

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 64 (2002)
Heft: 5

Artikel: Transportplanung für die Getreideernte
Autor: Fröba, Norbert / Engelhardt, Dirk / Herrmann, Andreas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080748>

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: 04.02.2026

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

Transportplanung für die Getreideernte

Besonders während der Getreideernte sind die Transportarbeiten wegen steigender Mähdrescherleistungen und zunehmender Entfernung zu den Annahmestellen besonders sorgfältig zu planen und die Transportleistung zu erhöhen. Um die Transportzeiten zu reduzieren wurden von den Traktorherstellern in den letzten Jahren die bauartbedingten Höchstgeschwindigkeiten immer weiter gesteigert. Welche Auswirkungen dies auf die Transportleistung hat, wird auf der Grundlage von Fahrversuchen der Universitäten Halle und Giessen im Folgenden beschrieben. Danach werden Rechenbeispiele zur Transportplanung vorgestellt.

Dr.-Ing. Norbert Fröba, KTB
Darmstadt; Dipl.-Ing. agr. Dirk
Engelhardt, Raiffeisen-
Warenzentrale Rhein-Main eG
Wiesbaden; Dr. habil. Andreas
Herrmann, VDI Düsseldorf;
Dr.-Ing. Günther Weise, KWF,
Gross-Umstadt

Die Transportleistung [t/h] ergibt sich aus der Menge des Transportgutes [t], das vom Aufnahme- zum Abgabeort transportiert wird, geteilt durch die benötigte Zeit. Für den Einzelvorgang ist dies die Zuladung als Guttmenge (zulässige Nutzmassen und -volumen möglichst ausnutzen) und die benötigte Zeit, die sich aus der Beladezeit, der Fahrzeit, der Entladezeit, der Leerfahrtzeit und der Warte- und Störzeit zusammensetzt. Eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeit wirkt sich dabei nur auf die Anteile Last- und Leerfahrt aus. Die Transportleistung

wächst also nicht im gleichen Maße an wie die mittlere Fahrgeschwindigkeit gesteigert wird. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit wiederum nimmt nicht im gleichen Maße wie die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit zu.

Transportleistungen

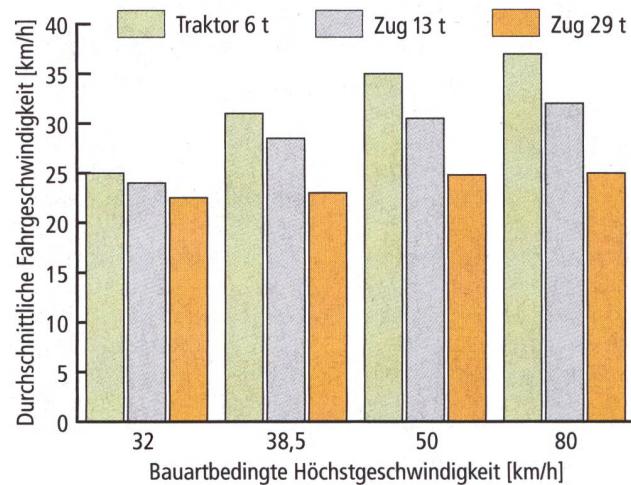
Mittlere Fahrgeschwindigkeit

Neben der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs ist die mittlere Transportgeschwindigkeit von der installierten Motorleistung, der Gesamtmasse und den Fahrbahnverhältnissen abhängig. Unter Fahrbahnverhältnissen sind der Ausbauzustand (Fahrbahnbreite, befestigt, unbefestigt, Schlaglöcher usw.), Steig- und Gefällstrecken, Kreuzungen, Einmündungen, Bahnübergänge, Ortsdurchfahrten usw. zusammengefasst. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der

bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit ist für verschiedene Fahrzeugkombinationen in der Grafik dargestellt. Den Werten liegen mittlere bis ungünstige Fahrbahnverhältnisse im ebenen Gelände zu

Grunde. Für gute Fahrbahnverhältnisse im kupierten Gelände sind die Werte übertragbar.

Während beim Traktor allein die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit bei einer möglichen Höchst-



Grafik: Mittlere Transportgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Traktors



geschwindigkeit von 50 km/h noch um ca. 30 Prozent höher ist als bei 32 km/h, beträgt die Steigerung beim Übergang von 38,5 km/h auf 50 km/h nur noch 10 Prozent. Die Verwendung der Geschwindigkeitsstufe von 38,5 km/h ergab sich aus versuchstechnischen Gründen. Die hierbei ermittelten Werte gelten in ausreichender Genauigkeit auch für Traktoren mit einer bauartbestimmten Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h.

Ebenso gelten die für den Traktor ohne Anhänger ermittelten Fahrgeschwindigkeiten im Allgemeinen auch für Fahrten mit angebauten Arbeitsgeräten. Bei schweren und/oder weit ausladenden Geräten sind jedoch geringere Geschwindigkeiten anzunehmen.

Bei Transporten ist hinsichtlich der erreichbaren durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit zwischen Lastfahrten (mit Transportgut) und Leerfahrten (ohne Transportgut) zu unterscheiden. Bei den Leerfahrten mit Anhängern ergeben sich noch Zunahmen von 25 Prozent (10 Prozent) – Werte in Klammern gelten jeweils für den Übergang von 38,5 auf 50 km/h – bei einer Steigerung der bauartbestimmten Höchstge-

schwindigkeit von 32 auf 50 km/h. Bei Lastfahrten wächst die mittlere Geschwindigkeit nur noch um 10 Prozent (5 Prozent).

Eine weitere Steigerung der Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h bringt kaum eine Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit. Versuchsfahrten zeigten jedenfalls, dass die Fahrbahnverhältnisse bei den Versuchen die Ausnutzung dieser hohen Geschwindigkeit nicht zuließen. Aber auch bei guten Fahrbahnverhältnissen ergaben sich erst merkliche Geschwindigkeitssteigerungen bei Transporten mit leistungsstarken Lastwagen (> 250 kW) gegenüber Traktoren mit Motorleistungen um 100 kW.

Beim Einsatz von Traktoren mit geringerer Motorleistung werden meist auch geringere Transportmassen bewegt, sodass die angegebenen durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten auch auf diese Verhältnisse übertragbar sind.

Reine Fahrzeiten

In Tabelle 1 sind die «reinen Fahrzeiten» für unterschiedliche mittlere Fahrgeschwindigkeiten und Fahrstrecken ab 1 km zusammen-



Um die zur Verfügung stehende Mähdruschzeit optimal nutzen zu können, darf die Mähdrescherleistung nicht durch Unterbrechungen wie beispielsweise Wartezeiten auf Grund fehlender Transportkapazitäten reduziert werden. (Bild: Ueli Zweifel)

gestellt. Für kürzere Strecken liegen die Zeiten noch enger zusammen, da hier das Beschleunigungsvermögen der Fahrzeuge den grössten Einfluss hat. Wie erwartet sind die absoluten Zeitersparnisse bei grösseren Transportentfernungen am höchsten. Aber auch hier steigt die Transportleistung nicht im gleichen Masse wie die Durchschnittsgeschwindigkeit.

Getreidernte:

Vergleich von Umlaufzeiten

Am Beispiel der Getreideabfuhr wird in Tabelle 2 zunächst die relative Umlaufzeit (ohne Beladezeit am Feldrand) von Transporteinheiten in Abhängigkeit von der Transportentfernung und der mittleren

Fahrgeschwindigkeit ohne Wartezeiten an der Annahmestelle dargestellt.

Bei einer Transportentfernung von 1 km sinkt die Umlaufzeit bei einer Verdoppelung der mittleren Fahrgeschwindigkeit nur um knapp 25 Prozent, während bei 20 km Entfernung nahezu eine Halbierung erreicht wird. Treten Wartezeiten an der Annahmestelle auf, wird der Einfluss der Transportgeschwindigkeit auch bei grösseren Entfernungen geringer. So beträgt bei einer Wartezeit von 30 min die Reduzierung der Umlaufzeit bei 5 km Entfernung nur noch 25 Prozent bei Verdoppelung der Fahrgeschwindigkeit von 15 auf 30 km/h. Bei Untersuchungen in Deutschland wurden aber Warte-

TABELLE 1

Fahrtzeiten [min] in Abhängigkeit von der Transportentfernung [m] und der mittleren Fahrgeschwindigkeit [km/h]

| Mittlere Fahrgeschwindigkeit | Entfernung | | | | |
|------------------------------|------------|------|-------|-------|-------|
| | 1 km | 2 km | 5 km | 10 km | 20 km |
| Fahrtzeit [min] | | | | | |
| 20 km/h | 3,00 | 6,00 | 15,00 | 30,00 | 60,00 |
| 25 km/h | 2,40 | 4,80 | 12,00 | 24,00 | 48,00 |
| 30 km/h | 2,00 | 4,00 | 10,00 | 20,00 | 40,00 |
| 35 km/h | 1,71 | 3,41 | 8,57 | 17,14 | 34,10 |
| 40 km/h | 1,50 | 3,00 | 7,50 | 15,00 | 30,00 |

TABELLE 2

Relative Umlaufzeiten [%] bei der Getreideabfuhr in Abhängigkeit von der Transportentfernung [km] und der mittleren Fahrgeschwindigkeit [km/h] und der Wartezeit an der Annahmestelle (Abladezeit 10 min)

| Last-/Leerfahrtgeschwindigkeit | Mittlere Fahrgeschwindigkeit [%] | | Wartezeit [min] | Entfernung [km] | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | | 5 | 10 | 20 | | |
| 12,5/17,5 km/h | 100 | 0/30/120 | 0 | 100,00 % | 100,00 % | 100,00 % | 100,00 % | 100,00 % |
| 17,5/22,5 km/h | 133 | 0 | 0 | 88,30 % | 83,87 % | 79,14 % | 76,88 % | 75,56 % |
| 22,5/27,5 km/h | 166 | 0 | 0 | 81,46 % | 74,45 % | 66,95 % | 63,37 % | 61,28 % |
| 27,5/32,5 km/h | 200 | 0 | 0 | 76,96 % | 68,25 % | 58,93 % | 54,48 % | 51,88 % |
| | | 30 | 30 | 91,29 % | 85,12 % | 74,12 % | 65,65 % | 58,93 % |
| | | 120 | 120 | 96,96 % | 94,26 % | 87,73 % | 80,21 % | 71,48 % |

TABELLE 3

Maximale Ernteleistung [t/h] verschiedener Mähdrescher in Abhängigkeit vom Ertrag [t/ha]

| Anzahl der Mähdrescher | Nennarbeitsbreite [m] | Tatsächliche Arbeitsbreite [m] | Bunkerkapazität [t] | Ertrag [t/ha] | | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 3,5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| | | | | maximale Ernteleistung [t/h] | | | | |
| 1 MD | 3 | 2,7 | 2,6 | 5,20 | 8,91 | 11,88 | 14,85 | 17,82 |
| 1 MD | 4,5 | 4,1 | 3,8 | 7,89 | 13,53 | 18,04 | 22,55 | 27,06 |
| 1 MD | 5,4 | 5 | 4,9 | 9,63 | 16,50 | 22,00 | 27,50 | 33,00 |
| 2 MD | 2x 5,4 | 2x 5 | 2x 4,9 | 19,25 | 33,00 | 44,00 | 55,00 | 66,00 |

TABELLE 4

Anzahl der benötigten Transporteinheiten in Abhängigkeit von Transportentfernung und der Nutzmasse der Fahrzeuge (Lastfahrt 17,5 km/h, Leerfahrt 22,5 km/h, Entladzeit je Bunker 5 min, Abladezeit je Transporteinheit 10 min, keine Wartezeit)

| Eingesetzte Mähdrescher | Nutzmasse der Transporteinheiten [t] | Transportentfernung [km] | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 |
| | | Anzahl der benötigten Transporteinheiten | | | | |
| 1 x 3 m | 6 | 2 (1,44) | 2 (1,61) | 3 (2,12) | 3 (2,96) | 5 (4,64) |
| | 8 | 2 (1,30) | 2 (1,41) | 2 (1,74) | 3 (2,30) | 4 (3,42) |
| 1 x 4,5 m | 8 | 2 (1,44) | 2 (1,61) | 3 (2,12) | 3 (2,96) | 5 (4,64) |
| | 12 | 2 (1,30) | 2 (1,41) | 2 (1,74) | 3 (2,30) | 4 (3,42) |
| 1 x 5,4 m | 16 | 2 (1,29) | 2 (1,40) | 2 (1,73) | 3 (2,29) | 4 (3,39) |
| | 20 | 2 (1,22) | 2 (1,30) | 2 (1,55) | 2 (1,97) | 3 (2,80) |
| 2 x 5,4 m | 16 | 2 (1,64) | 2 (1,88) | 3 (2,60) | 4 (3,81) | 7 (6,23) |
| | 20 | 2 (1,48) | 2 (1,66) | 3 (2,20) | 4 (3,11) | 5 (4,92) |
| | 25* | 2 (1,38) | 2 (1,53) | 3 (1,96) | 3 (2,69) | 5 (4,14) |

* Nutzmasse ist erst nach Erhöhung der zulässigen Zugmasse (Gesamtgewicht) auf 40 t realisierbar.

zeiten von mehr als zwei Stunden festgestellt, sodass dann auch bei 20 km Transportentfernung bei der betrachteten Verdoppelung der mittleren Transportgeschwindigkeit nur noch 25 Prozent Zeitsparnis erreicht werden.

Rechenbeispiele

Transportplanung und -leistung bei der Getreideabfuhr
Um die zur Verfügung stehende Mähdreschzeit optimal nutzen zu können, darf die Mähdrescherleis-

tung nicht durch Unterbrechungen wie beispielsweise Wartezeiten auf Grund fehlender Transportkapazitäten reduziert werden. Die Transportkapazität muss daher auf die maximale Ernteleistung ausgelegt werden. Tabelle 3 zeigt die maxi-

male Ernteleistung verschiedener Mähdrescher bei verschiedenen Erträgen.

Während beim Einsatz eines Mähdreschers mit 3 m Arbeitsbreite bei der Rapserte (3,5 t/ha) eine Transportleistung von 5,2 t/h bereitgestellt werden muss, ist beim Einsatz von zwei Mähdreschern mit 5,4 m Arbeitsbreite bei der Maisernte (12 t/h) eine über 12-mal so hohe Leistung von 66 t/h notwendig.

Dabei ist die Nutzmasse der Transporteinheiten so zu wählen, dass sie etwas über den ganzzahligen Vielfachen der Bunkerkapazität der Mähdrescher liegt, um den Bunker jeweils vollständig entleeren zu können.

Beim Abbunkern der Mähdrescher auf Standwagen am Feldrand ergeben sich bei einem Ertrag von 8 t/ha die in Tabelle 4 zusammengestellten Zahlen der benötigten Transporteinheiten in Abhängigkeit von Transportentfernung und der Nutzmasse der Fahrzeuge. In Klammern sind die kalkulatorisch ermittelten Zahlen der benötigten Transporteinheiten angegeben. Da nicht Teile einer Transporteinheit eingesetzt werden können, müssen diese Werte jeweils aufgerundet werden. Liegen die kalkulatorischen Werte nur knapp über einer ganzen Zahl ist es ökonomisch allerdings meist sinnvoller, geringe Wartezeiten des Mähdreschers in Kauf zu nehmen und nicht eine Transporteinheit zusätzlich einzusetzen (z. B. Mähdrescher 3 m, Transporteinheit 6 t, Entfernung 5 km).

Werden statt Traktorzügen Lastwagen eingesetzt, können bei grossen Transportentfernungen bis zu drei Transporteinheiten eingespart werden.

Treten zusätzlich Wartezeiten bei der Getreideannahme auf, erhöht sich die Zahl der benötigten Transporteinheiten. Überschlagsmäßig ist in diesen Beispielen bei einer Wartezeit von 30 min eine



FAZIT

Nur bei guten Fahrbahnenverhältnissen und weiteren Entfernung werden durch Fahrzeuge mit grösseren bauartbedingten Höchstgeschwindigkeiten auch nennenswert höhere Transportleistungen erreicht. Um die höheren Fahrgeschwindigkeiten für Transportarbeiten umsetzen zu können, sind aber relativ hohe Motorleistungen nötig. Oft ist es günstiger, Fahrzeuge mit grösseren Nutzmassen zur Steigerung der Transportleistung zu verwenden.

Da Wartezeiten an den Annahmestellen zur Zunahme der benötigten Transporteinheiten führen, ist es sinnvoll, die Getreideabfuhr durch «mobile Zwischenlager» am Feldrand zeitlich zu staffeln.

Transporteinheit mehr vorzusehen. Beträgt die Wartezeit 2 Stunden, sind zusätzlich drei bis vier Transporteinheiten nötig.

Durch eine Steigerung der mittleren Transportgeschwindigkeit um 50 Prozent (von 20 auf 30 km/h) können in Einzelfällen bei grossen Transportentfernungen bis zu zwei Transporteinheiten eingespart werden. Meist ist es jedoch günstiger, Fahrzeuge mit einer höheren Nutz-

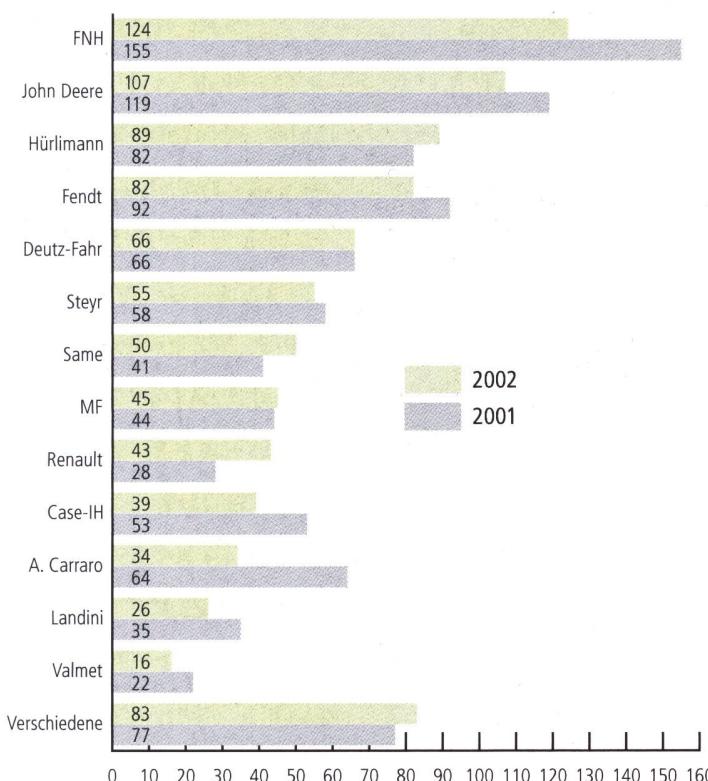
masse zu verwenden, um vergleichbare Einspareffekte zu erreichen.

Um Wartezeiten zu vermeiden bzw. auch die Tageszeiten für die Getreideabfuhr zu nutzen, in denen der Mähdrescher nicht eingesetzt werden kann, ist es notwendig, Transporteinheiten als «mobiles Zwischenlager» am Feldrand bereitzuhalten. Dies kann in Form von Anhängern oder Abrollcontainern erfolgen. Bei letzteren ist jedoch zu

berücksichtigen, dass das Aufnehmen der gefüllten Behälter auf weichem Untergrund sehr aufwändig ist. Stehen genügend Anhänger zur Verfügung, ist auch eine geringere Zahl an Zugtraktoren und Transportpersonal nötig, da die Abfuhr zeitlich gedehnt werden kann. ■

Traktorstatistik 2002

Vergleich der Quartalzahlen Januar, Februar, März 2002 mit den Quartalzahlen der Vorjahresperiode



Im ersten Quartal 2002 sind gemäss Bundesamt für Statistik in der Schweiz 858 Traktoren immatrikuliert worden, d. h. 79 weniger als im Vorjahr (937 Immatrikulationen). Das ist immerhin noch wesentlich mehr als im Jahre 2000 mit damals 676 Immatrikulationen. Obwohl sich der Rückgang mehr oder weniger auf alle Marken verteilt, gibt es auch grössere Ausreisser mit einem kräftigen Plus im Vergleich zum Vorjahr bei Renault und stärkeren Einbussen bei Case und A. Carraro. Was die Einbussen bei Case betrifft, so steht sie sicher auch im Zusammenhang mit immerhin 13 immatrikulierten McCormick-Traktoren, vorwiegend in der Westschweiz.

An der Spitze liegen John Deere und New Holland näher beieinander als im Vorjahr. Hürlimann holte etwas auf und konnte Fendt übertriften. Die SDF-Gruppe liegt mit den drei Marken Hürlimann, Same und Deutz-Fahr (Lamborghini ist

ins Abseits gedrängt worden) mit einem Marktanteil von 24% sowieso gut im Rennen, nur noch sehr knapp hinter CNH mit 25,5%. Die AGCO-Gruppe (Fendt und MF) weist 14,5% Marktanteil auf, gefolgt von John Deere mit 12,5%. Zu nennen ist auch noch die italienische ARGO-Gruppe u.a. mit Landini und MC Cormick. Sie kommt auf einen Marktanteil von 4,5%.

Bei den Transportern und Zweiachsmähdern mit einem Marktanteil von 22% (bzw. 137 Fahrzeuge von Januar bis März 2002), Vorjahresperiode 21% (bzw. 247 Fahrzeuge), aller verkauften Fahrzeuge hat sich unter den beiden Grossen Aebi und Reform eine leichte Verschiebung hin zu Aebi ergeben. Von der Burgdorfer Firma wurden 87 Fahrzeuge (Vergleichsperiode 78 Fahrzeuge) immatrikuliert, bei Reform waren es 116 Fahrzeuge (in der Vergleichsperiode 134 Fahrzeuge).

Ueli Zweifel