

## 4. Bauarten von Luftfedern

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Luftfederbalg als „Luftfeder“ bezeichnet. In Wahrheit trifft dies aber nicht den Punkt, denn dieser alleine ist noch nicht funktionsfähig. Erst das Zubehör, wie Abrollkolben, Konusplatte und Puffer machen ihn zu einem betriebsbereiten Ganzen.

Dieses rührt daher, dass die Luftfederhersteller mit Ausnahme der Fa. Aktas Group nur den Luftfederbalg selbst herstellen.

In der Vergangenheit bezogen die Nutzfahrzeughersteller die Zubehörteile (Abrollkolben, Konusplatte und Puffer) von blechverarbeitenden Betrieben und bauten die Luftfedern in eigener Regie zusammen.

In Europa bestanden die Luftfedern bis Mitte der 80er Jahre vorherrschend aus einem Rollbalg mit beidseitigen, meist gleichgroßen Dichtkonusen, einem Abrollkolben aus Tiefziehblech und einer Konusplatte, ebenfalls aus Blech. Von dieser funktionalen Einheit wurde von den Luftfederherstellern, hervorgegangen als Tochterfirmen von Reifenherstellern, nur der Luftfederbalg gefertigt.

Luftfedern wurden zuerst in Bussen, also in Fahrzeugen zur Personenbeförderung eingesetzt. Man erreichte so einen besseren Fahrkomfort. Später erkannte man die Vorteile der Luftfeder auch für Schwerlastfahrzeuge und baute sie dort in ein. Sie erleichtert die Handhabung von Wechselpritschen und das Anpassen unterschiedlicher Rampenhöhen. Außerdem gewährleistet sie eine erhebliche Schonung des Ladegutes.

Zeitgleich mit dem Einsatz im schweren Lkw begannen auch die Hersteller von Anhängerachsen luftgefederte Achsaggregate anzubieten.

Hier hat sich ein gänzlich anderes Konstruktionsprinzip durchgesetzt: Luftfederbälge mit untrennbar angebördelter Platte und einem mittels Spannteller angeschraubtem Kolben.

### 4.1 Luftfederbälge

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Luftfederbälgen:

Rollbälge und Faltenbälge. Bei den Faltenbälgen liegt der Unterschied in der Anzahl der Falten: Die Hersteller bieten Ein-, Zwei- und Dreifaltenbälge an. Der Unterschied bei Rollbälgen besteht in konischem und in zylindrischem Herstellzustand. Als Herstellzustand wird der Zustand bezeichnet, in dem der Luftfederbalg aus der Form kommt.



Bild 27: Luftfederbalgrohling auf angedeuteter Wickeltrommel

Die Federcharakteristik einer Luftfeder ist von diesem Zustand weitestgehend unbeeinflusst. Diese Eigenschaften werden durch den Fadenwinkel im Rohling, den Wickeldurchmesser, die Kontur des Abrollkolbens und das Federvolumen bestimmt. Im Kapitel 3 sind diese Zusammenhänge näher beschrieben.

Bild 27 zeigt einen Luftfederbalgrohling. Dieser besteht aus einer inneren Gummilage, zwei sich kreuzenden Gewebelagen, zwei gleichgroßen Kernen und einer äußeren Gewebelage. Ob daraus ein Faltenbalg, oder ein konischer bzw. zylindrischer Rollbalg wird, hängt von der Vulkanisationsform ab. Lediglich für einen Balg mit oberem Bördelwulst und unten verspannbarem Dichtwulst sind zwei unterschiedlich große Kerne notwendig.

#### 4.1.1 Faltenbälge

Luftfedern haben sich in Nutzfahrzeugen etwa ab Mitte der fünfziger Jahre durchgesetzt. Grund hierfür waren die bekannten Vorteile, wie eine sich mit dem Beladungszustand ändernde Federrate, Anpassung an verschiedene Rampenhöhen usw.

Ein großer Nachteil der Luftfedern war die oft geringere Haltbarkeit gegenüber konventionellen Stahlfedern.

Ein Luftfederbalg konnte allerdings leicht und mit geringem Aufwand am Straßenrand ausgewechselt werden. Was blieb, waren die nicht unerheblichen Kosten für Ersatz.

Faltenbälge haben zwar eine für den Fahrzeugeinsatz ungünstige Federcharakteristik: Beim Einfedern nimmt ihr Durchmesser zu, beim Ausfedern nimmt er ab. Man kann sie also nicht auf eine weite Federspur setzen, damit ein günstiges Wankverhalten erreicht wird.

Faltenbälge haben bei gleicher Tragfähigkeit immer eine größere Federrate, und sie sind somit härter als Rollbälge. Bei ihnen vergrößert sich beim Einfedern der Durchmesser und auch die wirksame Fläche, während sie beim Rollbalg auf zylindrischem Kolben konstant bleibt. Diese Zusammenhänge sind im Kapitel 3 näher beschrieben.

All diese Nachteile wurden jedoch in der Anfangszeit durch den Vorteil größerer Haltbarkeit wettgemacht. Dieses wird deutlich, wenn man sich die Vorgänge in der Balgwand vor Augen führt.

Die Balgwand besteht aus einzelnen Fäden, die als Rautenverbund in Gummi eingebettet sind. Der Fadenwinkel einer Raute ändert sich bei einem Rollbalg etwa von 22 bis 24° im Außenbereich zu etwa 40° bei dem Bereich der Balgwand, der auf dem Kolben liegt. Damit ändert sich gleichzeitig der Abstand zwischen den Fäden. Dieses stellt hohe Anforderungen an die Haftung zwischen Gummi und Faden.

Beim Faltenbalg ist aufgrund seiner Geometrie, sowohl unter Druck als auch im Herstellzustand die Änderung des Fadenwinkels weitaus geringer.

Üblicherweise wird ein Faltenbalg in einer Form vulkanisiert, die in ihrer Kontur dem Betriebszustand entspricht.

Bei Ein- und Ausfedervorgängen pendelt der Fadenwinkel also nur um den Zustand, in dem er vulkanisiert wurde.

#### 4.1.2 zylindrische und konische Luftfederbälge

Materialien und Herstellverfahren wurden weiterentwickelt und verbessert. So wurde mit der Zeit auch bei Rollbälgen, die von ihrer Federcharakteristik her weitaus besser geeignet sind, eine akzeptable Haltbarkeit erzielt.

Während bei Faltenbälgen die Herstellkontur und die Betriebskontur weitgehend gleich sind, nehmen Rollbälge im Betrieb eine vollkommen andere Gestalt an als die, in der sie vulkanisiert wurden.

Ein typischer Rollbalg wie er auf der Hinterachse von Lkw eingesetzt wird, hat im Betrieb bei einem Innendruck von 5 bar einen Außendurchmesser von etwa 290 mm. Die Tragkraft auf einem Kolbendurchmesser von 200 mm beträgt etwa 20 kN. Die Vulkanisationsform für

solch ein Luffederbalg hat üblicherweise 240 mm Durchmesser. Dieses bedeutet, dass der Balg, wenn er in den Betriebszustand übergeht, in dem Bereich, der die Rollfalte bildet, von 240 mm auf 290 mm aufgeweitet wird. Der Bereich des Balges, der dann auf dem Kolben liegt, wird dagegen vom 240 mm auf 200 mm im Durchmesser reduziert.

Ideal wäre es, wenn man im Herstellzustand einen Fadenwinkel von  $45^\circ$  hat. Bei diesem Winkel wird der Abstand zwischen den Fäden immer kleiner, egal ob der Winkel sich vergrößert oder verkleinert. Das bedeutet, dass die Verbindung Gummi zu Faden immer auf Druck beansprucht wird. Löst sich der Gummi vom Faden, so dehnt sich dieser Riss weiter aus. Dies führt langfristig zum Ausfall der Luftfeder durch mehr oder weniger großflächige Lösung des Gummis vom Gewebe.

Im angeführten Beispiel müsste der Durchmesser der Vulkanisationsform etwa 210 mm betragen um diese Forderung zu erfüllen. Auf der anderen Seite bedeutet dieses aber, dass bei sehr niedrigen Betriebsdrücken von 0,5 bar oder weniger der Außendurchmesser des

Balges nicht nennenswert über seinem Herstdurchmesser liegt. Bei einer Balgwandstärke von 3,5 mm, einem Außendurchmesser von  $\sim 225$  mm und einem Kolbendurchmesser von 200 mm macht dieses einen Abstand zwischen den Balgwänden von  $\sim 5,5$  mm aus. Bei einem konstruktiv bedingten Mittenversatz von Kolben und Platte, käme es bei den meisten Achsaufhängungen hier sicherlich zum Aneinanderscheuern der Balgwände aneinander. Dieses kann zum Beispiel auf einer längeren Überführungsfahrt eines neuen Fahrzeugs, die meist ohne Ladung durchgeführt wird, geschehen. Bei Luftfedern, die für den Einsatz in Lkw vorgesehen sind, wählt man daher meist größere Durchmesser der Vulkanisationsform als bei solchen, die für Busse bestimmt sind. Bei Bussen ist das Leergewicht im Verhältnis zum Gesamtgewicht größer. Sehr niedrige Drücke kommen daher kaum vor.

Dieser Effekt tritt nur bei neuen Bälgen auf. Ist der Balg bereits einige Zeit mit mittleren oder hohen Betriebsdrücken gelaufen, hat sich seine Kontur durch Fließen des Werkstoffs Gummi, mehr und mehr der Betriebskontur angepasst. Wird ein Luffederbalg nach Jahren wegen Verschleiß ausgebaut, so sieht man es ihm nicht mehr an, ob er in einer konischen oder zylindrischen Form vulkanisiert wurde.

Sinn der konischen Balgkontur ist es also, die Herstellkontur des Luffederbalges, soweit dieses fertigungstechnisch machbar ist, an die Betriebskontur anzunähern. Im oberen Bereich wird der Formdurchmesser, soweit es möglich ist, an den Außendurchmesser unter Druck angenähert und im unteren Bereich soweit als möglich an den Kolbendurchmesser. Luffederbälge, die für Busse entwickelt wurden, haben daher meist eine zylindrische Herstellkontur, während solche für Lkw eine konische haben.

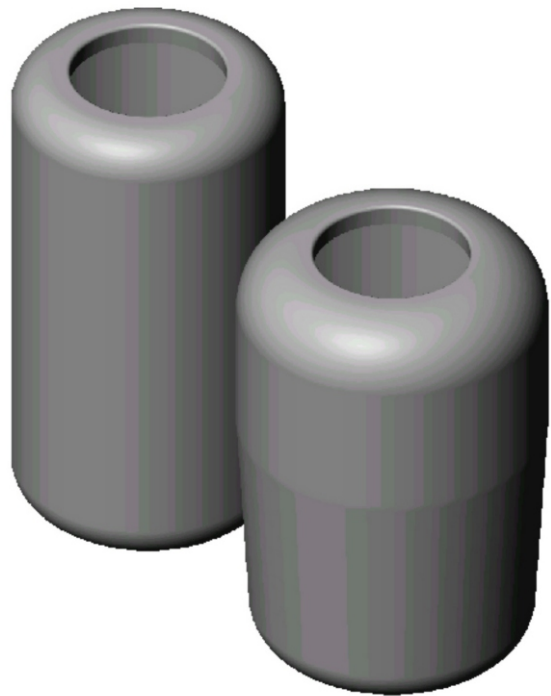


Bild28:  
zylindrischer und konischer Rollbalg mit Dichtknoten

Insbesondere bei niedrigen Betriebsdrücken, wie sie bei leerem oder teilbeladenem Fahrzeug vorkommen, neigt der Balg dazu, auf dem Kolben nicht mehr sauber abzurollen. Es kommt zu einer Zipfel- und Faltenbildung in der Balgwand, die zur Beschädigung des betreffenden Bereichs führen kann.

#### 4.1.3 Abrollverhalten im drucklosen Zustand

Insbesondere bei Luftfedern für Anhänger kommt neben der Forderung nach einer für den Einsatzzweck geeigneten Federcharakteristik und guter Haltbarkeit eine weitere hinzu. Anhänger werden häufig per Kran auf Eisenbahnwaggons verladen oder mit Terminalschleppern auf Roll-on-Roll-off Schiffe gezogen. In beiden Fällen werden eine oder mehrere Achsen des Fahrzeugs vom Boden abgehoben, und das Gewicht der Achse hängt dann entweder an Fangseilen oder an den Luftfedern. In diesem Zustand öffnet sich das Niveauregelventil, wodurch jeglicher Überdruck entweicht. Wird das Fahrzeug wieder auf den Boden abgesetzt, muss der Luftfederbalg ohne Innendruck in der Lage sein, wieder sauber über den Kolben abzurollen.

Gelingt dieses nicht, faltet sich die Balgwand ein und kann zwischen Kolben und Platte eingeklemmt werden. Hierbei kommt es dann häufig zu Beschädigungen.

Um dieses zu verhindern, muss der Balg im herstell- bzw. drucklosen Zustand einen Durchmesser haben, der deutlich größer ist als der Kolbendurchmesser. Weiterhin sollte die Balglänge so bemessen sein, dass auch in völlig ausgefederter Stellung ein Rest Rollfalte stehen bleibt. Wie man sieht, sind hier Kompromisse gegenüber dem oben Beschriebenen notwendig.

Auch die Fadendichte, die über den gewählten Gewebetyp und den Wickeltrommeldurchmesser beeinflussbar ist, wirkt sich auf das drucklose Abrollen aus.

Eine zu harte Balgwand ist hier ebenso ungünstig wie eine zu weiche. Im ersten Fall knickt die Balgwand in der Mitte ein, weil zuviel Kraft notwendig ist um den Balg über den Kolben zu rollen, im zweiten Fall ist der mittlere Teil des Balges zu instabil.

Es gibt keine allgemeingültige Richtlinie wie die ideale Kontur zum drucklosen Abrollen aussieht. Hierzu ist die Erfahrung des Luftfederherstellers, und ein Herantasten im Versuch gefragt.

## 4.1 Luftfedern

Alles, was bisher über Rollbälge gesagt wurde, gilt allgemein für diese Art von Luftfedern, egal ob es nun solche mit beidseitigen Dichtknoten, mit Bördelplatten, mit einvulkanisierten Platten oder Mischbauarten sind. Für verschiedene Einsatzzwecke sind darauf abgestimmte Bauarten entstanden.

### 4.2.1 Faltenbälge

Faltenbälge werden in Fahrzeugen zur Federung des Aufbaus heute kaum noch eingesetzt. Sie besitzen für den Fahrzeugbetrieb eine ungünstige Charakteristik. Lediglich als sogenannte Liftbälge zum Anheben von Liftachsen bei Leerfahrt und anstelle von Pneumatikzylindern finden Faltenbälge zunehmend Verwendung. Sie werden heute beispielsweise als Keilriemenspanner oder Türöffner in Bussen gebraucht. Wegen ihres unkomplizierten Aufbaus, und ihrer durch die Einbauhöhe leicht veränderbaren Federcharakteristik ersetzen sie jedoch im stationären Bereich mehr und mehr die klassischen Pneumatikzylinder. Faltenbälge werden hier als Maschinenlagerungen zur Schwingungsisolierung eingesetzt. Hier wird die Eigenschaft, ihre Federrate mit der Einbauhöhe zu Ändern, zum Vorteil. Auf diese Weise lässt sich ein Bauteil ohne konstruktive

Veränderung leicht an den jeweiligen Einsatzzweck anpassen.

Zur oberen und unteren Befestigung können Faltenbälge mit wiederverwendbaren meist aus Aluminium gedrehten Wulstringen oder mit Bördelplatten, wie sie auch bei Rollbälgen Verwendung finden, versehen sein.

Bördelplatten erlauben eine einfache Montage. Sie sind jedoch untrennbar mit dem Faltenbalg verbunden und müssen bei Ausfall des Gummiteils miterersetzt werden.

Wulstringe können vom defekten Luftfederbalg getrennt und wiederverwandt werden. Sie benötigen jedoch anschlussseitig eine glatte und dichte Oberfläche. Auch können sie ohne geeignetes Werkzeug nicht montiert werden.

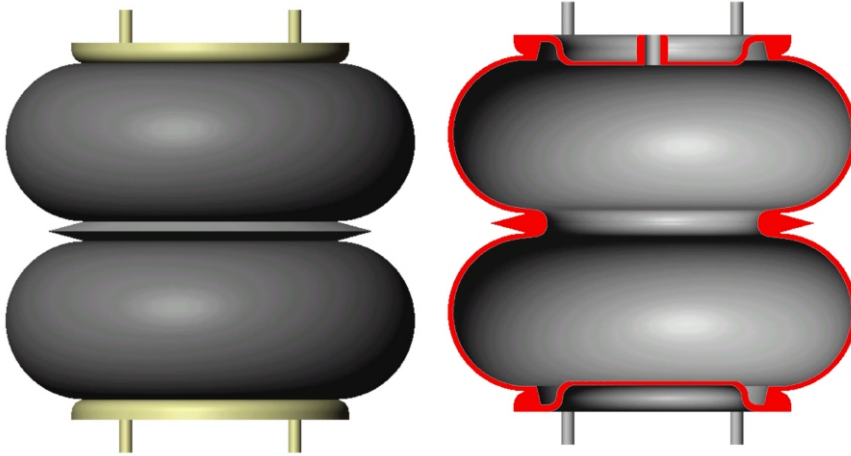


Bild 29: Zweifaltenbalg

#### 4.2.2 Luftfedern mit beidseitigen Dichtkernen

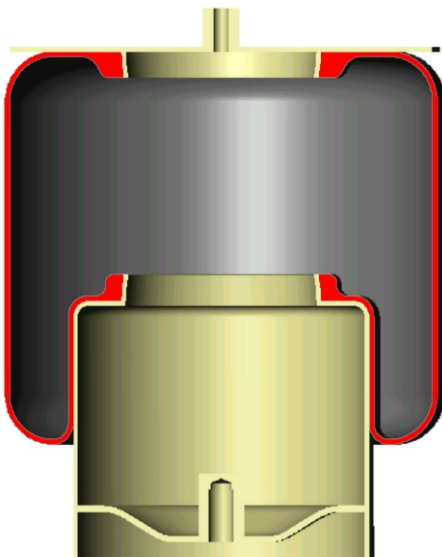


Bild 30:  
Rollbalg mit beidseitigen Dichtkernen

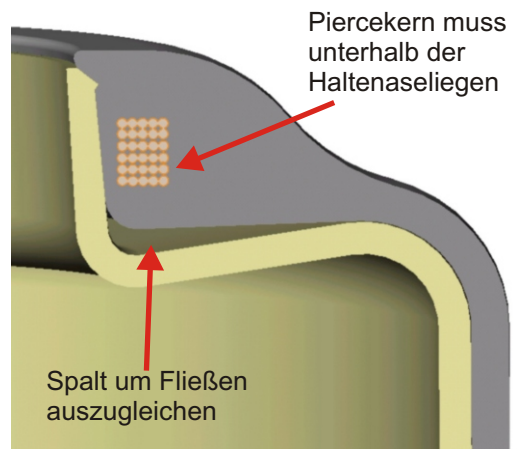


Bild 31:  
korrekt montierter Dichtkonus

Bild 30 zeigt eine Luftfeder mit beidseitigen gleichgrossen Dichtkonus. Sie stellen in Europa sozusagen die klassische Art der Luftfedern dar. Ihre Hauptvorteile sind ihre leichte Montierbarkeit ohne Werkzeug bei einem Ausfall am Straßenrand und ihre universelle Kombinierbarkeit mit unterschiedlichen Abrollkolben und Platten. Die unkomplizierte Montage hat aber auch einen nicht ganz unerheblichen Nachteil. Da der Balg, ähnlich einem Reifen auf einer Felge, nicht formschlüssig mit Kolben und Platte verbunden ist, kann er bei extremen Ausfederbewegungen leicht vom kolben- oder plattenseitigen Dichtkonus abrutschen. Die Luftfeder- sowie die Fahrzeughersteller haben hier Methoden entwickelt, die einen sicheren Halt des Balgkonus auf Kolben oder Platte gewährleisten sollen. Am meisten durchgesetzt hat sich hier eine sogenannte Haltenase wie in Bild 31 gezeigt. Hierbei ist es wichtig, dass zwischen der Stirnfläche des Kolbens und dem Balgkonus ein gewisser Spalt offen bleibt. Gummi hat wie jeder künstliche Werkstoff die Eigenschaft zu fließen. Der Spalt stellt sicher, dass wenn sich der Balgkonus mit der Zeit durch Fließen vergrößert, trotzdem eine sichere und luftdichte Pressung zwischen Gummi- und Metallkonus erhalten bleibt. Um die Wirksamkeit der Haltenase zu gewährleisten, muss der Balgkonus wie im Bild 31 dargestellt soweit auf den Metallkonus aufsitzen, dass sich der Kern unterhalb der Haltenase befindet.

Wie bereits erwähnt, gehen fast alle Luftfederhersteller aus Reifenherstellern hervor, und vom Luftfederhersteller wurde nur der aus Gummi bestehende Luftfederbalg angeboten. Die übrigen Teile wie Platte, Abrollkolben und einen eventueller innenliegenden Puffer beschaffen und montierten die Fahrzeughersteller selbst. Aufgabe des Luftfederherstellers war es hier lediglich eine für die gewünschte Federcharakteristik geeignete Kolbenkontur zu ermitteln.

Bis in die frühen neunziger Jahre hinein wurden Lkw als blattgefederte Fahrzeuge konstruiert. Luftgefederte Achsen boten die Fahrzeughersteller nur als Sonderausstattung an.

Hierdurch entwickelte sich eine große Variantenvielfalt aus einer begrenzten Anzahl von Luftfederbälgen und einer Vielfalt von Kolben- und Plattenvarianten, in der keine Systematik erkennbar wurde.

Jeder Fahrzeughersteller entwickelte seine für ihn typischen Kolben, Platten und Puffer.

In den achtziger Jahren wurde bei den Fahrzeugherstellern die Fertigungstiefe verringert. Man versuchte, wo möglich Module oder Baugruppen einzukaufen. Bei einer Luftfeder als funktionaler Einheit, bestehend aus Gummi und metallischen Komponenten, bietet sich dieses geradezu an. Während man beispielsweise bei Volvo noch Wert darauf legte, Luftfederbälge zu verwenden, die wie Reifen als Katalogware über den Fahrzeugteilehandel erhältlich waren, hatte DAF in Holland schon ein eigenständiges Design und wurde mit kompletten Einheiten, bestehend aus Platte, Balg, Puffer und Kolben beliefert. Begonnen hatte diese Entwicklung Anfang der achtziger bei RVI (damals Renault).

Bis in die frühen neunziger Jahre zogen dann alle großen europäischen Nutzfahrzeughersteller schrittweise nach, und es entwickelten sich auch Mischbauarten mit einer oberen Bördelplatte und einem unteren Dichtkonus bei DAF und Volvo. Es bildete sich bei jedem Fahrzeughersteller ein mehr oder weniger eigenständiges Design heraus. Dieses ging zum Beispiel bei Volvo soweit, dass auf den Luftfederbälgen kein Logo oder Bezeichnung des Herstellers mehr zugelassen wurde.

Durch den Trend zu kompletten Luftfedern kamen auf die Luftfederhersteller, die bisher reine Kautschukverarbeiter waren, neue Aufgaben zu. Etwa 60 % der Wertschöpfung einer Luftfeder bestehen aus nicht im eigenen Hause gefertigten Zukaufteilen. Hierfür mussten Lieferanten gefunden, ein Logistiksystem, Montageeinrichtungen und nicht zuletzt ein Qualitätssystem aufgebaut werden. Bild 32 zeigt einen Rollbalg, kolben- sowie plattenseitig, mit gleichem Konusdurchmesser. Platte und Kolben sind als Blechteile ausgeführt. Neben Gummi und Festigkeitsträger aus Polyamid oder Polyester ist dies in Europa der vorherrschende Werkstoff für Luftfederteile. Der Metallkonus kann mit einer Haltenase





Bild 32:  
Luftfeder mit Bördelplatte oben und kolbenseitigem Dichtkonus

mittels Spannplatte fest verbundene Kolben ist bei beiden Baureihen identisch. Diese Luftfedern können gewisse Zugkräfte übernehmen.

In Europa wurden diese Luftfedern mit wenigen Ausnahmen zuerst von den Anhängerachsfabriken eingesetzt. Hier handelt es sich um zumeist mittelständische Unternehmen mit geringer Fertigungstiefe. Luftfedern wurden komplett als Katalogware von den amerikanischen Herstellern eingekauft. Mit Ausnahme von BPW hat hier kaum eine eigenständige Entwicklung in großem Umfang für die Serie stattgefunden. Als Werkstoff für die Kolben herrschte ursprünglich das wegen der geringeren Energiekosten in den USA preisgünstige Aluminium vor.

Erst als in den frühen achtziger Jahren der Dollarkurs stark anstieg und amerikanische Luftfedern für europäische Achsenhersteller zu teuer wurden, trat man an die europäischen Luftfederhersteller heran. Da sich sowieso auch bei den LKW und Bus Herstellern ein Trend zu kompletten Luftfedern abzeichnete und der hohe Dollarkurs ein gutes Geschäft versprach, ging man auf die Achshersteller ein.

Insbesondere die Firestone Luftfedern 1-T15 M6 und 1-T19 M1 und M2 wurden nahezu kopiert. Da Aluminium in Europa wesentlich teurer war als Stahl, und man den Korrosionseigenschaften von Aluminium nicht traute, wurden die Kolben aus Tiefziehblech hergestellt und nachträglich galvanisch verzinkt.

Die Stahlkolben waren natürlich bedeutend schwerer als Aluminiumkolben. Seitens der

versehen sein. Sie gibt dem Balgkonus einen festeren Sitz auf Kolben- und Plattenkonus. Dies ist in der Ausschnittvergrößerung gesondert dargestellt. Oft wird fälschlicherweise angenommen, dass der Balgkonus vollständig unterhalb der Haltenase liegen müsse. Da Gummi, wie andere Kunststoffe auch ein gewisses Fließverhalten zeigt, muss zwischen dem Balg und der Stirnfläche des Kolbens ein Spalt bleiben. Dieser erlaubt es dem Balgkonus, weiter auf den Kolbenkonus zu rutschen, wenn er sich durch Fließen im Durchmesser vergrößert.

#### 4.2.3 Luftfedern mit Bördelplatten und Spanntellern

Diese Bauart kommt aus Amerika hauptsächlich von dem mit Abstand größerem der beiden dortigen Luftfederhersteller, der Fa. Firestone. Sie hat sich insbesondere bei Anhängerachsen durchgesetzt. In Europa sind am häufigsten die Baureihen 1-T15 und 1-T19 von dieser Firma vertreten. Die obere Bördelplatte und der kolbenseitig

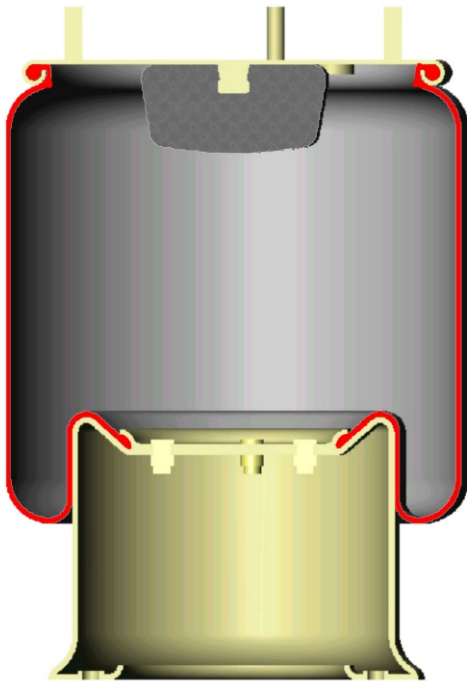


Bild 34:  
Luftfeder mit Bördelplatte und Spannteller

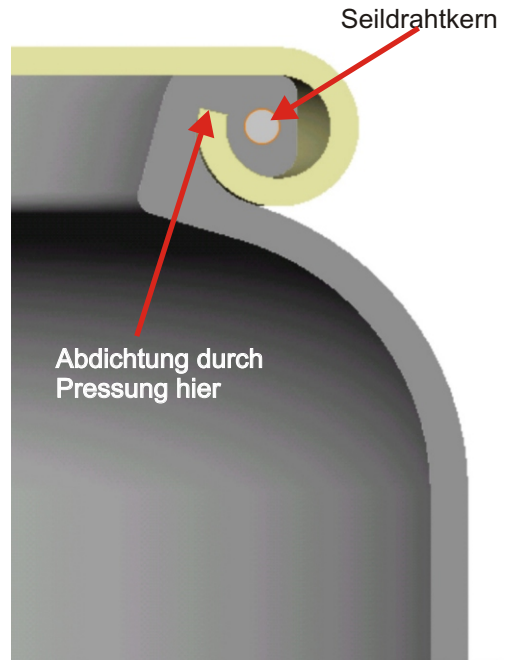


Bild 35:  
Verbindung der Bördelplatte mit dem Balg

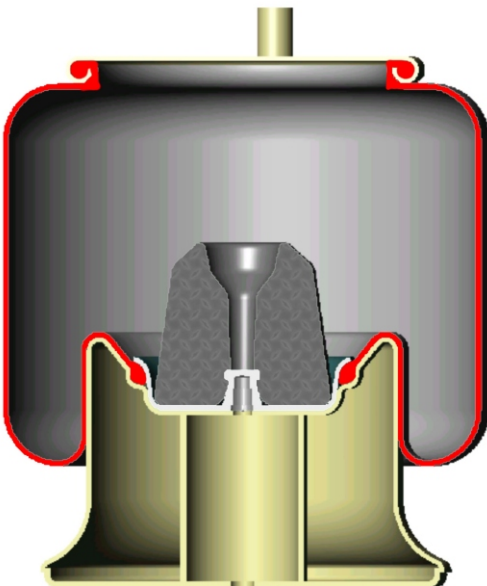


Bild 36:  
Luftfeder mit Bördelplatte und  
anvulkanisiertem Spannteller

Achshersteller und einiger Luftfederhersteller begann man daher Abrollkolben aus thermoplastischen und duroplastischen Kunststoffen zu entwickeln.

Die europäischen Luftfederhersteller versäumten es jedoch, speziell auf den europäischen Anhängerachsenmarkt mit seinen riesigen Stückzahlen zugeschnittene Luftfedern zu entwickeln. Als der Dollarkurs wieder sank, war man in Europa immer noch mit den Produkten der amerikanischen Hersteller austauschbar.

Während ein Anhänger sicherlich auch technologisch dem ziehenden Fahrzeug hinterherläuft, werden an die Luftfedern von Anhängerachsen höhere Ansprüche gestellt als an solche von Bussen oder Lkw. Um Fangseile zu vermeiden, sollen die Luftfedern auch Zugkräfte übernehmen können. Nachdem die Achse an den Luftfedern gehangen hat, muss der Balg wieder sauber über den Kolben abrollen. Das Gewichts- und damit auch das Druckverhältnis in den Luftfedern ist beim Anhänger größer als beim ziehenden Fahrzeug. Das bedeutet, dass der



Lufffederbalg auch bei sehr niedrigen Drücken noch in der Lage sein muss auf dem Kolben abzurollen. Die Achsen werden bei Anhängern meist an Längslenkern geführt. Der Kolben bewegt sich dabei nicht - mehr oder weniger - senkrecht auf und ab, wie bei den typischen Achsaufhängungen an Lkws und Bussen. Er folgt eher einer Kreisbahn, woraus starke Verwinklungen zwischen Platte und Kolben resultieren. Bild 34 zeigt einen typischen Vertreter der 1- T19 Baureihe von Firestone, wie er bei uns hauptsächlich auf Anhängerachsen, in den USA auch auf Lkw Hinterachsen eingesetzt wird. Die Bördelplatte hat einen Durchmesser von 284 mm und nimmt neben dem Luftanschluss noch 4 Befestigungsbolzen auf.

Der Balg ist auf dem Kolben mit einem Spannteller und vier Bolzen befestigt. An seiner Unterseite trägt der Kolben vier Muttergewinde auf einem Lochkreis vom Durchmesser 200 mm zur achseitigen Befestigung. Die Kolbenstirnseite ist etwas eingezogen, sodass der etwa 60 mm hohe, als Anschlag ausgeführte Puffer über den Kolbenrand hinaussteht.

Die im nächsten Bild 36 dargestellte Luftfeder ist ein typischer Vertreter der 1-T15 Baureihe. Diese Luftfedern liegen vom Durchmesser und von der Tragkraft unter der 1-T 19 Baureihe. Im Gegensatz zu 1-T 19 Baureihe hat der Balg unten einen anvulkanisierten Blechtopf, der mittels eines zentralen Muttergewindes, welches sich in einem Pufferknopf befindet, auf der Kolbenstirnseite verschraubt ist. Die Kolbenstirnseite ist weit eingezogen und bietet so einem sehr hohen Puffer Platz. Solch ein hoher Puffer ist eine weiche Feder, wie man sie für einen guten Fahrkomfort in Bussen benötigt. Trotzdem wird diese Luftfederbauart in Europa hauptsächlich auf Anhängerachsen mit eingeschränkten Raumverhältnissen wie z.B. bei Silofahrzeugen eingesetzt. Für den Anhängerbetrieb mit Wechselpritschen ist diese Bauart weniger geeignet, da der hohe weiche Puffer den Absenkweg bei leerem Fahrzeug begrenzt.

#### 4.2.4 Luftfedern mit einvulkanisierten Konusplatten

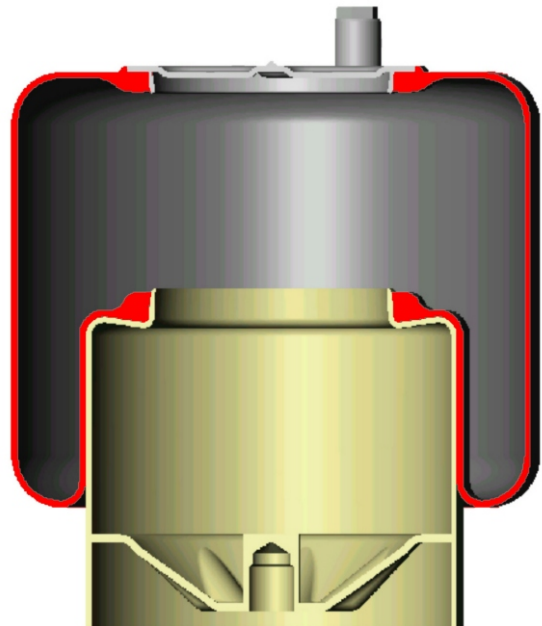
Hinter der einvulkanisierten Platte steckt folgende Idee:

Der Metallkonus der Platte muss mit engen Toleranzen und hoher Oberflächengüte gefertigt werden. Gleiches gilt für den balgseitigen Konus. Auch treten in diesem Bereich des Balges oft Fertigungsfehler auf, die nachgearbeitet werden müssen oder die den Balg sogar unbrauchbar machen.

Was liegt also näher, als einen entsprechend mit Haftvermittler vorbereiteten Metallkonus, der auf einer im Durchmesser geringfügig größeren Metallplatte verschweißt ist, mit dem Balgrohling in die Vulkanisationsform einzulegen.

Die Platte mit Metallkonus ist ohne teure mechanische Nacharbeit preisgünstig herstellbar. Als Ersatzteil lässt sich der Luftfederbalg einfacher montieren, weil der Luftanschluss bereits vorher angeschlossen werden kann. Es braucht dann nur noch der kolbenseitige Konus

Bild 37: Luftfeder mit einvulkanisierter Konusplatte



aufgesetzt zu werden.

Ist die Bördelplatte mit dem Balg untrennbar verbunden, so muss diese bei ausgedientem Balg jedes Mal mit ersetzt werden. Dies wäre auch dann der Fall, wenn die Bördelplatte noch völlig intakt ist.

Eine einvulkanisierte Platte ist weitaus weniger aufwändig als eine Bördelplatte. Hier ist der Ersatz zusammen mit dem defekten Balg wirtschaftlich vertretbar.

Diese Bauart wurde erstmals in den Actros Lkw von DaimlerChrysler eingesetzt und hat sich dort bewährt.