

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 111 (1960)  
**Heft:** 9-10

**Artikel:** Der Minimalradius und die Kurvenverbreiterung von Waldstrassen  
**Autor:** Zehnder, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765640>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# Der Minimalradius und die Kurvenverbreiterung von Waldstraßen

Von *H. Zehnder*, ETH Zürich

Oxf. Nr. 383.1

Vor dem Krieg war der Schichtholztransport mit großen Lastwagen unbedeutend. Noch heute wird Brennholz meist mit kleindimensionierten Transportmitteln aus dem Walde zum relativ nahen Verbraucher geführt.

Der Papierholzferntransport ist heute noch beinahe Monopol der Eisenbahn. Für den Vortransport zwischen Wald und Bahnhof genügen kleinere Transportmittel (Pferdefuhrwerk, Traktor mit Anhänger, mittlerer Lastwagen usw.).

Ist diese Arbeitsteilung beim Transport forstlicher Produkte unumstößlich, ist sie in Wandlung begriffen oder ist sie sogar überholt?

Tendenzmäßig ist festzustellen, daß je länger je mehr Faserholz, Spanplattenholz usw. mit großen Überlandlastwagen über weite Strecken vom Wald direkt zum Verbraucher geführt werden. Vermutlich wird der Überlandlastwagen früher oder später einen Teil des Papierholztransportes an sich reißen. Mit dem begonnenen Autobahnbau wird diese Entwicklung noch gefördert.

Sind unsere Waldstraßen hinsichtlich Minimalradien und Minimalbreiten den Anforderungen der Lastwagen mit Anhängern gewachsen?

## I. Minimalradien von Waldstraßen

Das Institut für Straßenbau an der ETH hat den schweizerischen Bestand an Lastwagen untersucht und die verschiedenen Daten gesammelt. Aus den Zusammenstellungen geht eindeutig hervor, daß 90% aller Lastwagen theoretisch weniger als 18,5 m Wendekreisdurchmesser benötigen (Radius = 9,25 m).

Diese von den Firmen angegebenen Werte können uns aber nicht wegleitend sein, denn die von der Konstruktion abgeleiteten oder errechneten Werte sind ein theoretisches Minimum.

Aus folgenden Gründen fährt ein belasteter, mit normaler Geschwindigkeit verkehrender Lastwagen selten den theoretisch kleinstmöglichen Kreis:

1. Der volle Einschlag ist am Kurvenanfang und am Kurvenende selten erreicht. Meist fährt der Lastwagen eine individuelle Kurve.
2. Durch die Zentrifugalkraft wird jeder Wagen etwas von der theoretischen Straßenachse auf die Außenseite der Kurve getrieben.

Um den tatsächlichen Zuständen Rechnung zu tragen, und um ein einigermaßen flüssiges Fahren zu ermöglichen, tun wir gut, diesen theoretischen Minimalradius um etwa 30% zu erhöhen. Den Minimalradius müssen wir somit mit 12 m ansetzen. Damit haben wir Gewähr, daß 90% der heute verkehrenden Lastwagen die Kurven ohne Schwierigkeiten befahren können.

Weil in schweizerischen Verhältnissen die Kurven meist größere Radien als 12,00 m aufweisen, dürften sie in dieser Beziehung auch in Zukunft den Anforderungen genügen.

## II. Die aus den Dimensionen herrührende, notwendige Verbreiterung in der Kurve

Jedes Fahrzeug beansprucht bei der Fahrt in der Geraden eine gewisse Breite. Beim Einfahren in eine Kurve nimmt diese Breite bis zu einem Maximum zu und beim Ausfahren geht sie wieder auf das normale Maß zurück. Das Maß dieser Verbreiterung hängt von verschiedenen, dem Fahrzeug eigenen Faktoren ab.

Um den Anforderungen des zukünftigen Schichtholztransportes gerecht zu werden, untersuchen wir den Lastwagen mit Anhänger. In diesem Falle hängt das Maß der Verbreiterung von folgenden vier Faktoren ab:

- |  |                |
|--|----------------|
| 1. Achsstand des Lastwagens  | a <sub>1</sub> |
| 2. Hinterer Überhang des LKW (Abstand zwischen Hinterachse LKW und der Anhängerkupplung) | a <sub>2</sub> |
| 3. Länge der Anhängerdeichsel  | a <sub>3</sub> |
| 4. Achsstand des Anhängers   | a <sub>4</sub> |

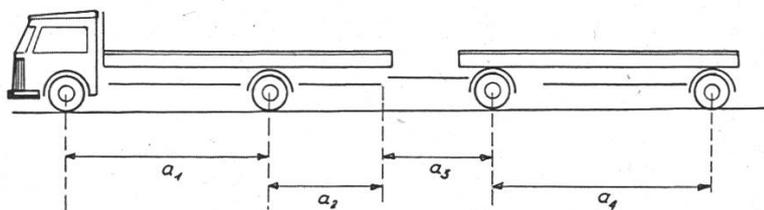
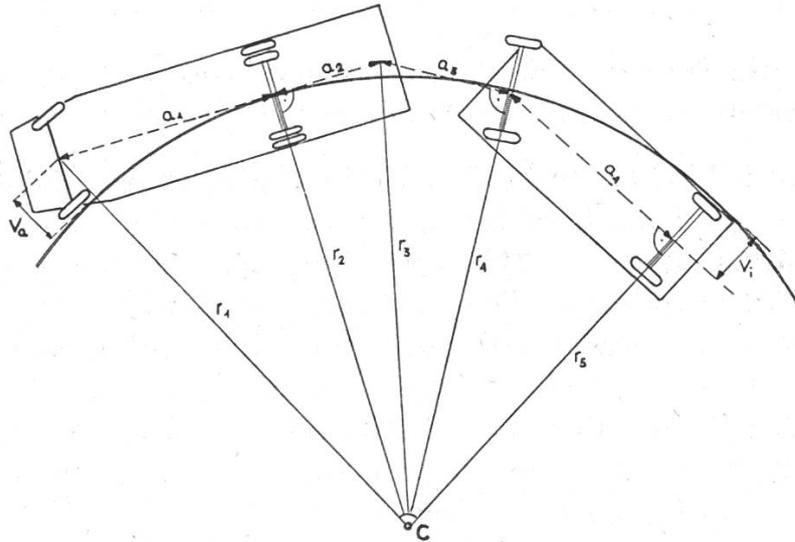


Fig 1

In der folgenden Tabelle ist eine Auswahl von Lastwagen zusammengestellt, die für den Schichtholztransport in Frage kommen oder heute schon eingesetzt sind.

Fig. 2



$V_a$  = Verbreiterung nach aussen

$V_i$  = Verbreiterung nach innen

	Typ	Radstand	Achsstand	Hinterachs- breite	Hinterer Überhang	Vorderer Überhang	Kleinster äußerer Lenkradius	Höhe des Brücken- kastenbodens
Saurer	L4 CH	1685	4500	2205	2177	1450	7050	1170
»	S4C-H	1672	5000	2212	2500	1450	8600	1180
»	6 C-H	1710	5000	2250	2500	1450	8300	1250
»	5 D U	1675	5200	2215	2180	1650	8800	1280
Berna	5 U H	1672	5000	2212	2500	1450	8600	1180
»	L 4 UH	1685	4500	2225	2177	1450	7050	1170
FBW	L 40 V	1666	4500	2206	2600	1430	7500	1200
»	L 50 V	1651	5000	2191	2900	1430	8250	1200
»	L 70 U	1670	5200	2210	2750	1500	8750	1200
Berliet	GLR 10 M	1883	5040	2423	2155	1683	9000	1200
Henschel								
	HS 120 CH	1658	4800	2198	1375	1240	8500	1240
	HS 120 TCH	1658	3850	2198	1760	1465	7500	1305
MAN	515 L 1.F	1655	4600	2195	2300	1325	8750	1160

Die Standardmaße von Vierrad-Anhängern wurden von den Fabrikanten wie folgt angegeben :

- Die Deichsellängen von 4-Rad-Anhängern schwanken sehr wenig, 2,80 m bis 3,00 m ist ein Normalmaß.
- Der Achsstand der heute gebauten 4-Rad-Anhänger liegt zwischen 4,10 m und 5,30 m.

Für die folgenden 4 Lastwagenzüge werden die notwendigen Verbreiterungen gerechnet:

- a) Mittlerer Lastwagenzug;
- b) Kipplastwagen mit kurzem Achsstand und Anhänger;
- c) Großer Lastwagenzug;
- d) Sehr großer Lastwagenzug.

		Mittlerer Lastwagenzug	Kipplastwagen mit Anhänger	Großer Lastwagenzug	Sehr großer Lastwagenzug
1. Achsstand des Lastwagens	$a_1$	4,50	4,40	4,90	5,20
2. Kupplungsabstand	$a_2$	2,30	1,10	2,50	2,50
3. Deichsellänge des Anhängers	$a_3$	2,60	2,90	2,90	2,90
4. Achsstand des Anhängers	$a_4$	4,20	4,80	4,80	5,20

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Verbreiterung der Fahrbahn auf beide Seiten der abgesteckten Straßenachse zu erreichen, nehmen wir an, die Hinterachse des Lastwagens fahre über der abgesteckten Straßenachse  $r_2$ .

Wenn der Abstand Hinterachse Lastwagen—Anhängerkupplung  $a_2$  so groß ist, wie die Deichsellänge des Anhängers  $a_3$ , wenn also  $a_2 = a_3$ , dann würden die beiden mittleren Achsen des Zuges in der gleichen Spur fahren. Diese Bedingung ist aber selten erfüllt.

Berechnung der einzelnen Radien und Verbreiterungen  $V_a$  und  $V_i$

Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß

$$(r_2)^2 + (a_1)^2 = (r_2 + V_a)^2 \quad \text{oder}$$

$$(r_2)^2 + (a_1)^2 = (r_2)^2 + 2r_2 \cdot V_a + (V_a)^2$$

$$V_{a\ 1,2} = \frac{-2r_2 \pm \sqrt{(2r_2)^2 + 4(a_1)^2}}{2} = -r_2 \pm \sqrt{(r_2)^2 - (a_1)^2}$$

Die Radien  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ ,  $r_4$  und  $r_5$  können mit dem Pythagoras auf einfache Weise bestimmt werden. — Es wird:

$$r_1 = \sqrt{(r_2)^2 + (a_1)^2} = r_2 + V_a$$

$$r_3 = \sqrt{(r_2)^2 + (a_2)^2}$$

$$r_4 = \sqrt{(r_3)^2 - (a_3)^2}$$

$$r_5 = \sqrt{(r_4)^2 - (a_4)^2} = r_2 - V_i \quad V_i = r_2 - r_5$$

$V_{\text{total}} = V_a + V_i =$  notwendige Totalverbreiterung

Zusammenstellung der Resultate:

1. Durchfahrt des mittleren Lastwagenzuges durch Kurven mit verschiedenen Radien:

*Tabelle 1*

Abgesteckte Axe $r_2$	$V_a$	$r_1$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	$V_i$	$V = V_i + V_a$ total
10 m	1,07	11,07	10,26	9,93	8,99	1,01	2,08
15 m	0,69	15,69	15,18	14,95	14,35	0,65	1,34
20 m	0,51	20,51	20,13	19,96	19,51	0,49	1,00
25 m	0,41	25,41	25,11	24,97	24,61	0,39	0,80
30 m	0,34	30,34	30,09	29,98	29,68	0,32	0,66
35 m	0,29	35,29	35,08	34,98	34,73	0,27	0,56
40 m	0,25	40,25	40,07	39,98	39,76	0,24	0,49
45 m	0,23	45,23	45,06	44,98	44,79	0,21	0,44
50 m	0,20	50,20	50,05	49,99	49,81	0,19	0,39
55 m	0,18	55,18	55,05	54,99	54,83	0,17	0,35
60 m	0,17	60,17	60,04	59,99	59,84	0,16	0,33
70 m	0,15	70,15	70,04	69,99	69,86	0,14	0,29
80 m	0,13	80,13	80,03	79,99	79,88	0,12	0,25
90 m	0,11	90,11	90,03	89,99	89,89	0,11	0,22
100 m	0,10	100,10	100,00	99,99	99,90	0,10	0,20
150 m	0,07	150,07	150,00	150,00	149,94	0,06	0,13
200 m	0,05	200,05	200,00	200,00	199,95	0,05	0,10
250 m	0,04	200,04	250,00	250,00	249,96	0,04	0,08
500 m	0,02	500,02	500,00	500,00	499,98	0,02	0,04

2. Durchfahrt des Kipplastwagens mit kurzem Achsstand und Anhänger durch Kurven mit verschiedenen Radien:

*Tabelle 2*

Abgesteckte Axe $r_2$	$V_a$	$r_1$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	$V_i$	$V = V_i + V_a$ total
10 m	0,93	10,93	10,06	9,63	8,35	1,65	2,58
15 m	0,63	15,63	15,04	14,76	13,96	1,04	1,67
20 m	0,48	20,48	20,03	19,82	19,23	0,77	1,25
25 m	0,39	25,39	25,03	24,85	24,39	0,61	1,00
30 m	0,32	30,32	30,02	29,88	29,49	0,51	0,83
35 m	0,28	35,28	35,02	34,90	34,57	0,43	0,71
40 m	0,24	40,24	40,01	39,91	39,62	0,38	0,62
45 m	0,22	45,22	45,01	44,92	44,66	0,34	0,56
50 m	0,19	50,19	50,01	49,93	49,70	0,30	0,49
55 m	0,18	55,18	55,01	54,93	54,72	0,28	0,46
60 m	0,16	60,16	60,01	59,94	59,75	0,25	0,41

70 m	0,14	70,14	70,01	69,95	69,78	0,22	0,36
80 m	0,12	80,12	80,01	79,95	79,81	0,19	0,31
90 m	0,11	90,11	90,01	89,96	89,83	0,17	0,28
100 m	0,10	100,10	100,00	99,96	99,85	0,15	0,25
150 m	0,07	150,07	150,00	149,95	149,90	0,10	0,17
200 m	0,05	200,05	200,00	199,98	199,93	0,07	0,12
250 m	0,04	250,04	250,00	249,98	249,94	0,06	0,10
500 m	0,02	500,02	500,00	499,99	499,97	0,03	0,05

3. Durchfahrt des großen Lastwagens durch Kurven mit verschiedenen Radien:

*Tabelle 3*

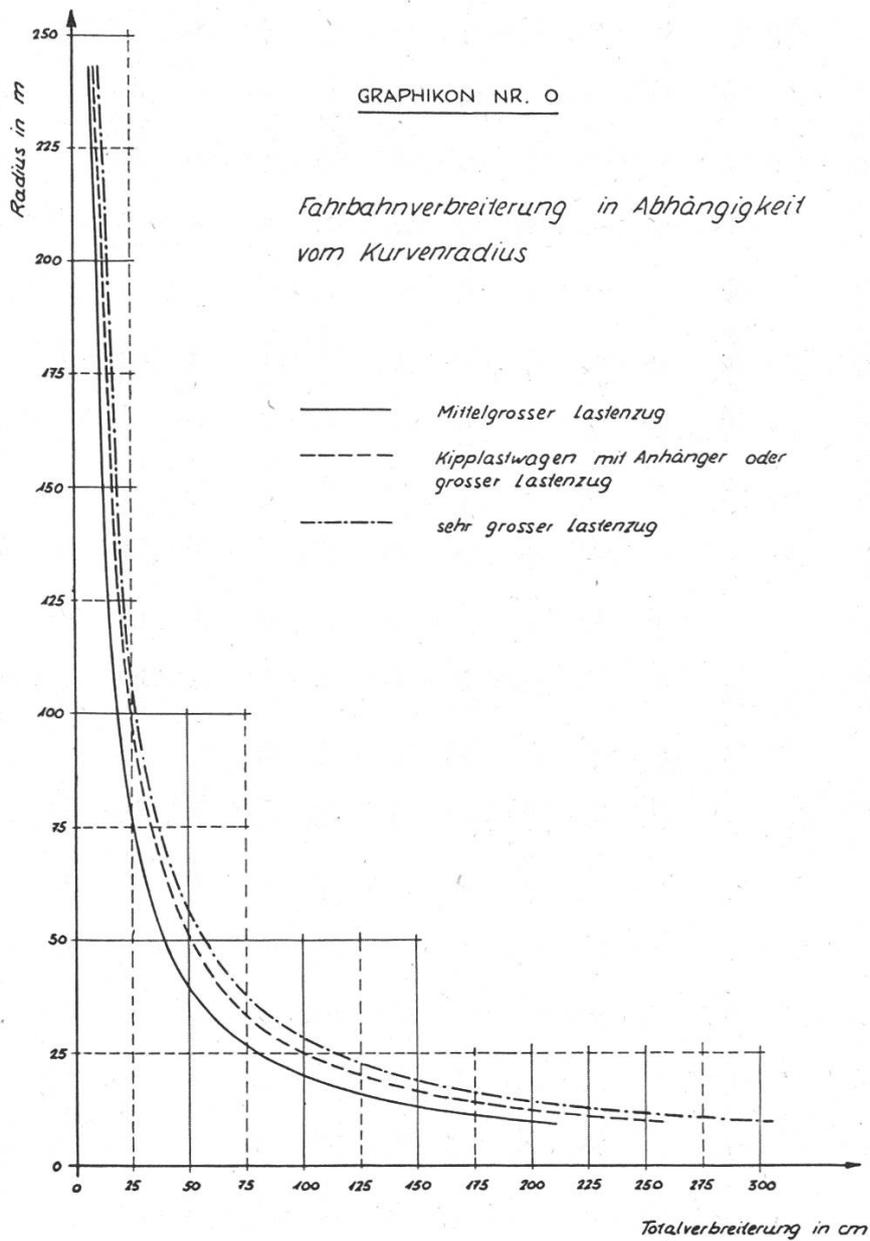
Abgesteckte Axe $r_2$	$V_a$	$r_1$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	$V_i$	$V = V_i + V_a$ total
10 m	1,14	11,14	10,31	9,89	8,65	1,35	2,49
15 m	0,78	15,78	15,21	14,93	14,14	0,86	1,64
20 m	0,61	20,61	20,15	19,95	19,36	0,64	1,25
25 m	0,48	25,48	25,12	24,95	24,48	0,52	1,00
30 m	0,40	30,40	30,10	29,96	29,58	0,42	0,82
35 m	0,34	35,34	35,09	34,97	34,64	0,36	0,70
40 m	0,30	40,30	40,08	39,98	39,68	0,32	0,62
45 m	0,27	45,27	45,07	44,98	44,72	0,28	0,55
50 m	0,24	50,24	50,06	49,98	49,75	0,25	0,49
55 m	0,22	55,22	55,06	54,98	54,77	0,23	0,45
60 m	0,20	60,20	60,05	59,98	59,79	0,21	0,41
70 m	0,17	70,17	70,04	69,98	69,82	0,18	0,35
80 m	0,15	80,15	80,04	79,99	79,84	0,16	0,31
90 m	0,13	90,13	90,04	89,99	89,86	0,14	0,27
100 m	0,12	100,12	100,03	99,99	99,87	0,13	0,25
150 m	0,08	150,08	150,02	149,99	149,92	0,08	0,16
200 m	0,06	200,06	200,02	199,99	199,94	0,06	0,12
500 m	0,02	500,02	500,01	500,00	499,98	0,02	0,04

4. Durchfahrt des sehr großen Lastwagens mit sehr großem Anhänger durch Kurven mit verschiedenen Radien:

*Tabelle 4*

Abgesteckte Axe $r_2$	$V_a$	$r_1$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	$V_i$	$V = V_i + V_a$ total
10 m	1,46	11,46	10,31	9,89	8,41	1,59	3,05
15 m	0,93	15,93	15,21	14,93	13,99	1,01	1,94
20 m	0,69	20,69	20,15	19,95	19,26	0,74	1,43
25 m	0,55	25,55	25,12	24,96	24,41	0,59	1,14
30 m	0,46	30,46	30,10	29,96	29,51	0,49	0,95
35 m	0,39	35,39	35,09	34,97	34,58	0,42	0,81

40 m	0,34	40,34	40,08	39,97	39,63	0,37	0,71
45 m	0,30	45,30	45,07	44,98	44,67	0,33	0,63
50 m	0,27	50,27	50,06	49,98	49,71	0,29	0,56
55 m	0,25	55,25	55,06	54,98	54,73	0,27	0,52
60 m	0,23	60,23	60,05	59,98	59,76	0,24	0,47
70 m	0,19	70,19	70,04	69,98	69,79	0,21	0,40
80 m	0,17	80,17	80,04	79,99	79,82	0,18	0,35
90 m	0,15	90,15	90,04	89,99	89,84	0,16	0,31
100 m	0,14	100,14	100,00	99,99	99,85	0,15	0,29
150 m	0,09	150,09	150,00	150,00	149,90	0,10	0,19
200 m	0,07	200,07	200,00	200,00	199,93	0,07	0,14
250 m	0,07	250,07	250,00	250,00	249,94	0,06	0,13
500 m	0,03	500,03	500,00	500,00	499,97	0,03	0,06



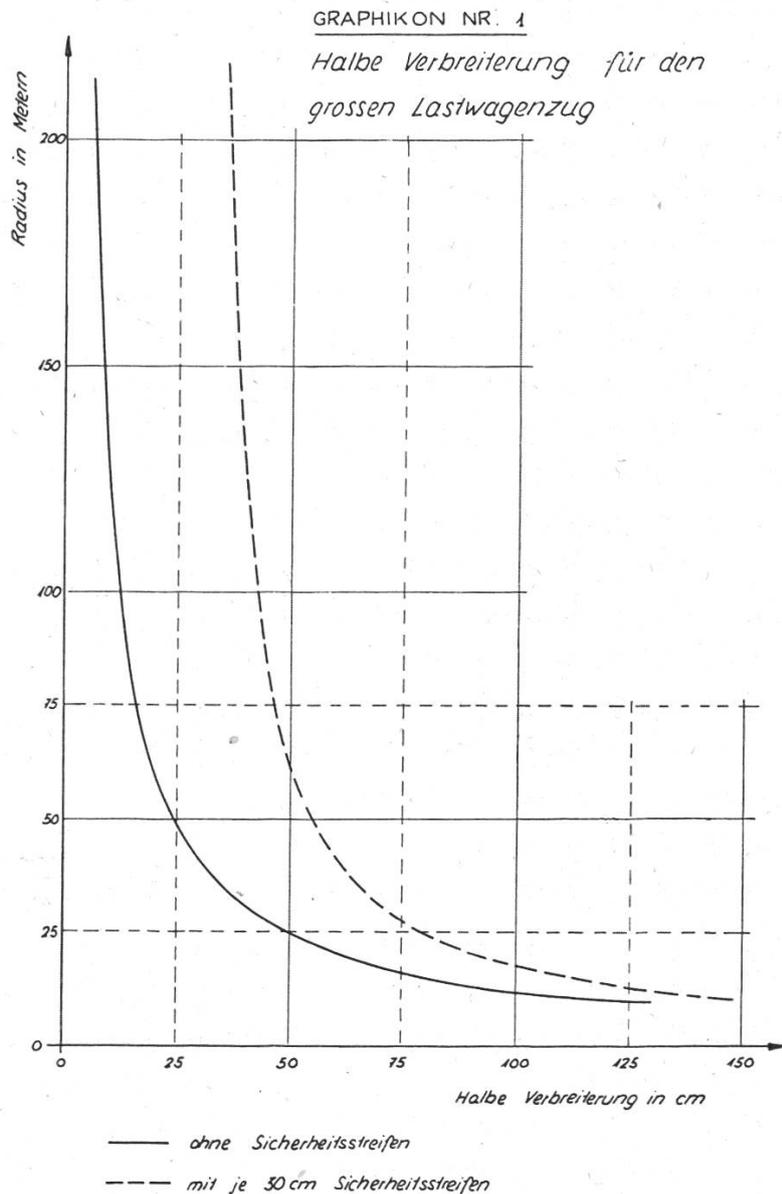
Aus den Tabellen und aus dem Graphikon ist ersichtlich, daß die Verbreiterungen größer sind, als meist angenommen wird. Selbst beim Radius von 50 m sind 40 bis 50 cm Fahrbahnverbreiterung nötig. Bei 30 m Radius sind sogar 70 bis 80 cm Fahrbahnverbreiterung nötig.

Überraschend ist die Tatsache, daß der Kipplastwagenzug mit dem kurzen Radstand mehr Verbreiterung braucht als der mittelgroße Normallastenzug mit der viel längeren Ladebrücke. Die Ursache des Unterschiedes liegt in der Verschiedenheit der Kupplungsabstände  $a_2$  (hinterer Überhang des Lastwagens). Kleiner Überhang bewirkt große Fahrbahnverbreiterung, großer Überhang verringert die Verbreiterung der Fahrbahn.

### III. Die notwendige Breite der Fahrbahn (Raumprofilbreite)

Die notwendige Breite der Fahrbahn in der Geraden ist gegeben:

- durch die zulässige Wagenkastenbreite,
- durch einen beidseitigen Sicherheitsstreifen für den Fahrer.



Die zulässige Wagenkastenbreite wird nach dem neuen Motorfahrzeuggesetz 2,50 m betragen. Nehmen wir für den Sicherheitsstreifen je 30 cm an, so muß in der Geraden ein Raumprofil von mindestens 3,10 m sein.

Bleiben wir bei diesem Sicherheitsstreifen auch in den Kurven, so ist die Breite des Raumprofils um das Maß der unter II berechneten Verbreiterung ( $V_{total}$ ) zu erhöhen. Bei der Absteckung gehen wir dabei so vor, daß wir die Hälfte der Gesamtbreite nach außen und die andere Hälfte nach innen abstecken.

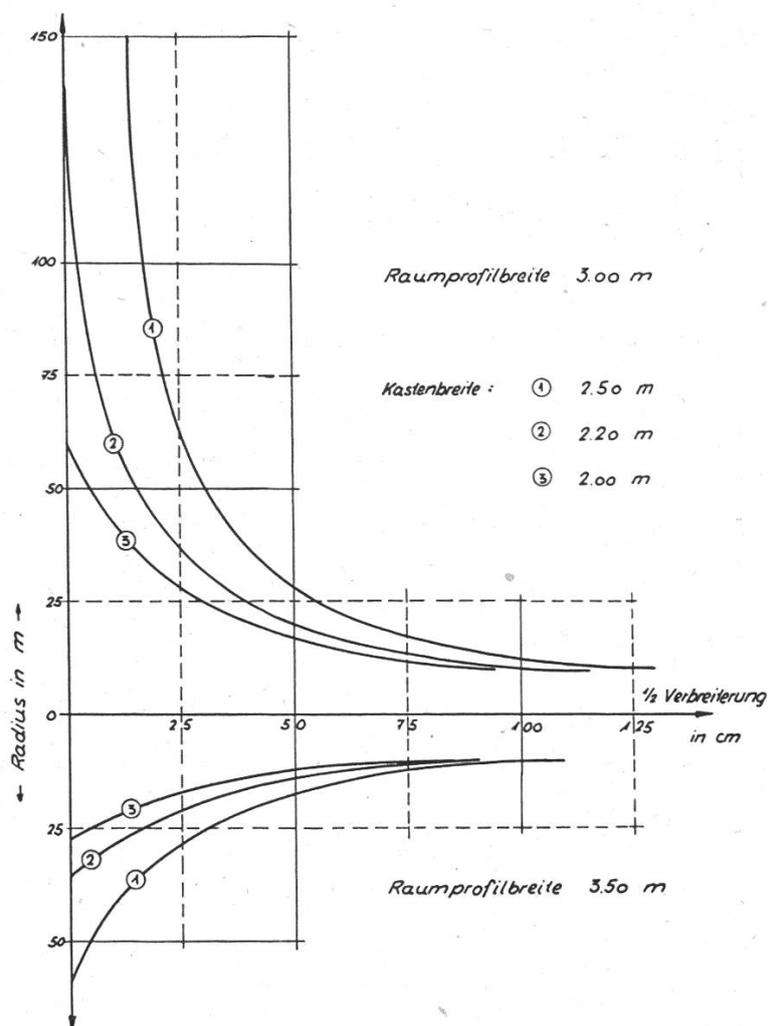
Der Übergang vom normalen zum verbreiterten Profil wird zweckmäßig auf der Geraden vor Beginn und nach Ende des Bogens ausgeführt.

Bemerkungen zur graphischen Darstellung:

In der X-Achse sind die halben Verbreiterungen, in der Y-Achse die zugehörigen Radien aufgetragen. Die gestrichelte Kurve gilt für einen halbseitigen Sicherheitsstreifen von 30 cm.

GRAPHIKON NR. 2.

Halbe Verbreiterung für den grossen Lastwagenzug



Zwei Beispiele:	$r_2 = 30 \text{ cm}$	$r_2 = 60 \text{ cm}$
$\frac{1}{2}$ Verbreiterung V	= 41 cm	20 cm
Sicherheitsstreifen	= 30 cm	30 cm
Halbe Wagenkastenbreite	= 125 cm	125 cm
Notwendige halbe Breite	= 196 cm	175 cm
Ganze Raumprofilbreite	= 392 cm	350 cm
	= 4,00 m	3,50 m
Normalbreite in der Geraden	= 3,50 m	3,50 m
Notwendige Verbreiterung	= 0,50 m	0,00 m

Notwendige Verbreiterungen als Funktion des Achsradius für Wagenkastenbreiten von 2,50 m, 2,20 m, 2,00 m bei Wegbreiten von 3,50 m und 3,00 m (großer Lastwagenzug).

Radius $r_2$	Wagenkastenbreite 2,50 m		Wagenkastenbreite 2,20 m		Wagenkastenbreite 2,00 m	
	Verbreiterung Wegbreiten		Verbreiterung Wegbreiten		Verbreiterung Wegbreiten	
	3,50 m	3,00 m	3,50 m	3,00 m	3,50 m	3,00 m
10 m	2,10	2,60	1,80	2,30	1,60	2,10
15 m	1,24	1,74	0,94	1,44	0,74	1,24
20 m	0,82	1,32	0,52	1,02	0,32	0,82
25 m	0,60	1,10	0,30	0,80	0,10	0,60
30 m	0,42	0,92	0,12	0,62	—	0,32
35 m	0,30	0,80	—	0,50	—	0,30
40 m	0,22	0,72	—	0,42	—	0,22
45 m	0,14	0,64	—	0,34	—	0,14
50 m	0,10	0,60	—	0,30	—	0,10
60 m	—	0,50	—	0,20	—	—
70 m	—	0,46	—	0,16	—	—
80 m	—	0,40	—	0,10	—	—
90 m	—	0,36	—	0,06	—	—
100 m	—	0,34	—	0,04	—	—
150 m	—	0,26	—	—	—	—
200 m	—	0,22	—	—	—	—
500 m	—	0,14	—	—	—	—

Anmerkungen: Die Verbreiterungen werden zweckmäßig je hälftig nach außen und innen abgesteckt.

Die Verbreiterung erfolgt am besten auf dem geraden Stück vor und nach dem Kreisbogen, eventuell auf der Übergangskurve.

Beispiel:  $r_2 = 20,00 \text{ m}$ , Wagenbreite = 2,50 m, Wegbreite in der Geraden = 3,50 m.

Aus der Tabelle wird abgelesen: Verbreiterung = 0,82 m, totale Breite:  $0,82 + 3,50 = \underline{4,32 \text{ m}}$ .

Absteckung:  $\frac{1}{2}$  von  $4,32 = 2,16$  m nach außen, 2,16 m nach innen.

*Vorschlag:* Um der sich abzeichnenden Entwicklung im Schichtholztransport Rechnung zu tragen, sind bei der Projektierung von Waldstraßen schon heute die Fahrbahnen in den Kurven genügend zu verbreitern.

Die Fahrbahnen sind entsprechend den Angaben aus Tabelle 1 oder 2 zu verbreitern.

Übergroße Lastwagenzüge (Tabelle 4) werden in absehbaren Zeiten im Schichtholztransport keine Bedeutung haben.

Durch die Fahrbahnverbreiterung wird auch der Langholztransport durch enge Kurven verbessert.

Große Lastwagen mit Anhängern verlangen sehr große Wendeplätze. Wenn diese Kehrplätze nicht erstellt werden können, sollten keine Stumpenwege, sondern durchgehende Ringstraßen gebaut werden.

### **Zusammenfassung:**

1. Für den Schichtholztransport mit Lastwagen mit Vierradanhängern genügt ein Minimalradius von 12–15 m.
2. Die Fahrbahnverbreiterungen, die solche Lastenzüge brauchen, sind bedeutend. Die Fahrbahnen sind entsprechend der Tabelle 1 oder 2 zu verbreitern.
3. Die Verbreiterung kann nicht reduziert werden, weil der Fahrmechanismus eine gegebene Größe ist. Langholzwagen mit Schwickachsen brauchen weniger Fahrbahnverbreiterung als Lastwagen mit Anhängern.
4. Ein Kipplastwagen (kurzer Achsstand) mit Anhänger braucht mehr Fahrbahnverbreiterung als ein mittelgroßer Überlandlastenzug.

### **Résumé**

#### **Rayon minimum et élargissement des courbes des routes forestières**

Le transport des bois en stères à l'aide de gros camions était, avant la seconde guerre mondiale, de peu d'importance. Aujourd'hui encore, la plus grande partie du bois de feu est transportée, à partir de la forêt, à l'aide de véhicules de faibles dimensions, et le transport sur longues distances du bois à papier est quasi un monopole des chemins de fer. Cette division du travail dans les transports des produits forestiers n'est cependant par réglée à tout jamais. Déjà se manifeste une évolution qui montre qu'avec le temps tous les bois en stères pour l'industrie (bois à papier, bois pour panneaux de fibres et pour panneaux de copeaux) seront transportés directement de la forêt à l'usine à l'aide de camions gros porteurs ou même de trains routiers. La construction des autoroutés accélérera cette évolution.

L'auteur étudie dans son exposé la question de savoir si nos routes forestières seront adaptées à ces gros véhicules. Il montre que le rayon minimum des courbes doit être d'au moins 12 m. Il analyse ensuite, très en détail, le problème de l'élargissement des courbes et il donne, sous forme de tableaux, les élargissements

nécessaires en fonction des rayons de courbure pour quatre types de trains routiers. Ces quatre types de trains routiers sont: train routier de dimension moyenne; camion à pont basculant et à faible écartement d'essieux avec remorque; gros train routier; très gros train routier. L'élargissement se fera par moitié sur les deux côtés de la courbe, et il commencera et finira sur les droites de raccordement. Pour terminer, l'auteur recommande d'élargir aujourd'hui déjà les virages des routes forestières en construction afin qu'elles soient adaptées à la circulation future. Il n'est pas nécessaire de tenir compte cependant des exigences des très gros trains routiers. L'élargissement des courbes favorise également le transport des bois longs. Les trains routiers exigent de très grandes places pour tourner; souvent il n'est guère possible d'en construire de dimensions suffisantes, aussi est-il préférable de prévoir des réseaux routiers en circuit fermé plutôt que des routes en cul-de-sac.

*Farron*

## MITTEILUNGEN - COMMUNICATIONS

### **Die wichtigsten Typen der Holzhackmaschinen**

Von Dipl. Ing. *Adolf Piponius*, Helsinki

Als um 1860 die chemische Holzveredlungsindustrie entstand, war eines ihrer Hauptprobleme, das Holz so zu zerkleinern, daß die Späne völlig von den beim Kochen benutzten Chemikalien getränkt werden konnten. Die Erfahrung hatte gelehrt, daß nur Späne von ganz bestimmter Form und Größe dieser Forderung entsprachen. Seither sind verschiedene Typen von Hackmaschinen gebaut worden, um diese Hackschnitzel herzustellen.

Hackmaschinen für die chemische Holzveredlungsindustrie sollen folgende technische Forderungen erfüllen:

1. Sie müssen Stämme verschiedener Größe oder auch Abfallholz, das von der mechanischen Holzveredlungsindustrie nicht verwertet werden kann, zu Spänen zerkleinern, die für jeden denkbaren Verarbeitungsprozeß geeignet sind.

2. Sie sollen möglichst wenig Abfall liefern. Dieser wird in Form von feinen Schnitzeln aus der Maschine geworfen und muß in der Regel ausgesiebt werden. Zwar kann dieser Abfall noch immer als Brennstoff verwandt werden, doch besitzt er gegenüber erstklassigen Industriespänen nur noch die Hälfte des Wertes.

3. Sie sollen möglichst wenig übergroße Späne, Splitter oder schindelartige Stücke liefern. Diese lassen sich allerdings aussieben, und man kann sie erneut von der Maschine zerhacken oder in einem Disintegrator zerstoßen lassen, auch kann man sie in einer weiteren Hackmaschine zerkleinern. Der nachbehandelte Ausschub muß dann wieder gesiebt werden; meist aber ist das Erzeugnis unhomogen und für die Zellstoffproduktion nicht geeignet.