



Grundlagen der Walderschliessung

Dr. Benjamin Engler

Professur für Forstliche Arbeitswissenschaften und Verfahrenstechnologie

FOWI Walderschließung und Logistik

18. März 2025



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

Acknowledgement

- Teile der Vorlesung basieren auf den Unterlagen von Thomas Fillbrandt, Universität Freiburg. Vielen Dank dafür.

Lernziele

- Erwerb von Wissen über Notwendigkeit und Möglichkeiten der Walderschließung
- Fähigkeit zur Bewertung der Quantität und Qualität der Walderschließung
- Fähigkeit zur Planung/ Anpassung von Erschließungskonzepten

Definition Walderschließung

Erschließung (allgemein)

| Anbinden oder zugänglich machen eines Ortes, einer Ressource

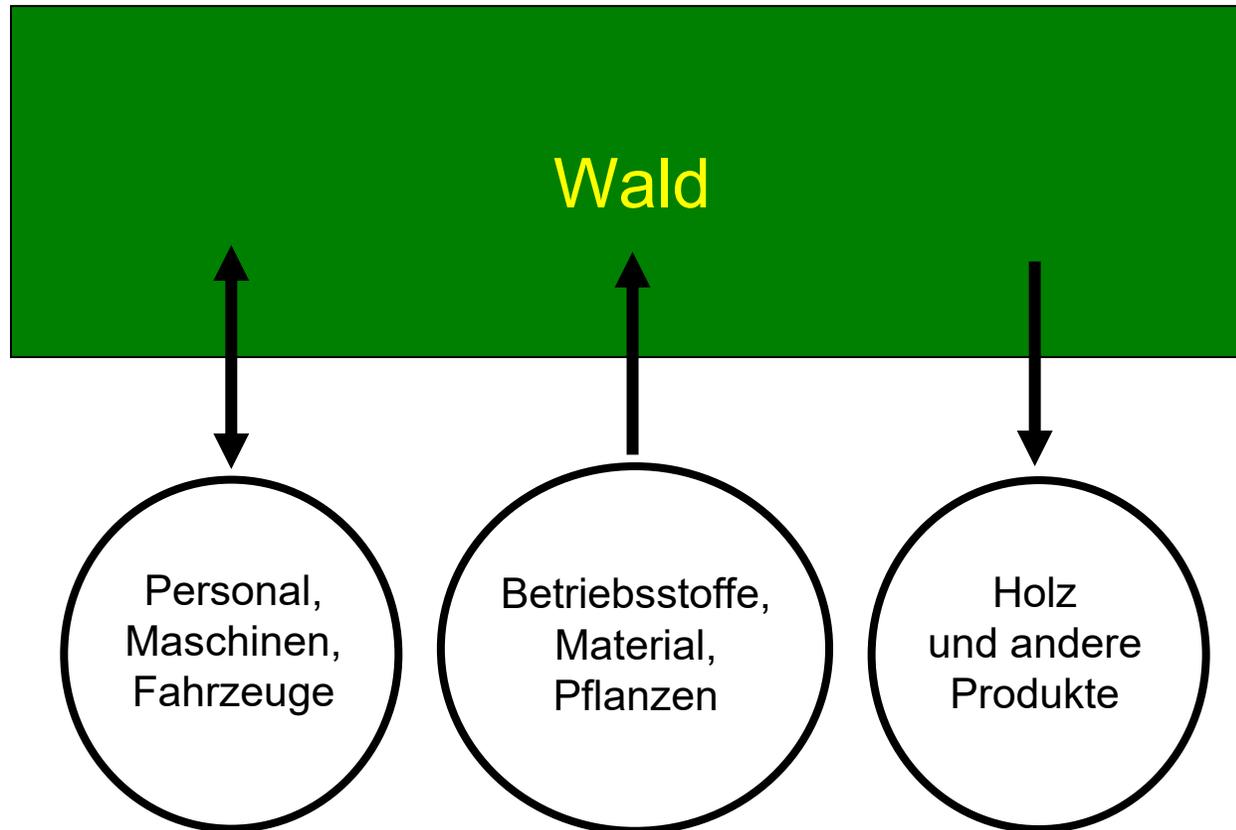
- **Beispiel:** Bebauung eines Grundstücks mit Wohnbauten
- Alle Maßnahmen, die ein Grundstück „baureif“ machen
- Die Erschließung eines Grundstückes ist vollendet, wenn die Anbindung an das öffentliche Straßennetz, die Versorgung mit Strom, Telekommunikationsleitungen, Wasser und Abwasser erfolgt ist

Definition Walderschließung

Erschließung eines Waldes

- | Zugänglich machen eines Waldes u.a. für im Wald Arbeitende, Forstpersonal, Erholungssuchende, Personen allgemein, (Forst-)Maschinen, (Holz-)Transporte
- Danach gehören zur Walderschließung **alle Wege, Bauten und Einrichtungen**, die den Transport von Menschen, Material, Geräten und Produkten **in den Wald** und **aus dem Wald** ermöglichen
- Walderschließung wird in Mitteleuropa heute als eine **langfristige Infrastruktur-Einrichtung** betrachtet, die nicht nur der Holznutzung dient (Exploitationsbetrieb)

Aufgaben der Walderschließung



Frühe Mittel der Walderschließung

Für Personen und Lasttiere

- Pfade

Für Holz

- Allgemein auf Wasser & Schwerkraft basierende Mittel

| Trift („treiben lassen“) für loses, kurzes Brennholz

| Floß für verbundenes, langes, wertvolles Stammholz

| Schlitten v.a. im Winter, aber auch im Sommer auf Gras

| Riese Erdriese, Schneeriese, Holzriese (andere Bez.: Loite, Husche)

Frühe Walderschließung: Trift

- | **Trift:** Kurze Stammabschnitte wurden in einen Bach geworfen, durch aufgestautes Wasser zu Tal gespült und dort mit großen stationären Rechen wieder aus dem Bach geholt
- Ab ca. 13. /14. Jh. bis 1960er Jahre (ab 1961 Bau von LKW-Straßen)
- Sehr starke Ufererosion
- Schäden am Holz nicht relevant, da Verwendung i.d.R. als Brennholz
- Erheblicher Volumenverlust



Frühe Walderschließung: Trift

- Ins Bachbett geworfene kurze Holzabschnitte, vor der Trift



Frühe Walderschließung: Trift

- Eine **Klause** ist ein Wehr, welches Wasser anstaut, um ein künstliches Hochwasser für die Trift von Holz zu erzeugen
- Das Wasser transportiert die unterhalb in den Fluss gelegten Hölzer zu Tale



Flößen ... frühes Mittel des Holztransports

- | **Flößen:** Zusammenbinden von (Langholz) Stämmen zu einem Floß und dessen Transport über weite Strecken
- | Zählt nicht zur Walderschließung
- **Heilbronner-Sortierung**
(Aushaltungsregeln) berücksichtigte
u.a. Längen-Durchmesser-Verhältnisse
für das Flößen des Holzes



Flößen auf dem Ägerisee (CH) 2025

- 1.300 m³ Holz in einem Floß
- 1.000 t Gewicht je Floß
- 8 Flößer
- **Link+** <https://www.floessen-aegerisee.ch/floessen/floessen-2025>





Flößen in Brandenburg

- Ca. 1787 begann die Holzflößerei auf dem Rhin, einem linken Arm der Havel, im heutigen Landkreises Ostprignitz-Ruppin
- Von Norden nach Süden über den Tornowsee, Zermützelsee, Tetzensee, Molchowsee, Ruppiner See, Bützsee bis zum Sägewerk Hennigsdorf wurden die Flöße gestakt
- 1960 endete die Flößerei mit dem Holztransport per Schiene und Straße

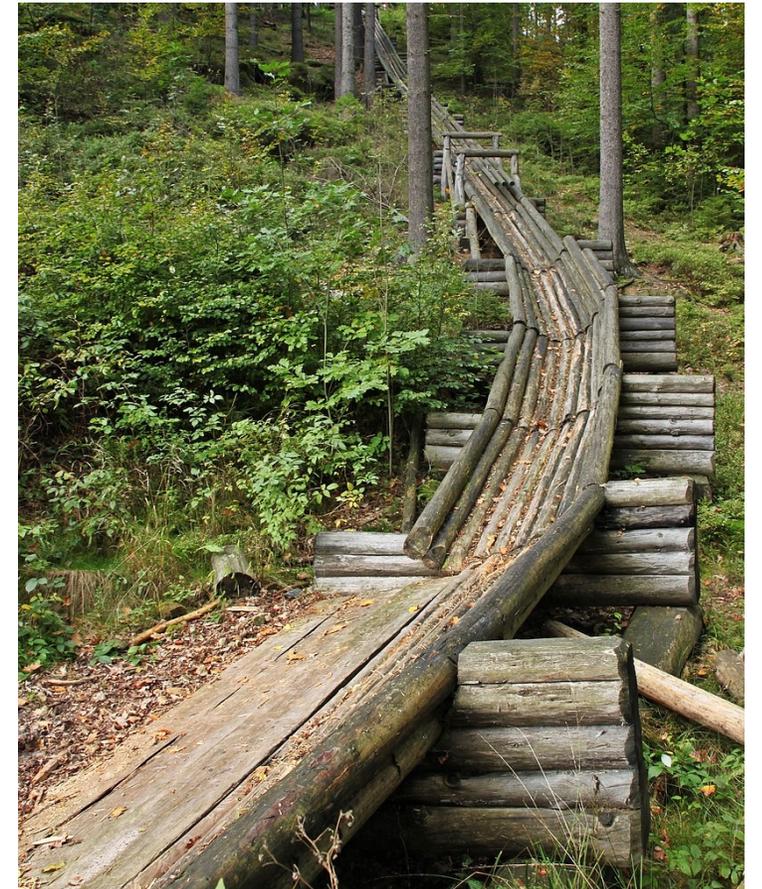
Frühe Walderschließung: Holzriesen

- Loiten oder **Riesen/ Holzriesen** sind rutschbahnartige Rinnen zum Abtransport geschlagenen Holzes aus steilem Gelände, in der das Holz mittels Schwerkraft bergab rutscht.
- Installation sehr arbeitsintensiv
- Räumlich sehr inflexibel
- Nutzung geografischer Gegebenheiten
- Bodenschonend



Frühe Walderschließung: Holzriesen

- Nachbau einer Holzriese im Erzgebirge
- **Link⁺** www.youtube.com/watch?v=vIbMcdHC2M4
Betrieb der letzten Sommer- und Winterriesen im Schwarzwald, Arbeitssicherheit (35 min, SW)



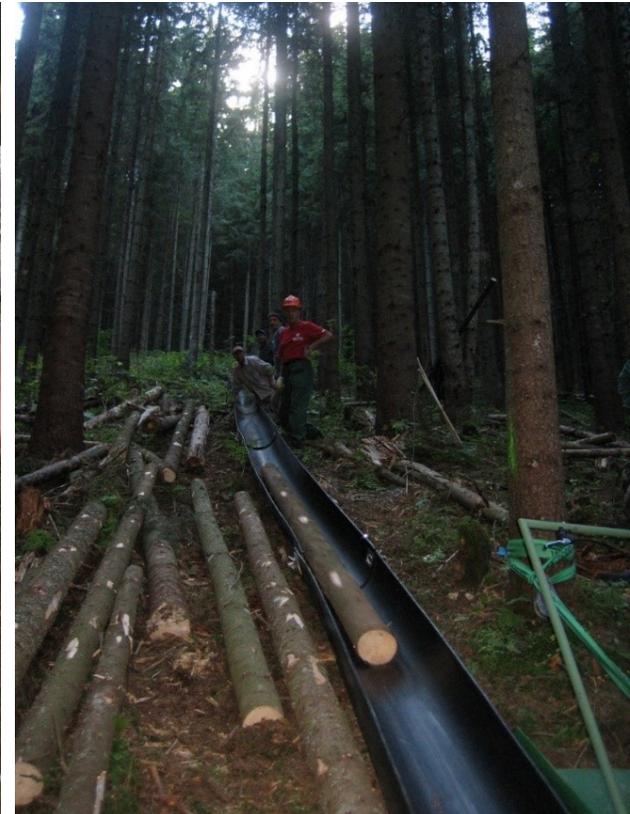
Holzriesen heute

- **Kunststoff-Riese** Log-Line der Firma Leykam, Halbschalen aus Polyethylen
- Zum Vorliefern von Kurzholz bis 4 m, max. 30 cm Durchmesser, ab 15 % Neigung



Holzriesen heute

- **Kunststoff-Riese** Log-Line der Firma Leykam, Halbschalen aus Polyethylen
- Zum Vorliefern von Kurzholz bis 4 m, max. 30 cm Durchmesser, ab 15 % Neigung



Frühe Walderschließung: Schlitten

- Meist nur im Winter möglich
- Extrem gefährlich
- Nur hangabwärts mittels Schwerkraft



Walderschließung mit der Bahn

- Im 19. bis Anfang 20. Jh. wichtiges Erschließungsmittel im Wald
- Anfänglich als Pferde-Eisenbahn, später mit Dampf betrieben
- Meist einspurige Erschließung (max. 4% Steigung)
- Frühere Trassen sind teilweise noch erhalten (meist ohne Schienen)



Walderschließung mit der Bahn

- Handgebremster Holztransport auf der Wassertalbahn (Karpaten, Rumänien)
- Holzverladung auf der Wassertalbahn
- Stand 2011: einzige noch betriebene Holzbahn in den Karpaten
- 1989: 15 Bahnen und 1.000 km Gleis



Heutige Mittel der Walderschließung

- Die frühen, traditionellen Erschließungsmittel und Transportmethoden wurden im 20. Jh. immer mehr durch die Erschließung mit befahrbaren Waldwegen und dem Transport mittels LKW abgelöst
 - | Heute sind Waldwege das mit Abstand bedeutendste Erschließungsmittel
 - | Wichtigste (und die Wege am stärksten belastende) Aufgabe aus Sicht Holznutzung:
Transport von Holz vom Wald zum Abnehmer/ Werk



Holztransport aus dem Wald

Ausbaustandard Waldwege in Deutschland

- Anschluss ans öffentliche Straßennetz (optimal: Anschluss an beiden Enden)
- Rechtlich: nicht-öffentliche Waldstraßen
- Für 40-t-LKW
- Einspurig
- Kein Begegnungsverkehr
- Ständig befahrbar
- Verdichtete Schotterdecke
- Lichtraumprofil frei



Holztransport aus dem Wald

- In anderen Länder existieren andere Ausbaustandards
- Teilweise größere LKW-Dimensionen und höhere Gesamtgewichte (bspw. Finnland 76 t, Schweden 60 t)
- Begegnungsverkehr oft möglich
- Teilweise keine Befestigung von Waldstraßen
- Teilweise nur saisonale Benutzung



Aufgaben der Walderschließung

Ist die Erschließung eines Waldes immer notwendig?

- Aus **Sicht der Holznutzung** ist eine Erschließung nur dann notwendig, wenn der Wald bewirtschaftet werden soll, d.h. wenn das im Wald wachsende Holz geerntet und aus dem Wald gebracht werden soll
- Die Walderschließung ist kein Ziel, sondern ein Mittel zum Zweck der Holznutzung
- Findet im Wald kein menschlicher Eingriff statt, ist aus Sicht der Holznutzung keine Erschließung notwendig (z.B. Nationalpark)
- In diesem Fall können andere Gründe für eine Erschließung sprechen



Aufgaben der Walderschließung

- Walderschließung (Fahrwege und andere Wege im Wald) dient heute in Mitteleuropa, v.a. im stadtnahen Raum, auch für:
 - **Holztransport**
Transport von Maschinen in und aus dem Wald, Holztransport aus dem Wald
 - **Erholung/ Freizeitwecke**
„Erholungsuchende“, Wanderer, Mountain-Biker, Radfahrer, Jäger, Reiter, Skilangläufer, Kinderwagen, Rollstühle ...
 - **Notfälle**
Rettungsdienste, Feuerwehr, Bergwacht, Polizei
 - **Bau und Unterhaltung von Infrastruktur-Einrichtungen**
Gas-/Stromleitungen, Brunnen, Sendemasten, Windkraftanlagen
- Anforderungen dieser Nutzergruppen an die Wege weichen teilweise stark von denjenigen der reinen Holznutzung ab → unterschiedliche Ausbaustandards, Konflikte

Aufgaben der Walderschließung: Erholung

- In stadtnahen Wäldern kann die Rolle der Walderschließung für Erholungszwecke überwiegen
- Unterschiedliche, subjektive Sichtweisen zwischen Bevölkerung und Forst



Erholung im Wald vs. Holzernte

- Holztransport führt in Mitteleuropa oft zu Konflikten mit Erholungsnutzung
- Ursache ist oft ein für die Witterung ungenügend befestigter Weg oder schlechte Planung
- Bei nasser Witterung und ungenügendem Wegeunterbau – keine Holzabfuhr



Aufgaben der Walderschließung: Rettungswege

- Waldwege und Rettungspunkte sind Bestandteil der Rettungskette
- Dienen dem Transport von Material und Menschen mit ‚normalen‘ Fahrzeugen
- Verantwortung für **Waldbesucher und Waldarbeiter**



Aufgaben der Walderschließung: Waldbrandbekämpfung

- Waldbrand in Brandenburg im August 2018
- *"Wir kommen stellenweise nicht ran, nur von befahrbaren und geräumten Wegen",* sagte ein Sprecher der Feuerwehr ...



Aufgaben der Walderschließung: Infrastruktureinrichtung

- Beispiele für notwendige Zugänge zu Infrastruktureinrichtungen:
- Windkraftanlagen und deren Bau inkl. Transport bspw. der Rotorblätter
- Erdgasleitung
- Wartung und Neuanlage von Trinkwasserfassungen (Brunnen)
- Wasserzisternen zur Waldbrandbekämpfung



Beurteilung der Walderschließung

| Kriterien zur Beurteilung von Arbeiten und Mittel der Walderschließung lassen sich nach ihrer Art einteilen:

| **Technische Aspekte** (T), = Technik

| **Wirtschaftliche Aspekte** (W), = Ökonomie

| **Umweltwirkungen** (U), = Ökologie

| **Soziale Wirkungen** (S) = Mensch

Beurteilung der Walderschließung

- Sicherheit S, T, W
- Permanente Betriebsbereitschaft T, W
- Transport in beide Richtungen T, W
- Transport von Personen und Gütern S, T, W
- (un)gebrochener Transport T, W
- Verlust an Waldbodenfläche W, U
- Eingriffe/Veränderungen im/ am umgebenden Ökosystem U
- Schäden am Boden und Bestand bei Bau und Nutzung U, W
- Kapitalbedarf, Fixkostenbelastung, Abschreibungszeitraum W
- Laufende Unterhaltskosten W



Rechtliches: Bundeswaldgesetz

§ 2 Wald

(1) Wald im Sinne dieses Gesetzes ist jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch ... Waldwege, ...

§ 14 Betreten des Waldes

- (1) Das Betreten des Waldes zum Zwecke der Erholung ist gestattet. Das Radfahren, ... und das Reiten im Walde ist nur auf Straßen und Wegen gestattet.
Die Benutzung geschieht auf eigene Gefahr. Dies gilt insbesondere für walddtypische Gefahren.
- (2) Die Länder regeln die Einzelheiten. Sie können das Betreten des Waldes aus wichtigem Grund, insbesondere des Forstschatzes, der Wald- oder Wildbewirtschaftung, zum Schutz der Waldbesucher oder zur Vermeidung erheblicher Schäden ... einschränken ...

Rechtslage zu Waldwegen

- Waldstraßen/ Waldwege sind **nicht-öffentliche Straßen/ Wege**
- Sie dienen in erster Linie der Bewirtschaftung des Waldes
- Sie dürfen in Deutschland jedoch zum Zwecke der Freizeit und Erholung betreten werden
- In vielen anderen Ländern ist das Betreten von privatem Wald inkl. Wege verboten, z.B. Frankreich, England, Italien, Spanien
- Der Waldbesitzer hat das **Betretens seines Waldes inkl. Wege zu dulden**
- Das allgemeine Betretungsrecht ist eine Einschränkung des Eigentums
- Im Gegenzug erfolgt das **Betretens des Waldes auf eigene Gefahr**
- Bedeutet: Der Waldbesitzer hat **keine erhöhte Verkehrssicherungspflicht**, weder im Wald noch auf Wegen!

Rechtslage zu Waldwegen

- Okt. 2012: Klarstellung durch Bundesgerichtshof (BGH-Urteil)
*„Eine Haftung des Waldbesitzers wegen Verletzung der Verkehrssicherungspflicht besteht grundsätzlich nicht für **waldtypische Gefahren**“*
- Verkehrssicherungspflicht des Waldbesitzers ist auf solche Gefahren beschränkt, die nicht waldtypisch, sondern im Wald atypisch sind
- Haftungsbeschränkung auf **atypische Gefahren gilt auch für Waldwege**

Rechtslage zu Waldwegen

- Urteilsbegründung des durch Bundesgerichtshof (BGH-Urteil)

„Der Waldbesucher, der auf eigene Gefahr Waldwege betritt, kann nicht erwarten, dass der Waldbesitzer Sicherungsmaßnahmen gegen walddtypische Gefahren ergreift. Mit walddtypischen Gefahren muss der Waldbesucher stets, also auch auf Wegen rechnen.“

„Er ist primär selbst für seine Sicherheit verantwortlich. Risiken, die ein freies Bewegen in der Natur mit sich bringt, gehören grundsätzlich zum entschädigungslos hinzunehmenden allgemeinen Lebensrisiko.“

„Dass der Waldbesucher die walddtypischen Gefahren selbst tragen muss, ist gleichsam der Preis für die eingeräumte Betretungsbefugnis.“

- Ebenso: Kein Rechtsanspruch auf bestimmte Wegestandards oder auf Umleitungsstrecken bei gesperrten Waldwegen infolge Holzerntearbeiten



Forstliche Erschließungssysteme

- Waldstraßen sind für die Holzernte wichtige Elemente eines Erschließungssystems
- Zu einem kompletten Erschließungssystem gehören:
 - | Die **äußere Erschließung**, d.h. die Erschließung außerhalb des Waldes
 - | Die Anbindung des äußeren Systems an die innere Erschließung
 - | Die **innere Erschließung**, bestehend aus
 - | Basiserschließung
 - | Feinerschließung

Die äußere Erschließung

- Autobahn (direkte Anbindung nicht möglich)
- Bundesstraße (direkte Anbindung oft problematisch)
- Landesstraße
- Kreisstraße
- Gemeindeverbindungsstraßen
- Schienenwege (in DE keine direkte Anbindung mehr)
- Wasserstraßen (in DE keine direkte Anbindung mehr)
- Seilbahnen (selten, im Hochgebirge)

Die innere Erschließung

synonym gebraucht

Waldwege

Waldstraßen

Fahrwege

Forststraßen

Forstwege

Abfuhrwege

Rückegassen

Maschinenwege

Seiltrassen

...

Basiserschließung

LKW-befahrbare Wege, oft in zwei Kategorien unterschieden: (i) Hauptfahrwege und (ii) Nebenfahrwege

Feinerschließung

Basiserschließung: Hauptfahrwege

(i) Hauptfahrwege

- | Ganzjährig befahrbar mit LKW und anderen Fahrzeugen, die auch auf öffentlichen Straßen verkehren (z.B. Rettungsdienste, Feuerwehr)
- | Ausreichend befestigt
- | Tragfähige Brücken (mind. 40 t)
- | Gute Linienführung horizontal (Kurvenradien) und vertikal (Steigungen)
- | Einspurig, jedoch mit Ausweichstellen
- | Keine Stichwege (keine „Sackgassen“), Rundverkehr möglich
- | Anschluss an öffentliches Straßennetz
- | Werden permanent benötigt und unterhalten

Basiserschließung: Hauptfahrwege

- Ganzjährig LKW-befahrbarer Hauptfahrweg in Sand-Wasser-gebundener Bauweise mit typischem Uhrglas-Profil



Basiserschließung: Hauptfahrwege

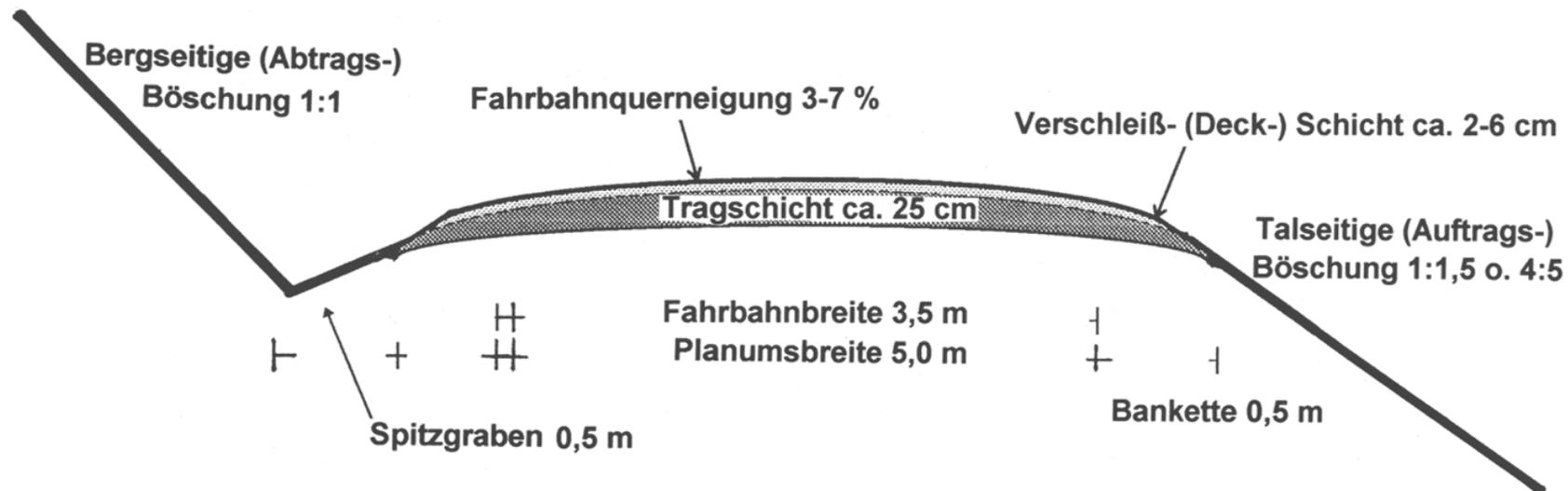
- Längsneigung mind. 2% (zur Wasserableitung) bis max. 8% (10%)
- Moderate Kurvenradien



Profil eines Hauptfahrweges

- Typisches Profil eines auch bei Schnee/ Eis befahrbaren Wegs
- Die Wasserableitung erfolgt durch Rohre in regelmäßigen Abständen, ohne Querrinnen

Halbrund- oder Uhrglasprofil



Basiserschließung: Nebenfahrwege

(ii) Nebenfahrwege

- | Unter günstigen Witterungsbedingungen grundsätzlich LKW befahrbar
- | Einschränkungen je nach Saison und Witterung möglich
- | Geringere Ansprüche an Linienführung (enge Radien, starke Neigung)
- | Einspurig, kaum Ausweichstellen
- | Stichwege möglich
- | Unterhaltung weniger intensiv und/ oder nur bei Bedarf

Basiserschließung: Nebenfahrwege

- LKW-befahrbarer Nebenfahrweg oder Zubringerweg in Sand-Wasser-gebundener Bauweise
- Manchmal auch als Fahrweg 2. Kategorie benannt



Waldstraßen als Mittel der Basiserschließung

Warum sind Waldstraßen in Europa das meist eingesetzte Mittel für **Basiserschließungen** im Wald?



Waldstraßen als Mittel der Basiserschließung

Warum sind Waldstraßen in Europa das meist eingesetzte Mittel für **Basiserschließungen** im Wald?

Sie bieten eine hohe Flexibilität hinsichtlich

- Art der transportierten Güter z.B. Holz, Kies, Hackschnitzel, Treibstoff
- Deren Volumen/ Gewicht LKW max. 40 t, Leergewicht: ca. 18 t
- Deren Dimension LKW-Transport Stammlängen max. 18/ 19 m
- Ungebrochener Transport ins Werk möglich nur 1 Transportmittel,
Gegensatz: gebrochener Transport: z.B. LKW - Schiff - Bahn - LKW

Bewertung von Waldstraßen als Mittel der Basiserschließung

- | **Technische Aspekte** (T), = Technik
- | **Wirtschaftliche Aspekte** (W), = Ökonomie
- | **Umweltwirkungen** (U), = Ökologie
- | **Soziale Wirkungen** (S) = Mensch



Bewerten Sie
Waldstraßen als
Mittel der
Basiserschließung

Bewertung von Waldstraßen als Mittel der Basiserschließung

- **Hohe zeitliche Verfügbarkeit**, i.d.R. ganzjährig befahrbar; Ausnahmen: hoher Schnee, extreme Nässe
- **Personentransporte möglich**
- **Ergonomie** (Mensch): geringe Belastungen und Risiken bei Nutzung
- **Arbeitssicherheit**: Rettung in Notfällen relativ schnell möglich
- **Ökonomische Gründe**, Hohe Baukosten, aber ...
 - Relativ geringe Unterhaltungskosten
 - Niedrige Transportkosten je m³
 - Kurze Wegezeiten für Personal
- **Ökologische Aspekte**:
 - Boden- und holzpfleglicher Transport
 - Vermeidung von Bodenerosion
 - „Verlust“ an originärem Waldboden

Wegedichte und Wegeabstand

Wegedichte (WD)

- | Durchschnittliche Fahrweglänge pro Hektar Holzbodenfläche in [m/ha] oder [lfm/ha]
- Einbezogen werden alle Kategorien von Fahrwegen (nicht Feinerschließung!)
- Optimale Wegedichte: Minimierung der diskontierten Summe von Wegekosten (Wegeneubau, -unterhaltung, Produktionsflächenverlust), Kosten der Holzbringung sowie der Zugangskosten (z.B. zu Planungs- und Kontrollzwecken)
- | **$WD = \sum \text{Fahrweglänge [m]} / \text{Holzbodenfläche [ha]} = 10.000 / \text{Wegeabstand}$** (1 ha = 10.000 m²)

Wegeabstand (WA)

- | Durchschnittlicher Abstand der Fahrwege in Metern [m]
- Rückegassen etc. werden nicht berücksichtigt!
- | **$WA = 10.000 / \text{Wegedichte}$**

Übliche Wegedichten

- Wegedichten sind abhängig von Nutzungsintensität, Gelände, Lohn- und Kapitalkosten
- Wegedichte für ...

Einfache Verhältnisse	12-15 lfm je ha
Durchschnittliche Verhältnisse	20-25 lfm je ha
Schwierige Verhältnisse	35-40 lfm je ha
- In der Praxis liegt reale Wegedichte deutlich über optimaler Wegedichte, Ursache:
 - Unterschiedliche Wegekonzepte in den letzten Jahrzehnten/ -hunderten
 - Beispiel: ehem. Unterhangwege („Schießenlassen“), Mittelhangwege (Seilschlepper), Oberhangwege (Seilkran)
 - Unterschiedliche Waldbesitzarten
 - Relief
 - Nutzungsintensität

Übliche Wegedichten

Reale Wegedichten im Vergleich

- | | |
|--------------------------------|------------|
| ▪ Mittelwert in Deutschland | 64 lfm/ ha |
| ▪ Landeswald Baden-Württemberg | 52 lfm/ ha |
| ▪ Landeswälder Hessen, Bayern | 34 lfm/ ha |
| ▪ L-Wald Bayern, Hochgebirge | 16 lfm/ ha |
| ▪ L-Wald Niedersachsen | 32 lfm/ ha |

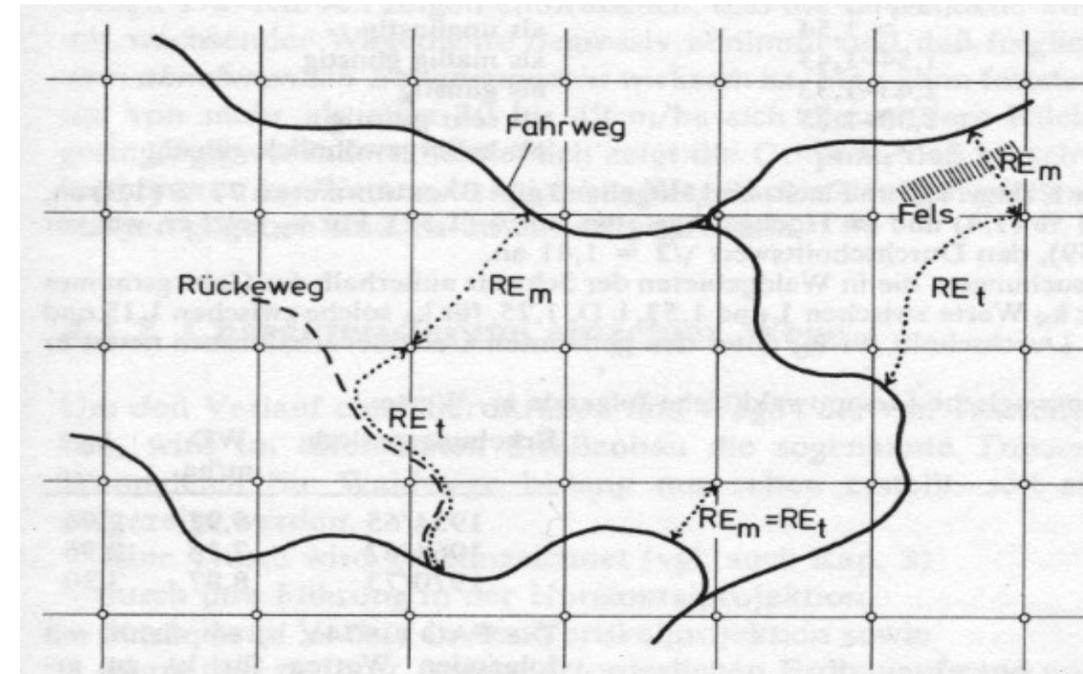
Wegedichte – Fazit

- Die Wegedichte ist eine rein quantitative Beurteilung; sie sagt nichts über die Qualität der Erschließung oder über die Erschließungswirkung aus
- Je nach Linienführung und Verteilung der Wege kann – bei gleicher Wegedichte – eine gleichmäßige, gute oder unzureichende Erschließung eines Waldgebietes gegeben sein
- Sie ist einigermaßen aussagekräftig nur für sehr große Gebiete oder ganze Landeswälder
- In der Praxis liegt die reale Wegedichte – aus mehreren Gründen – meist deutlich über der optimalen Wegedichte
- Andere Kennziffern lassen eine qualifiziertere Beurteilung zu

Rückedistanz zum Fahrweg

Rückedistanz, auch Rückeentfernung

- | Gemeint ist hier die Rückeentfernung zum Fahrweg!
- | RE_0 theoretische mittlere Rückedistanz (hier ohne Abb.)
= $WA/4$ (bei beidseitigem Zuzug) bzw. $WA/2$ (bei einseitigem Zuzug)
- | RE_m kürzeste mittlere Rückedistanz
- | RE_t tatsächliche mittlere Rückedistanz



Erschließungsprozent

Erschlossene Fläche

- Die Fläche (in ha) entlang eines Fahrwegs bis zu einer Tiefe von 300 m kann bei Einsatz eines Forwarders im ebenen, befahrbaren Gelände als erschlossen angesehen werden
- Die Erschließungstiefe variiert mit den eingesetzten Rückeverfahren (z.B. Erschließungstiefe ist beim alleinigen Rücken mit Pferd geringer)
- Zusätzlich kann sie im Bergland zwischen der Bergseite und der Talseite variieren (asymmetrische Erschließungsbänder)

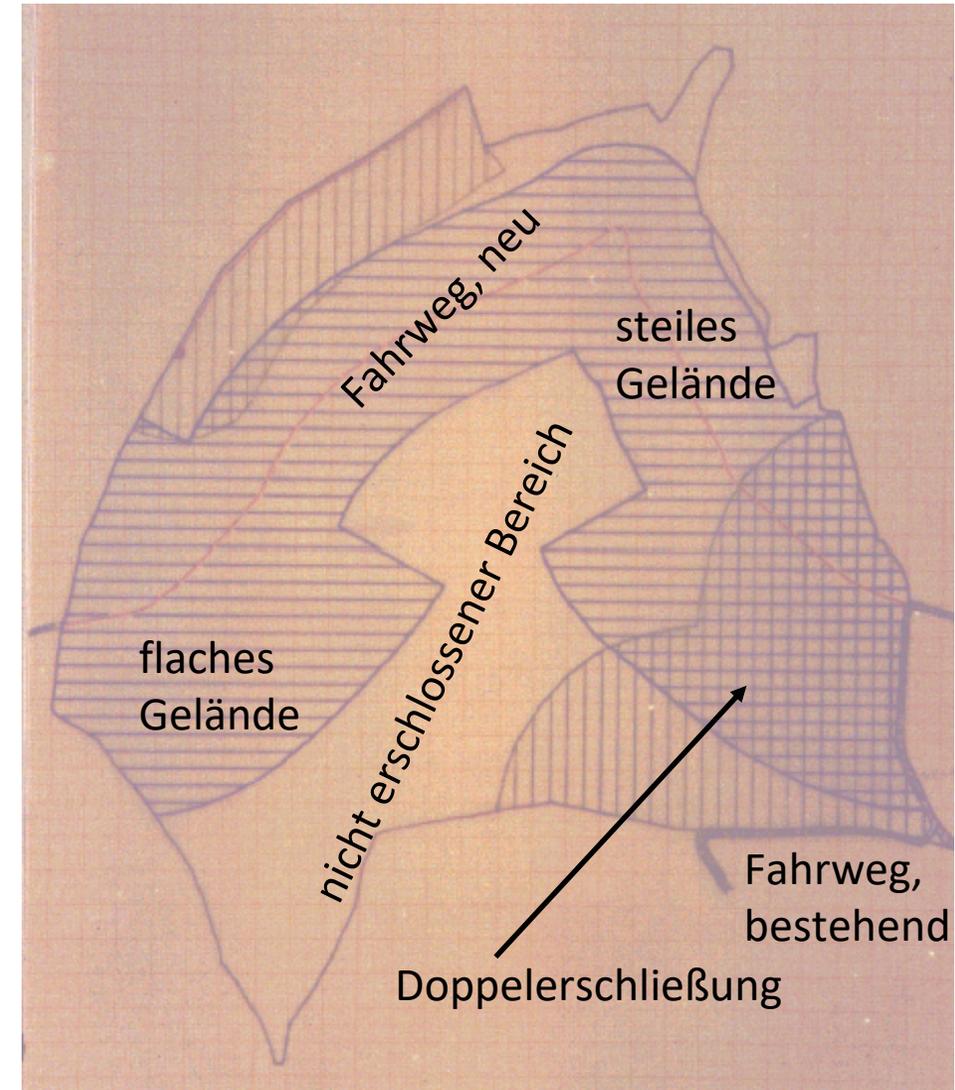
$$E \% = \frac{\text{Erschlossene Fläche (ha)}}{\text{Gesamtholzbodenfläche (ha)}} \times 100 \quad [\text{in \%}]$$

Erschließungsprozent

Beispiel aus Landeswald Hessen, Wegneubauprojekt (rote Linie)

Erschließungswirkung (Korridortiefe)

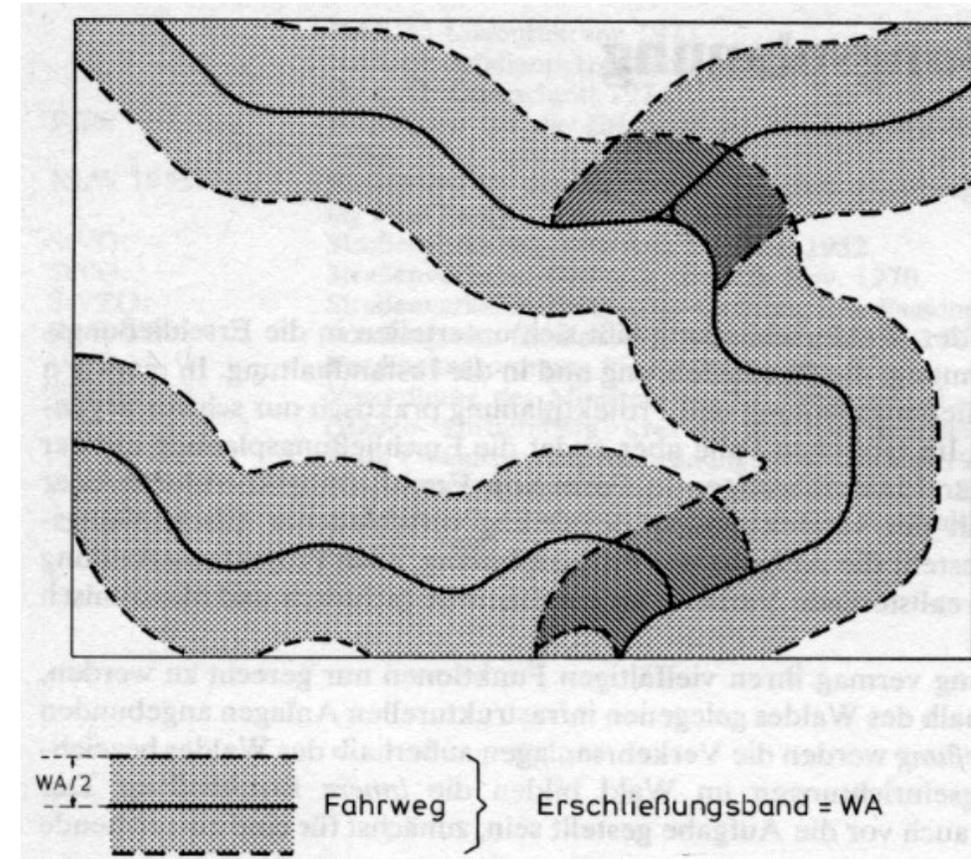
- Feste Korridore
 - Flaches Gelände ($< 25\%$): zu jeder Wegseite 300 m
 - Steiles Gelände ($> 25\%$): zu jeder Seite 125 m
 - Ergibt Erschließungsprozent 73 %
- Feste Korridore, andere Autoren
 - Ebene Lagen 200 m
 - Hang aufwärts 50 m
 - Hang abwärts 100 m
- Die Breite des Erschließungsbandes an der Reichweite des Rückemittels orientieren



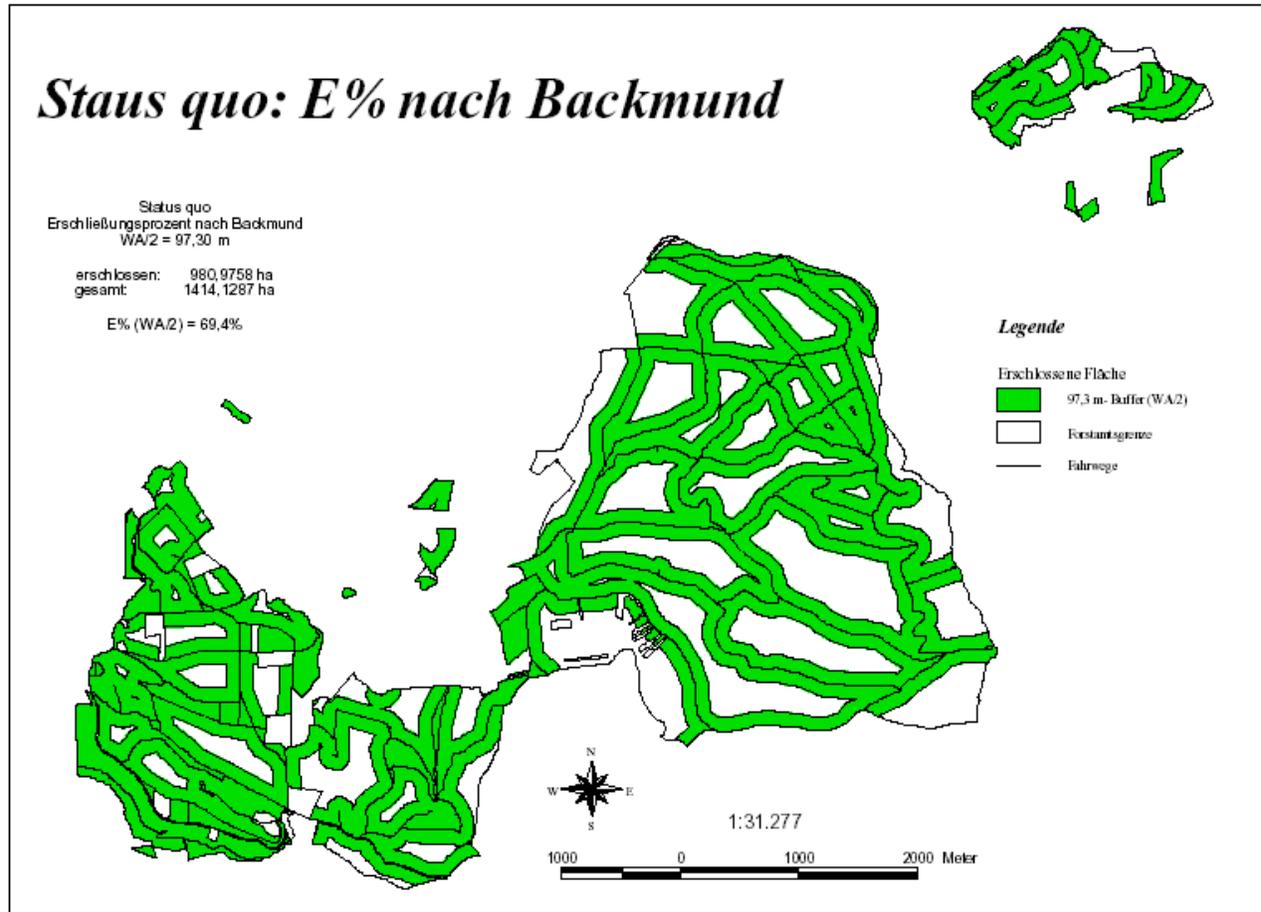
Erschließungsprozent nach Backmund

Erschließungsprozent nach BACKMUND (1966)

- | Erschließungsband
 - = mittl. Wegeabstand
 - = $WA/2$ beidseits Weg
- Ergibt im Beispiel $E = 64\%$, mehrf. erschl. Fläche: 9%
- Beachte: Breite des Erschließungsbandes sinkt mit zunehmender Wegedichte!



Erschließungsprozent



Kennziffern zur Beurteilung der Basiserschließung

Fazit

- Wegedichte WD sagt wenig über den konkreten Erschließungseffekt aus, ist aber geeignet zur Charakterisierung größerer Forstbetriebe
- Erschließungsprozent E % ist eine relativ gute, aussagekräftige Kennziffer
- Bei der Angabe der Kennziffer E % ist aber immer eine Konkretisierung über die Breite der Erschließungsbänder notwendig, z.B. WA/2 in Metern; fixe Breite in Metern; unterschiedl. Breite im Metern, je nach Ebene, Hang oben/ unten

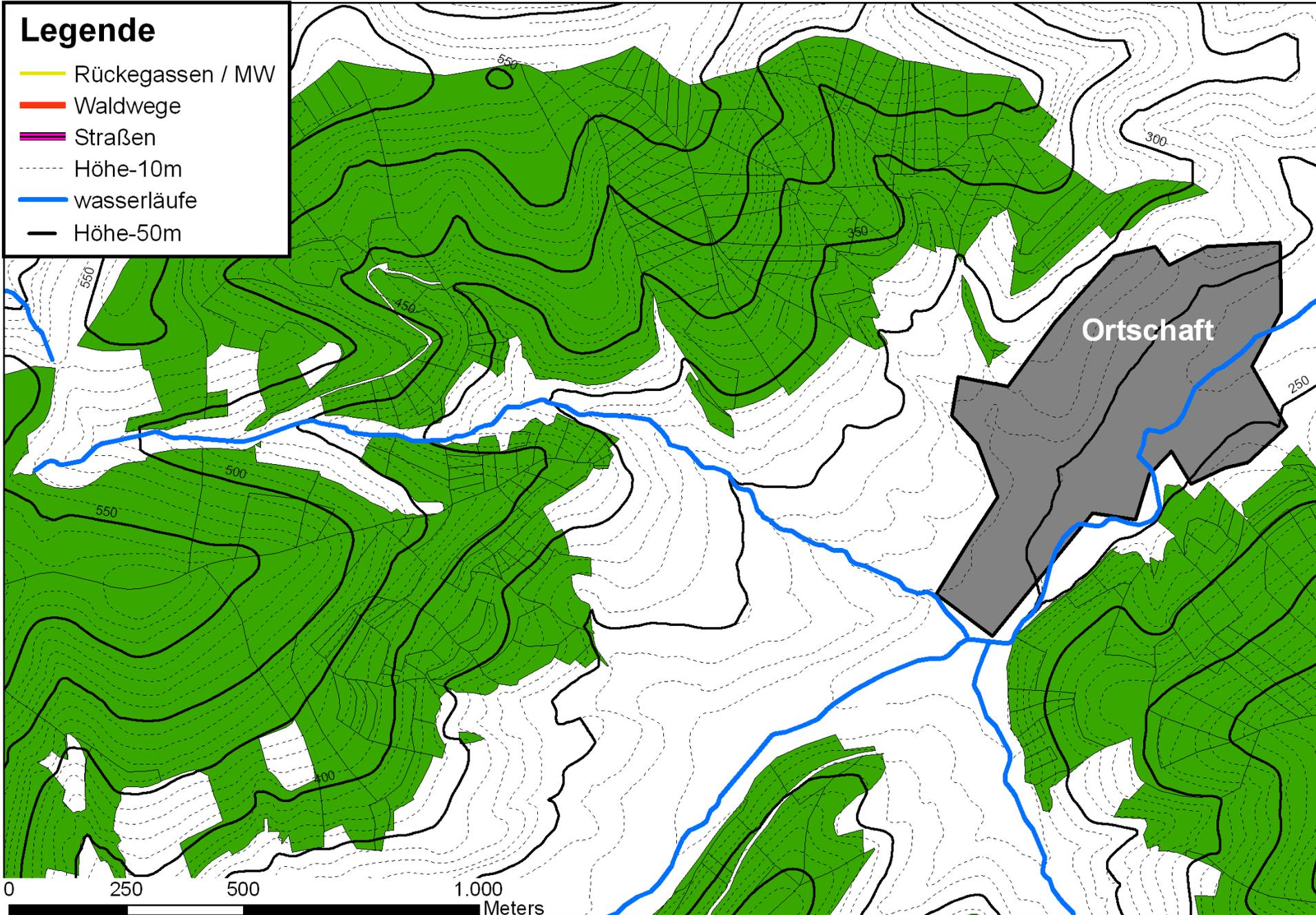
Übung für zu Hause

In einem bergigen Waldgebiet in Bhutan finden sich auf 10.000 ha Waldfläche 200 km Waldfahrwege.

Berechnen und beurteilen Sie die Wegedichte. Welche andere Kennziffer der Erschließungsintensität ist ggf. geeigneter?

Legende

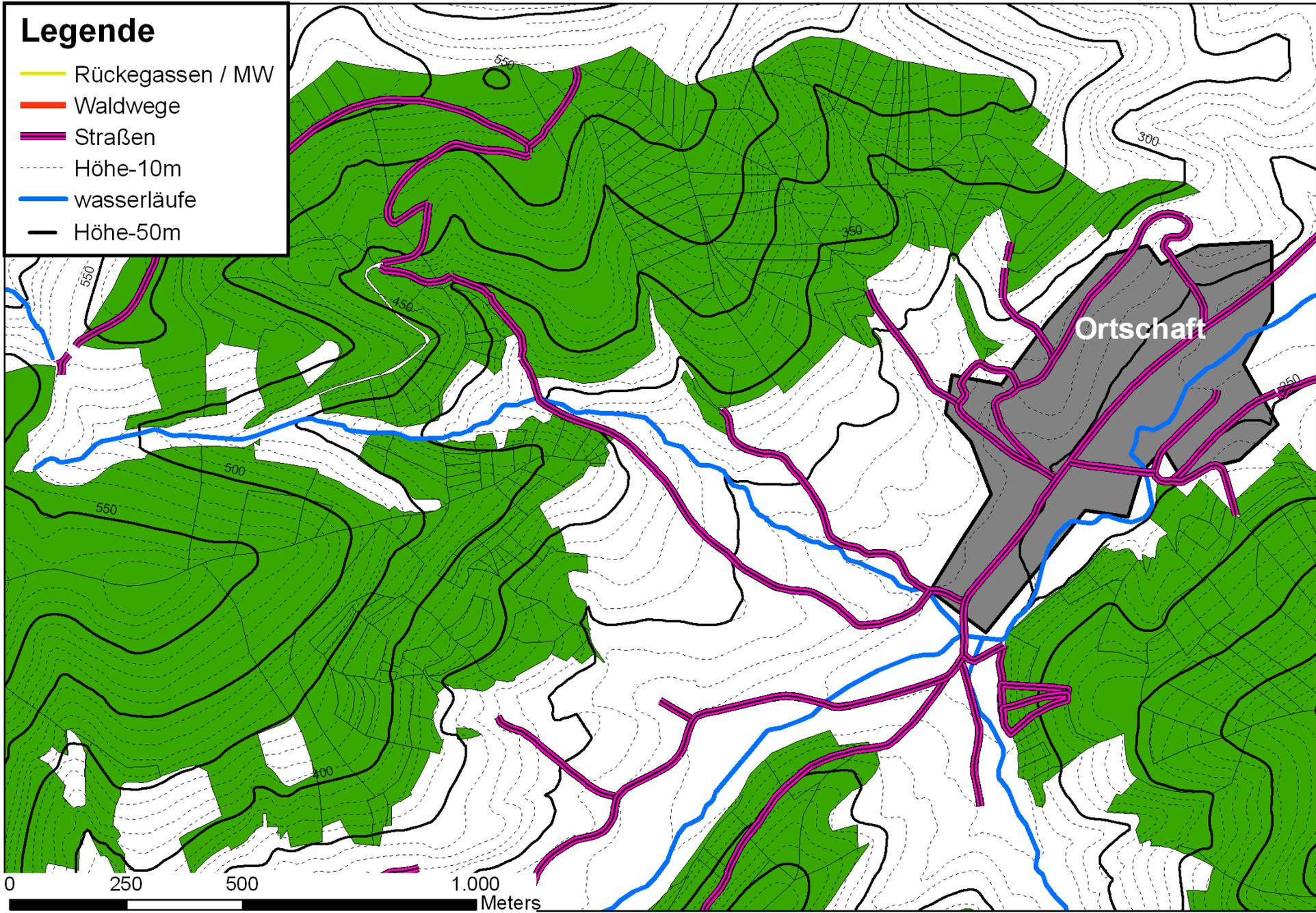
- Rückegassen / MW
- Waldwege
- Straßen
- - - - - Höhe-10m
- wasserläufe
- Höhe-50m



0 250 500 1.000 Meters

Legende

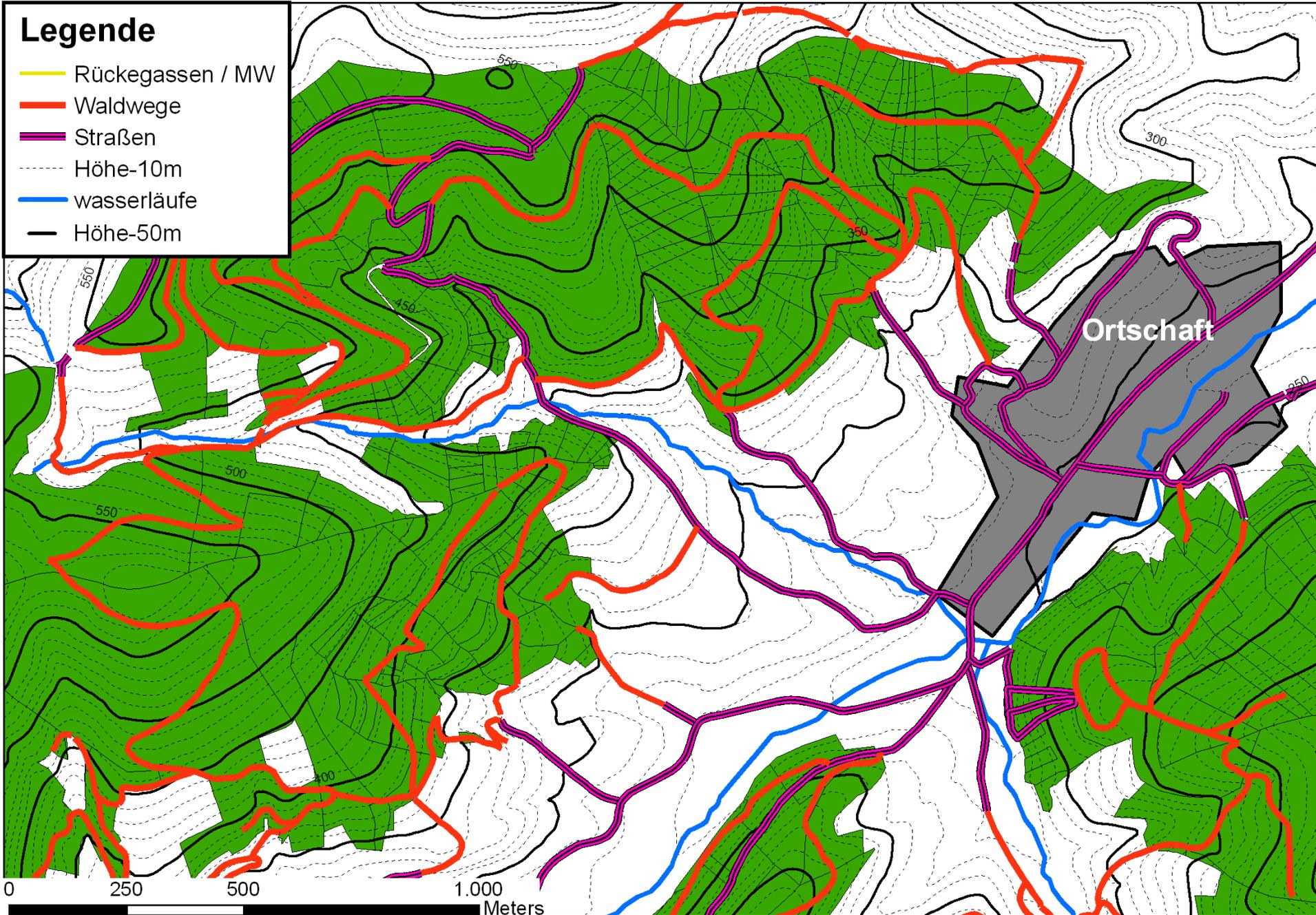
- Rückegassen / MW
- Waldwege
- Straßen
- - - - - Höhe-10m
- wasserläufe
- Höhe-50m



0 250 500 1.000 Meters

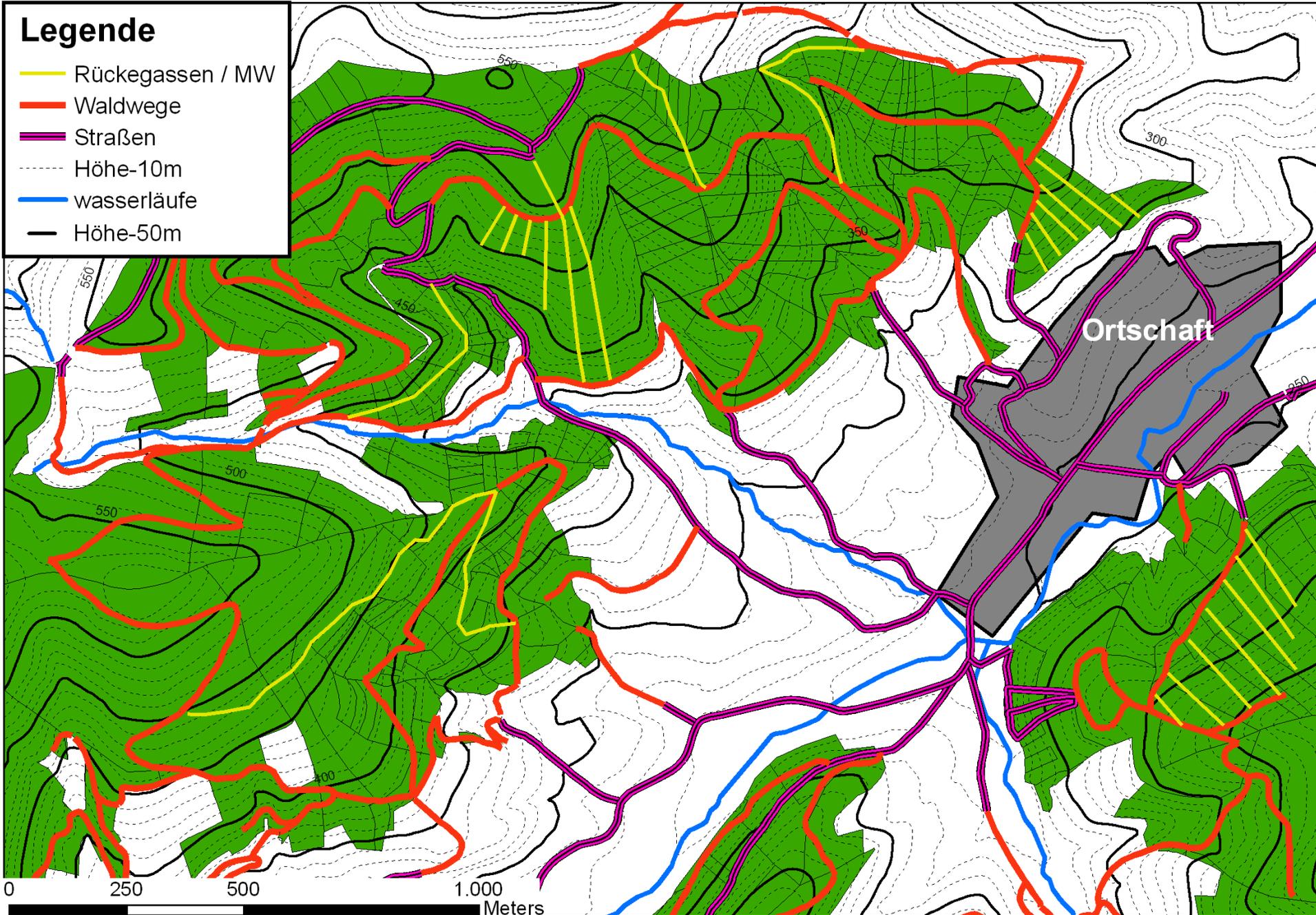
Legende

- Rückegassen / MW
- Waldwege
- Straßen
- - - - - Höhe-10m
- wasserläufe
- Höhe-50m



Legende

- Rückegassen / MW
- Waldwege
- Straßen
- - - - - Höhe-10m
- wasserläufe
- Höhe-50m



Die innere Erschließung

synonym gebraucht

Waldwege

Waldstraßen

Fahrwege

Forststraßen

Forstwege

Abfuhrwege

Rückegassen

Maschinenwege

Seiltrassen

...

Basiserschließung

LKW-befahrbare Wege, oft in zwei Kategorien unterschieden: (i) Hauptfahrwege und (ii) Nebenfahrwege

Feinerschließung

Mittel der Feinerschließung

Die **3 häufigsten Mittel der Feinerschließung** in Mitteleuropa

- | Rückegassen
- | Maschinenwege
- | Seiltrassen

Rückegassen

- | Baumfreie, möglichst gerade Linien in befahrbarem Gelände
- | 3,5 bis 4,0 m breit
- | Abstand 20 bis 40 m, je nach Feinerschließungskonzept (gemessen von Mitte Rückegasse bis Mitte Rückegasse)
- | Hergestellt ohne Erdbewegungen, nicht befestigt
- | Im ebenen bis geneigten Gelände
- | Hangneigung möglich bis 30/ 35% (50% mit Spezialmaschinen)
- | Verlaufen im geneigten Gelände immer in Fallrichtung
- | Nutzung durch geländegängige Forst-Maschinen zum Zwecke der Holzernte und des Holzurückens (syn.: Holzbringung)
- | Fahrzeuge dürfen Linien nicht verlassen (!) wegen Gefahr der Bodenverdichtung schon bei erster Befahrung

Rückegassen in der Ebene

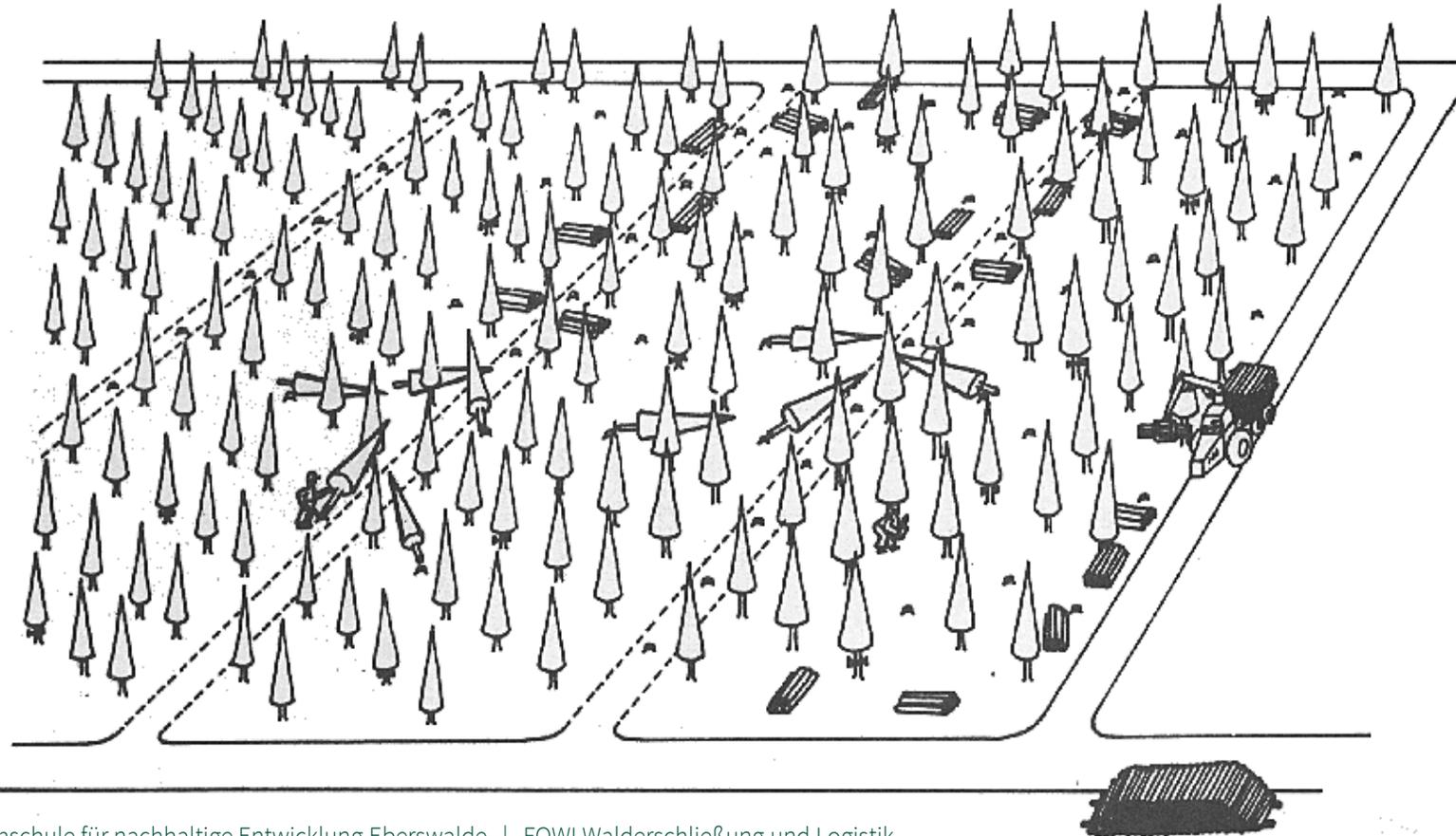


Rückegassen in der Ebene



Schema Anlage von Rückegassen

SCHLAGORDNUNG BEIM KURZHOLZVERFAHREN



Maschinenwege

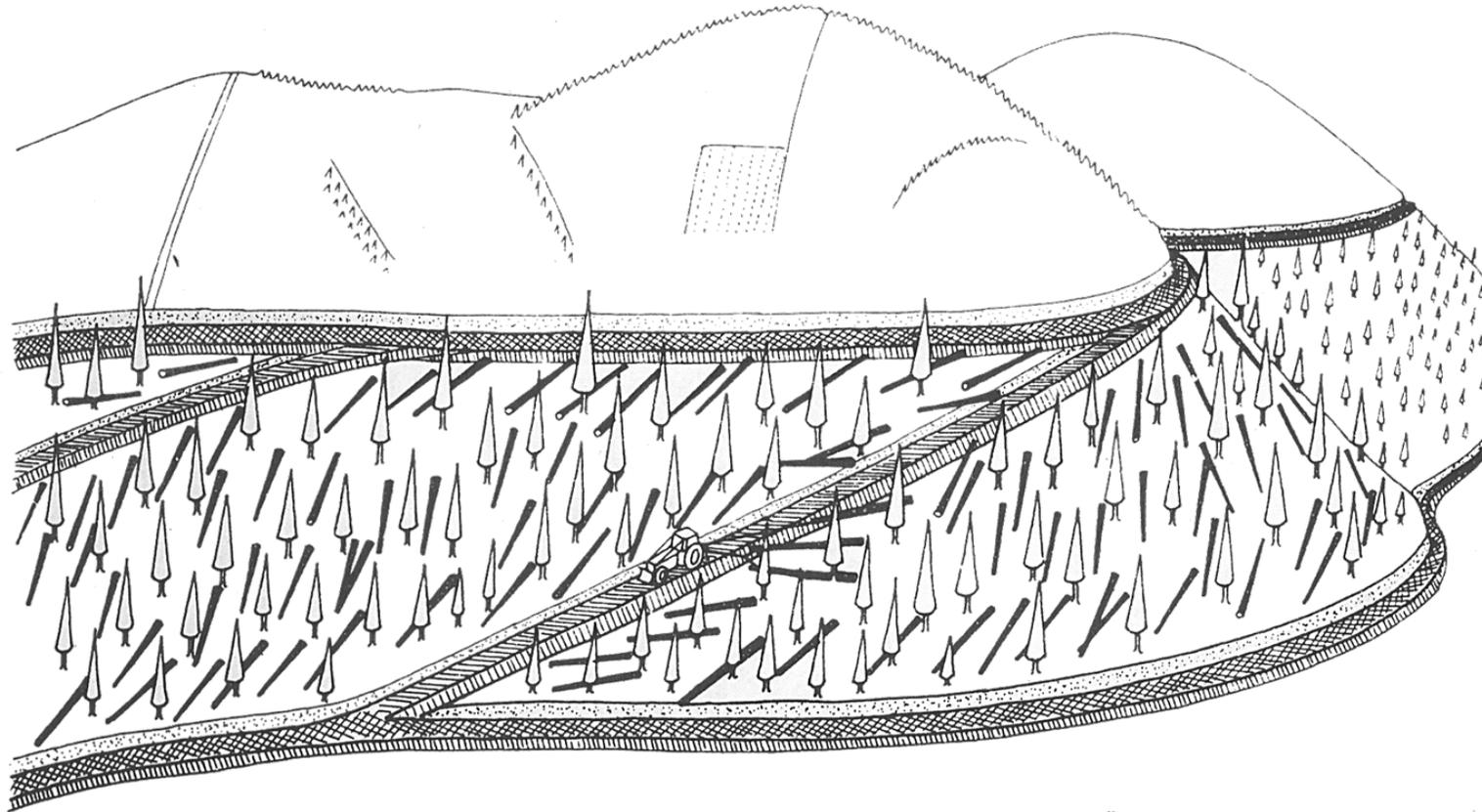
- | Baumfreie Erdwege im steilen Gelände > 35 % Geländeneigung
- | Diagonal (schräg) oder quer zum Hang
- | Längsneigung nach Möglichkeit < 15 %
- | i.d.R. ohne Befestigung, d.h. ohne eingebrachtes Fremdmaterial
- | Durchgehend planiert (Erdarbeiten)
- | Nur befahrbar mit geländegängigen Forstmaschinen,
nicht mit LKW
- | Saisonale & witterungsbedingte Einschränkungen möglich
- | 3,5 bis 4,0 m breit (wie Rückegassen)
- | Abstand 80 - 150 m (in Horizontalprojektion)

Maschinenwege

- Eingeschnittene Wege schräg zum Hang
- Erdbewegungen erforderlich, aber meist ohne Materialeintrag
- V.a. im stärker geneigten Gelände
- Zur besseren Wasserableitung meist schräg zum Hang
-



Schema Maschinenweg und Waldwege



MODELL EINER SCHLAGORDNUNG AM HANG NACH ANLAGE HANGDIAGONALER RÜCKEWEGE

Maschinenweg im Bau



Maschinenweg nach ein paar Jahren



Seilkrantrassen

- Baumfreie, absolut gerade Linien (ca. 2 bis 3 m Breite)
- Immer exakt in Fallrichtung (nicht Fällrichtung!)
- Nicht befestigt
- Abstand je nach Hiebsanfall, Altersphase, Hangform und eventuellem Vorrücken mit Kleinraupen variabel, ca. 20 bis 60 m
- Zunehmend auch angewandt in der Ebene, in nicht befahrbaren Lagen (Vernässung)



Seilkrantrassen

- Im nicht befahrbaren Gelände
 - Sehr steil
 - Geringe Bodentragfähigkeit (nasse, ebene Lage)
 - Hohe Bodenrauigkeit (Felsen, Blocküberlagerung)



Erschließung für Seilkrantrassen

- Für die Aufstellung des Seilkranes ist am Oberhang (bevorzugt) oder Unterhang ein Fahrweg erforderlich, dient zugleich der Holzlagerung und der Holzabfuhr
- Kleinere Seilkräne (Kurzstreckenseilkran, Schwachholzseilkran) können auch auf Maschinenwegen arbeiten



Erschließung für Seilkrantrassen

- Im steilen Gelände ist die Holzlagerung oft problematisch
- Oft kaum Lagermöglichkeit, Schlepper zum Verziehen und Poltern des Holzes notwendig, LKW-Anfahrt oft nur rückwärts möglich



Zusammenfassung

- Walderschließung ist Voraussetzung für jegliches Tun und Handeln im Wald und erfüllt heute – neben der Holznutzung – viele weitere, sehr unterschiedliche Aufgaben
- Durch die teilweise sehr unterschiedlichen Anforderungen kommt es teilweise zu Konflikten
- Ein forstliches Erschließungssystem besteht aus einer Kombination von Basis- und Feinerschließung und ist an ein äußeres System angebunden
- Die Basiserschließung besteht meist aus Haupt- und Nebenfahrwegen – beide sind LKW-befahrbar, haben jedoch unterschiedl. Ausbaustandards
- Zur Feinerschließung (syn.: Flächenerschließung) werden Fahrwege mit Rückegassen, Maschinenwegen und Seiltrassen kombiniert, wobei sich die Kombination v.a. aus der Topographie ergibt

Lernziele

- Erwerb von Wissen über Notwendigkeit und Möglichkeiten der Walderschließung
- Fähigkeit zur Bewertung der Quantität und Qualität der Walderschließung
- Fähigkeit zur Planung/ Anpassung von Erschließungskonzepten



Benjamin Engler

Professur für Forstliche Arbeitswissenschaften und Verfahrenstechnologie

benjamin.engler@hnee.de