

oder steiler Bahn. Von den Abmessungen der Fahrzeuge unterliegt namentlich die Spurweite (Breite) im Interesse einer geordneten Abwicklung des Straßenverkehrs bestimmten Einschränkungen. Gesetze und Rechtsverordnungen sind zur Verwirklichung derartiger Anforderungen an die Straßenfahrzeuge notwendig und schon vielfach erlassen worden.

Aus dem Angeführten erhellt, daß die Kenntnis der Haupteigenschaften der Straßenfahrzeuge und ihrer Einwirkung auf die Straßen zum unentbehrlichen Rüstzeug jedes Ingenieurs gehört, der sich mit dem Bau und der Unterhaltung von Straßen zu befassen hat.

## B. Die Fahrzeuge.

1. **Einteilung und Bauart.** Die Einteilung der Fahrzeuge kann unter verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen, z. B. nach dem, was sie zu befördern haben, in Personen- und Lastwagen. Für unsere Zwecke ist es am natürlichsten, in erster Linie nach der Art der Kraft, die zur Fortbewegung verwendet wird, zu unterscheiden zwischen Fahrzeugen, die von Zugtieren und solchen, die durch Maschinenkraft bewegt werden (gewöhnliche Landfuhrwerke und Kraftfahrzeuge), weil dieses Unterscheidungsmerkmal wie für die Bauart der Fahrzeuge so auch für ihre Einwirkung auf die Straßen von einschneidender Bedeutung ist. Handwagen, Fahrräder und ähnliche Kleinfahrzeuge sowie Schlitten sind für unsere Untersuchungen nebensächlich und können aus den nachfolgenden Erörterungen deshalb füglich ausscheiden.

a) *Gewöhnliche Landfuhrwerke (Gespanne).* Nach der Anzahl der Achsen und Räder unterscheidet man den einachsigen oder zweiräderigen *Karren* von dem zweiachsigen oder vierräderigen *Wagen*. Der erstere, 15—25 % weniger Zugkraft erfordernd und leichter dreh- und lenkbar als der letztere, aber auch von geringerer Standfestigkeit, braucht uns hier nicht weiter zu beschäftigen, weil ihm gegenüber der vierräderige Wagen, dem eine gute Standfestigkeit und günstigere Lastverteilung zukommt und der deshalb bei weitem vorherrscht, für die Ausgestaltung der Straßen von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Bei allen Wagen, so mannigfaltig sie auf den ersten Anblick auch erscheinen, sind dieselben zwei Hauptbestandteile zu unterscheiden: das *Fahrgestell* oder *Untergestell* und der auf dieses aufgesetzte *Wagenkasten*. Für unsere Betrachtung ist vor allem das Fahrgestell, das zur Fortbewegung des Fuhrwerks dient, von Wichtigkeit. In Abb. 1 ist ein solches für ein weispänniges Fuhrwerk, wie es beim Durchfahren von Krümmungen eingestellt ist, unter Bezeichnung seiner einzelnen Teile dargestellt.

Das *Fahrgestell* zerfällt in das Hintergestell, bestehend aus dem Langbaum, auch Langwied genannt, mit dem die Hinterachse fest



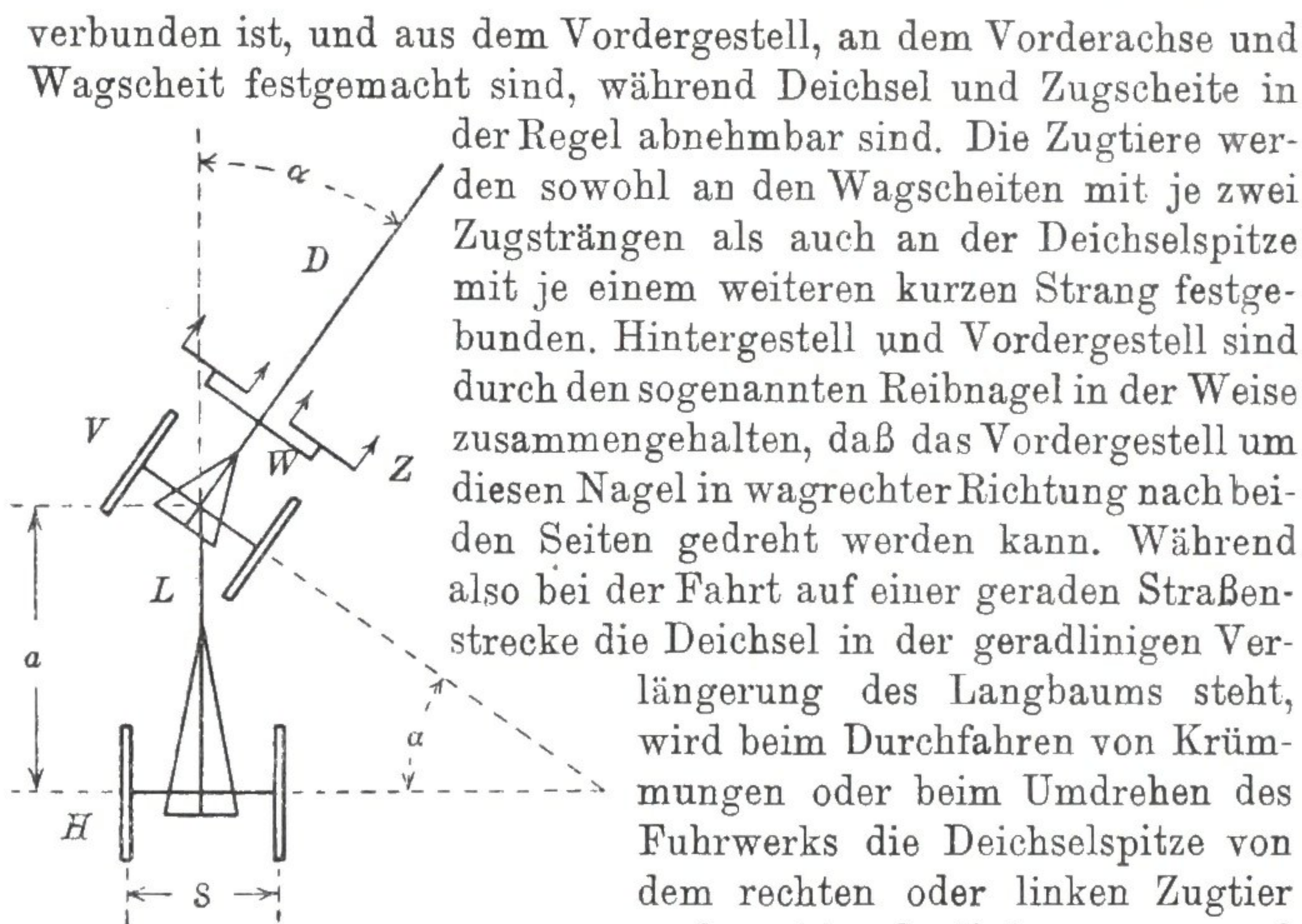


Abb. 1. Landfuhrwerk.

$D$  = Deichsel,  $L$  = Langbaum (-wied),  
 $V$  = Vorderrad,  $H$  = Hinterrad,  $W$  =  
Wagscheite,  $Z$  = Zugscheite,  $\alpha$  = Achs-  
stand,  $S$  = Spurweite,  $\alpha$  = Drehwinkel.

verbunden ist, und aus dem Vordergestell, an dem Vorderachse und Wagscheite festgemacht sind, während Deichsel und Zugscheite in der Regel abnehmbar sind. Die Zugtiere werden sowohl an den Wagscheiten mit je zwei Zugsträngen als auch an der Deichselspitze mit je einem weiteren kurzen Strang festgebunden. Hintergestell und Vordergestell sind durch den sogenannten Reibnagel in der Weise zusammengehalten, daß das Vordergestell um diesen Nagel in wagrechter Richtung nach beiden Seiten gedreht werden kann. Während also bei der Fahrt auf einer geraden Straßenstrecke die Deichsel in der geradlinigen Verlängerung des Langbaums steht, wird beim Durchfahren von Krümmungen oder beim Umdrehen des Fuhrwerks die Deichselspitze von dem rechten oder linken Zugtier nach rechts oder links gezogen und hierdurch das Vordergestell so gedreht, daß sich die Vorderachse radial in die Krümmung einstellt.

Der auf dem Langbaum aufsitzende Wagenkasten verbleibt hierbei in der Richtung des Langbaums. Das Höchstmaß der Drehung des Vordergestells von der Mittellinie des Fuhrwerks nach jeder Seite schwankt bei den schweren Lastwagen je nach ihrer Bauart zwischen  $19$  und  $30^\circ$ , d. h. bis zu der Grenze, wo die Vorderräder an den Langbaum anstoßen. Bei den meisten Personenwagen und auch bei manchen leichten städtischen Lastwagen kann hingegen eine Drehung nach beiden Richtungen bis zu  $90^\circ$  erfolgen, wodurch die Beweglichkeit wesentlich erhöht wird. Im letzteren Fall muß zur Ermöglichung der weitgehenden Drehung der Langbaum so hoch liegen oder nach oben gekröpft werden, daß die Vorderräder noch unter ihm hindurchgehen können. Bei den Langholzfuhrwerken bilden das Vorder- und das Hintergestell zwei völlig voneinander getrennte Teile, die nur durch die aufgeladenen Langholzstämme zusammengehalten werden und die beide bis zu  $35^\circ$  gedreht werden können. Ein Vorgang, der als „Schwicken“ bezeichnet wird. Näheres hierüber auf S. 30 u. 31 (Abb. 14).

Besondere Beachtung verdient noch die Bauweise der Räder. Mittels der Nabe sind sie auf die Enden der fest mit den beiden Fahrgestellteilen verbundenen Achsen lose aufgesetzt, so daß sie sich frei um die Achsen drehen können. Von der Nabe gehen die Speichen strahlenförmig zum Umfang des Rads, dem Radkranz oder den Felgen, auf die der in der Regel aus Eisen bestehende Radreif



aufgezogen ist. Die Achsen sind entweder nur an den Enden oder schon von der Mitte ab etwas heruntergebogen, wodurch der sogenannte *Achsensturz* oder die *Unterachsung*  $\varphi$  entsteht. Die Speichen liegen nicht in der Ebene des Radkranzes, sondern sind etwas dagegen geneigt, so daß das Rad eine kegelförmige Gestalt besitzt. Diese Neigung der Speichen führt die Bezeichnung *Speichensturz*  $\alpha$ , der in der Regel um ein Geringes größer gemacht wird als der Achsensturz.

Zu vgl. Abb. 2.

Das heruntergebogene Achsenende drückt mit seinem Gewicht das Rad nach unten und innen und wirkt so einem Ablaufen des Rads von der Achse entgegen. Das ist der Haupt-

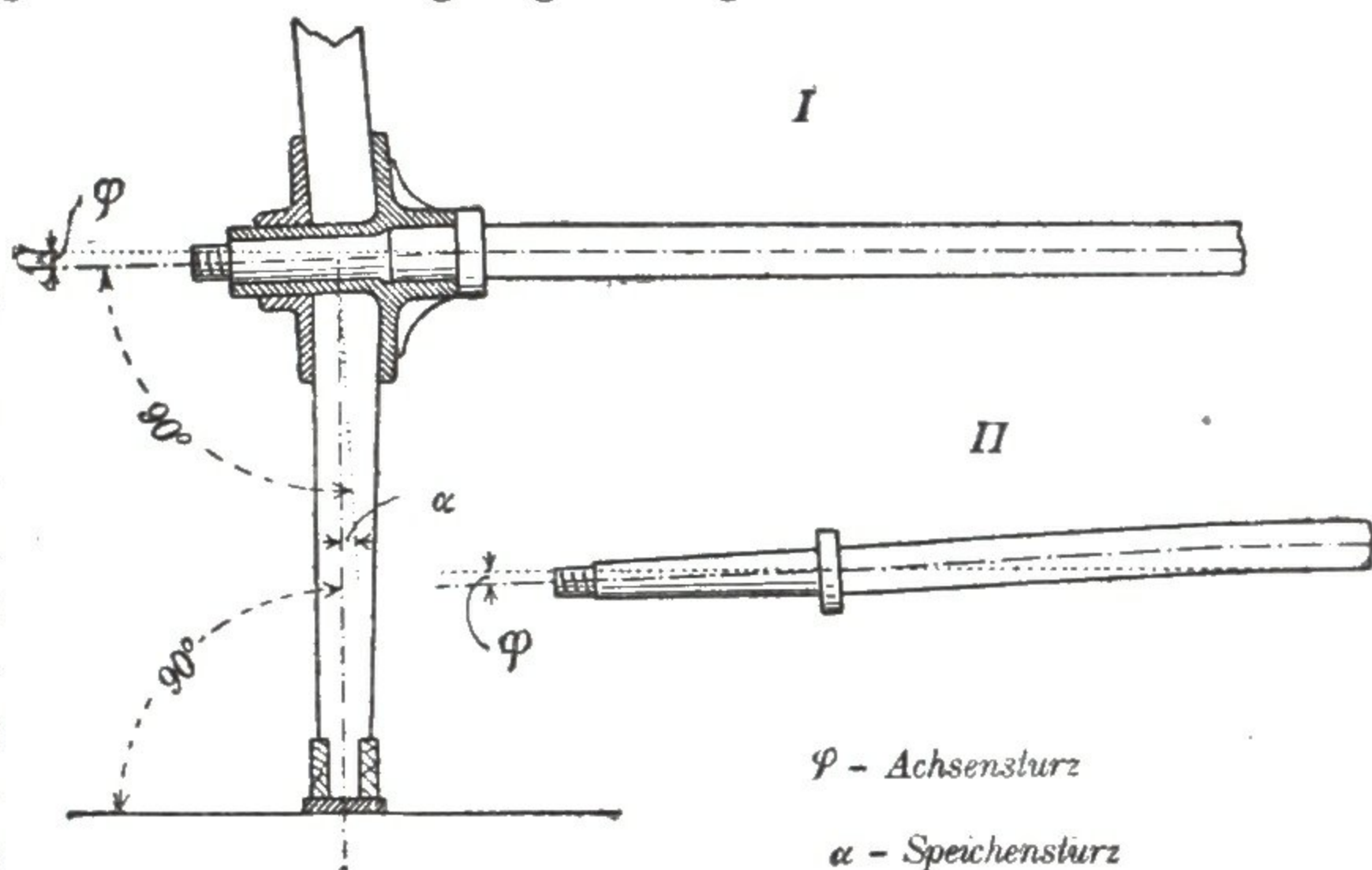


Abb. 2. Radquerschnitt.

zweck des Achsensturzes, mit dem noch die weiteren Vorteile verknüpft sind, daß durch die nach auswärts geneigte Stellung der Räder der für den Wagenkasten verfügbare Raum etwas erbreitert und der von den Rädern bei schmutziger Fahrbahn abfallende Kot mehr nach außen geschleudert wird. Der Speichensturz ergibt sich zunächst als unmittelbare Folge des Achsensturzes, weil die Speichen im Augenblick ihrer Belastung möglichst senkrecht stehen müssen, wenn das Rad unter der Last des Wagens günstig beansprucht sein soll. Die infolge des Speichensturzes kegelförmige Gestalt des Rades macht es außerdem elastisch und erhöht seine Widerstandsfähigkeit gegen die Seitenstöße des fahrenden Wagens.

Das Maß des Achsensturzes und des, wie bereits erwähnt, nahezu gleichgroßen Speichensturzes kann seiner Zweckbestimmung entsprechend um so niedriger genommen werden, je geringeren Stößen das Rad ausgesetzt ist, am kleinsten also bei städtischen Personenuhrwerken, die in der Regel nur auf ebenen und glatten Fahrbahnen verkehren. Manche Wagenbauer bevorzugen kleinere, andere größere Maße. Im allgemeinen beträgt der Sturz  $2-3\% = \frac{1}{50}$  bis  $\frac{1}{33}$ , d. h. die Winkel  $\varphi$  und  $\alpha$  schwanken etwa zwischen  $1^{\circ} 10'$  und  $1^{\circ} 40'$ . Doch kommen auch noch größere Maße vor. Ein allzu großer Sturz ist nachteilig.

b) *Kraftwagen*. Der für unsere Zwecke wichtigste Unterschied in der Bauart zwischen Gespannen und Kraftwagen besteht darin,



daß bei den letzteren zur Erhöhung der Betriebssicherheit die Lenkung in der Regel nicht mittels eines drehbaren Vordergestells, sondern zur Erzielung einer größeren Standfestigkeit der Wagen in der folgenden Weise vor sich geht. Die Achsen sind mit dem ein starres Ganzes bildenden Wagengestell unverschiebbar verbunden, und es werden lediglich die sogenannten *Lenkräder* (meist die Vorderräder) mit Hilfe wagrechter Zapfen (Achsschenkel), auf denen sie lagern, um senkrechte Achsen, die in der Nähe der Radebene

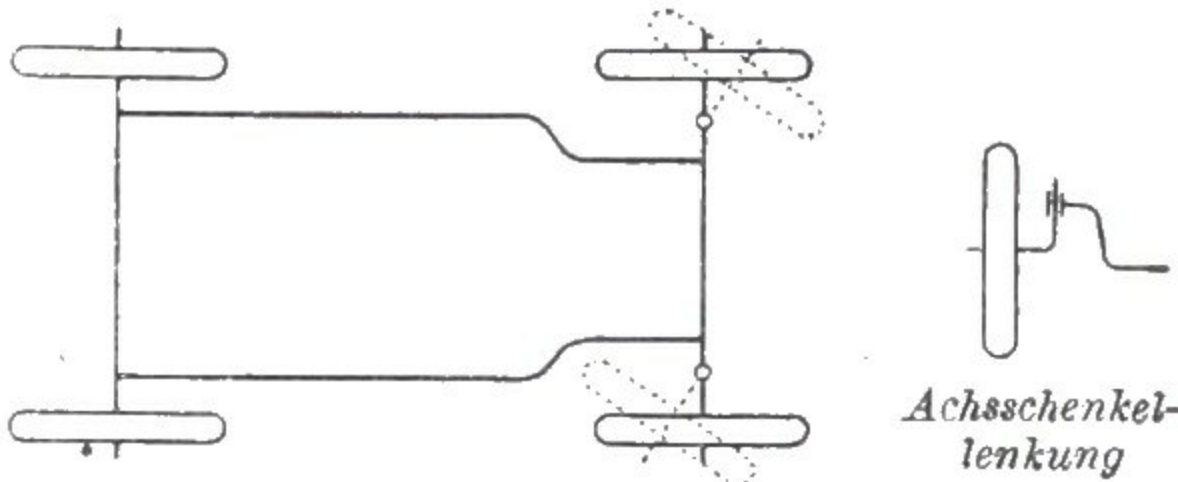


Abb. 3. Kraftwagen.

liegen, gedreht (*Achsschenkel-Lenkung*). Siehe Abb. 3. Die Drehung dieser Lenkräder erfolgt bekanntlich durch Vermittlung eines Verbindungsgestänges mit Hilfe eines neben dem Fahrersitz ange-

brachten Handrades. Um beim Durchfahren von Krümmungen das Schleifen eines der beiden Lenkräder zu verhindern, müssen sich die Verlängerungen der beiden Radzapfen der Vorderräder, d. h. die Senkrechten auf den Radebenen im Radmittelpunkt in einem Punkt  $M$  auf der verlängerten Hinterachse schneiden und die Drehwinkel  $\alpha$  und  $\beta$  der beiden Achsschenkel demnach etwas verschieden sein. Zu vgl. Abb. 13, S. 30. Ganz genau ist diese Forderung allerdings aus Gründen, die in der üblichen Bauart der Lenkgestänge liegen, nicht für alle Ausschläge der Räder erfüllbar; es müssen vielmehr kleine Abweichungen in den Kauf genommen werden. Die größten Ausschläge der Lenkräder betragen etwa  $35-45^\circ$ . Auf der drehbaren Triebachse (Hinterachse) müssen die Räder natürlich wie bei den Eisenbahnfahrzeugen festsitzen, um die Fortbewegung des Fahrzeugs mit Hilfe des Reibungswiderstands zwischen Radumfang und Straßenoberfläche zu ermöglichen. Die Lenkräder werden meist durch Neigung der Radzapfen etwas gestürzt, die Triebräder hingegen nicht. Zur Bereifung der Kraftwagen wird am besten Gummi verwendet, und zwar zu Personenwagen vorwiegend Luftgummi, zu Lastwagen Vollgummi.

Über die Bauart der *Dampfstraßenwalzen* ist in Abschnitt XI einiges zu finden. Ganz ähnlich gebaut sind die zur Beförderung schwerer Lastzüge (*Dampfplastzüge*) dienenden *Straßenlokomotiven*. Ihre Verbreitung und Besonderheiten sind nicht so groß, daß sich ein näheres Eingehen auf sie an dieser Stelle rechtfertigen ließe.

**2. Abmessungen und Gewichte.** Abmessungen und Gewichte schwanken bei den Gespannen in mehr oder weniger weiten Grenzen, wobei sich auch der Einfluß der landesüblichen Bauweise bemerkbar macht. Bei den Kraftwagen haben sich einheitlichere Typen herausgebildet. Für den Straßenbau sind vielfach die Höchstwerte der Maße und Gewichte von besonderem Interesse. Achsstand und



Länge sind neben dem Drehwinkel des Vordergestells oder bei Kraftwagen der Lenkräder für die überhaupt zulässigen kleinsten Straßenkrümmungen maßgebend, während die Breite der Fuhrwerke mit den Fahrbahnbreiten in Wechselbeziehung steht und ihre Höhe für die lichte Höhe von Straßenunterführungen ebenso wie für die Lage von Leitungen aller Art, soweit sie die Fahrbahn überqueren, und für die Ausüstung der Straßenbäume ausschlaggebend ist. In manchen Ländern sind bestimmte Maße für die Straßenfuhrwerke gesetzlich festgelegt. Wegen der Bezeichnungen vgl. Abb. 1.

*Achsstand*, auch *Radstand* genannt, und *Wagenlänge* schwanken innerhalb viel weiterer Grenzen als die übrigen Abmessungen der Fahrzeuge, denen durch Rücksichten verschiedenster Art verhältnismäßig enge Schranken gezogen sind. Bei gewöhnlichem Personenuhrwerk sind, der Benützungsweise entsprechend, Achsstand und Länge im allgemeinen kleiner als bei Lastwagen. Beide Abmessungen sind bei Kraftwagen im allgemeinen größer als bei Gespannen. Die gebräuchlichsten Werte sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

Tafel 1.

Art des Fahrzeugs	Achsstand m	Länge ohne Deichsel m
Personenfuhrwerke . . . . .	1,50—2,25	2,50—4,00
Lastfuhrwerke . . . . .	2,00—4,00	2,50—6,00
Langholzwagen . . . . .	$\frac{2}{3}$ der Stammlänge	Stammlänge bis zu 30 m
Kraftwagen . . . . .	2,00—5,00	3,00—8,00

Für die Länge der Deichsel sind durchschnittlich etwa 4,2 m zuzuschlagen.

Der *Raddurchmesser* ist zur Erleichterung der Drehbarkeit des Vordergestells bei den Vorderrädern im allgemeinen etwas kleiner als bei den Hinterrädern. Er bewegt sich bei gewöhnlichem Landfuhrwerk bei den Vorderrädern zwischen 0,9—1,4 m und bei den Hinterrädern zwischen 1,1—1,5 m. Kraftwagen haben kleinere Räder von unter sich gleicher Größe mit etwa 0,70—0,90 m Durchmesser.

*Spurweite und Wagenbreite.* Als Spurweite soll in Übereinstimmung mit der gebräuchlichsten Bezeichnungsweise im folgenden der Abstand von Mitte zu Mitte der Radreifen der beiden Räder einer und derselben Achse gelten. Manche verstehen unter Spurweite abweichend hiervon den lichten Abstand zwischen diesen Rädern. Für die Spurweite, die für Vorder- und Hinterachse stets gleich ist, ist in einzelnen Ländern das zulässige Höchstmaß gesetzlich vorgeschrieben, in Preußen z. B. der Betrag von 1,52 m, neben dem jedoch geringere Werte bis herab zu etwa 1 m vielfach vorkommen. In Süddeutschland sind Spurweiten von 1,10—1,30 m gebräuchlich. Die Kraftwagen haben einheitlichere Spurweiten, die



bei den Personenwagen etwa zwischen 1,32 und 1,44 m, bei den Lastwagen zwischen 1,42 und 1,60 m liegen. Größte Wagenbreite 2 m, nur beladene Erntewagen mehr, etwa bis 3,8 m.

*Felgenbreite.* Eine hinreichende, dem Wagengewicht entsprechende Felgenbreite trägt sehr zur Schonung der Straßenfahrbahnen bei. Für Personenfurwerke sind Breiten von 4,5–6 cm gebräuchlich, für Lastwagen im allgemeinen solche von 7–9 cm, ausnahmsweise, namentlich bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen, die weichen Boden (Wiesen) befahren müssen, bis zu 12 und 16 cm. In vielen Ländern ist die Felgenbreite gesetzlich vorgeschrieben, so auch in Preußen, wobei als Maßstab meist der größte Raddruck auf 1 cm Felgenbreite dient, der bis zu 125 kg gehen darf.

Bei der in unbelastetem Zustand gewölbten Gummibereifung der Kraftwagen wird zweckmäßigerweise die größte Breite des Reifenquerschnitts in Betracht gezogen. Die tatsächlich auf der Fahrbahn aufliegende Lauffläche wird wegen der Zusammenpressung der Reifen nur unerheblich schmaler sein. Die größte Breite dieser Reifen beträgt im allgemeinen 90–140 mm. Bei den schweren Lastkraftwagen werden die Hinterräder meist mit zwei derartigen Reifen, die dicht nebeneinander liegen, versehen (Zwillingsreifen).

*Wagenhöhe.* Sie beträgt im allgemeinen 1,6–3,5 m. Die größte Höhe, bis zu 4,4 m, besitzen beladene Erntewagen. Die lichte Höhe von Straßenunterführungen, unter denen beladene Erntewagen durchfahren müssen, sollte deshalb möglichst nicht unter 4,5–5 m betragen. Elektrische Oberleitungen für Straßenbahnen liegen an der Stelle des größten Durchhangs am besten etwa 5–6 m über der Straße. Unter Straßenunterführungen kann dieses Maß jedoch je nach der Ausbildung des Stromabnehmers auf 3,9–4,2 m ermäßigt werden.

*Gewichte.* Für den Straßenbau sind die Kraftfahrzeuge wegen ihres namentlich bei Lastkraftwagen sehr beträchtlichen Gewichts von besonderer Bedeutung. Die Kraftwagen genießen bis zu einem Gesamtgewicht von 9 Tonnen (einschließlich Ladung), wovon etwa  $\frac{2}{3}$  auf die Triebachse (Hinterachse) entfallen, Verkehrsfreiheit nach Maßgabe der bestehenden Vorschriften. Die Gewichte der Gespanne bleiben hinter diesem Maß in den meisten Fällen erheblich zurück. Bei sehr schweren Kraftwagen, Straßenlokomotiven und Dampfwalzen kommen noch größere Gewichte vor, die z. B. bei Dampfwalzen, soweit sie nicht für gewisse Fälle besonders leicht gebaut sind, zwischen 12 und 26 Tonnen schwanken. Die Darstellung des Einflusses schwerer Verkehrslasten auf die Straßenbrücken bildet einen Gegenstand des Brückenbaues. Gewöhnliches Landfuhrwerk hat ein Eigengewicht, das sich etwa zwischen 1 und 1,3 Tonnen bewegt, wozu eine Nutzlast etwa bis zu 3 Tonnen kommt.