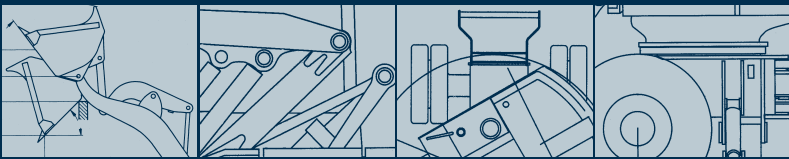


FRANZ MÜLLER

BAU MASCHINEN im GaLaBau



TECHNIK · LEISTUNG · KOSTEN



PATZER VERLAG
Berlin-Hannover



Zu diesem Buch

Viele Landschaftsbaubetriebe in den westlichen Bundesländern wurden von den Vätern oder Großvätern der heutigen Inhabergeneration nach dem 2. Weltkrieg gegründet. Damals reichten – neben dem festen Willen, aus Trümmern eine Existenz aufzubauen, neben Fleiß und Können – meistens Schubkarre und Handwerkzeug als Investition. Ein Sachs-Motorrad mit Anhänger, später ein gebraucht gekaufter Opel Blitz waren schon die Spitze der Mechanisierung.

Das reicht heute bei weitem nicht mehr. Sicher darf man nicht den Spezialbetrieb für Golfplatzbau als Maßstab für das im Landschaftsbau erforderliche Maschinenkapital heranziehen, aber auch der junge GaLaBau-Meister, der sich mit der Anlage von naturnahen Hausgärten als Spezialgebiet selbständig macht, braucht dazu neben Mut einen 6-stelligen Kredit.

Für ihn genauso wie für den Golfplatzbauer und für alle Betriebe dazwischen ist die technische Ausrüstung also ein erheblicher Kostenfaktor. Wer zur falschen Zeit und/oder in eine falsche Maschine sein teures Kapital investiert, bekommt Probleme – dafür kennt jeder Beispiele aus seinem Bekanntenkreis.

Dieses Buch will Hinweise darauf geben, wie Maschinenpolitik im Landschaftsbaubetrieb richtig gemacht wird. Es beschränkt sich auf die wichtigen Baumaschinen, auf solche, die in den meisten Betrieben als eigene oder als Leihmaschinen eingesetzt werden. „Exoten“, beispielsweise Grader oder Schaffußwalzen, sind deshalb hier nicht zu finden.

Zusammen mit den Transportfahrzeugen sind Baumaschinen im Landschaftsbau im Kauf und im Einsatz teure Betriebsmittel, die den Betriebserfolg erheblich beeinflussen. Es ist deshalb wichtig, dass der Betrieb für sein gutes Geld möglichst die beste Maschine bekommt.



Aber gibt es generell „die beste Maschine“ überhaupt? Oder gibt es nur die bestmögliche Lösung für einen ganz speziellen Fall? Diese Lösung zu finden sollte für jeden Unternehmer wichtig sein.

Nicht zuletzt soll aber auch das Kostendenken beim Maschineneinsatz in diesem Buch breiten Raum einnehmen, denn leicht ist das Geld für eine neue Maschine ausgegeben, und schwer ist es, sie rentabel einzusetzen.

Das Buch verzichtet bewusst auf Fotos von Baumaschinen. Solche kann man auf der GaLaBau oder auf anderen Fachmessen kiloweise als Hochglanzprospekte einsammeln. Sie sind dann meist ein knappes Jahr aktuell. Für diese Zeit gelten auch die für den Fachkundigen wesentlich interessanteren technischen Daten in den Prospekten. Die zu lesen kostet zwar etwas mehr Mühe als Bilder anschauen, aber sie sind eine der Grundlagen der Kaufentscheidung.

Die richtige Baumaschine, die den Mitarbeitern die Arbeit weitgehend erleichtert, die den höchsten Deckungsbeitrag erwirtschaftet und deren Leistung den Kunden zufrieden stellt, diese Maschine zu finden ist Ziel dieses Buches.

Franz Müller



Inhalt

► Zur Technik von Baumaschinen	13
Motor	13
Motoren mit Turboaufladung	16
Hydraulik und Getriebe	17
Elektronische Steuerung	19
Fahrwerk	19
Maschinentransport auf öffentlichen Straßen	22
► Die Auswahl der „richtigen“ Baumaschine	24
Maschinenkauf	24
Kauf einer Gebrauchtmachine	28
Maschinen für die „kleine Baustelle“	28
Die Frage nach dem richtigen Maschinensystem	30
Vorführung auf eigener Baustelle	31
Miete, Leasing oder doch Kauf?	31
Mieten von Baumaschinen	32
Maschinen-Leasing	34
Investitionsplanung	35
Kurzfristige Investitionen	36
Mittelfristige Investitionen	36
Langfristige Investitionen	37
Motive für Investitionsentscheidungen	37
► Kostenkalkulation von Maschinen im Landschaftsbau	39
Herstellkosten von Baumaschinen	40



Kalkulation von Einzelkostenmaschinen	43
Feste Kosten	44
Veränderliche Kosten	48
Reparaturkosten	51
Direkte und indirekte Reparaturkosten	53
Reparaturkostenfaktor	54
Wie lassen sich Reparaturkosten einsparen?	55
Wartungsvertrag	56
Ersatzteilpreise	57
Garantieleistung	58
Kalkulation von Gemeinkostenmaschinen	58
Berechnung der Vorhaltekosten einer Baumaschine	59
Berechnung der Vorhaltekosten nach der Baugeräteliste 1991	60
Berechnung der Vorhaltekosten von Gemeinkostenmaschinen nach betriebsspezifischen Maschinendaten	63
Maschinenplanung mit einer Festkostentabelle	66
Festkostentabelle	66
Erläuterungen zur Festkostentabelle	67
► Radlader im Landschaftsbau	70
Technik der Radlader	70
Zur Lenktechnik	71
Antriebskonzepte von Radladern	74
Bedienung und Fahrkomfort	75
Elektronische Steuerungen in Radladern	76
Anbaugeräte	78
Vergleichende Beurteilung der Technik von Radladern	81
Allgemeines	82
Bewertung des technischen Vergleichs „Maschine A“ zu „Maschine B“	89
Planung einer Maschinenvorführung	91
Übungsaufgabe zur Bewertung von Radladern	92
Leistungen von Radladern	95
Erfassung von Zeitwerten	97
Wirkungsgrad der Arbeit	97
Berechnung der Arbeitstaktzeit	102



Dateien mit Leistungsangaben für Radlader	103
Nicht weniger als 3 – nicht mehr als 5	104
Die billigere Maschine muss warten	105
► Kompaktlader im Landschaftsbau	107
Technik der Kompaktlader	109
Vielseitiges Geräteprogramm	110
Wenig Platz in der Kabine und unter der Motorhaube	112
Sehr wichtig: Sicherheitsvorschriften beachten	113
Kompaktladerähnliche Maschinen	114
Auswahl eines Kompaktladers	114
Verfahren 1: Betriebsspezifischer Lastenkatalog	114
Verfahren 2: Beurteilung nach technischen Maschinendaten	117
Leistungskalkulation Kompaktlader. Aufgabenbeispiel	119
► Andere Laderbauweisen im Landschaftsbau	121
Stereolader	121
Schwenklader	122
Teleskopmaschinen	122
► Baggerlader – Laderbagger	124
Baggerlader oder Kompaktbagger?	128
Auswahlkriterien	129
Auswahl nach technischen Maschinendaten	130
Erläuterungen der technischen Daten	130
Checkprogramm für eine Maschinenvorführung	133
► Bagger im Landschaftsbau	135
Systemanalyse zur Baggerauswahl	136
Beispiel 1	137
Beispiel 2	139
► Technik der Kompaktbagger	142
Motor	142
Hydraulik, Getriebe	143



Fahrwerk	145
Maße	147
Werkzeuge	149
Reiß- und Losbrechkraft am Tieföffel	151
Weitere Werkzeuge	152
Auswahl des „richtigen“ Kompaktbaggers	153
Wertanalyseverfahren am Beispiel Kompaktbagger	154
Vergleich und Bewertung technischer Daten	158
Einsatztest auf der Baustelle, Beispiel	160
Gute Wartung für lange Nutzung	161
Leistungskalkulation Kompaktbagger – Beispiel	163
▶ Mobilbagger	168
Hydrauliksysteme in Baggern	169
Unterschiede der Hydrauliksysteme	170
Fahrwerk	174
Maße	174
Anbaugeräte	176
Leistungen von Hydraulikbaggern	177
Verfahrensvergleich Hydraulikbagger	179
▶ Andere, selten eingesetzte Baggersysteme im Landschaftsbau	183
Schreitbagger	183
Zweiwegebagger	184
Teleskopbagger	184
Seilbagger	184
„Mecalac“-Maschinen	185
▶ Grabenfräsen und Erdraketen	186
Grabenloser Leitungsbau	187
Steuerbare und nicht steuerbare Verfahren	187
Beispiel einer Vorhaltekostenrechnung	188
▶ Maschinen für Platz- und Wegebau	189
Rüttelplatten auf der landschaftsgärtnerischen Baustelle	190
Welche Bedeutung hat die Rüttelfrequenz?	191



Normalschwinger und Schleppschwinger	192
Bedienung und Wartung von Rüttelplatten	195
Auswahl von Rüttelplatten	197
Lastenkatalog zur Auswahl einer Rüttelplatte	197
Leistungen von Rüttelplatten	200
Kauf oder Miete von Rüttelplatten?	204
Service-Angebot für eine Rüttelplatte	207
Rüttelstampfer	212
Wie funktioniert ein Stampfer?	212
Bedienung und Wartung von Rüttelstampfern	214
Leistung und Kosten von Rüttelstampfern	215
Weitere Maschinen zur Materialverdichtung im Garten- und Landschaftsbau	217
Stampframmen	217
Rüttelwalzen	217
▶ Maschinen und Geräte zur Flächenfertigung	219
Leistung und Kosten bei Flächenfertigung	222
▶ Maschinen und Geräte für Pflaster- und Steinarbeiten	226
Technik von Pflasterverlegemaschinen	226
Leistung und Kosten von Pflasterverlegemaschinen	228
▶ Geräte zum Versetzen von Bauteilen	231
▶ Innerbetriebliches Berichtswesen zum Maschineneinsatz	235
▶ Literaturverzeichnis	239



Zur Technik von Baumaschinen

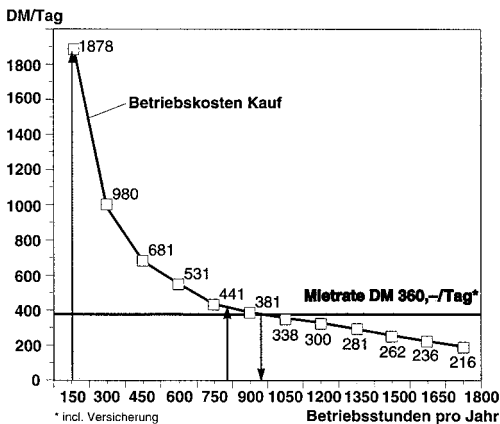
Um die Technik einer Baumaschine zu beschreiben, sollte man dort anfangen, wo die Leistung entsteht und mit den Teilen aufhören, mit denen gearbeitet wird. Das heißt, man denkt in der Abfolge

Motor,
Hydraulik/Getriebe,
Fahrwerk,
Maße,
Werkzeuge.

Motor

Bis auf Ausnahmen (z. B. leichte Rüttelplatten) haben Baumaschinen Dieselmotoren. Tatsächlich werden diese auch immer mehr in den unteren Leistungsbereichen eingesetzt. Je kleiner die Leistung, desto höhere Drehzahlen haben die Motoren (das ist nicht anders als bei Benzinern), z. B. etwa 3000 U/min bei etwa 10 kW. Die mittleren und großen Baumaschinen haben Motoren mit 3 bis 6 Zylindern und Drehzahlen von 2000 bis 2400 U/min. Das sind die sog. „Nenndrehzahlen“, d. h., bei dieser Drehzahl gibt der Motor seine „Nennleistung“ ab, also die Leistung, die im Prospekt bei den technischen Daten genannt wird. Sie ist praktisch mit der Maximalleistung gleichzusetzen, so also auch die Nenndrehzahl mit der maximalen Drehzahl des Motors. Natürlich kann man „Gas wegnehmen“ (ein Ausdruck, der für einen Dieselmotor eigentlich nicht zutrifft) und damit die Drehzahl und die abgegebene Motorleis-

hen Betriebsstunden) wäre dann die Grenze, ab der erst die eigene Maschine billiger als die Mietmaschine wird. Allerdings berücksichtigt dieser theoretisch errechnete Grenzwert nicht die Vorteile der eigenen Maschine in Bezug auf Verfügbarkeit bei unvorhergesehenem Bedarf, und beim Anmieten weder den logistischen Aufwand im Büro noch die Probleme auf der Baustelle, auf der z. B. aus Witterungsgründen nicht immer auf den Tag genau der Bedarf einer Maschine vorherzusehen ist. Wenn es also bei der Entscheidung „Kauf oder Miete“ nur um die Betriebskosten geht, sollte die Mietrate doch deutlich (!) unter den kalkulierten Kosten einer eigenen Maschine liegen, um so andere Nachteile der Mietmaschine auszugleichen.



Betriebskostenvergleich Kauf/Miete

In einer Firmendruckschrift wurde für einen 18-t-Mobilbagger die hier dargestellte Kurve für die Betriebskosten bei unterschiedlicher Jahresnutzung berechnet und mit der Mietrate verglichen. Nach dieser Grafik ist der Kauf des Baggers erst ab 930 Betriebsstunden pro Jahr wirtschaftlich.

(Quelle: Zeppelin Mietservice)

Gegen das Anmieten einer Maschine spricht auch grundsätzlich, wenn die Maschine auf der Baustelle vorgehalten wird und dort nur jeweils stundenweise oder jeden zweiten Tag zum Einsatz kommt, obwohl in einem solchen Fall die reine Betriebsstundenzahl – abgelesen am Betriebsstundenzähler – nach der Theorie für die Mietmaschine spräche. Bei solchen sog. „Schlüsselmaschinen“ (d. h. Maschinen, ohne die der Betrieb der Baustelle nicht vorstellbar ist) kommt Miete nur in Frage, wenn die Liquidität einen Kauf nicht zulässt, d. h. wenn der Kreditrahmen der Bank ausgeschöpft ist.

Wenn heute oft das Argument „Mieten hat ein schlechtes Image“ als überholt und gestrig dargestellt wird (vor allem von den Maschinenvermietern), dann mag das für

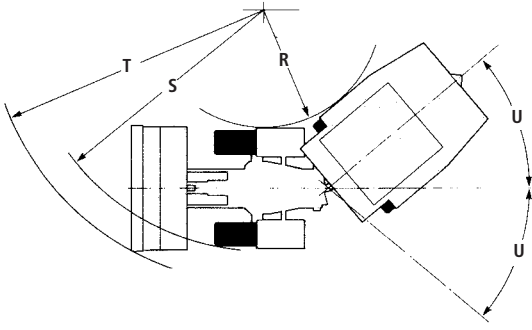
Festkostentabelle, Beispiel

Maschine	Anschaffungs-		Betriebsstd. je Jahr	Nutzungs- jahre
	Preis	Jahr		
Lkw, 7,5 t	80 000	1996	1000	7
Tieflader-Hänger	25 000	1996	200	7
Leicht-Lkw, DK, 3x, je	40 000	1995 ff.	700	6
Mobilbagger, 9 t	55 000 ¹⁾	1996	500	5
Kompaktbagger, 1,5 t, 2x, je	70 000	1995 ff.	700	6
Radlader, 60 kW	110 000	1993	600	8
Radlader, 30 kW	60 000	1995	800	6
Schlepper u. Geräte	60 000	1993	200	10
Einachser, 6 kW	8 000	1993	200	10
Rüttelplatte, 4x, je	6 000	1990 ff.	200	8
Baumbelüftung	50 000	1992	100	10

¹⁾ gebraucht gekauft mit 3000 Betriebsstd.

Maschine	Abschreibung	Verzinsung – DM pro Jahr – (6 %)	Reparatur	Fest- kosten DM/h
Lkw, 7,5 t	11 400	2400	7 000	20,80
Tieflader-Hänger	3 500	750	2 500	33,75
Leicht-Lkw, DK, 3x, je	6 600	1200	4 600	17,70
Mobilbagger, 9 t	11 000	1 650	10 000	45,30
Kompaktbagger, 1,5 t, 2x, je	11 700	2 100	9 300	33,00
Radlader, 60 kW	13 700	3 300	6 900	39,80
Radlader, 30 kW	10 000	1 800	7 000	23,50
Schlepper u. Geräte	6 000	1 800	3 000	54,00
Einachser, 6 kW	800	240	400	7,20
Rüttelplatte, 4x, je	700	180	400	6,40
Baumbelüftung	5 000	1 500	2 000	85,00

Bei einseitig belasteter Schaufel oder anderer außermittiger Lastverteilung verschlechtert ein Pendelgelenk die Seitenstabilität. Es kann für solche Fälle gesperrt werden.



Wenderadien und Schwenkwinkel eines knickgelenkten Radladers. Ansicht oben.

Maßangaben:

R: Innerer Wenderadius, gemessen vom Mittelpunkt des Wendekreises bis Außenkante Reifen

S: Wenderadius des kurven-

äußeren Reifens (nur wichtig bei Fahrt ohne Anbauwerkzeug)

T: Wenderadius über Außenkante Ladeschaufel. Das Maß ändert sich je nach Schaufelbreite

U: Knickwinkel des Vorderwagens gegenüber der

Längsachse des Laders. Je größer der Knickwinkel, desto kleiner der Wenderadius, desto schlechter aber auch die Standsicherheit

(aus: Prospekt JCB 408, JCB Baumaschinen GmbH, Köln)

Neben seiner besseren Wendigkeit hat ein Knicklenker noch den Vorteil, dass der Vorderwagen im Stand hin- und hergeschwenkt werden kann. Das erleichtert z. B. die Aufnahme von Paletten mit der Gabel. Es ermöglicht aber auch, die Vorderachse mit der Schaufel hochzustützen und etwas seitlich zu versetzen, sollten die Räder einmal im Matsch versunken sein.

Typisch für die Knicklenkung ist, dass die Hinterräder in der Kurve in der Spur der Vorderräder fahren, während sich bei Hinterachslenkung und teils bei Allradlenkung vier Radspuren ergeben. Das hat Vor- und Nachteile. So ist z. B. beim Knicklenker der Rollwiderstand geringer, aber die Verdichtung in der Spur größer.

Eine Kombination aus Allrad- und Knicklenker ist der Stereolader der Firma Liebherr. Das ist ein knickgelenkter Lader zusätzlich mit einer Lenkachse hinten. Der Ein-



Bei sehr großen Ladern kann ein Breitreifen u. U. die nach StVZO zulässige Maschinenbreite überschreiten und die Zulassung außer Kraft setzen.

Bei den technischen Daten der Maschinen werden oft verschiedene Wenderadien (bzw. Wendekreisdurchmesser) angegeben. Wichtig ist vor allem der Wenderadius über die Schaufel-Außenkante, d. h. der Halbmesser des Kreises, in dem sich das Fahrzeug gerade noch zwischen zwei Mauern bewegen könnte. Wenn mit Lenkbremsen die kurveninneren Räder abgebremst werden, verringert sich der Wenderadius. Das ist aber als Wert nicht akzeptabel, da so auf Pflaster nicht gearbeitet werden kann und auf Boden nicht gearbeitet werden sollte.

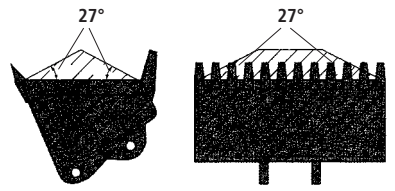
Das Betriebsgewicht beinhaltet das Leergewicht der Maschine plus volle Tanks plus Fahrer (der wiegt lt. Norm 75 kg). Die Gesamtlänge wird gemessen vom auf die Standfläche projizierten Maschinenheck bis zur Spitze der abgesenkten Standard-schaufel. Die Gesamthöhe wird gemessen bis zur Oberkante Kabinendach. Radstand ist der Abstand der Nabenmitten von Vorderrad zu Hinterrad in Geradeausstellung. Bodenfreiheit ist der kleinste Abstand eines Maschinenteils zur Standfläche bzw. Fahrbahn. Man kann sie messen bzw. kontrollieren, indem man mit dem Lader z. B. einen Haufen Sägespäne zwischen die Räder nimmt und überfährt. In der Regel sind die Differentialkörbe der Achsen die tiefste Stelle (und am empfindlichsten für Beschädigungen). Als Außenbreite bezeichnet man in der Regel die Breite von Reifenflanke zu Reifenflanke auf der breiteren Achse, bei Radladern sind beide Achsen gleich breit. Dieses Maß muss (s. o.) kleiner sein als die Schaufelbreite.

Die Kabinendachhöhe ist ein Maß für das Raumangebot für den Fahrer, andererseits ist die Höhe auch zu beachten, wenn die Maschine z. B. auf der Pritsche eines Lkw transportiert wird.

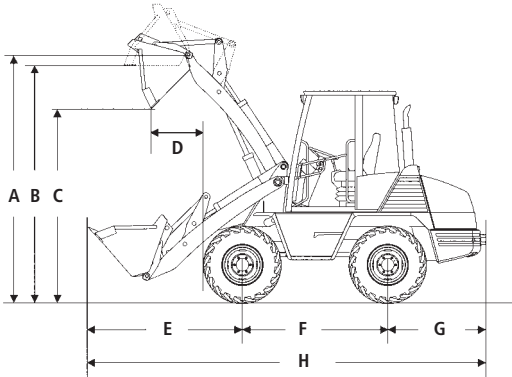
Schaufelinhalt gehäuft

Das Volumen aus dem gestrichenen Fassungsvermögen und einer Aufhäufung mit einem Neigungswinkel von 2:1, wobei die Schaufelebene parallel zum Boden liegt.

(aus: Zeppelin-Katalog 2000, Zeppelin Baumaschinen GmbH)



Der Schaufelinhalt wird in leicht überhöhter Schüttung gemessen, genau gesagt mit einem Walmdachprofil mit allseitigen Neigungen von 2 zu 1. Schaufelbreite ist das Maß zwischen den Schaufel-Außenkanten. Zur Feststellung der Schütthöhe wird die

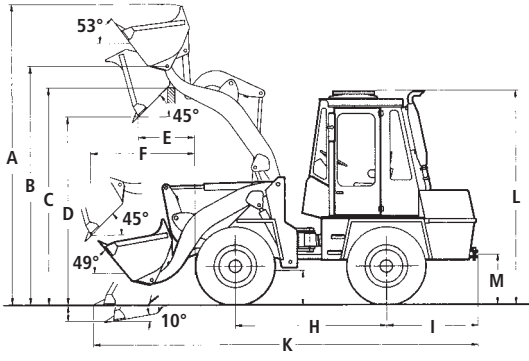


Radlader allradgelenkt mit Parallel-Kinematik. Ansicht Seite.

Maßangaben:

- A: Überladehöhe
- B: Ladehöhe Schaufel horizontal
- C: Schütthöhe
- D: Schüttweite
- E: Vordere Ausladung
- F: Radstand
- G: Hintere Ausladung
- H: Gesamtlänge

(nach: Prospekt Kramer 320.
Kramer-Werke GmbH)



Radlader knickgelenkt mit Z-Kinematik. Ansicht Seite.

Maßangaben:

- A: Maximale Höhe bei höchster Schaufelposition
- B und C: Überladehöhe
- D: Schütthöhe
- E: Schüttweite
- F: Schüttweite maximal
- G: Bodenfreiheit
- H: Radstand
- I: Hintere Ausladung
- K: Gesamtlänge
- L: Höhe Kabine
- M: Höhe Kuppelpunkt Anhängemaul

(nach: Prospekt ZL 601B,
Zettelmeyer GmbH)

stänge. Kippgestänge, Hebel und Kolbenstange bilden ein Z, deshalb nennt man diese Kinematikausführung auch „Z-Kinematik“. Ein anderer, weniger wichtiger (und meistens kaum beachteter) Vorteil der Z-Kinematik ist, dass bei derselben Förderleistung der Hydraulik sich die beiden Enden des Hydraulikzylinders in unterschiedlicher Zeit füllen: Das Ende, in dem sich die Kolbenstange befindet, hat ein kleineres Volumen und ist rascher voll, d. h., der Kolben bewegt sich beim Einziehen schneller



Kalkulieren Sie die Leistung in m^3/h bzw. h/m^3

Lösungsvorschlag:

Folgende Werte werden angenommen:

Füllungsgrad der Schaufel	$f = 0,7$
Geschwindigkeit Lastfahrt	$v_{\text{La}} = 5 \text{ km/h}$
Geschwindigkeit Leerfahrt	$v_{\text{Le}} = 7 \text{ km/h}$
Festzeit für Laden und Kippen	$t_{\text{F}} = 30 \text{ sec}$

Mit diesen Annahmen beträgt die Gesamt-Arbeitstaktzeit ATZ

Lastfahrt	22 sec
Leerfahrt	15 sec
Festzeit	30 sec
ATZ	67 sec

Die theoretische Leistung beträgt dann

$$N_{\text{th}} = \frac{0,3 \times 0,7 \times 3600}{67} \\ = 11,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Es werden folgende Wirkungsgradabschläge angenommen:

Pausen	20 %
Wartung	10 %
Ecken u. Ränder	10 %
Störungen	10 %
Restmengen	5 %
Planumsprofil	15 %

$$\text{Wirkungsgrad } \eta = 1,0 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,95 \times 0,85 \\ = 0,47$$

Die praktische Leistung beträgt dann

$$N_{\text{p}} = 11,3 \times 0,47 \text{ (m}^3/\text{h)} \\ = 5,3 \text{ m}^3/\text{h} \\ \text{bzw.} = 0,19 \text{ h/m}^3$$