Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift

Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik

Band: 25 (1963)

Heft: 3

Artikel: Die Aufgabe des Differentials

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1069710

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.08.2025

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

Die Aufgabe des Differentials

Solange ein Wagen eine gerade Strasse befährt, drehen sich die beiden Antriebsräder gleich schnell, sofern die Reifen gleichmässig abgefahren sind und gleichen Luftdruck haben. Die Räder könnten also in diesem Fall auf einer durchgehenden Achse sitzen, die von dem Tellerrad des Kegelradgetriebes angetrieben wird. In einer Kurve wird die Sache aber anders, hier muss das kurvenäussere Rad einen grösseren Weg zurücklegen, als das kurveninnere Rad (Bild 1). Würden die beiden Antriebsräder auf einer Achse sitzen, so würden die Reifen radieren, d. h. sie würden nicht mehr auf der Strassenoberfläche abrollen, sondern gescheuert. Dass das aus Gründen des Reifenverschleisses nicht tragbar ist, ist wohl jedem klar. Nun, der Reifenverschleiss geht zwar über den Geldbeutel her, wäre aber noch nicht das Schlimmste. Reifen, die nicht mehr auf der Strasse abrollen, verlieren aber ihre Seitenführungskräfte, und das Fahrzeug gerät leicht ins Schleudern. Bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten besteht diese Gefahr zwar kaum, dafür aber um so mehr bei höheren.

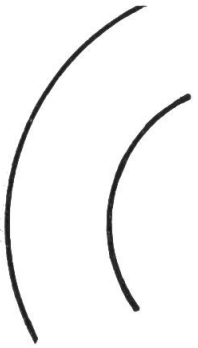


Bild 1: In einer Kurve müssen die äusseren Räder einen grösseren Weg zurücklegen als die inneren.

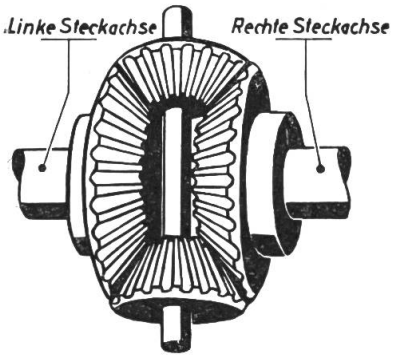


Bild 2: Schema eines Ausgleichsgetriebes.

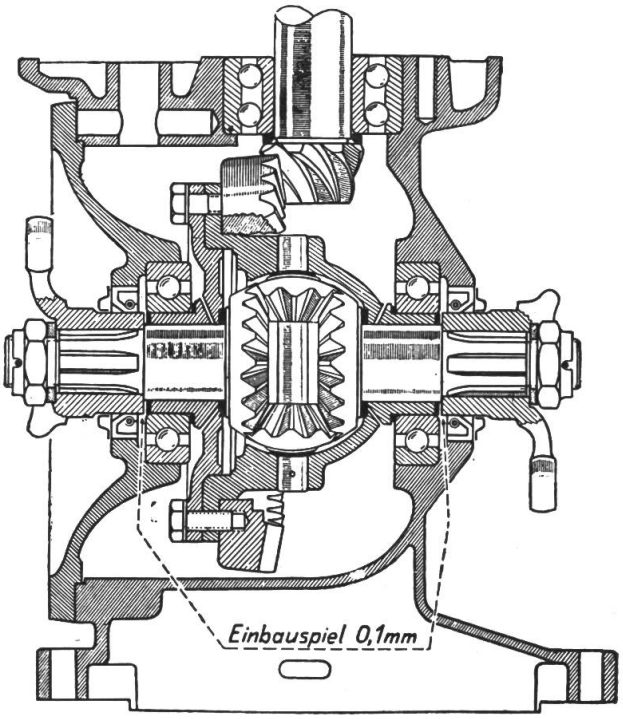


Bild 3: Ausgleichsgetriebe im BMW 600.

Das Differential hat nun die Aufgabe, den beiden Antriebsrädern bei der Kurvenfahrt ein gleichmässiges Abrollen auf ihren ungleich langen Wegen zu ermöglichen und muss daneben für eine gleichmässige Kraftabgabe an dieselben sorgen.

Wie ein Differential beschaffen ist, weiss wohl jeder, und die Bilder 2 und 3 zeigen einmal das Schema eines solchen, einmal die praktische Ausführung.

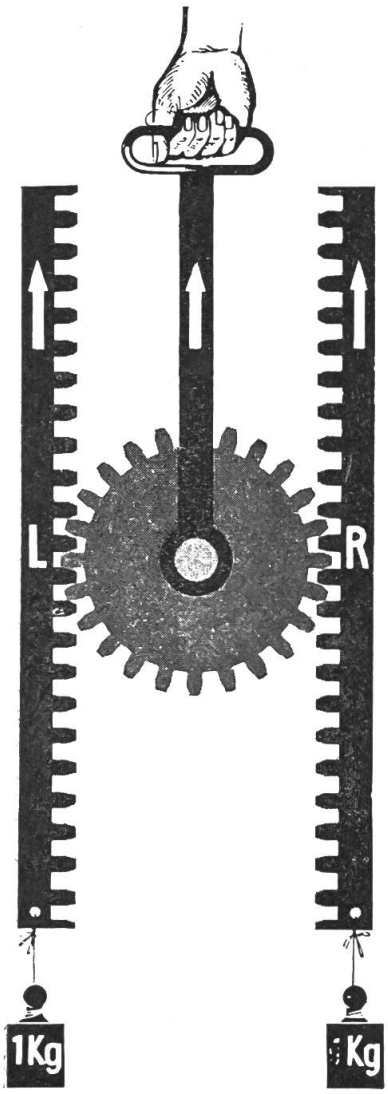


Bild 4: Schematische Darstellung der Funktion des Ausgleichsgetriebes bei Geradeausfahrt.

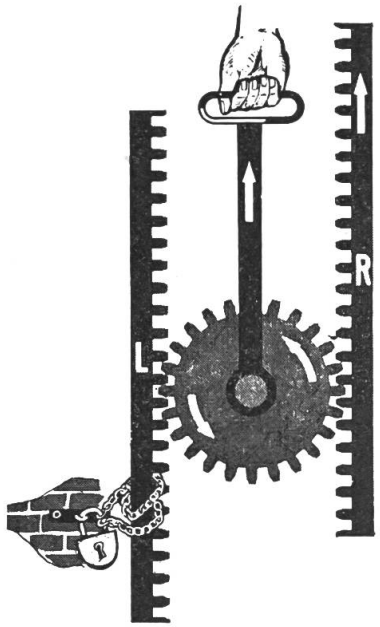


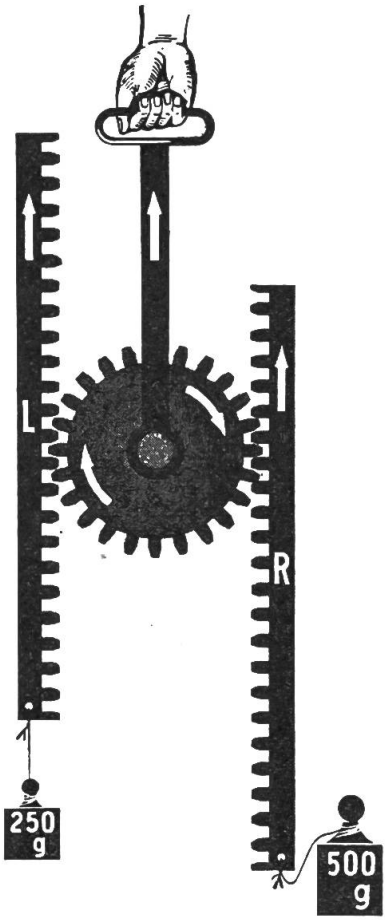
Bild 5: Schematische Darstellung der Funktion des Ausgleichsgetriebes, wenn ein Rad festen Bodenkontakt hat und stillsteht, das andere Rad sich widerstandslos im Schlamm oder auf Glatteis dreht.

Mit dem Tellerrad des Kegelradgetriebes ist das sogenannte Ausgleichsgehäuse verschraubt oder vernietet, das die Kegelräder für das Ausgleichsgetriebe oder Differential aufnimmt. Die Ausgleichskegelräder sitzen dabei drehbar auf einer Achse, die vom Ausgleichsgehäuse aufgenommen wird und senkrecht zu den Achswellen der Räder liegt. Wird das Tellerrad des Kegelradgetriebes vom Kegelrad gedreht, so dreht sich das Ausgleichsgehäuse und damit die Achse der Ausgleichskegelräder ebenfalls — aber eigentlich würde man besser sagen, sie kreisen mit, denn auf ihrer Achse drehen sie sich noch nicht! Links und rechts von den Ausgleichskegelrädern sind die Achswellenkegelräder drehbar im Ausgleichsgehäuse gelagert, und in die Keilverzahnung derselben greifen die Achswellen oder Steckachsen ein. Die Achswellenkegelräder werden gleichmässig von den kreisenden Ausgleichskegelrädern mitgenommen, und im Normalfall — auf gerader Fahrbahn — herrscht im Ausgleichsgehäuse Ruhe, d. h. der ganze Kegelradsatz wirkt wie ein starres Gebilde, die Kegelräder sind zwar miteinander im Eingriff, aber sie bewegen sich nicht gegeneinander.

Bockt man jetzt eine Fahrzeugseite hoch, so dass das eine Antriebsrad frei schwebt, während das andere auf dem Boden aufliegt, so kann man das frei schwebende Rad drehen sehen, sofern kein Gang eingelegt ist. Bei dieser

Drehung des Rades dreht sich nämlich die Kardanwelle. Sofern man statt dessen die Kardanwelle dreht, dreht sich das frei schwebende Rad. In diesem Fall sind die Kegelräder des Ausgleichsgetriebes nicht mehr in Ruhe, sondern bewegen sich gegeneinander.

Dreht man die Kardanwelle in der Drehrichtung für Vorwärtsfahrt, haben wir folgenden Ablauf: Durch das Drehen der Kardanwelle wird das Kegelrad des Kegelradgetriebes ebenfalls gedreht. Dieses nimmt das Tellerrad mit, das sich jetzt in der gleichen Richtung dreht, in der sich die Fahrzeugräder bei der Vorwärtsfahrt drehen. Mit dem Tellerrad dreht sich das Ausgleichsgehäuse und so auch die Achse der Ausgleichskegelräder. Da das eine Antriebsrad auf dem Boden aufliegt, können die Ausgleichskegelräder das Achswellenkegelrad dieses Rades nicht drehen. Die Zähne des Ausgleichskegelrades müssen sich also auf den Zähnen dieses Achswellenkegelrades abwälzen. Dadurch kreisen die Ausgleichskegelräder nicht nur mit dem Ausgleichsgehäuse herum, sondern drehen sich auch auf ihrer Achse!



◀ Bild 6: Schematische Darstellung der Funktion des Ausgleichsgetriebes beim Durchfahren einer Rechtskurve.

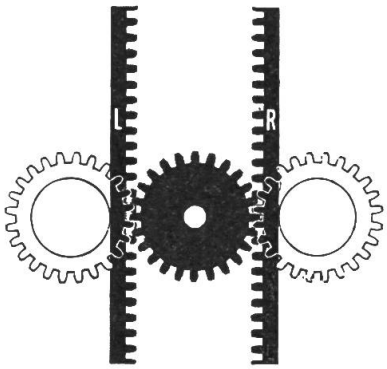


Bild 7: Schematische Darstellung der Umwandlung der Zahnstangen in Zahnräder.

Nehmen wir an, dass das zu der linken Seite des in Bild 3 dargestellten Ausgleichsgetriebes gehörige Rad auf dem Boden aufliegt, so steht auch das linke Achswellenkegelrad still. Da sich das Ausgleichsgehäuse mit dem Tellerrad von oben gesehen nach vorn dreht, muss sich das vordere Ausgleichskegelrad in Bild 3 (in der Draufsicht gesehen) nach rechts drehen, das hintere Ausgleichskegelrad nach links. Diese Drehung der Ausgleichs-

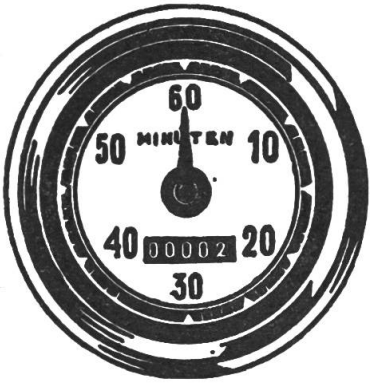
kegelräder um ihre eigene Achse überträgt sich auf die Zähne des rechten Achswellenkegelrades, das sich ja frei drehen kann, da das zugehörige Rad frei schwebt. Dieses Rad wird also — gleichfalls in der Draufsicht gesehen — nach vorn gedreht. Haben sich die Zähne der Ausgleichskegelräder einmal auf sämtlichen Zähnen des feststehenden Achswellenkegelrades abgewälzt, so muss das frei drehbare Achswellenkegelrad eine volle Drehung gemacht haben. Bei diesem Abwälzvorgang hat das Ausgleichsgehäuse — und damit die Ausgleichskegelräder — aber ebenfalls eine volle Umdrehung zurückgelegt. Diese addiert sich zu der Umdrehung, die sich aus der Abwälzbewegung ergibt, so dass das rechte Achswellenkegelrad — und damit das Antriebsrad — bei einer Umdrehung des Tellerrades zwei Umdrehungen macht. Steht ein Fahrzeug im Winter mit einem Rad auf festem Boden, während sich das andere auf Glatteis befindet, so bleibt das auf dem festen Boden stehende Rad in Ruhe, während sich das Rad auf dem Glatteis mit der doppelten Drehzahl des Tellerrades dreht. Da die Lagerung der Ausgleichskegelräder und der Achswellenkegelräder nicht für solche hohen Drehzahlen ausgelegt sind, kann ein Differential auf diese Art sehr schnell ruiniert werden.

Nun, wir haben gesehen, dass der Kegelradsatz im Ausgleichsgehäuse bei einem auf gerader Fahrbahn bewegten Fahrzeug in Ruhe ist. Wie ist das aber bei der Kurvenfahrt, bei der die Räder eine unterschiedliche Strecke zurückzulegen haben, und damit auch eine unterschiedliche Drehzahl haben müssen?

Um die Arbeitsweise eines Differentials zu verstehen, betrachte man die Bilder 4 bis 7. Im Bild 4 ist ein Zahnrad dargestellt, das drehbar in einer Zugstange gelagert ist. Links und rechts des Zahnrades sind zwei Zahnstangen im Eingriff. Bewegt man die Zugstange mit dem Zahnrad in belie-

Sie sparen Geld mit dem elektr. Betriebsstundenzähler für Traktoren etc.

1. Erfassen der wirklichen Betriebsstunden.
2. pünktliche Pflege
3. rechtzeitiger Oelwechsel
4. Einfache Montage



VDO-Service und Generalvertretung

Krautli Auto Parts AG., Zürich 3

Badenerstr. 281, Tel. (051) 25 88 90

biger Richtung, so werden sich beide Zahnstangen um das gleiche Mass in der gleichen Richtung weiterbewegen wie das Zahnrad. Eine Vorwärtsbewegung des Zahnrades um 100 mm, entspricht auch einer Vorwärtsbewegung der beiden Zahnstangen um 100 mm, sofern die beiden Zahnstangen den gleichen Widerstand finden. In Bild 5 ist dieser Widerstand mit je 1 kg angegeben. Es ist leicht einzusehen, dass sich das Zahnrad bei dieser Bewegung nicht um seine Achse dreht. Gleicher Widerstand liegt auch bei Geradeausfahrt an den beiden Antriebsrädern vor, sofern sie sich auf gleichartig beschaffener Strassenoberfläche bewegen.

Wenn jetzt die linke Zahnstange blockiert wird (Bild 5), so kann sich diese nicht weiterbewegen, sofern das Zahnrad mit der Zugstange weitergezogen wird. Bei einer Bewegung der Zugstange um 100 mm wird sich das Zahnrad um seine Achse drehen, und 100 mm seines Umfanges werden sich auf der linken Zahnstange abwälzen. Um diese 100 mm Abwälzbewegung wird die rechte Zahnstange durch die Zahnraddrehung weiterbewegt. (Denkt man sich die linke Zahnstange fort und die Zugstange des Zahnrades unbewegt, so wird sich beim Drehen des Zahnrades dennoch die rechte Zahnstange um das Mass weiterbewegen, um das sich ein Punkt am Umfang des Zahnrades weiterbewegt hat.) Zu der Weiterbewegung der Zahnstange, die aus der Drehung des Zahnrades resultiert, kommt noch die Weiterbewegung des Zahnrades in der Zugrichtung, die ebenfalls 100 mm beträgt. Insgesamt hat sich die rechte Zahnstange also um 200 mm weiterbewegt, während die Zahnrad-Zugstange nur einen Weg von 100 mm zurückgelegt hat. Wir haben also die gleichen Verhältnisse, wie wir sie weiter vorn schon beschrieben haben: Ein Rad steht auf festem Untergrund, eins kann sich praktisch ohne Widerstand auf Glatteis oder im Schlamm drehen.

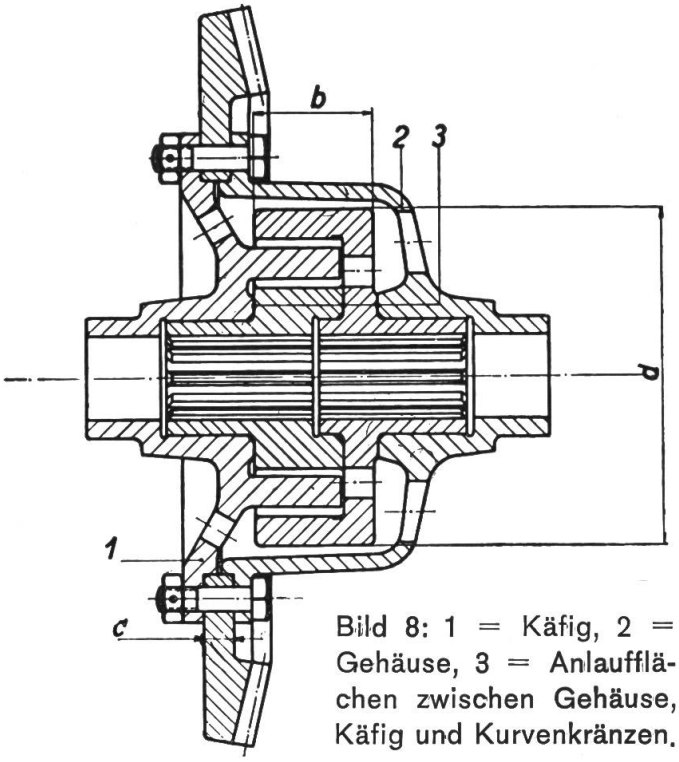


Bild 8: 1 = Käfig, 2 = Gehäuse, 3 = Anlaufflächen zwischen Gehäuse, Käfig und Kurvenkränzen.

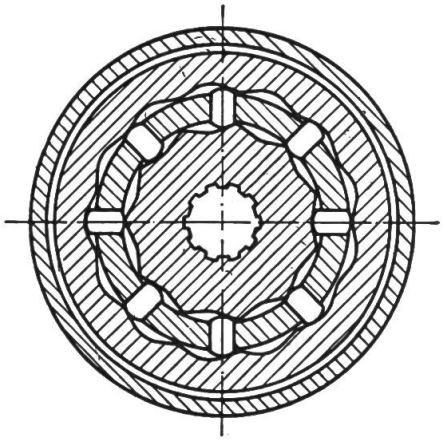


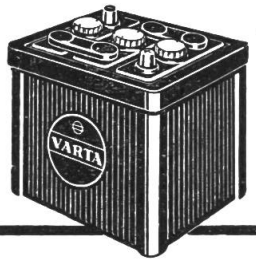
Bild 9: Der äussere Ring wird vom Gehäuse gebildet. Der dann folgende äussere Kurvenkranz ist mit einer Radwelle durch Kerbverzahnung verbunden. Das Tellerrad wirkt über den Käfig auf die Gleitsteine und der innere Kurvenkranz ist mit der anderen Radwelle verbunden.

Geht man nun hin und setzt den Zahnstangen einen ungleichen Widerstand entgegen — auf die Fahrzeugräder übertragen würde das z. B. bei der Kurvenfahrt der Fall sein — so bewegen sie sich um verschiedene Wege weiter. Bild 6 zeigt z. B. an der rechten Zahnstange einen Widerstand von 500 g, an der linken Zahnstange einen Widerstand von 250 g. Wird das Zahnrad nun mit der Zugstange weiterbewegt, so bewegen sich die Zahnstangen unterschiedlich weiter, und zwar im umgekehrten Verhältnis des angreifenden Widerstandes. Bewegt sich z. B. die Zugstange mit dem Zahnrad um 30 mm weiter, so wird sich die rechte Zahnstange um 20 mm weiter bewegen, die linke dagegen um den doppelten Wert, also um 40 mm. Biegt man nun die Zahnstangen zu zwei Zahnrädern nach Bild 7 zusammen, so sind sie zwar endlos geworden, ihre ausgleichende Eigenschaft ging dabei aber nicht verloren. Das mittlere Zahnrad wird im Differential nun durch ein Ausgleichskegelrad dargestellt, die beiden seitlichen Zahnräder durch die Achswellenkegelräder. (Zwar hat ein normales Differential im Ausgleichsgehäuse zwei oder vier Ausgleichskegelräder, aber das hat nur Festigkeitsgründe, für die Funktion des Differentials spielt es keine Rolle, wieviele Ausgleichskegelräder vorhanden sind.)

Die Bilder 8 und 9 zeigen nun noch ein sogenanntes Selbstsperr-Differential der Zahnradfabrik Friedrichshafen. Die Kegelräder sind hier durch Kurvenkränze und Gleitsteine ersetzt, wodurch die innere Reibung dieses Differentials wesentlich grösser ist als die eines Kegelrad-Differentials. Diese Selbstsperr-Differentiale werden bei Lkw's verwendet, die oft auf schlechten Fahrbahnen (schlammiges Gelände) eingesetzt werden. Durch die «Selbsthemmung» zwischen Gleitsteinen und Kurvenkränzen kann es nicht vorkommen, dass ein Rad durchdreht, während das andere auf festem Untergrund stehenbleibt. Eine unterschiedliche Bewegung der Antriebsräder in den Kurven ist trotzdem möglich.

(aus «Kraftfahrzeug-Kurier», Bad Zörishofen)

● **Mitglieder! Besucht die Veranstaltungen Eurer Sektion!**



VARTA
BATTERIEN

WELTBEKANNT
WELTBEWÄHRT

VARTA BATTERIE-AG
Zürich 9, Letzihof, Mühlezelgstr. 15
Burgdorf, Oberburgstr. 9
V 2138/1

Vertrieb: ESA

Burgdorf Tel. 034 - 23911
Lausanne Tel. 021 - 229752
Zürich Tel. 051 - 448860