

Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift
Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik
Band: 28 (1966)
Heft: 3

Artikel: Die Entwicklung der Luftkühlung bei Traktormotoren
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1069799>

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: 08.01.2026

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

Die Entwicklung der Luftkühlung bei Traktormotoren

Man kann beobachten, dass in der technischen Entwicklung oft Umwege gemacht werden und man vom Komplizierten zum Einfacheren fortschreitet. Das liegt daran, dass der einfachere, kürzere Weg Einsichten und Kenntnisse voraussetzt, die sich erst nach längerer Beschäftigung mit dem betreffenden Gegenstand und mit den damit zusammenhängenden Vorgängen erwerben lassen.

Beispielsweise hatten die ersten Dampfmaschinen schwerfällige Balanciers und komplizierte Zahnradtriebe, um die hin- und hergehende Kolbenbewegung in die Drehbewegung des Schwungrades umzuwandeln. Die ersten Gasmaschinen des Begründers der Motorenindustrie N. A. Otto, hatten freifliegende Kolben, die durch Sperrklinken und Zahnräder mit der rotierenden Antriebswelle gekuppelt wurden, bevor durch den bahnbrechenden Viertaktmotor die heute allgemein übliche und selbstverständliche Verbindung von Kolben und Kurbelwelle mittels Pleuelstangen verwirklicht wurde. Flüssige Treibstoffe mussten erst verdampft werden, bevor man lernte, sie im Dieselmotor in flüssiger Form einzuspritzen. Für die Einspritzung brauchte man anfänglich Druckluft, die erst umständlich durch dreistufige Kompressoren erzeugt werden musste, bevor es gelang, den Treibstoff mit einer einfachen Einspritzpumpe genügend zu zerstäuben.

Bei der Kühlung des Verbrennungsmotors kann man eine ähnliche Entwicklung beobachten. Die ersten Motoren, die ja stationäre Motoren waren, wurden in naheliegender Weise mit Wasser aus der Leitung oder einem Brunnen gekühlt. Als man den Motor ins Fahrzeug einbaute und damit zwangsläufig auf Luftkühlung übergehen musste, beherrschte man die Vorgänge noch nicht so weit, dass man die Zylinder unmittelbar mit Luft hätte kühlen können.

Man machte deshalb — wie schon so oft vorher — wieder einen Umweg, indem man den Zylinder mit Wasser und das Wasser in einem grossen Kühler mit Lüfter, Kühlwasserleitungen vom und zum Motor, Wasserpumpe, Kühlerjalousie und Thermostat musste ein Gegenstand ständiger Aufmerksamkeit und Sorge für den Fahrzeugbesitzer sein, denn wenn das Kühlwasser durch eine der zahlreichen möglichen Leckstellen auslief oder bei einem überraschend einsetzenden Frost einfro, konnte dies die Zerstörung des Motors zur Folge haben.

Dass diese grundsätzlichen Schwierigkeiten auch heute, nach 100 Jahren Motoren-Entwicklung nicht ganz beseitigt sind, zeigt eine Statistik in der Zeitschrift «Auto, Motor und Sport». Danach entfielen bei Personenwagen der 1,2- und 1,5-l-Klasse von allen Defekten an Motor und Kraftübertragung auf die Kühlung: bei Luftkühlung 2 %, bei Wasserkühlung 24 %.

Es ist verständlich, dass fortschrittliche Ingenieure es schon vor Jahrzehnten wiederholt versucht haben, den Umweg über das Kühlwasser zu

vermeiden und die Zylinder, auch eines Dieselmotors, unmittelbar mit Luft zu kühlen. Ein bleibender Erfolg blieb diesen Pionieren zunächst versagt. Der volle Erfolg dieser grundsätzlich richtigen Ueberlegungen trat erst ein, als Deutz sich die Aufgabe stellte, einen vollkommen winterfesten und gleichzeitig wüstenfesten Dieselmotor zu entwickeln, diese Aufgabe dann mit den Mitteln einer Weltfirma konsequent in Angriff nahm und in jahrelanger Entwicklungsarbeit schliesslich löste. Es ist klar, dass dazu eine Unzahl von Problemen der Physik, der Materialauswahl, der Formgebung und der Fertigung geklärt werden musste.

Die Vorteile der Luftkühlung

Der Erfolg kommt darin zum Ausdruck, dass bis Mitte 1965 gegen 850'000 luftgekühlte Deutz-Motoren mit rund 2,5 Millionen Zylindereinheiten für den Einbau in Lastwagen, Omnibusse, Traktoren und Arbeitsmaschinen aller Art, für stationäre Antriebe und sogar für den Einbau in Schiffe geliefert wurden. Dort, wo die Motoren ohne besondere Wartung und Pflege jahraus jahrein dem Wind und Wetter ausgesetzt sind, wie z. B. bei Baumaschinen, sind die luftgekühlten Motoren sogar absolut vorherrschend. Die Gründe dafür sind einleuchtend: Man braucht den Kühlwasserstand nicht zu kontrollieren, man muss kein Frostschutzmittel beifügen, hat keine Kühlerjalousie zu betätigen, kann den Motor im Winter ruhig im Freien stehen lassen und braucht das Kühlsystem nicht von Kalkablagerungen und Schlamm zu reinigen.

Nun ist die direkte Luftkühlung nicht etwa eine Kompromisslösung bei der man die Vorteile des direkten Weges, wie Einfachheit des Aufbaues und Bequemlichkeit der Wartung mit einer beschränkten Kühlwirkung erkaufen müsste, vielmehr passt sich gerade die Luftkühlung den Anforderungen des Motorbetriebes besonders gut an, wie sich in jahrelanger Erfahrung herausgestellt hat. Dies ist bei näherer Betrachtung auch leicht einzusehen. Der Grund liegt in dem hohen Temperaturunterschied zwischen Motorzylinder und Kühlluft, der bei der direkten Kühlung zur Wärmeabfuhr ausgenutzt werden kann. Nimmt man die Zylindertemperatur mit 180° C an und ändert sich die Aussentemperatur von 0° C auf 40° C, dann verringert sich die Temperaturdifferenz von 180° C auf 140° C. Sie nimmt somit um 22 % ab. Da die abgeführte Kühlwärme sich im gleichen Verhältnis wie die Temperaturdifferenz ändert, beträgt die Verringerung der Kühlwirkung bei dieser starken Aenderung der Aussentemperatur ebenfalls nur 22 %. Bei einer Kühlwassertemperatur von 80° hingegen verringert sich die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlwasser und der Kühlluft bei gleichen Bedingungen von 80° C im Winter auf 40° C im Sommer. Die Kühlwirkung würde somit im Sommer auf die Hälfte ihres Wertes im Winter absinken. Da dies unzulässig ist, muss man bei Wasserkühlung die Kühlwirkung im Winter künstlich verringern, wenn sie im Sommer ausreichen soll.

Unterkühlung ist nämlich für den Motor ebenfalls sehr schädlich, wenn die Folgen auch nicht so schlagartig auftreten wie bei Ueberhitzung. Hier gilt

in vollem Umfang das Sprichwort: «Steter Tropfen höhlt den Stein». Bei der Verbrennung entstehen im Abgas vor allem Kohlensäure und Wasserdampf und, da der Treibstoff fast immer Schwefel enthält, auch Schwefeldioxyd. Unterschreitet die Temperatur der Zylinderwandungen nun den Taupunkt, der je nach Schwefelgehalt bei etwa 65° C oder höher liegt, so schlägt sich der Wasserdampf an den Wandungen nieder und die sauren Abgasbestandteile lösen sich in dem entstehenden Flüssigkeitsfilm. Dieses Kondensat greift die Metallflächen an, so dass Kolbenringe und Zylinderrohre sich durch die Korrosion stark abnutzen.

Es muss deshalb dafür gesorgt werden, dass die Zylinderwandtemperatur des kalten Motors nach dem Start möglichst schnell über den kritischen Taupunkt ansteigt, wenn Korrosionsverschleiss vermieden werden soll. Auch dann rechnet man damit, dass jeder Kaltstart soviel zusätzlichen Verschleiss bringt wie eine volle Traktorbetriebsstunde, nachdem der Motor seine normale Betriebstemperatur erreicht hat. Wegen der höheren Zylindertemperatur im normalen Betriebszustand und wegen der geringeren zu erwärmenden Massen — Wassermantel und Wasserfüllungen fehlen — überschreitet die Zylinderwandtemperatur beim luftgekühlten Motor den kritischen Taupunkt besonders schnell.

Dies ist mit ein Grund für die im praktischen Betrieb immer wieder festgestellte Langlebigkeit des luftgekühlten Motors und seine geringe Störanfälligkeit.

Wie vorteilhaft die höheren Wandtemperaturen für den Motorbetrieb sind, kann man daran erkennen, dass man bei wassergekühlten Motoren schon seit längerer Zeit bestrebt ist, zur «Heisskühlung» überzugehen, d.h. die Kühlwassertemperatur zu erhöhen. Diese ist durch die Siedetemperatur begrenzt, die ihrerseits von dem Druck an der Wasseroberfläche abhängt, wie folgende Tabelle zeigt:

0 atü	100° C	2 atü	133° C
1 atü	120° C	5 atü	158° C

Man müsste schon erhebliche, mit dem hohen Druck im Kühlsystem verbundene Nachteile in Kauf nehmen, um dieselben günstigen Zylinderwandtemperaturen zu erreichen, wie sie sich beim luftgekühlten Motor ganz von selbst einstellen. Deshalb kann bei luftgekühlten Dieselmotoren im Traktor auch auf einen Thermostaten verzichtet werden. Luftkühlung ist für die Arktis ebenso geeignet wie für die Wüste.

Die irrtümlich vermuteten Nachteile der Luftkühlung

Bei den zahlreichen unbestreitbaren Vorteilen der Luftkühlung ist es unvermeidlich, dass ihr auch Nachteile nachgesagt werden. Vor allem steht der luftgekühlte Motor im Ruf besonders laut zu sein, da seine Kühlrippen das Geräusch ungehindert abstrahlen könnten und der schalldämpfende Wassermantel fehle. Zahlreiche Vergleichsmessungen an neueren wassergekühlten und luftgekühlten Motoren haben nun gezeigt, dass bei vergleich-

barer Drehzahl und Leistung beide Motortypen ungefähr die gleiche Lautstärke haben, ja, dass manche wassergekühlten Motoren sogar lauter sind. Genauere Untersuchungen dieses Ergebnisses, das im Widerspruch zu einer verbreiteten Meinung steht, haben die Aufklärung dafür gebracht. Bei diesen Untersuchungen wurde das Geräusch in seine Anteile zerlegt und nach der Schwingungszahl oder Frequenz seiner Schallschwingungsanteile geordnet. Dabei stellte sich heraus, dass manche, insbesondere ältere, luftgekühlte Motortypen, obwohl sie nicht lauter sind, einen stärkeren Anteil an Schallschwingungen mit hoher Frequenz haben. Dadurch klingt das Geräusch heller, schriller und damit unangenehmer.

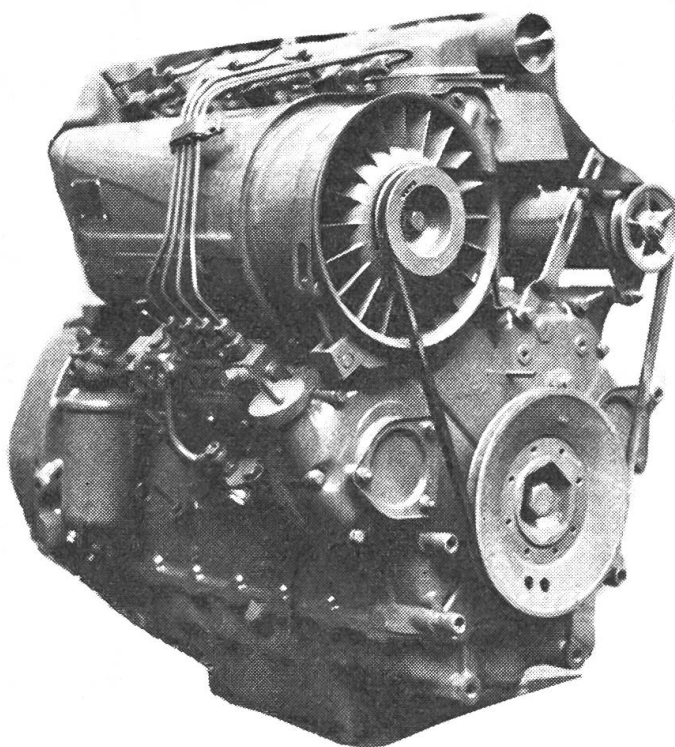
Da die Geräuschfrage nun gerade für den Traktorbau besonders wichtig ist, weil der Fahrer nahe am Motor sitzt und das Motorgeräusch nicht wie beim Lastwagen durch eine Führerkabine abgeschirmt ist, wurde bei Deutz in den letzten Jahren intensiv an der Verringerung des Motorgeräusches gearbeitet.

An der Motorreihe FL 812 zum Beispiel kann als Ergebnis festgestellt werden, dass die gesamte Geräuschintensität auf etwa 70 % des Wertes bei dem entsprechenden älteren Motortyp gesenkt werden konnte, wobei die Schallanteile mit hoher Frequenz noch stärker verringert wurden. So ist nicht nur die Lärmerzeugung geringer, sondern darüber hinaus auch der Klang des Motors wesentlich angenehmer geworden.

Um dies zu erreichen musste eine sehr grosse Zahl von Einzeluntersuchungen durchgeführt werden, denn es nützt nichts, wenn man z. B. fünf Geräuschquellen beseitigt, aber eine starke sechste übriglässt. Dementsprechend wurden der Einfluss der Lagerspiele, des Kolbenspieles, des Ventilspieles und der Nockenform, der Einspritzdüse und des Düsenhalters, der Form des Verbrennungsraumes und des richtigen Einspritzpunktes und noch viele andere Einzelheiten geprüft, verbessert und wieder geprüft. Während man es früher vielfach als unabänderliche Erfahrungstatsache ansah, dass man ein weiches Verbrennungsgeräusch mit geringerer Leistung, schlechterem Verbrauch und stärkerem Rauch im Abgas erkaufen musste, oder umgekehrt gute Leistungs-, Verbrauchs- und Rauchwerte mit hartem Gang des Motors, wurde hier durch neuere Erkenntnisse ein weicherer Verbrennungsgeräusch mit höherer Leistung, bei gleichguten Verbrauchs- und Rauchwerten erreicht.

Durch geeignete Form und Grösse der Wirbelkammer, Lage des Treibstoffstrahles und ein besonderes Einspritzsystem war es gelungen, einen zunächst allmählich einsetzenden Verbrennungsbeginn mit schnellem, weiterem Ablauf der Zündung zu verbinden, was das weiche Zündgeräusch und die gute Leistung ergibt. Enge Kolbenspiele tragen weiter zur Geräuschverringerung bei. Um diese kleinen Spiele bei den verschiedenen Belastungen und den sich damit ändernden Kolbentemperaturen einhalten zu können, werden Kolben mit eingegossenen Stahleinlagen verwendet, die die Formänderungen begrenzen. Da sich gezeigt hatte, dass mit Verringerung der Lagerspiele das Motorgeräusch deutlich abnahm, wurden die Spiele

Luftgekühlter
Deutz-Dieselmotor,
Typ FL 812



soweit verringert, wie dies ohne Verminderung der Betriebssicherheit des Motors möglich war. Dasselbe gilt für die Flankenspiele in den Zahnradtrieben. Sehr gross war schliesslich der Einfluss des Ventilbetriebes auf das Gesamtgeräusch. Durch Verbesserung der Nockenform und Verringerung der Ventilmasse konnte auch hier ein merklicher Fortschritt erzielt werden. Es mag schwieriger sein, einen ruhigen luftgekühlten Dieselmotor zu bauen als einen ruhigen wassergekühlten.

Weitere gelegentlich geäusserte Bedenken gegen die Luftkühlung sind: Die Verschmutzungsgefahr für die Kühlrippen, die angeblich ungleichmässige Kühlung der Zylinder auf der Zuluft- und der Abluftseite und der Leistungsaufwand für das Kühlgebläse. Dazu ist zu sagen:

Die Verschmutzungsgefahr ist bei Wasserkühlung wegen der grösseren notwendigen Kühlluftmengen grösser als bei Luftkühlung, denn der Abstand der Lamellen im Kühler ist nicht grösser als der der Kühlrippen am Zylinder. Die grössere Kühlluftmenge bei der Wasserkühlung ist eine Folge des geringeren Temperaturunterschiedes zwischen Kühlluft und Kühlwasser, so dass die Kühlluft nicht so gut ausgenutzt werden kann wie bei direkter Kühlung.

Der Gefahr, dass die kalte Luft bei der Zuluftseite den Zylinder stärker abkühlt als auf der Abluftseite und ihn dadurch verzieht, wird durch Luftleitbleche vorgebeugt, die die Luftgeschwindigkeit und damit die Kühlwirkung auf der Abluftseite erhöhen. Selbstverständlich müssen diese Leitbleche angepasst und erprobt werden.

Dass der Leistungsaufwand für die Luftkühlung nicht grundsätzlich höher

ist als für die Wasserkühlung, kann man schon daran erkennen, dass luftgekühlte Motoren keinen höheren Treibstoffverbrauch haben als entsprechende wassergekühlte. Zwar ist der notwendige Kühlluftdruck bei der Luftkühlung höher als bei Wasserkühlung, dafür ist die Kühlluftmenge geringer und der Wirkungsgrad eines sorgfältig geformten Kühlgebläses besser als der eines mit angenieteten Blechflügeln versehenen Ventilators. Dazu kommt noch der Leistungsaufwand für die Wasserpumpe, so dass insgesamt der Leistungsbedarf für beide Kühlungsarten als gleich angesehen werden kann.

Zusammenfassend

ist somit festzustellen, dass sich der luftgekühlte Diesel-Motor durch seine bestechenden Eigenschaften direkte, wartungsfreie, störungsfreie und damit betriebssichere Kühlung, durch seine Langlebigkeit, Wirtschaftlichkeit und nicht zuletzt durch sein angenehmes Geräusch als unverwüsthche Antriebsquelle im Traktor besonders gut eignet und tagtäglich seine Vorteile unter Beweis stellt.

H.W.

Mitglieder!

**Besucht die Veranstaltungen
Eurer Sektion!**

Der LELY Präzisions- Kunstdüngerstreuer hilft Dünger sparen

Denn er verteilt jede Art Dünger exakt. Weil er einen Schnellverschluss hat. Und eine grosse Streubreite. Bis 16 m. Bis 12 m breit, aber auf den cm genau.

Sein behälter ist sehr geräumig. Er fasst 350—400 kg. Er liegt niedrig und ist daher leicht zu füllen. Und leicht zu reinigen. Das erhöht die Lebensdauer des Streuers.

Der LELY Präzisions-Kunstdüngerstreuer ist als Anbaumaschine (3 Punkt-Hydraulik) oder als Zugmaschine erhältlich.

Uebrigens: Auch Salz und Sand lassen sich damit ausstreuen auf vereisten Strassen und Wegen.



Vertriebsgesellschaft für Landmaschinen mbH
8050 Zürich — Grünhaldenstrasse 6 Telefon (051) 48 58 22

COUPON

Senden Sie mir unverbindlich Prospekte über den LELY Präzisions-Kunstdüngerstreuer.

Name und Adresse: _____

T