

Der Kurven-Minimalradius im Waldstrassenbau

Autor(en): **Rüedi, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **105 (1954)**

Heft 1

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766645>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ob ein Betrieb schon verstaatlicht ist oder nicht? Wieso haben im letzteren Falle gerade die im Betriebe Tätigen ein größeres Recht auf Berücksichtigung als die anderen besitzlosen Volksschichten der Staatsdiener, der freien Berufe usw.? Wenn man durch wahren Sozialismus den Egoismus des Privateigentums überwinden will, dann kann man das nicht dadurch tun, daß man an seine Stelle den Egoismus einer Belegschaft, einer Gruppe oder Klasse setzt.

Vielleicht regen diese Lehren, welche die Forstwirtschaft für eine zweckmäßige und gerechte Wirtschaftsordnung darbieten kann, zum Nachdenken an. Der Wald steht freilich unter ewigen Gesetzen, und für seinen Gebrauch ist daher die uneingeschränkte wirtschaftliche Freiheit kein erstrebenswertes Ziel, heute weniger denn jemals. Müssen wir nicht auf allen Gebieten nach einer sinnvollen Gestaltung unserer Lebensverhältnisse und unserer Wirtschaft auf dieser immer enger werdenden Erde suchen?

Résumé

Ordre économique et économie forestière

Quelles expériences l'économie forestière a-t-elle faite avec les deux formes de propriété préconisées par les deux idéologies antagonistes contemporaines? La propriété collective, réalisée dans les forêts publiques, a fait ses preuves malgré le danger d'une gestion bureaucratique. La grande forêt privée est aussi viable. L'émulation entre les différents types de propriété est saine et il serait absurde de pousser le collectivisme jusqu'à ses dernières conséquences.

J.-B. C.

Der Kurven-Minimalradius im Waldstraßenbau

Von K. Rüedi, Kreisoberförster, Aarau

1. Ein Problem

(38.3)

Es mag unzutreffend erscheinen, bei den Minimalelementen der Waldstraßenkurven von einem Problem zu sprechen, nachdem dieses seit langem durch verschiedenste mathematisch-geometrische Untersuchungen abgeklärt ist, wenigstens theoretisch (von praktischen Versuchen ist mir nichts bekannt). Es sei aber vorweggenommen, daß für den Praktiker dieses Problem noch immer weitgehend besteht, weil ihm die Wissenschaft bisher keine zulängliche und befriedigende Essenz ihrer Ergebnisse hat zukommen lassen. Leider vermag dieser Aufsatz hierzu nur einen bescheidenen Beitrag zu liefern. In der Hauptsache soll er das Problem aufzeigen und die Notwendigkeit einer baldigen brauchbaren Lösung dartun. Hier wäre Arbeit für einen *praktischen* Forstingenieur mit mathematischer Ader sowie für die forstliche Arbeitstechnik.

Der Minimalradius wird in unserem Gelände fast bei jedem Waldwegprojekt zum unausweichlichen und deutlich empfundenen Problem, das häufiger Gegenstand forsttechnischer Überlegungen und Diskussionen ist. Um so überraschender muß es anmuten, daß uns gerade hier einfache und klare Unterlagen für den Praktiker mangeln und — trotz der Bedeutung und dem sonst hohen und fortgeschrittenen Stand des Waldstraßenbaus in der Schweiz — bei uns spezielle Literatur fehlt und wir auf die zum Teil veraltete des Auslandes angewiesen sind. Was Wunder, wenn viel «gewurstelt» und mit kritiklos übernommenen Formeln und Größen oder empirisch und gefühlsmäßig «projektiert» wird, so daß die Kurven bald zu groß und somit unnötig teuer, noch öfter zu klein angelegt werden. Anlässlich der Diskussion nach dem Vortrag des Eidg. Oberforstinspektor, Dr. E. Heß, an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich am 12. Januar 1945 über generelle Wegnetzprojektierung wurde auch das vorliegende Thema berührt, aber wesentliche Momente, wie etwa die Unterscheidung zwischen Konvex- und Konkavkurven, blieben unerwähnt. Hingegen wurde dabei einmal mehr von seite der Holzindustrie — gegenüber den nicht neuen Wünschen der Waldwirtschaft, aus Ersparnisgründen engere Kurven bauen und zu diesem Ende das Holz kürzer sägen zu können — betont, *wie unerlässlich es bleibe, Nutzholz in maximalen Längen abführen zu können*, und daß man auf ein Abgehen von dieser Gepflogenheit nie eintreten werde . . . !

2. Begriffsklärungen und Grundlagen

Jeder Forsttechniker weiß, daß die Gestaltung der Bögen, d. h. insbesondere die Bemessung ihrer zulässigen Minimaldimensionen, abhängt von

- a) der maximalen *Länge der abzuführenden Hölzer*;
- b) der *Wegbreite*.
- c) Weit weniger wird beachtet, daß auch die *technischen Gegebenheiten des Fuhrwerks* eine Rolle spielen (Spurweite, Achsendrehwinkel hinten und vorn, Ladehöhe, sog. «Lotterung», «Schwicke», «Wepfe» oder deren Fehlen).
- d) Fast unbekannt scheint es aber zu sein, daß zu unterscheiden ist zwischen eingeschnittenen, konkaven, konvexen und freien Kurven.
- e) Überhaupt nirgends findet man den Hinweis, daß auch die *Lage der Kurve* innerhalb der Weglinie von Belang ist. Befindet sie sich auf einer Transportscheide oder unweit davon, so wird sie für gewöhnlich nur von leeren Fahrzeugen durchfahren, kann somit viel enger sein.

Die grundlegenden Begriffe werden oft verschwommen gebraucht. Man redet zum Beispiel von Wegbreite, ohne darüber Klarheit zu schaffen, ob damit gemeint ist

Fahrbahnbreite (hart ausgebaut), evtl. inklusive Schale

Kronenbreite (inklusive Bankette)

nützliche Breite (verwendbar nicht für die Räder, aber für die Bewegung der Last, d. h. eingerechnet evtl. Graben und eine bestimmte unterste Zone der Einschnittböschung).

Zu den Grundbegriffen sind deshalb einige Erläuterungen nötig:

Wegbreite

Für die Räder steht bei ausgebauten Straßen (wir reden nur von solchen) einzig die harte Fahrbahn zur Verfügung, für den transportierten Stamm aber der ganze freie Raum bis auf minimale Ladehöhe unterkant. Diese befindet sich bei uns theoretisch auf zirka 1 m, sie kann jedoch wegen des Durchhangs auf 60 cm sinken, ja sogar auf 30 bis 40 cm. Für gewöhnlich ergibt sich dieser Durchhang zwischen beiden Achsen, ausnahmsweise auch am Hinterende der Stämme. Sie darf somit auch nicht größer in Rechnung gestellt werden. Die nützliche Breite ist fast immer größer als die Kronenbreite, indem in der Regel im Einschnitt mindestens der Graben und ein Streifen Böschung (um so breiter, je flacher diese ist) hinzukommen; sie steht nicht dem Fahrzeug, wohl aber der Last zur Verfügung.

Maximale Stammlänge

Sie wechselt nach Wuchsort, Waldzustand und Gepflogenheiten. In unserer Gegend sind 25 m im allgemeinen die obere Grenze, doch kommen auch 30 m vor, an einzelnen Orten ausnahmsweise 34 bis 36 m. Mit einem Maximum von 30 m wird man aber in unsern Langholzgebieten bei günstigen Verhältnissen stets rechnen müssen, denn allzu oft denkt man zuwenig an die später erreichbaren Waldverbesserungen, welche das Nutzholz an Menge wie an Länge werden zunehmen lassen.

Die Unterscheidung der erwähnten *vier Kurvenkategorien* ist meines Wissens *Stoetzer* zu verdanken («Waldwegebaukunde», 5. Aufl., 1913):

Die *freie Kurve* liegt in der Ebene, auf Damm oder doch nur so wenig eingeschnitten, daß die Last sicher nicht an die Ränder stößt.

Die *konkave Kurve* biegt in den Berg hinein, sie ist einseitig einwärts frei.

Die *konvexe Kurve* führt um den Berg herum, sie ist einseitig auswärts frei.

Die *ingeschnittene Kurve* ist mindestens teilweise ein Hohlweg mit Rändern, die der Last beidseits ein Hindernis entgegensetzen.

Sehr wesentlich ist dabei, daß die Kurve einer dieser Kategorien angehört, wenn sie deren Bedingungen auch nur auf einer kurzen Teil-

strecke genügt. Wendeplatten sind deshalb meist zur ungünstigeren Kategorie der Konkavkurven zu klassieren.

Bei den *Fuhrwerken* dürfen wir heute mit einer «Wepfen»-Vorrichtung rechnen (deutsch: Lotterung, Schwicken). Die Ladebreite kann auf 2,5 m gehen. Der Durchhang muß bis auf 30 bis 40 cm über Boden angenommen werden. Zwischen die Achsen entfallen zirka zwei Drittel der Stammlänge, bei langem Holz bis drei Viertel.

Der Beschaffenheit der Fahrzeuge dürfen wir aber nicht zuviel Bedeutung beimessen, da sie wechselt und in Zukunft — wir bauen auf Jahrhunderte — erheblich verändert sein kann. Sie wird sich ja umgekehrt bis zu einem gewissen Grad auch den vorhandenen Straßen anpassen müssen! Der minimale Radius ist, neben der Länge, zur Hauptsache vom Einschlagswinkel abhängig, wie die Formeln unten zeigen.

Vorausgesetzt wird eine aus tangentialen Geradstücken und Kreisbogen zusammengesetzte Projektachse, wie sie bei uns im allgemeinen üblich ist.

3. Ermittlung der Minimaldimensionen von Serpentin

Der Schreibende gedenkt nicht, sich hier selber in mathematischen Ableitungen zu versuchen. Es fehlt ihm dazu an Zeit und Talent. Es ist aber auch ganz unnötig, denn sie sind grundsätzlich längst gemacht; sie sind recht kompliziert und würden von den wenigsten gelesen oder gar studiert. Doch ist es angezeigt, die wesentlichen Erkenntnisse hier kurz anzudeuten.

Laible gibt in seinem «Landstraßenbau» (1907) bereits das Grundlegende. Er unterscheidet die beiden Hauptfälle, wonach die Ladung über den Straßenrand hinausstehen darf oder nicht. Für den ersten Fall leitet er das Formelpaar ab

$$r_1 = \frac{l \cdot \cos \alpha}{\sin (\alpha + \alpha_1)} - \frac{s}{2}$$

$$B = l \cdot \frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha}{\sin (\alpha + \alpha_1)} + s$$

Darin bedeuten:

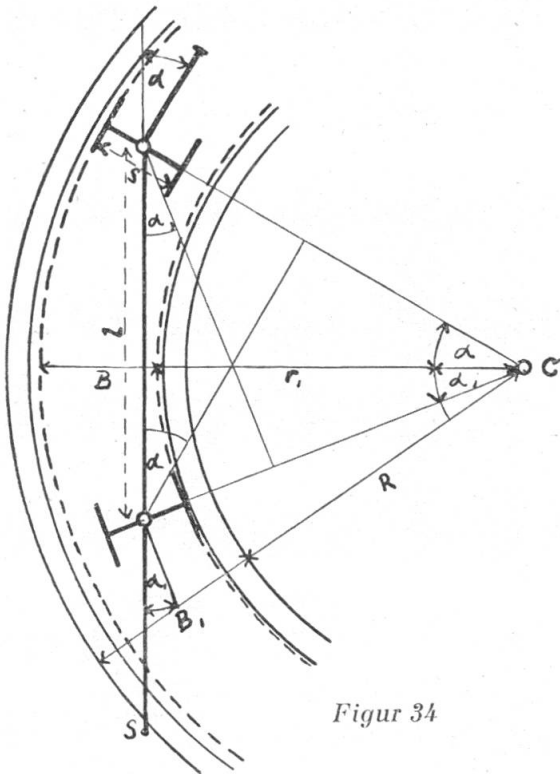
- r_1 = Radius des Innenrandes der Kurve (genauer: ohne Spielraum des rechten Hinterrades)
- B = Wegbreite (Steinbahn)
- l = Abstand von Vorder- zu Hinterachse (in der Regel zwei Drittel Stammlänge)
- s = Spurweite
- α und α_1 = Drehwinkel von Vorder- und Hinterachsgestell

Hinzu kommen Spielraum (z. B. 20 cm) + Bankett.

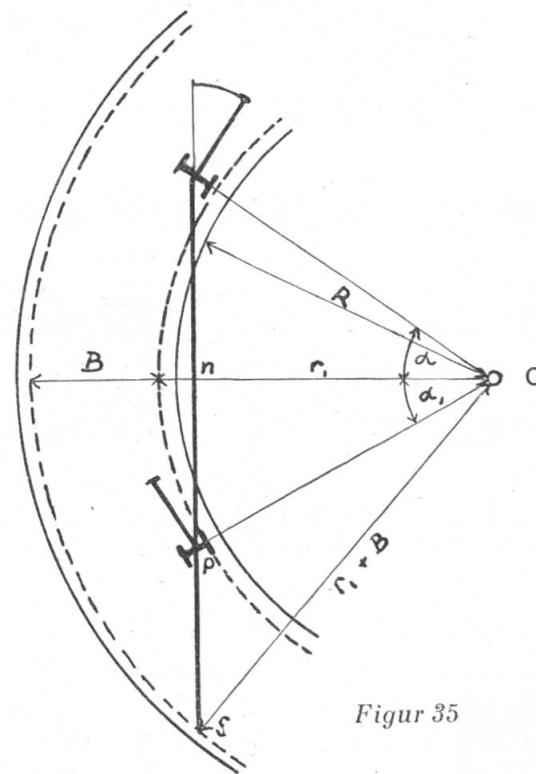
Berücksichtigt man derart die Abhängigkeit von den Achsdrehwinkeln, so gibt es somit nur *einen* bestimmten Minimalradius und die dazugehörige den Rädern zur Verfügung stehende Wegbreite. Es geht nicht, mittels Breitenvergrößerung den Radius zu verkleinern, er muß die erwähnte Minimalgröße haben.

Im zweiten Fall ergibt sich

$$r_1 + B = \sqrt{Cn^2 + \overline{nS}^2}$$



Figur 34



Figur 35

Figur 34

Nach Laissle, mit Ergänzungen. Betrifft die Formel bei Stämmen, welche die Straße überstehen

Figur 35

Betrifft die Formel für Stämme, die sie nicht überstehen dürfen

$$\overline{Cn} = \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) \cos \alpha$$

$$\overline{np} = \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) \sin \alpha$$

$$\overline{pS} = \frac{1}{2} l$$

$$\overline{nS} = \overline{np} + \overline{pS}$$

Das äußere Bankett + Spielraum darf als inbegriffen angesehen werden, innen ist es noch zuzuschlagen.

Hier kann offenbar B auf Kosten von r vergrößert werden.

Dabei wird notabene angenommen, daß die Ladung den Innenrand der Kurve überschneiden darf!

Die Formeln nach *L a i ß l e* erlauben relativ enge Kurven. Diese sollen aber ohne Zuschläge kein ganz bequemes Einfahren gestatten, wie er selber darlegt. Wir kommen unten bei den Kurvenzufahrten darauf zurück.

Schon *L a i ß l e* empfiehlt, die Lösung graphisch zu suchen. Er gibt ferner der Praxis für zwei Beispiele die nötigen Zahlen, wobei «Bankett» offenbar die Ergänzung bis auf die erforderliche nützliche Breite bedeutet:

	Max. Stammlänge	
	21 m	30 m
Innerer Radius	11,0 m	16,6 m
Breite der Steinbahn	2,3 m	2,6 m
Inneres Bankett	0,6 m	0,6 m
Äußeres Bankett	3,6 m (!)	5,2 m (!)
Ganze Straßenbreite	6,5 m	8,4 m

H a u s k a (Das forstliche Bauingenieurwesen, Band III: Landwege, 1938) handelt die minimalen Kurvenelemente auf etwa 40 Seiten ab! Seine Ausführungen sind ungemein gründlich, für den Praktiker aber ungenießbar.

Bei der Bewegung der einzelnen Punkte des Fuhrwerks handelt es sich in Wahrheit wegen der Gefälle um räumliche Kurven, doch genügt es nach *H a u s k a*, mit ihren Horizontalprojektionen zu arbeiten. Die betreffenden Bahnkurven haben erstmals *H e y e r* und *K a i s e r* bearbeitet und 1878 veröffentlicht. Beim Übergang aus der Geraden in die Kreiskurve nahmen sie für die Bewegung des Drehpunktes der Vorderachse einen Kreisbogen an. Tatsächlich handelt es sich aber bei dieser Kurve um eine Klothoide, wie, unabhängig voneinander, *L e b e r* und *C e s a r o* fanden (1901). Beim Straßenbau für bloßen Fuhrwerkverkehr sind aber Übergangsbogen nicht üblich. Man darf ruhig mit Kreisbogen rechnen, da diesen der stark gekrümmte Teil der Klothoide sehr nahe kommt sowie ihr flacherer Teil der Tangente. Für den heutigen Verkehr sieht jedoch *H a u s k a* Übergangskurven als nötig an.

Um, in Auswertung der theoretischen Ergebnisse, auch dem Praktiker etwas zu bieten, gibt *H a u s k a* drei *Absteckungstabellen* für die Serpentina, die den charakteristischen Holztransportarten Rechnung tragen (Brenn-, Block- und Langholz), auf Grund der Abmessungen je eines deutschen und österreichischen Holztransport-Wagentyps. Die Tabellen geben die *Koordinaten* für die Absteckung der Kurven mit den

kleinsten zulässigen Dimensionen. Uns interessiert dabei am meisten Tabelle XXI (Langholz bis 30 m) mit lotterbarem Hintergestell. Für unsere Verhältnisse können wir uns von diesen Angaben wenig versprechen, da bei uns meistens direkt draußen abgesteckt wird.

Sehr wertvoll ist das von H a u s k a gegebene Literaturverzeichnis.

Auch L a i ß l e beschäftigte sich bereits mit den *Zufahrten* zu den Kurven. Er war der Auffassung, bei bequemster Einfahrt (soweit es geht, geradlinig, zunächst dem Innenrand, dann gleichzeitiges volles Drehen von Vorder- und Hinterachse) seien die von ihm berechneten Minimalelemente zu klein. (Diese Auffassung wurde später von andern widerlegt.) Er verbreitert deshalb die Kurven und ein bestimmtes Stück der Zufahrt, beides auf der Innenseite, nach der Formel

$$B_2 = B_1 + \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) (1 - \cos \alpha)$$

B_1 = Kurvenbreite am Bogenanfang.

Dazu kommt ein Zuschlag für den Platz, welchen das Zugelement (Pferde, Traktor) nach völliger Einfahrt über den Gegenrand hinaus vor der Achsdrehung haben muß. Dies sowie die Verbreiterung der Zufahrt wird am besten graphisch ermittelt. Die Verbreiterung der Zufahrt beginnt dort, wo nach völliger Einfahrt das Hinterende der Stämme hält. Noch komplizierter wird die Sache, wenn nach weniger als Lastlänge wieder eine Gegenkurve kommt. Darf das Langholz nicht über den Straßenrand hinausragen, so kommt nochmals ein entsprechender Zuschlag hinzu.

Alle die genannten Arbeiten geben dem im Freien fertig absteckenden Forstingenieur noch keine brauchbaren Rezepte zur raschen und brauchbaren Überprüfung des Minimalradius bzw. der Mindestbreite. Hier kann uns noch am ehesten S t o e t z e r helfen in seiner (sonst weitgehend veralteten) Waldwegebaukunde (1913), so lückenhaft und fast primitiv auch im übrigen gerade dieses Kapitel anmuten mag. Er stellt vorerst einmal fest, daß die alte, auch uns wohlvertraute Schuberg-Formel $R = \frac{L^2}{4B}$ viel zu große Radien gibt, was auch unsern Prak-

tikern meist bekannt ist. Die Formel gibt selten unter 40 bis 60 m Radius! S c h u b e r g ging von verschiedenen unrichtigen Voraussetzungen aus. Er berücksichtigte nicht, daß Vorder- und Hinterrad verschiedene Wege beschreiben, die Radachsen drehbar sind, die Ladung bis an die Böschung und bei freien und konvexen Kurven sogar beliebig weit herausstehen kann usw. (Setzt man in der Schuberg-Formel aber für B die oben erläuterte nützliche Breite statt der Fahr-

bahnbreite, so gibt sie durchaus brauchbare Resultate! Der Verfasser.) — S t o e t z e r korrigiert — zur Erleichterung aller Projektierenden — die Schuberg-Formel dahin, daß er bei konkaven und eingeschnittenen Kurven findet $R = \frac{L^2}{6B}$, bei konvexen und freien $R = \frac{L^2}{8B}$ ($B =$ fahrbare Breite). Er setzt dabei voraus, daß bei konvexen und freien Bogen die Stämme beliebig weit über den Straßenrand hinausgehen dürfen, während er umgekehrt nicht damit rechnet, daß bei konkaven Kurven die Stämme gegebenenfalls den Innenrand überschneiden können. Beides stimmt im Wald natürlich nur, wenn wir den Baumwuchs in entsprechender Breite opfern. Auch im Freiland muß die Abwesenheit störender Hindernisse (Häuser, Mauern, Zäune, Obstbäume) vorausgesetzt werden. (Diese können, wenn das Land nicht dem Waldbesitzer gehört, später unangenehm genug auftauchen.) Solche senkrechte Hindernisse ergeben von den knappsten Verhältnissen. Ähnliche Einengungen können sich im Privatwald ergeben. Die Stoetzerschen Formeln liefern Näherungswerte. Auf die Frage der Zufahrten tritt er nicht ein. Da im Einschnitt gewöhnlich noch Graben und Bankett hinzukommen (zusammen 1 bis 1,5 m) und für den Fall des Überstehens S t o e t z e r rechnet, daß beim längsten Holz volle Dreiviertel auf der Straße Platz haben müssen, ferner kein Überschneidenkönnen auf der Innenseite berücksichtigt ist, so dürften seine Formeln im allgemeinen wohl reichliche Resultate abgeben.

4. Straßenverbreiterung statt Radiusvergrößerung

S t o e t z e r s Formeln haben, wie die von S c h u b e r g, den Vorteil, daß eine Verbreiterung der Straße eine Verkleinerung des Radius erlaubt. Diese Möglichkeit ist bekannt, und es wird oft Gebrauch davon gemacht. Aber auch hier herrscht viel Unklarheit. Die Verbreiterung wird meist gefühlsmäßig oder empirisch vorgenommen. Ganz im nebligen aber bewegen sich die Vorstellungen bei der Frage, auf *welche Seite* man verbreitern soll: nach innen, außen oder beidseits? Kommt nicht die Verbreiterung aufs gleiche heraus wie die Radiuserweiterung, auch kostenmäßig? Auf diesem Gebiet wären wirklich einmal Untersuchungen mit praktisch brauchbaren Ergebnissen bitter nötig!

Wird eine Formel angewendet, so ergibt sich die Antwort: *um wieviel* ist gegebenenfalls die Straße zu verbreitern? aus dieser. Die andere Frage: *Auf welche Seite* ist zu verbreitern? hat offenbar nur einen Sinn im Zusammenhang mit den Anschlußgeraden. Dies abgesehen davon, daß einseitige Verbreiterung je nach Konkav- oder Konvexkurve überschüssigen Abtrag oder das Gegenteil bewirken kann. Schon aus diesem Grunde *empfiehlt sich im geeigneten Gelände die beidseitig gleich-*

mäßige Verbreiterung. Nur nach außen vorgenommen, vergrößert sie praktisch gleichzeitig den Radius, wenn man durch genügend langen Anschlußausgleich dafür sorgt, daß das Fuhrwerk in einer ideellen neuen Straßenachse diesen ausnützen kann, was allerdings nötig macht, daß es vorher eine leichte Gegenkrümmung beschreibt; je nach Gelände und Erdbewegung wird entweder das richtig sein oder aber eine Drehung der Anschlußgeraden nach außen, womit die Gegenkrümmung wegfällt. Wenn es Gelände und Erdbewegung gestatten, wird eine *einseitige Verbreiterung nach innen, genügend groß vorgenommen, das Beste* sein — entsprechenden Anschluß vorausgesetzt —, denn dann bedeutet sie in vielen Fällen im Endeffekt, d. h. hinsichtlich Bahn des Fuhrwerks, eine Radiusvergrößerung ohne Notwendigkeit einer Gegenkurve vorher! Diese Ausgestaltungen werden erst auf dem Situationsplan vorgenommen.

5. Zusammenfassung

a) Die Untersuchung der zu Thema stehenden Probleme wäre offenbar dringend nötig und einer gründlichen, von technischen Versuchen begleiteten Arbeit wert. Sie sollte der praktischen Absteckung einfache Formeln liefern, welche es erlauben, die Projektierung ohne Unterbruch im Freien und ohne Komplikationen vorzunehmen.

b) Vorläufig dürften die Stoetzerschen Formeln

$$R = \frac{L^2}{6B} \text{ für konkave und eingeschnittene Kurven}$$

$$R = \frac{L^2}{8B} \text{ für konvexe und freie Kurven}$$

dem Praktiker die beste Handhabe bieten.

c) Wird auf Kosten des Radius die harte Fahrbahn verbreitert, so kann dies einwärts, auswärts oder beidseits geschehen, je nach Gelände und Massenbewegung. Die Wirksamkeit hängt nicht davon ab, sondern vom Ausmaß der Verbreiterung in Verbindung mit der Gestaltung der Anschlüsse. Wenn es geht, verbreitert man (genügend) nach innen, weil auch dadurch der Radius praktisch noch vergrößert wird, aber ohne dem Fuhrwerk eine Gegenkurve aufzuzwingen, immer entsprechend langen Anschluß vorausgesetzt. Der Angleich der Verbreiterung in der geraden Anschlußstrecke muß, wenn möglich, auf mindestens zwei Drittel der maximalen Stammlänge gehen, noch besser auf drei Viertel. Folgt eine Gegenkurve zu rasch, so müssen beide Kurven entsprechend noch mehr verbreitert werden.

Résumé

Le rayon minimum des courbes de chemins forestiers

L'auteur désire ouvrir une discussion sur un problème trop négligé à son avis: la détermination du rayon minimum et de l'élargissement à donner aux courbes de chemins forestiers. Il montre les faiblesses des méthodes actuelles dans ce domaine.

J.-B. C.

Wegleitungen und Beispiele für neuzeitliche Waldpflanzenversorgung

OK/
232.32

Von *Emil Surber*, Schweizerische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich

(23.26)

Auch bei weitgehender Ausnützung der natürlichen Verjüngung wird der Wirtschaftler bei der Bestandesbegründung sein Ziel selten ohne Pflanzungen erreichen. Abgesehen von Aufforstungen und Umwandlungen, die in der Regel vorwiegend künstlich und dabei zur Hauptsache durch Pflanzung begründet werden, erfordert auch der normale Verjüngungsbetrieb (lokaler Baumartenwechsel, Fehlen qualitativ geeigneter Samenbäume, mangelhaftes Aufkommen der Naturverjüngung) alljährlich eine namhafte Menge Forstpflanzen. Laut eidgenössischer Forststatistik wurden im Jahre 1951 im öffentlichen Wald rund 19 Millionen Pflanzen in den Beständen und 3 Millionen in Neuaufforstungen gepflanzt.

Bis weit in dieses Jahrhundert hinein behandelten die schweizerischen Waldbauer die Pflanzenversorgung als Frage von nebensächlicher Bedeutung; der in- und ausländische Pflanzenhandel lieferte das notwendige Pflanzenmaterial zu günstigen preislichen Bedingungen, oder man beschränkte sich auf die oft mehr improvisierte Eigennachzucht weniger Baumarten (Fichte, Buche, Tanne, Föhre). Es kam so weit, daß der Forstgarten vielenorts zum «Relikt» aus überwundenen forstlichen Epochen degradiert und dementsprechend in allen Beziehungen vernachlässigt wurde. Durch die neuzeitlichen waldbaulichen Ansichten, die Ergebnisse der Provenienz- und Standortforschung, die Nachholbedürfnisse der kriegsbedingten Verlagerungen im Forstbetrieb, dringende Aufforstungs- und Wiederherstellungsarbeiten im Schutzwaldgebiet tritt erneut und nachhaltig ein namhafter Bedarf an Waldpflanzen verschiedenster Arten und Herkünfte auf.

Der Pflanzenhandel kann aber den heutigen Ansprüchen nur teilweise entsprechen; sofern er die Pflanzen überhaupt im eigenen Betrieb nachzieht, sieht er sich in den meisten Fällen gezwungen — scheinbar aus wirtschaftlichen Überlegungen —, den Samen ebenfalls aus dem Handel zu beziehen, der nur beschränkte, oft aus ungeeigneten Ernte-