

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 96 (1945)
Heft: 5-6

Artikel: Generelle Wegnetze
Autor: Hess, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767946>

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: 08.02.2025

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

3. *Leibundgut, H.*: Über Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Beiheft zu den Zeitschriften des Schweiz. Forstvereins. Nr. 21. Bern, 1943.
4. *Moor, M.*: Zur Systematik der Fagetalia. Ber. d. Bot. Ges. Bern, 1938.
5. *Moor, M.*: Die Pflanzengesellschaften der Freiberge. Ber. d. Bot. Ges. Bern, 1942.
6. *Münch, E.*: Neuere Fortschritte der Pflanzenphysiologie und ihre Anwendung in der Forstwirtschaft. Tharandter forstl. Jahrbuch, 1921.
7. *Pallmann, H.*: Über Waldböden. Beiheft zu den Zeitschriften des Schweiz. Forstvereins, Nr. 21, Bern, 1943.
8. *Schädelin, W.*: Die Auslesedurchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung. Bern, 1942.
9. *Tregubov, S.-S.*: Les forêts vierges montagnardes des Alpes Dinariques. Montpellier, 1941.

Generelle Wegnetze Von Dr. E. Heß, eidgen. Forstinspektor

Aus einem Vortrag, gehalten an der Forstschule der ETH in Zürich am 12. Januar 1945.

1. Einleitung

Es ist über kein Thema der Forstwirtschaft eine so lückenhafte Literatur vorhanden wie über die Anlage von Waldwegen. Das mag daher rühren, daß es sich um eine Ingenieurwissenschaft handelt, die in andern Fachzeitschriften als in forstlichen behandelt wird. Im weitern dürfte auch der Umstand mitspielen, daß an Wegbauten erst seit 1902 Bundesbeiträge ausgerichtet werden. Wir finden daher in unsern Zeitschriften wohl Angaben über einzelne Wegbauten, nicht aber über grundsätzliche Fragen des Waldwegbaues.

Wir wollen in den nachfolgenden Ausführungen nicht Allgemeines und längst Bekanntes behandeln, sondern einige noch wenig abgeklärte Fragen berühren, denen wir in der Praxis, bei der Begutachtung von Wegprojekten begegnet sind.

Forstmeister *Krebs* hat in einem kürzlich in der « Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen » (Heft 10, 1944) erschienenen Artikel über « Grundsätzliches zum Waldstraßenbau » Anregungen gegeben für die Ausarbeitung von generellen Wegprojekten. Er schlägt vor, der Bund möchte Richtlinien für die Ausarbeitung der generellen Wegnetze und der Detailprojekte aufstellen, wobei als wichtigste Grundlage der Normalabstand für Straßen und Wege festzusetzen sei.

Schon *Henne*¹ hat auf die große Bedeutung des Studiums der vollständigen Wegnetze aufmerksam gemacht, ohne indessen Richtlinien dafür zu geben.

Die Anordnung der Wege in einem Waldkomplex kann auf die verschiedenartigste Weise geschehen. Man stößt aber immer auf die-

¹ *Henne*: Waldwegebau. (Zum fünfzigjährigen Bestehen der eidg. Inspektion für Forstwesen, 1926.)

selben Probleme, nämlich : wie sind die Wege im Gelände anzuordnen, welche Abstände sind anzuwenden, welche Gefälle sind zu wählen usw.? Darüber finden wir in der Literatur nur äußerst spärliche Angaben, wie ja überhaupt das Problem des Straßentransportes noch nie vom arbeits-technischen Standpunkt aus behandelt wurde. Wir unterscheiden Steinbettstraßen, Erdwege, Schlittwege, Saumwege, Fußwege usw. und stützen uns dabei hauptsächlich auf die Gefälle und die Straßenbreite, ohne uns Rechenschaft zu geben, wo die Grenzen der besten Leistungen für die angewendeten Fahrzeuge liegen. Wir kennen die Arbeit eines Pferdes oder eines Motors bei den verschiedenen Gefällen einer Straße nur gefühlsmäßig; festzustellen wäre aber durch Versuche, bei welchen Gefällen die größte Leistung hervorgebracht wird, und zwar für Aufwärts- und Abwärtstransporte.

Dann kommt das äußerst wichtige Problem des Holzurückens an die Abfuhrwege, von welchem der Wegabstand abhängt, und schließlich kommen wirtschaftliche Fragen in Betracht, indem festgesetzt werden sollte, wie stark die Hektare Wald oder der Kubikmeter Abgabesatz durch Straßenbauten belastet werden dürfen, ohne eine annehmbare Rendite des Waldes zu stören.

Alle diese Fragen sind noch ganz ungenügend abgeklärt, und wir werden in den folgenden Ausführungen sehen, daß alle unsere Betrachtungen auf gefühlsmäßigen Annahmen beruhen und daher unsicher bleiben.

Wir möchten vorerst die Linienführung, das ist die Anordnung der Wege im allgemeinen, besprechen, dann den Abstand der Wege behandeln und einiges über Kurven und Gefälle beifügen. Am Schluß folgen noch einige Angaben über die Wegdichte per Hektare Wald.

2. Die Linienführung bei Waldwegen

Als Grundsatz für die Ausarbeitung eines generellen Wegnetzes muß aufgestellt werden, ein Waldgebiet derart mit Wegen zu durchziehen, daß *alle Waldpartien gleichmäßig erschlossen werden, ohne festgesetzte maximale Rückdistanzen zu überschreiten*. Diese außerordentlich weitgehende Forderung ist restlos nur in der Ebene durchführbar und auch da nur, wenn die Grenzen des Waldgebietes regelmäßig z. B. in Form eines Quadrates oder Rechteckes verlaufen. Schon bei unregelmäßigen Grenzen treten Schwierigkeiten auf beim Erfassen von vorspringenden Ecken und Zipfeln. Im weitern bleiben die maximalen Rückdistanzen vorläufig unbekannt und können nur gefühlsmäßig festgesetzt werden. Ganz allgemein ist unter dem Forstpersonal die Ansicht verbreitet, daß in der Ebene die Rückdistanz 2 Baumlängen, also 70—80 m, nicht übersteigen sollte. Wir werden darauf im Kapitel über den Wegabstand noch näher zu sprechen kommen.

Wir gehen nun über zur Behandlung der verschiedenen Systeme von Weganlagen. Wie sollen die Wege angeordnet werden, damit die oben aufgestellte Bedingung erfüllt wird? Haben wir ein Quadrat oder ein Rechteck in der Ebene oder in nur leicht geneigtem Gelände vor

uns, so lassen sich parallele Wege so einlegen, daß jedes Waldstück erschlossen ist und eine festgesetzte Rückdistanz nicht überschritten wird (Fig. 1). Es läßt sich auch ein Hauptweg in der Mitte der Parzelle einlegen, an welchen Querwege angeschlossen werden (Fig. 2).

Kommen wir, was bei uns die Regel ist, an einen Hang, so stößt die Linienführung in Parallelwegen, wie sie Fig. 1 und 2 zeigen, auf Schwierigkeiten. Die meistbenutzte Lösung ist dann der Zickzackweg (Fig. 3). Da ist der aufgestellte Grundsatz, daß alle Waldpartien gleichmäßig erschlossen werden sollen nicht mehr erfüllt, indem die Abstände unregelmäßig werden, stellenweise sind sie zu klein, anderswo zu groß. Die zu großen Abstände müssen durch Nebenwege unterteilt werden, und es läßt sich dadurch schließlich auch da der Grundsatz herausbringen, daß ein gewisser Wegabstand nicht überschritten wird.

Oft macht man die Erfahrung, daß in den untern Hangpartien und wieder zuoberst Plätze für Wendeplatten vorhanden sind, während die Mittelpartie gleichmäßig steil und ohne flache Stellen verläuft. Die Anlage der Nebenwege stößt daher oft auf Schwierigkeiten. Es ist deshalb immer zu prüfen, ob nicht die Möglichkeit gegeben ist, von einem schräg aufwärts gehenden, mit mäßigen Gefällen angelegten Basisweg aus parallel verlaufende Wege in den Hang zu legen. Sie verlaufen nach der Abzweigung vom Hauptweg mit maximalem Gefälle von 8—10 ‰, um Abstand zu gewinnen, später dann noch mit 3—5 ‰, um nicht zu hoch hinauf zu gelangen (Fig. 7). Der Zickzackweg wird dann durch parallel verlaufende Wege ersetzt.

Dieses System von Parallelwegen am Hang läßt sich besonders im Jura mit Vorteil anwenden (St.-Immer-Tal). Wir haben aber auch in den Vorbergen schöne Beispiele von Aufschließungen der Waldungen durch Parallelwege (Korporation Zug).

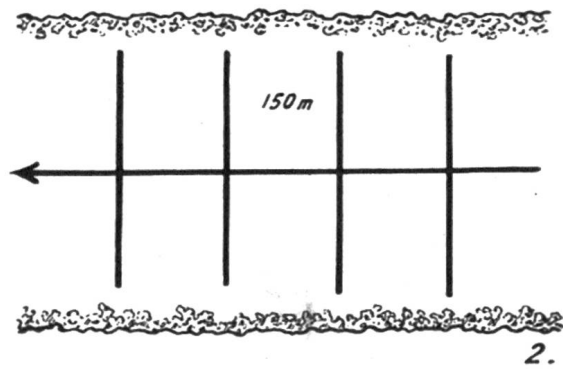
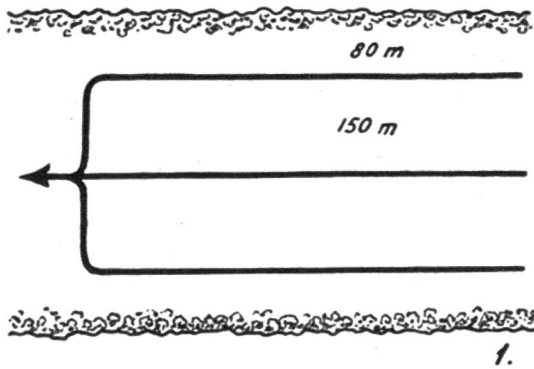
Es kann der Fall eintreten, daß unten im Wald Felspartien eine Entwicklung verhindern, während rechts oder links die Möglichkeit dazu vorhanden ist. Das führt dann zu der unschönen, aber oft einzig möglichen Lösung einer engen Zickzackentwicklung, von welcher Parallelwege abzweigen (Fig. 4).

Ein weiteres System der Aufschließung bilden die Ringwege, wo der Wald auf Kuppen liegt, die ringsherum umfahren werden können. Diese geschlossenen Wege haben den Vorteil, daß nach beiden Seiten gefahren werden kann (Fig. 6).

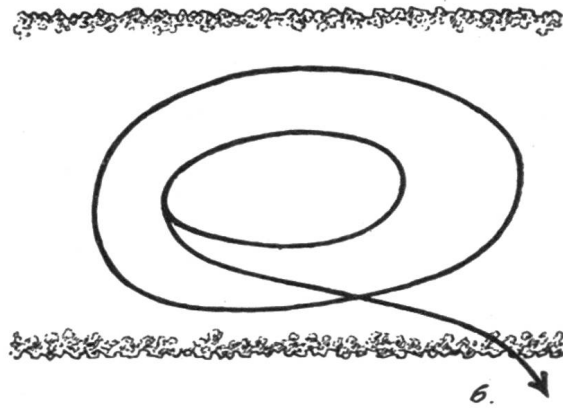
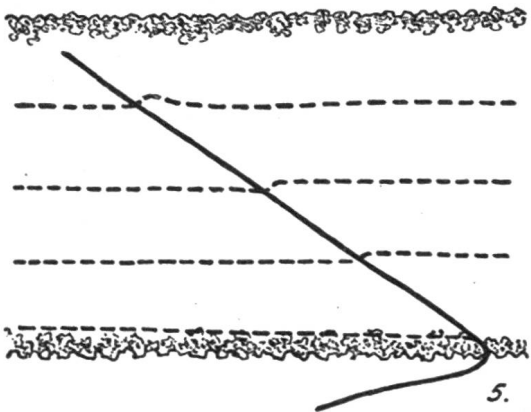
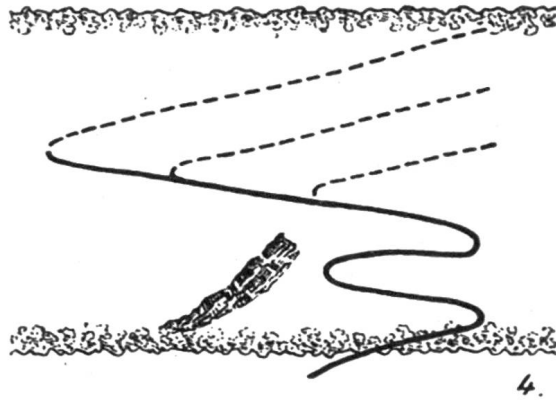
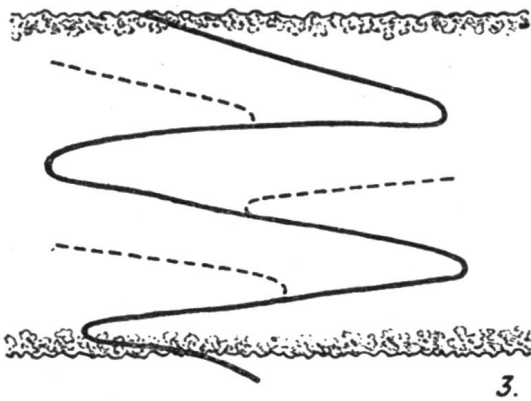
Schlechte Waldaufschließungen ergeben Wegnetze, bei welchen der Hauptweg das größte Gefälle aufweist, während die Nebenwege flach ausfallen. Oft bieten auch die Einmündungen in den Hauptweg Schwierigkeiten (Fig. 5). Diese Weganordnung sollte vermieden werden.

Es lassen sich natürlich eine Menge von Kombinationen der erwähnten Wegsysteme anwenden. Immer sollte danach getrachtet werden, durch Parallelwege gleichmäßige Abstände zu schaffen (Fig. 8 und 9). Wichtig ist, daß Wege der untern Waldgrenze entlang führen, um zu vermeiden, daß das Holz über landwirtschaftlichen Boden gerückt werden muß.

A. In der Ebene.



B. Am Hang.



Die Prüfung des Basisweges, an welchen das Waldwegnetz angeschlossen wird, ist eine der wichtigsten Aufgaben vor dem Beginn der Studien der generellen Wegnetze. Wo diese Anschlüsse an Dörfer oder an Hauptstraßen nicht einwandfrei sind, indem sie zu hohe Gefälle oder schlechte Linienführungen aufweisen, müssen sie durch neue Anlagen ersetzt werden. Da wird oft gefehlt, und wir haben viele Beispiele, daß gute Wegnetze an schlechte Abfuhrwege angeschlossen sind.

Im weitem muß man sich von alten Waldwegen freimachen, wenn sie im Gefälle und in bezug auf Lage nicht in die neue Anordnung

hineinpassen. Es ist daher immer leichter, ein Wegnetz aufzustellen in Waldungen, wo noch nichts vorhanden ist, als da, wo systemlos schon Wege gebaut wurden.

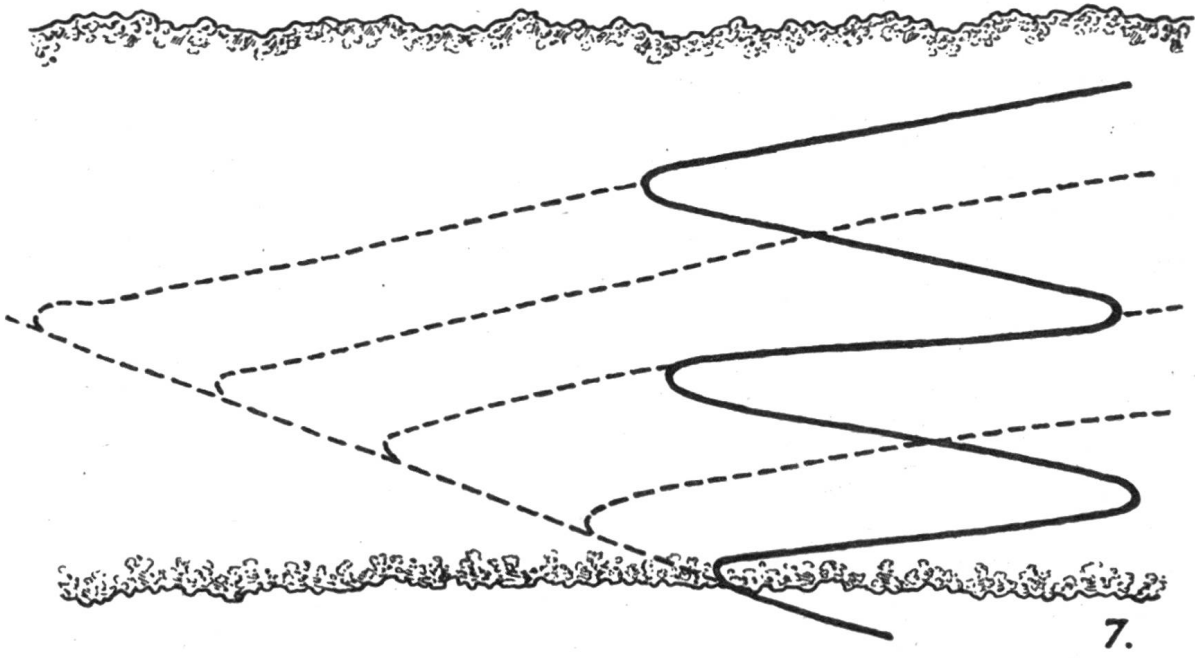
Vor jeder Absteckung im Gelände sind auf der topographischen Karte oder im Waldplan alle Lösungen, die in Betracht fallen, einzuzichnen. Dabei sind die Transportgrenzen zu berücksichtigen, wie Gräte, tief eingeschnittene Gräben, steile Hänge, dann auch Fixpunkte, wie Übergänge über Tobel, Pässe usw.

Durch Festlegen dieser Grenzen und der Fixpunkte wird der zu erschließende Wald oft in Flächen aufgeteilt, die jede für sich behandelt werden müssen. Erst, wenn auf dem Plane alle Möglichkeiten erwogen wurden, erfolgt die Nachprüfung und Absteckung auf dem Terrain. Beim Ausprobieren der verschiedenen Lösungen wird sich immer eine als die beste herausbilden. Kurz zusammengefaßt wäre das Vorgehen beim Studium von Wegnetzen folgendes :

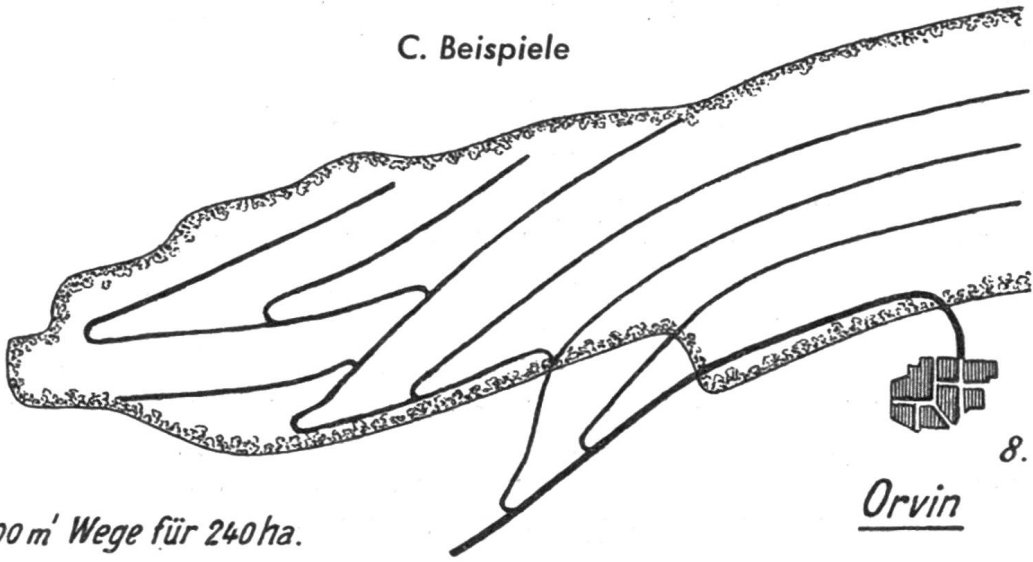
1. Prüfung der Basiswege auf ihre Brauchbarkeit.
2. Bestimmen der Transportgrenzen und der Fixpunkte, Einteilung des Waldes.
3. Einzeichnen aller möglichen Lösungen in der topographischen Karte oder im Waldplan unter Berücksichtigung eines festgesetzten Wegabstandes.
4. Abstecken im Gelände, Aufsuchen der Kehrplätze und Herausarbeiten der besten Lösung.

Es werden dem Bund oft Wegnetzstudien vorgelegt, welche in den untern Waldpartien Fahrstraßen vorsehen, an welche oben Erdwege mit hohen Gefällen anschließen. Solche Vorschläge müssen immer wohl überlegt werden, denn es hat sich gezeigt, daß, sobald Wege vorhanden sind, gefahren wird und der Schlitten nur noch beschränkte Anwendung findet. Unten auf der Steinbettstraße kommt der Wagen gut vorwärts, und oben auf den Erdwegen bleibt er stecken. Dann setzt Kritik ein, und gewöhnlich werden nachträglich auch diese Wege mit Steinbett versehen, und dann stimmt das Gefälle nicht mehr. Es herrscht immer die verständliche Tendenz, das Holz ohne Umladen von Schlitten auf Wagen, oder von Wagen auf Lastwagen, direkt an seinen Bestimmungsort zu bringen. Wenn also in einem Wegnetz Fahr- und Erdwege vorgesehen sind, sollten letztere so angelegt werden, daß sie jederzeit zu Fahrwegen ausgebaut werden können.

Ähnlich verhält es sich mit der Wahl der Wegbreite für die Nebenwege. Um die Kosten zu reduzieren, gibt man den Zubringerwegen eine Wegbreite von beispielsweise nur 2,00—2,50 m Steinbett. Ist der Weg gebaut, so geht der große Lastwagen mit seinem Radabstand von 2,25 m auch auf diesen Weg und bleibt dann stecken oder ruiniert die Fahrbahn. Wo Aussicht besteht, daß ein Wegnetz von großen Lastwagen befahren wird, und das gilt im Mittelland, Jura und in den Vorbergen ganz allgemein, sollten auch die Nebenwege eine Fahrbahnbreite von 2,80—3,00 m erhalten.



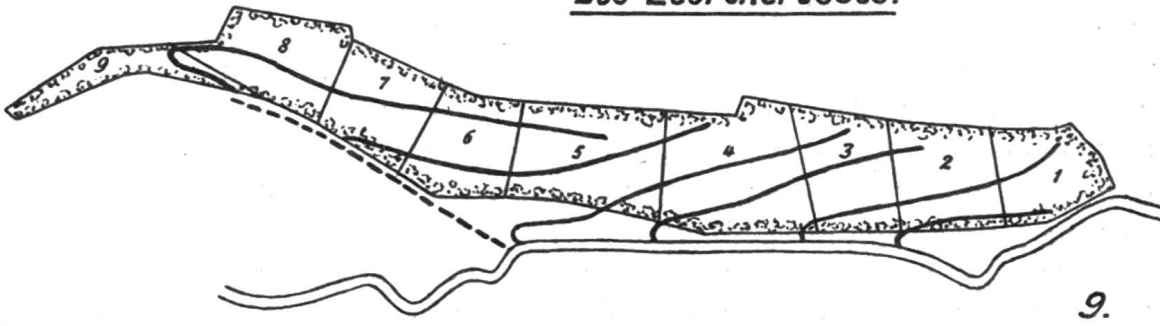
C. Beispiele



Orvin

16.500 m' Wege für 240 ha.
Wegdichte 70 m.

Les Ecorcheresses.



Kantonsstrasse	2200 m
Gemeindeweg	1200 "
Waldwege	7800 "
total:	11.200 m' für 142 ha.
Wegdichte	79 m.

3. Wegabstand

Nachdem wir die Linienführung in großen Zügen behandelt haben, müssen wir die wichtige Frage des Abstandes der Wege kurz berühren. Schon *Bavier*² machte darauf aufmerksam, daß bei uns die Wegdichte einer gefühlsmäßigen Bewertung entstammt. Forstmeister *Krebs* erwähnt ebenfalls, daß über diesen Punkt die Ansichten auseinandergehen und wir keine sicheren Angaben besitzen. Das Problem steht wie schon erwähnt mit dem Rücken des Holzes in Zusammenhang, und solange wir darüber nicht durch Versuche aufgeklärt sind, läßt sich der Abstand nicht einwandfrei festsetzen. Alle Angaben, die wir besitzen, bleiben Vermutungen, weil der wissenschaftliche Beweis fehlt.

Der Abstand hängt in hohem Maße von der Terrainbeschaffenheit ab, und es wird kaum möglich sein, für Mittelland, Jura und Alpen den gleichen Abstand anzuwenden.

Unsere Erfahrungen, die sich rein gefühlsmäßig ergeben haben, zeigen, daß in der Ebene und in nur leicht geneigtem Terrain ein Abstand von 150 m eine gute Walderschließung ergibt. Die Rückdistanz beträgt dabei 75 m, da das Holz nach beiden Seiten transportiert werden kann.

Im Jura und in den Vorbergen scheint uns ein Abstand von 200 m das richtige zu sein. Im Gebirge, wo 45gradige Hänge keine Ausnahme bilden, ist diese Distanz im allgemeinen zu klein, und man wird Abstände von 300 m oder mehr in Kauf nehmen müssen.

Das Holzurücken geschieht im Gebirge unter ganz andern Bedingungen als im Flachland. In wenig geneigtem oder ebenem Gelände besteht das Rücken aus einer Zugkraft, die das Holz in Bewegung setzt. Am steilen Hang dagegen ist es eher ein Zurückhalten, also eine Bremswirkung. Jeder Gebirgsforstmann weiß, daß am steilen Hang das Holz, besonders Langholz, wenn einmal in Bewegung geraten, bis an die Basis des Waldes über alle Wege hinweggleitet. Es wird also in vielen Fällen ein Basisweg für sehr steile Hänge genügen. Oft läßt sich überhaupt gar nichts anderes machen, weil Felspartien den Wegbau zu kostspielig gestalten.

Nicht nur die Neigung der Hänge spielt für die Wahl des Wegabstandes eine große Rolle, sondern auch die Beschaffenheit des Terrains. Ein mit Blöcken übersäter Boden oder sumpfige Stellen in der Ebene erschweren das Rücken, und der Abstand der Wege sollte kleiner werden. Im weitern müssen bei der Linienführung auch Graben- und Tobelübergänge berücksichtigt werden, was eine einheitliche Wegdistanz im Gebirge ausschließt.

Für die Gebirgsgemeinden spielt auch der Unterhalt der großen Wegnetze eine Rolle. *Bavier* sagt mit Recht: « Es wäre nicht zu verantworten, mehr Mittel für die Aufschließung der Waldungen aufzuwenden, als der wirtschaftliche Zweck es erheischt und die Bringungs-

² *Bavier*: Der Waldwegebau in Graubünden. (Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1935.)

technik erfordert.» *Winkler*³ behandelt das Transportproblem im Gebirge sehr eingehend und zeigt am Beispiel des Taminatales, wie die Rück- und Fuhrkosten den Ertrag stark beeinflussen.

Wir sind der Ansicht, daß bei uns Wegabstände von 150—300 m anzuwenden sind. Forstmeister *Krebs* gibt einen Wegabstand von 120—150 m als normal an, was vielleicht für zürcherische Verhältnisse gehen mag, aber nicht allgemein für die ganze Schweiz Gültigkeit haben kann. Denn schon für die Vorberge stellt der Abstand von 150 m ein Minimum dar.

Im Kanton Aargau, wo die Aufstellung von generellen Wegnetzen sehr weit gediehen ist, gilt als Richtlinie ein Abstand von 150 m für die Ebene und 80—100 m am Hang. Das führt zu großen finanziellen Belastungen, die nur da erträglich sind, wo der Wald eine große Rendite abwirft und die Erstellungskosten sich in bescheidenen Grenzen bewegen.

Prof. *Knuchel*⁴ rechnet auf guten Standorten mit Abständen von 150 m, auf schlechten mit 200 m. *Henggeler*⁵ nennt als maximalen Wegabstand 200 m.

Die wenigen Angaben, die wir machen konnten, zeigen, daß die Meinungen auseinandergehen und man in dieser Frage noch im Ungewissen steckt.

4. Kurven und Gefälle

Von größter Wichtigkeit für die Anlage guter Waldwege ist die richtige Auswahl der Kehrplätze, was besonders im Gebirge oft auf Schwierigkeiten stößt. Man findet aber auch dort die für die Entwicklung nötigen Kehrgelegenheiten, wenn man nicht steif an einem bestimmten Gefälle festhält. Wir kennen viele Beispiele, bei welchen einem Gefälle zuliebe (z. B. 10 %) an ganz ungeeigneten Stellen Wendepunkten mit gewaltigen Massenbewegungen angelegt wurden, die trotz enormen Ausgaben immer Verkehrshindernisse bilden. Hätte man das Gefälle um 1—2 % verschoben, so wären günstige Kehrplätze zur Verfügung gewesen.

Für uns gilt ganz allgemein als Richtlinie, daß an Stellen, wo die Neigung des Hanges 45 % übersteigt, keine Wendepunkte gemacht werden darf.

Ein Beispiel bildet ein Waldweg der Gemeinde Balsthal, wo ein mittleres Gefälle von 9 % zur Erreichung des Balsthaler Roggens hätte gewählt werden können. Da aber kein günstiger Kehrplatz vorhanden war, mußte der untere Schenkel mit 11 %, der obere mit 6,5 % ausgeführt werden. Dabei konnte eine flache Stelle benützt werden (Hang-

³ *Winkler*: Über das Transportproblem in der Gebirgsforstwirtschaft. (Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1939.)

⁴ *Knuchel*: Holzherzeugung und Holztransport bei pfleglicher Waldwirtschaft. (Schweiz. Bauzeitung, Band 124, Nrn. 13 u. 14, 1944.)

⁵ *Henggeler*: Kritische Betrachtungen zum Waldwegbau. (Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1934.)

neigung 30—40 ‰), die den Ausbau einer Wendeplatte mit einem Radius von 15 m gestattete. Im andern Fall hätte man mit enormen Kunstbauten, an einem Hang mit 70—75 ‰ Neigung, höchstens einen Radius von 8 m herausgebracht.

Der Radius wird in den meisten Fällen vom Gelände diktiert. Im Flachlande, wo Langholztransport in Frage kommt, sollte man nicht unter 18 m gehen, im Jura und in den Vorbergen nicht unter 10 m. Im Gebirge, wo nur Trämelholz zur Abfuhr gelangt, genügen oft 8 m.

Henne fordert für Straßen mit Wagenverkehr einen Radius für die Wendeplatten von 20 m und bei Schlittwegen 10 m. *Krebs* möchte im Mittelland am Radius von 20—25 m festhalten, um das Nutzholz möglichst unzerschnitten abführen zu können.

Die Formel zur Berechnung des Radius aus der Länge des beladenen Fuhrwerkes inkl. Bespannung und der Breite der Straße

$\left(r = \frac{l^2}{4b} \right)$ ist nur annähernd richtig. Im allgemeinen ist der auf dieser Basis berechnete Radius zu groß. Zum Transport von 18 m langem Holz, bei einer Fahrbahnbreite von 4,00 m, wäre nach der Formel ein Radius von 25 m nötig. In vielen Fällen genügen aber schon $r = 18$ m, wenn keine großen Erdbewegungen, besonders Abträge in der Wendeplatte, vorhanden sind.

Die Anlage der Wegnetze würde bedeutend erleichtert, wenn wir von der Bedingung, daß Langholz bis 25 m transportiert werden muß, abgehen könnten. *J. Barbey*⁶ schlägt vor, das Holz schon im Walde auf 6—14 m abzulängen, dann würden Radien von 10—15 m genügen. Ein Abkommen mit den Holzhändlern in dieser Richtung würde den Waldwegebau bedeutend erleichtern, und es könnten erhebliche Kosteneinsparungen gemacht werden.

Das Befahren der Kurven wird ganz bedeutend erleichtert, wenn die Fahrbahn eine Neigung nach innen erhält. Für unsere Verhältnisse genügen 6—10 ‰, also höchstens 10 cm auf 1 m oder 40 cm bei einer Fahrbahn von 4 m Breite.

Nicht nur die Wendeplatten haben sich nach der Länge des Holzes zu richten, sondern ganz allgemein alle Wegkurven. In stark kupiertem Gebirgsgelände muß die Weglinie dem Terrain angeschmiegt werden, wobei aber als Regel gilt, daß nicht unter 20 m Radius gegangen werden darf, denn sonst stößt man auch beim Transport von nur 10 m langem Holz auf Schwierigkeiten, die um so größer werden, je schmaler der Weg ist.

In jedem Wegnetz sollten alle 200—300 m Ausweichstellen gebaut werden, um das Kreuzen der Fahrzeuge zu erleichtern.

Wichtig ist ferner, bei jedem Straßenbau die Anlage von Kehrpunkten zum Kehren der Wagen vorzusehen. Auf eine Länge von 1000 m sollte die Möglichkeit des Kehrens geschaffen werden. Mit Vorteil werden in den Wendeplatten Verbreiterungen nach innen oder

⁶ *J. Barbey*: Sur le façonnage et le vidange des bois. (Journal forestier suisse, 1944.)

außen vorgenommen, oder es werden flache Stellen benützt. Durch Experimente wurde ermittelt, daß zum Wenden von Lastwagen Plätze von 10 m Breite, also ein Radius von 5 m, nötig ist. Haben wir beispielsweise eine Fahrbahnbreite von 4 m, so ist eine Verbreiterung auf 10 m vorzunehmen. 3 m nach innen, 3 nach außen, oder 4 nach innen, 2 nach außen usw. Diese Kehrmöglichkeiten leisten gute Dienste und sollten in jedem Wegnetz vorhanden sein.

Eine weitere Erleichterung für den Holztransport bilden die Verladerampen zum Aufladen des Holzes. Per 1000 m Weg sollten 2—3 solcher Auflademöglichkeiten geschaffen werden. Sie bestehen aus einer Mauer oder einer Holzkonstruktion von 1,20—1,50 m Höhe, einem Anzug von $\frac{1}{2}$ und 20 m Länge und einer Hinterfüllung, die eine Breite von 5—10 m erhält. Sie sind an Stellen anzulegen, wo das Holz leicht herangezogen werden kann.

Noch kurz ein Wort über das Aufschichten des Brennholzes. Am steilen Hang werden Klafterholz und Reiswellen auf der Straße aufgeschichtet. Diesem Umstand muß beim Bau Rechnung getragen werden, indem 0,80—1,00 m der Straßenbreite durch diese Holzbeigen in Anspruch genommen werden. Die Straße muß daher eine Breite erhalten, daß der Verkehr durch diese Holzlager nicht gestört wird. Statt nun das Steinbett zu verbreitern, empfiehlt es sich, besonders in Gegenden mit wenig Steinmaterial, das außenseitige Bankett auf 0,60—0,80 m Breite auszuführen. Dieses breite äußere Bankett hat sich bei vielen Straßen als Holzlagerplatz gut bewährt. Es muß strikte an der Vorschrift festgehalten werden, daß die Enden der Klafter oder Wellen nicht auf das Steinbett hineinragen dürfen. Wenn wir durch Verladerampen und durch Anlegen des breiten Bankettes den Holzern die Lagermöglichkeiten schaffen, ist Ordnung auf der Straße vorhanden.

Nach diesen Ausführungen über einige Erleichterungen für das Transportwesen nur noch ein Wort über die Gefälle. Es ist schon so viel darüber gesprochen und geschrieben worden, daß wir uns kurz fassen können.

Henne hat seinerzeit als maximale Gefälle angegeben: Hauptstraßen 12 ‰, Fahrwege 14 ‰, Schlittwege 12—18 ‰.

Wir sind der Ansicht, daß das beste Gefälle für Waldstraßen 7—9 ‰ beträgt, wie auch Forstmeister *Krebs* und Prof. *Knuchel* angeben. Wie schon bemerkt, läßt sich dieses Gefälle nicht überall anwenden und muß oft bedeutend überschritten werden. Es gilt aber allgemein, daß über 12 ‰ nicht gegangen werden sollte. Auch für Schlittwege ist ein Gefälle von 10—12 ‰ günstig, während 15—20 ‰, wie sie noch Anwendung finden, sicher zu hoch sind.

Damit der Grundsatz, daß alle Waldpartien gleichmäßig erschlossen werden, gewahrt wird, müssen oft Gegengefälle eingeschaltet werden. Diese kommen aber nur für Nebenwege in Frage, und niemals darf ein Hauptabfuhrweg solche aufweisen. Die Frage ist nun: Wie hoch darf das Gegengefälle sein, damit ein Pferdezug ihn mit der Last, die für Abwärtstransport bestimmt ist, überwinden kann? Versuche

haben gezeigt, daß 3—4 ‰ nicht überschritten werden dürfen, sonst muß vorgespannt oder abgeladen werden. Bei glatter Straße ist 4‰ noch zugänglich, bei nicht eingewalztem Kiesbelag nur 3 ‰. Für Motorzug haben diese Feststellungen keine Gültigkeit; wir dürfen aber unsere Waldstraßen nicht nur für Lastwagen bauen.

Einer besondern Erörterung bedarf noch die Anlage von Wegstücken mit 0 ‰. Es hat sich nämlich gezeigt, daß auf solchen Wegen die Feuchtigkeit stagniert und die Fahrbahn ständig naß bleibt. Ein Gefälle von mindestens 2 ‰ ist notwendig, um den Wasserabfluß zu bewirken. Es ist daher angezeigt, solche Strecken mit abwechselungsweise +2 und —2 ‰ auszuführen, damit der Abfluß des Wassers durch Anlage der Röhrendurchlässe an den tiefsten Punkten bewerkstelligt werden kann. Oft kann noch durch die Neigung der Gräben nachgeholfen werden.

5. Die Wegdichte per Hektare Wald

Die Weglänge auf die Hektare Wald berechnet, gibt ein gutes Bild über den Stand des Ausbaues der Wegnetze. Wir müssen uns nur klar sein, in welchen Grenzen wir uns bewegen können. Nehmen wir einen Wegabstand von 50 m, was wohl als übertrieben gelten muß, so erhalten wir eine Wegdichte per Hektare von 200 m. Ein so dichtes Wegnetz dürfte in der Schweiz nirgends vorhanden sein. Legen wir der Berechnung einen Wegabstand von 100 m zugrunde, so erhalten wir per Hektare 100 m Weg. Das ist in der Schweiz schon vielerorts vorhanden. Einem Wegabstand von 200 m entspricht eine Wegdichte von 50 m, was schon eine gute Aufschließung darstellt.

Flury macht in : Die forstlichen Verhältnisse der Schweiz, 2. Auflage, 1925, Angaben über die Wegdichte in einigen öffentlichen Waldungen der Schweiz. Nach seiner Tabelle wären die Heimwaldungen von Chur, mit 119 m per Hektare, die besterschlossenen Gebirgswaldungen der Schweiz. Die Waldungen des Jorat der Stadt Lausanne weisen eine Wegdichte von 116 m auf. Im Kanton Zürich erreicht der Staatswald von Kyburg eine Dichte von 118 m, der Eschenberg der Stadt Winterthur 94 m. Im Kanton St. Gallen hat der Staatswald am Gonzen per Hektare 90 m usw.

Auf Grund vieler Berechnungen fanden wir Wegdichten von 20—120 m per Hektare. Wenn nur 20 m vorhanden sind, so ist das Wegnetz, auch in Gebirgswaldungen, sicher nicht vollständig und muß weiter ausgebaut werden. Wird dagegen 100 m überschritten, so liegen besondere Verhältnisse vor, indem beispielsweise die Form des Waldstückes vermehrten Wegbau erfordert, oder es sind lange Basiswege, die nicht im Walde liegen, einbezogen, oder das Wegnetz ist tatsächlich sehr dicht angelegt. Um ein Mittel von 100 m herauszubringen, müssen die Wegabstände auf großen Strecken unter 100 m liegen.

Wir haben Wegdichten über 100 m bis jetzt nur im Kanton Aargau gefunden, wo, wie wir schon bemerkt haben, kleine Wegabstände benützt werden. Als Beispiele können wir erwähnen : den Staatswald Kalmberg, mit einer Fläche von 29 ha. Darin haben wir :

bestehende Wege	2250 m
zu bauende Wege	1213 m
total	<u>3463 m</u>

was einer Wegdichte von 119 m entspricht.

Im Staatswald Gisliflüh mit 28 ha sind 3148 m Wege projektiert, was eine Wegdichte von 112 m ergibt.

Um ein richtiges Bild über die Wegdichte eines Waldes zu erhalten und um Vergleiche anstellen zu können, ist es angezeigt, für Waldwege und für Zufahrtsstraßen zum Walde getrennte Berechnungen aufzustellen. Ein Wald kann ein ganz mangelhaftes Wegnetz aufweisen, aber durch lange Zufahrtsstrecken, mit welchen der Wald belastet wird, eine gute Wegdichte erhalten. Ein Beispiel mag das Gesagte erläutern.

Die Gemeinde Monthey besitzt am Nordabhang der Dent-de-Valerette einen Waldkomplex von 170 ha in einer Meereshöhe von 1250 bis 1700 m. Der Talboden liegt bei 400 m. Eine Gemeindestraße führt bis auf 650 m Meereshöhe. Es müssen also allein 600 m Höhendifferenz überwunden werden, um an den Fuß des Waldes zu gelangen. Diese Abfuhrstraße bis zum Wald umfaßt 7365 m. Die im Wald selbst zu erstellenden Waldwege machen 7400 m aus. Das totale Wegnetz wird somit eine Weglänge von 14 765 m haben. Die Wegdichte beträgt bei Berücksichtigung des ganzen Wegnetzes 87 m, was einem Wegabstand von ungefähr 100 m entsprechen würde. Tatsächlich haben wir aber im Waldkomplex Valerette nur 44 m per ha, bei einem Wegabstand von rund 200 m. Um nicht ein falsches Bild zu erhalten, müssen wir also angeben: Wegdichte im Wald 44 m, Zufahrtsstraßen zum Wald 43 m per Hektare.

Wenn ein Gebirgswald eine Wegdichte von 50 m erreicht, so kann er als gut aufgeschlossen gelten. Oft ist es gar nicht möglich und auch nicht nötig, ein engeres Wegnetz einzulegen. Die Anordnung der Wege spielt eine größere Rolle als die Wegdichte. Lieber weniger dicht, dafür alle Waldpartien gleichmäßig erschlossen, als umgekehrt.

Die Zahl 50 kann im Jura und in den Vorbergen leicht erreicht und sogar überschritten werden, ohne daß eine übermäßige finanzielle Belastung stattfindet. Im Gebirge dagegen stößt man auf Schwierigkeiten, weil die Baukosten ganz bedeutend höher sind als im Mittelland.

Das von *Schmutziger*⁷ beschriebene Beispiel des Wegbaues von Oberriet im St. Galler Rheintal zeigt, welchen Aufwand es braucht, um nur eine Wegdichte von 23 m zu erhalten. Durch den Bau von 11 000 m Weg wurde das Waldgebiet der Gemeinde (513 ha) per Hektare mit Fr. 1300 belastet (Fr. 665 593).

Es kommt auch vor, daß zu dichte Wegnetze angelegt wurden, die nachträglich durch Aufhebung von Wegen und Neuanlagen eine Reduktion erfuhren. Wir erwähnen z. B. das Lehrrevier in Zürich:

⁷ *Schmutziger*: Entwicklung des Straßennetzes in den Waldungen von Oberriet. (Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1944.)

<i>Altes Wegnetz</i> :	Wege mit Steinbett	8 700 m
	Wege ohne Steinbett	12 200 m
	Total	<u>20 900 m</u>
	Weglänge per Hektare	106 m
<i>Neues Wegnetz</i> :	gebaut	8 000 m
	projektiert	5 200 m
	Total	<u>13 200 m</u>
	Weglänge per Hektare	67 m
	Fußwege	3000 m
	Weglänge inkl. Fußwege per Hektare . .	82 m

Ein weiteres Beispiel bildet das Wegnetz im Staatswald Speckhof des Kantons Schaffhausen :

Altes Wegnetz :	7200 m = 170 m per Hektare.
Neues Wegnetz :	Hauptwege 4320 m
	Nebenwege 510 m
	Erdwege 150 m
	Total <u>4980 m</u> = 118 m per Hektare.

Es wird ohne weiteres klar, daß durch große Wegdichten der Wald finanziell stark belastet wird. Das führt uns wieder zu einem Thema, dem bis jetzt wenig Beachtung geschenkt wurde. Wir bauen Waldwege, ohne uns viel um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu sorgen. Zu der Frage der idealen Aufschließung eines Waldes sollte sich auch diejenige der finanziellen Belastung der Waldfläche gesellen.

Die Gemeinden bauen Waldwege und schöpfen die Kredite aus der allgemeinen Kasse oder aus dem Reservefonds. Wenn der Bau beendet ist, so kümmert sich gewöhnlich niemand mehr um die gemachten Ausgaben. Um richtig vorzugehen, sollte eine Amortisationsrechnung gemacht werden, die so durchzuführen wäre, daß auf Grund der erzielten Zunahme der Holzpreise, dann auf geringere Rüstlöhne und Transportkosten und eventuell anderer Vorteile, die durch den Wegebau zustandekamen, eine Frist bestimmt wird zur Amortisation der investierten Gelder.

Es ist nicht unbedingt sicher, daß ein Wald mit einer Wegdichte von 100 m finanziell mehr belastet wird als einer mit nur 50 m. Ausschlaggebend sind in hohem Maße die Baukosten, und da kommen Gebirgsgegenden mit den großen Transportdistanzen, den hohen Rüstlöhnen und Baukosten schlechter weg als Mittelland und Jura.

Henggeler stellt Rechnungen an über die Rentabilität des Waldwegebaues und kommt zum Schluß, daß die Autostraße im Walde die Ausnahme bilden sollte und der Schlittweg die Regel. Die Korporation Zug dagegen hat einwandfrei die Rentabilität ihres prächtig ausgebauten Waldstraßennetzes nachgewiesen. Auch in diesem Punkte gehen die Meinungen stark auseinander.

Wir konnten diese Seite des Problems nur kurz berühren, um zu zeigen, daß auch da nähere Untersuchungen zur Abklärung dieser wichtigen Frage nötig sind.