf, die ein Auswechseln von kompletten Einzelsegmenten nicht erfordern.

### 4.3.1. Außenhaut

Beschädigungen der Außenhaut können Scharten, Schrammen, Risse und durch die Deckklagen hindurchgehende Löcher mit Kernschäden sein.

#### 4.3.1.1. Campinganhänger QEK Junior und Intercamp

Die Karosserie beider Campinganhänger besteht aus glasfaserverstärktem Polyester. Zwischen Innen- und Außenhaut ist beim Campinganhänger QEK Junior kein zusätzliches Isoliermaterial eingearbeitet, während der Campinganhänger Intercamp eine durchschnittliche Isolierung von 20 . . . 25 mm PUR-Hartschaum besitzt. Ein weiterer Unterschied ist in der Farbgebung vorhanden. Die Karosserieteile des QEK Junior werden mit eingefärbter Gel-coat hergestellt, und die Außenhaut des Intercamp wird nach der Montage des Rohkorpus mit einem PUR-Anstrichsystem lackiert.

Die ausgehärteten Polyesterteile sind duroplastisch und somit thermisch nicht verformbar. Demzufolge lassen sich Polyesterteile auch nicht schweißen. Sie lassen sich aber verkleben, verschrauben, spanabhebend bearbeiten und polieren.

Außer den üblichen Reinigungsarbeiten mit Kfz-Reinigungsmitteln sind an den Außenhäuten beider Anhänger keine zusätzlichen Wartungsarbeiten erforderlich. Neue Campinganhänger sollen nur mit klarem Wasser gereinigt werden. Erst wenn einige Verschmutzungen damit nicht mehr entfernt werden können, sind Kfz-Reinigungsmittel zu verwenden. Teerflecke sind mit den handelsüblichen Teerentfernern zu behandeln. Nach dem Entfernen der Teerflecke sind diese Stellen sofort mit einem trockenen sauberen Lappen nachzupolieren, damit der Teerentferner nicht zu lange auf die Oberfläche einwirken kann.

#### Beachte:

Azeton oder azetonhaltige Reinigungsmittel dürfen zur Pflege nicht benutzt werden. Sie beeinträchtigen den Glanz der Farbe und Gel-coat-Schicht.

### Reparaturarbeiten

Durch Steinschlag, Rangieren auf dem Campingplatz oder durch einen Unfall können Beschädigungen an der Außenhaut eintreten. An Polyesteraufbauten können bei einigem Geschick fast alle Beschädigungen selbst repariert werden.

#### Arbeits- und Brandschutz

Bei der GFP-Verarbeitung müssen einige Besonderheiten beachtet werden.

Die Räume müssen gut belüftet werden, da bei der Polyesterverarbeitung in offenen Formen ein Teil des bis zu 30 % im Harz enthaltenen Styrols verdunstet. Höherer Styrolgehalt in der Umgebungsluft verursacht Reizerscheinungen an Augen, Nasen- und Rachenschleimhäuten und im Extremfall Appetitlosigkeit und Gleichgewichtsstörungen.

In gut durchlüfteten Räumen können Reparaturarbeiten ohne Nebenerscheinungen bedenkenlos durchgeführt werden.

Bei der Verarbeitung sind Schutzhandschuhe oder Hautschutzsalben zu verwenden. Das Styrol im Polyester macht die Haut rau, spröde und rissig.

Die als Härtungskatalysator verwendete organische Peroxidpaste darf nicht mit Kobaltbeschleuniger direkt zusammengemischt werden. Dabei kann eine explosionsartige Zersetzung des Katalysators eintreten. Kobaltbeschleuniger ist deshalb zuerst mit dem Polyester zu mischen, und erst in das Gemisch ist Peroxidpaste einzurühren.

Die Augen sind vor jeder Berührung mit Peroxiden durch Tragen einer Schutzbrille zu schützen. Erfolgt unverhofft eine direkte Berührung der Hornhaut des Auges mit einem Peroxidspritzer, so ist sofort kräftig mit Wasser oder besser mit 2%iger Natriumbikarbonatlösung zu spülen.

### Verarbeitungshinweise

Für Reparaturzwecke sollte die im Handel angebotene Packung „Hobby-Plast“ verwendet werden. Diese Packung enthält:

- 1000 g vorbeschleunigtes Polyesterharz
- 40 g Cyklohexanonperoxidpaste als Härter
- 50 g Füllstoff
- 100 g Trennmittel
- 45 ml Wachslösung
- 1 m<sup>2</sup> Glasseidenmaterial

und eine Arbeitsanleitung.

Als Hilfsmittel werden außerdem benötigt: Plasteimer oder Plasteschlüssel, Flachpinzel und Rundpinzel mit weichem Haar, Gummihandschuhe, Schutzbrille, 2 m<sup>2</sup> dünne Folie (Zellophan, Polyäthylen) und 1 kg Azeton.

Bevor mit der Reparatur begonnen werden kann, muß bei größeren Beschädigungen an Sicken, Rippen oder anderen Formpartien eine Negativform angefertigt werden. Liegt die Beschädigung auf einer ebenen Fläche der Außenhaut, so genügt es, wenn an dieser Stelle eine Pertinaxplatte auf die Außenhaut aufgeschraubt wird. Die Platte muß rundum fest an der Außenhaut anliegen.

Jede Unebenheit erfordert nach dem Laminierprozeß erhebliche Nacharbeit. Anstelle der Pertinaxplatte kann auch eine 3- . . . 5- mm-Sperrholzplatte verwendet werden. Diese muß jedoch auf der zur Außenhaut zeigenden Seite mit Trennmittel Wendal oder Bohnerwachs eingerieben werden.

Hinweise zum Herstellen der Negativform:

- Stelle an der Campinganhänger-Außenhaut suchen, die mit der beschädigten Stelle gleich ist.
- Diese Stelle reinigen und trocknen lassen.
- Mit Trennmittel Wendal oder Bohnerwachs einreiben.  
Dabei ist zu beobachten, daß die anzufertigende Negativform ca. 3 . . . 5 cm größer hergestellt werden muß als die beschädigte Fläche. Da Harz mit der Außenhaut ohne Trennmittel eine feste Bindung eingeht, sollte die einzureibende Fläche wesentlich größer gewählt werden, damit eventuelle Harzspritzer von der Außenhaut problemlos entfernt werden können.
- Gel-coat entsprechend der Fläche der abzuformenden Negativform in einer Plasteschüssel folgendermaßen einrühren

- 100 Teile Polyester
- 30 . . . 50 Teile Füllstoff (z. B. Suprasil, Schlammkreide)
- 2 Teile Kobaltbeschleuniger (1 % Metallgehalt)
- 1 . . . 2 Teile Peroxidpaste (50%ig).

**Beachte:**

Bei der Verwendung von Hobby-Plast ist die Zugabe von Kobaltbeschleuniger nicht erforderlich, da dieser bereits im Polyester eingemischt ist. Die Polyesteremasse ist nur für einen Gel-coat-Anstrich einzurühren.

- Gel-coat mit weichem Pinsel sauber (blasenfrei) auf das Trennmittel auf der Außenhaut streichen und aushärten lassen. Nach dem Aushärten (ca. 1 Std.) ist ein zweiter Anstrich Gel-coat aufzutragen. Schichtstärke eines Gel-coat-Anstriches ca. 0,3 bis 0,5 mm.

**Beachte:**

Bei 20 °C Raumtemperatur beginnt der Härtingsprozeß der Gel-Coat nach ca. 20 . . . 30 min.

- Nach jeder Benutzung den Plastebehälter und die Werkzeuge mit Azeton säubern.
- Nachdem der zweite Anstrich ausgehärtet ist, wird das Laminierharz nach folgendem Rezept eingerührt

- 100 Teile Polyester
- 2 Teile Kobaltbeschleuniger (1 % Metallgehalt)
- 1 . . . 2 Teile Peroxidpaste (50%ig).

Für 30 . . . 40 Masseanteile Glasmatte mit 300 . . . 450 g/m<sup>2</sup> benötigt man 70 . . . 60 Masseanteile Polyesteremischung.

- Laminierharz mit weichem Pinsel dick auf die ausgehärtete Gel-coat streichen und Glasmatte trocken auf die eingestrichene Fläche drücken.
- Laminierharz mit Rundpinsel auf die trockene Matte tupfen, dadurch werden vorhandene Luftporen herausgedrückt.
- Ist die Matte voll Laminierharz getränkt, dann ist dieser Vorgang mit der zweiten, dritten und eventuell vierten Matte zu wiederholen.

**Beachte:**

Herablaufendes Harzgemisch ist sofort von der Außenwand abzuwischen. Unter die Laminierstelle ist auf dem Fußboden Folie zu legen.

- Auf die letzte Matte ist Folie aufzulegen, deren Überstand über die bestrichene Fläche 8 . . . 10 cm betragen soll, und fest anzustreichen, da die der Luft zugekehrte Oberfläche sonst nicht klebfrei wird. Wer keine Folie hat, kann auch dem für die letzte Matte notwendigen Laminierharz 1 . . . 2 % Wachslösung zusetzen.
- Nach ca. 4 bis 6 Std. kann die ausgehärtete Negativform von der Außenhaut abgenommen werden. Sollte die Negativform schwer abgehen, dann ist diese an einer Stelle zu lösen und an dieser Stelle Preßluft oder Wasser zwischen Negativform und Außenfläche des Anhängers zu drücken.
- Das an der Oberfläche der Negativform haftende Trennmittel ist mit Azeton sauber abzuwischen. Wurde Wendal als Trennmittel verwendet, dann kann dieses mit Wasser entfernt werden. Gleiches gilt für das Entfernen des Trennmittels von der Außenhaut des Anhängers.

**Reparaturen ohne Negativform**

Ohne Gegenform können alle Beschädigungen auf der Außenhaut, z. B. Schrammen, Risse, Scharfen . . . , beseitigt werden, welche nicht als Begleiterscheinung eines Bruches, einer tiefen oder durchgehenden Beschädigung des Laminates auftreten. Die Beschädigungen können wie folgt ausgebessert werden:

- Stelle reinigen und mit Schleifpapier der Körnung 150 bis 200 anschleifen.
- Polyesterharz in einer Plasteschüssel mit 50 . . . 100 Teilen Füllstoff (Suprasil oder Füllstoff) einrühren.
- Bei 20 . . . 25 °C Raumtemperatur wird die Polyesteremischung in einer oder in mehreren Schichten auf die schadhafte Laminatdecklage aufgetragen. Geringfügige Risse werden mit kurzen oder gemahlten Glasfasern ausgefüllt und mit dem Harzgemisch nachgetränkt.

**Beachte:**

Die mit Polyesterharz behandelte beschädigte Stelle muß glattflächig in die Oberfläche der Außenhaut übergehen. Ein nachträgliches Abschleifen ist sehr zeitaufwendig.

- Über das aufgetragene Polyesterharz wird eine Plastefolie gelegt, deren Überstand über die bestrichene Fläche mindestens 5 bis 8 cm betragen soll.
- Eine Beschleunigung der Härtung kann durch Erwärmen der Oberfläche erreicht werden.
- Nach dem Aushärten des Harzes wird die Folie abgezogen und das überschüssige Harz entfernt. Die Übergangstellen werden leicht mit Schleifpapier der Körnung 280 bis 350 plan geschliffen.

**Reparaturen mit Negativform**

Durch die Außenhaut hindurchgehende Löcher, Brüche mit Kernschäden usw. werden wie folgt repariert:

- Stelle reinigen und aus der Außenhaut einen Kreis heraussägen, der alle Beschädigungen einer Stelle erfaßt. Der Kreis muß kleiner als die Außenkanten der Negativform sein.
- Ist das Segment doppelwandig mit PUR-Isolierung ausgeführt, dann ist die Innenhaut an der Schadstelle zu entfernen und das Isolationsmaterial mit einem um 10 cm größeren Kreisdurchmesser, gegenüber dem Kreis in der Außenhaut, herauszutrennen.
- Außenhaut an der Innenseite mit Schleifpapier der Körnung 80 bis 150 aufrauen.
- Vorher angefertigte Negativform mit Trennmittel Wendal einreiben, trocknen lassen und nochmals mit Trennmittel behandeln und trocknen lassen.
- Negativform auf die Schadstelle setzen und mit Blechschrauben auf der Außenhaut festschrauben, zwischen Außenhaut und Negativform muß ein sauberer Übergang sein.
- 100 Teile Polyester mit 2 Teilen Kobaltbeschleuniger (1 % Metallgehalt) mischen bzw. Hobby-Plast verwenden.
- Polyestermasse für zwei Gel-coat-Anstriche abfüllen und mit 30 . . . 50 Teilen Füllstoff Suprasil mischen, für einen Anstrich jeweils 2 Teile Peroxidpaste (50%ig) einrühren.
- Gel-coat vom Inneren des Anhängers auf Negativform und Innenseite der Außenhaut streichen, Vorgang nach ca. 30 min wiederholen und Gel-coat nochmals 30 min härten lassen.
- Polyesteransatz mit 2 Teilen Peroxidpaste (50%ig) mischen und Gel-coat-Fläche einstreichen.
- Trockene Glasmatte auf die benetzte Fläche aufstreichen und mit Rundpinsel und Polyesteransatz durchtränken, bis die Matte vollkommen feucht ist.
- Nacheinander zweite und dritte Matte aufstreichen und durchtränken.
- Wenn erforderlich, PUR-Isolierkern anfertigen und auf das flüssige Harz drücken, ist kein PUR-Material vorhanden, dann kann auch Schaumpolystyrol verwendet werden.

**Beachte:**

Bei Verwendung von Schaumpolystyrol muß das Harz vorher aushärten, flüssiges Polyesterharz zerstört das Schaumpolystyrol.

- Innenhaut einsetzen.
- Nach ca. 4 bis 6 Std. kann die Negativform vorsichtig entfernt werden. Die entstandenen Löcher an der Außenhaut werden mit Polyesterspachtel geschlossen.
- Ist die Oberfläche ausgehärtet, dann ist diese mit Schleifpapier der Körnung 280 bis 350 der Außenhaut anzupassen.

**Beachte:**

Ist die Oberfläche uneben, dann mit Schleifpapier der Körnung 80 vorschleifen.

**4.3.1.2. Campinganhänger Bastei**

Der Anhänger besteht aus zwei Seitenwänden, einer Stirnwand und einer Heckwand sowie aus Dach- und Bodensegment. Außer dem Dachsegment werden alle Wände mit Schaumpolystyrol-Isolierung zwischen der mit Spretacart beschichteten Außen- und Innenhaut versehen. Auf einem Holzrahmen werden die Spretacartzuschnitte mit Sys-Pur 8411 Klebstoff so im

Vakuumpreßverfahren aufgeklebt, daß dabei gleichzeitig eine Verbindung der Außen- und Innenhaut mit der Schaumpolystyrol-Isolierung erreicht wird. Das Dachsegment ist aus glasfaserverstärktem Polyester hergestellt. Zwischen der Außenhaut und Innenhaut befindet sich eine Luftisolierung.

Außer den üblichen Reinigungsarbeiten sind an den Außenhäuten keine zusätzlichen Wartungsarbeiten erforderlich. Srelacart besitzt eine dauerhafte Glanzschicht. Die Reinigungsarbeiten sollten deshalb nur mit Reinigungsmitteln erfolgen, die keinen Scheuereffekt besitzen. Wartungsarbeiten an der Außenhaut dürfen nur mit leichtem Druck durchgeführt werden, da Srelacart sehr spröde ist.

## **Reparaturarbeiten**

Beschädigungen an der Srelacart-Außenhaut lassen sich im eingeschränkten Umfang durchführen. Durch das verwendete Material können größere Schäden durch Wechsel der kompletten Bauteile behoben werden, ohne daß Qualitätsminderungen eintreten. Beschädigungen des Dachsegmentes lassen sich im beliebigen Umfang nach Abschn. 4.3.1.1. beheben.

### **Beschädigungen der Dekorschicht**

Werden auf der Oberfläche matte Stellen oder Kratzer festgestellt, die nicht die Trägerschicht verletzt, dann können diese mit einer Handpoliermaschine, Schleifmittel und Elsterglanz beseitigt werden. Als Polier- und Schleifmittel ist der Typ 1417 und 1455 vom VEB Löt- und Poliermittelwerke Magdeburg geeignet.

Arbeitsschritte:

- Deckschicht mit Wasser bzw. Kfz-Reinigungsmittel säubern.
- Poliermittel auftragen und mit Handpoliermaschine in Kratzerverlaufrichtung polieren.
- Wenn der Kratzer nicht mehr sichtbar ist, ist die Stelle mit Wasser zu reinigen. Ist der Kratzer danach noch leicht sichtbar, dann nochmals polieren.
- Schleifmittel erneut abwaschen, beschädigte Stelle trocknen lassen und mit Filzscheibe oder Flannelscheibe nachpolieren. Zur Vermeidung von Glanzunterschieden sollte der gesamte Plattenabschnitt bearbeitet werden.

### **Beschädigungen mit Bruch der Außenhaut**

Kleinere Beschädigungen mit Bruch der Außenhaut sind mit folgenden Arbeitsschritten zu beseitigen:

- Beschädigte Stelle entfetten und reinigen.
- Mit Plastspachtel wird der Epoxidharzspachtel bzw. Kombinationsspachtel schichtweise aufgetragen.
- Spachtel trocknen lassen und eingefallene Stelle nachspachteln.
- Nach dem Trocknen ist die Schadstelle mit Schleifpapier 150er Körnung grob vorzuschleifen und mit Naßschleifpapier 250er Körnung sauber nachzuschleifen.
- Je nach Schadgröße ist die Farbschicht mit Pinsel auszubessern, oder mit Hilfe einer Spritzpistole sind die Teilflächen auf beiden Seitenwänden nach Abschn. 4.3.1.3. farblich zu behandeln.

Größere Beschädigungen lassen sich nicht mehr durch Spachteln beseitigen. Als bewährte Lösung kann eine Reparatur nach folgenden Arbeitsschritten empfohlen werden.

- Beschädigte Stelle mit Hilfe eines rechten Winkels quadratisch oder rechteckig einrahmen.
- Bezeichnetes Quadrat oder Rechteck aus der Außenhaut heraussägen.
- Isolierung bis zur Innenhaut so herausarbeiten, daß die ausgearbeitete Fläche seitlich ca. 20 mm größer ist als die herausgesägte Fläche der Außenhaut.
- Außenhaut und Innenhaut an der Innenseite mit Schleifpapier der Körnung 150 sauber aufrauen.
- 4 Leisten 20 mm breit anfertigen, die Leisten müssen saugend zwischen Außen- und Innenhaut eingedrückt werden, ohne daß diese sich auf der Außenhaut abzeichnen bzw. die Außenhaut herausdrücken.

- Leisten im trockenen Zustand zwischen Außen- und Innenhaut so einpassen, daß nur 10 mm der 20 mm breiten Leisten von der Außenhaut überdeckt werden.
- Isolierkern aus Schaumpolystyrol anfertigen, die Außenabmessungen müssen mit den Innenabmessungen des Holzrahmens übereinstimmen.
- Neue Deckschicht aus Sprelacart oder einem anderen Material gleicher Außenhautwanddicke anfertigen, die Abmessungen müssen mit dem aus der Außenhaut herausgesägten Quadrat oder Rechteck übereinstimmen.
- Innenseite der Deckschicht mit Schleifpapier aufrauen.
- An der Außenhautausparung sowie an der neuen Deckschicht rundherum eine Schräge von 45° feilen.
- Innenseiten der Außen- und Innenhaut sowie der neuen Deckschicht entstauben und Klebflächen der Holzleisten mit Schleifpapier aufrauen.
- Innenseite der Außen- und Innenhaut sowie die Klebflächen der Holzleisten mit Epasol-Klebstoff beschichten.
- Holzleisten zwischen Außen- und Innenhaut so einschieben, daß 10 mm im Ausschnitt der Außenhaut sichtbar bleiben.
- Isolierkern vorsichtig bis zur Innenseite der Innenhaut eindrücken.

**Beachte:**

Der Isolierkern darf mit seiner Oberfläche keinesfalls über der Klebfläche der Holzleisten liegen.

- Neue Deckschicht auf die Klebfläche aufdrücken und unter Druckbelastung ca. 10 Std. aushärten lassen.
- Angefaste Fläche zwischen neuer Deckschicht und Außenhaut mit Epasolspachtel bzw. Nitro-Kombinationsspachtel zuspachteln und mit einem Lappen abwischen.
- Sind störende sichtbare Unterschiede zwischen der neuen Deckschicht und der alten Außenhaut, so kann die Teilfläche nach Abschnitt 4.3.1.3. neu lackiert werden.

### 4.3.1.3. Lackierarbeiten

Wurden Beschädigungen der Oberfläche der Außenhaut beseitigt, so dürfte eine Ausbesserung der Farboberfläche in Frage kommen. Die Farbgebung der Campinganhängeraufbauten dient vor allem einem guten Gesamteindruck, da die Aufbauten der Anhänger QEK Junior, Bastei und Intercamp alle aus dem korrosionsfesten Material Kunststoff bestehen. Trotzdem unterliegen glasfaserverstärkte Plaste ohne Oberflächenschutz in gewissem Umfang einer Oberflächenveränderung. Campinganhänger stehen meist von Frühjahr bis Herbst, wenn nicht gar das gesamte Jahr im Freien. Durch längere Witterungseinwirkung wird die Werkstoffoberfläche abgetragen, und die organische Faser wird früher oder später freigelegt. Durch Zusatz von UV-Stabilisator, der während der Fertigung der Außenhaut in die Gel-coat-Schicht eingerührt wird, oder durch eine geeignete Lackierung lassen sich diese Erscheinungen erfolgreich bekämpfen.

Die nachträgliche Farbgebung dieser Kunststoffoberflächen erfordert eine sehr gründliche Vorbereitung und einen exakten Aufbau der Neulackierung. Ein flüchtiges Aufrauen und Überspritzen der Schadstelle mit Decklack bringt keinesfalls den erwünschten Erfolg, sondern führt in fast allen Fällen zum „Abblättern“ dieser neulackierten Deckschicht.

Der Farbaufbau einer Lackierung muß mit den vom Farbhersteller angegebenen Farbzeichnungen erfolgen. Die aufeinander abgestimmten Spachtel-Grund- und -Deckmaterialien sind vom Farbhersteller erprobt und gewährleisten bei richtiger Verarbeitung eine optimale Haltbarkeit und Oberflächengüte. Nitrozelluloselacke oder Kombinationslacke dürfen niemals auf eine luftgetrocknete Kunstharzlackierung aufgebracht werden. Durch das schnelle Trocknen der aufgetragenen Nitrolackschicht können die NC-Löserkomponenten nicht nach außen entweichen und dringen somit in die alte Alkydharzlösung ein. Da sich NC-Komponenten und Alkydharz nicht vertragen, wird die Alkydharzschicht zerstört und drückt die Lackierung bläsig vom Untergrund ab.

Alkydharzlackierungen haben auf NC-Grundierung, ordnungsgemäße Verarbeitung vorausgesetzt, eine gute Haftung.

Alle Lackierungsarbeiten müssen mit äußerster Sorgfalt und Sauberkeit durchgeführt werden. Alle Schleifarbeiten, die der unmittelbaren Vorbereitung der Lackierung dienen, müssen grundsätzlich mit Naßschleifpapier unter Verwendung von Wasser und einem Schleifklotz aus Gummi, Kork oder mit Filz beschichtetem Holzklotz ausgeführt werden. Wird das Schleifpapier mit den Fingern geführt, so ist auf Grund des unterschiedlichen Fingerdruckes keine Gewähr für eine einwandfrei geschliffene Oberfläche gegeben.

Die Gesamtpachtdicke sollte 0,5 mm nicht überschreiten. Wird größer als 0,5 mm gespachtelt, so ist damit zu rechnen, daß der Spachtel nachträglich noch einsinkt. In diesem Fall sollte der Anhänger nach dem Spachteln mehrere Tage stehenbleiben. Ist die gespachtelte Stelle eingesunken, dann kann noch nachgespachtelt werden.

An den Übergangsstellen zur nichtbeschädigten Lackfläche wird der noch einwandfreie Lack bis zu den vorgesehenen Lackierungsgrenzen mit Schleifpapier der Körnung 600 leicht angeschliffen. Dadurch wird die mit silikonhaltigen Pflegemitteln, die als Trennmittel zum neuen Lackaufbau wirken, behandelte Lackschicht entfernt und somit die Gewähr für eine gute Haftung zum alten Untergrund erreicht.

### Lackausbesserung

Kleinere Beschädigungen müssen mit dem Pinsel ausgeführt werden. Handelt es sich jedoch nur um einen kleinen Kratzer, so ist dieser mit einem angespitzten Streichholz günstiger auszubessern. Die Streichholzspitze wird in den Lack getaucht und anschließend der Kratzer vorsichtig ausgetupft. Lackausbesserungen können folgendermaßen durchgeführt werden:

- Schadstelle mit Waschbenzin oder Tetra vom Fett befreien.
  - Mit Naßschleifpapier der Körnung 320 Schadstelle vorsichtig aufrauen und Übergangsstellen mit Schleifpapier der Körnung 600 behandeln.
  - Wenn erforderlich, die geschliffene Stelle grundieren und spachteln.
  - Farbe durch ein Sieb gießen, in das vorher ein altes, aber noch nicht beschädigtes Stück Damenstrumpf als Filterfläche eingelegt wurde.
  - Alkydharz-Autolack mit Kunstharzverdünnung verdünnen oder im Wasserbad, in dem das Wasser mit einem Tauchsieder erhitzt wird, erwärmen.
- Der Autolack muß beim Auftragen mit einem Pinsel dünnflüssig sein, damit er gut verläuft und die Pinselstriche nicht sichtbar sind.

#### Beachte:

Der Autolack muß mehrmals sehr dünn aufgestrichen werden, da er sehr schnell zur Läuferbildung neigt.

- Nach dem Trocknen und Aushärten der ausgebesserten Lackstelle wird diese mit einem Poliermittel behandelt, so daß bei Farbübereinstimmung nach dem Ausbessern kaum noch Unterschiede zwischen Alt- und Neulackierung erkennbar sind.

### Neulackierung

Nach der Reparatur größerer Beschädigungen ist oftmals eine Neulackierung des gesamten Aufbaus bzw. einer kompletten Teilfläche erforderlich. Bis auf das Auftragen des Decklackes können die wesentlich zeitaufwendigeren Vorbereitungsarbeiten von jedem selbst ausgeführt werden.

Das Spritzen des Decklackes sollte einem Autolackierer überlassen werden. Ein „Ungeübter“ hätte an der selbstlackierten Oberfläche bestimmt wenig Freude.

### Oberflächenvorbehandlung

Die Formteile der verwendeten Plastwerkstoffe sind auf der Außenoberfläche verhältnismäßig glatt. Dabei weisen glasfaserverstärkte Polyesterteile eine Anzahl größere und kleinere Poren auf, die von den im Harz eingeschlossenen Luftblasen herrühren. Werden Teilsegmente erneuert, so können auf der Werkstoffoberfläche Trennstoffe zurückbleiben, die keine Verbindung der Lackierung mit dem Grundwerkstoff zulassen. Durch eine

ordnungsgemäße Oberflächenvorbehandlung sollen störende Trennmittel entfernt, vorhandene Poren geschlossen werden, und die Oberfläche ist so zu aktivieren, daß eine maximale Verbindung mit dem Anstrichsystem erreicht wird.

Arbeitsschritte:

- Waschen der Oberfläche mit der heißen Lösung des Industriereinigers Gr-pural vom Waschmittelwerk Genthin, dadurch werden alle Trenn- und Fettstoffe von der Oberfläche entfernt.
- Aufrauen der Oberfläche mit Schleifpapier der Körnung 180 bis 250.

**Beachte:**

Ein Aufbeizen der Oberfläche mit Nitroverdünnung, Azeton, Salzsäure oder Schwefelsäure hat sich nicht bewährt. Es besteht die Gefahr, daß lösliche Salze auf der Oberfläche zurückbleiben, die bei Beanspruchung des lackierten GFP durch Feuchtigkeit zur Blasenbildung zwischen dem Lackanstrichsystem und dem Untergrund führen.

- Nach dem Schleifen ist die Oberfläche mit Druckluft abzublasen, damit der in den Poren eingeriebene Schleifstaub herausgedrückt wird. Wird dies nicht durchgeführt, dann wird der Schleifstaub beim Aufspritzen der Grundfarbe bzw. des Füllers herausgeblasen. Die dadurch entstandenen Poren zeichnen sich noch im Decklack ab. Der in den Poren verbleibende Schleifstaub verhindert eine Bindung des Anstrichsystems mit der Außenhaut.
- Die offenen Poren werden mit Porenfüllpulver und dem Porenfüllkonzentrat K 15430 vom VEB Lack- und Farbenfabrik Coswig behandelt. Die Verwendung des Porenfüllpulvers kann nur empfohlen werden, wenn die Möglichkeit besteht, durch Extraktion das Porenfüllpulver von wasserlöslichen Anteilen zu befreien. Ist dies nicht der Fall, dann sollte dieses Pulver nicht verwendet werden, da es die Blasenbildung erheblich fördert.
- Die auf der Oberfläche verbleibenden Reste des Porenfüllers sind mit einem sauberen Lappen zu entfernen.
- Die nicht mit Porenfüllmischung zu verschließenden Lunker werden mit Alkydharzspachtel oder Polyesterspachtel verschlossen und nach dem Aushärten sauber verschliffen.

**Farbaufbau**

Nachdem die Oberflächenvorbehandlung abgeschlossen ist, erfolgt der eigentliche Farbaufbau. Es wird eine Vielzahl von Anstrichsystemen produziert, die aber nicht alle für eine Lackierung der Plasteoberflächen geeignet sind. Geeignet sind Alkydharz-Autolackfarben und PUR-Anstriche.

Mit Farbsystemen auf Basis Polyrinyacetat-Latex, ungesättigtem Polyester, Epoxidharz, Chlorkautschuk, Perchlorvinylbasis und Zellulosenitrat kann es in der Haltbarkeit Schwierigkeiten geben, so daß die Anwendung dieser Farbsysteme vermieden werden sollte.

Während, wie bereits erwähnt, die eigentliche Lackierung von einem Fachmann ausgeführt werden sollte, können einige vorbereitende Arbeitsgänge noch selbst erledigt werden.

**4.3.2. Eingangstür**

Die Eingangstüren der Campinganhänger QEK Junior, Bastei und Intercamp bestehen aus zwei Teilen (Bilder 4.79 bis 4.81). Ober- und Unterteil sind durch den Riegel miteinander verbunden. Das Türoberteil kann nach dem Entriegeln unabhängig vom Unterteil geöffnet werden. Das Öffnen des Oberteiles dient vor allem zur Belüftung des Anhängers, während das Unterteil geschlossen bleibt und gegen das Eindringen von herumstreunenden Tieren schützt. Beide Teile bestehen aus Außen- und Innenhaut, zwischen denen sich ein Isolierkern befindet. Das Türschloß ist im Türoberteil eingebaut. Ober- und Unterteil sind mit je zwei Scharnieren am Korpus befestigt, die beim QEK Junior auf die Außenhaut aufgeschraubt und beim Bastei und Intercamp in die umlaufende Türfuge eingeschraubt werden. Als Türschloß wird das Sicherheitsschloß vom Typ Fana, HSL-Nr. 6952190-0108, aus der VR Polen verwendet; dieses Schloß darf nicht geölt werden!

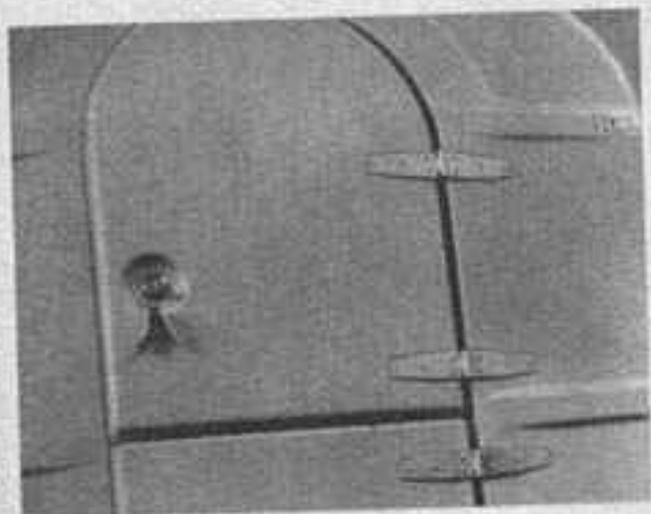


Bild 4.79. Eingangstür des Campinganhängers QEK Junior

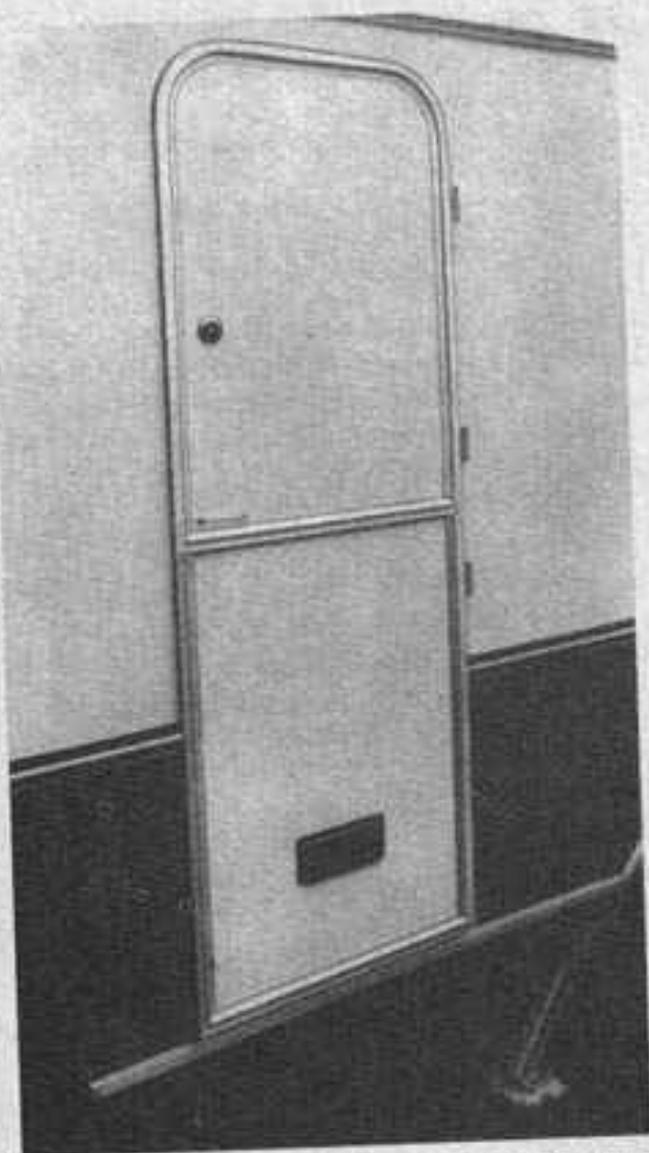


Bild 4.80. Mit Alu-Profilrahmen eingefasste Tür des Campinganhängers Bastel  
Im Türunterteil ist eine Zuluftöffnung eingearbeitet. Der Griff dient gleichzeitig zur Arretierung des Türoberteiles im geöffneten Zustand.

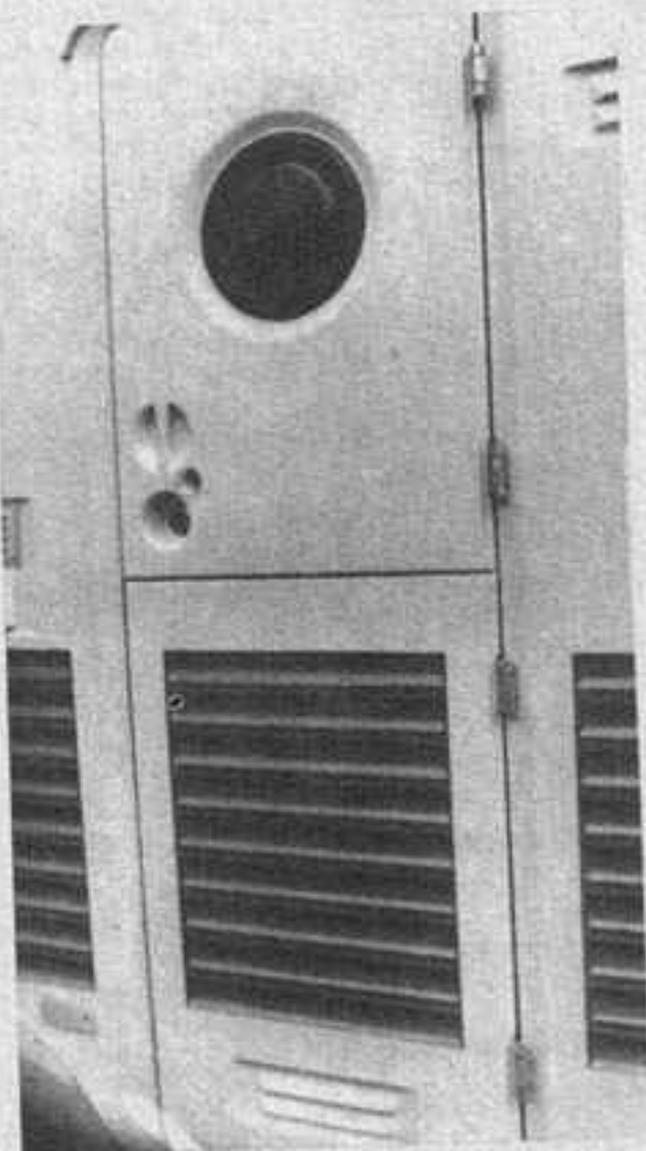


Bild 4.81. Zweiteilige Tür des Campinganhängers Intercamp mit Belüftungsöffnung im Türunterteil und eingebautem Schloß im Türoberteil  
Der angeschraubte Sauger dient zur Befestigung des Türoberteiles im geöffneten Zustand.

**Tabelle 4.14. Mögliche Mängelercheinungen an der Eingangstür**

Erscheinung	Ursache	Abhilfe
Schloß läßt sich nicht auf- bzw. zuschließen	Mitnehmerbolzen im Riegel-Mitnehmer verklemmt	Schlüssel zunächst nach links drehen, als wenn das Schloß zugeschlossen würde, dadurch ist es möglich, daß Mitnehmerbolzen wieder richtig einrastet, danach öffnen
	Anhänger nicht waagrecht aufgestellt	Anhänger waagrecht aufstellen
	Tür hat zuviel Vorspannung	Tür andrücken und dann erst schließen, ist Vorspannung zu groß, dann Riegelaussparung in Schloßrosette ausfeilen
	Befestigungsschrauben des Schloßgrundbleches zu fest angezogen, bewegliche Mitnehmerscheibe klemmt an der Innenhaut	Befestigungsschrauben lockern bzw. zwischen Grundblech und Innenhaut U-Scheiben legen
	Feder am Riegelmitnehmer ermüdet oder gebrochen	Feder oder Riegel komplett wechseln
	Mitnehmerblech gebrochen	Mitnehmerblech erneuern
	Mitnehmerbolzen gebrochen	Mitnehmerbolzen erneuern
Zwischen Tür und Dichtung läuft Wasser durch	Befestigung des Riegelmitnehmers gebrochen	Riegelmitnehmer annieten
	Schließmechanismus in der Schloßtrommel defekt	Schloß wechseln
	Tür liegt an der Dichtung nicht an	Schließblech des Türschlosses überprüfen und eventuell nachstellen Türdichtung erneuern Türscharniere neu anschlagen oder versetzen
	Campinganhänger nicht waagrecht aufgestellt	Anhänger über Standstützen waagrecht aufstellen
Türober- oder Türunterteil schwergängig	Scharniere korrodiert	Scharniere ölen Scharniere abschrauben und in heißes Öl legen

Außer den üblichen Reinigungsarbeiten sollte an der Eingangstür das Gummiprofil der Türdichtung monatlich mit Glycerin oder Talkum eingerieben werden, vierteljährlich sollten die Türscharniere mit säurefreiem Öl geölt und dabei mehrmals hin- und her bewegt werden. So können bereits einige der in Tabelle 4.14 zusammengestellten Mängel vermieden werden.

## Montagearbeiten

### Tür aus- und einbauen

Die Türtelle des Campinganhängers QEK Junior können aus der Öffnung genommen werden, nachdem die Schrauben am Türscharnier entfernt worden sind.

Beim Campinganhänger Bastel werden Türober- oder Türunterteil aus den wandseitigen Scharnierunterteilen ausgehängt.

Am Campinganhänger Intercamp kann man die Türober- bzw. Türunterteile wegnehmen, nachdem die Senkkopfschrauben am wandseitigen Scharnier abgeschraubt wurden.

Soll beim QEK Junior eine neue Tür eingepaßt werden, dann ist das neue Türober- oder Türunterteil so in den Türausschnitt einzulegen, daß die Türdichtung anliegt und der umlau-

fende Abstand zur Außenhaut des Korpus möglichst gleich ist, beim Tür伯特eil muß außerdem der Riegel in das Schließblech des Schlosses passen. Die zur Scharnierbefestigung erforderlichen Bohrungen werden auf dem Türüber- oder Türunterteil angezeichnet, indem das Scharnier auf das angepaßte Türteil geklappt wird und mit einem Bleistift die Bohrungspunkte gekennzeichnet werden. Die Bohrungen sollten mit einem Bohrer vom  $\varnothing 2,0$  vorgebohrt werden.

Beim Intercamp ist zuerst das Türunterteil anzupassen und anzuschrauben.

Das Türunterteil ist auf Grund der Krümmung des Türsegmentes schwierig anzupassen. Hierbei kann man sich helfen, indem eine Person das Türsegment mit angeschraubten Scharnieren so in den Türausschnitt des Korpus hält, daß die Türinnenseite am Dichtgummi anliegt und die Türaußenseite einen gleichmäßigen Übergang zur Korpusaußenhaut hat. Die andere Person muß die Lage der Scharniere an der Wandseite kennzeichnen. Danach wird das Segment herausgenommen, die Scharniere werden aufgeklappt und an die gekennzeichnete Stelle gehalten. Stimmen die Bohrungen des Scharniers nicht mit den alten Wandbohrungen überein, so ist mit einem 2-mm-Bohrer neu zu bohren. Dabei sollte je Scharnier nur eine Bohrung gebohrt werden, um dann das Türunterteil mit je einer Schraube je Scharnier zu befestigen. Nun wird überprüft, ob das Türunterteil im eingeschraubten Zustand noch paßt. Ist dies der Fall, können die fehlenden Bohrungen gebohrt und die restlichen Schrauben eingeschraubt werden.

### Türschloß wechseln und zerlegen

Die Bilder 4.82 und 4.83 lassen deutlich die erforderlichen Arbeitsgänge erkennen, so daß hier einige Hinweise genügen.

Nach Entfernen der Senkkopfschrauben ist das Gehäuse an der Riegelseite von der Grundplatte abzuziehen und parallel zum Schloß aus der hinteren Blechnase herauszuschieben. Die Grundplatte kann von der Innenwand abgeschraubt werden. Beim Einbau ist die Grundplatte nur so fest anzuziehen, daß sich die Mitnehmerscheibe noch leicht drehen läßt.

Der Riegel 3 ist in das Gehäuse folgendermaßen einzudrücken:

- Riegel schräg durch die Aussparung des Gehäuses stecken.
- Riegel bis zur Rückwand zurückschieben.
- Riegelmitnehmer nach oben drücken und Mitnehmerbolzen des inneren Öffners in Längsachse parallel stellen.
- Mitnehmerbolzen in Riegelmitnehmer einrasten.
- Riegel in die Arretierung des Gehäuses eindrücken (Bild 4.84). Dabei muß die Riegelblechoberfläche mit der Oberfläche der Arretierungswinkel eine Fläche bilden.

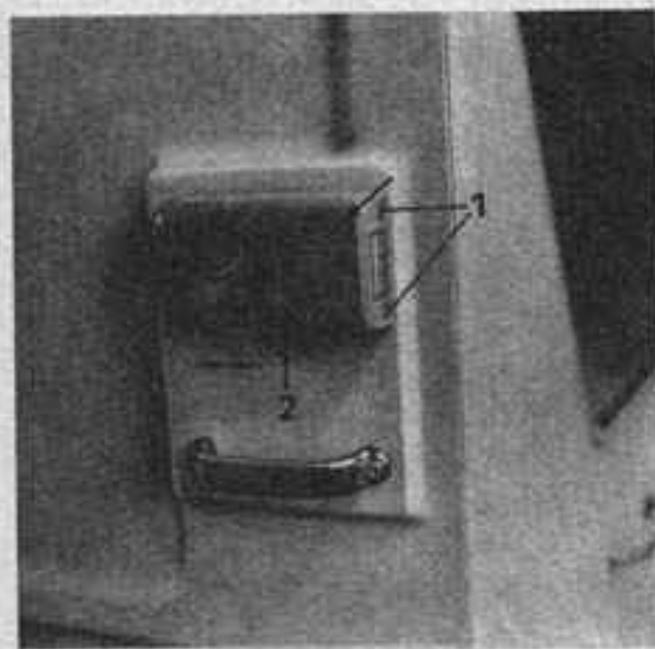


Bild 4.82. Sicherheitsschloß Fana

Das Gehäuse 2 ist mit der Grundplatte durch zwei M-4-Senkkopfschrauben 1 verbunden.



Bild 4.83. Einzelteile des Sicherheitsschlusses Fana

1 Grundplatte mit Mitnehmerbolzen und -scheibe; 2 Gehäuse mit Riegelblecharretierung und Mitnehmerbolzen für das Öffnen von innen; 3 Riegelblech mit Riegelmitnehmer und Druckfeder; 4 Trommelrosette; 5 Schloßtrommel; 6 Verbindungsschrauben; 7 Schließblech.

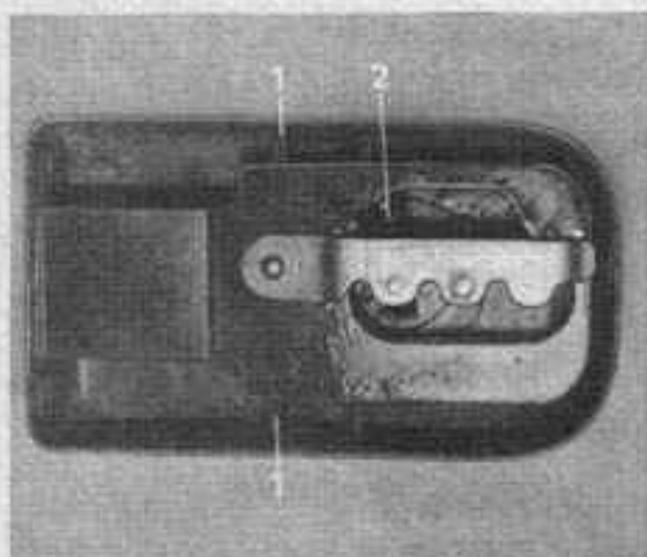


Bild 4.84. In das Gehäuse eingesetzter Riegel  
1 Arretierungsbleche, 2 Druckfeder

Der Riegel ist richtig eingesetzt, wenn die Feder 2 vor dem Aufsetzen des Gehäuses auf die Grundplatte im oberen Teil des Mechanismus liegt.

Beim Aufsetzen auf das Grundblech ist darauf zu achten, daß der Mitnehmerbolzen auf dem Grundblech in eine Aussparung des Riegelmitnehmers einrastet.

Bei der Montage ist keinerlei Gewaltanwendung erforderlich.

### Türgummi wechseln

Der Türgummi unterliegt einem normalen Verschleiß. Läßt die Elastizität des Gummimaterials nach oder wurde dieses beschädigt, so ist der Türgummi zu wechseln. Bei den Campinganhängern QEK Junior und Intercamp ist das Gummiprofil im Türausschnitt des Korpus befestigt, beim Bastei in das Alu-Profil der Türeinfassung eingedrückt. Nur beim Campinganhänger Intercamp sind vor dem Abziehen des Gummiprofiles von der Innenseite die Sicherungsschrauben herauszudrehen.

Bevor ein neues Profil angeklebt werden kann, ist der auf den Klebflächen des Anhängers haftende alte Klebstoff mit Schleifpapier sorgfältig zu entfernen und die Innenfläche des Profilgummis mit Schleifpapier aufzurauchen oder mit Azeton zu entfetten.

Als Klebstoff zwischen GFP und Gummi können Elastosal H 4/5 mit Härter 4/5 oder Chemisol L 1310 verwendet werden.

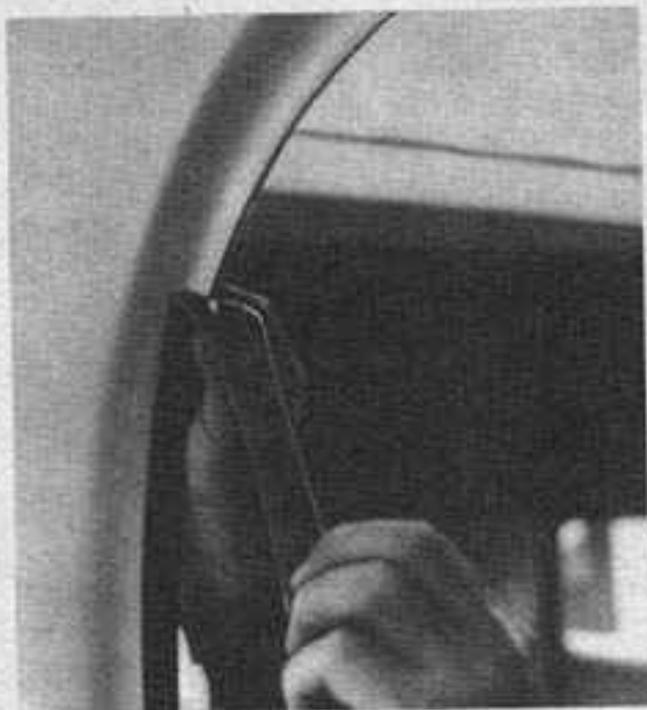


Bild 4.85. Aufstecken des Gummiprofiles auf den Flansch des Türausschnittes beim QEK Junior

Für das Kleben des Gummis an eloxiertes Aluminium eignen sich Elastosal H 4/5 mit Härter 4/5, Mökoflex L 3550, Chemisol L 1405 und Chemisol L 1310.

Die Klebstoffe müssen nach dem Auftrag auf die vorbereitete Klebfläche am Korpus bzw. am Alu-Profilrahmen etwa 5 bis 10 min abdunsten.

Das Gummiprofil wird, von einer Seite beginnend, auf die Klebfläche gesteckt und anschließend angedrückt (Bild 4.85).

### 4.3.3. Dachhaube

Die Dachhaube des Campinganhängers QEK Junior besteht aus GUP und dient der Vergrößerung der Stehhöhe im Anhänger sowie der Belüftung des Innenraumes. Bei den Campinganhängern Bastel und Intercamp sind die Dachhauben aus Piacryl angefertigt. Die an der Decke des Innenraumes stauende verbrauchte Luft wird durch Öffnen der Dachhaube nach außen abgeleitet. Der eingesetzte Werkstoff ermöglicht gleichzeitig einen Lichteintritt im Dachbereich. Die Dachhaube des QEK Junior und Intercamp wird durch aufschraubbare Teleskopaussteller (Bild 4.86) und die Dachhaube des Bastel durch Scherenaussteller (Bild 4.87) geöffnet. Beide Aussteller werden an der Dachhaube und am Dachausschnitt des Korpus befestigt.

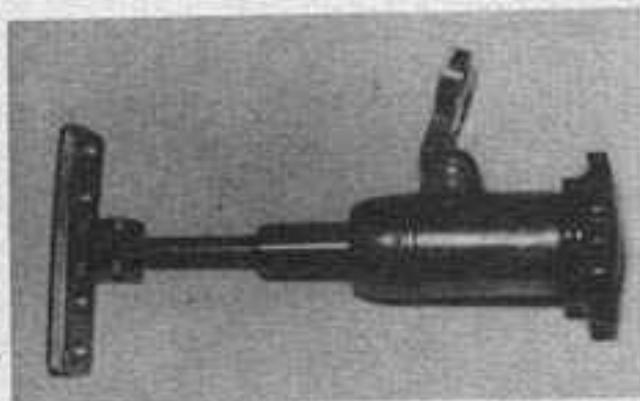


Bild 4.86. Teleskopaussteller für Dachhauben und Dachluken

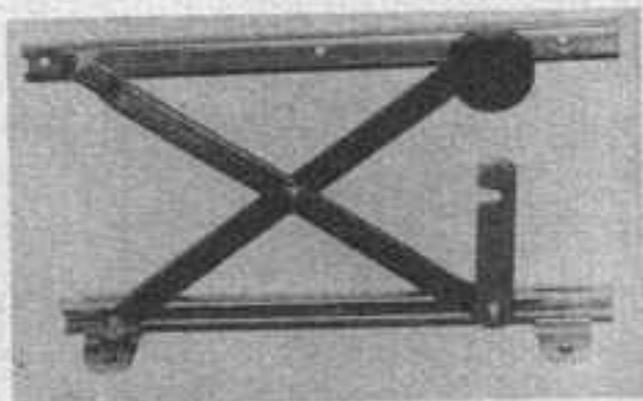


Bild 4.87. Scherenaussteller für Dachhauben

Im Fahrbetrieb müssen die Dachhauben grundsätzlich geschlossen sein, da der Fahrtwind die Dachhaube von den Dachausstellern abreißen kann.

Die Dachhaube des QEK Junior ist auf Grund ihrer großen Windangriffsfläche zusätzlich mit den angebrachten Halteriemen zu sichern. Die Halteriemen müssen fest angezogen sein.

Der Scherenaussteller wird auf Grund seiner geringen Eigenreibung mit einem Halteblech im geschlossenen Zustand gesichert. Das Halteblech wird hinter dem Bediengriff eingerastet und der Bediengriff fest angezogen. Die Abdichtung zwischen Dachaußenhaut und Dachhaube erfolgt über einen auf der Dachaußenhaut aufgeklebten Dichtgummi.

### Wartungsarbeiten

An der Dachhaube mit Ausstellern ist monatlich das Gummiprofil der Haubendichtung mit Glyzerin oder Talkum einzureiben, und vierteljährlich sollten die Reibflächen des Scherenausstellers leicht mit säurefreiem Fett eingerieben werden.

Jährlich werden folgende Arbeiten erforderlich:

- Teleskopaussteller abschrauben, säubern und Gewinde mit säurefreiem Fett einreiben.
- Befestigungen der Aussteller an den Dachhauben und am Korpus gefühlvoll überprüfen.

#### Beachte:

Piacryl ist sehr druckempfindlich, die Schraubverbindung darf nicht zu fest angezogen werden, da das Piacryl sonst platzen kann.

- Säubern der Dachhauben mit klarem Wasser; Piacryl besitzt keine kratzfeste Oberfläche, Dachhaube deshalb nicht mit einem trockenen Lappen abwischen.
- Kratzer und blinde Stellen können mit einem feinen Poliermittel vorsichtig geschliffen werden, anschließend sind die behandelten Flächen mit einer schnelldrehenden Schwabbel-scheibe zu polieren.
- Auf der Piacryloberfläche befindliches Baumharz kann mit Schmierseife und viel Wasser abgerieben werden.

### Dachhaube komplett aus- und einbauen

Am Campinganhänger QEK Junior sind die Riemen an den vier Teleskopausstellern zu lösen, die Aussteller zwei Umdrehungen auf- und vom Korpus abzuschrauben. Dann schon kann die Dachhaube nach oben weggenommen werden.

An den Campinganhängern Bastel und Intercamp sind ebenfalls die Aussteller zu lösen, indem beim Scherenaussteller der Feststellgriff zwei Umdrehungen aufgeschraubt und die Verriegelungsstrebe nach links aus der Arretierung herausgedrückt wird. Beim Intercamp ist der Teleskopaussteller zwei Umdrehungen zu öffnen.

Nachdem die Holzschrauben aus dem Korpus entfernt wurden, kann die Dachhaube mit den Ausstellern nach oben gedrückt, gedreht und durch den Dachausschnitt in das Wageninnere genommen werden.

### Teleskopaussteller zerlegen

- Die an der oberen Verkleidung 6 befindlichen zwei Sicherungsschrauben herausdrehen (Bild 4.88).

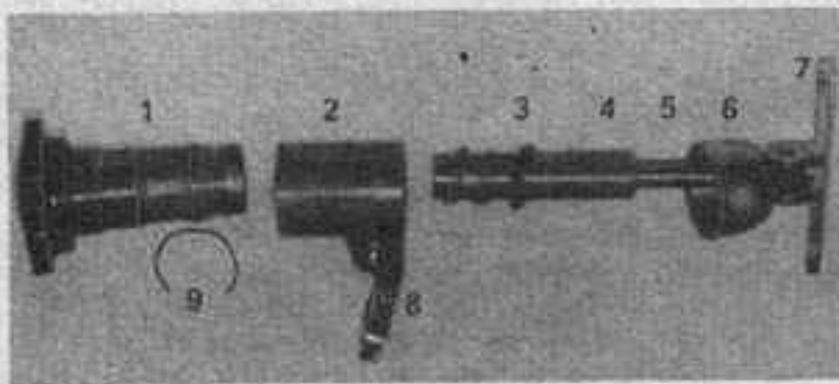


Bild 4.88: Einzelteile des Teleskopausstellers

1 Führungsteil mit Plastegriff und Innengewinde; 2 Schutzrohr mit angeleitetem Befestigungswinkel & äußere Gewindeführung mit aufgeschobenem Dichttring 3; 5 Gewindespindel; 6 obere Verkleidung; 7 Befestigungswinkel und Sicherungsring 9

- Führungsteil so lange drehen, bis sich die äußere Gewindespindel 4 mit den an ihr befestigten Baugruppen aus dem Führungsteil herausnehmen läßt.
- Schutzrohr 2 mit Befestigungswinkel 8 vom Führungsteil abziehen.
- Wechseln des Dichtringes 3, indem dieser über das Gewinde der äußeren Gewindeführung 4 gedreht wird.

Eine weitere Demontage ist nur durch Zerstören der Nietverbindungen möglich.

Vor der Montage sind alle Teile, außer dem Dichtring, mit Waschbenzin zu reinigen. Dabei ist besonders das Innengewinde von verschmutzten Fettresten zu befreien.

Nach dem Reinigen sind alle Gewindeteile mit säurefreiem Fett gut zu fetten.

Bei der Montage des Schutzrohres 2 muß der Befestigungswinkel 8 auf der vom Drehgriff am weitesten entfernten Seite liegen. Das Schutzrohr muß am Drehgriff anliegen, damit die beiden Sicherungsschrauben in die Rille des Führungsteiles kommen.

### Dichtgummi wechseln

Der Dichtgummi wird bei allen drei Anhängern auf die Dachhaut aufgeklebt, wobei beim Campinganhänger Intercamp zusätzlich eine Aufnahmenut vorhanden ist. Der Profilmgummi unterliegt durch die ständige UV-Bestrahlung einem starken Verschleiß und ist daher etwa alle 3 bis 4 Jahre zu wechseln.

Arbeitsschritte:

- Angeklebten Profilmgummi von der Außenhaut abziehen.
- Klebstelle auf der Außenhaut des Daches mit Schleifpapier sauber schleifen.
- Klebstelle am Profilmgummi mit Sandpapier aufrauen bzw. mit Azeton entfetten.
- Klebstoff Elastosal H 4/5 mit Härter 4/5 bzw. Chemisol L 1310 auf die aufgerauhte Klebstelle auf der Dachaußenhaut mit einem Spachtel auftragen.
- Klebstoff 5 bis 20 min abdunsten lassen und vorbereitetes Gummiprofil auf die Klebstelle fest aufdrücken.

### 4.3.4. Fenster

Der Campinganhänger QEK Junior ist mit vier Festfenstern, der Bastei mit zwei Festfenstern und zwei Ausstellfenstern, der Intercamp je nach Baujahr mit zwei Festfenstern und zwei Aus-

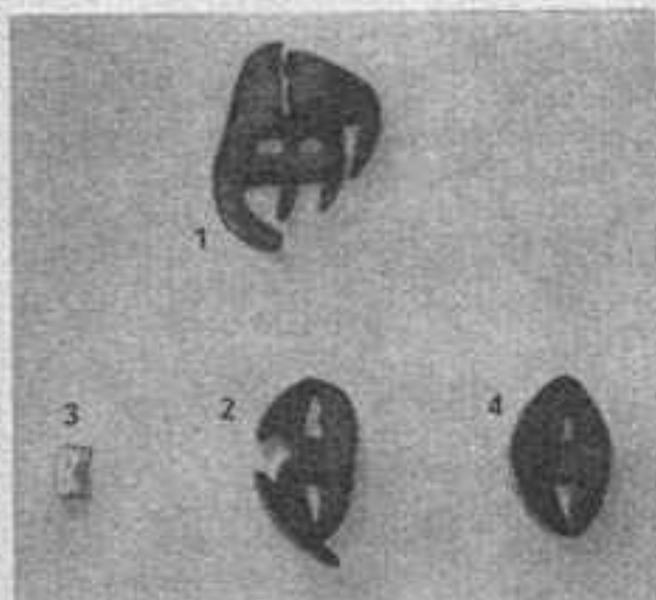


Bild 4.89. Profilmgummi für Festfenster

1 für Intercamp; 2 für QEK Junior; 3 PVC-Füller; 4 für Festfenster kleinerer Abmessungen (Türfenster Intercamp) ohne PVC-Füller

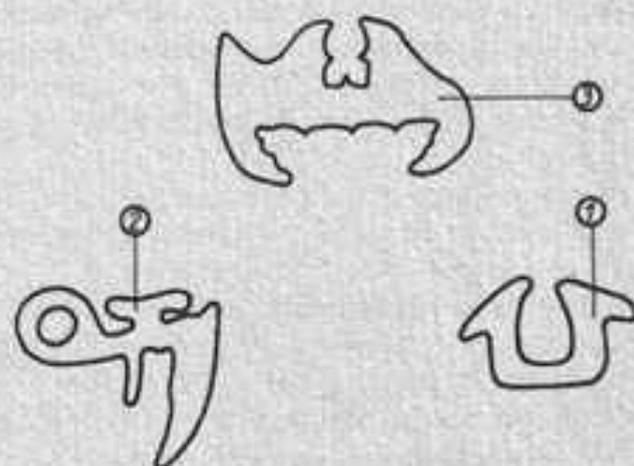


Bild 4.90. Gummiprofile für Fenster des Campinganhängers Bastei

1 Einglasgummi; 2 Abdichtgummi; 3 Einlaßgummi mit Kondenswasserauffangrinne

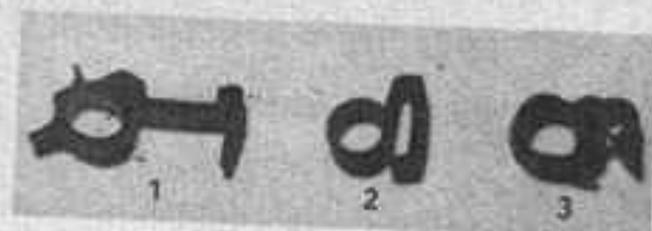


Bild 4.91. Gummiprofile für Ausstellfenster des Campinganhängers Intercamp  
1 für hinteres Ausstellfenster; 2 oder 3 für seitliche Ausstellfenster

stellfenstern bzw. einem Festfenster und drei Ausstellfenstern ausgerüstet. Die Eingangstür des Intercamp hat noch ein zusätzliches rundes Sichtfenster. Beim Anhänger Bastei sind das Vorder- und Rückfenster und beim Intercamp die beiden Seitenfenster sowie ab Baujahr 1980 das Rückfenster ausstellbar.

Die Fenster bestehen aus Sicherheitsglas oder Piacryl. Die Festfenster sind bei allen Anhängern mit einem Profilmgummi (Bild 4.89) in den Korpus eingesetzt. Da Sicherheitsglas als Ausstellfenster nicht rahmenlos verwendet werden darf, haben die Ausstellfenster des Anhängers Bastei einen eloxierten Alu-Rahmen, während die im Vakuumverfahren geformten Piacryl-Ausstellfenster des Intercamp rahmenlos eingebaut werden.

Das Ausstellen der Fenster erfolgt über ein Stangenscharnier oder ein zweiteiliges Aluprofil, in dem Fensteraufnahme, Markiseneinzugsschiene und Regenleiste vereint sind. Am Ausstellfenster sind Fensteraussteller befestigt, die das Fenster im geöffneten Zustand arretieren. Die Fenster werden grundsätzlich nach außen geöffnet und dienen im geöffneten Zustand als Regenschutz. Im geschlossenen Zustand werden die Fenster durch Fensterfeststeller so über das Dichtgummiprofil (Bilder 4.90 und 4.91) an die Außenhaut des Korpus gedrückt, daß sie diebstahlsicher verschlossen sind.

#### Beachte:

Das Festdrehen der Fensterfeststeller muß gefühlvoll erfolgen, da sonst bei rahmenlosen Piacrylfenstern das Piacryl platzen kann.

Bei den Wartungsarbeiten ist darauf zu achten, ob das verwendete Fenstermaterial aus Sicherheitsglas oder aus Piacryl ist. Piacrylscheiben sind so zu behandeln, wie dies für die Dachhaube erläutert worden ist.

Fensterscheiben aus Sicherheitsglas können mit den handelsüblichen Reinigungsmitteln gereinigt werden. Dabei ist bei der Verwendung von Reinigungsspray darauf zu achten, daß dieser nicht auf die Gummiprofile gespritzt wird. Die im Reinigungsmittel enthaltenen Lösungsmittel führen zur vorzeitigen Versprödung der Gummioberflächen. Die Elastizität der Gummiprofile wird recht lange erhalten, wenn diese monatlich mit Glyzerin oder Talkum eingeölt werden.

Undichtheiten zwischen Fensterscheibe und Gummiprofil oder Gummiprofil und Fensterausschnitt im Korpus können durch Eindrücken von Cenusil beseitigt werden.

Das Stangenscharnier ist in seinen beweglichen Teilen mit säurefreiem, dünnflüssigem Öl zu versehen und anschließend mehrmals zu bewegen. Dadurch soll erreicht werden, daß das Öl zwischen Scharnierschelle und Führungsdraht läuft. Der Führungsdraht korrodiert sonst sehr leicht.

Alle zwei Jahre sollten die Ausstellfenster ausgebaut und die Scharniere an den beweglichen Stellen geölt werden. Dabei das Fenster so zudrehen, daß das Öl an dem Führungsdraht des Scharniers entlanglaufen kann.

Rahmenlose ausstellbare Piacrylfenster haben mitunter im Bereich des Scharniers, der Fensteraussteller und der Aussteller auf Grund von Überbeanspruchung kleine Risse. Durch Fahrschwingungen werden diese Risse immer größer und können zum Zerstören der gesamten Scheibe führen. Um dies zu verhindern, sind die kleinen Risse wie folgt zu behandeln:

- Am Ende des Risses ist mit einem 0,5- bis 1-mm-Bohrer ein Durchgangsloch zu bohren. Der Bohrer ist so anzusetzen, daß eine Bohrerhälfte in das noch nicht eingerissene Material bohrt, während die andere Hälfte den Riß erfaßt.
- Bohrung entgraten und Ausstellfenster waagrecht stellen.
- Bei einem deutlich sichtbaren Sprung sollte der Sprung an der Oberfläche mit einer Drei-

kantfeile angefeilt werden, damit das Klebemittel beide Sprungflächen wieder verbindet. Der so geklebte Sprung bleibt allerdings sichtbar.

- Bei einem Haarriß ist ein Anfeilen des Risses nicht erforderlich. Es genügt, wenn der Klebstoff in die Bohrung gebracht wird. Als Klebstoff sind Kolloplast (Zweikomponentenkleber) vom VEB Spezialchemie Leipzig und Piacoll PW 51 (Einkomponentenkleber) vom VEB Stickstoffwerk Piesteritz geeignet.

Um die Risse aber nicht erst entstehen zu lassen, ist es erforderlich, daß die Fensteraussteller an den Reibflächen und am Gewinde leicht gefettet werden.

Doppelfenster haben im unteren Bereich zwischen Außen- und Innenscheibe zwei kleine Öffnungen als Druckausgleich. Diese Öffnungen müssen halbjährlich gesäubert werden.

Die an den Ausstellfenstern auftretenden Mängelerscheinungen sind ähnlich denen an der Dachluke, s. deshalb Tabelle 4.15.

### Fenster wechseln

Bei Gummiprofilen, die einen PVC-Füller haben, ist dieser an der Außenseite aus dem Gummiprofil herauszuziehen.

Eine Person drückt die Scheibe vorsichtig von Innen an der oberen Scheibengeraden, wo eine zweite Person steht, nach außen. Läßt sich die Scheibe mit Gummiprofil schwer herausdrücken, dann ist die innere Gummiprofillippe mit einem abgestumpften Schraubendreher anzuheben und rundum eine Schnur einzulegen. Nun wird versucht, das eine Schnurende zwischen Gummiprofil und Fensterauschnitt des Korpus nach außen zu bringen.

Indem die Schnur von außen entlang dem Gummiprofil gezogen wird, fällt das Fenster mit Gummiprofil heraus.

Soll das Gummiprofil weiterverwendet werden, so ist es zu reinigen, Fenster und Fensterauschnitt sind ebenfalls von eventuell vorhandener Abdichtmasse zu säubern.

Wird für den Einbau ein neues Gummiprofil eingesetzt, dann dieses straff um das Fenster legen und auf Länge zuschneiden.

**Tabelle 4.15. Mögliche Mängelerscheinungen an der Dachhaube**

Erscheinung	Ursache	Abhilfe
Teleskopaussteller lassen sich nicht oder nur schwer bewegen	Bewegungsmechanismus korrodiert	Aussteller abmontieren und auseinandernehmen, fetten und zusammenbauen
	Gewinde verklemmt oder verschmutzt	Aussteller demontieren, fetten und zusammenbauen
Dachhaube undicht	Dichtscheibe zwischen Aussteller und Dachhaube sowie zwischen Schraubverbindung und Dachhaube defekt	Dichtscheibe erneuern
	Schraubverbindung zwischen Aussteller und Dachhaube locker	Schraubverbindung vorsichtig anziehen
	Gummidichtung auf der Dachaußenhaut undicht	Gummidichtung erneuern
Haube platzt beim Aufdrehen des Ausstellers	Befestigungswinkel des Ausstellers an der Dachhaube im Drehpunkt korrodiert	Aussteller abschrauben und Befestigungswinkel mit Lager in heißes Öl legen
Scherenaussteller haben beim Öffnen zuviel Reibwiderstand	Führungsprofile verschmutzt	Führungsprofile säubern
	Führungsköpfe korrodiert	Schraubverbindung lösen, säubern und fetten
	Feststellgriff nicht genug aufgedreht Verbindung im Kreuzgelenk der beiden Streben korrodiert	Feststellgriff aufdrehen Verbindung säubern und ölen

**Beachte:**

Die Schnittfläche muß an beiden Gummienden rechtwinklig zur Gummilängsachse liegen und eben sein. Vor dem Klebstoffauftrag ist die Klebfläche mit Schleifpapier aufzurauben.

Zum Auftragen des Klebstoffes das Gummiprofil vom Fenster abziehen und beide Gummienden mit Klebstoff benetzen, den Klebstoff abdunsten lassen und unter Druck zusammendrücken. Als Klebstoff können verwendet werden:

Elastosal H 4/5 mit Härter 4/5 Mökoflex L 3550, Chemisol L 1405 und L 1310.

Die weiteren Arbeitsschritte sind:

- Scheibe etwa 2 . . . 3 mm an den Außenkonturen mit Firnis oder farblosem Öllack einstreichen.
- Scheibe auf einen Tisch mit weicher Unterlage legen und Gummiprofil auf den Scheibenrand aufziehen.

**Beachte:**

Der Stoß des Profilmummi muß sich in der Mitte des oberen Scheibenrandes befinden.

- Zwischen die äußeren Dichtungslippen ist die Hanf- oder Plasteschnur ringsherum einzuschieben. Im unteren Profildbereich sollten die beiden Enden der Schnur ca. 50 . . . 80 cm überlappt liegen.
- Dichtungslippen innen und Schnur mit Glyzerin einpinseln.
- Flansch des Fensterausschnittes mit Glyzerin oder Fit einreiben.
- Das Fenster wird von außen mit der Unterkante an den Fensterflansch des Korpus angesetzt, wobei die heraushängende Schnur vorher nach innen gelegt wird.
- Während die Scheibe von außen leicht angedrückt wird, zieht Innen eine zweite Person die vorher eingelegte Schnur aus den Dichtungslippen des Profilmummi heraus. Dadurch wird die innere Dichtungslippe über den Fensterfalz gehoben und legt sich an der Falz bzw. Wandinnenseite an (Bild 4.92).
- Prüfen, ob die innere Dichtungslippe überall über den Fensterfalz gehoben wurde und der Profilmummi innen und außen gut anliegt.
- Mit einem stumpfen Schraubendreher die äußere Dichtungslippe vorsichtig von der Außenhaut abheben und überprüfen, ob zwischen Profilmummi und Fensterausschnitt des Korpus Luft ist.
- An den Stellen, wo Luft vorhanden ist, muß eine Dichtungsmasse (Cenusil) eingedrückt werden.



Bild 4.92. Indem die Schnur der Dichtungslippe herausgezogen wird, legt sich die Dichtungslippe über den Falz an die Innenhaut an

- Ist für den Profilgummi ein PVC-Füller vorgesehen, so wird dieser mit Hilfe eines abgeköpften Schraubendrehers in den Profilgummi von außen eingedrückt.

### Ausstellfenster aus- und einbauen

Beim Campinganhänger Bastei befindet sich der Dichtgummi am Ausstellfenster, während er beim Intercamp am Fensterausschnitt angeschraubt ist.

Arbeitsfolge beim Campinganhänger Bastei:

- Lösen der Fensteraussteller am inneren Fensterrahmen.
- Abschrauben der Regenblende an der Außenfläche.
- Öffnen der Fensterfeststeller und Anheben der Fenster, so daß man mit dem Schraubendreher an die Schrauben der Fensterscharniere herankommt.
- Während eine Person das Ausstellfenster hält, kann die zweite Person die Schrauben am Stangenscharnier herausdrehen.
- Fenster vom Korpus wegnehmen und abstellen.

Vor der Montage ist das Stangenscharnier zwischen Schelle und Führungsdraht zu ölen. In der Mitte der Scharnierbefestigungsfläche des Korpus sollte ein 3 bis 5 mm breiter Cenusilstreifen aufgetragen werden.

Die PVC-Unterlage muß glatt unter dem Stangenscharnier am Ausschnitt anliegen.

Das Stangenscharnier sollte zunächst mit einer Senkholzschraube an der linken Seite arretiert und danach von der rechten Seite aus angeschraubt werden.

Das Stangenscharnier am Seitenfenster des Intercamp kann abgeschraubt werden, nachdem der Fensteraussteller (Bild 4.93) am Halteblech gelöst wurde und das Fenster nach oben geöffnet ist.

Das hintere Ausstellfenster kann abgeschraubt werden, wenn das Fenster ca. 80° nach oben offen ist.

#### Beachte:

Beim Öffnen muß die Laufschiene der Fensteraussteller aus der Führungsschiene herausfallen, sonst können die Fenster nicht weiter demontiert werden. Dabei ist zu beachten, daß die Führungsschiene nicht nach unten auf die Lackfläche des Korpus aufschlägt.

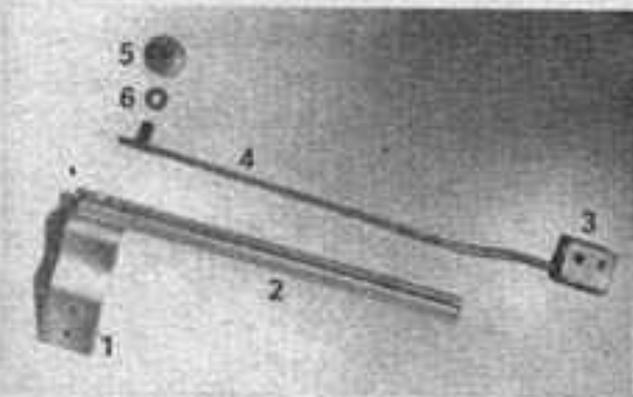
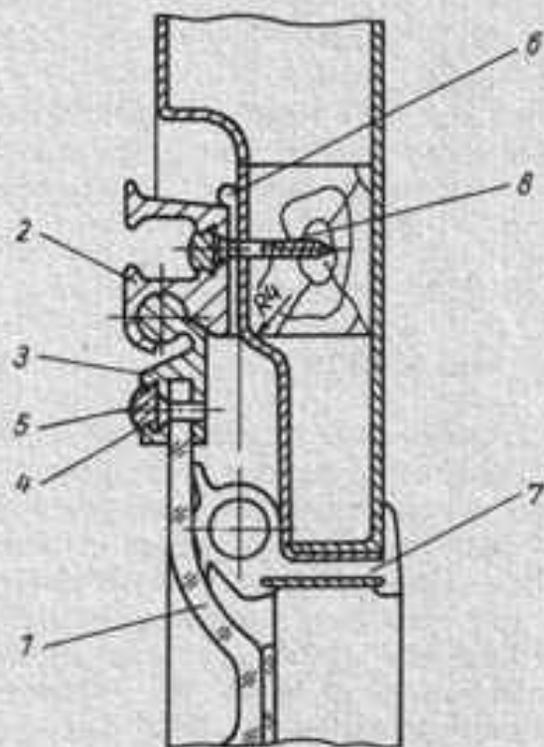


Bild 4.93. Einzelteile des Fensterausstellers

1 Befestigungswinkel am Korpus; 2 Führungsprofil; 3 Befestigungswinkel am Fenster; 4 Laufschiene mit fest verbundenen Gewindebolzen; 5 Rändelmutter und U-Scheibe 6

Bild 4.94. Führung und Abdichtung am Ausstellfenster des Campinganhängers Intercamp

1 Placrylformfenster; 2 Fensterprofilschiene; 3 Fenstereinhängeprofil; 4 Niet; 5, 6 Plastkeder; 7 Gummiprofil mit drei Dichtungslippen; 8 Holzschraube



Das Fenster kann mit ständigem Aufundabbewegen seitlich aus der Fensterprofilschiene 2 herausgeschoben werden (Bild 4.94).

Vor der Montage sind das Fenstereinhängeprofil leicht mit säurefreiem Fett einzureiben und die Fensterprofilschiene zu säubern sowie das Gummiprofil umlaufend mit Glycerin zu behandeln.

Beim Einführen des Fenstereinhängeprofils in die Fensterprofilschiene darf kein seitliches Moment auf das Piacrylfenster aufgebracht werden – Bruchgefahr.

### **Scheibe wechseln**

Der Scheibenwechsel bei einem Festfenster wird auf Seite 241 ff. erläutert. Für das Wechseln einer Scheibe der Ausstellfenster der Campinganhänger Bastei und Intercamp sind unterschiedliche Arbeitsschritte erforderlich.

Der Scheibenwechsel an einem demontierten Ausstellfenster des Campinganhängers Bastei geschieht wie folgt:

- Abdichtgummi an den oberen Fensterecken rechts und links etwa 150 mm abziehen.
- Abschrauben der Rahmenverbinder und Auseinanderziehen des Rahmens.
- Oberes Querrahmenteil mit Stangenscharnier abnehmen.
- Scheibe mit Einglasgummi aus Profilrahmen herausnehmen.
- Einglasgummi von der Scheibe aus Sicherheitsglas abziehen.
- Einglasgummi reinigen und mit Glycerin einreiben.

Zur Montage sind die Teile des Alu-Profilrahmens zu reinigen und eventuell zu polieren, der Einglasgummi ist an den auf der Scheibe aufliegenden Innenseiten mit Firnis einzupinseln. Dann wird der Einglasgummi auf die Scheibe gezogen und die Scheibe mit dem Gummi in den Alu-Rahmen gelegt.

Für den Scheibenwechsel am Intercamp ist eine Bohrmaschine erforderlich. Die Nietverbindungen zwischen Piacrylscheibe und Fenstereinhängeprofil, Fensterfeststeller und Fensteraussteller müssen ausgebohrt werden. Dann erst können Fenstereinhängeprofil, Fensterfeststeller und Fensteraussteller vom defekten Piacrylfenster genommen werden.

Stehen zum Zusammenbau keine Originalhohnieten zur Verfügung, so können auch Messingnieten gleichen oder größeren Durchmessers verwendet werden.

#### **Beachte:**

Die Bohrung für die Nietverbindung muß 0,5 mm größer sein als der Schaftdurchmesser des Nietes.

An der Innennut des Fenstereinhängeprofils sollte eine 15° Fase angefeilt werden, die eine Breite von etwa 1 mm hat. Dadurch können Druckspannungen durch Kerbwirkung im Piacrylmaterial abgebaut werden.

Das Annieten des Fenstereinhängeprofils, der Fensteraussteller und der Fensterfeststeller muß sehr sorgfältig und mit einer geraden Nietauflage erfolgen. Jeder zu hart ausgeführte Schlag kann das Springen des Piacrylwerkstoffes zur Folge haben.

## **4.4. Gasanlage**

Die Baugruppen einer Gasanlage sind für alle Wohnzelt- und Campinganhänger annähernd gleich. Da es nur Unterschiede in der Anzahl der Gasverbraucher und der Rohrleitungsführung gibt, werden die Selbsthilfetips nicht für jeden Anhänger gesondert, sondern bezogen auf die Baugruppen der Gasanlage dargestellt. Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an Gasanlagen erfordern ein hohes Maß an handwerklichem Können. Jeder Benutzer eines Anhängers mit installierter Gasanlage muß sich darüber im klaren sein, daß ein unsachgemäßer Eingriff Lebensgefahr bedeuten kann. Aus diesem Grund werden nachfolgend nur solche Selbsthilfereparaturen behandelt, die ohne Spezialwerkzeuge, aber mit Grundkenntnissen metallverarbeitender Berufe, unter Beachtung großer Sorgfalt, ausgeführt werden können.

**Beachte:**

Nach jedem Eingriff an Verbindungselementen einer Gasanlage ist grundsätzlich eine Dichtheitsprüfung mit einem schaumbildenden Mittel an dem unter Gasdruck stehenden Verbindungselement durchzuführen.

#### 4.4.1. Aufbau und Funktion

Die Gasanlage eines Anhängers besteht im allgemeinen aus der Gasflasche, dem Druckregler, der Gasleitung, dem Absperrventil und dem Gasverbraucher (Bild 4.95).

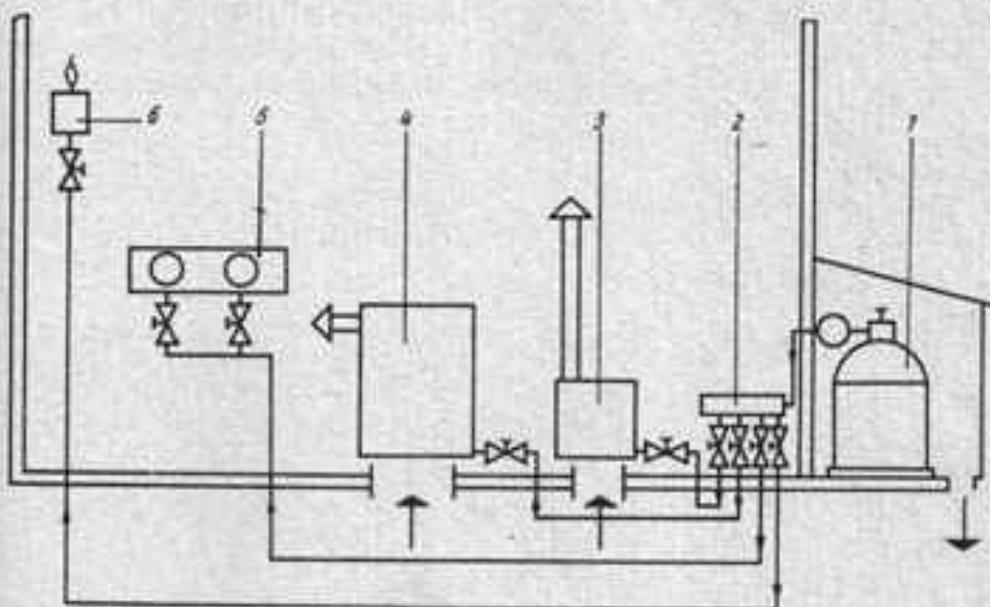


Bild 4.95. Gasanlage

1 Gasflasche mit Druckregler; 2 Gasverteilung; 3 Gasverbraucher Heizung; 4 Kühlschrank; 5 Kocher; 6 Gasleuchte

#### Gasflasche und Druckregler

In der Gasflasche befindet sich ein flüssiges Propan- ( $C_3H_8$ ) und Butan- ( $C_4H_{10}$ )-Gemisch, welches sich beim Öffnen des Flaschenventiles an der Düse des Druckreglers vom Flascheninnendruck auf den vorgeschriebenen Verbraucherdruck entspannt. Diese Volumenvergrößerung tritt am Düsenausgang auf, und die dabei entstehende Verdunstungskälte kühlt das Flüssiggas ab. Sind nun nur einige Gramm gelöstes Wasser in diesem Gaspolster, so kommt es bei einer Außentemperatur von  $0\text{ }^\circ\text{C}$  zur Vereisung des Düsenausganges im Druckregler. Dadurch kann der Gasdruck bis auf Null sinken. Es kann sich aber auch eine Vereisung auf der Dichtung des Reglerhebels ergeben. In diesem Fall ist keine exakte Abdichtung mehr möglich, und es kann im Extremfall der volle Flascheninnendruck auf die Gasverbraucher kommen. Um einer Vereisung im Regler vorzubeugen, sollte die Gasflasche bei Außentemperaturen um  $0\text{ }^\circ\text{C}$  in das Wageninnere gestellt werden.

#### Gasleitungen – Absperrventil

Das Gasgemisch strömt vom Regler über die Gasleitungen, bestehend aus HD-Schlauch und Stahl- oder Kupferrohren, das Absperrventil zum Verbraucher. Die Absperrventile haben die Aufgabe, den nicht benutzten Gasverbraucher vom Gasnetz zu trennen. Dadurch wird einem unbemerkten Ausströmen von Flüssiggas vorgebeugt.

Als Absperrventile sind Membranventile vorgeschrieben.

Werden Kegelhähne eingesetzt, dann müssen diese mit geschlossenem Boden oder oberer Zusatzdichtung ausgeführt sein. Absperrrichtungen sind grundsätzlich mit lösbaren Verbindungen einzubauen und müssen jederzeit zugänglich sein. Zu den Gasverbrauchern zählen der Gaskocher, die Gasheizung, der Absorberkühlschrank und die Gasleuchte.

## Gaskocher

Am häufigsten werden zwei- und dreiflammige Gaskocher verwendet. Die bisher eingesetzten Campingkocher (Bild 4.96), bei denen als Absperrorgane für die Kocherbrenner Nadelventile benutzt werden, besitzen keine Züandsicherung und sind daher für den Einsatz im Campinganhänger ungeeignet.

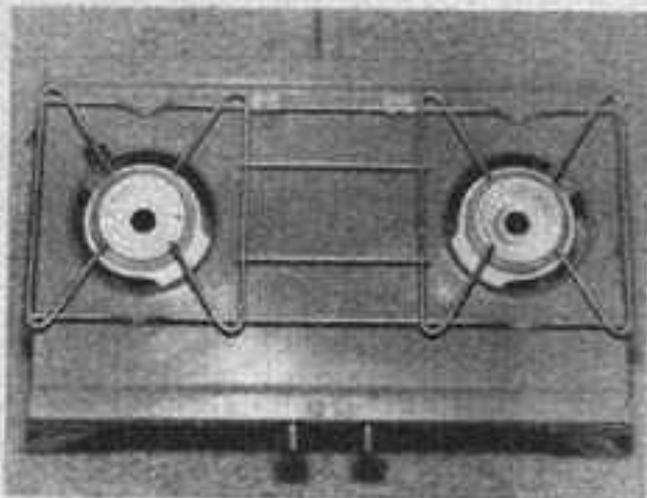


Bild 4.96. Campingkocher ohne Züandsicherung

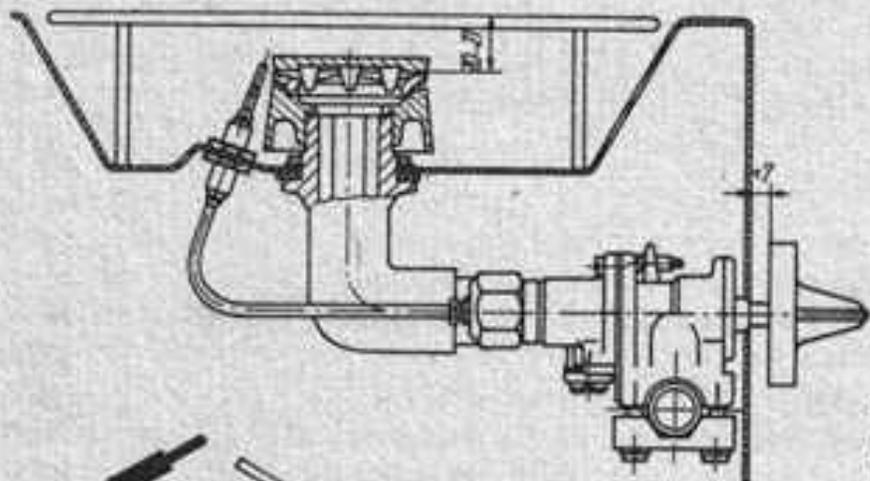


Bild 4.97. Gasbrenner mit thermoelektrischer Züandsicherung

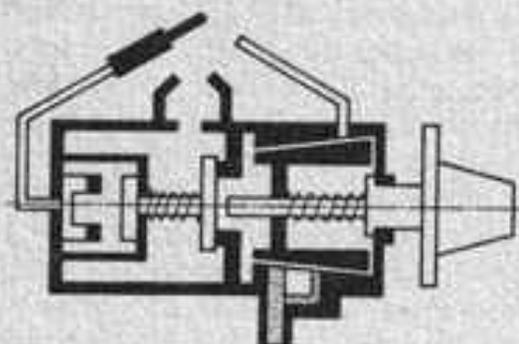
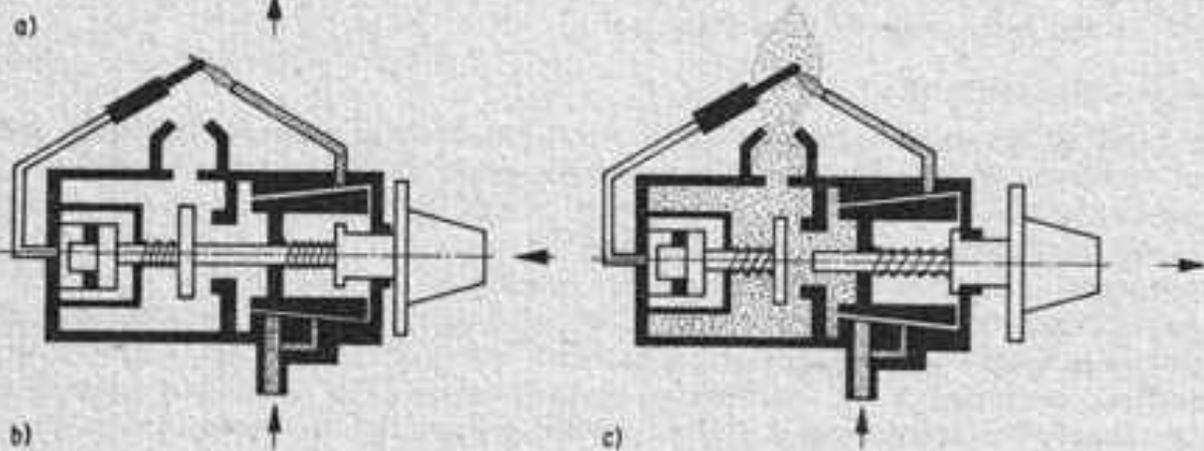


Bild 4.98. Funktionsprinzip der thermoelektrischen Züandsicherung

a) geschlossen; b) zünden; c) geöffnet



a)

b)

c)

Die Brenner sind als Injektionsbrenner mit Luftvermischung ausgebildet. Campingkocher ohne Zündsicherung dürfen im Campinganhänger nicht ohne Aufsicht betrieben werden, da ein unvorhergesehenes Erlöschen der Flamme ein weiteres Ausströmen des Gases nicht vermeidet. Anders sieht es bei einem Gasbrenner mit thermoelektrischer Zündsicherung (Bilder 4.97 und 4.98) aus. Erst durch Eindrücken des Bedienknopfes gibt das im Einstellglied zurückgedrückte Dichtelement die Gaszufuhr frei. Wird nun das ausströmende Gas gezündet, erwärmt sich gleichzeitig der Thermofühler. Der eingedrückte Bedienknopf darf erst nach Eintreten des thermoelektrischen Halteeffektes (ca. 10 s) losgelassen werden. Dieser Halteeffekt verursacht, daß der Zuströmquerschnitt zu den Brennern frei bleibt und das zufließende Gas ungehindert zum Brennerkopf strömt. Erlischt nun die Flamme durch einen Windzug, so kühlt sich der Thermofühler innerhalb von 20 . . . 40 s ab, und die Zündsicherung verliert ihren Halteeffekt. Die eingebaute Feder drückt das Dichtelement auf den Durchströmkanal des Gases und verhindert somit einen weiteren Gasfluß.

### Gasheizung

Als Gasheizung steht der mobile Kleinraumheizer Solar 3000 zu Verfügung (Bilder 4.99 bis 4.101). Das Einstellglied mit thermoelektrischer Zündsicherung im Schnitt ist im Bild 4.102 ersichtlich.

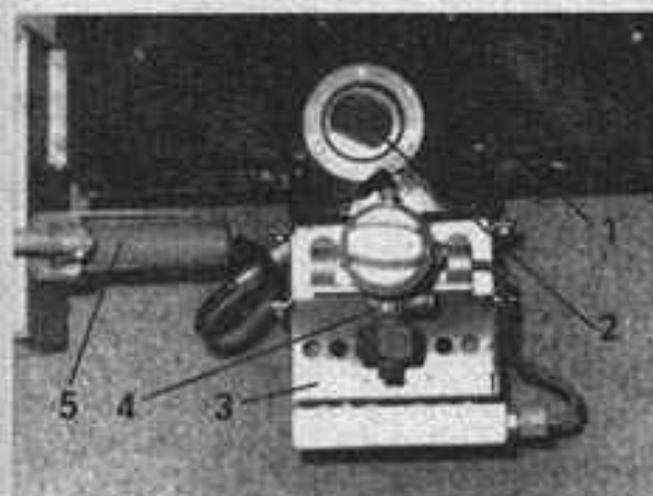


Bild 4.99. Hauptbaugruppen des Wärmetauschers  
1 Wärmetauscher mit Abgasumlenkung und Rückstromsicherung; 2 Schauglas; 3 Brenner; 4 Zündsicherung; 5 Zünder

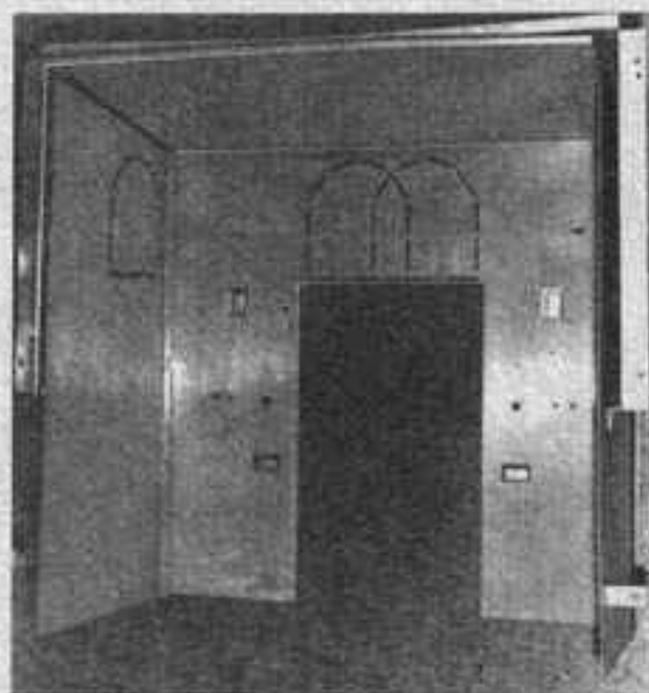


Bild 4.100. Wärmeschutz mit eingearbeiteten hinteren und seitlichen Abgasrohrdurchbrüchen

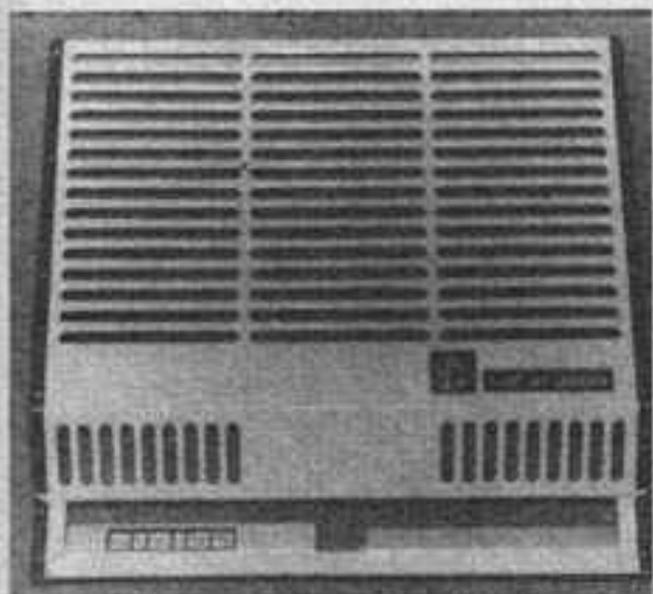


Bild 4.101. Sichtverkleidung des Raumheizers Solar 3000

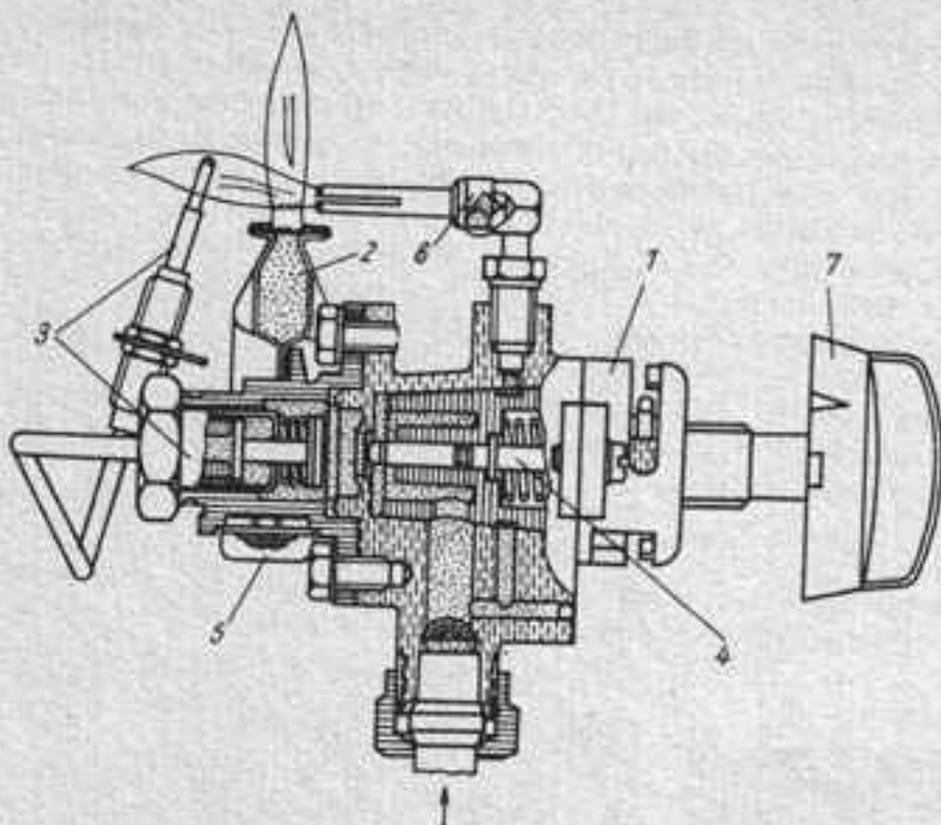


Bild 4.102. Schnitt durch die Armatur des Kleinraumheizers Solar 3000 (2)

1 Schaltführung; 2 Mehrfochbrenner; 3 Thermoventileinsatz; 4 Druckstift; 5 Luftschieber; 6 Zünd- und Pilotflamme; 7 Schaltgriff

Der Solar 3000 arbeitet in einem geschlossenen Verbrennungssystem, wodurch der Sauerstoffgehalt der Luft im Campinganhänger unbeeinflusst bleibt. Durch die eingebaute thermoelektrische Zündsicherung kann nach dem Öffnen des Absperrventils und Drehen des Schaltknopfes das Gas zunächst nur bis zum Pilotflammenröhrchen strömen. Nach dem Zünden des Gases mit Hilfe des Piezozünders erwärmt die Flamme des Pilotflammenröhrchens den Fühler der thermoelektrischen Zündsicherung. Anschließend wird der Schaltknopf axial eingedrückt und in die Ausgangsstellung gedreht (Vollast). Dadurch wird der Gashauptkanal geöffnet und durch den thermoelektrischen Halteeffekt nicht wieder verschlossen. Nun erst zünden alle vier Brenner.

**Beachte:**

Nach dem Zünden der Pilotflamme kann es vorkommen, daß diese wieder verlöscht. Es ist dann mit großer Wahrscheinlichkeit noch zu viel Luft in der Gasleitung, die erst über das Pilotröhrchen entweichen muß. Brennt die Pilotflamme stabil, dann sind 20 . . . 30 s zu warten. Erst dann hat sich der thermoelektrische Halteeffekt eingestellt, und die Brenner können durch Drehen des Schaltknopfes auf Vollast gezündet werden.

Durch die eingebaute Zündsicherung ist dieses Gerät jederzeit ohne Aufsicht zu betreiben. Nachts oder beim längeren Verlassen des Campinganhängers sollte das Gerät auf Teillast gestellt werden.

Das Gerät besitzt außerdem eine eingearbeitete Rückstromsicherung. Diese verhindert, daß bei Inbetriebnahme des Gerätes die im Kamin vorhandene kalte Luft auf die Brennerflamme negativ einwirkt. Gleichzeitig kann aber bei starkem Windeinfall der auftretende Überdruck im Abgaskamin nicht bis zum Brennerraum gelangen, und die Brennerflammen erstickten.

Der mobile Kleinraumheizer Solar 3000 besitzt gegenüber allen anderen Gasheizungen im Abgassystem eine zusätzliche Stromsicherung. Diese Stromsicherung ermöglicht eine Kühlung der Abgase und verhindert somit eine zu große Erwärmung am Austritt des Abgaskamins. Wird die Austrittsöffnung des Campinganhängers verstopft, dann werden die Abgase

durch den Zwischenraum der doppelwandigen Rohrführung über die Stromsicherung (Abgasweiche) ins Freie geführt. Dadurch wird ein Eindringen von Abgasen in den zu heizenden Campinganhänger vermieden.

Die im Wärmetauscher eingebaute Rückstromsicherung tritt nur in Funktion, wenn ein Rückstrom im inneren Abgasrohr der doppelwandigen Rohrführung auftritt. Dann allerdings gelangen die Abgase unter den Wagenboden. Dieser Umstand dürfte nur bei einem Zusammentreffen aller negativen Faktoren kurzzeitig möglich sein, so daß dadurch keine Gefahr für die Bewohner des Campinganhängers besteht.

## Kühlschrank

Der Kompressions- sowie der Absorptionskühlschrank arbeiten in einem geschlossenen Kreislauf (Bild 4.103).

Im Verdampfer des Kompressionskühlschranks, der sich im Kühlschrankgehäuse befindet, wird das flüssige Kältemittel bei niedriger Temperatur und geringem Druck verdampft. Dabei entzieht es dem Kühlraum die Wärmemenge, die über dem eingestellten Temperaturbereich vorhanden ist. Der Kältemitteldampf wird vom Kompressor angesaugt und auf einen höheren Druck verdichtet. Bei diesem Druck wird das Kältemittel im Kondensator wieder verflüssigt, indem durch die Umgebungstemperatur Wärme entzogen wird. Das flüssige Kältemittel wird vom Kondensator über ein Drosselventil unter Druckabsenkung dem Verdampfer zugeleitet. Damit ist der Kreislauf geschlossen.

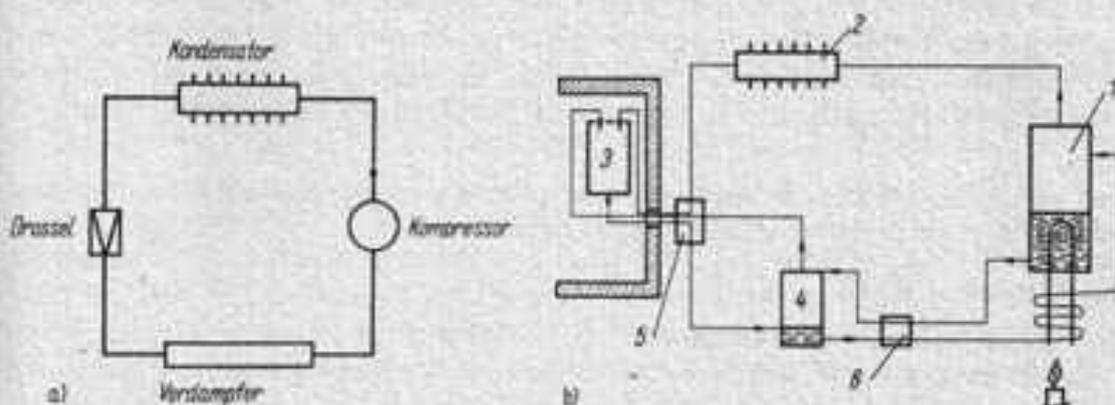


Bild 4.103. Schematische Darstellung der Kühlschrankkreisläufe

a) Kompressionskühlschrank

b) Absorptionskühlschrank mit druckausgleichendem inertem Gas (System Elektrolox)

Erläuterungen im Text

Die Funktion eines Absorptionskühlschranks (Bild 4.103b) unterscheidet sich von der des Kompressionskühlschranks durch die Art der Energiezuführung und durch die Verdichtung des Kältemittels. Die Verdichtung erfolgt durch Anlagerung des Kältemittels an einen zweiten im Kreislauf befindlichen Stoff. Die Kälteanlage eines Absorptionskühlschranks besteht aus Kocher 1, Kondensator 2 und Verdampfer 3, Absorber 4. Dem durch 220 V/12 V bzw. Gas beheizten Kocher wird eine reiche Lösung eingespeist und zum Sieden gebracht. Dadurch wird das Kältemittel ( $\text{NH}_3$ ) verdampft und im Kondensator verflüssigt. Durch ein natürliches Gefälle wird das flüssige unterkühlte Kältemittel dem Verdampfer zugeleitet. In dem Verdampfer tritt außerdem das inerte Gas ein. Da der Systemdruck konstant bleibt, sinkt der Partialdruck des Kältemittels. Dadurch verdampft auch das Kältemittel bei tieferen Temperaturen. Über den Wärmetauscher 5 wird das Dampfgemisch dem Absorber zugeleitet. Im Absorber wird das Dampfgemisch durch die vom Kocher kommende arme Lösung ausgewaschen und diesem als reiche Lösung wieder zugeführt. Das inerte Gas wird am Kopf des Absorbers abgezogen und wieder dem Verdampfer zugeführt, damit ist der Kreislauf geschlossen.

Auf Grund der stattfindenden Umwandlung des Kältemittels vom dampfförmigen in den flüssigen Zustand wird an den Baugruppen Absorber und Kondensator Wärme frei. Die an der

Rückwand des Kühlschranks frei werdende Wärme muß unbedingt durch eine gute Belüftung abgeführt werden. Ist die Wärmeabführung gestört, kommt es bei dem mit geringen Druck- und Temperaturdifferenzen arbeitenden Kälteprozeß zu Störungen, die bis zum Ausfall des Kühlaggregates führen können.

#### 4.4.2. Wartungsarbeiten

Gasanlagen von Campinganhängern sind keine stationären Anlagen und unterliegen zusätzlichen dynamischen Belastungen. Es ist daher sehr wichtig, die Propangananlage in den Plan der turnusmäßigen Wartungsmaßnahmen mit einzubeziehen.

##### Arbeiten an der Gasflasche

An der Gasflasche ist auf dem Tragegriff das Datum der nächsten Überprüfung eingeschlagen. Treten bis zu diesem Datum keine Mängel an der Gasflasche auf, so ist diese spätestens im angegebenen Überprüfungsjahr einer dafür berechtigten Werkstatt zuzuführen. Es ist zu empfehlen, diese gesetzlich vorgeschriebene Überprüfung vor Beginn der Campingsaison durchführen zu lassen.

Unabhängig davon sollte man alle Vierteljahre die Gasflasche auf Dichtheit prüfen. Dies erfolgt, indem das Ventil der Gasflasche, im geschlossenen Zustand, mit einem Gemisch aus Wasser und Fit bzw. Seife abgepinselt wird. Treten hierbei am Ventil Blasen auf, so ist die Flasche auszubauen und sofort zur Reparatur zu geben. Eine Selbstreparatur ist nicht statthaft.

##### Beachte:

Im Flascheninneren kann unter Umständen ein Druck von 1,6 MPa sein. Der kleinste Fehler bei einer Selbstreparatur könnte lebensbedrohende Auswirkungen haben!

##### Arbeiten am Druckregler

Der Druckregler hat die Aufgabe, den Gasdruck in der Flasche auf einen Arbeitsdruck von 3 kPa (300 mm WS) zu entspannen. Ob der Regler diesen Arbeitsdruck exakt bringt, können wir nicht feststellen.

Wir können aber überprüfen, ob der Regler noch funktionstüchtig ist. Dazu werden alle Kocherflammen angezündet. Brennen diese blau und heben sich von den Brennerköpfen ab, dann funktioniert der Regler nicht mehr, und die Gasanlage steht unter gefährlichem Überdruck.

Im Sommer muß der Regler sofort ausgewechselt werden. Tritt diese Störung jedoch beim Wintercamping auf, dann ist es möglich, daß der Regler bei einer Außentemperatur von 0 °C vereist ist und für die sichere Funktion lediglich mit einem warmen Lappen bzw. Warmluft von ca. 30 °C aufzutauen ist.

Brennen die Kocherflammen aller Brenner hellgelb und flackern, so liegt ein Arbeitsdruck weit unter 3 kPa an.

Ursachen dafür können sein:

- Der Anschluß Reglerventil – Flaschenventil ist verschmutzt. Bei Verschmutzung ist die Dichtfläche zu säubern.
- In der Gasflasche ist nicht mehr genügend Flüssiggas.
- Der Regler ist bei Temperaturen um 0 °C vereist.
- Die Gasleitung ist undicht.

Ist dies alles nicht der Fall, dann kann die Ursache nur noch im Regler selbst liegen – der Regler ist auszuwechseln.

Bei einem Ausfall des Reglers im Ausland, kann es vorkommen, daß nur Regler mit 5 kPa erhältlich sind. Mit diesem Regler dürfen unsere Gasverbraucher nicht betrieben werden! Es ist daher zu empfehlen, bei Auslandsreisen einen Ersatzregler mitzunehmen.

## Arbeiten an Leitungsnetz, Verteilerstück und Absperrventil

Diese Baugruppen sind vor allem auf Dichtheit und Korrosionsschäden zu prüfen. Die Dichtheitsprüfung erfolgt, indem alle Verbindungen der unter Druck stehenden Anlage mit Seifenwasser abgepinselt werden. Treten dabei keine Blasen an den Verbindungsstellen auf, so sind diese Baugruppen dicht. Leitungen, an denen Korrosionsschäden sichtbar sind, müssen ausgetauscht werden.

Membran-Absperrventile unterliegen im Campingbetrieb großen Temperaturschwankungen. Dadurch verhärten die Membranen vorzeitig. Es wird deshalb empfohlen, das Absperrventil alle 5 Jahre überprüfen zu lassen bzw. auszuwechseln.

## Arbeiten an den Gasverbrauchern

**Gaskocher.** Werden als Gaskocher die Campingkocher vom Typ Campy 75/1, Tramp de luxe oder Record benutzt, dann sind diese mit der Bodenplatte im Küchenbereich durch Schraubverbindungen gegen Verrutschen zu sichern. Unabhängig vom Typ sind folgende Wartungsarbeiten durchzuführen:

- Lösen der Schraubverbindung an der Bodenplatte und Herausnahme des Campingkochers
- Überprüfen, daß die Gasventile am Gaskocher geschlossen sind
- Abpinseln des HD-Schlauchanschlusses am Gaskocher; treten Blasen aus, dann Mutter vorsichtig nach links drehen (Linksgewinde) und die Dichtheitsprüfung wiederholen.
- Gaskocher auf eine feste Unterlage stellen, Ventile öffnen und Brenner zünden.
- Ist das Flammenbild nicht stabil, dann Abschnitt 4.1.3. beachten.
- Abstand Oberkante Kocherrost bis Flammenaustritt muß 20 mm betragen, Abstand überprüfen und verbogenen Kocherrost richten.
- Gaskocher einbauen und durch Schraubverbindung an der Bodenplatte gegen Verrutschen sichern.
- Brennprobe durchführen.

**Gasheizung.** Wenn alle Verbindungen und die Gasleitung bis zum Raumheizer ohne Mängel sind, werden alle Befestigungspunkte am Raumheizer überprüft – Schraubverbindungen zwischen Wärmetauscher und Fußboden, zwischen Möbel und Wärmeschutz, zwischen unterem und oberem Brennergehäuse sowie zwischen oberem Brennergehäuse und Wärmetauscher und außerdem der Festsitz der Schelle am Abgasrohrkrümmer zum Abgasrohr. Sind alle Verbindungen fest, dann wird der Raumheizer feucht abgewischt und die Zuluftöffnungen im Fußboden auf Verschmutzung und eventuelle Verstopfungen kontrolliert.

Sind keine Sichtschäden erkennbar, dann wird der Raumheizer nach der Bedienungsvorschrift gezündet und auf Vollast eingestellt. Nachdem die Sichtverkleidung angebracht ist, kann überprüft werden, ob der Wärmetauscher noch dicht ist. Dies erfolgt, indem ein kalter Spiegel über den Warmluftaustritt der Verkleidung gehalten wird. Zeigt sich am Spiegel ein leichter Niederschlag, dann ist der Wärmetauscher dicht. Beschlägt der Spiegel jedoch stark, dann läßt dies darauf schließen, daß Verbrennungsgase aus dem Wärmetauscher in das Wageninnere entweichen. Der Wärmetauscher ist nach Abschnitt 4.1.4. auszuwechseln. In diesem Zusammenhang ist der Regler mit zu überprüfen, da undichte Wärmetauscher oftmals auf einen zu großen Arbeitsdruck der Gasanlage zurückzuführen sind.

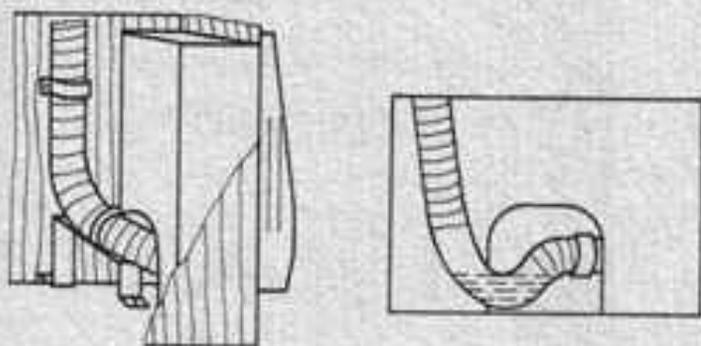


Bild 4.104. Verlegung des Abgasrohres  
Die Stütze verhindert ein Absinken des Rohres  
durch Fahrtschwingungen

Auch am Abgassystem sind alle Verbindungen auf Dichtheit und Festsitz zu prüfen, das sind:

- Abgasrohr am Abgaskamin
- Kaminsitz am Dachdurchbruch
- Isolierrohr am Wärmeschutz des Wärmetauschers, an der Abgasweiche beidseitig und am Abgaskamin
- Befestigungsschellen zur Halterung des Isolierrohres
- Befestigung der Abgasweiche an der Seitenwandinnenhaut.

**Beachte:**

Das Abgasrohr muß grundsätzlich steigend verlegt werden, um einen Abgasstau durch eindringendes Schmelz- oder Kondenswasser zu vermeiden (Bild 4.104).

**Kühlschränke** gehören im allgemeinen zu den wartungsarmen Baugruppen eines Campinganhängers. Aus diesem Grund sind sie fast immer im Küchenbereich fest eingebaut. Die einfachen Wartungsarbeiten sind: Überprüfen der Schraubverbindungen Kühlschrank – Möbel und Reinigen des Kühlschranks nach jeder Reise mit Fitwasser.

Wird der Campinganhänger nicht benutzt, dann soll die Tür des Kühlschranks leicht geöffnet bleiben, damit eine natürliche Belüftung des unbenutzten Kühlschranks gewährleistet ist. Am Verdampfer angesetztes Eis darf auf keinen Fall mit Gewalt entfernt werden, es ist bei Raumtemperatur aufzutauen.

Da aber auch der Kühlschrank während der Fahrt mehr oder minder starken Erschütterungen ausgesetzt ist, empfiehlt es sich, ihn vor der Campingsaison gründlich zu prüfen.

Die wichtigste Prüfung ist die Prüfung des Gasanschlusses auf Dichtheit, dazu muß der Kühlschrank ausgebaut werden (Bild 4.105). Da der Gasanschluß am Kühlschrank fast ausschließlich über einen HD-Schlauch erfolgt, sollte dieser alle zwei Jahre ausgewechselt werden.

Nach der Dichtheitsüberprüfung ist die Funktion des Kühlschranks bei Gasbetrieb zu prüfen. Durch das Schauglas im Inneren des Kühlschranks muß nach erfolgter Zündung, über den Lichtleitstab, die Gasflamme sichtbar sein (Bild 4.106).

**Beachte:**

War der Kühlschrank lange außer Betrieb oder wurde der HD-Schlauch gewechselt, dann ist mit dem Zünden der Flamme erst nach 30 . . . 40 s zu rechnen. Die Funktionsprobe darf max. 15 min. dauern, da

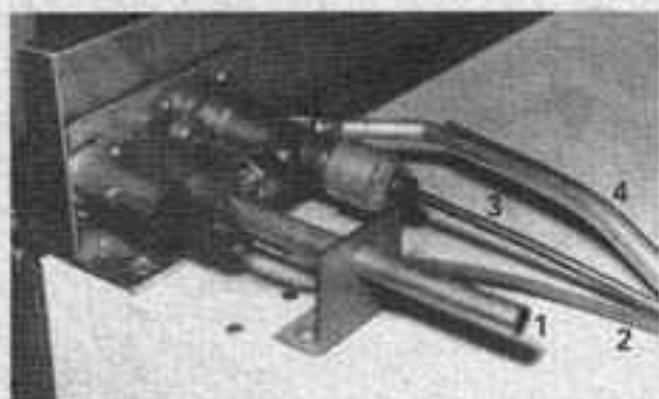


Bild 4.105. Gasverteilungs- und Zündarmatur eines Kühlschranks

1 Gasanschluß; 2 Kabel zum Piezozünder; 3 Rohrleitung der thermoelektrischen Zündericherung; 4 Hauptgasleitung zum Gasbrenner

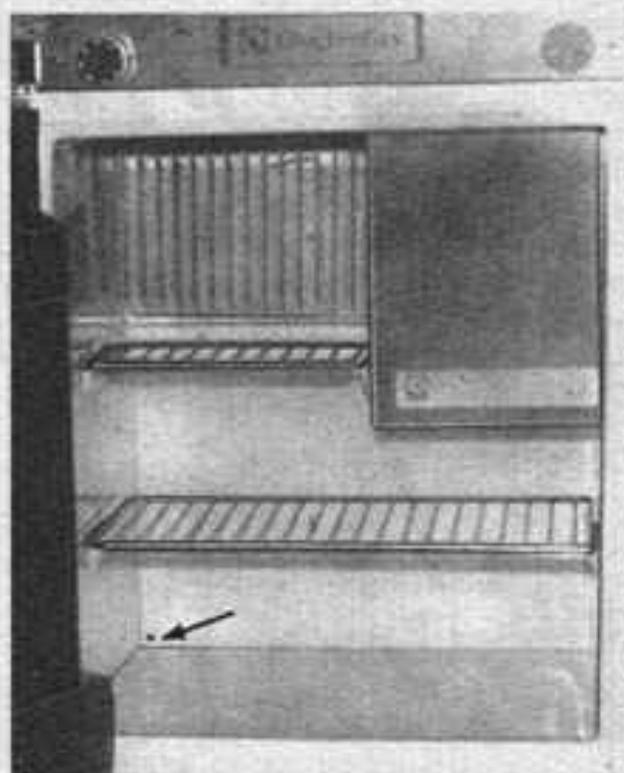


Bild 4.106. Schauglas im Inneren eines Kühlschranks



Bild 4.107: 220-V/12-V-Anschluß eines 60-l-Kühlschranks

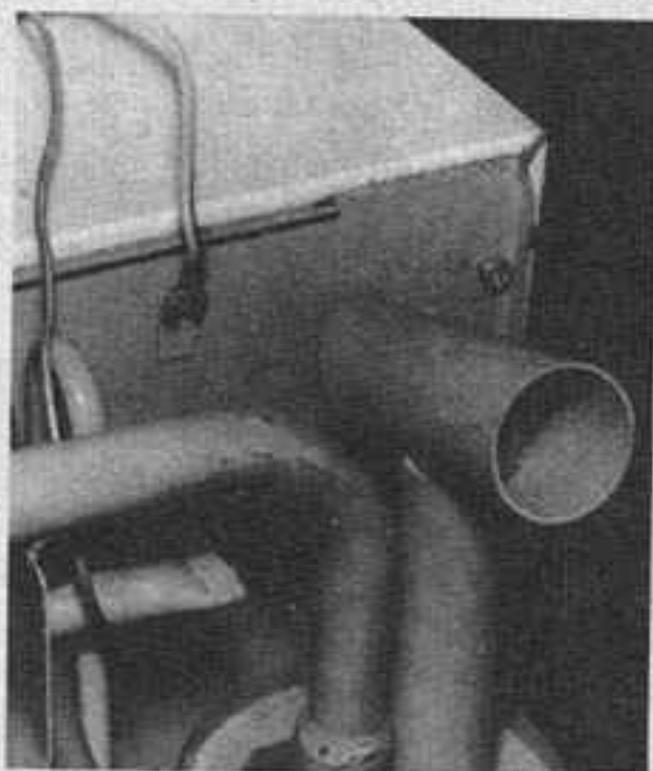


Bild 4.108: Anschluß des Abgasrohres am Kühlschrank



Bild 4.109: Behälter zur Aufnahme des Tauwassers

die Abgase in das Innere des Campinganhängers strömen. Nach 15 min ist am Verdampfer ein fühlbarer Temperaturunterschied feststellbar. Während der Überprüfung des gastechnischen Teiles sind Fenster und Tür des Campinganhängers offen zu lassen.

Am 220-V-/12-V-Kippschalter sind die Steckverbindungen der Kabelanschlüsse zu überprüfen und eventuell mit Polfett einzufetten. an den Kabelverbindungen ist zu kontrollieren, ob sich Kabelverbindungen gelockert oder gelöst haben, die Schrauben sind vorsichtig nachzuziehen (Bild 4.107). Die Steckverbindung des grün-gelb-gestreiften Schutzleiters am Schaltrelais und an der Rückwand müssen fest auf den Anschlußfahnen sitzen und dürfen nicht korrodiert sein.

Auch im 220-V-Stecker und in der Steckdose für 220-V-Stecker sind die Kabelanschlüsse nachzuziehen. In der Steckdose ist besonders auf die federnden Kontakthülsen zu achten. Diese können einen erhöhten Übergangswiderstand verursachen und somit durch unzulässige Erwärmung zum Kabelbrand führen.

Bevor der Kühlschrank eingebaut werden kann, sind noch die Befestigung des Abgasrohres zu kontrollieren und die Gaze der Lüftungsöffnung im Boden sowie an der Seitenwand zu reinigen (Bild 4.108).

Der Behälter für die Tauwasserverdunstung an der Rückwand (Bild 4.109) darf nicht gerissen sein, ist dies der Fall, muß er ausgewechselt werden.

Beim Kühlschranksbau ist darauf zu achten, daß das Abgasrohr in die Abgasverlängerung eingeführt wird; beim Einschieben des Kühlschranks dürfen E-Kabel und HD-Schlauch nicht eingequetscht und der Kühlschrank soll möglichst waagrecht eingebaut werden.

**Beachte:**

Schräg stehende Kühlschränke bringen nicht die geforderte Kälteleistung bzw. können ganz ausfallen.

### 4.4.3. Störungssuche

Auftretende Störungen in einer Gasanlage können die unterschiedlichsten Ursachen haben. Obwohl die Störung oftmals am Gasverbraucher sichtbar wird, muß ihre Ursache nicht unbedingt am Gasverbraucher liegen. Deshalb werden die in Tabelle 4.16 zusammengestellten Hinweise für die Störungssuche nicht für jeden Gasverbraucher gesondert, sondern bezogen auf die gesamte Gasanlage durchgeführt.

**Tabelle 4.16. Hinweise zur Beseitigung von Störungen an der Gasanlage**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe	
Gasgeruch	Ventil der Gasflasche undicht	Ventil der Gasflasche schließen und Übergang Ventil/Gasflasche mit Fit oder Seifenwasser abpinseln; kommen Blasen, Flasche sofort auswechseln und zur Reparatur bringen	
	Übergang Ventil/Gasflasche – Regler undicht	Ventil der Gasflasche schließen, Regler abschrauben und Anschlußstelle säubern, Dichtung prüfen	
	Regler undicht	Regler auswechseln	
	Übergang Regler – HD-Schlauch bzw. Rohrleitung undicht	Schlauchband bzw. Schnaidringverschraubung gefühlvoll nachziehen oder auswechseln	
	Gasschlauch undicht	Schlauch auswechseln	
	Rohrleitung undicht	Rohrleitung auswechseln	
	Rohrverbindungen undicht	Verbindungen gefühlvoll nachziehen	
Kocherflamme hebt ab	Übergang Leitung – Gasverbraucher undicht (Kocher, Heizung, Kühlschrank, Gasleuchte)	Verbindung gefühlvoll nachziehen	
	Gasverbraucher undicht	Gasverbraucher zur Reparatur bringen	
	Regler gibt einen höheren Druck ab als maximal zulässig	Regler auswechseln	
	Kocherflamme flackert und brennt hellgelb	Gasvorrat geht zu Ende	Gasflasche neu füllen
		Gasflasche steht nicht senkrecht	Gasflasche senkrecht stellen
		Regler bei Temperaturen um 0 °C vereist	Regler mit Warmluft (max. 30 °C) enteisen
		Brennerdüse im Kocher verstopft	Düse reinigen (Abschn. 4.1.4.)
		Gasarmatur undicht	Kocher zur Reparatur bringen
		Gasleitung bzw. Leitungsverbindungen undicht	Leitung auswechseln, Verbindungen gefühlvoll nachziehen
		Bei Temperaturen um 0 °C befindet sich in der Gasflasche nur reines Butan	Gasflasche mit Propan füllen lassen
Kocherflamme erlischt bei Kleinbrand	Zug- oder Druckerscheinungen im Bereich der Luftansaugöffnung des Kochers	Tür oder Fenster schließen bzw. Windschutz aufstellen	
	Abdichtung im Küchenschrank zum Kocher undicht	Mit Cenusil neu abdichten	
	Brennerdüse im Kocher verstopft	Düse reinigen	

**Tabelle 4.16. (Fortsetzung)**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Gasverbraucher zünden nicht	Gasflasche bzw. Absperrventile geschlossen Thermofühler hat von der Zündflamme einen zu großen Abstand Piezozünder gibt keinen Funken	Ventile öffnen  Abstand nach Vorschrift einstellen  Massekontakt an der Schraubverbindung Piezozünder – Blechgehäuse fehlt bzw. Zünder defekt, Zünder nach Abschnitt 4.1.4. auswechseln Deformierung hinter dem Schaltknopf beseitigen
Brennerflamme der Heizung brennt scharf blau und hebt vom Brennerkopf ab	Schaltknopf läßt sich nicht mindestens 7 mm eindrücken  durch starken Wind wird in den Ansaugkanal zuviel Luftsauerstoff gedrückt	Regler defekt oder vereist Zu starker Windeinfluß  Ansaugbereich durch Anbau einer Beruhigungsstrecke (Abschn. 2.4.3.2.) bzw. Aufbau eines Windschutzes schützen
Brennerflamme der Heizung flackert	Regler defekt oder vereist Zu starker Windeinfluß  Abgasführung hat einen Wassersack gebildet Abgasrohr am Kamin bzw. an der Heizung undicht  Kamin durch Schneefall verstopft Bodenbereich ist mit Schnee zugeweht	Regler auswechseln bzw. enteisen Zwischenstück im Abgaskamin einschrauben (Abschn. 2.4.3.2.) Abgasführung muß auf ganzer Länge steigend verlegt sein Abgasrohr muß an der Heizung sowie am Kamin dicht und fest angeschlossen sein Schnee auf dem Dach beseitigen Schnee um den Campinganhänger wegschaufeln, damit Luftsauerstoff an den Ansaugbereich gelangt Ansaugkanal reinigen
Brennerflamme erlischt	Ansaugkanal verschmutzt weitere Ursachen wie bei Kocherflamme flackert Gasflasche leer	Abgasführung hat einen Wassersack gebildet Abgasrohr am Kamin bzw. an der Heizung undicht  Kamin durch Schneefall verstopft Bodenbereich ist mit Schnee zugeweht  Ansaugkanal verschmutzt weitere Ursachen wie bei Kocherflamme flackert Gasflasche leer
Brennerflamme erlischt	Gasflasche leer	Gasflasche leer
Brennerflamme erlischt	Windeinfluß zu stark, Wassersack, Abgasrohr undicht, Schneefall Rohr des Mehrlochbrennerkopfes verschmutzt (Spinnweben – tritt oft nur bei ein oder zwei Brennern auf) Thermofühler defekt	wie bei Brennerflamme der Heizung flackert  Thermofühler nach Abschnitt 4.1. auswechseln
Abgasgeruch im Campinganhänger	Einströmdüse verschmutzt Gehäuse des Wärmetauschers durchgebrannt und undicht Abgasrohr hat einen Wassersack gebildet Abgaskamin verstopft Austritt der Abgasweiche verschmutzt bzw. Verbindung Abgasweiche/Innenwand undicht inneres Abgasrohr durchgebrannt Verbindung Abgasrohr – Heizung oder Abgasrohr – Kamin locker Öffnungen im Fußbodenbereich bei Abgasführung nach unten Schneeverwehungen im Bodenbereich	Düse nach Abschnitt 4.1.4. reinigen Gehäuse nach Abschnitt 4.1.4. auswechseln Abgasrohr steigend verlegen  Kamin reinigen Austritt säubern bzw. Verbindungen mit Cenusil abdichten  Abgasrohr auswechseln Verbindung nachziehen  Öffnungen abdichten  Verwehungen beseitigen

Tabelle 4.16. (Fortsetzung)

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Gasheizung wird zu heiß.	Abgasführung am Kühlschrank undicht	Abgasführung abdichten
	Abdeckblech an der Außenwand des Campinganhängers für die Abgasführung des Kühlschranks verschmutzt	Abdeckblech säubern
	Windschutzschürze zwischen Oberbau und Boden angebracht	Schürze entfernen
	Öffnungen an der Verkleidung durch Textilien verhängen	Textilien sofort entfernen
	Öffnungen in der Rohrleitung der Umluftverteilung verschlossen	Öffnungen öffnen
	Lüfterrohr am Gebläse ungenügend befestigt	Lüfterrohr befestigen

#### 4.4.4. Instandhaltungsarbeiten

Reparaturen an den Baugruppen Gasflasche mit Flaschenventil, Druckregler und Einstellglieder mit thermoelektrischer Zündsicherung dürfen nur von dafür berechtigten Personen ausgeführt werden. Diese Baugruppen sind deshalb in der nachfolgenden Demontage- und Montageleistung ausgeschlossen.

##### 4.4.4.1. Gaskocher

###### Reinigen des Brennerkopfes

- Brennergehäuse in Richtung Ventilblock drücken und aus der Blechhalterung am Kochergehäuse herausziehen.
- Gasaustrittsöffnungen mit einer Nadel von 0,5 mm Dmr. vorsichtig von Verstopfungen befreien.

**Beachte:**

Bei der Reinigung dürfen die Öffnungen nicht beschädigt werden.

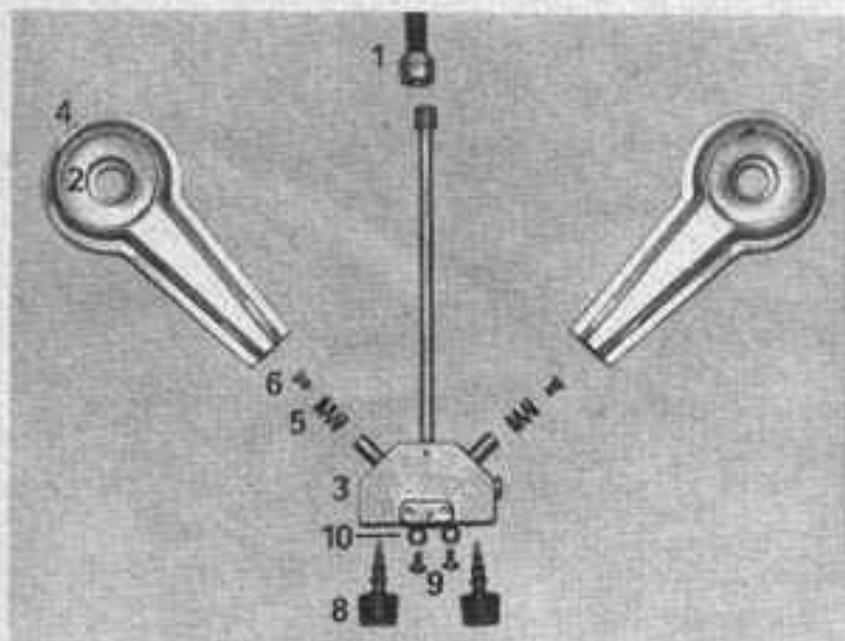


Bild 4.110: Baugruppen eines Campinggaskochers

1 HD-Schlauchanschluß; 2 Brennergehäuse; 3 Ventilblock; 4 Blechhalterung für Brennergehäuse; 5 Druckfeder; 6 Gasdüse; 7 Sicherungsblech; 8 Ventil; 9 Schraube; 10 U-Scheibe

- Brennergehäuse mit Druckluft durchblasen, damit im Brennergehäuse befindliche Verunreinigungen beseitigt werden.

**Beachte:**

Bei der Montage muß das Brennergehäuse so eingesetzt werden, daß von allen Gasaustrittsöffnungen am Brennerkopf bis zur Oberkante Kocherrost ein konstanter Abstand von 20 mm vorhanden ist.

**Reinigen der Düse**

Die Gasdüse 6 sitzt am Übergang zwischen Ventilblock 3 und Brennergehäuse 2 (Bild 4.110) und ist mit einem Ringschlüssel ausschraubbar. Die Düsenbohrung sollte mit Druckluft durchgeblasen werden. Erst wenn die Druckluft die Verunreinigungen nicht beseitigt, darf mit einer feinen Düsennadel die Düse durchstoßen werden.

**Beachte:**

Beim mechanischen Reinigen der Düse darf keine Erweiterung der Düsenbohrung eintreten. Beim Einschrauben muß die Düse fest angezogen werden.

**4.4.4.2. Gashelzung Solar 3000**

Der mobile Kleinraumheizer Solar 3000 ist ein mit Flüssiggas betriebener Wärmespender. Da viele Campinganhängerfreunde dieses Gerät nachträglich in ihrem Anhänger einbauen, soll zuerst der Einbau des kompletten Heizgerätes beschrieben werden.

Das freie Raumvolumen sollte bei gut isoliertem Campinganhänger 15 m<sup>3</sup> je Heizkörper nicht überschreiten.

Für den Einbau werden allerdings ein umfangreiches Werkzeugsortiment und handwerkliche Fertigkeiten benötigt.

Die Heizung wird in der Regel im Kleiderschrank eingebaut, seltener in andere Möbelteile

**Beachte:**

Die Heizung besitzt eine Stausicherung, die bei einem verstopften Abgaskamin die Abgase über die Abgasweiche an der Seitenwand ins Freie leitet. Die Heizung sollte deshalb nicht in ein Möbelstück eingebaut werden, welches sich an der Seitenwand befindet, an der das Vorzelt montiert wird. Zunächst ist zu prüfen, ob an der Stelle des vorgesehenen Einbaus unter dem Fahrzeugboden keine Teile des Fahrgestelles im Wege sind.

Die Einbautiefe sollte, bei Zuführung des Abgasrohres hinter den Wärmeschutz, etwa 350 mm betragen. Wird das Abgasrohr seitlich in den Wärmeschutz eingeführt, ist nur eine Einbautiefe von 230 mm erforderlich. Bei der Einbautiefe ist gleichzeitig mit zu berücksichtigen, ob an den Wärmeschutz ein Lüfter zur Umluftverteilung anmontiert wird.

Der Einbau geschieht dann wie folgt:

- Möbelvorderteil unten, ab Oberkante Bodenbelag 480 mm × 480 mm ausschneiden. Ist das Möbelteil wesentlich größer, muß ein Rahmen mit der lichten Weite 480 mm × 480 mm eingesetzt werden.
- Wärmeschutz behelfsmäßig in den Möbelausschnitt einsetzen, dabei muß der äußere Wärmeschutz am Möbel anliegen.
- Festlegen, ob das Abgasrohr links oder rechts im Möbel liegen soll, dementsprechend ist der vorgestanzte Ausschnitt im inneren und äußeren Wärmeschutz zu entfernen.
- Die Schablone, die beim Kauf des Heizgerätes mitgeliefert wird, ist in den Wärmeschutz so auf den Boden zu legen, daß der halbrunde Ausschnitt zur Wand des Campinganhängers zeigt. Die Schablone muß hinten am Wärmeschutz anliegen.
- Mit einem Bleistift werden die Bodendurchbrüche für den Luftansaugkanal und die rechts und links liegenden kreisrunden Ausschnitte zur Zwangsbelüftung sowie die vier Befestigungslöcher für den kompletten Wärmetauscher angezeichnet.
- Schablone entfernen, Wärmeschutz herausnehmen und Ausschnitte aussägen bzw. ausbohren.
- Ist der Fußboden isoliert, so ist die in den Ausschnitten nunmehr offenliegende Isolierung mit Polyesterspachtel bzw. Cenusil abzudichten, um ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern.

- Die für die Zwangsbelüftung mitgelieferten Lüftungsrosetten werden auf den Fußboden über den dafür vorgesehenen kreisrunden Ausschnitt aufgenagelt.
- Um den Einbau des Wärmeschutzes und des Wärmetauschers zu ermöglichen, ist der über dem Wärmetauscher befindliche Zwischenboden, der gleichzeitig ein Aufheizen des Möbelteiles verhindert, zu entfernen.
- Wärmetauscher mit 4 Durchgangsschrauben am Fußboden befestigen. Die Durchgangsschrauben werden vom Wageninneren eingeführt. Wärmetauscherrohrbogen am Wärmetauscher befestigen. Dabei ist zu berücksichtigen, von welcher Seite des Möbels das Abgasrohr am Wärmetauscherrohrbogen befestigt werden soll.

**Beachte:**

Ist der Fußboden aus einem elastischen Material, so sollten unter den Federring größere Unterlegbleche zur besseren Druckverteilung gelegt werden.

- Wärmeschutz von oben über den Wärmetauscher in die vorgesehene Lage bringen, Abdeckung in die Rückwand des inneren Wärmeschutzes einsetzen.
- Wärmeschutz an den Stirnflächen des Einbaumöbels mit sechs Senkholzschrauben befestigen.
- Bodendurchbruch mit geteiltem Schutzblech abdecken und Schutzblech mit sechs Halbrundholzschrauben sichern.
- Vor der weiteren Montage ist der Dachdurchbruch für die Abgasleitung herzustellen. Der Dachdurchbruch sollte möglichst in einem Teil der Dachaußenhaut liegen, in dem keine Krümmung vorhanden ist.
- Dachdurchbruch vom  $\varnothing$  140 mm anreißen und aussägen.
- Offene Isolierung mit Polyesterspachtel bzw. Cenusil abdichten.
- Hartholzring vom Außendurchmesser 140 mm, Innendurchmesser 100 mm und einer Höhe von 50 mm so in den Dachdurchbruch einpassen und verkleben, daß dieser etwa 20 mm über der Dachaußenhaut steht, Lage des Hartholzringes mit Wasserwaage ausrichten.
- Übergang zwischen Hartholzring und Dach mit Schleifpapier anrauen und gut mit Cenusil abdichten.
- Nach dem Abbinden des Cenusils ist der Dachdurchbruch durch Farbgebung gegen Witterungseinflüsse zu schützen und trocknen zu lassen.
- Kaminstutzen von der Dachaußenhaut in das Wageninnere einschieben.
- Abgasrohr in den Kaminstutzen bis zum Anschlag der Meidingerscheibe (Kamindach) einschieben (etwa 170 mm von Kaminflanschunterkante) und mit einem Schlauchband befestigen.

**Beachte:**

Schlauchband nach Bild 4.111 verlegen, da sonst kein dauerhaft fester Sitz gewährleistet ist.

Die Öse des Schlauchbandschlusses ist so zu legen, daß beim Drehen der Öse mit einem Dorn oder Schraubendreher keine Beschädigung der zu verbindenden Teile erfolgt.

- Folgende Bauteile sind nacheinander von unten auf das Abgasrohr zu schieben: Schutzrohr, 1150 mm lang, Abgasweiche, großer Stutzen von oben (Bild 4.112), Schutzrohr, 400 mm lang.

**Beachte:**

Erfordert die Bauhöhe des Campinganhängers ein kürzeres oberes und unteres Schutzrohr, so sind diese so zu kürzen, daß der Einbau der Abgasweiche in dem geradlinig vertikal verlaufenden Abgasrohr erfolgt.

- Nachdem die Lage der Abgasweiche an der Seitenwand bestimmt ist, muß in dieser ein Ausschnitt von 120 mm  $\times$  80 mm ausgearbeitet werden. Dieser Ausschnitt ist wiederum mit Cenusil abzudichten.
- Der Ausschnitt ist an der Außenhaut mit einer Wind- bzw. Regenschutzhaube gegen Wind und Feuchtigkeit zu schützen. Der Flansch dieser Haube ist ebenfalls mit Cenusil abzudichten. Der freie Abzugsquerschnitt in der Haube darf nicht kleiner als 30 cm<sup>2</sup> sein.

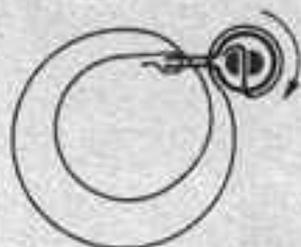


Bild 4.111. Richtig angeschlossenes Schlauchband



Bild 4.112. Abgasweiche

- Schutzrohr über den Kaminmantel bis zur Dachhülse schieben und mit Schlauchspanner sichern.
- Schutzrohr von oben und unten auf den Abgasweichenflansch schieben und ebenfalls mit Schlauchspanner verbinden.
- Auf den Flansch der Abgasweiche rundum Cenusil auftragen und Abgasweiche an die Innenhaut anschrauben.
- Obere und untere Schelle zur Befestigung des Schutzrohres in der Möbelecke anschrauben.
- Abgasrohr auf den Wärmetauscherrohrbogen schieben und mit einer Spanschelle befestigen.

**Beachte:**

Der Abgasschlauch darf grundsätzlich nur steigend verlegt werden. Besteht die Gefahr, daß der Abgasschlauch durch die Fahrgeschwindigkeit nach unten rutschen kann und sich somit ein Wassersack bildet, dann muß unter dem Abgasschlauch eine Führungstütze montiert werden, da sonst Lebensgefahr besteht!

Das sich in dem Wassersack absetzende Kondens- und Schmelzwasser läßt die Abgase nicht mehr ins Freie, so daß entweder die Flamme erlischt oder die Abgase unter erhöhtem Druck in das Innere des Campinganhängers entweichen.

- Der gassseitige Anschluß erfolgt mit einer Rohrleitung 8 × 1 und einer Schneidringverbindung unterhalb des Wagenbodens (Bild 4.113). Bei Verwendung von Cu-Leitungen sind bei Schneidringverbindungen unbedingt Einsteckhülsen zu verwenden.

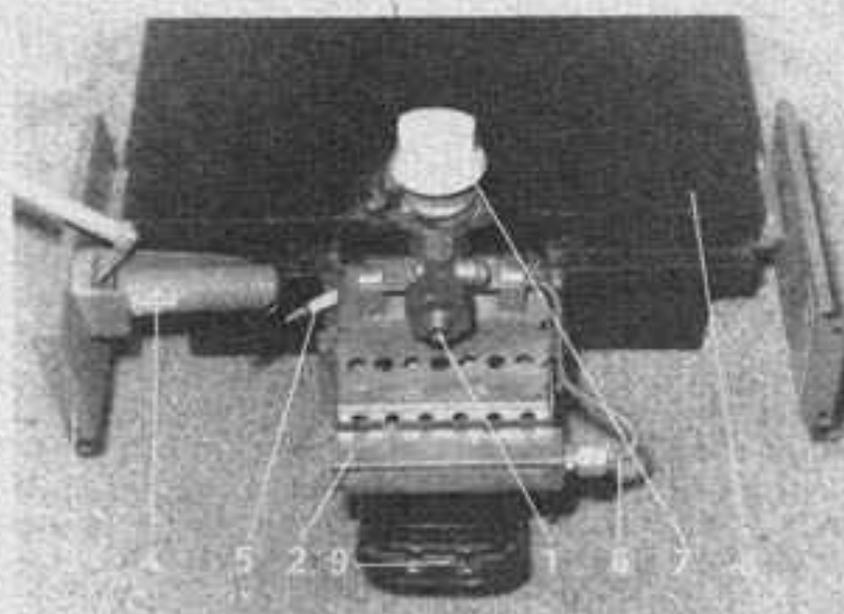


Bild 4.113: Blick auf den Wärmetauscher von unten

- 1 Hauptanschluß der Gasleitung;
- 2 Brennergehäuse unten mit Düsenträger;
- 3 Stützbleche des Wärmetauschers;
- 4 Piezozündung;
- 5 Zündkerze;
- 6 Zufließrohr zu den Brennerdüsen;
- 7 Schaltknopf;
- 8 Wärmetauscher

- Vor dem Raumheizer ist ein Membranabsperrventil zu installieren, damit bei Außerbetriebnahme das Gas nicht bis zum Einstellglied des Raumheizers anliegt.
- Die Verkleidung des Raumheizers wird von oben in die Kante des Wärmeschutzes eingehängt. Mit beiden Händen werden die Seiten der Verkleidung herausgedrückt und hinten den Wärmeschutzhalter geklemmt.
- Zwischenboden im Möbel einpassen und einlegen.

### **Funktionsprobe – Zulassung**

- Luftschlauch an der Regleranschlußstelle an das Leitungsnetz anschließen und Luft mit einem Überdruck von 12 kPa (1200 mm WS) eindrücken.
- 5 min Wartezeit für Temperaturengleich.
- Nach weiteren 5 min gilt die Anlage als dicht, wenn der Druck in dieser Zeit nicht abfällt.
- Luftschlauch abklemmen und Gasflasche mit Regler anschließen.
- Gasflasche öffnen und Leitungsabschnitte so entlüften, daß das ausströmende Gas-Luft-Gemisch bis zur Gasreinheit gefahrlos ins Freie geleitet wird.
- Ist ein Abdrücken der Anlage mit Luft nicht möglich, dann können alle Verbindungsstellen mit einem schaumbildenden Mittel (Wasser mit Fit oder Seife) durch Einpinseln überprüft werden. Bilden sich dabei keine Blasen, dann sind diese Verbindungen dicht. Diese Methode ist aber nur bei Unterwegsreparaturen zu empfehlen, da sie die Gasverbraucher nicht mit erfaßt. Bei Neuinstallation ist die Funktionsprobe nur durch Druckprüfung zulässig.
- Schaltknopf des Einstellgliedes axial eindrücken und auf Zündstellung (spitzes Dreieck auf Schaltknopf) stellen. 5 Sekunden warten und anschließend den links angebrachten Piezozünder durch Betätigen des Hebels mehrmals zünden, bis Pilotflamme durch das Schauglas sichtbar ist.
- 20 . . . 30 Sekunden warten und dann Schaltknopf nach links auf Vollast-Einstellung drehen (zwei Striche auf Schaltknopf).
- Zünden die Brenner und erlöschen wieder, dann 60 s warten.

Das Heizgerät besitzt eine thermoelektrische Züandsicherung, die beim Erlöschen der Flamme am Brenner die Gaszufuhr innerhalb von 60 s schließt. Während dieser 60 s strömt noch Gas aus, so daß während dieser Zeit nicht gezündet werden darf.

Die vorbereitenden Tätigkeiten für den Einbau einer Gasheizung bzw., bei entsprechenden fachlichen Voraussetzungen, der Einbau der Gasheizung können von jedem selbst durchgeführt werden.

Vor dem Einbau der Gasheizung in einem Campinganhänger ist jedoch die schriftliche Genehmigung der Bezirksstelle des kraftfahrzeugtechnischen Amtes einzuholen.

Eine Inbetriebnahme des Gasgerätes darf erst nach Abnahme durch das KTA bzw. eines dafür berechtigten Fachmannes erfolgen. Vom Berechtigten wird über die ordnungsgemäße Abnahme eine schriftliche Bescheinigung erteilt. Diese Bescheinigung berechtigt gleichzeitig zum Gasbezug.

### **Reparaturen an dem Kleinraumheizer Solar 3000**

Reparaturen an allen Bauteilen, die werkseitig eingestellt werden und gasdicht sein müssen, z. B. Einstellglied mit thermoelektrischer Züandsicherung, dürfen grundsätzlich nur von einer zugelassenen Vertragswerkstatt ausgeführt werden.

Aber was tun, wenn an naßkalten Tagen andere Baugruppen ausfallen und die Heizung plötzlich versagt und keine Vertragswerkstatt aufgesucht werden kann. Es sind oftmals nur kleine Ursachen, die zum Ausfall der Heizung führen und die von den Campingfreunden, die über entsprechende Kenntnisse verfügen, durchaus behoben werden können.

Die nachfolgend aufgeführten Kleinreparaturen sind mit großer Sorgfalt auszuführen!

### **Demontage und Montage des Brennergehäuses**

- Ventil der Gasflasche zudrehen.



Bild 4.114. Abschrauben des Zündflammpippen am Einstellglied



Bild 4.115. Abschrauben des Gasanschlusses am Düsenträger sowie des unteren Brennergehäuses

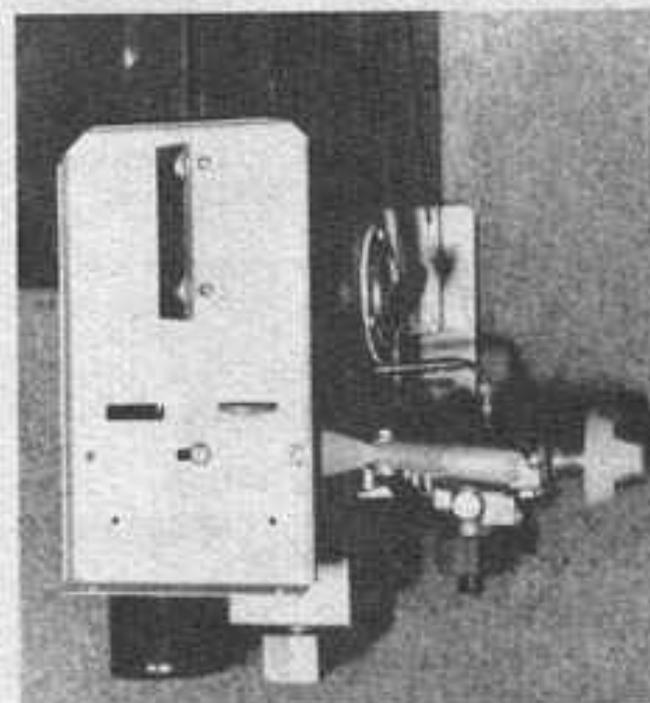


Bild 4.116. Halterung des Piezozünders am seitlichen Standblech des Wärmetauschers abschrauben



Bild 4.117. Abgeschraubtes Brennergehäuse mit Piezozünder und den im Brennergehäuse befindlichen vier Mehrlochbrennern, die durch Sicherungsrings mit dem Querblech verbunden sind



Bild 4.118. Blick auf die Mehrlochbrennerköpfe Zwischen Einstellglied 1 und Mehrlochbrennerköpfen 2 sind der Thermofühler 3 und die Zündkerze 4 zu erkennen

- Verkleidung des Raumheizers seitlich aus dem Wärmeschutzhalter herausziehen und nach oben abnehmen.
- Zwischenboden im Möbel herausnehmen.
- Abgasrohr (am Rohrbogen), Wärmeschutz, Schutzblech für Bodendurchbruch, Gasanschluß und Wärmetauscher komplett abbauen.
- Weitere Demontage entsprechend den Bildern 4.114 bis 4.118.

Bei der Montage ist vor dem Verschrauben des oberen Brennergehäuses mit dem Wärmetauscher das Zündrohr am Einstellglied festzuschrauben.

Muß der Thermofühler der thermoelektrischen Zündsicherung ausgewechselt bzw. nachgestellt werden, so kann dies am ausgebauten Brennergehäuse (Bild 4.117) erfolgen.

Die mittleren Mehrlochbrenner können nach Auseinanderdrücken der Sicherungsringe mit einer Spezialzange aus der Halterung herausgezogen werden. Nach Lösen der gekonterten M-8-Muttern am Thermofühler und der Schraube an der Verbindungsmutter zum Einstellglied kann der Thermofühler mit Kupferrohr herausgenommen werden.

Bei der Montage ist zu beachten, daß der Abstand des Thermofühlers bis zur Spitze der Zündkerze senkrecht 2 . . . 3 mm und waagrecht 9 mm beträgt, der Abstand zwischen der Spitze des Thermofühlers und der Spitze der Zündkerze 5 . . . 6 mm.

Soll die Piezozündung komplett bzw. die Zündkerze gewechselt werden, so ist der Haltewinkel der Zündkerze am oberen Brennergehäuse abzuschrauben, die Sicherungsspanne am Übergang Zündkerze/Zündkabel herauszuziehen und die Zündkerze aus dem Innenraum des Brennergehäuses herauszunehmen.

Der Piezozünder kann nun am Standblech abgeschraubt und die Fläche gesäubert werden.

Zum Wechsel des Gehäuses des Wärmetauschers sind die Haltebleche rechts und links mit Steckschlüssel SW 8 abzuschrauben.

Wie das Schauglas ausgewechselt werden kann, zeigen die Bilder 4.119 und 4.120.

Bei der Montage des Schauglases ist zu beachten, daß das Spiegelblech schräg nach oben geöffnet sein muß.

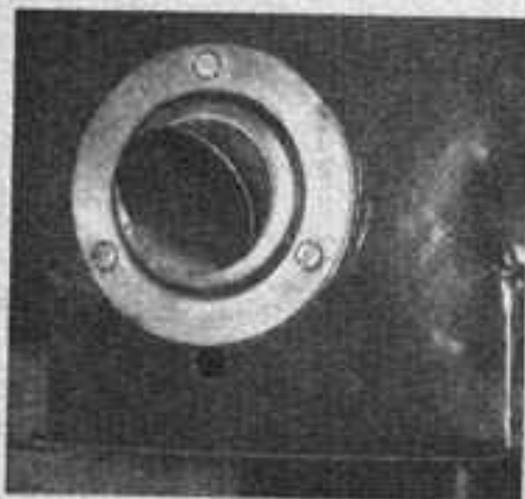


Bild 4.119. Mit drei Blechschrauben befestigtes Schauglas am Wärmetauscher.

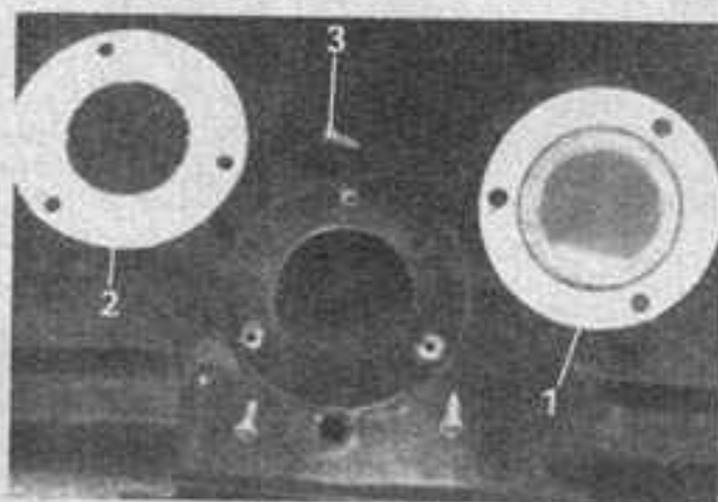


Bild 4.120. Einzelteile des Schauglases  
1 Schauglasflansch mit Schauglas; 2 Kautasitcheibe; 3 Blechschrauben

Die Mehrlochbrennerköpfe und Einströmdüsen sind wie folgt zu reinigen:

- Lösen der vier Schraubverbindungen am oberen Brennergehäuse zum Wärmetauscher und Abnahme der kompletten Baugruppe durch Herausziehen aus dem Wärmetauscher.
- Lösen der Schraubverbindung des Gasanschlusses am Düsenträger durch Drehen der Mutter nach rechts (Linksgewinde).
- Lösen der vier Schraubverbindungen zwischen oberem und unterem Brennergehäuse.

- Entfernen von Spinnweben bzw. Verschmutzungen im unteren Hohlraum der Mehrlochbrennerköpfe (Bild 4.117).
- Vorsichtiges Reinigen der Düsenbohrungen der Mehrlochbrennerköpfe mit Hilfe der Düsennadel.

**Beachte:**

Die Mehrlochbrennerköpfe sind schlag- und druckempfindlich.

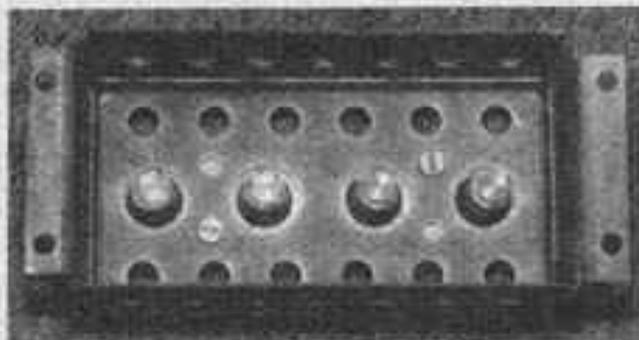


Bild 4.121. Unteres Brennergehäuse mit vier Einströmdüsen

- Einströmdüsen (Bild 4.121) aus dem Düsenträger herausschrauben und durchblasen. Läßt sich die Verstopfung nicht beseitigen, dann vorsichtig mit Düsennadel  $\varnothing$  0,05 mm reinigen.

**Beachte:**

Düsenbohrungen dürfen beim Reinigen nicht vergrößert werden.

## 4.5. Elektrische Anlagen

### 4.5.1. Aufbau und Funktion

Die Campinganhänger Bastel, Intercamp und QEK Junior sind mit einer 6/12-V- und einer 220-V-Anlage ausgerüstet, während der Wohnzeltanhänger eine 6/12-V-Anlage besitzt. Die Kabel beider Anlagen sind entsprechend den Normvorschriften getrennt verlegt.

#### 6/12-V-Anlage

Die Einspeisung der 6/12-V-Anlage erfolgt über einen am Anhänger montierten siebenpoligen Stecker, der mit der Anhängersteckdose am Zugfahrzeug gekuppelt wird (Näheres dazu im Abschn. 2.4.5.1.).

Die Kabelzuführungen zu der siebenpoligen Anhängersteckdose am Zugfahrzeug erfolgen bis auf den Anschluß Innenbeleuchtung von den entsprechenden Anschlüssen der Heckleuchten (Bild 4.122). Um die Innenbeleuchtung der Campinganhänger zu gewährleisten, ist ein isoliertes, mehradriges Kupferkabel vom Sicherungskasten des Zugfahrzeuges zur Anhängersteckdose zu legen und am Pol Nr. 2 (Klemmbezeichnung 54 g) anzuschließen. Beim Anhänger Camptourist kann dieser Pol Nr. 2 zum Anschluß einer Nebelschlußleuchte verwendet werden.

Nach Hochklappen des Deckels der Anhängersteckdose sind an der Innenseite die im Bild 4.122 zugeordneten Zahlen 1 bis 6 eingepreßt. Dadurch ist eine eindeutige Zuordnung der Kabelanschlüsse des Anhängersteckers gewährleistet.

Das siebenpolige Kabel ist vom Anhängerstecker bis zur E-Zentrale des Campinganhängers gelegt und dort am E-Verteiler befestigt. An diesem sind die Beleuchtungseinrichtungen sowie die Stromabnehmer der Innenbeleuchtung angeschlossen.

Beim Wohnzeltanhänger ist das siebenpolige Kabel über die Zwischenstecker direkt zu den Beleuchtungseinrichtungen an der Rückwand des Anhängers geführt.

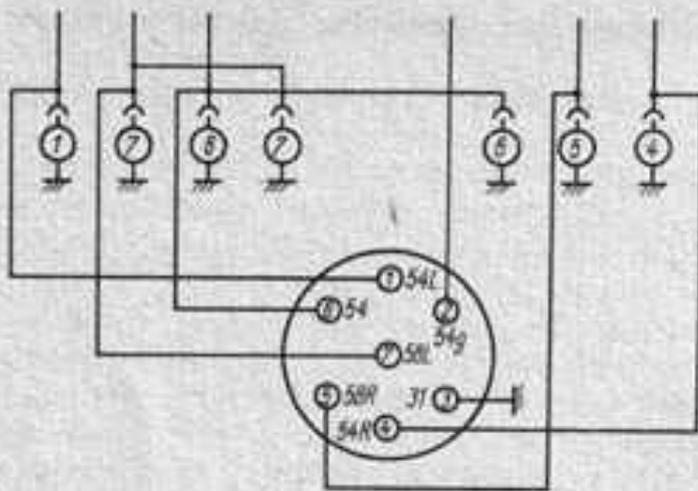


Bild 4.122. Anschluß der siebenpoligen Anhängersteckdose an das Bordnetz des Zugfahrzeuges

1 Blinkleuchte hinten links (54 L); 2 Innenbeleuchtung des Anhängers (54 g); 3 Masse (31); 4 Blinkleuchte hinten rechts (58 R); 6 Bremsleuchten (54); 7 Schlußleuchte hinten links

Die Leistungsaufnahme der Beleuchtungseinrichtungen beträgt:

Schlußleuchten	2 × 5 W;	Warnblinkleuchten	2 × 21 W;
Bremsleuchten	2 × 21 W;	Kennzeichenbeleuchtung	3 × 5 W;
Blinkleuchten	1 × 21 W;	Begrenzungsleuchten	2 × 5 W.

Die Absicherung des 6/12-V-Schwachstromkreises des Anhängers erfolgt über die Sicherungen des Zugfahrzeuges. Die meisten Zugfahrzeuge – Trabant, Wartburg, Skoda, Moskwitsch, Polski-Fiat, WAS . . . – sind nur mit einem Blinkgeber für eine Belastung von 46 W ausgerüstet. Bei der zusätzlichen Belastung mit einer Blinkleuchte am Anhänger von 21 W blinkt der Anhängerzug unter der gesetzlich vorgeschriebenen Blinkfrequenz von 60mal je Minute. Am Zugfahrzeug muß deshalb der Original-Blinkgeber gegen einen Blinkgeber 12 V, 2 × 21 W + 1 × 21 W – AKA-Nr. 8582.15/2 oder 2(4) × 21 W – AKA-Nr. 8582.17 gewechselt werden.

Die Warnblinkanlagen der Zugfahrzeuge sind in ihrer Nennlast auch nicht für den Anhängerbetrieb ausgelegt. Da beim Einschalten der Warnblinkanlage die Blinkleuchten des Anhängers automatisch mit zugeschaltet sind, darf die Warnblinkanlage nur kurzzeitig benutzt werden. Damit ist aber die Warnblinkanlage nur teilweise nutzbar. Es ist deshalb zu empfehlen, die Warnblinkanlage über zwei Relais zu schalten.

Beim Zuschalten der Beleuchtungseinrichtungen des Anhängers werden von der E-Anlage des Zugfahrzeuges im Fahrbetrieb 25 bis 40 W entnommen. Wird am Anhänger eine Halogen-Nebelschlußleuchte angebracht, so benötigt diese 21 W. Zusammen mit den Verbrauchern des Zugfahrzeuges wird dann eine 200-W-Lichtmaschine maximal belastet, so daß für die Batterieladung keine Energie mehr zur Verfügung steht.

Wird die Innenbeleuchtung von der Batterie des Zugfahrzeuges gespeist, so ist zu beachten, daß die Batterie nur eine begrenzte Kapazität besitzt. Hat das Zugfahrzeug eine 42-Ah-Batterie, so kann mit einer zur Verfügung stehenden Kapazität von 30 Ah im Sommer und 20 Ah im Winter gerechnet werden. Sind 40 W zugeschaltet, dann werden bei einer 12-V-Anlage 3,4 A und bei einer 6-V-Anlage 6,8 A je Stunde benötigt.

Im Sommer ist damit die Innenbeleuchtung 8,8 h bzw. 4,4 h und im Winter 5,9 h bzw. 2,9 h zu benutzen.

Um bei den Campinganhängern Bastei und Intercamp die Funktion der Bremssperre am Auflaufschubstück vom Zugfahrzeug aus zu überwachen, ist am Armaturenbrett eine Kontrollleuchte einzubauen. Unter der Voraussetzung, daß am Pol Nr. 2 der Anhängersteckdose die Innenbeleuchtung angeschlossen wurde, leuchtet die Kontrollleuchte bei eingelegter Bremssperre auf, wenn der Anschluß der Kontrollleuchte am Pol Nr. 6 der Anhängersteckdose erfolgt ist. Gleichzeitig leuchten die Bremsleuchten am Anhänger. Der Fahrer erhält somit über die Kontrollleuchte die Information, daß die Auflaufbremse des Campinganhängers außer Betrieb ist.

Beim Anhängen eines Anhängers ist darauf zu achten, daß die Bordspannung des Anhängers und des Zugfahrzeuges übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall, so sind lediglich die Glühlampen des Anhängers zu wechseln und der Bordspannung des Zugfahrzeuges anzupassen.

Ab Baujahr 1983 werden alle genannten Anhänger mit einer Bordspannung von 12 V ausgeliefert.

### 220-V-Anlage

Die 220-V-Anlage der Campinganhänger entspricht im wesentlichen Bild 4.123. Die Einspeisung der 220-V-Fremdspannung beginnt bei den Campinganhängern Bastel und QEK Junior am freibeweglichen Schukostecker und beim Intercamp am fest installierten Kupplungsstecker. Der Anschluß erfolgt über ein dreipoliges Verlängerungskabel von 25 ... 50 m Länge. Vom Anschlußstecker wird der Strom über eine einpolige Schmelzsicherung zur zentralen Stromverteilung geleitet. Von dieser werden die Kabelanschlüsse zur Versorgung der Stromverbraucher für Beleuchtung, Kühlschrank und installierte Steckdosen abgenommen.

Die Anlage wird bei einigen Campinganhängern über einen Transformator geschaltet, so daß die Innenraumbeleuchtung (6/12 V) auch über den Transformator betrieben wird.

#### Beachte:

Wird die 220-V-Wechselspannung über den Transformator auf 6/12 V transformiert, so liegt an der 6/12-V-Steckdose Wechselspannung an. Geräte, die auf 6/12-V-Gleichspannung arbeiten, z. B. Rasierapparat, funktionieren nicht. Zur Umwandlung in Gleichspannung muß vor der Steckdose eine Diode geschaltet werden.

Eine entsprechend Bild 4.123 ausgeführte E-Anlage mit einpoliger Schmelzsicherung gewährleistet bei ordnungsgemäßer Verbindung der stromführenden Kabel des Campinganhängers mit dem Außennetz einen Überlast- und Kurzschlußschutz.

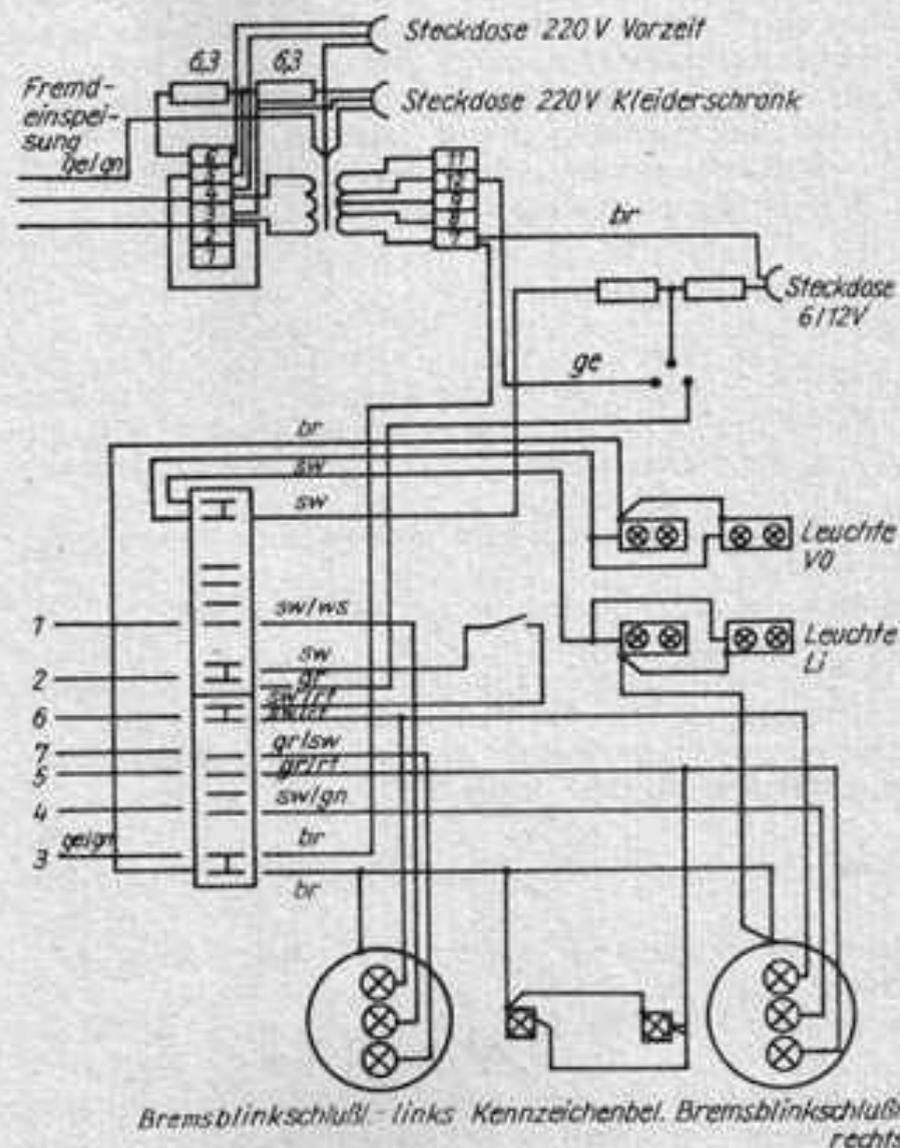


Bild 4.123. Schaltplan des Campinganhängers QEK Junior  
1 bis 6 s. Bild 4.122

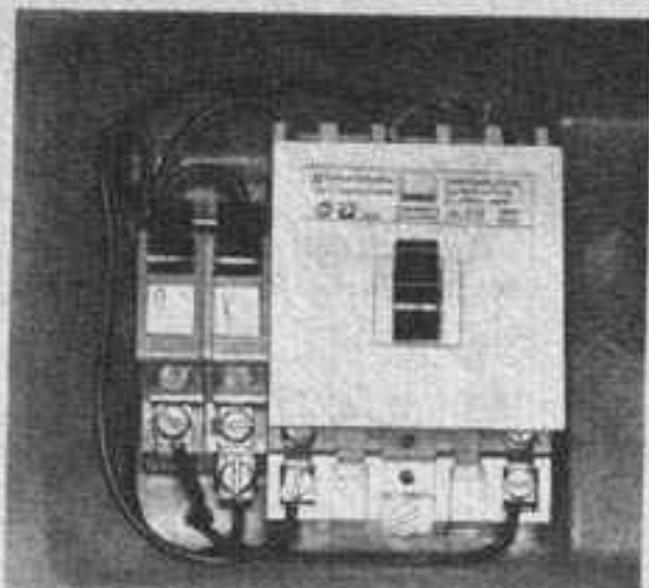


Bild 4.124. Anordnung der einpoligen Leitungsschutzschalter und zweipoligen FI-Schutzschalter zum Überlast-Kurzschluß- und Berührungsschutz im Intercamp

Die Schaltung gibt aber keinen Schutz gegen Fehlerspannungen.

Um dies zu gewährleisten, wird empfohlen, die im Abschnitt 2.4.5. vorgeschlagene Lösung zum Überlast-, Kurzschluß- und Berührungsspannungsschutz nachzurüsten.

Der Campinganhänger Intercamp wurde ab 1983 mit einem einpoligen Leitungsschutzschalter, kombiniert mit einem zweipoligen FI-Schutzschalter (Bild 4.124), geliefert, so daß beim Ansprechen des LS-Schalters der FI-Schalter sofort die Anlage zweipolig abschaltet.

Die verlegten Kabel haben einen Leitungsquerschnitt von  $1,5 \text{ mm}^2$  und sind mit 10 Ampere – beim Campinganhänger QEK Junior mit 4 A die Beleuchtung und mit 6,3 Ampere die Steckdosen abgesichert. Damit kann in den Campinganhängern eine Gesamtleistung von 2200 W, davon beim QEK von 1400 W über die Steckdosen entnommen werden. Dies ist bei der Verwendung von Zusatzgeräten, z. B. Heizlüfter, zu beachten.

#### 4.5.2. Wartungsarbeiten

An der 220-V-Anlage dürfen Wartungsarbeiten nur durchgeführt werden, wenn diese Anlagen spannungslos sind. Zwischen den beiden Anlagen gibt es bei den durchzuführenden Wartungsarbeiten nur geringfügige Unterschiede. Deshalb sind die nachfolgend genannten Punkte auf die 6/12-V- und die 220-V-Anlage bezogen.

Jährlich einmal sind die Stecker und Steckdosen aufzuschrauben und die Schraubkontakte auf Festsitz und Oxidbildung zu kontrollieren.

Um ein Verwecheln der Kabelanschlüsse zu verhindern, sollten die Anschlüsse der Reihe nach gelöst, gesäubert und wieder befestigt werden.

Die sieben Steckkontakte des 6/12-V-Anschlußsteckers sowie die Buchsen der Steckdose des Zugfahrzeuges unterliegen einer besonders starken Verschmutzung und Oxidbildung. Um eine ordnungsgemäße Reinigung zu erreichen, sind die Steckkontakte im demontierten Zustand des Anschlußsteckers mit Waschbenzin zu säubern.

##### Beachte:

Waschbenzin darf nur an die Steckkontakte gebracht werden, da es die Gummidichtung und die Kabelisolierung angreift.

Anschließend sind die Steckkontakte vorsichtig mit feinem Schleifpapier bzw. mit einer kleinen Schlichtfeile von den Korrosionsbelägen zu befreien.

Die Steckkontakte bestehen aus mehreren federnden Teilen, deren Lage bei der Reinigung nicht zu verändern ist.

Ausgehend von den Eingangssteckern sind alle nachfolgenden Klemm-, Schraub- und Steckverbindungen beider Stromkreise der Reihe nach auf Festsitz und Oxidbildung zu kon-

trollieren. Auch wenn keine Oxidbildung sichtbar ist, sollten die Kontaktstellen gelöst, gereinigt und leicht mit Polfett eingefettet werden. Wir beugen so einer Oxidbildung vor.

In die Wartungsaufgaben sind auch alle im Campinganhänger nicht fest installierten Verbraucher einzubeziehen. Insbesondere sind Leitungen und Stecker auf folgende Punkte zu kontrollieren:

- Die Isolierhülle der Leitung darf keine Risse oder Druckstellen haben. Ist dies der Fall, dann muß das Kabel gewechselt werden, da durch die Risse oder Druckstellen einer der dünnen Drähte nach außen durchstoßen kann bzw. Feuchtigkeit in das Kabel eindringt.
- Die Steckerstifte müssen in den Buchsen der Verlängerungskabel bzw. in den Steckdosen einen festen Sitz haben. Sind die Buchsen verschmort oder ausgedehnt, dann sind diese zu wechseln. Buchsen, die keinen festen Kontakt zu den Steckerstiften haben, besitzen einen immer größer werdenden Übergangswiderstand, der zur Erwärmung führt und zu einem Brand führen kann.
- Die Zugentlastung der Stecker muß auf die äußere Isolierhülle des Kabels und nicht auf die einzelnen Adern drücken.
- Die Kabelenden müssen verlötet sein und in den Befestigungspunkten fest sitzen.

**Beachte:**

Der grün-gelbe Schutzleiter muß im Stecker oder in der Kupplung in einem Bogen verlegt werden, damit im Fall einer unzulässigen Beanspruchung der Schutzleiter als letzter herausgerissen wird.

Nach den durchgeführten Wartungsarbeiten sind beide E-Anlagen an das Netz anzuschließen und die einzelnen Verbraucher auf ihre Funktion zu prüfen.

### 4.5.3. Störungssuche

#### 6/12-V-Anlage

Sucht man die Ursache einer aufgetretenen Störung am Anhänger, so ist die E-Anlage des Zugfahrzeuges mit einzubeziehen, da der gesamte Sicherungskreis sowie die Bedienelemente, mit Ausnahme der Innenebeleuchtung, im Zugfahrzeug installiert sind.

Um eine planmäßige Störungssuche durchzuführen, ist die Verwendung von Durchgangs- und Spannungsprüfgeräten unumgänglich. Der Fehler kann mit diesen Geräten systematisch ermittelt und im allgemeinen schnell abgestellt werden. Als Prüfgerät wird der im Handel erhältliche Autolicht-Prüf-Fix empfohlen. Dieses einfach zu handhabende Gerät kann zur Durchgangsprüfung sowie zur Spannungsprüfung verwendet werden.

Bei der Durchgangsprüfung muß das zu prüfende Bauteil spannungslos sein, d. h., die Eingangsstecker sind vom Stromkreis zu trennen. In die Anschlußbuchse des Prüf-Fix wird das Prüfkabel mit Leuchtstecker gesteckt (Bild 4.125). Mit der am Prüfkabel befestigten Abgreifklemme wird der Kontakt am Eingang des zu prüfenden Bauteils, z. B. Glühlampe, Kabel usw., hergestellt und mit der Prüfspitze des Prüf-Fix der Ausgang abgetastet. Ist das Bauteil in Ordnung, dann leuchtet die Soffitte im Prüf-Fix auf, während sie bei einem Defekt nicht reagiert.

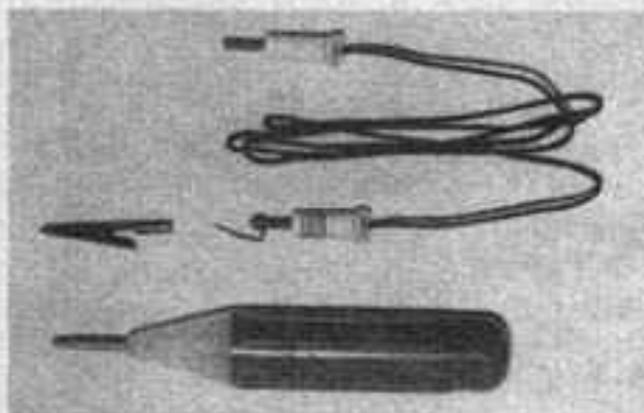


Bild 4.125. Prüf-Fix zur Fehler-suche an 6-/12-V-Anlagen

Zur Spannungsprüfung wird nur das Prüfkabel des Prüf-Fix mit Leuchtstecker verwendet. Die Abgreifklemme (6-V-Anlage) wird an Masse befestigt, und mit dem Leuchtstecker wird das spannungsführende Teil berührt. Bei Vorhandensein von Spannung leuchtet die Glühlampe im Leuchtstecker auf. Daraus ist zu erkennen, daß am Bauteil Spannung anliegt.

**Beachte:**

Der Prüf-Fix ist für 6-V- und 12-V-Anlagen verwendbar. Bei 12-V-Anlagen ist anstelle der Abgreifklemme ein zweiter Leuchtstecker anzubringen. Dieser Stecker ist mit „12 V“ gekennzeichnet und als Massekontakt zu verwenden.

**Beleuchtungsanlage**

Vor Fahrantritt ist jeder Kraftfahrer verpflichtet, die Funktion der Beleuchtungsanlage zu prüfen. Diese gesetzliche Festlegung dient nicht nur unserer eigenen, sondern auch der Sicherheit der anderen Teilnehmer im öffentlichen Straßenverkehr. Dazu kommt noch, daß viele Campingfreunde das Fahren mit Anhänger bei Nacht bevorzugen,

**Tabelle 4.17. Hinweise zur Störungsbeseitigung an der 6-/12-V-Anlage**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Glühlampe leuchtet nicht	Glühlampe defekt	Glühlampe wechseln
	Kontakt in der Fassung fehlt	Glühlampe und Kontaktzunge von Oxidschicht säubern, Kontaktzunge zur Lampenfassung biegen, Stromzuführung prüfen
	Massekontakt an der Fassung fehlt	Massekontakt von Oxidschicht säubern, beschädigte Masseleitung wechseln
	Steckkontakte des Anhängersteckers verschmutzt, ausgebrochen oder verbogen	Steckkontakte von Oxidschicht säubern, Anhängerstecker wechseln
	Buchsen der Anhängersteckdose am Zugfahrzeug ausgedehnt oder verschmutzt	Buchsen säubern, Anhängersteckdose wechseln
	Sicherung hat im Klemmbügel keinen Kontakt	Sicherungsenden und Kontaktzungen von Oxidschicht säubern, Abstand beider Kontaktzungen durch Zusammenbiegen verringern
	Sicherung defekt	Sicherung wechseln
Glühlampen leuchten zu hell	Spannung am Sicherungseingang fehlt	Stromzuführung prüfen
	Schalter defekt	Schalter wechseln
Glühlampen leuchten nur zeitweise	Kabelanschluß an der Batterie oxydiert	Kabelanschluß säubern
	Unterbrechung in der Kabelzuführung oder im Stromverbraucher	Unterbrechung beseitigen
	anliegende Spannung zu hoch	
	Socket locker	Glühlampe wechseln
	sitzt lose in Halterung	Glühlampe befestigen
	Schalterkontakte teilweise oxydiert	Kontakte von Oxidschicht säubern
	Stromzuführung oder Masseleitung hat Wackelkontakt	Kabelverbindung befestigen
	Buchsen der Anhängersteckdose zu groß	Stecker des Anhängersteckers auseinanderdrücken, Anhängersteckdose wechseln
	Sicherungen sitzen locker zwischen den Kontaktzungen	Kontaktzungen zusammenbiegen

**Tabelle 4.17. (Fortsetzung)**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Glühlampen leuchten zu schwach	Übergangswiderstände in der Stromzuführung	Schalter, Kabelverbindungen und Verbraucher von Oxidschicht säubern, Anschlüsse befestigen
Glühlampen glimmen	Glühlampe verbraucht	Glühlampe wechseln
	Masseverbindung unzureichend	Anschlußstellen säubern
Spannung liegt an einem anderen Verbraucher des Anhängers als am Zugfahrzeug an	Masseverbindung unzureichend	Masseverbindung prüfen und ordnungsgemäße Verbindung herstellen
	Anschlüsse an der Anhängersteckdose bzw. am Anhängerstecker stimmen nicht	Anschlüsse überprüfen und nach Bild 4.122 anschließen
Blinkleuchten blinken zu langsam	Anschlüsse am Verteiler im Anhänger wurden vertauscht	mit Prüf-Fix Anschlüsse prüfen und ordnungsgemäß verkabeln
	Blinkgeber überlastet	Blinkgeber AKA 8582.15/2 bzw. 8582.17 einsetzen
Fahrtrichtungsanzeiger fällt aus	Sicherung defekt	Sicherung wechseln
	Blinkgeber defekt	Blinkgeber wechseln
Fahrtrichtungsanzeiger fällt nur auf einer Seite aus	Schalter defekt	Schalter überprüfen, ob Kontakte beim Einschalten anliegen, Kontaktzungen nachbiegen, Schalter wechseln
	Kontaktzunge hat keinen Kontakt bzw. ist abgebrochen	Kontakt herstellen, Schalter wechseln
Kontrollleuchte blinkt in kürzeren Intervallen	Kabelanschlüsse am Schalter lose	Anschlüsse befestigen
	Glühlampe in einer Blinkleuchte defekt	Glühlampe wechseln
Beleuchtungseinrichtung fällt nur am Anhänger aus	Anschluß der Stromzuführung oxydiert oder lose	Anschluß säubern und befestigen
	Masseverbindung oxydiert oder lose	Anschluß säubern und befestigen
	Kabelanschluß von der E-Anlage des Zugfahrzeuges über Anhängersteckdose, Anhängerstecker, Verteiler bis zum Verbraucher an einer Stelle lose	Kabel befestigen
Steckverbindung zwischen Anhängerstecker und Anhängersteckdose defekt	Steckverbindung zwischen Anhängerstecker und Anhängersteckdose defekt	Verbindung herstellen bzw. beide Bauteile wechseln
	Masseanschluß fehlt	Masseanschluß herstellen

Bei Störungen an der Beleuchtungsanlage gibt es daher keine andere Alternative, als mit dem Anhängerzug rechts heranzufahren und die Störung zu beheben.

Fällt am Anhänger nur eine Beleuchtungseinheit aus, dann liegt die Ursache oftmals in einer defekten Glühlampe. Für den Anhänger sollten deshalb folgende Ersatz-Glühlampen stoßgesichert mitgeführt werden:

- 2 Stück 6/12 V 21 Watt – Kugellampe
- 4 Stück 6/12 V 5 Watt – Soffitte/Kugellampe
- 2 Stück 6/12 V 15 Watt – Innenbeleuchtung
- 1 Stück 6/12 V 40 Watt – Innenbeleuchtung

Beim Wechseln ist darauf zu achten, daß die Glühlampen fest in der Halterung sitzen und Kugellampen um 90° nach dem Einschieben gedreht werden.

Leuchtet die neue Glühlampe nach dem Einschalten des entsprechenden Verbrauchers nicht, dann sollte die Störungssuche mit Hilfe des Prüf-Fix erfolgen. Welche Störungen vorliegen können, ist Tabelle 4.17 zu entnehmen.

### **Störungen in der Stromzuführung**

Die Ursachen für Störungen in der Stromzuführung liegen fast ausschließlich in gelösten und oxydierten Kabelverbindungen bzw. in defekten Kabeln. Um die Störung zu ermitteln, ist wie folgt vorzugehen:

- Verbraucher einschalten.
- Prüfkabel des Prüf-Fix mit einem Ende, bei 6-V-Abgreifklemme, bei 12-V-Leuchtstecker mit „12 V“ an Masse legen und mit dem anderen Ende die Kontaktzunge des Verbrauchers berühren.
- Leuchtet die Prüflampe nicht auf, obwohl die Kontaktzunge sauber ist, dann ist der Abgang des ausgefallenen Stromkreises an der Anhängersteckdose des Zugfahrzeuges zu prüfen.
- Leuchtet die Prüflampe auf, dann liegt die Störung in dem Abschnitt Anhängerstecker–Verbraucher. Oftmals ist nur das Kabel im Anhängerstecker bzw. am Verteiler gelöst.
- Ist dies nicht der Fall, dann Verbindung Anhängerstecker–Verteiler prüfen. Leuchtet die Prüflampe nicht auf, dann ist die Ursache ein defektes Kabel. Das Kabel ist auszuwechseln.
- Leuchtet die Prüflampe an der Anhängersteckdose nicht auf, dann ist die Ursache, von der Anhängersteckdose beginnend, in der E-Anlage des Zugfahrzeuges zu suchen.

Sollte trotz Überprüfung aller Verbindungen der Fehler nicht gefunden werden, dann kann die Ursache nur an der Masseverbindung liegen.

### **Unterbrechung der Masse**

Ursachen für die Unterbrechung der Masseanschlüsse können Oxydation der Schraubenschlüsse, beschädigte Masseleitung, defekte Massebänder zwischen Karosserie und Fahrgestell sowie Unterbrechung der Leitfähigkeit der Karosserie durch Rostansatz zwischen den einzelnen Teilen sein. Ob Masse am Verbraucher anliegt, läßt sich wiederum mit dem Prüf-Fix ermitteln, indem eine Prüflampe an eine unter Spannung stehende Klemme und das andere Ende an den Masseanschluß des Verbrauchers gehalten wird. Leuchtet die Prüflampe nicht auf, so ist der Masseanschluß defekt. Kann der Fehler des defekten Masseschlusses nicht gefunden werden, so kann als Übergangslösung ein Kabel von einer Schraubverbindung am Fahrgestell (Verbindung muß blank sein) zum Masseanschluß des Verbrauchers gelegt werden.

### **Kurzschluß**

Ein Kurzschluß tritt ein, wenn ein Pluskabel mit einem Minuskabel Kontakt bekommt. Durch den Kurzschluß fließen große Ströme, die die Leitungen stark erwärmen und den Sicherungsdraht schmelzen lassen. Der Kurzschluß ist wie folgt zu ermitteln:

- Defekte Sicherung im Sicherungskasten herausnehmen.
- Prüfkabel des Prüf-Fix an beide Pole des Sicherungshalters anklebmen, Glühlampe im Leuchtstecker leuchtet auf.
- Klemmen der an der Sicherung angeschlossenen Verbraucher der Reihe nach abklemmen.
- Beim Abklemmen eines Verbrauchers erlischt die Glühlampe im Leuchtstecker, der Kurzschluß ist in diesem abgeklemmten Leitungsstrang zu suchen.
- Kurzschluß beseitigen und neue Sicherung einsetzen.

#### **Beachte:**

Die an einem Sicherungskreis angeschlossenen Verbraucher sind aus dem Schaltplan der E-Anlage des Zugfahrzeuges und des Anhängers zu erkennen.

### **Defekte Schalter**

Die Beleuchtungsanlage des Anhängers wird, mit Ausnahme der Innenbeleuchtung, ausschließlich von den Schaltern der E-Anlage des Zugfahrzeuges bedient. Ein Ausfall dieser

Schalter hat Störungen in der Beleuchtungseinrichtung des Zugfahrzeuges sowie des Anhängers zur Folge. Als Notlösung kann das Ein- und Ausgangskabel am Schalter abgeklemmt und über eine Lüsterklemme verbunden werden.

### **Defekte Sicherungen**

Ist an einer Sicherung der dünne Sicherungsdraht geschmolzen, so liegt entweder eine Überlastung oder ein Kurzschluß an diesem Sicherungskreis vor. Bevor eine neue Sicherung eingesetzt wird, muß die Ursache für die Zerstörung der Sicherung ermittelt und beseitigt werden. Sicherungen können aber auch ausfallen, ohne daß der Sicherungsdraht geschmolzen ist. Die Ursache liegt dann meistens an zu locker sitzenden Sicherungen, an oxydierten Kapfen oder an einem verdeckten Schaden in der Sicherung. Ob die Sicherung defekt ist, kann wiederum mit dem Prüf-Fix festgestellt werden. Es ist wie folgt vorzugehen:

- Prüflampe mit einer Seite an Masse legen.
- Verbraucher einschalten.
- Prüflampe mit der anderen Seite hintereinander an beide Sicherungskontakte halten.
- Leuchtet die Prüflampe an beiden Kontakten auf, dann ist die Sicherung in Ordnung.
- Leuchtet die Prüflampe nur am Stromeingang auf, dann ist die Sicherung defekt und muß gewechselt werden.
- Leuchtet die Prüflampe an keinem der Sicherungskontakte auf und der Massekontakt ist in Ordnung, dann liegt am Sicherungskasten keine Spannung an. Der Fehler ist zwischen Sicherungskasten und Batterie zu suchen.

Beim Überprüfen der Sicherungen sollten die Klemmbügel, zwischen denen die Sicherungen locker sitzen, vorsichtig mit einer Zange nachgebogen werden.

### **Fahrtrichtungsanzeige**

Obwohl die Fahrtrichtungsanzeige ein Teil der Beleuchtungseinrichtung ist, soll auf mögliche Störungen besonders hingewiesen werden. Sie besteht aus den Baugruppen Blinklichtschalter, Blinkgeber, Blinkleuchten und Kabelverbindungen.

• Der Blinklichtschalter ist ein Wechselschalter, der je nach Schaltung den Stromfluß über den Blinkgeber zu den Blinkleuchten freigibt, Störungen am Blinklichtschalter können durch das Nichtanliegen der Schaltkontakte eintreten. Diese Störungen lassen sich aber oftmals lange vorher erkennen, indem der Hebel des Blinklichtschalters beim Einschalten der Blinklichtanlage nachgedrückt werden muß. Diese Störungen lassen sich durch Ausbau des Schalters und vorsichtiges Nachbiegen der Schaltzunge beseitigen.

Bei einem Ausfall des Blinkgebers sind die Kabel von den Klemmen 49, 49a und c abzuklemmen und untereinander mit einer Lüsterklemme zu verbinden. Der Blinkschalter kann unter diesen Voraussetzungen von Hand betätigt werden, und die Fahrt ist nicht sofort zu unterbrechen. Die Funktionsüberprüfung des Blinkgebers ist wie folgt durchzuführen:

- Prüfkabel des Prüf-Fix mit einem Ende an Masse halten und mit Leuchtstecker an Klemme 49 prüfen, ob Spannung anliegt.
- Liegt Spannung an, dann Zündung einschalten und Blinklichtschalter betätigen.
- Prüflampe an Klemme 49a halten. Leuchtet die Prüflampe in der vorgeschriebenen Blinkfrequenz auf, dann ist der Blinkgeber in Ordnung.
- Leuchtet die Prüflampe nicht auf, dann muß Blinkgeber gewechselt werden.

#### **Beachte:**

Beim Einbau des Blinkgebers AKA 8582.15/2 kann der zweite Anschluß C<sub>2</sub> nur für die Kontrollampe der Anhängerblinkanlage verwendet werden, wenn die E-Anlage des Zugfahrzeuges einen Zweikreis-Blinklichtschalter hat. Bei einem Einkreis-Blinklichtschalter kann der Anschluß einer Kontrollampe für den Anhängerbetrieb nach einem Vorschlag in/5/ erfolgen.

### **220-V-Anlage**

Ohne besondere Berechtigung dürfen an der 220-V-Anlage nur folgende Störungen beseitigt werden (vgl. Tabelle 4.18):

- Auswechseln von Sicherungen
- Störungen an allen Leuchten, Lichtquellen, Schaltern, Steckdosen, Steckern und Kupplungen, die ohne Schutzkontakt verlegt sind.

Aus dem der Bedienungsanleitung beiliegenden Schaltplan ist zu entnehmen, welche E-Anschlüsse mit Schutzkontakt verlegt wurden. Innerhalb der Campinganhänger sind es oft nur die 220-V-Steckdosen sowie der Eingangsstecker. Werden nachträglich Beleuchtungseinrichtungen mit Schutzkontakt installiert, muß der gelb-grüne Schutzleiter zusätzlich eingezogen werden.

**Tabelle 4.18 Störungen an der 220-V-Anlage**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Sicherung schmilzt ab	Kurzschluß in der Anlage	Anlage prüfen und Kurzschluß beseitigen
	Überlastung	Geräte abschalten, bis zulässige Leistungsgrenze erreicht ist
Transformator brummt	Wicklungen sitzen lose auf den Kerne	Zwischenlagen anbringen bzw. mit Polyesterharz ausgießen
Steckdose wird bei Anschluß eines Verbrauchers heiß	Übergangswiderstand zwischen Stecker und Buchse zu hoch	Steckdose wechseln
	Leistungsentnahme zu hoch	Leistung begrenzen
Steckdose ist spannungslos	Kabel lose oder gebrochen	Kabel anklemmen bzw. wechseln
	Glühlampe leuchtet nicht	Glühlampe wechseln
Glühlampe leuchtet nicht	Schalter an der E-Zentrale ist nicht auf Fremdeinspeisung umgeschaltet	Schalter umschalten
	Eingangsspannung liegt nicht an	Anschluß auf dem Stellplatz überprüfen, Ursache ermitteln und Sicherung wechseln
	Sicherung durchgebrannt	Ursache ermitteln und Sicherung wechseln
	Verbindungskabel von der Verteilung zum Verbraucher lose oder gebrochen	Kabelverbindung reinigen, fetten und festziehen oder Kabel wechseln
Mehrere Glühlampen glimmen, obwohl Verbraucher nicht eingeschaltet ist	Schalter defekt	Schalter wechseln
	Leitungsschutzschalter oder Fehlerstromschalter hat angesprochen	Leitungsschutzschalter und danach Fehlerstromschalter einschalten und Ursache ermitteln
	Transformator defekt	Transformator wechseln
Glühlampen leuchten zu schwach	Masseverbindung unzureichend	Masseverbindung herstellen
	Glühlampe verbraucht	Glühlampe wechseln
	hohe Übergangswiderstände in der Stromzuführung	Kabelverbindungen, Schalter und Verbraucher von Oxidschicht säubern, Verbindungen fetten und festziehen
	Masseverbindung unzureichend	Masseverbindung säubern, fetten und festziehen
Glühlampen leuchten zu schwach	Eingangsspannung zu schwach	Verbraucher abschalten und Ursache auf dem Stellplatznetz beseitigen lassen

**Tabelle 4.18. (Fortsetzung)**

Art der Störung	Ursache	Abhilfe
Glühlampen leuchten nur teilweise	Transformator defekt	Transformator wechseln
	Sicherungen locker	Sicherungen festschrauben
Spannung an dem Verlängerungskabel liegt an, aber im Anhänger nicht	Glühlampe locker	Glühlampe festschrauben
	Kontakt in der Fassung drückt nur teilweise gegen die Glühlampenfassung	Netz spannungslos schalten und Kontaktzunge hoch biegen
	Kabelverbindung locker	Kabelverbindung festziehen
	Schalter defekt	Schalter wechseln
	Kabel am Eingangsstecker lose	Kabel festklemmen
	Stifte des Eingangssteckers oxydiert	Stifte reinigen und leicht mit Polfett einreiben
	Masseanschluß defekt	Masseanschluß herstellen

Als Prüfgerät ist für die spannungslose Leiterdurchgangsprüfung der Prüf-Fix, Typ PNE 24, zu empfehlen (Bild 4.126). Dieses Gerät kann auch zur Widerstandsprüfung bis 30 Ohm eingesetzt werden und ist mit der beiliegenden Soffitte 2,5 Volt/0,5 Amp. auch völlig gefahrlos zur Schutzleiterprüfung geeignet.

Soll bei anliegender Spannung der Fehler gesucht werden, so sollte der Kontaktprüfer Wobla mit Glimmprüfung (Bild 4.127) benutzt werden. Dieses Gerät ist von 100 . . . 500 V einsetzbar.

An der E-Anlage muß Spannung anliegen. Vom Kontaktprüfer ist der Griff ohne Glimmlampe mit der Metallspitze an Masse zu halten und der Griff mit Glimmlampe mit der Metallspitze an das spannungführende Teil zu drücken. Liegt an der Prüfstelle Spannung an, dann leuchtet die Glimmlampe im Griff auf. Leuchtet die Glimmlampe nicht auf, dann liegt der Fehler vor der Prüfstelle, oder der Massekontakt ist nicht in Ordnung.



Bild 4.126. Prüf-Fix zur Fehlersuche an 220-V-Anlagen (Typ PNE 24)

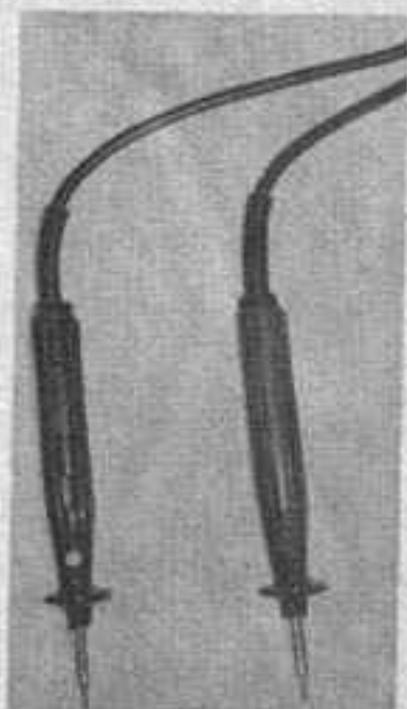


Bild 4.127. Kontaktprüfer Wobla zur Fehlersuche bei anliegender 220-V-Spannung

## 4.5.4. Reparaturarbeiten

### 6/12-V-Anlage

Arbeiten an der Schwachstromanlage werden ausschließlich auf die Beleuchtungseinrichtung des Anhängers bezogen. Demontage- und Montagearbeiten am Zugfahrzeug, die zur Beseitigung von Störungen der Anhängerbeleuchtung erforderlich sind, werden in der Buchreihe des VEB Verlag Technik „Wie helfe ich mir selbst“ für das jeweilige Zugfahrzeug beschrieben.

#### Glühlampen wechseln

Die Campinganhänger Bastei, Intercamp und QEK Junior haben am Fahrzeugheck die runde BBS-Leuchte (Bild 4.128), während am Wohnzeltanhänger eine rechteckige BBS-Leuchte angebaut ist. Bis auf den Campinganhänger Bastei haben alle anderen Anhänger eine zusätzliche Kennzeichenbeleuchtung in der Mitte der Heckwand installiert. Ab 1983 wurde beim Camptourist CT 5-3 die Kennzeichenbeleuchtung mit in die linke BBS-Leuchte gelegt. Vordere Begrenzungsleuchten haben nur die Campinganhänger Intercamp und Bastei.

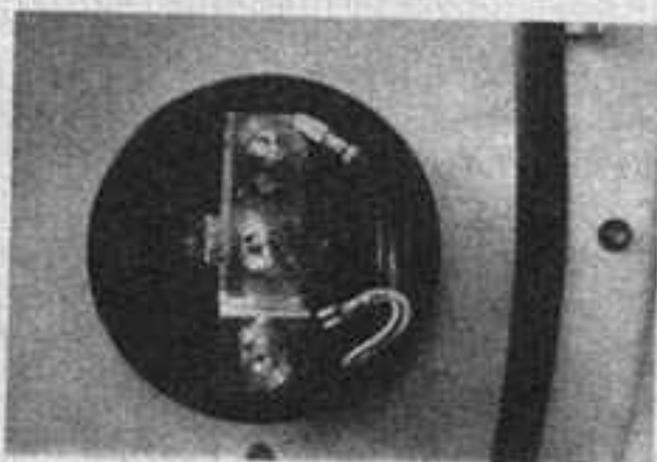


Bild 4.128. BBS-Leuchte mit Schlußlicht, Blinklicht, Bremslicht und Kennzeichenbeleuchtung

Unabhängig davon, ob runde oder rechteckige Leuchten verwendet werden, sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Lichtaustrittsgehäuse durch Lösen der zwei Schrauben abnehmen.

#### Beachte:

Die Schrauben sind innen mit einer Gummi- oder Platedichtscheibe versehen, so daß sie sich nicht ganz herausdrehen lassen.

- Defekte Kugellampe eindrücken, um 90° drehen und herausziehen, neue Kugellampe mit den Stanznasen in die dafür vorgesehene Aussparung eindrücken und um 90° drehen.
- Defekte Soffitte durch Auseinanderdrücken der Klemmkontakte herausnehmen und neue Soffitte eindrücken (nur bei rechteckiger Leuchte). Dabei die Klemmkontakte nicht verblegen, die Soffitte muß fest sitzen.
- Zuerst das Lichtaustrittsgehäuse mit der Dichtung in die Nut drücken und erst dann die Schrauben einschrauben. Die Schrauben nicht zu sehr anziehen, da sonst das Lichtaustrittsgehäuse platzt. An den rechteckigen Leuchten kommt der gelbe Lichtaustrittsteil nach außen.

#### Verbindung Zugfahrzeug/Anhänger

Der Campinganhänger Intercamp hat einen Anhängerstecker am 7poligen Leitungskabel montiert, während die Campinganhänger QEK Junior, Bastei und der Wohnzeltanhänger am Anhänger eine 7polige Kupplungssteckdose angeschlossen haben und ein Zwischenkabel mit zwei Anhängersteckern mitliefern. Ist eine Störung am Anhängerstecker zu beseitigen, so ist dieser wie folgt zu demontieren:

- Sicherungsfeder unter der Nut des Steckergehäuses mit kleinem Schraubendreher herausdrücken.

**Beachte:**

Die Sicherungsfeder läßt sich leichter herausdrücken, wenn das siebenpolige Innengehäuse leicht zurückgedrückt und die Sicherungsfeder radial in die Nut des Außengehäuses geschoben wird.

- Innere Kabelschelle lösen, indem die zwei M-3-Schrauben aus den Gehäuseöffnungen (Bild 4.129) herausgedreht werden.



Bild 4.129. Anhängerstecker

1 Porzellanengehäuse mit sieben federnden Steckanschlüssen; 2 Steckergehäuse; 3 Kabelschelle (innenliegend); 4 Sicherungsfeder; 5 Dichtkappe

**Beachte:**

Schrauben nur so weit herausdrehen, bis sich das Kabel hin und her bewegen läßt. Werden die Schrauben vollkommen herausgeschraubt, dann liegt die innere Kabelschelle lose im Steckergehäuse und ist sehr schwer wieder unter die Öffnungen im Stecker zu bringen.

- Steckergehäuse in Richtung Kabel schieben. Der Porzellaneneinsatz mit den Kabelanschlüssen wird nach vorn herausgedrückt.
- Ist der Stecker einmal demontiert, dann sollten nicht nur die Störung behoben, sondern gleichzeitig alle Kontaktstellen gesäubert, mit Polfett gefettet und fest angezogen werden. Damit keine Verwechslungen an den Kabelanschlüssen eintreten, ist dieser Arbeitsgang an jedem Kabelanschluß einzeln auszuführen.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Folgende Hinweise sind zu berücksichtigen:

- Vor dem Einsetzen des Porzellanengehäuses in das Steckergehäuse sind die Schrauben der Kabelschelle im Inneren des Steckergehäuses zu fetten. Diese Schrauben korrodieren sehr schnell; bei korrodierten Schrauben ist keine Steckermontage mehr möglich.
- Am Porzellanengehäuse sind Nuten angebracht. Diese Nuten müssen in die Arretierung im inneren Steckergehäuse geschoben werden.

**Beachte:**

Das Gehäuse aus Alu-Guß hat paarweise zwei breite und zwei schmale Nuten, während das Gehäuse aus Blech vier am Umfang verschieden breite Nuten hat, die mit der Arretierung im inneren Steckergehäuse übereinstimmen müssen.

Die siebenpolige Steckdose wird mit drei Durchgangsschrauben an der Traverse der Anhängerzugvorrichtung bzw. des Anhängers montiert. Die Montage hat so zu erfolgen, daß sich der Deckel nach oben öffnen läßt. Vor der Montage ist an der Traverse eine 10-mm-Bohrung zu bohren, durch die der Kabelstrang der siebenpoligen Leitung gelegt wird. Die Bohrung ist mit einem Dichtgummi einzufassen, damit sich der Kabelstrang an den scharfen Blechkanten nicht durchscheuert. Ist kein Dichtgummi vorhanden, kann auch Cenusil verwendet werden. Die Kabelenden sind zu verlöten und entsprechend der Nummernzuordnung an den Klammern der Steckdose anzuschließen. Kabelenden, Schrauben der Klemmverbindung und das Gewinde der Durchgangsschrauben sind mit Polfett einzufetten.

## 220-V-Anlage

Demontage- und Montagearbeiten an der 220-V-Anlage dürfen nur durchgeführt werden, wenn die Anlage spannungslos ist. Bei den Campinganhängern Bastel und QEK Junior erfolgt der Anschluß des Anhängers an das Netz des Stellplatzes mit handelsüblichen Schukosteckdosen und Steckern. Beim Campinganhänger Intercamp wird die Anschlußsteckdose K 10-250-3 ohne Kabel mitgeliefert.

### Anschlußsteckdose K 10-250-3

Beim Anschließen des Verlängerungskabels bzw. bei auftretenden Störungen ist die Anschlußsteckdose (Bild 4.130) wie folgt zu demontieren:

- Verlängerungskabel vom Netz trennen.
- Bajonettverschluß der Schutzkappe 9 durch Drehen nach links vom Gehäuse 8 abnehmen (Bild 4.131).
- Dichtring 1 mit Schraubendreher vorsichtig nach vorn herausdrücken.
- Nutmutter 2 herausdrehen.
- Porzellanengehäuse 3 mit Dichtring 4 und Anschlußklemmen 5 sowie Schutzhülle 6 mit Kabelschelle 7 aus dem Gehäuse 8 herausdrücken.
- Kabelschelle 7 lösen und mit Schutzhülle 6 vom Porzellaneinsatz abziehen.
- Kabel an den Anschlußklemmen lösen.

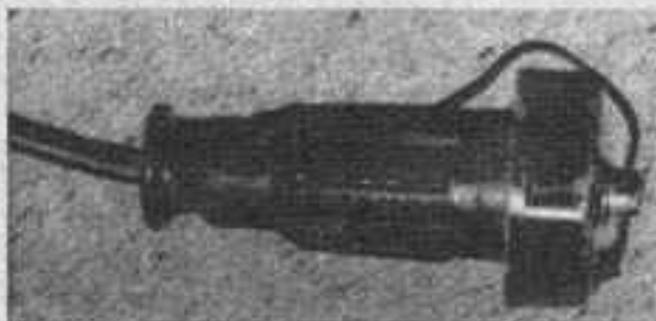


Bild 4.130. Anschlußsteckdose K 10-250-3  
- 220 V

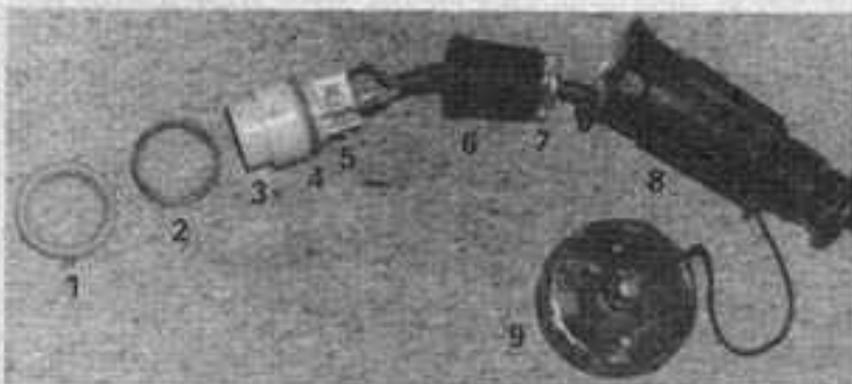


Bild 4.131. Einzelteile der Anschlußsteckdose K 10-250-3

1 Dichtgummi; 2 Nutmutter; 3 Porzellanengehäuse; 4 Dichtring; 5 Anschlußklemmen; 6 Schutzhülle; 7 Kabelschelle; 8 Gehäuse; 9 Bajonettverschluß

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Folgende Punkte sind zu beachten:

- Klemmen und verlötete Kabelenden von Oxidansatz säubern und mit Polfett einfetten.
- Anschluß des grün-gelben Nulleiters beachten.
- Erhöhung am Porzellanengehäuse muß in die Innennut des Gehäuses 8 geschoben werden.
- Der Dichtring 1 ist mit der schmalen Lippe zum Gehäuse zeigend einzusetzen.

### E-Zentrale

Die E-Zentrale ist bei allen drei Campinganhängern unterschiedlich aufgebaut. Als Beispiel sollen Arbeiten an der E-Zentrale des Campinganhängers QEK Junior beschrieben werden, mit der dieser Campinganhänger ab Baujahr 1983 ausgeliefert wird.

Die E-Zentrale besteht aus einer Vorderblende (Bild 4.132), an der eine 220-V-Schukosteckdose 1, 12-V-Steckdose 2, die Sicherung 3 für die Innenbeleuchtung, die Sicherungen 4 und 5 für die Innensteckdosen, die Sicherung 6 für die Vorzeltsteckdosen und der Umschalter 7 angeordnet sind.

An die Vorderblende ist rechtwinklig das Blech zur Aufnahme des 6/12-V-Transformators und der Kabelverteiler angebracht.

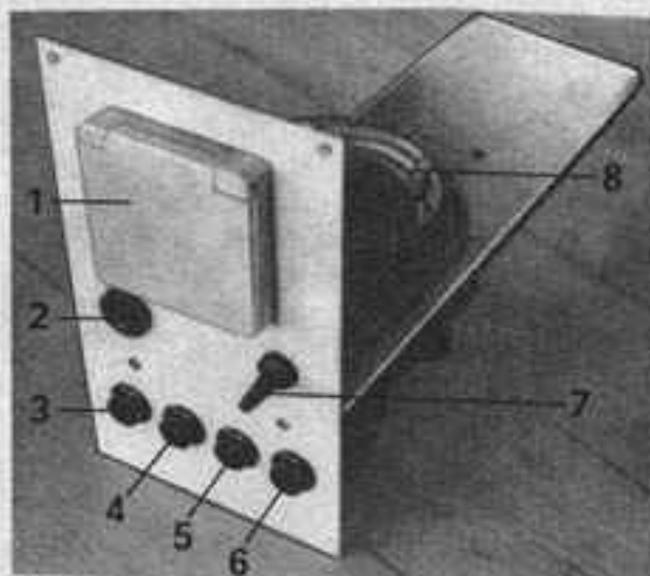


Bild 4.132. 220-V-Einschub des Campinganhängers QEK Junior

1 220-V-Steckdose; 2 12-V-Steckdose; 3 Sicherung 4 A für Innenbeleuchtung; 4, 5 Sicherung 6,3 A für 220-V-Innensteckdosen; 6 Sicherung für 220-V-Vorzeltsteckdose 6,3 A; 7 Umschalter (links 12-V-Fremdeinspeisung, rechts 12-V-Gleichstrom vom Zugfahrzeug); 8 Anschlußkabel für Fremdeinspeisung

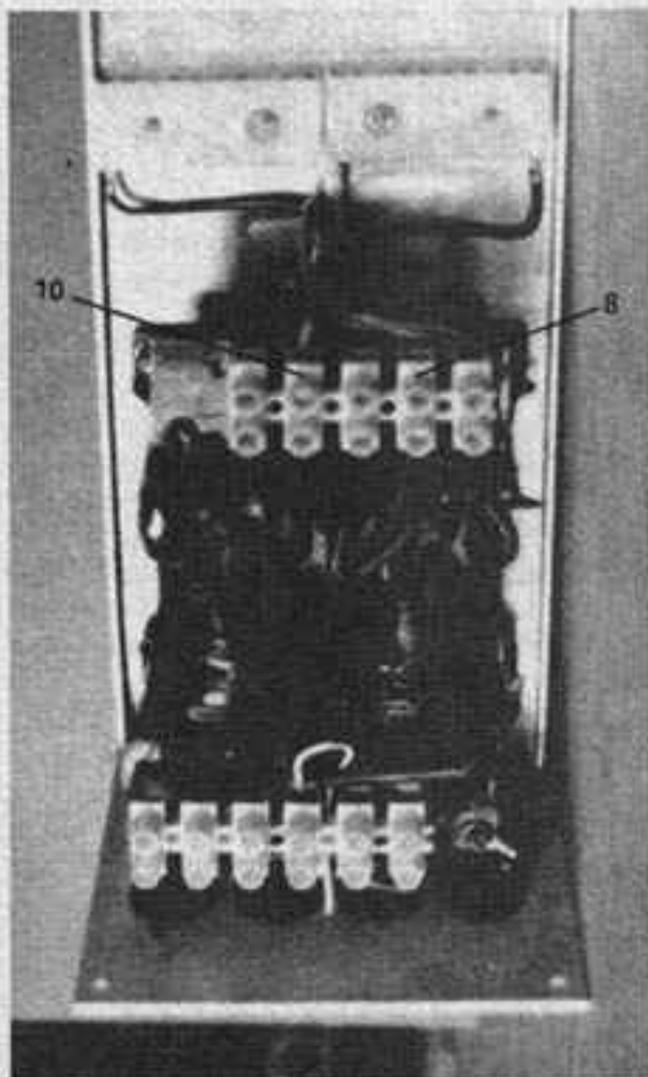


Bild 4.133. Klemmenanschluß des Transformators  
Klemme 10 = 12 V; Klemme 8 = 6 V

Der Transformator ist ab Werk auf 12 V geklemmt. Wird ein Zugfahrzeug mit 6 V Bordspannung zum Ziehen des Anhängers verwendet, dann ist der Trafo wie folgt umzuklemmen:

- Lösen der an den vier Ecken der Blende sitzenden Senkkopfschrauben.
- E-Zentrale herausziehen und um 180° drehen.
- Kabel am Transformator an Klemme 10 (Bild 4.133) lösen.
- Kabel an Klemme 8 klemmen.
- Glühlampen von 12 V auf 6 V wechseln.

Beim Einsetzen der E-Zentrale ist darauf zu achten, daß keine Kabel eingequetscht werden.

# Literaturverzeichnis

- /1/ Hunger, J., Schmidt, H. J.: Ratgeber Camping- und Lastenanhänger. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen 1983
- /2/ Flüssiggas-Handbuch. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1975
- /3/ Wohnfahrzeuge für die 80er Jahre, Köln: Verlag TÜV Rheinland GmbH 1982
- /4/ Meissner, F.: Wie helfe ich mir selbst – Trabant. Berlin: VEB Verlag Technik 1981
- /5/ Strese, Th., Böttcher, K.: Wie helfe ich mir selbst – Lada. Berlin: VEB Verlag Technik 1980
- /6/ Ihling, H.: Wie helfe ich mir selbst – Wartburg. Berlin: VEB Verlag Technik 1982
- /7/ Wende, A., Moebes, W., Marten, H.: Glasfaserverstärkte Plaste, Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1969
- /8/ Schraubverbindungen. Berlin: VEB Verlag Technik 1968
- /9/ Buschmann, H., Koeßler, P.: Handbuch für den Fahrzeugingenieur. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1973
- /10/ Berger, F.: Camping und Freizeit 1983 – Firmenkatalog Neumarkt
- /11/ Prospekte Eriba Caravans – Bad Waldsee
- /12/ Prospekte Wilk Caravans – Bad Kreuznach
- /13/ Prospekt Bastei-Wohnwagen. VEB Karosseriewerke Dresden
- /14/ Prospekt QEK-Wohnwagen. VEB Isoko Schmiedefeld
- /15/ Prospekt Intercamp. VEB Oberlausitzer Stahl- und Fahrzeugbau Georgewitz-Bellwitz
- /16/ Prospekt Camptourist – Wohnzeltanhänger. VEB Fahrzeugwerk Olbernhau
- /17/ Prospekt Lander Caravans – Padova (35010 Vigonza) Italien
- /18/ Prospekt Tabbert Caravans – Bad Kissingen
- /19/ Prospekt Adria Caravans – Jugoslawien
- /20/ Karbaum, S.: Campinganhänger neuer Form. Kraftfahrzeugtechnik 4/81
- /21/ Prospekt Tanesi – Stab – Tauberbischofsheim
- /22/ Prospekt Truma – Gerätebau München
- /23/ Recknagel, Sprenger: Heizung, Lüftung, Klimatechnik. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen 1967
- /24/ Krüger, H.; Dietze, R.; Hunger, J.: Untersuchungen zum Einfluß von Luftleiteinrichtungen an Caravan-Gespanssen auf die Luftwiderstandsminderung und auf die Senkung des Kraftstoffverbrauches. Kraftfahrzeugtechnik 4/80
- /25/ Prospekt Graubremse GmbH – Heidelberg
- /26/ Georgie, G.; Bender, W.: Berechnung und Gestaltung von PKW-Anhänger. Schweißtechnik 12/76 und 2/77
- /27/ Prospekt Alko GmbH – Kötz
- /28/ Technisches Handbuch Pneumant-Reifen. VEB Reifenkombinat Fürstenwalde. Ausgabe 1980/81
- /29/ Prospekt Teleskop-Schwingungsdämpfer. VEB Stoßdämpferwerk Hartha
- /30/ Tittel/Luber: Beanspruchungsmessungen am Fahrgestellrahmen von Campinganhängern. Unveröffentlichter Versuchsbericht der Technischen Universität Dresden.
- /31/ Autorenkollektiv: Gebremste PKW-Einachsanhänger CT 5 und CT 6-1. Kraftfahrzeugtechnik 1973, 9, S. 279 u. 280
- /32/ Wendel, H.: Schweißtechnik beim Eigenbau von Anhängerfahrzeugen. Der Deutsche Straßenverkehr 22, 1974, 6, S. 208 bis 210

# Sachwörterverzeichnis

- Abgasrohr 251  
Absperreinrichtungen 48, 245  
Abstand, PKW-Anhänger 37  
Achsaufhängungen 101, 158ff.  
Achsmutter 184  
Achsröhr 159  
Aerodynamische Formgebung 33  
Anhängelasten 9  
Anhängeraufbauten 28ff.  
Anhängerbügel 34f.  
Anhängerkupplung 124  
Anhängersteckdose 75, 276  
Anhängerstecker 275  
Anhängertypen 145  
Anhängierzugvorrichtungen 92ff.  
Aufbaumaße 19  
Aufaufbremssystem 121  
Auflaufkopf 202ff.  
Außenbeleuchtung 71.  
Außenhaut 225ff.
- Backgeräte 45  
Begrenzungsleuchten 72  
Behaglichkeitsgrenzen 60  
Bereifungen 114ff.  
Beschläge 42f.  
Bettlänge 23  
Blattfeder 108f., 171ff.  
Blinkanlage 71  
Blinkgeber 71, 271  
Blinkleuchte 71, 271  
Bratgeräte 45  
Bremsanlage entlüften 185, 193  
Bremsbacken 178ff., 188ff.  
Bremsbelag 180, 191  
Bremsen nachstellen 194  
Bremsflüssigkeit 176  
Bremsleuchte 71  
Bremsprobe 177  
Bremsschläuche 174, 176  
Bremsysteme 121ff., 173ff., 193ff.  
Bremsstrommel 181, 191  
Bremsvorgang 118, 120
- Bremswege 123  
Bugläsrad 145ff.
- Campinganhänger 145ff.  
- Bastel 146  
- Berger-Oase 148  
- Camptourist 145  
- CI Wilk 150f.  
- Eriba Hymel 149f.  
- Intercamp 147  
- QEK Junior 145  
- Tabbert Wind 148f.
- Dachhauben 37, 237f.  
Dachhaubenaussteller 42, 238  
Deckschichten 30  
Deichsellänge 13  
Drehmoment 158  
Drehstabachse 158  
Drehstabfeder 112, 160  
Dreiecklenker 166ff.  
Druckregelung, Gas 44, 47, 250f.  
Druckverluste, Gasleitungen 51  
dynamische Lasten 88
- Eingangstür 232ff.  
Einzelradaufhängungen 106  
Elektroinstallation 70ff., 263ff.  
Entwurfshinweise 16
- Fahrgeschwindigkeit, kritische 12  
Fahrgestell 83  
Fahrschwingungen 11ff.  
Fahrtrichtungsanzeiger 71, 271  
Fahrwerk 93, 157ff.  
Federung 108ff.  
Federweg 108  
Felgen 114ff., 219, 239  
Fenster 37ff., 239ff.  
Fensteraussteller 42  
Fensterfeststeller 42  
Flüssiggasanlagen 43ff.  
Flüssiggasflaschen 44, 47
- Formschräge 32  
Funktionsprobe, Gas 46
- Gasanlage 43ff., 244ff.  
Gasflasche 46, 245, 250  
Gasheizung 55, 247ff., 251f., 257ff.  
Gaskocher 54, 246f., 251, 256  
Gasleitungen 245  
Gasleuchte 59  
Gasschlauch 44  
GFP-Formteile 31ff., 226ff.  
Gierträgheitsmomentenkraft 12f.  
Glas 37  
Glühlampen 79, 269, 274  
Grundrißkonzeption 18ff.  
Gummifeder 168  
Gummimanschette 208
- Handbremse 186f.  
Hauptbremszylinder 176f., 188  
Hauptteilfrequenzen 108  
Heizungstechnik 59ff.
- Innenbeleuchtung 73  
Innenwandtemperatur 64
- Kabelfarben 74  
Kältebrücken 41  
Karosserie 28ff., 225ff.  
Kennzeichenbeleuchtung 72, 268f.  
Kippgrenze 89  
Klebstoffe 30, 33  
Kleiderschrank 26  
Klemmverbindung 96  
Kochgeräte 45, 54, 246f.  
Kondenswasserbildung 39  
Kräfte 86ff.  
Krafteinleitung 100  
Küchenbereich 24ff.  
Kugelmkupplung 125  
Kühlboxen 57f.  
Kühlschrank 57f., 249ff., 252ff.  
Kurzschiuß 77, 270

Lackierung 230ff.  
Lagerbuchsen 163  
Lagerspiel 184  
Längenausdehnungskoeffizient 41  
Längslenker 106f.  
Leermasse 17ff.  
Leitungsverlegung, Elektroanlage 78  
Luftangriffskraft 15  
Luftbewegung 62  
Luftfeuchte 61f.  
Luftleitrichtungen 80f.  
Luftströmung 34f.  
Lüftungsschieber 43  
Lüftungstechnik 59ff.  
Lüftungswärmebedarf 67ff.  
Luftwiderstand 34

Masse-Leistungs-Verhältnis 10  
Massenquerkraft 12  
Motorleistung 11

Nebelschlußleuchte 72  
Nennquerschnitt 74f.  
Nennweiten, Gasleitungen 49, 52

Parkleuchte 72  
Pendelbewegung 11  
Piacryl 37  
Polster 22f.  
Propangasheizung 43ff.  
Prüfung, Gas 46

Querkraft 13  
Querlenker 107

Radaufhängungen 105, 164ff.  
Radbremse, mechanisch 193ff.  
Radbremsszylinder 176, 181, 191

Radien, Karosserie 34  
Radlagerspiel 184  
Radstand 14  
Rahmenbauweise 28ff.  
Rahmen, Fahrwerk 83ff.  
rahmenlose Bauweise 31ff.  
Raumaufteilung 18ff.  
Raumheizer 46  
Reifen 115ff., 217ff.  
Reifeninnendruck 117, 215  
Reifenwechsel 220  
Rohrleitungen 45, 52  
Rohrverbindungen 52f.  
Rückfahrscheinwerfer 72  
Rückstrahler 73  
Rutschgrenze 89f.

Sanitärbereich 26f.  
Scherenaussteller 42, 237  
Schlafbereich 22ff.  
Schlauchanschlüsse 44  
Schleudern 11f.  
Schlingern 11f.  
Schlußleuchte 71  
Schräglenker 107f.  
Schraubendruckfeder 110, 168  
Schraubensicherung 157  
Schraubverbindungen 99, 156  
Schrumpfmaß 32  
Schubstück 199ff., 210ff.  
Schweißverbindungen 98f.  
Schwerpunkt 83ff.  
Schwinghebel 160  
Schwingungsdämpfer 125ff., 214ff.  
Schwingungsdämpferprüfung 215  
Silentbuchsen 167  
Sitzbereich 22ff.  
Sitzhöhe 23f.  
Sitztiefe 23

Sommervorzelt 82  
Sonnendach 82  
Sonnenstrahlung 63  
Standstützen 220ff.  
Starrachsen 105  
Statische Ruhelasten 87f.  
Staubereich 27  
Stoßfaktoren 88  
Stützlast 14f.

technische Regeln/Forderungen  
– Bremsanlage 123ff.  
– Elektroinstallation 70ff.  
– Flüssiggasanlagen 44ff.  
Tischgröße 23  
Toilettenraum 26  
Trägeranschlüsse 98  
Türschloß 235  
Türverriegelung 43

Umluftverteilung 57  
Umrißleuchten 73

Verwendungszweck 16f.  
Vorratsbereich 25  
Vorzelt 82

Wanddicken 33  
Wärmebedarf 65ff.  
Wärmeleitzahl 66  
Wärmestrahler, Gas 46, 59  
Warnblinkleinrichtung 71, 264  
Wäscheschrank 26  
Waschraum 19ff.  
Werkzeug 153  
Windkraft 15, 89ff.  
Wintervorzelt 83  
Wohnzeltanhänger 145

Zugrohrdurchführung 9, 14f.  
Zwangselüftung 64f.