

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG
Herausgeber: Eisenbibliothek
Band: 62 (1990)

Artikel: Räder für Nutzfahrzeuge : Die Entwicklung von 1900 bis zum Jahr 2000
Autor: Krause, Georg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378248>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Räder für Nutzfahrzeuge: Die Entwicklung von 1900 bis zum Jahr 2000

Einleitung

Dies soll keine lückenlose «Geschichte des Nutzfahrzeugrades» sein, weder die technischen noch die wirtschaftlichen Aspekte dieses Teilgebietes der Automobilgeschichte sind umfassend dargestellt. Es wird lediglich versucht, anhand einiger markanter Beispiele aus den Quellen der Georg Fischer AG zu zeigen, wie sich das Nutzfahrzeugrad aus den Anfängen der Automobilindustrie um die Jahrhundertwende bis heute entwickelt hat. Darüber hinaus werden einige Antworten auf die Frage gegeben, wie die Entwicklung bis zum Jahr 2000 verlaufen könnte.

Der Begriff «Nutzfahrzeug» bezieht sich hier ausschliesslich auf die oberste gesetzlich zugelassene Fahrzeugkategorie, also auf die schweren Lastwagen, Omnibusse und Anhänger. Räder und Reifen dieser Fahrzeuge unterscheiden sich ziemlich stark von denjenigen der leichten Nutzfahrzeuge und Personenwagen.

Auch der Begriff «Rad» bedarf eines Hinweises: Richtigerweise müsste man immer die um die Achse sich drehende Einheit, bestehend aus Reifen, Felge, Radkörper mit Nabe, ja mit Bremstrommel (oder Brems Scheibe) und Rollenlager, als Rad bezeichnen. Aus der Sicht des Radherstellers wird aber meistens nur der metallene Teil, nämlich der Radkörper mit Nabe und Felge, als Rad verstanden. Manchmal benützt man den Ausdruck Rad auch nur für die zusammenmontierte Einheit von Reifen mit Felge (Scheibenrad).

Räder – ein Massenprodukt

In Europa werden täglich Tausende von Personenwagen hergestellt, was bedeutet, dass etwa pro Sekunde ein PKW-Rad produziert und montiert wird. Aber auch bei den Nutzfahrzeugen sind die Produktionsmengen beeindruckend: Es gibt Montagestrassen, wo täglich etwa 300 schwere Lastwagen vom Band rollen. Sie rollen auf Rädern, welche von Spezialfirmen entwickelt und hergestellt werden. Wenn man mit nachstehender vereinfachter Formel rechnet, beträgt der jährliche Bedarf in Europa etwa 2 Millionen Nutzfahrzeugräder, wobei pro Nutzfahrzeug (bei denen die Hinterachsen in der Regel 4 Räder bzw. Reifen mit Felgen besitzen) im Durchschnitt 8 Räder angenommen wurden:

Europäische Jahresproduktion = 250 000 schwere Nutzfahrzeuge

$250\,000 \times 8 \text{ Räder pro Fahrzeug} = 2\,000\,000 \text{ Räder}$

Bei 2-Schicht-Betrieb ergibt das

$2\,000\,000 : 4000 \text{ Std.} : 60 \text{ Min.} = \text{ca. } 8 \text{ Räder pro Minute}$

oder = alle 8 Sekunden ein neues Nutzfahrzeugrad!

Kleiner Kurs in Rädertechnik

Wer hat nicht schon einen Fahrradschlauch geflickt oder an seinem Auto einen Radwechsel vorgenommen und ist auf diese Weise auch ein wenig Radexperte geworden? Dies ist vielleicht der Grund, warum die Räderpatente in den Patentarchiven so viel Platz beanspruchen. Auf jeden Fall scheint sich der menschliche Erfindergeist seit Jahrhunderten gerne mit dem Rad auseinanderzusetzen.

Versucht man aus dem heutigen Stand der Technik heraus ein sogenanntes **Pflichtenheft für Nutzfahrzeugräder** zu erstellen, das dem Konstrukteur zur Entwicklung des idealen Rades dienen könnte, so ergibt

Georg Krause

Hurbigweg 3

CH-8200 Schaffhausen

das etwa nachstehende Wunschliste. Dabei gelten die **fett** gedruckten Forderungen vor allem für das **Rad**, d. h. für den metallenen Teil des Rades.

Der Fahrzeughalter bzw. der Fahrer wünscht:

- gutes Kurvenverhalten auch auf nasser Fahrbahn
- gutes Bremsverhalten auf nasser Fahrbahn
- geringe Aquaplaning-Neigung
- stabilen Geradeauslauf (Reifenseitenführung)
- geringes Reifenpannenrisiko
- Systemaustauschbarkeit
- hohe Reifenlaufleistung (Preis/Reifenlebensdauer)
- **ruhigen Lauf (Unwucht, Rundlauf)**
- **geringe Wartungskosten (Reifenwechsel)**
- **gefahrlosen Reifenwechsel**
- **100% Radbruchsicherheit, auch bei extremer Beanspruchung**

Die Automobilindustrie wünscht:

- geringen Rollwiderstand
- hohen Federungskomfort
- **geringes Systemgewicht**
- **niedrigen Preis**
- **Radfestigkeit ausreichend für Fahrzeuglebensdauer**
- **grossen Einbauraum für Bremsen**
- **hohe Rundlaufpräzision**
- **wenige Standardteile (Logistik)**

Die Umwelt und die Volkswirtschaft wünschen:

- umweltfreundliche Produkte (Geräusch, Verschmutzung etc.)
- **umweltfreundliche Herstellungstechnologien**
- **sparsamen Umgang mit Rohstoffen**
- **sparsamen Umgang mit Energie**
- **hohe Recyclingfähigkeit**

Dieses wohl noch unvollständige Pflichtenheft zeigt, welch hohe und oft kaum miteinander zu vereinbarende Ansprüche an ein Nutzfahrzeugrad gestellt werden. Allein schon die 3 wichtigen Forderungen

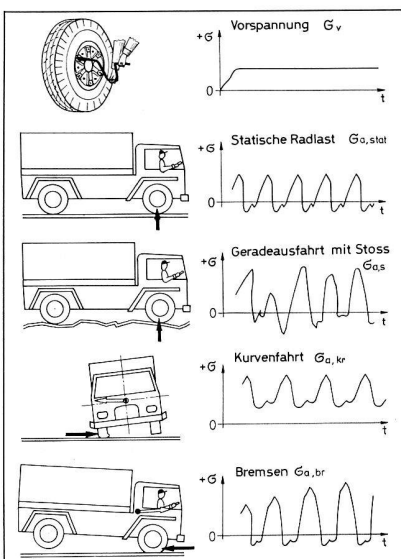
kleinstes Gewicht + niedrigster Preis + höchste Festigkeit

lassen die Zielkonflikte des Radkonstruktors erkennen. Diese Konflikte bestanden seit Beginn des Automobilzeitalters und ganz besonders beim Nutzfahrzeugrad, denn je besser die drei genannten Forderungen erfüllt werden, um so mehr «nützt» das Nutzfahrzeug.

Um nahe an die konstruktiven Grenzen heranzukommen, d. h., um die Sicherheit des Rades auch mit geringstem Material- und Kostenaufwand gewährleisten zu können, muss der Konstrukteur Grösse und Art der auf das Rad während seines «Lebens» einwirkenden Beanspruchungen möglichst gut kennen.

Ein Lastwagenreifen hat eine Nenntagkraft bei 100 km/h Fahrgeschwindigkeit von etwa 3 Tonnen. Beim Fahren treten zusätzliche, wechselnde dynamische Kräfte auf. So werden auf holpriger Fahrbahn senkrechte Stösse von etwa 8 Tonnen gemessen, und selbst auf glatter Fahrbahn betragen die auf den Reifen und somit auch auf das Rad wirkenden Seitenkräfte etwa 2 Tonnen. Hinzu kommen noch Torsionsbeanspruchungen durch die Antriebs- und Bremskräfte. Es handelt sich dabei stets um umlaufende, wechselnde Kräfte, also um Ermüdungsprobleme über Zeiträume von vielen Jahren.

Diese wechselnden Kräfte werden vom Reifen in die Felge und von dort über Schrauben und andere Befestigungselemente in den Radkörper (Nabe, Speichen) bis in die Achse übertragen. Die Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Radelementen, vom Reifen zur Felge und von der Felge zum Radkörper, sind besonders kritische Radpartien. Hier treten hohe Ermüdungsbeanspruchung und Verschleiss auf.



Die auf das Rad wirkenden Belastungen ergeben Ermüdungsbeanspruchung über die ganze Lebensdauer des Fahrzeuges.

Welche Mittel standen bzw. stehen dem Radkonstrukteur zur Verfügung, um die geforderte Betriebssicherheit zu garantieren?

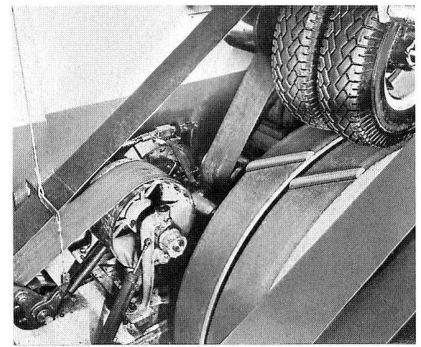
In den handwerklichen Anfängen des Automobils konnte das Wagenrad aus Holz und Eisen den jeweiligen Bedürfnissen noch ohne Versuch angepasst werden. Mit steigenden Produktionsmengen wurden aber zeitgeraffte Laboratoriumsversuche wegen der finanziellen Folgen einer Fehlkonstruktion unumgänglich. So wurden bei Georg Fischer schon 1925 die ersten mit Luftreifen bestückten Räder auf einem riemengetriebenen Rollenprüfstand getestet. Dieses Verfahren mit einer rotierenden Trommel, auf welcher sich der Reifen mit dem Rad bei absichtlich überhöhter Radlast bis zum Eintreten eines Defektes abrollt, wird neben anderen Prüfmethoden auch heute noch angewendet.

Um das Fehlerrisiko noch weiter herabzusetzen, werden heute Räder mit Hilfe von Computern nicht nur konstruiert und gezeichnet, wie die sogenannte CAD-Anlage von Georg Fischer zeigt, sondern auch Spannungsberechnungen mit supponierten Belastungen und die Auswertung der Messergebnisse auf Prüfständen erfolgen mit diesem modernen Hilfsmittel.

Sowohl die während der Fahrzeuglebensdauer auf ein Rad einwirkenden Kräfte als auch die Festigkeit der eingesetzten Räderwerkstoffe und Bauteile sind nicht mit 100prozentiger Genauigkeit bekannt. Das verbleibende Fehlerrisiko muss definiert werden. Für die Freigabe einer neuen Radkonstruktion zur Serienfertigung gilt beispielsweise folgendes Laborprüfkriterium:

Es muss nachgewiesen werden, dass das Rad eine Lebensdauer von 1000000 Kilometern mit 99,9% Wahrscheinlichkeit erreicht, was gleichbedeutend ist mit einer Ausfallwahrscheinlichkeit von einem Rad auf 1000 Räder, welche eine Lebensdauer von 1 Million Fahrkilometern erreichen.

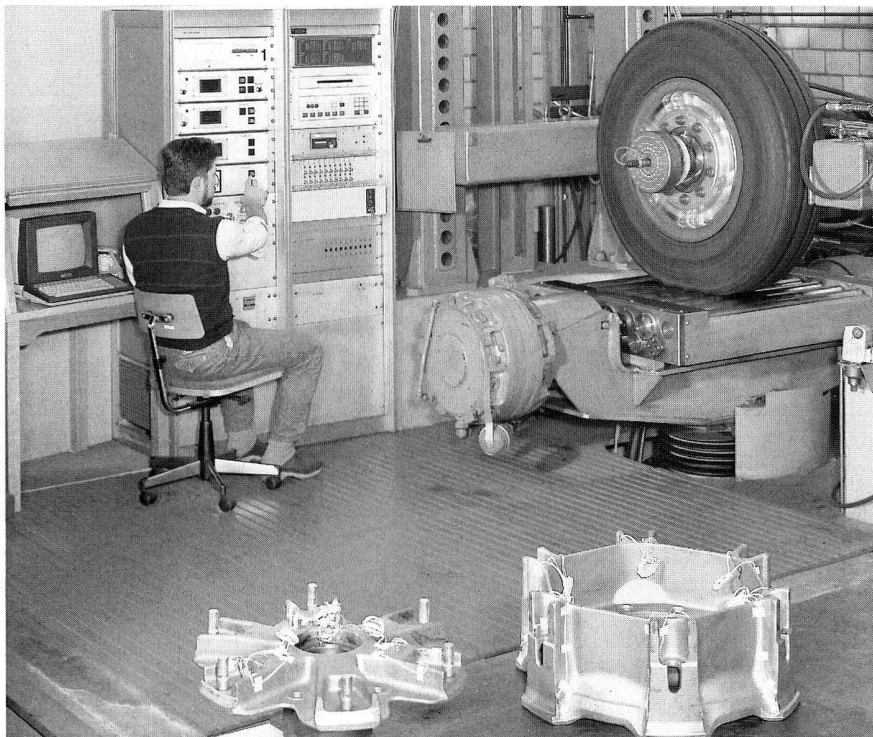
Bei der nachfolgenden Betrachtung der Entwicklungsgeschichte des Nutzfahrzeugrades sollte man bedenken, dass es sich um eines der wichtigsten Sicherheitsteile im Strassenverkehr handelt. Seit den Anfängen der Automobilindustrie musste sich der Radkonstrukteur seiner Verantwortung stets bewusst sein, und dies wird sich auch in Zukunft, trotz »intelligentester« technischer Hilfsmittel, nicht ändern.



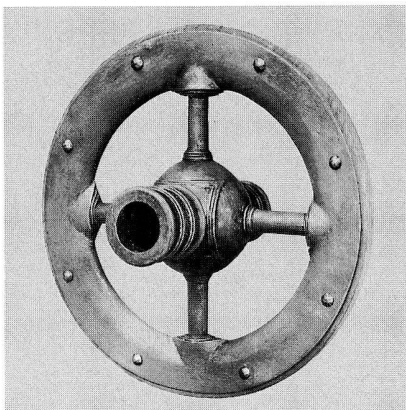
Prüfung der ersten luftbereiften Räder auf dem Georg Fischer Rollprüfstand (1925).



Konstruieren und Zeichnen mittels Computer.



Moderner Abroll-Räderprüfstand für Spannungsanalysen mit Computer-Auswertung der Messresultate.

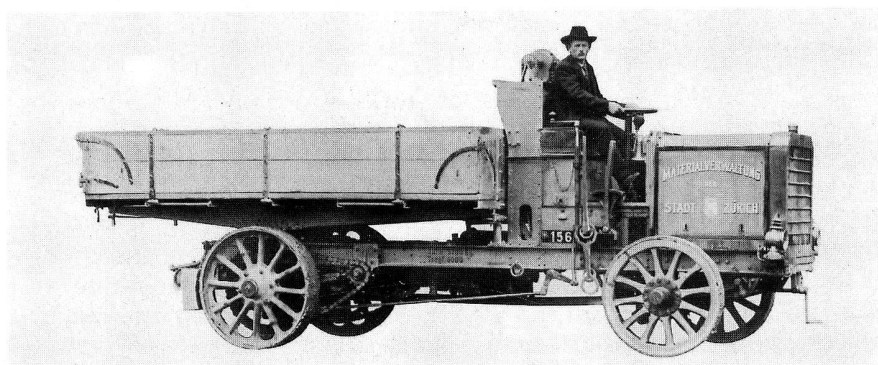


Bronzerad von Cortaillod aus dem 8. Jh. v. Chr., ältester Zeuge von gegossenen Rädern in der Schweiz.

Die Nutzfahrzeuigräder-Entwicklung bis heute

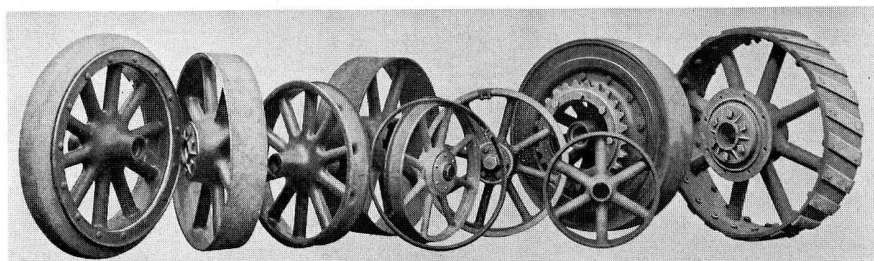
Am Beispiel des in der Schweiz gefundenen, gegossenen Bronzerades aus der Römerzeit lässt sich zeigen, dass schöne Konstruktionen in der Regel auch gute Konstruktionen sind. Es ist auch ein Zeugnis hoher Giesskunst sowie der besonderen Eignung dieser Herstellungstechnik für Räder. Bereits 1897 goss Georg Fischer in Schaffhausen sein erstes Rad. Es handelte sich dabei um ein Eisenbahnrad aus Stahlguss. Aber schon zu Beginn des Jahrhunderts wurde das Nutzfahrzeugrad zu einem wichtigen Produktzweig von Georg Fischer.

1897 begann bekanntlich das eigentliche Automobilzeitalter, nämlich als in England das Gesetz aufgehoben wurde, wonach vor jedem mechanisch angetriebenen Fahrzeug ein Mann mit roter Fahne gehen musste. Die anfänglich benützten Holzräder mit Eisenreifen genügten bei den schweren Fahrzeugen bald nicht mehr. **Stahlguss-Speichenräder** eigneten sich viel besser, meist versehen mit **Vollgummireifen**.



HERCULES-Lastwagen aus dem Jahre 1912, vorne mit Holzrädern und hinten mit eisenbereiften Stahlgussrädern.

An dem Hercules-Lastwagen aus dem Jahre 1912 erkennt man vorne noch Holzspeichenräder mit Vollgummi- und hinten Georg Fischer Stahlguss-Speichenräder mit Eisenreifen zum besseren Antrieb. Die Bremsklötze wirkten von aussen direkt auf die Stahlreifen.



Sortiment unterschiedlicher Stahlguss-Speichenräder von Georg Fischer für Vollgummireifen.

Die Schaffhauser Giesser entwickelten solche Stahlgussräder in den verschiedensten Formen, mit Kreuzspeichen oder noch besser mit hohlen und dadurch leichteren Speichen, wie an dem abgebildeten Sortiment ersichtlich. Solche Räder stellte Georg Fischer 1913 an einer grossen Automobilausstellung im New Yorker Madison Square Garden aus, denn Fischer lieferte damals solche Räder sogar in die USA, unter anderem an die Fifth Avenue Coach Company in New York.

Das nächste Bild aus der guten alten Zeit vor dem ersten Weltkrieg zeigt einen Räderstand des damaligen Georg Fischer Vertreters in England an der OLYMPIA Motor Show 1916 in London, wo übrigens auch schon ein Rad mit **Luftreifen** ausgestellt wurde (Bildmitte).

Versuche mit Reifen aus weichen Stoffen, vor allem aus Leder, sind schon in Urzeiten gemacht worden. Aber erst die Entdeckung der Vulkanisation durch den Amerikaner Goodyear im Jahre 1839 führte zu einem Werkstoff, der in jahrzehntelanger Arbeit zum bestgeeigneten Material für Reifen entwickelt wurde. Trotzdem erreichte der Vollgummireifen bei den Nutzfahrzeugen erst von 1900 bis 1920 seine volle Bedeutung und wurde dann in den zwanziger Jahren vom Luftreifen abgelöst. Dieser

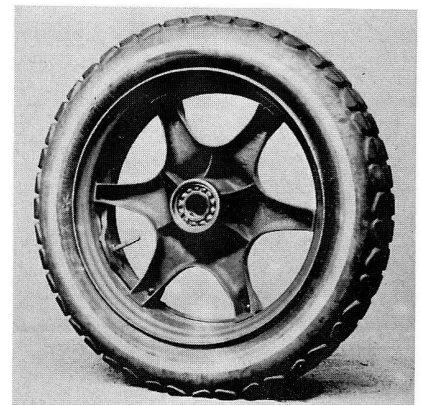


Ausstellungsstand des englischen Georg Fischer Vertreters an der OLYMPIA Motor Show 1916 in London.

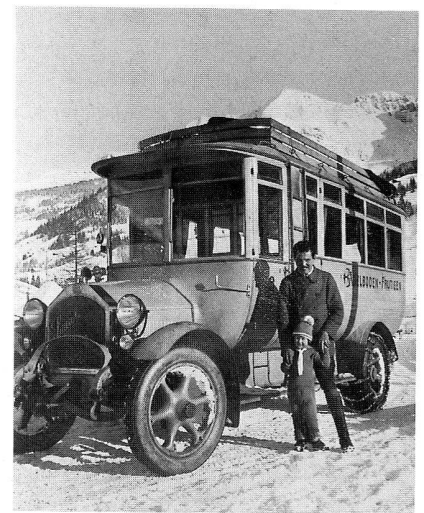
ging hauptsächlich auf die berühmte Erfindung des schottischen Tierarztes Dunlop in Jahre 1888 zurück und wurde schon um die Jahrhundertwende beim Fahrrad und beim Personenautomobil allgemein verwendet.

Aus dem von Hans Buss verfassten Räderbuch* stammen die nachfolgenden Notizen, u. a. von Autorennern aus der Anfangszeit des Automobils, und geben interessante Hinweise auf die Entwicklungsgeschichte des luftgefüllten Fahrzeugreifens:

- 1894 Paris–Rouen: Teils eisenbereifte Holzräder, teils Drahtspeichenräder mit Vollgummireifen
- 1895 Paris–Bordeaux: Gummibelegte Holz- und Drahtspeichenräder. Michelin fährt zum ersten Mal auf abnehmbaren, nicht aufgeklebten **Luftreifen** und erleidet annähernd 50 Defekte
- 1896 Paris–Marseille: Allgemeine Verwendung von pneubereiften Holzrädern
- 1898 Paris–Bordeaux: Charron hat an seinem Wagen bei den Vorder- und Hinterrädern gleiche Luftreifen
- 1902 Paris–Wien: Alle Wagen haben Luftreifen und sind hinten mit Reserveschläuchen bepackt
- 1906 Die Pariser und die Londoner Omnibusse erhalten Vollgummibereifung
- 1906 Renault benützt erstmals eine abnehmbare Felge für Luftreifen für Personenwagen
- 1908 MICHELIN propagiert Zwillingssreifen auf abnehmbaren Felgen
- 1920 Olympia-Show in London: Die «Riesenluftreifen» erscheinen als zukünftige Normalausrüstung der Nutzfahrzeuge**



Erstes Georg Fischer Speichenrad mit Luftreifen aus dem Jahre 1920, Vorgänger des SIMPLEX-Rades.

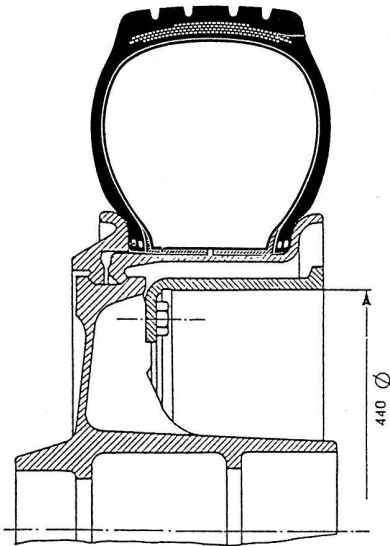


Saurer-Postauto aus dem Jahre 1922, eines der ersten mit SIMPLEX-Rädern ausgerüsteten Fahrzeuge.

Die Einführung der luftgefüllten Reifen gehört zu den wichtigsten Entwicklungsschritten im Automobilbau und hatte naheliegenderweise auch entscheidenden Einfluss auf die zukünftigen Radkonstruktionen.

Das Saurer-Postauto auf der Strecke Frutigen–Adelboden aus dem Jahre 1922 war eines der ersten Fahrzeuge, an welchen die vom Georg Fischer Ingenieur Jakob Willem Mjnsen erfundenen **SIMPLEX-Räder** eingebaut und erprobt wurden. Die Verbreitung von grossen Luftreifen für Nutzfahrzeuge war eine Herausforderung auch an den Radkonstrukteur und Giesser Mjnsen bei Georg Fischer, und er nutzte diese Chance für eine epochemachende Räderfindung. Sein SIMPLEX genanntes Radsystem wurde in Mitteleuropa (England und Amerika gingen andere Wege) von etwa 1920 bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkrieges zum Standard.

* Buss Hans: Aus der Entwicklung der Räder für Lastwagen und Omnibusse.
Hrsg.: Georg Fischer AG, Schaffhausen, 1952.



Die seitlich geteilte SIMPLEX-Felge wird, ohne Verwendung von Schrauben, allein durch den Reifendruck auf dem Speichenrad festgehalten.



Die dreigeteilte TRILEX-Felge lässt sich mit einfachen Bordwerkzeugen leicht und gefahrlos montieren.



Die segmentierte Felge wird auf dem TRILEX-Rad mit hoher Rundlaufgenauigkeit an einen präzisen Anschlag gespannt.

Dieser Schaffhauser Autobus aus dem Jahre 1936 fuhr 700 000 Kilometer auf TRILEX-Rädern mit Aluminiumfelgen.

Was zeichnete das SIMPLEX-Rad aus?

Die Felge wurde in zwei Ringe geteilt und ohne Verwendung von Schrauben so auf dem Speichenrad montiert, dass der Reifenluftdruck allein genügte, um die Felgenhälften festzuhalten. Das Rad hatte also nur ganz wenige Bestandteile. Es zeichnete sich aber auch durch leichte Montierbarkeit auf offener Strecke aus, was damals erhöhte Bedeutung hatte, weil noch viele Reifenpannen vorkamen. Das Konstruktionsprinzip des SIMPLEX-Rades überragt heute noch fast alle bekannten Räder bezüglich Betriebssicherheit, Einfachheit und konstruktiver Klarheit. Aber es war zu teuer! Und so fiel das SIMPLEX-Rad wie manches in der Technik trotz seiner technischen Vorzüge dem Preiskampf zum Opfer. Die Herstellung erforderte kostspielige Arbeitsgänge und liess sich auch in der Massenfabrication nicht mehr wesentlich verbilligen.

Im Gegensatz dazu standen die in den USA üblichen Speichenräder mit Felgen- und Seitenringen. Dieses Radsystem hatte allerdings zwei bedeutende Nachteile: Bei unsachgemässer Reifenmontage bestand grosse Verletzungsgefahr durch den unter etwa 30 Tonnen Reifendruck stehenden, wegfliegenden Seitenring. Ferner liess sich die Felge über einen Konus nur sehr ungenau auf dem Rad zentrieren, was unrund laufende und seitlich schlagende Reifen zur Folge hatte. Trotzdem fand dieses Rad, wohl wegen des günstigen Preises und auch wegen des leichten Gewichtes, vor allem in Nord- und Südamerika die grösste Verbreitung. Es wird heute noch hergestellt.

Auch in Europa fand das amerikanische Speichenrad mit Ringfelgen wegen der niedrigeren Kosten etwa um 1935 Eingang. Die Ringfelgen mit Seitenringen wurden in Lizenz hergestellt, so auch von Georg Fischer. Die Schaffhauser Rädermacher konnten sich aber mit den genannten Mängeln der Ringfelgen, nämlich der gefährlichen Montage und dem schlechten Rundlauf, nicht abfinden, und so war es wieder Ingenieur Mjinssen, dem die Lösung dieses Problems auf geradezu ideale Weise gelang. Seine Grundidee des später **TRILEX** genannten Radsystems ging auf das Jahr 1929 zurück.

Er wagte es, die Felge in drei Segmente zu zerlegen, welche auch auf offener Strasse mit einfachen Bordwerkzeugen leicht und gefahrlos montiert werden können. Die drei Segmente werden auf dem Speichenradkörper bis zu einem festen, präzisen Anschlag gespannt und ergeben so ein Rad mit hoher Rundlaufgenauigkeit. Das Rad mit dem treffenden Markennamen TRILEX ist inzwischen millionenfach hergestellt worden. Auch heute noch ist es Bestandteil des Georg Fischer Rädersortimentes, und dies 70 Jahre nach der eigentlichen Erfindung!

Der Schaffhauser Stadtomnibus aus dem Jahre 1936 erlebte 700 000 Kilometer auf TRILEX-Rädern und war erstaunlicherweise bereits damals



mit **Leichtmetallfelgen** ausgerüstet. Georg Fischer hatte schon in den dreissiger Jahren Aluminium und Magnesium verwendet und sowohl Felgen als auch Speichenradkörper serienreif entwickelt. Der Anteil dieser gewichtsparenden Räder blieb jedoch gering, weil die Mehrkosten pro eingesparte Gewichtseinheit zu hoch waren. Dies gilt übrigens auch heute noch für Leichtmetallräder, ausgenommen beim Personenwagen und für polierte Alu-Lastwagenräder in den USA, wo der Snob-Appeal der glänzenden Räder und weniger der Gewichtsgegnung hoch bezahlt wird.

Das TRILEX-Speichenrad fand an europäischen Nutzfahrzeugen weite Verbreitung, besonders für Einsätze mit höchsten Beanspruchungen und in Ländern mit ungenügenden Verkehrsinfrastrukturen, wo die Reifenmontage mit Handwerkzeugen geschätzt wird und wo Überlasten an der Tagesordnung sind. Solche Einsatzverhältnisse findet man heute noch in manchen aussereuropäischen Gebieten. In viele Länder, sogar nach Japan, wurden Herstellungslizenzen vergeben.

Erst mit dem Übergang zu den **schlauchlosen Nutzfahrzeugreifen**, für welche die in drei Segmente geteilte TRILEX-Felge natürlich nicht



Erst mit dem Übergang auf schlauchlose Reifen nahm der Trend von den Speichenrädern (links TRILEX-Rad) zu den Scheibenrädern (rechts MONOLEX-Rad) in Europa zu.

geeignet ist, nahm der Anteil der Speichenräder in Europa zugunsten der sogenannten **Scheibenräder** ab. Der gleiche Trend entstand etwa um 1970 auch in den USA, wo Speichenräder mit Ringfelgen für Schlauchreifen dominiert hatten. Die Gründe für diese Trendwende liegen hauptsächlich in den konstruktiven Merkmalen der schlauchlosen Nutzfahrzeugreifen beziehungsweise der zugehörigen Felgen: Wie beim schlauchlosen Personenwagenreifen ist die neue Felge einteilig und deshalb am Fließband für den Einsatz von Reifenmontageautomaten geeignet. Zu diesem Zweck hat die Felge eine umlaufende Vertiefung, genannt «Tiefbett». Auf der Abbildung erkennt man, wie der sehr steife Nutzfahrzeugreifen dank diesem Tiefbett auch von Hand völlig gefahrlos über die Felge gestülpt werden kann.

Der Aussendurchmesser der Felge (dort, wo der Reifen auf der Felge sitzt) musste aus reifentechnischen Gründen gegenüber den bisherigen Reifen vergrößert werden. Auch die seitliche Abstützung des Reifens auf der Felge (die Reifenschulter) musste geändert werden, und zwar wurde anstatt eines 5-Grad-Konus nun ein steilerer Konus von 15 Grad Neigung angewendet. Während man die früheren Lastwagenfelgen als «Flachbett- oder Schrägschulterfelgen» bezeichnete, erhielten die neuen Felgen den Namen «Steilschulter-Tiefbettfelgen». Als Erfinder dieser 1956 erstmals vorgestellten Felge gilt die Firma Firestone.



Die einteilige Steilschulter-Tiefbettfelge lässt sich gefahrlos von Hand und am Fließband auch mit automatischen Montagemaschinen in den schlauchlosen Reifen montieren.

Die genannten, für den Laien fast nicht erkennbaren Änderungen an den genormten Felgen- und Reifenkonturen hatten leider zur Folge, dass die neuen schlauchlosen Nutzfahrzeugreifen mit den alten Reifen nicht mehr austauschbar waren. Das neue System hatte jedoch so grosse Vorteile, dass dieser Nachteil in Kauf genommen wurde.

Die Vorteile waren:

- Gewichtseinsparung bis zu 200 kg pro Fahrzeug
- Am Fließband können Montageautomaten eingesetzt werden
- Nur 2 anstatt 6 Rad/Reifen-Bestandteile
- Gefahrlose Reifenmontage auch von Hand

Erstaunlicherweise benötigte diese einfache und nützliche Erfindung etwa 20 Jahre, bis sie im Markt zum Durchbruch kam. Die Umstellung auf die schlauchlosen Nutzfahrzeugreifen ist sogar heute noch nicht abgeschlossen.

Warum dauerte die Einführung so lange? Hier einige Gründe:

1. In der Anfangszeit gab es Rückschläge, weil die Reifen eine ungenügende Lebensdauer hatten, was auf die abgeänderten Reifen- und Felgenkonstruktionen (neuartige Reifenwulstabstützung auf der Felge) zurückgeführt wurde.
2. Die Entwicklung der neuartigen Reifen und Felgen bis zur Serienreife und die Anpassung der Produktionsmittel waren zeitraubend und kosteten hohe Investitionssummen.
3. Die Nichtaustauschbarkeit war in manchen Absatzmärkten ein grosses Hindernis.
4. Mit den damaligen, sehr steifen Diagonalreifen (mit diagonal gelegtem Textilgewebe) war die Reifenmontage für ungeübte Mechaniker sehr schwierig.

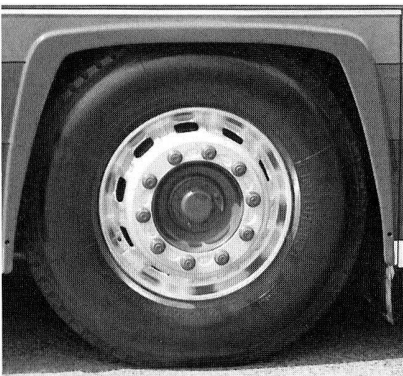
Erst mit den von MICHELIN erfundenen sogenannten Radialreifen konnten die wichtigsten Nachteile, nämlich die ungenügende Reifenleistung und die schwierige Montage, überwunden werden. Interessanterweise erfolgte dann die Umstellung auf das vorteilhafte Reifen- und Radsystem in Europa etwa ab 1970 rascher als im Ursprungsland USA.

Welche Konsequenzen hatte das neue Reifensystem für die Nutzfahrzeugräder-Entwicklung?

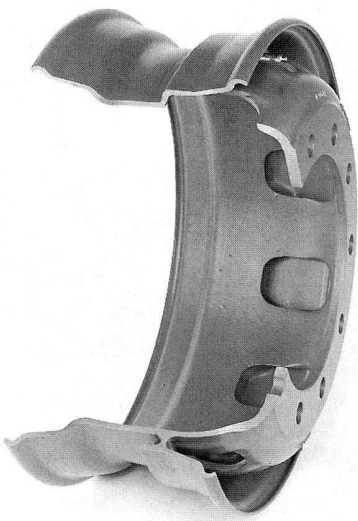
Die einteilige Steilschulterfelge eignete sich besonders gut zur Verbindung mit einer Radschüssel zum **Scheibenrad**. Es standen jetzt auch moderne Schweißmethoden zur Verfügung, so dass die Qualität der hochbeanspruchten Verbindung zwischen Felge und Radschüssel entscheidend angehoben werden konnte. So entstand mit dem Übergang zum schlauchlosen Nutzfahrzeugreifen der oben erwähnte Trend vom Speichenrad zum Scheibenrad.

Diesem internationalen Trend folgend, entwickelte Georg Fischer in den siebziger Jahren ein **gegossenes** Steilschulter-Scheibenrad und nannte es **MONOLEX**. Die Verwendung durch viele namhafte Nutzfahrzeughersteller lässt erkennen, dass es sich bei diesem Georg Fischer Rad wieder (wie beim TRILEX-Rad) um etwas Besonderes handelt. Das MONOLEX-Rad unterscheidet sich vom Stahlscheibenrad nicht nur durch den Werkstoff (**Sphäroguss**), sondern vor allem durch die mit dem Giessprozess mögliche optimale Formgebung. Das gegossene Rad ist deshalb leichter und weist eine höhere Festigkeit auf als das Stahlrad. Am Querschnitt des aufgeschnittenen Rades erkennt man seine dünnen Wandstärken. Das besondere Herstellungsverfahren gewährleistet auch eine höhere Rundlaufgenauigkeit.

Der Herstellungsprozess ist beim Gussrad kürzer, energiesparender und deshalb auch umweltfreundlicher als beim Stahlscheibenrad, um auch dieses moderne Schlagwort zu verwenden. MONOLEX-Räder werden nämlich unter Verwendung von Schrott (Recycling) in einem Arbeitsablauf durch Schmelzen, Giessen und Bearbeiten zum fertigen Rad erzeugt. Stahlscheibenräder müssen wesentlich mehr Einzel-Prozesse durchlaufen, vom Roheisen über Block- und Blechwalzwerke zum kaltverformten, zusammengeschweissten und bearbeiteten Rad.



Dem Trend zum Scheibenrad folgend, entwickelte Georg Fischer in den siebziger Jahren das in einem Stück gegossene MONOLEX-Rad.



Der Giessprozess erlaubt optimale Formgebung, deshalb sind MONOLEX-Räder leicht, bei hoher Festigkeit.

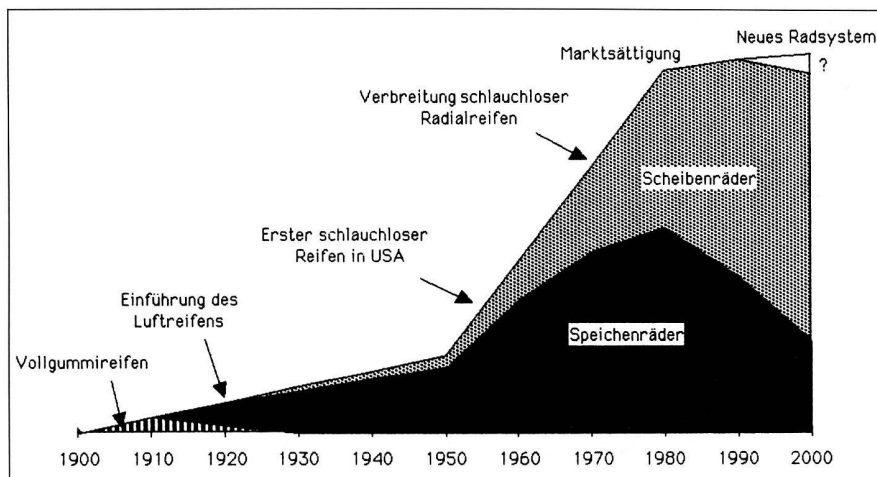
Die gegenwärtigen Anstrengungen von Georg Fischer zur weiteren konstruktiven und fabrikatorischen Perfektion des MONOLEX-Rades lassen darauf schliessen, dass man noch mit einer langen Periode der Steilschulter-Nutzfahrzeugräder für schlauchlose Reifen rechnet, jedenfalls mindestens bis zum Jahr 2000. Trotzdem soll die Frage nach der Zukunft der Nutzfahrzeugräder gestellt werden.

Zukunft

Man kann davon ausgehen, dass sich zunächst die schlauchlosen Radialreifen mit dem Steilschulter-Scheibenrad weltweit als Standardausrüstung etablieren werden. Dieser Prozess dürfte noch etwa 10 Jahre dauern, denn selbst in den stark industrialisierten Ländern ist die Umstellung auf schlauchlose Reifen heute bei weitem noch nicht abgeschlossen. Allein aus diesem Grunde sind drastische Neuerungen bis zum Jahre 2000 nicht zu erwarten.

Ausserdem lehrt uns die Erfahrung, dass grundlegende Innovationen in der Automobilindustrie sehr oft viel Zeit brauchen, bis sie sich durchsetzen. Es seien lediglich zwei wichtige Gründe für diese Trägheit erwähnt:

Erstens sind Innovationen meistens mit hohen Investitionsrisiken verbunden (die Kosten der Reifen- und Räderindustrie für die Umstellung auf das System der schlauchlosen Reifen sind heute noch nicht amortisiert), und zweitens haben neue, nicht austauschbare Produkte über Jahrzehnte eine doppelte Ersatzteil-Lagerhaltung zur Folge, was für die Autohersteller ebenfalls mit sehr hohen Kosten verbunden ist.



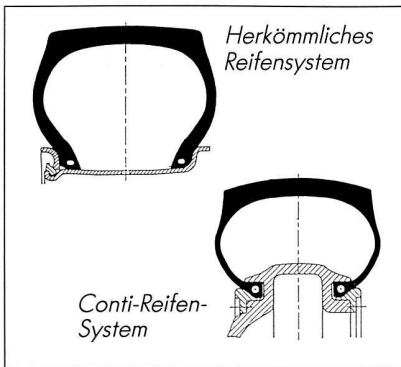
Die Entwicklung der wichtigsten Nutzfahrzeug-Radsysteme im 20. Jahrhundert. Man erkennt die lange Übergangszeit zum schlauchlosen Reifen.

Im stark vereinfachten Schema «Radsysteme bei Nutzfahrzeugen von 1900 bis zum Jahr 2000» sind die Entwicklungsschritte bei den Reifen, nämlich

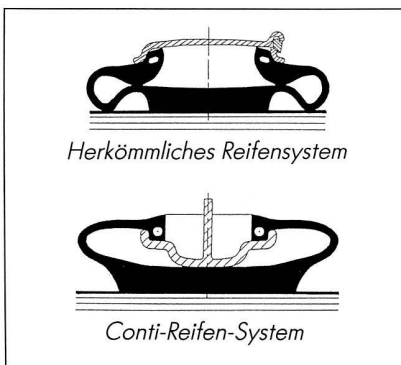
1920 Einführung des Luftreifens mit Schlauch,
1955 bis 1975 Einführungsphase der schlauchlosen Reifen,

zu erkennen. Gleichzeitig ist bei den Radsystemen der langsame, über etwa 30 Jahre zunehmende Trend vom Speichenrad zum Scheibenrad ersichtlich. Ab 1980 wurde, vor allem in den stark entwickelten Industrieländern, eine Marktsättigung an schweren Nutzfahrzeugen angenommen.

Mit der kleinen, mit einem Fragezeichen versehenen Teilmenge soll die Möglichkeit von Neuentwicklungen angedeutet werden. Bis zum Jahr 2000 dürfte es sich dabei aber nur um limitierte Mengen für Spezialanwendungen handeln. **Der Durchbruch zu einem neuen, internationalen Standard-Nutzfahrzeugrad dürfte frühestens gegen Ende des 20. Jahrhunderts erfolgen.**



Vergleich zwischen herkömmlichem LKW-Reifensystem (links Felge mit Seitenring) und Conti-Reifen-System für LKW (rechts).



Gute Notlaufeigenschaft ermöglicht Verzicht auf das Reserverad.



Wie werden Nutzfahrzeugräder der Zukunft aussehen?

Wie könnten solche Zukunftsräder aussehen?

Der weltweit härter werdende Konkurrenzkampf fordert noch höhere Wirtschaftlichkeit, darüber hinaus stellt das stark angestiegene Bedürfnis nach totaler Sicherheit und möglichst vollständiger Umwelt- und Ressourcenschonung ganz besondere Forderungen an ein neues Reifen/Radsystem. Im eingangs erwähnten Pflichtenheft werden deshalb neue Prioritäten und zusätzliche Forderungen eingesetzt werden müssen.

Wichtige Forderungen aus dem Pflichtenheft betreffen den Reifen, beispielsweise sichereres Fahrverhalten auf nasser und vereister Strasse. Ein neues Radsystem wird deshalb höchst wahrscheinlich durch eine neuartige Reifenkonstruktion bestimmt werden.

Denkbar wären Entwicklungen, wie sie beispielsweise von CONTINENTAL mit einem neuen Reifen/Radsystem aufgezeigt werden. Hier «steht» der Reifen nicht auf der Felge, er «hängt» sozusagen in ihr und bietet dadurch günstigeren Kräftefluss im Reifeninnern (gute Haftung, guter Fahrkomfort, weniger Wärmeentwicklung im Reifen etc.). Die Notlaufeigenschaften bei platten Reifen sollen sehr gut sein, wodurch das Reserverad eingespart werden könnte, usw.

Egal, wie das neue System heissen wird, die Chancen für ein neues Nutzfahrzeug-Standard-Radsystem sind um so grösser, je näher es den nachstehenden Wunschvorstellungen kommt:

Wirtschaftlichkeit

- Senkung des Rollwiderstandes um 10%
- Senkung des Systemgewichtes um 10%
- Einfachbereifung vorne und hinten
- Verzicht auf Reserverad
- Wenig Radbestandteile

Sicherheit

- Besserer Kraftschluss Reifen/Fahrbahn bei nasser und vereister Fahrbahn, kein Aquaplaning
- Gute Notlaufeigenschaft
- Mehr Raum für die Bremse

Umwelt

- Geräuscharm
- Mind. 10% Kraftstoff sparend
- Material- und energiesparend

Die Ziele sind hoch gesteckt, was bedeutet, dass die Reifen- und Räderingenieure nicht brotlos werden. Vielleicht gelingt die Einführung eines neuen Nutzfahrzeugrades nicht auf einen Schlag, sondern nur in mehreren Schritten. Es ist auch denkbar, dass ein neues Prinzip zuerst beim Personenwagen und erst mit grosser Verspätung bei Nutzfahrzeugen generell zur Anwendung kommt, wie das beim schlauchlosen Reifen auch der Fall war. Vor dem Jahr 2000 ist kaum ein Durchbruch für ein neues Nutzfahrzeug-Standardrad zu erwarten.