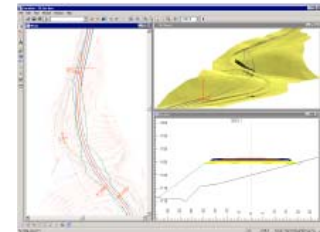
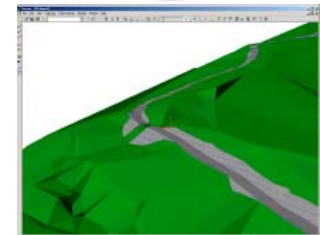




# PLANEMENTAJO ESTRADAS FLORESTALIS



Ewald Pertlik

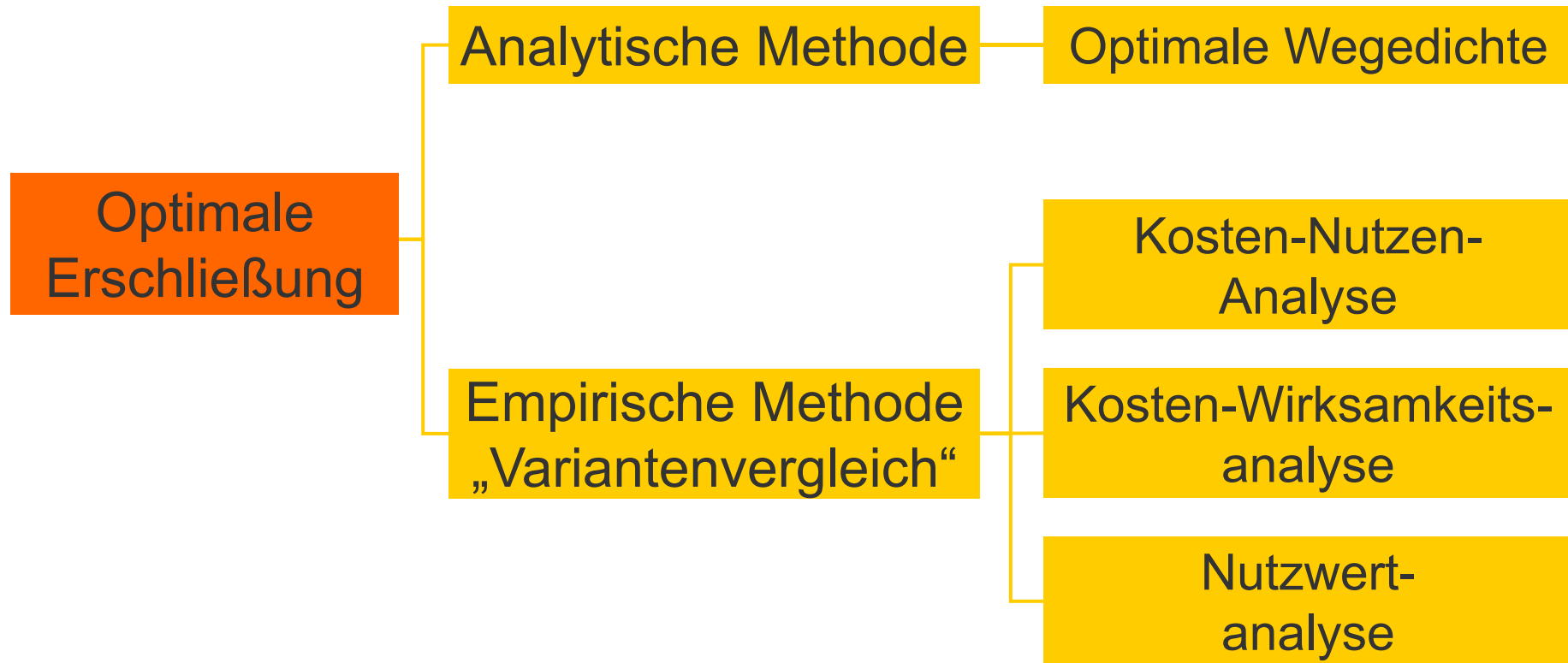
Institut für Forsttechnik



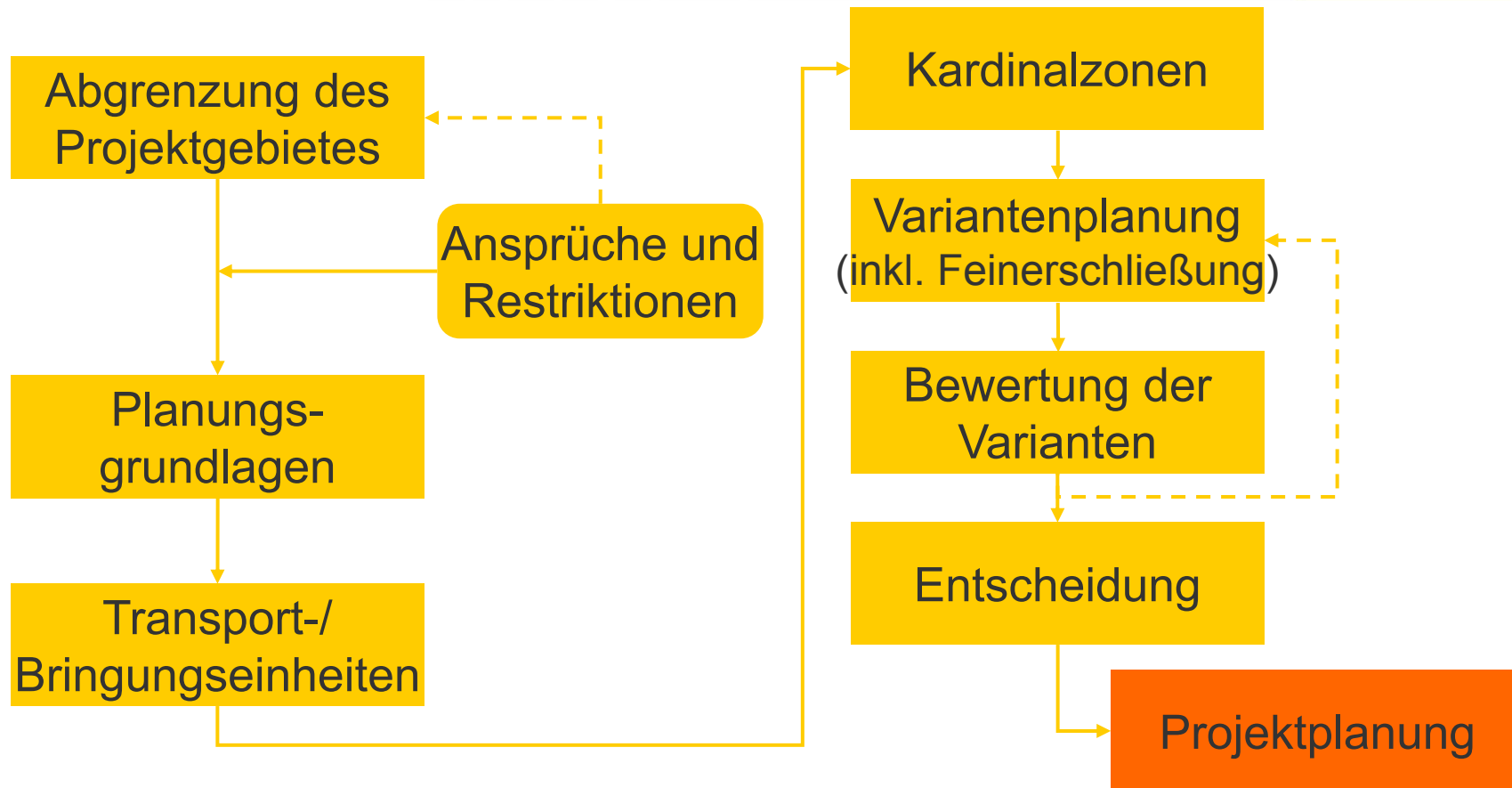


Eine sinnvolle,  
gut ausgeführte  
Erschließung ist die  
Voraussetzung für  
erfolgreiche  
Waldbewirtschaftung

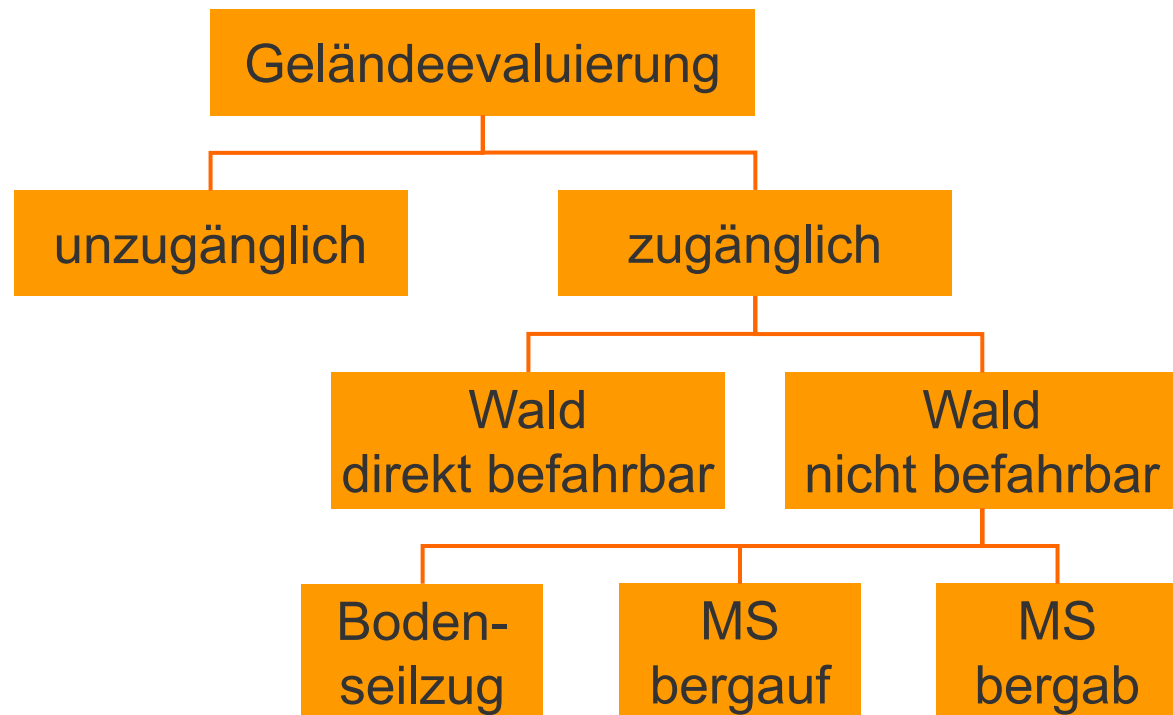
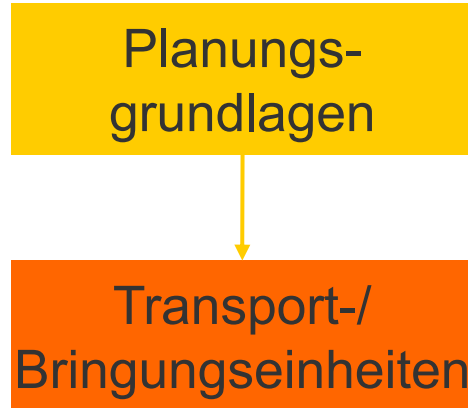
# Wegenetzplanung



# Empirische Methode



# Empirische Methode



# Empirische Methode



Transport-/  
Bringungseinheiten

Kardinalzonen

---

## Positive Kardinalpunkte

## Negative Kardinalpunkte

Anschlusspunkte

Unproduktive Flächen

Bautechnisch vorteilhafte Zonen

Bautechnisch ungünstige Zonen

Geeignete Stellen für Holz-  
aufarbeitung und -lagerung

Schützenswerte Flächen (Biotope)

Siedlungen

Quellen

Gehöfte

Fremdbesitz

Aussichtspunkte

---

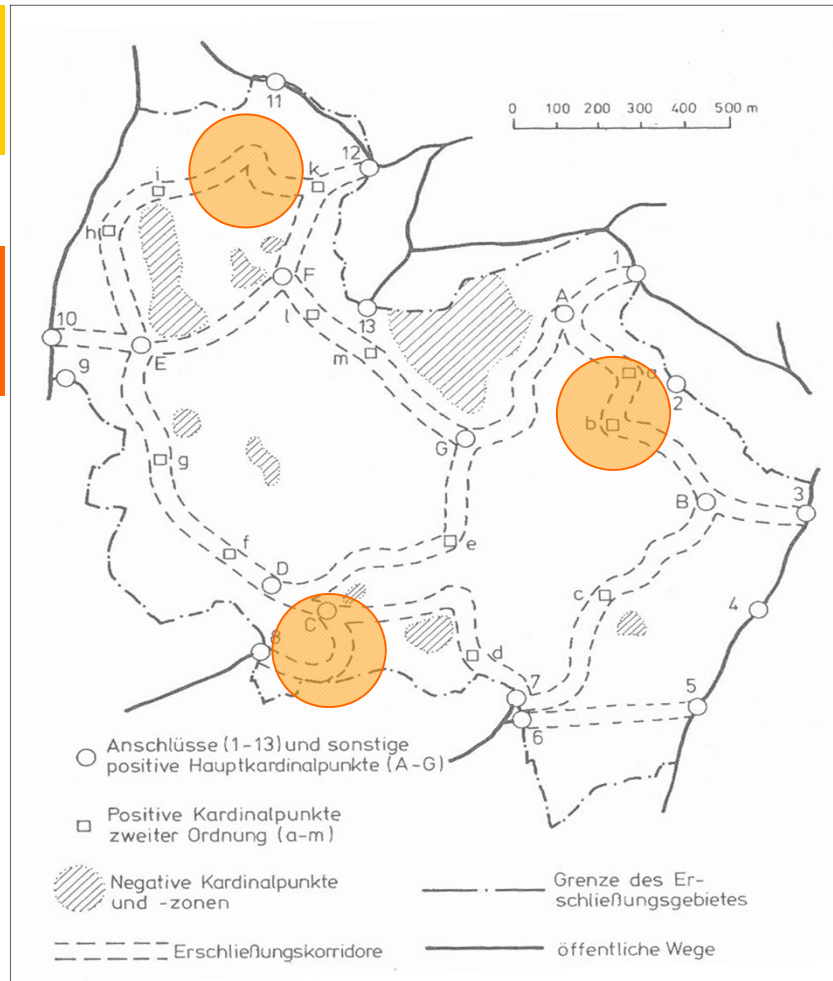
# Empirische Methode



Kardinalzonen



Variantenplanung  
(inkl. Feinerschließung)

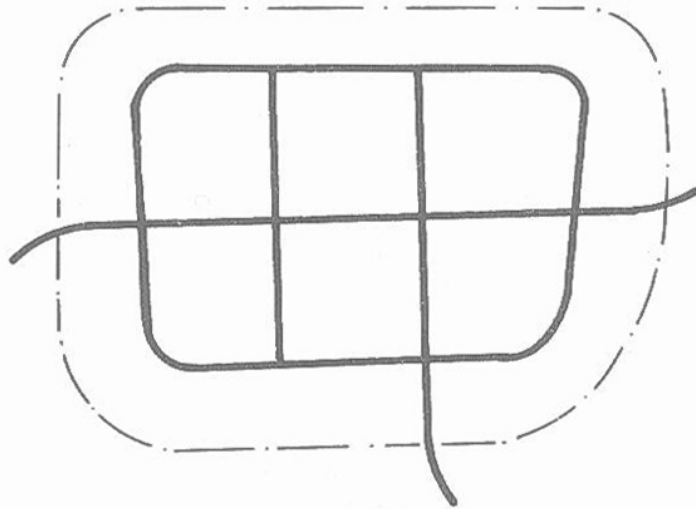


Quelle: DIETZ et al. (1984)

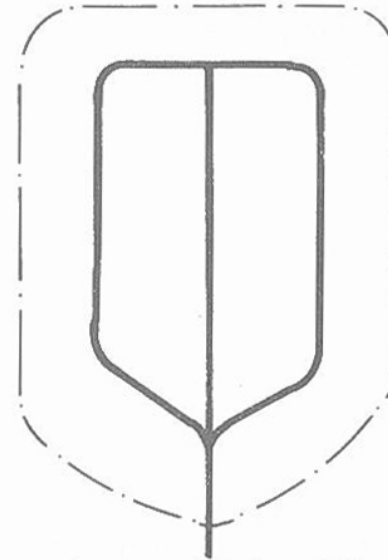
# Trassierungsempfehlungen – Ebene



Grenze des Erschließungsgebietes



ungünstig, häufige  
Mehrfacherschließung

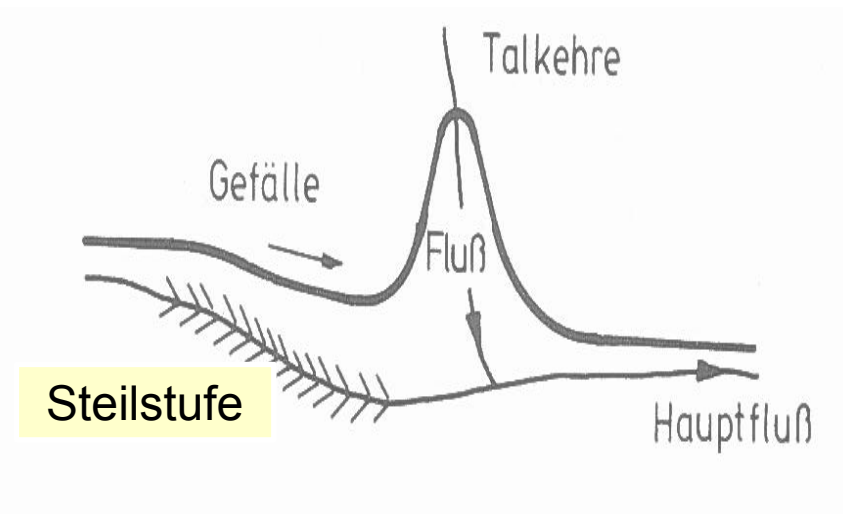
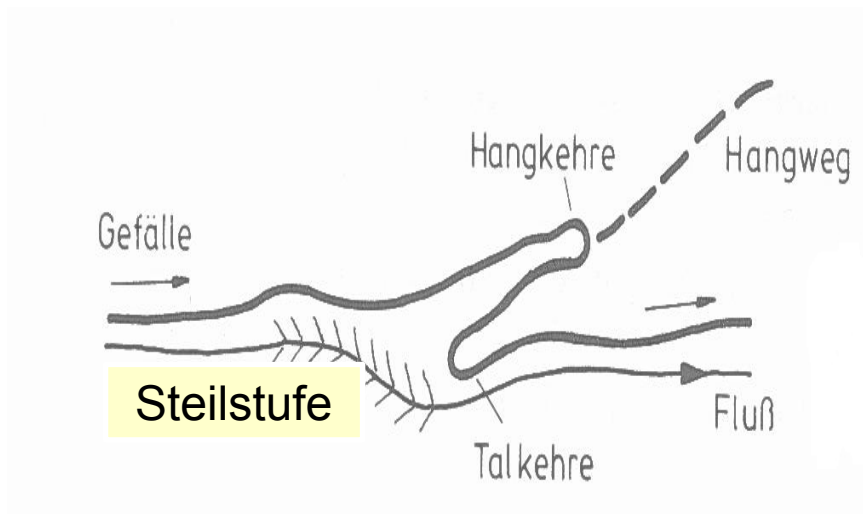


vorteilhafte Linienführung

Quelle: DIETZ et al. (1984)

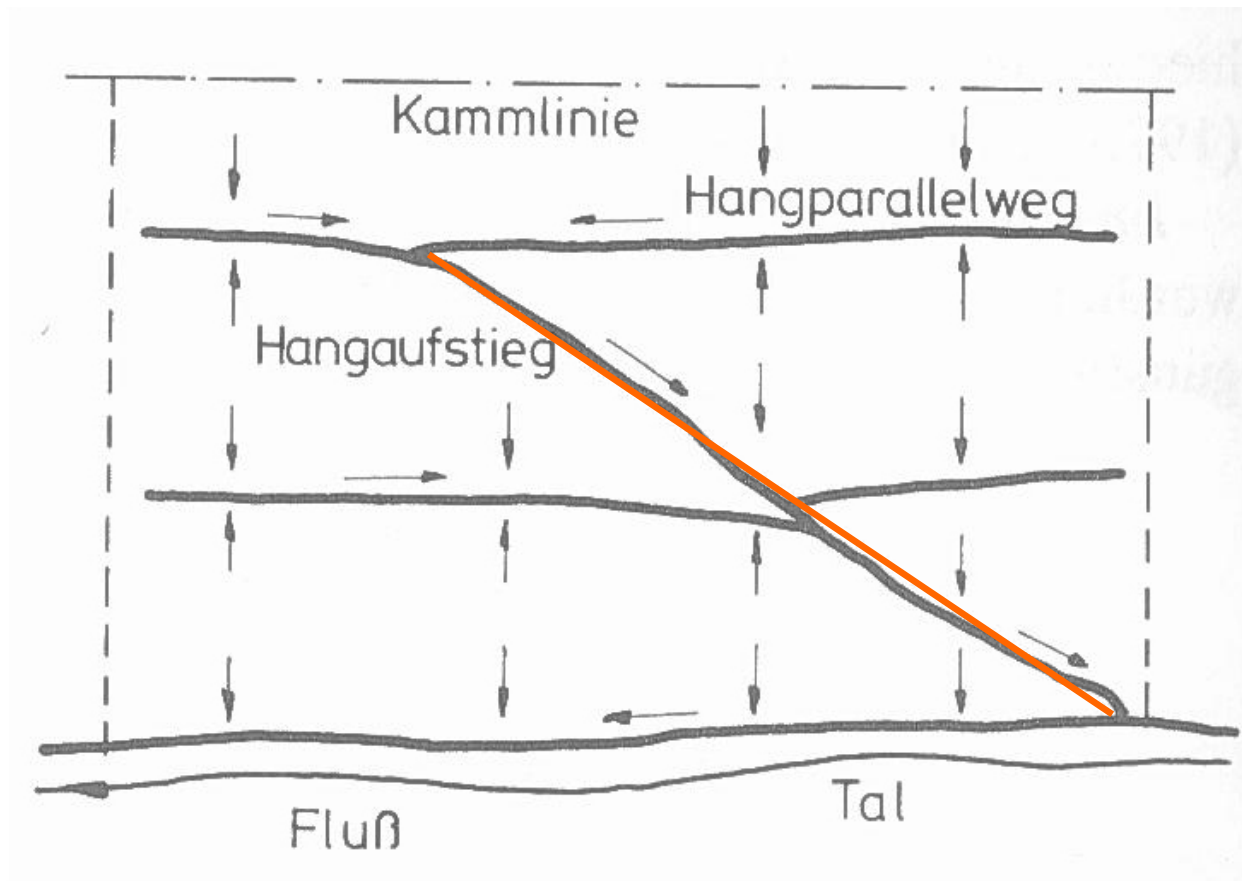


# Trassierungsempfehlungen – Talweg



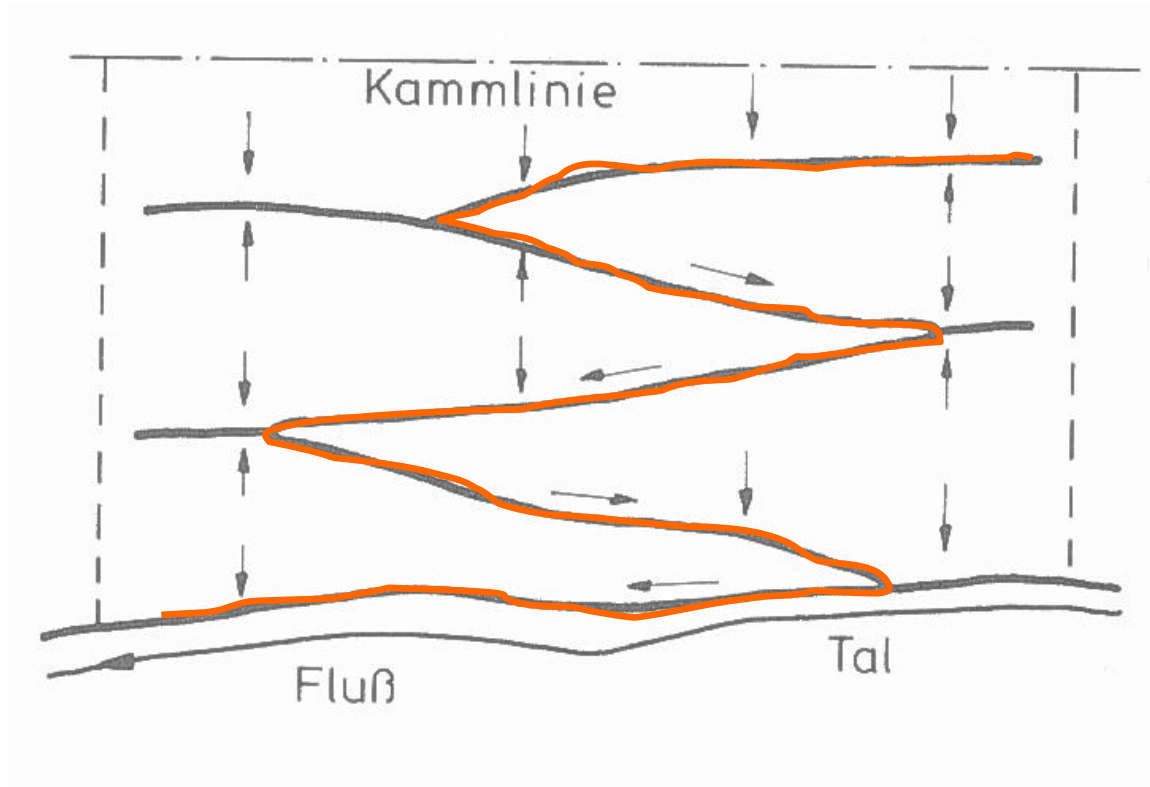
Quelle: DIETZ et al. (1984)

# Trassierungsempfehlungen – Hangweg – diagonale Linienführung



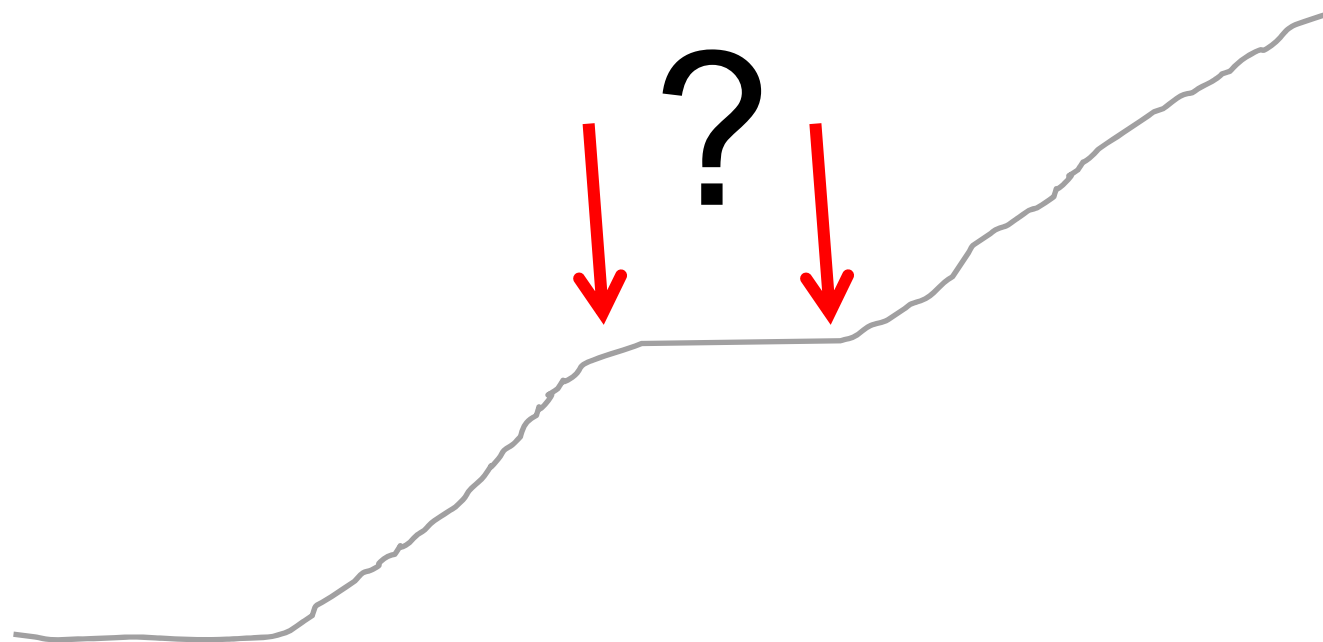
Quelle: DIETZ et al. (1984)

# Trassierungsempfehlungen – Hangweg – Serpentin



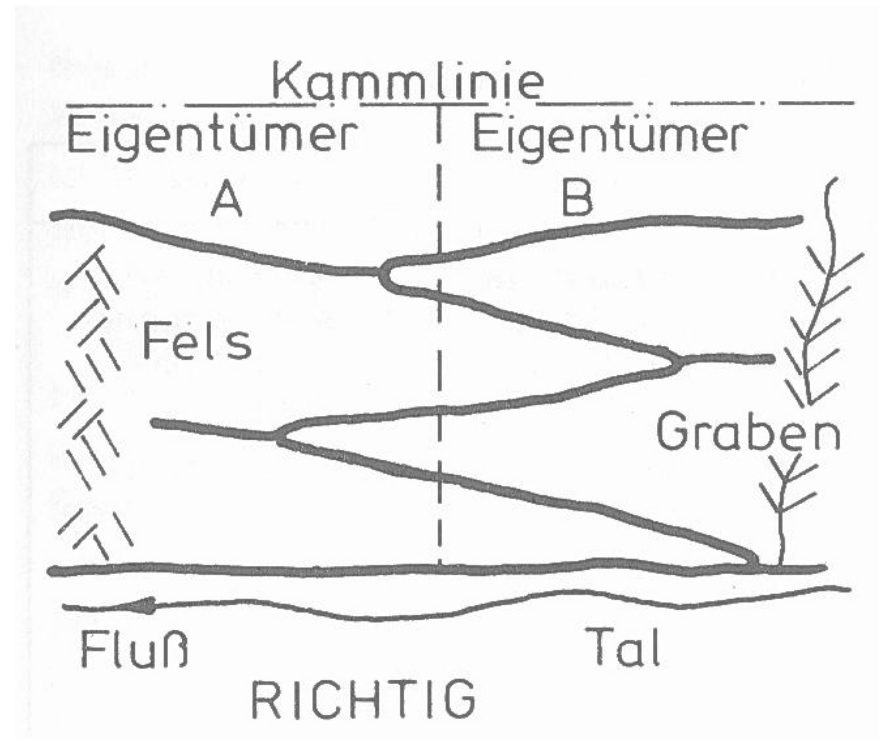
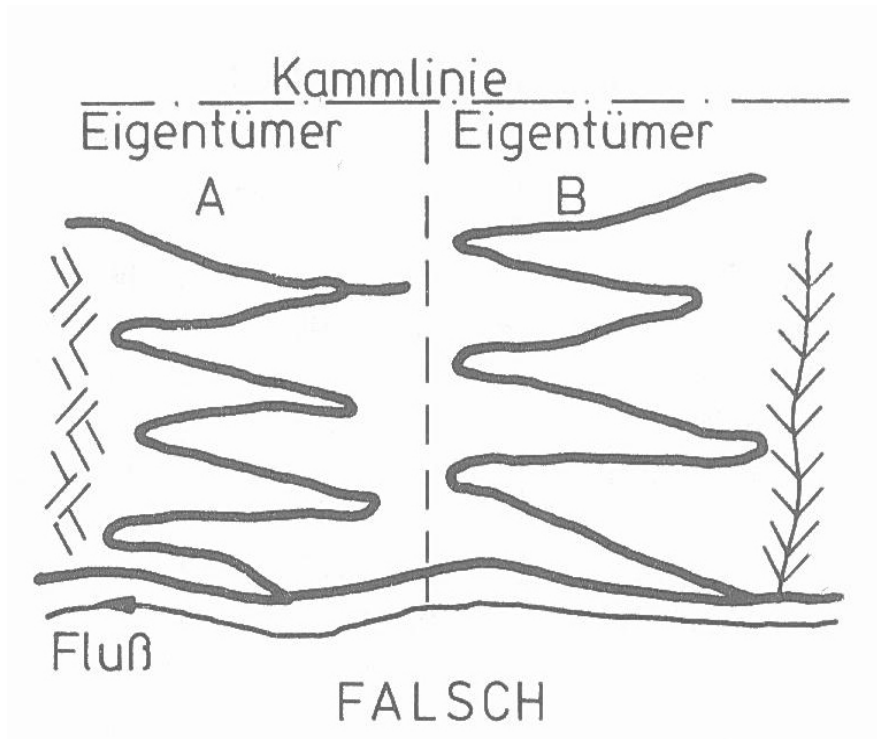
Quelle: DIETZ et al. (1984)

# Trassierungsempfehlungen – Hangweg – Position zur Hangkante



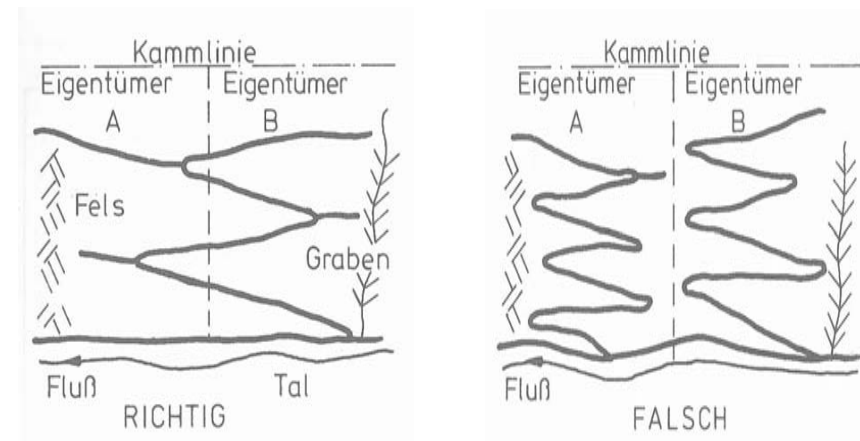
Quelle: DIETZ et al. (1984)

# Trassierungsempfehlungen – Hangweg – Privatwald



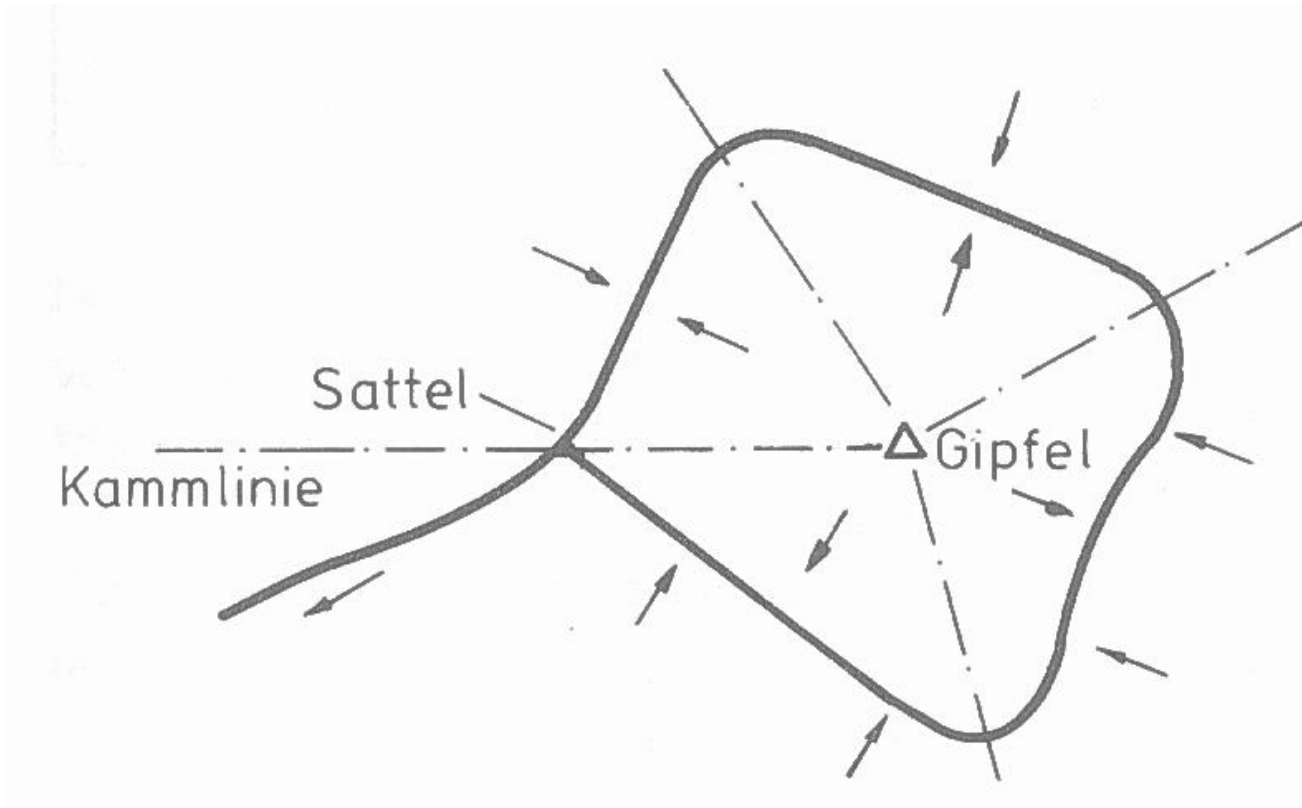
Quelle: DIETZ et al. (1984)

# Trassierungsempfehlungen – Hangweg – Privatwald



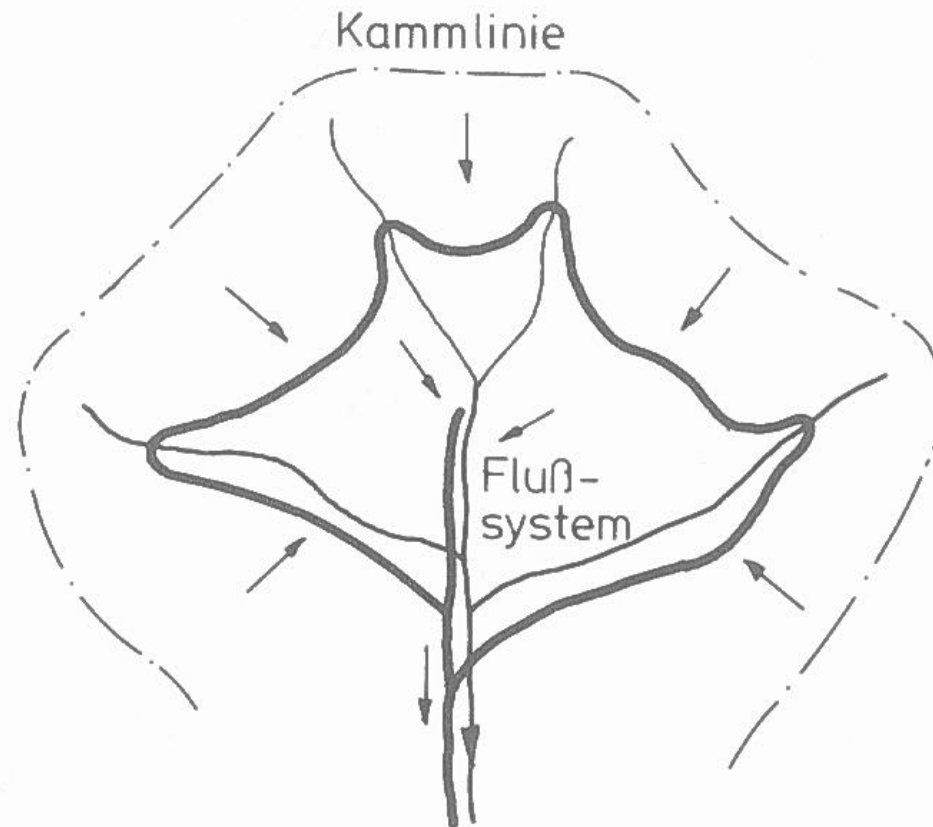
Straßenlänge	22	48
Anzahl der Kehren	8	16
Einfach erschlossenes Gebiet	50 %	10 %
Doppelt erschlossenes Gebiet	20 %	70 %
Vierfach erschlossenes Gebiet	0 %	20 %
Unerschlossenes Gebiet	30 %	0 %

# Trassierungsempfehlungen – Bergkuppen



Quelle: DIETZ et al. (1984)

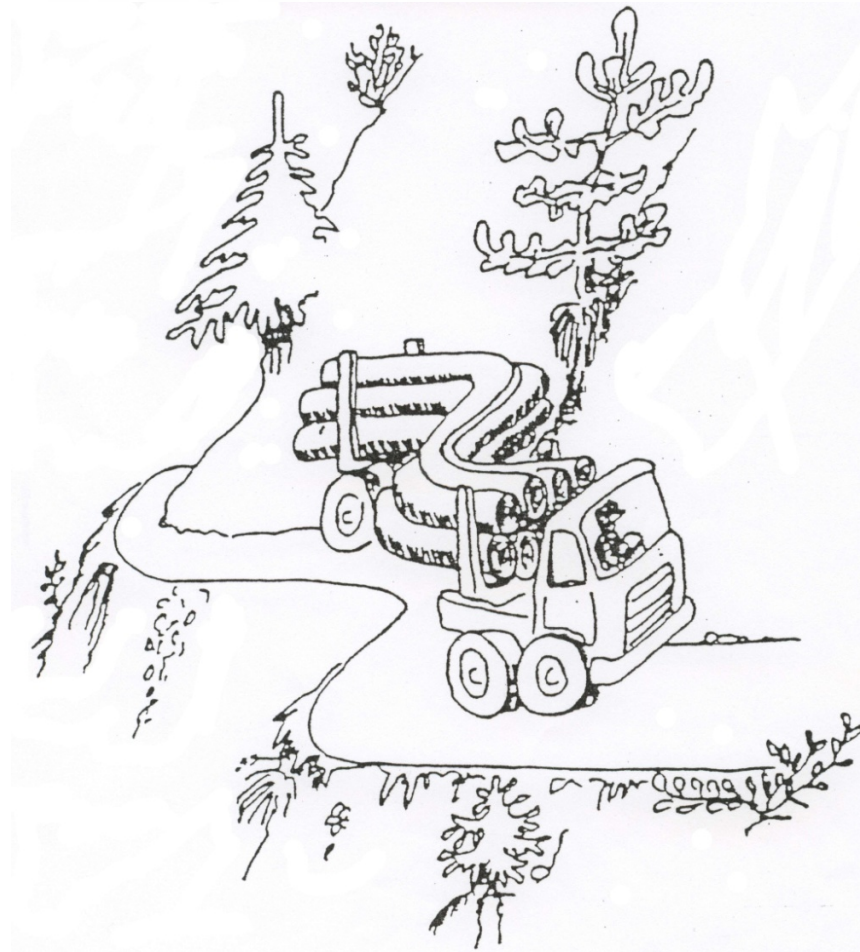
# Trassierungsempfehlungen – Talkessel



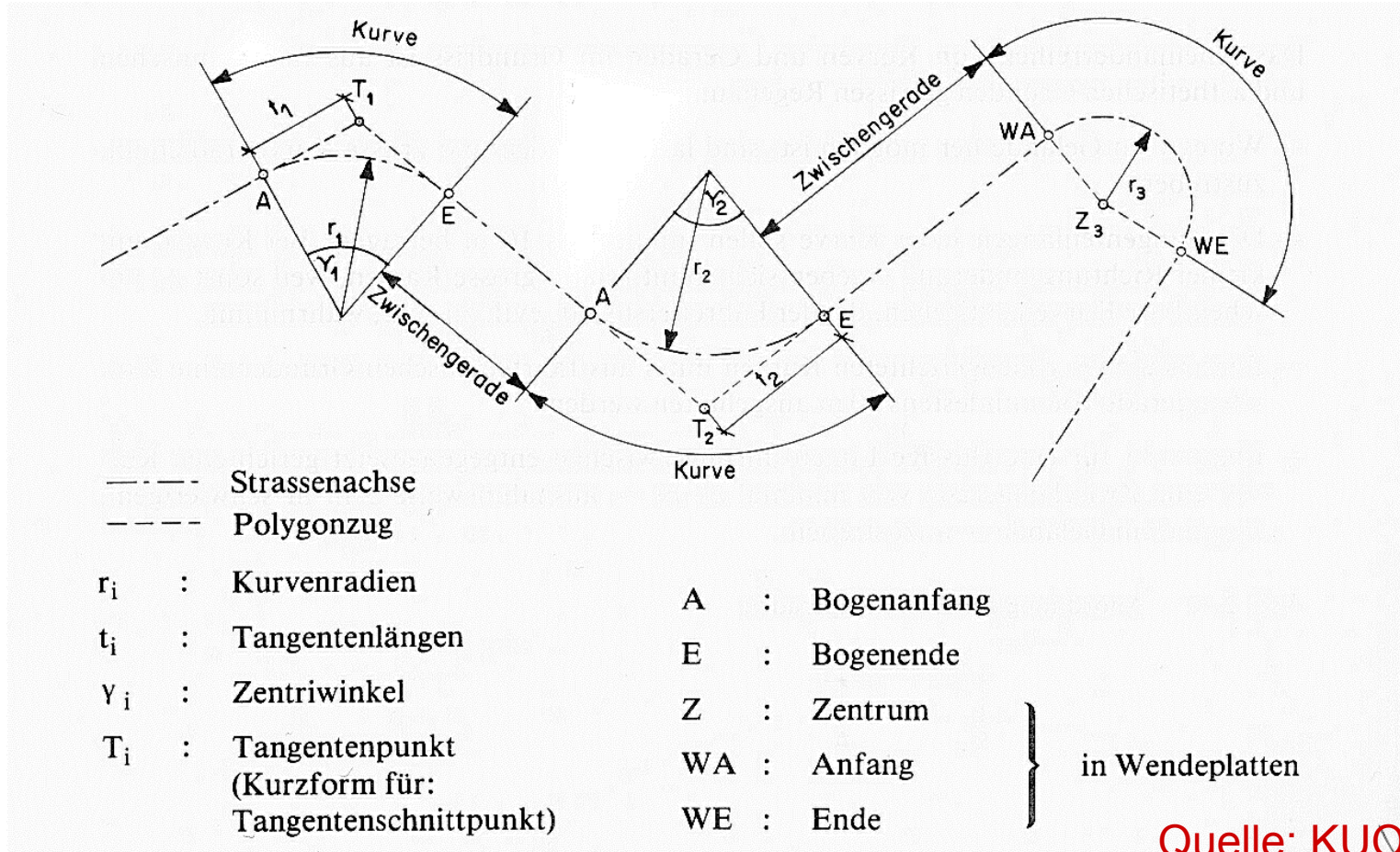
Quelle: DIETZ et al. (1984)



# Horizontale Linienführung

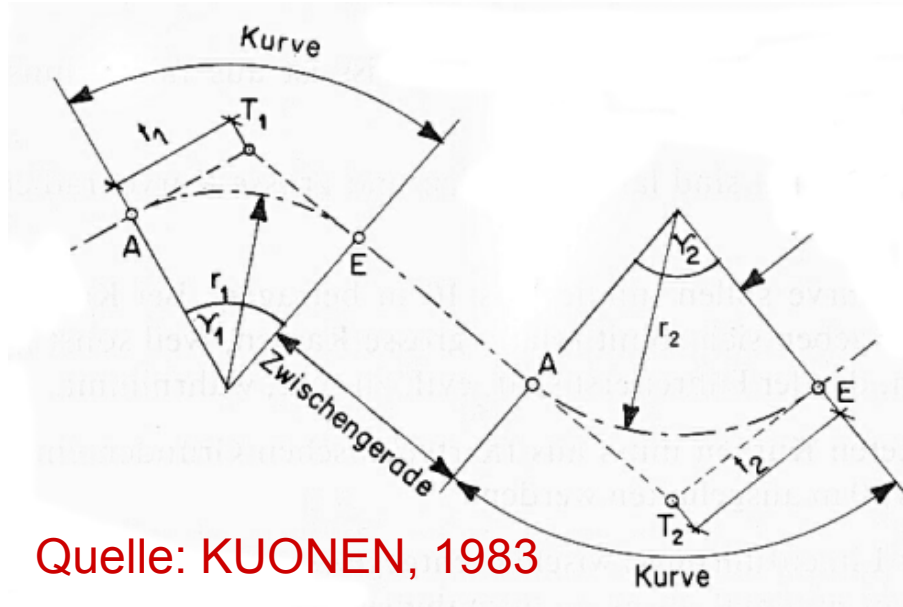


# Horizontale Linienführung - Grundriss

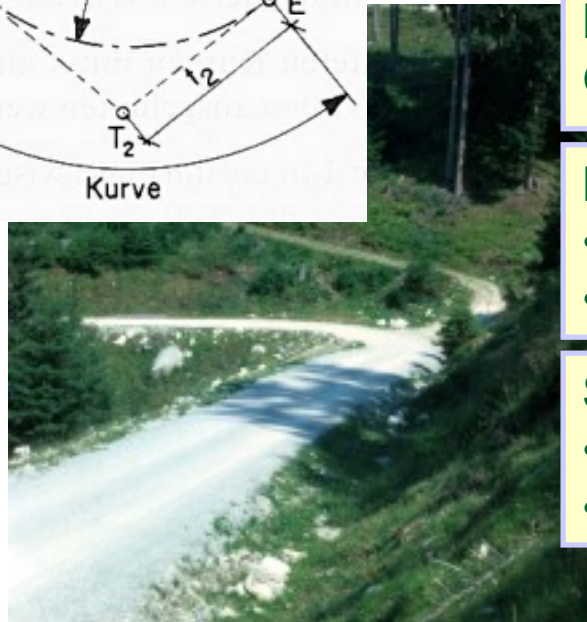


Quelle: KUONEN, 19

# Kurven und Geraden



Quelle: KUONEN, 1983



Zwischengeraden bei gegenläufigen Bögen

Große Bögen bei kleinen Richtungsänderungen

Kurvenradien dem Gelände angepasst

Mindestradien

- Fahrgeschwindigkeit
- Fahrzeugtyp

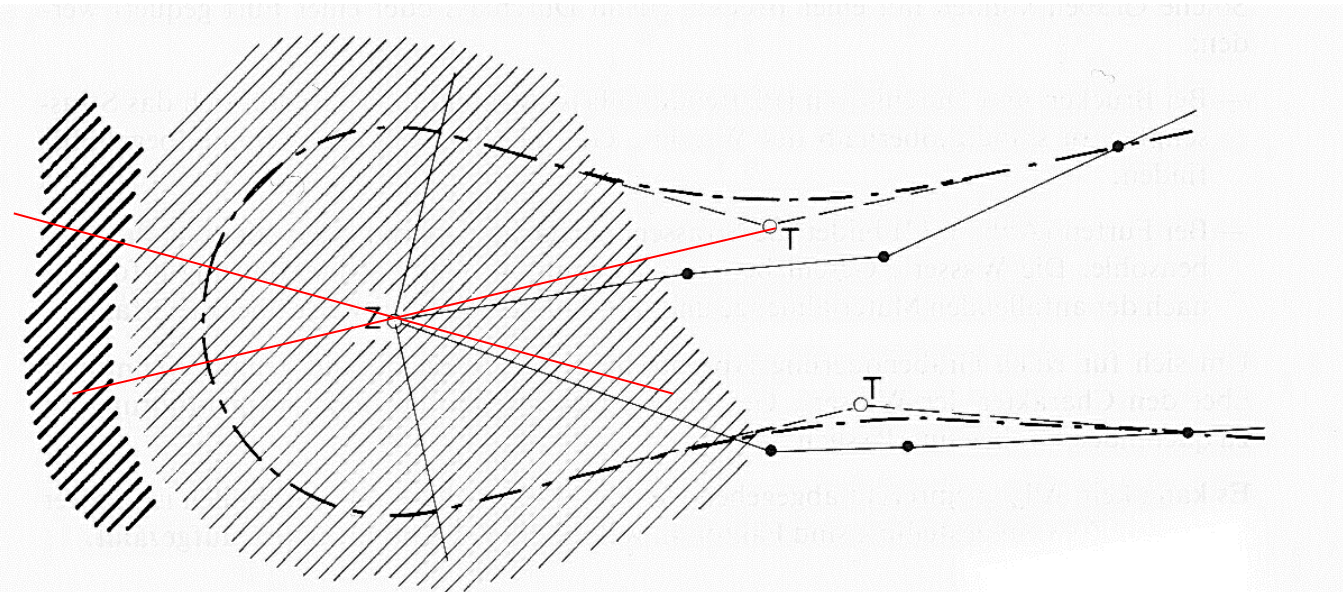
Sichtweite






- Möglichkeit zum Halten
- Geschwindigkeit

# Kurven und Geraden Beispiel



# Wendeplatte (Haarnadelkurve, Kehre)



-  kritischer Bereich
-  günstiger Platz
-  Nulllinie
-  zukünftige Strassenachse
-  Nulllinienwende

Quelle: KUONEN, 1983

Kurven mit großem  
Zentriwinkel (>160°)

Kleiner Radius (8-25 m)



# Intensiver Eingriff

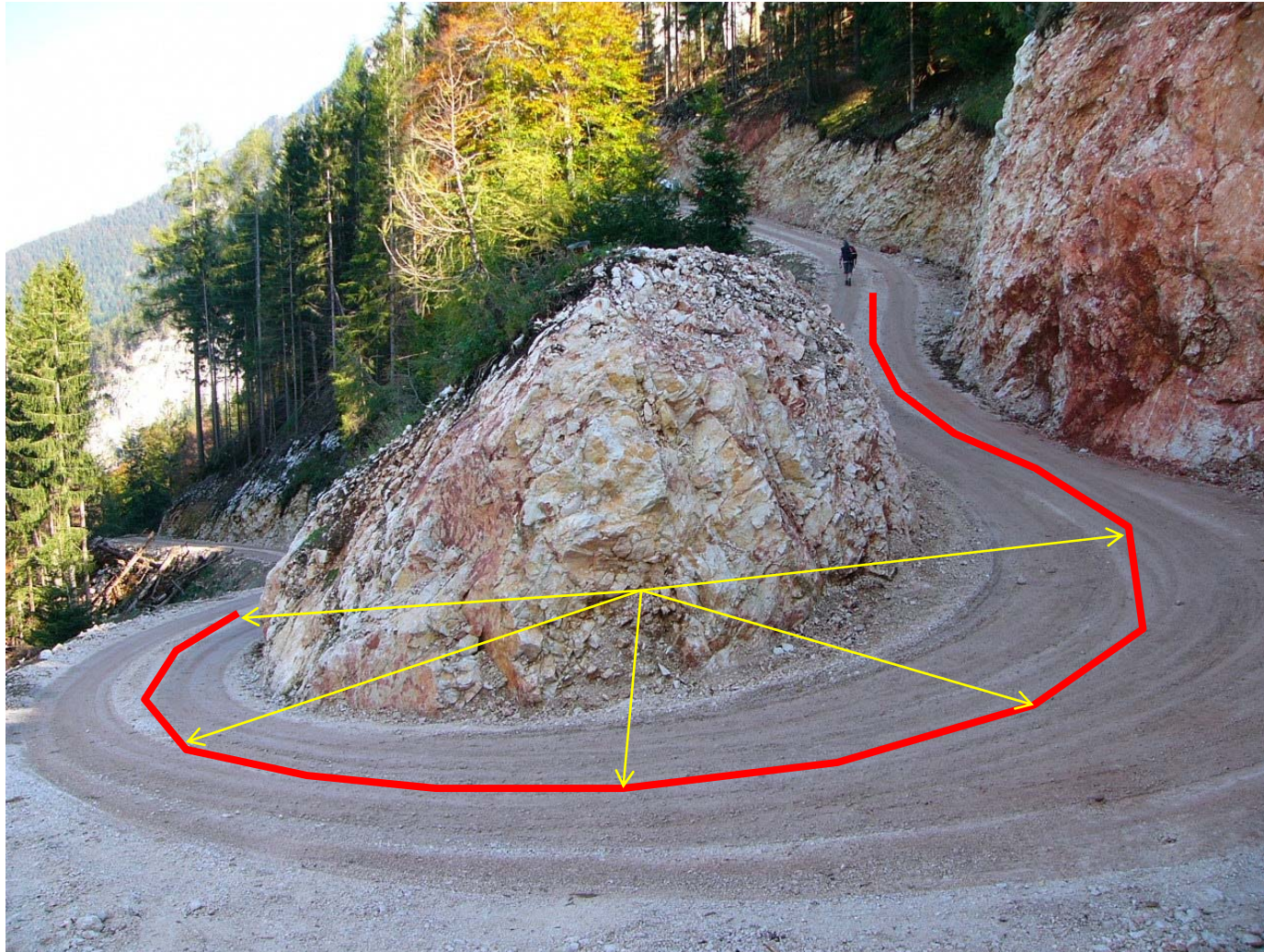


Foto:Christian Burtscher (Wikipedia)

# Kehre Beispiel (1)





# Kehre Beispiel (2)



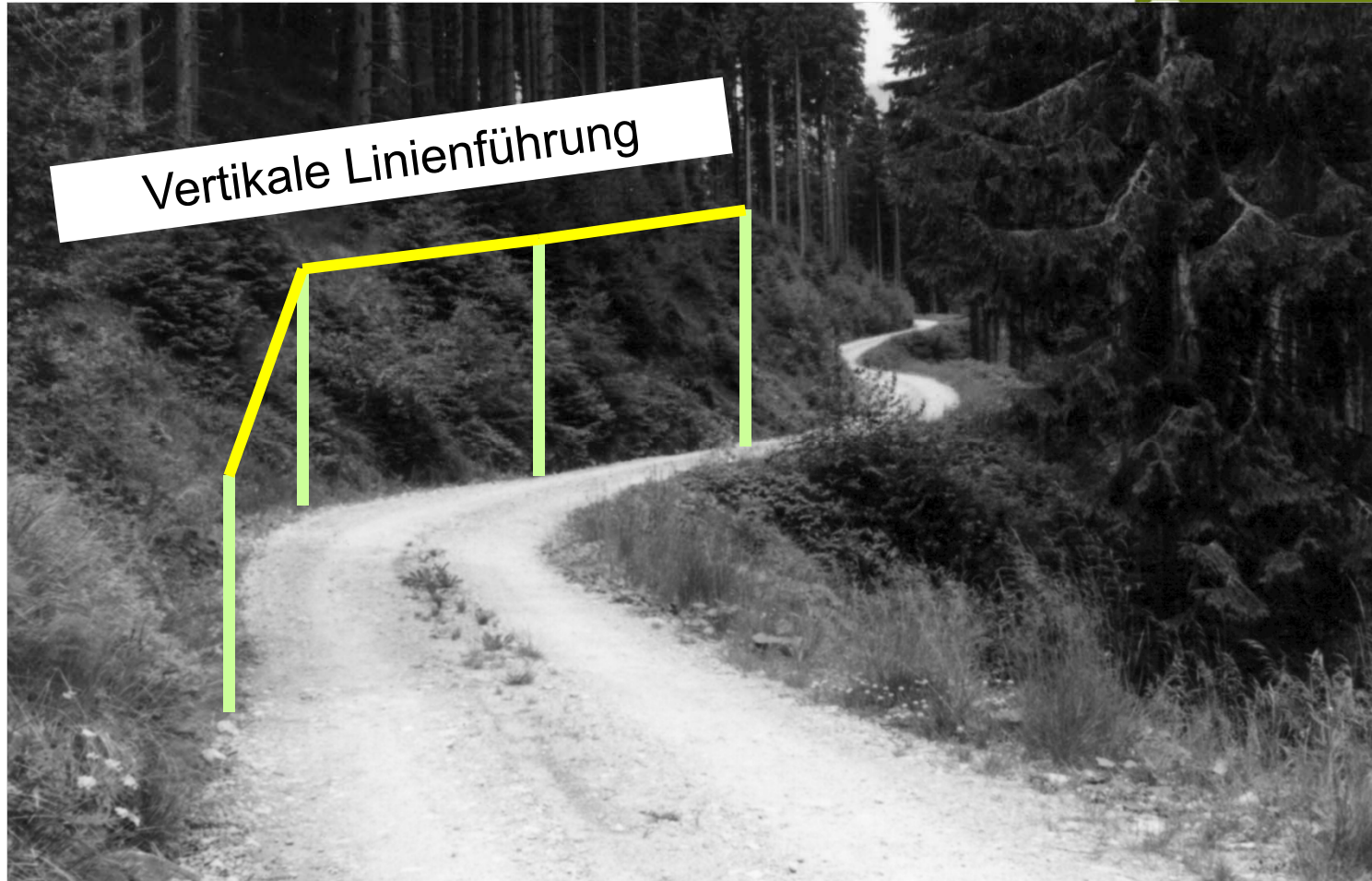
# Abzweigung Beispiel (1)



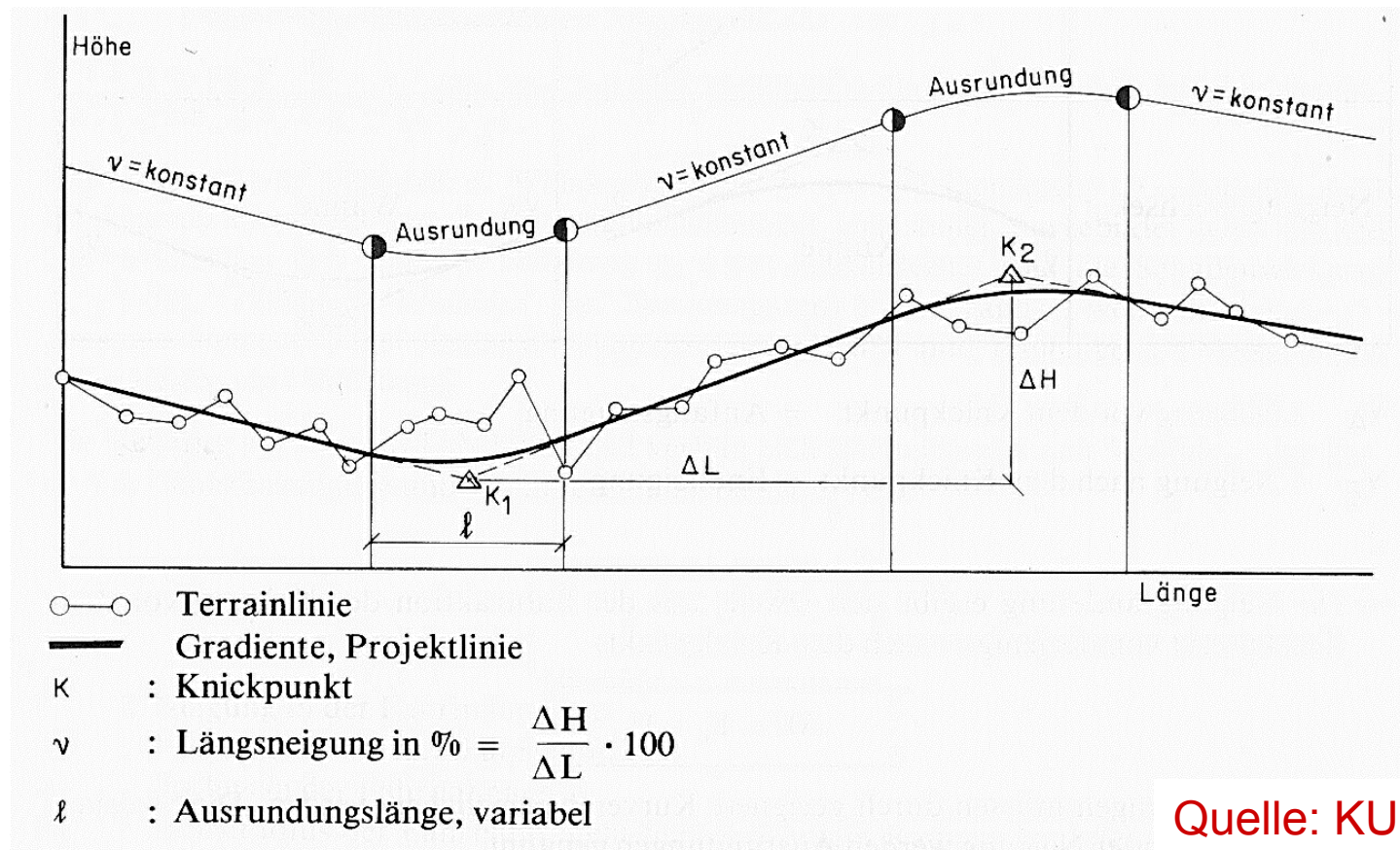
# Abzweigung Beispiel (2)



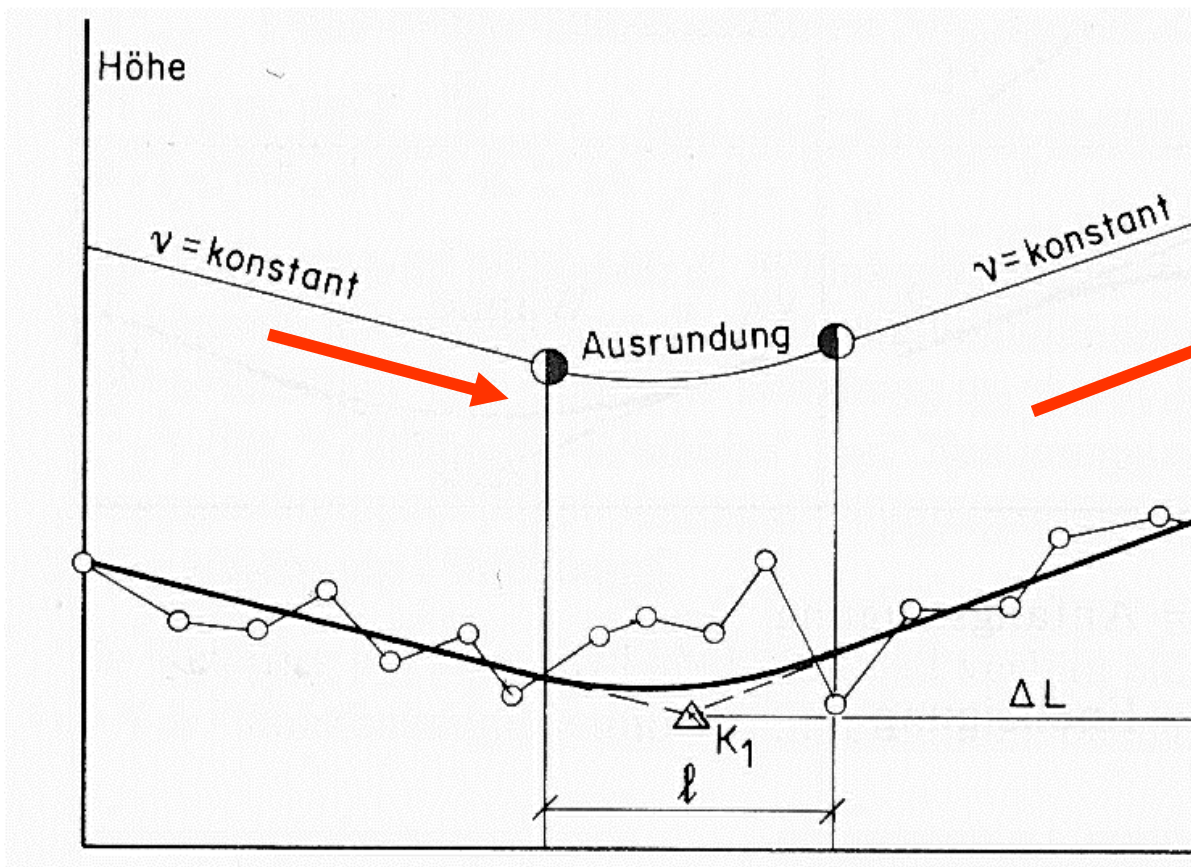
# Vertikale Linienführung



# Vertikale Linienführung - Längenprofil



# Steigungen/Gefälle



Ausrundung Vertikal

Neigungswechsel > 3%

Ausrundungsradius  
>200m

# Bewertung von Erschließungssystemen



- quantitativ
  - Länge
  - Dichte
  - Abstand
- qualitativ
  - Flächeneffekte
  - Ökologische Aspekte
  - Visuelle Aspekte
- analytisch
  - Kosten-Nutzen Analyse
  - Kosten-Wirksamkeitsanalyse
  - Nutzwertanalyse

# Erschließungskennziffern



**Straßendichte**

**Straßenabstand**

**Erschließungsprozent**

**Mittlere Rückedistanz**

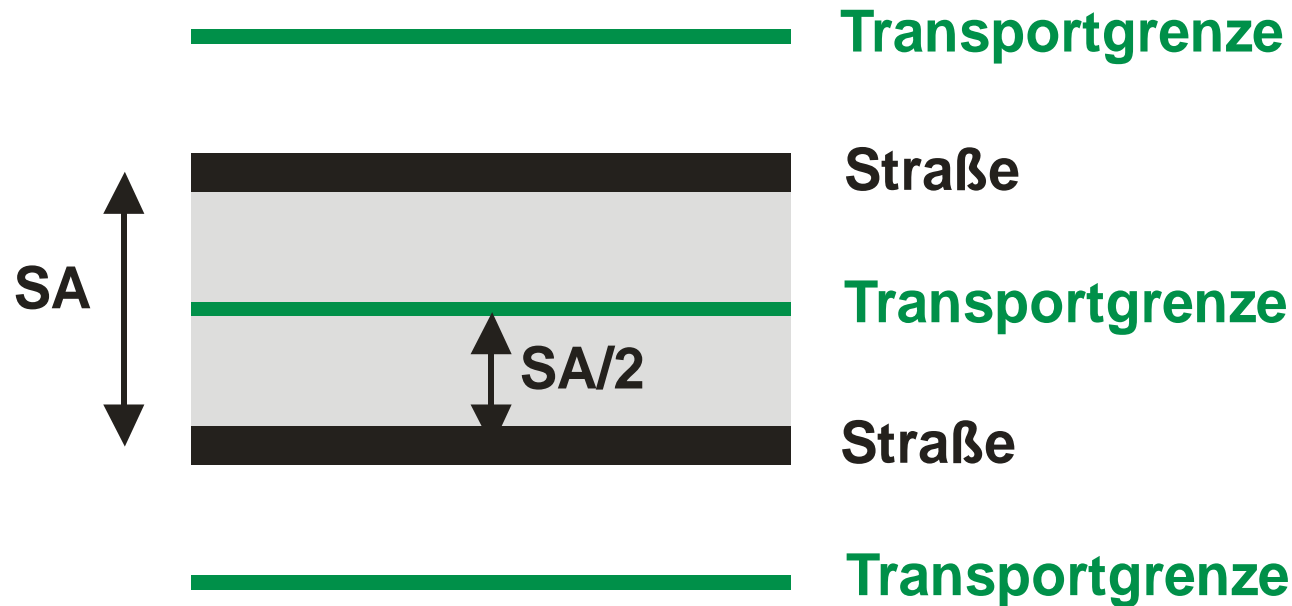


# Straßenabstand



Der **Straßenabstand (SA)** ist die mittlere Entfernung in Metern zwischen zwei Fahrwegen.

$$SA = \frac{10000}{SD} \text{ [m]}$$



# Rückedistanz

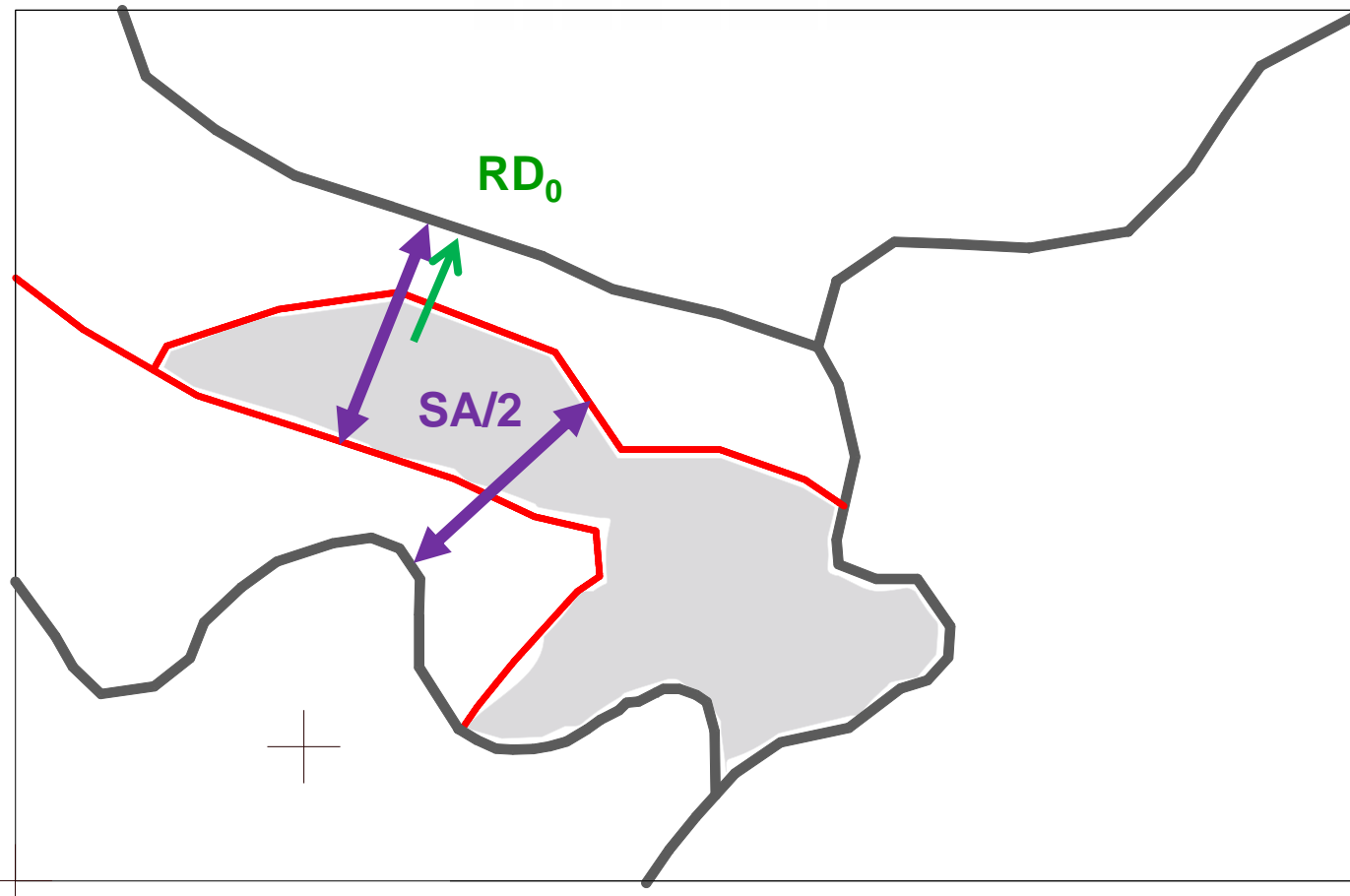
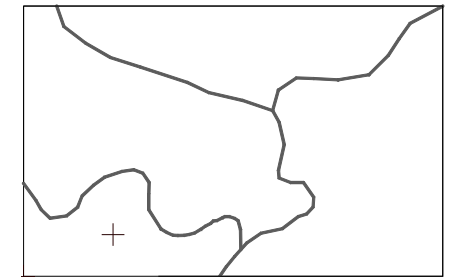


Die **Rückedistanz** ist die Entfernung vom Fällort zur Einmündung in die Forststraße

- ◆ theoretische mittlere Rückedistanz ( $RD_0$ )
- ◆ kürzeste mittlere Rückedistanz ( $RD_m$ )
- ◆ tatsächliche mittlere Rückedistanz ( $RD_t$ )

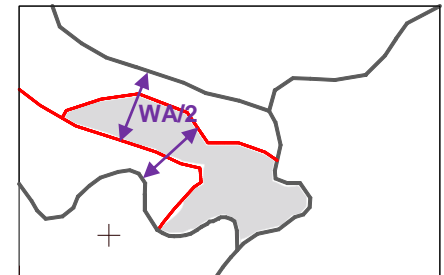
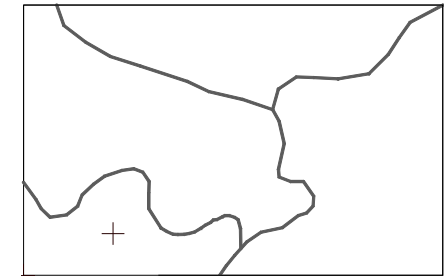
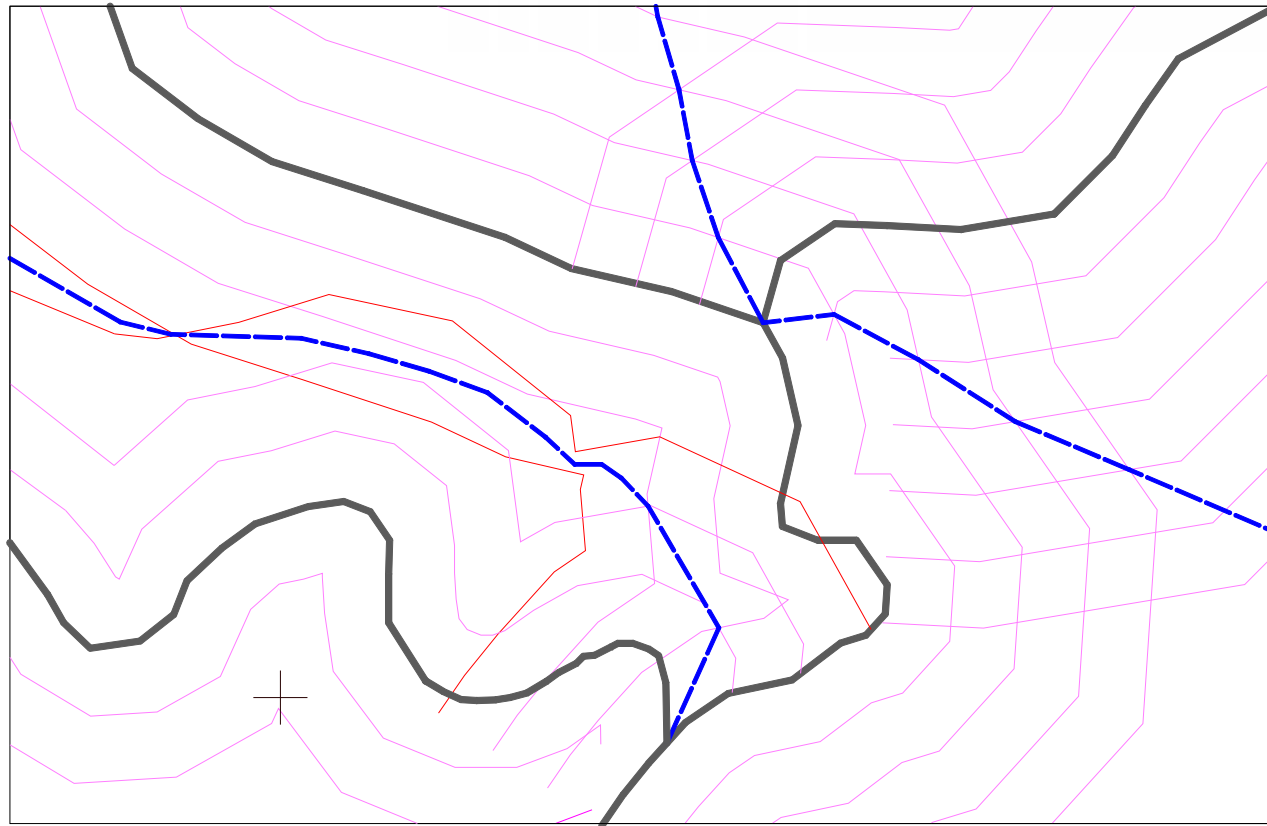


# Rückedistanz (mittlere)

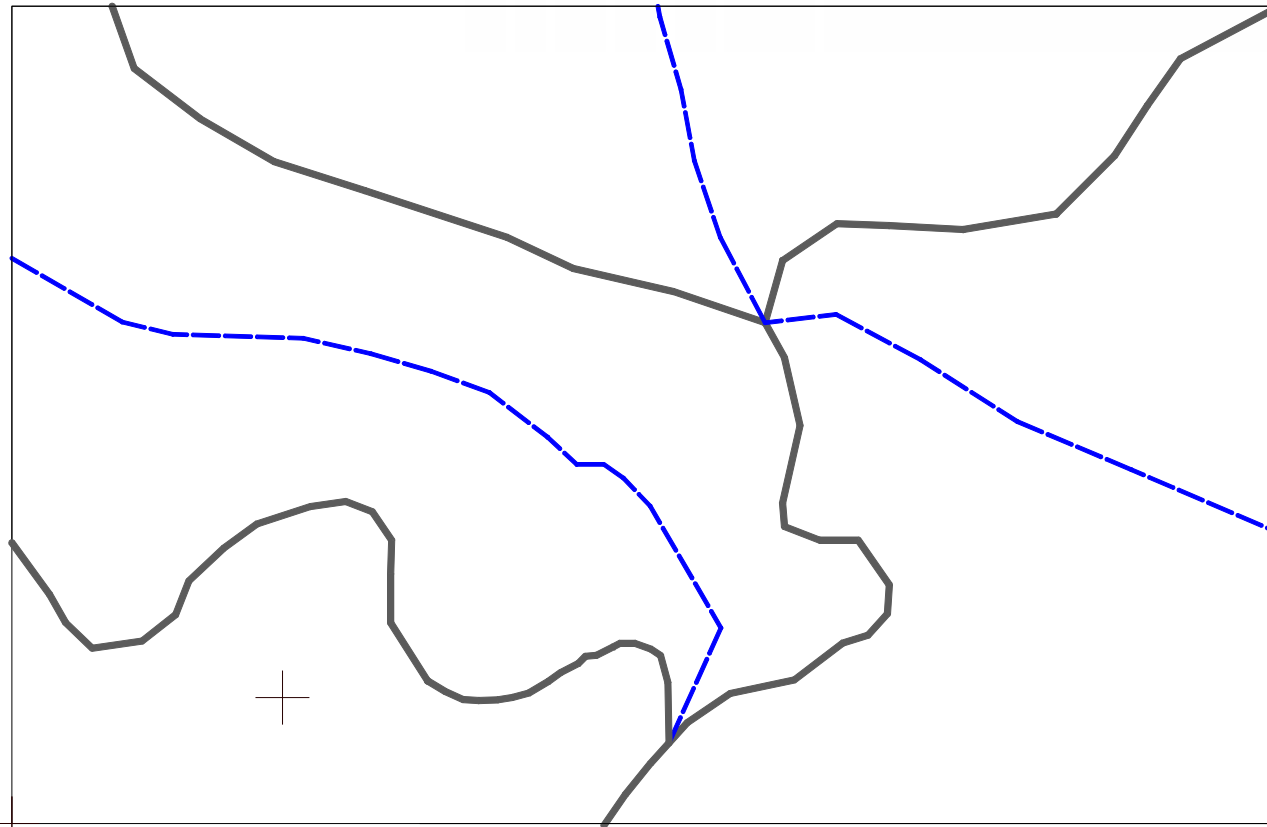
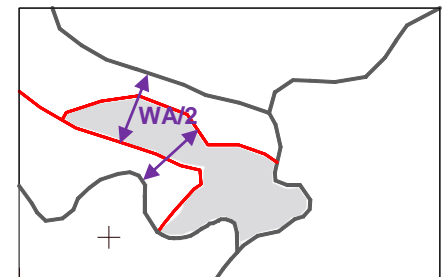
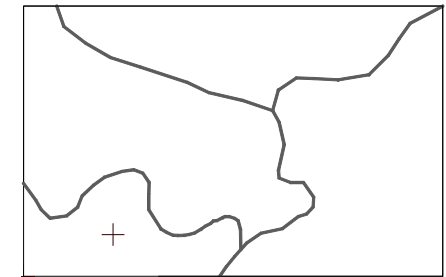


$$RD_0 = \frac{SA}{4}$$

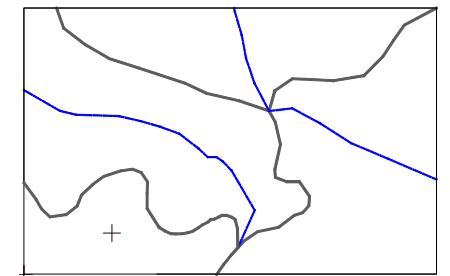
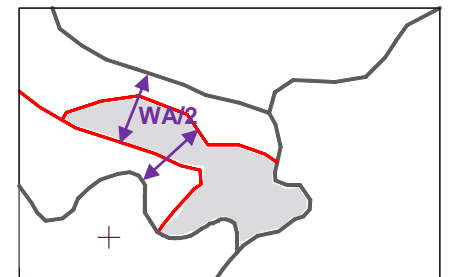
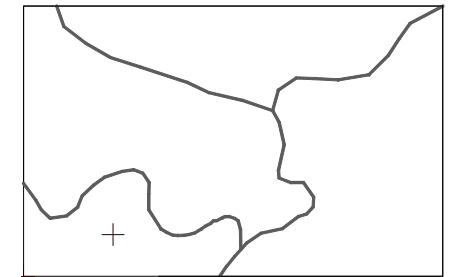
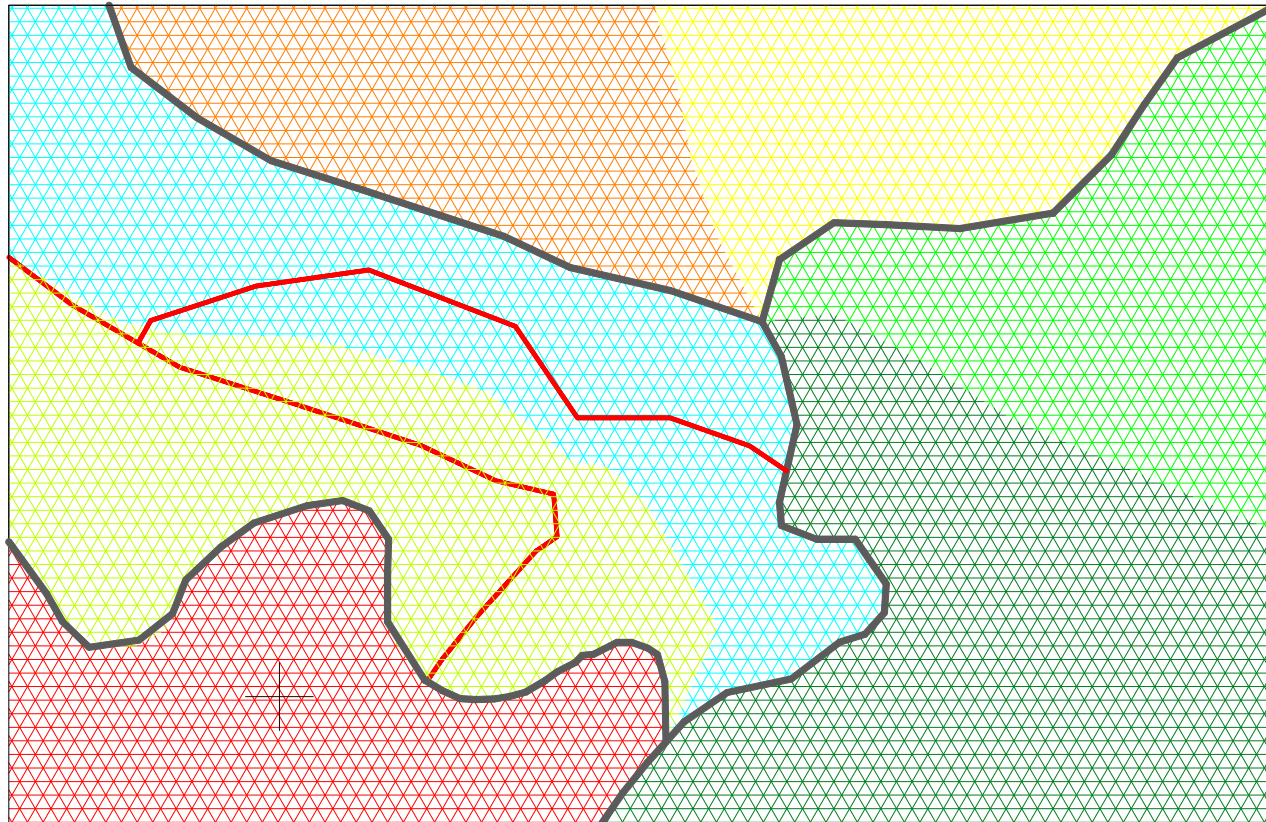
# Rückedistanz (wahre)



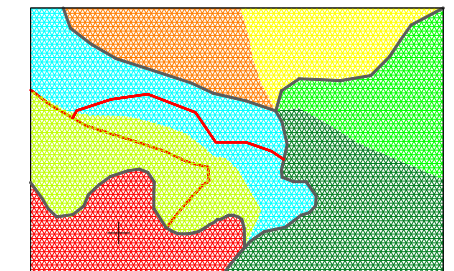
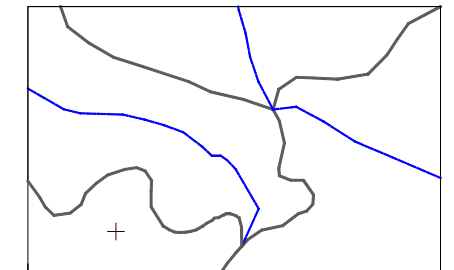
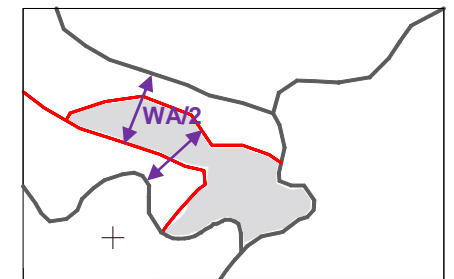
# Rückedistanz (wahre)



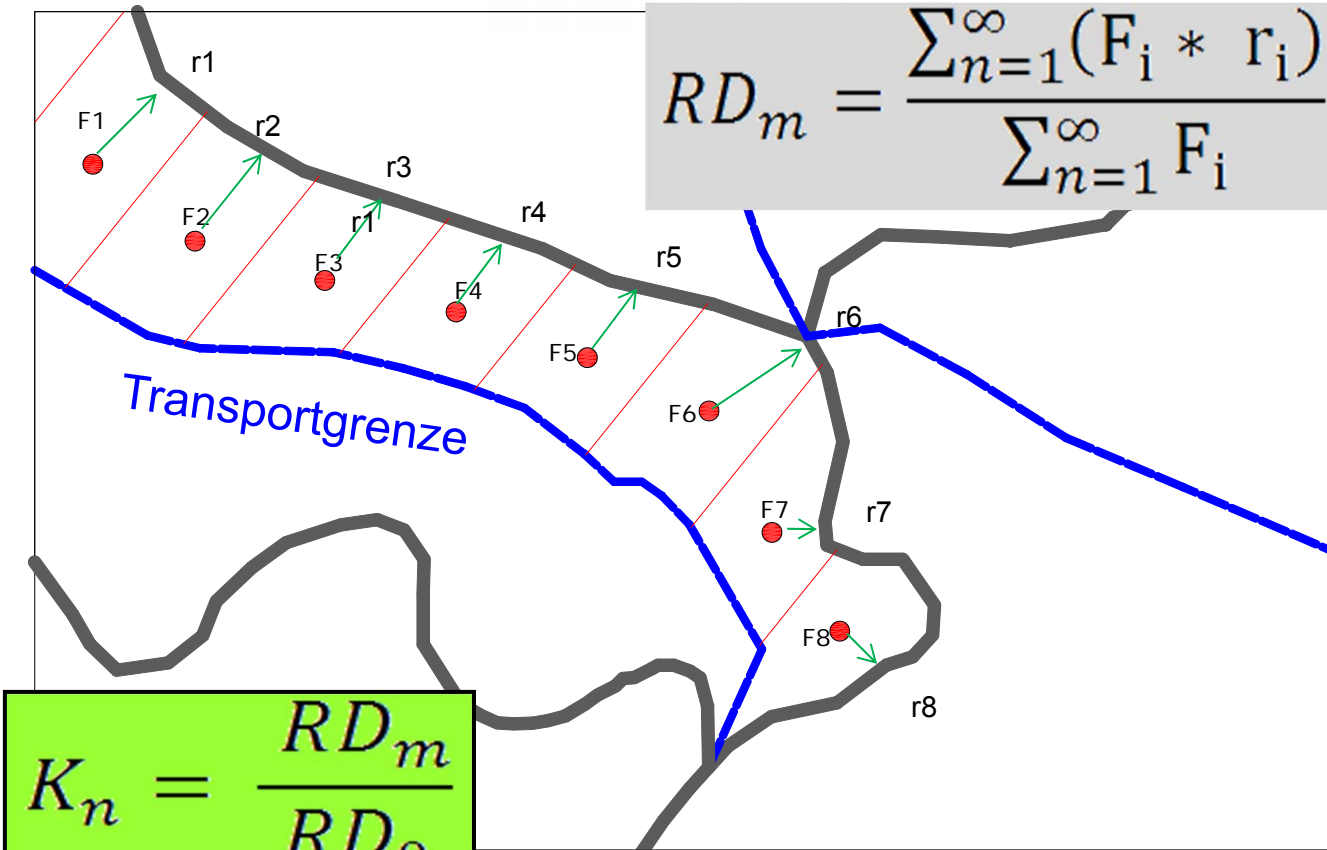
# Rückedistanz (wahre)



# Rückedistanz (wahre)



$$RD_m = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} (F_i * r_i)}{\sum_{n=1}^{\infty} F_i}$$



$$K_n = \frac{RD_m}{RD_0}$$

z. B:  $K_r = \sqrt{2}$

$$RD_t = K_r * RD_0$$

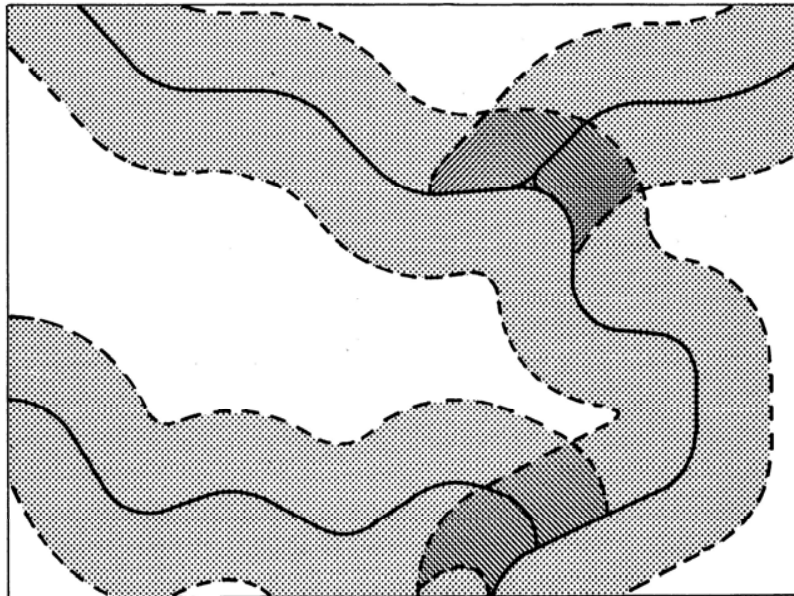


# Erschließungsprozent



Das **Erschließungsprozent (E)** ist das Verhältnis von erschlossener Fläche zur Gesamtwaldfläche in Prozent. Es berücksichtigt Flächenüberlappungen.

$$E = \frac{F_{\text{erschl.}}}{F_{\text{ges.}}} \times 100 \text{ [%]}$$



⇒ **Breite des Erschließungsbandes?**

**BACKMUND = SA/2**

**Nach Reichweite der Erschließungsmittel (SACHS)**

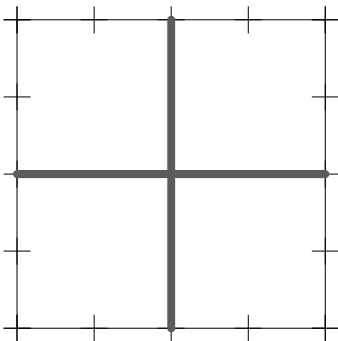
**Fixe Breiten (je nach Gelände)**

# Netzmodelle nach [4],[6]

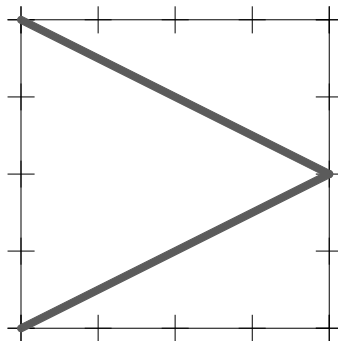
(2km Seitenlänge)



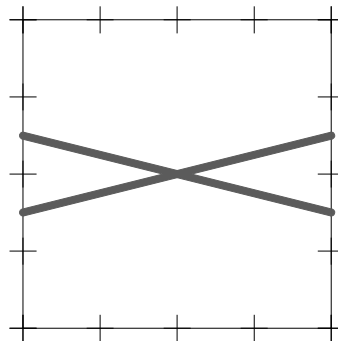
**a**



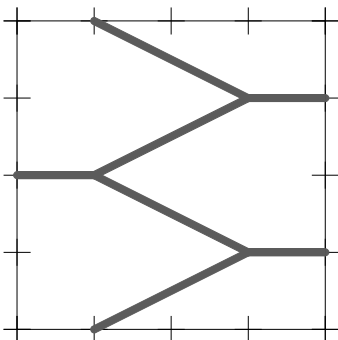
**b**



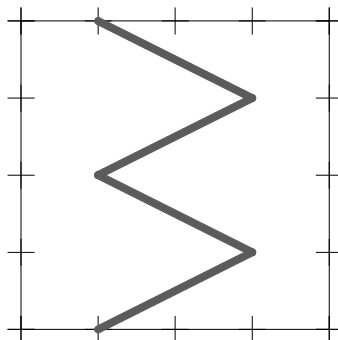
**c**



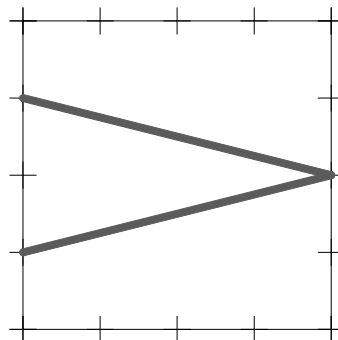
**d**



**e**

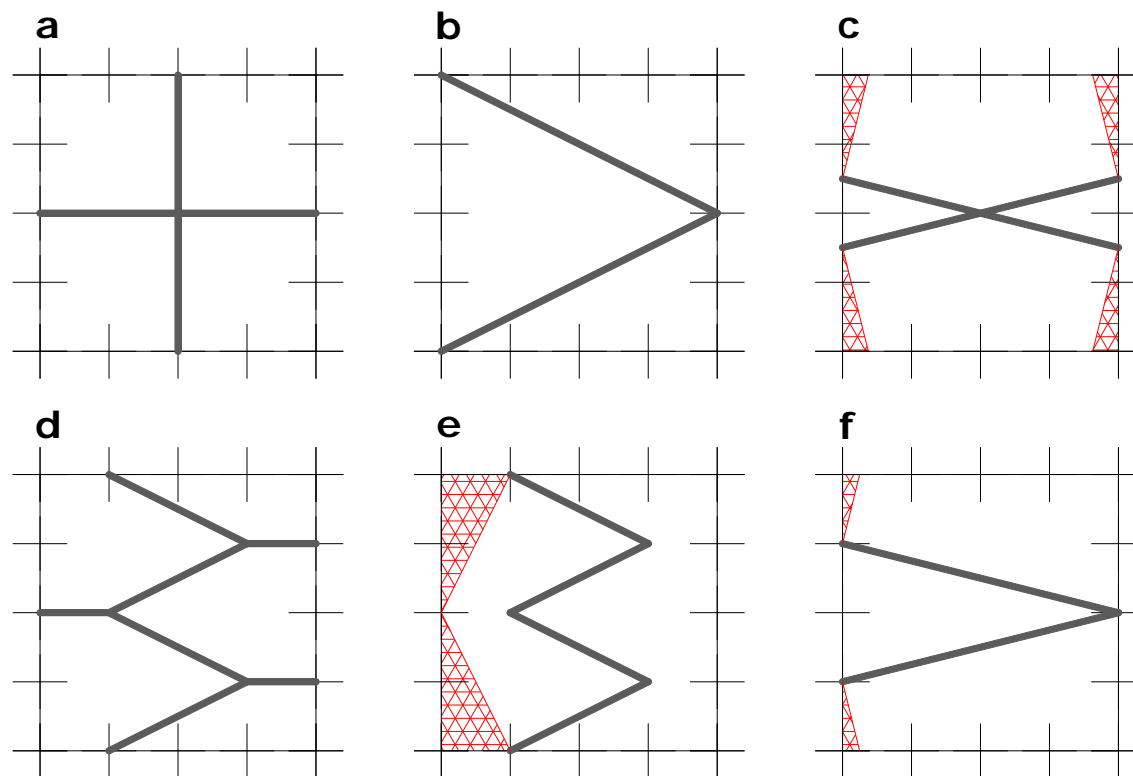


**f**



	m	m/ha
a	4000	10
b	4472	11,18
c	4130	10,33
d	5972	14,93
e	4472	11,18
f	4123	10,31

# Netzkorrekturfaktor [4]

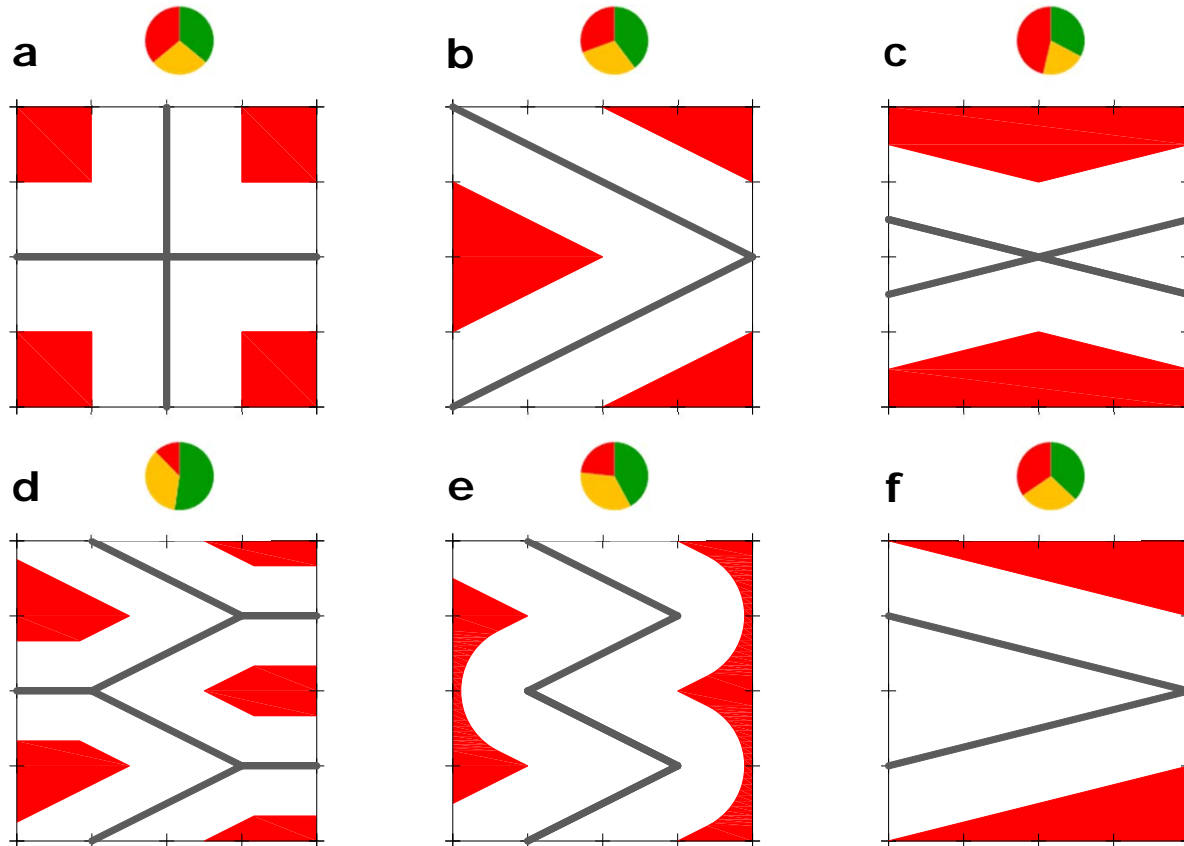


	$RD_0$ [m]	$RD_m$ [m]	$K_N$ [%]
a	250	340	1,36
b	223	306	1,37
c	242	391	1,62
d	167	220	1,32
e	223	266	1,19
f	242	330	1,36

# Erschließungsprozent [5], Streifenbreite



■ -200 ■ 200-400 ■ 400



	SA [m]	Erschließungs prozent [%]
a	1000	75
b	895	75
c	968	62
d	670	78
e	895	83
f	970	75



# Kosten Nutzen Analyse

Um eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, werden alle voraussichtlich anfallenden Kosten, der wahrscheinliche Nutzen und die möglichen Einnahmen in Verhältnis zueinander gesetzt. Die Analyse macht Erfolge und Risiken quantifizierbar und somit einfacher vergleichbar. Insgesamt sollte die Kosten-Nutzen-Analyse, aus 8 Bearbeitungspunkten bestehen.

- Zieldefinition (Soll-Zustand)
- Situationsbeschreibung (Ist-Zustand)
- Analyse der Auswirkungen auf die Unternehmung (sowohl pos., als auch neg.)
- Strukturierung und Datensammlung
- Analyse des Finanzmodells (Kapitalwert, Annuitäten, interner Zinsfuß)
- Abschätzung der Chancen und Risiken
- Zusammenfassung und Präsentation
- Entscheidungsfindung

# Nutzwertanalyse



Entscheidungen die auf Grunddaten unterschiedlicher Dimension (sowohl quantitativer als auch qualitativer Natur) basieren können mit der Nutzwertanalyse vorbereitet werden.

- Ober- und Unterziele bestimmen und sortieren (Zielhierarchie )
- Kriterien ableiten, die aus diesen Zielen hervorgehen
- Festlegung der KO-Kriterien und der Soll-Kriterien
- Gewichtung Soll-Kriterien (Wie wichtig ist dieses Kriterium zur Erreichung des Oberziels?)
- Punktebewertung (1 schlecht - 10 sehr gut) der Varianten für die jeweiligen Kriterien
- Gewichtung der Kriterien mit dem Punktwert der Alternativen multiplizieren
- Die Summe aller gewichteten Punkte einer Alternativen ergeben das Endergebnis.
- Reihung der Ergebnisse

# Vergleich

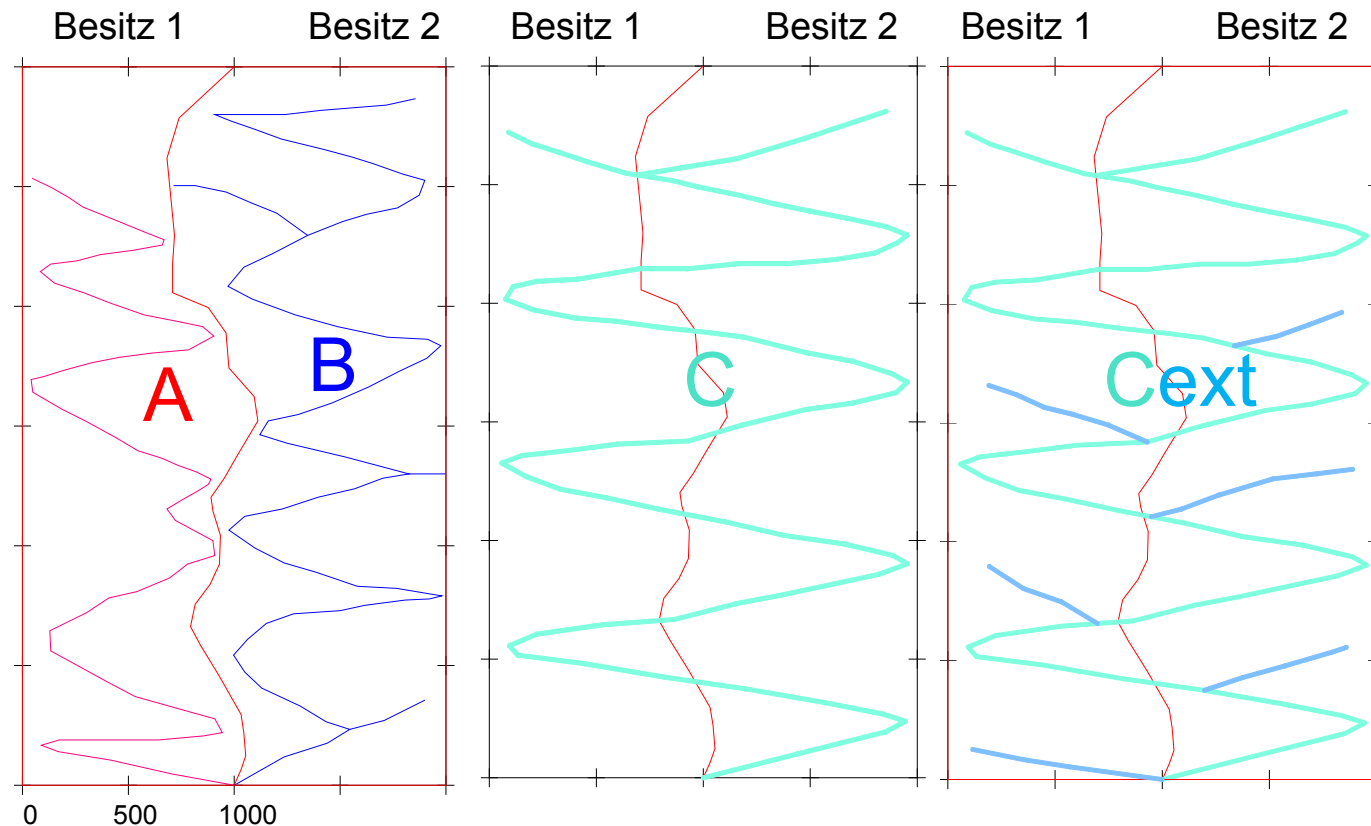


2 Besitzer, 4 Wegvarianten (A,B,C,Cext)



## Gesichtspunkte

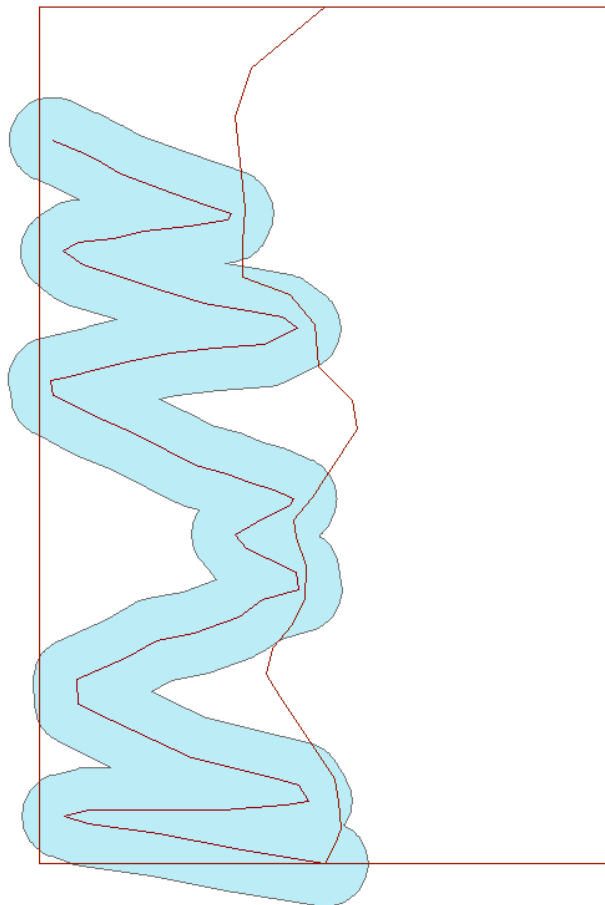
- Wegebau
- Holzernte
- Besitzerinteressen
- Ökologie
- Landschaftsbild
- Risiko



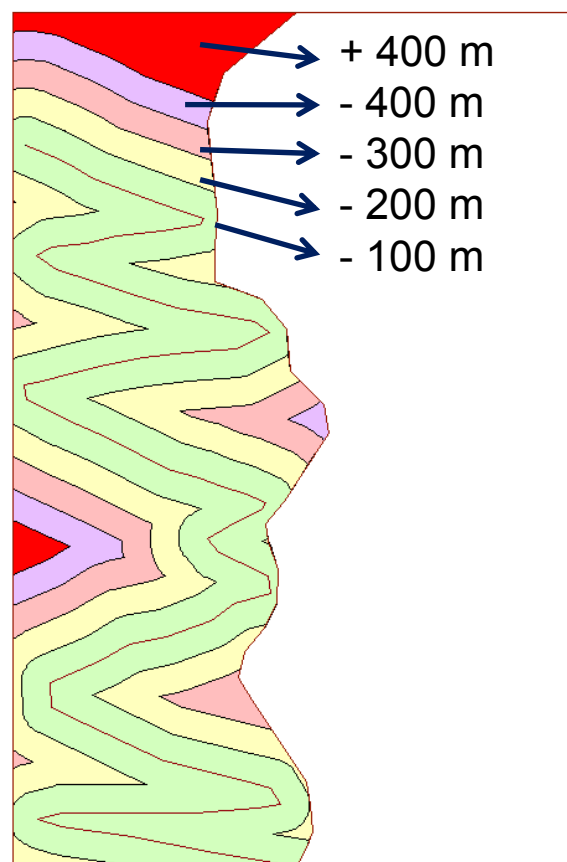
# Daten für jede Variante



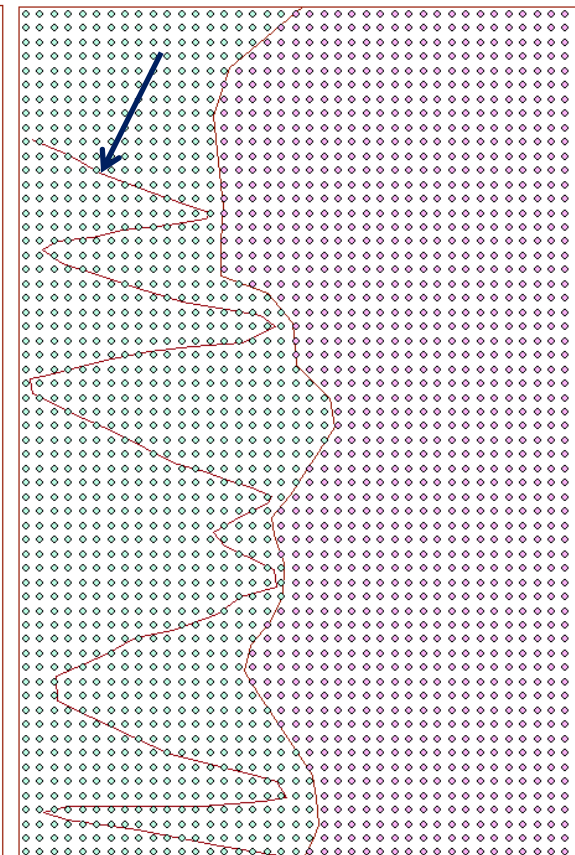
nach BACKMUND



Abstandsstreifen



Punktraster (50\*50)

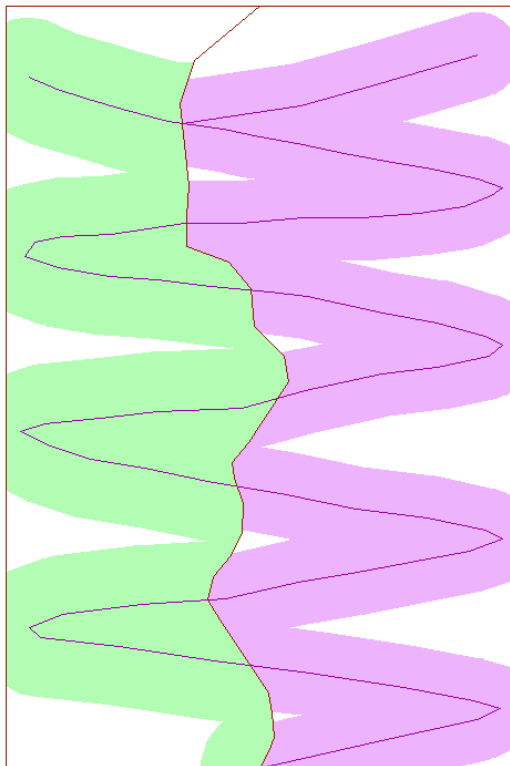




# EINZELBETRACHTUNG



Erschließungsprozent n. BACKMUND



Unterschiedlicher mittlerer  
Wegeabstand in den Teilflächen

- ▶ unterschiedliche Bufferbreite

# Klassische Kennzahlen



Kennzahlen		Var A	Var B	Var C	Var Cext.	VarC <sub>A</sub>	VarC <sub>B</sub>	VarCext <sub>A</sub>	Varcext <sub>B</sub>
	Einheit								
Fläche	ha	266,6	333,4	597,1	600,0	266,6	333,4	266,6	333,4
Weglänge	m	8.922	11.224	15.628	20.037	5.709	9.919	7.943	12.095
Dichte	m/ha	33,5	33,7	26,2	33,6	9,5	37,2	23,8	45,4
SA	m	299	297	382	298	1051	269	420	220
RD <sub>0</sub>	m	75	74	96	74	263	67	105	55
RD <sub>m</sub>	m	139	93	124	94	146	105		
Maximum	m	742	332	503	424	503	388		
$K_n = (RD_m / RD_0)$		1,86	1,25	1,30	1,26	0,56	1,56	0,00	0,00
RD <sub>t1</sub> (Linien unter 45° zum Weg)	m	197	132	175	133	207	148	0	0
RD <sub>t2</sub> (Linien 20% länger als Luftlinie und unter 45°)	m	235,8	157,9	210,1	159,3	248,4	177,6	0,0	0,0
Erschließungsprozent nach BACKMUND	%	67,4	79,5	78,8	81,4				

# Flächentabellen



<b>Abstand zur Straße absolut [ha]</b>		Var A	Var B	Var C	Var Cext.
Flächen bis 100 m	ha	139,9	196,6	292,0	359,4
Flächen 100 bis 200 m	ha	65,7	111,5	187,6	196,1
Flächen 200 bis 300 m	ha	28,0	24,6	84,2	32,8
Flächen 300 bis 400 m	ha	15,3	0,7	26,2	10,2
Flächen über 400 m	ha	17,7	0,0	7,1	1,5

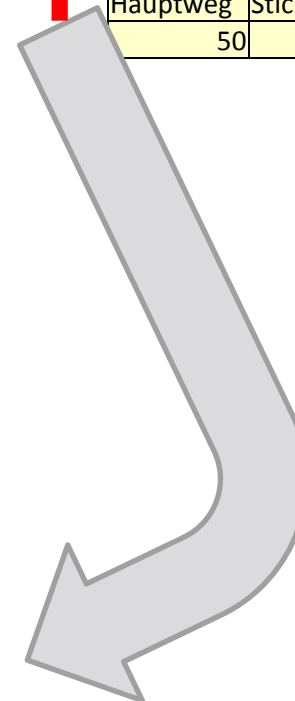
# Berechnungstabellen



WEGE Daten	A	B	C	D
Hauptweg	8280	9993	14430	14430
Stichweg1	642	679	1198	894
Stichweg2		175		688
Stichweg3		377		561
Stichweg4				965
Stichweg5				779
Stichweg6				522
Stichweg7				
Kehren	10	10	7	7
Abzweigungen	1	3	2	6
Grabenüberquerungen	0	0	8	8



Baukosten €/lfm				
Hauptweg	Stichweg	Kehre	Grabenüb.	Abzweiger
50	35	100	80	90



BAUKOSTEN	463.470	573.735	789.730	910.115
Hauptweg	414.000	499.650	721.500	721.500
Stichweg	22.470	43.085	41.930	154.315
Kehre	25.000	25.000	17.500	17.500
Grabenüb.	0	0	4.800	4.800
Abzweiger	2.000	6.000	4.000	12.000
€/ha100	3.312	2.919	2.704	2.532
€/ha200	2.254	1.863	1.647	1.638
€/ha300	1.984	1.725	1.401	1.547
€/ha	1.738	1.721	1.323	1.517

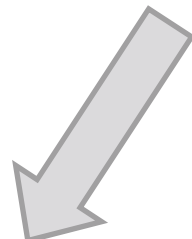
# Berechnungstabellen



FLÄCHENTABELLE									
Flächen in Bufferstreifen , absolut		Var A	Var B	Var C	Var Cext.	VarC <sub>A</sub>	VarC <sub>B</sub>	VarCext <sub>A</sub>	Varcext <sub>B</sub>
Flächen bis 100m	ha	139,9	196,6	292,0	359,4	109,5	183,6	109,5	181,2
Flächen bis 200m	ha	65,7	111,5						
Flächen bis 300m	ha	28,0	24,6						
Flächen bis 400m	ha	15,3	0,7						
Flächen über 400m	ha	17,7	0,0						

## Bringungskosten

	-100	-200	-300	-400	400
Df Seil	11	12	12	13	14
EN Seil	7	8	8	9	9
Df Krananhänger	9	9,5	10,5	11	11
EN Krananhänger	6	7,5	8	8,5	8,5



Erntekosten einfach	Var A	Var B	Var C	Var C ext.	VarC <sub>A</sub>	VarC <sub>B</sub>	VarCext <sub>A</sub>	Varcext <sub>B</sub>
-100	839,6	1179,3	1752,2	2156,7				
-200	525,3	891,8	1500,4	1568,8				
-300	252,2	221,7	758,0	294,8				
-400	152,7	6,9	261,9	101,8				
400	195,1	0,0	78,2	16,7				
€/ha (gew.mit Fläche)	7,4	6,9	7,3	6,9				

# Berechnungstabellen



Erntekosten einfach	Var A
-100	587.690
-200	275.779
-300	176.569
-400	106.914
über 400	136.586
€/ha (gew.mit Fläche)	4.814

Bringungskosten (€/Efm)				
-100	-200	-300	-400	über 400
6	6	9	10	11

Annahme Erntebestand (Efm/ha)	700	u=100
jährliche Endnutzung Efm/ha	7	
jährliche Durchforstung Efm/ha	1	
Nullvariante (€/ha)	7.700	

**X**

Abstand zur Straße , absolut		Var A
Flächen bis 100m	ha	139,9
Flächen 100 bis 200m	ha	65,7
Flächen 200 bis 300m	ha	28,0
Flächen 300 bis 400m	ha	15,3
Flächen über 400m	ha	17,7

$\Sigma$  diagonal = 100

$\Sigma$  horizontal



%( $\Sigma$  vertical)

Gewichtungs-Matrix

	C1	C2	C3	C4	C5	Sa.	%
C1			90	10	5	90	20
C2		10		65	80	99	25
C3		90	35		40	99	26
C4		95	20	60		99	27
C5		10	1	1	1	13	1
						<b>1000</b>	100

$\Sigma$  vertical



## Kriterien

## Einheit

- C1 Holzerntekostenvorteil**
- C2 Holzbodenverlust**
- C3 Erreichbarkeit bei Windwürfen/Schnebr.**
- C4 kleinere Nutzungsflächen (bis 100m)**
- C5 visuelle Störung durch Kehren/Abzweigung**

**€/Efm**

**ha**

**%**

**%**

**m<sup>2</sup>**



# Nutzwertanalyse



GW	Gewichtung der Kriterien in %	$\sum GW = 100\%$
WR	Wertungsrichtung	steigend = 1      fallend = -1
ZE	Zielertrag (je Kriterium und Variante)	in der jeweiligen Dimension
AB	Abweichung (relativ)	-1 bis +1
EG	Erfüllungsgrad	
NW	Nutzwert	dimensionslos

# Nutzwertanalyse



$$AB = \frac{(ZE - [\sum ZE]/n)}{[\sum ZE]/n}$$

$$EG = \left\{ 1 + \left[ \frac{(ZE - [\sum ZE]/n)}{[\sum ZE]/n} \right] * \frac{WR}{AB_{\max}} \right\}$$

$$NW = GW * EG$$

$$\sum NW \gg \textit{Reihung}$$

# Herleitung des Nutzwertes (NW)



Bewertungskriterien	Gewicht		VarA		Var CextA		Status Quo	
	%	Einheit	EG	NW	EG	NW	EG	NW
Holzerntekostenvorteil	19	€/Efm	1,52	28,90	1,48	28,10	0,00	0,00
Holzbodenverlust	26	ha	0,47	12,38	0,53	14,02	2,00	52,80
erreichbarkeit bei Windwürfen/Schnebr.	24	%	1,47	35,34	1,53	36,66	0,00	0,00
kleinere Nutzungsflächen (bis 100m)	27	%	1,68	45,28	1,32	35,42	0,00	0,00
visuelle Störung durch Kehren/Abzweigung	4	m <sup>2</sup>	0,06	0,22	0,94	3,48	2,00	7,40
	<b>100</b>			<b>122,12</b>		<b>117,68</b>		<b>60,20</b>
				<b>Maximum</b>				

# EXCAVATOR for road construction



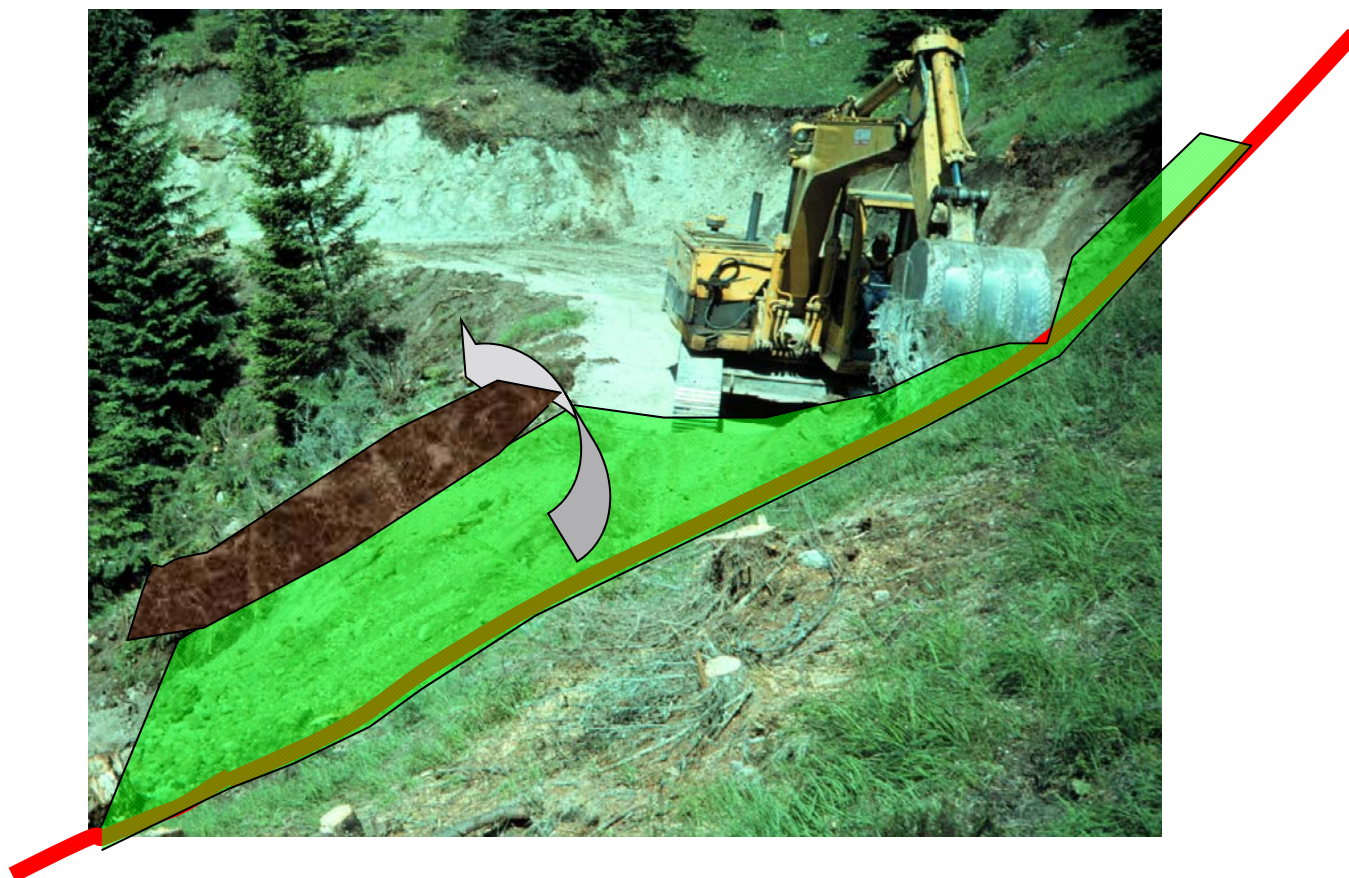
# CONTROLLED BLASTING



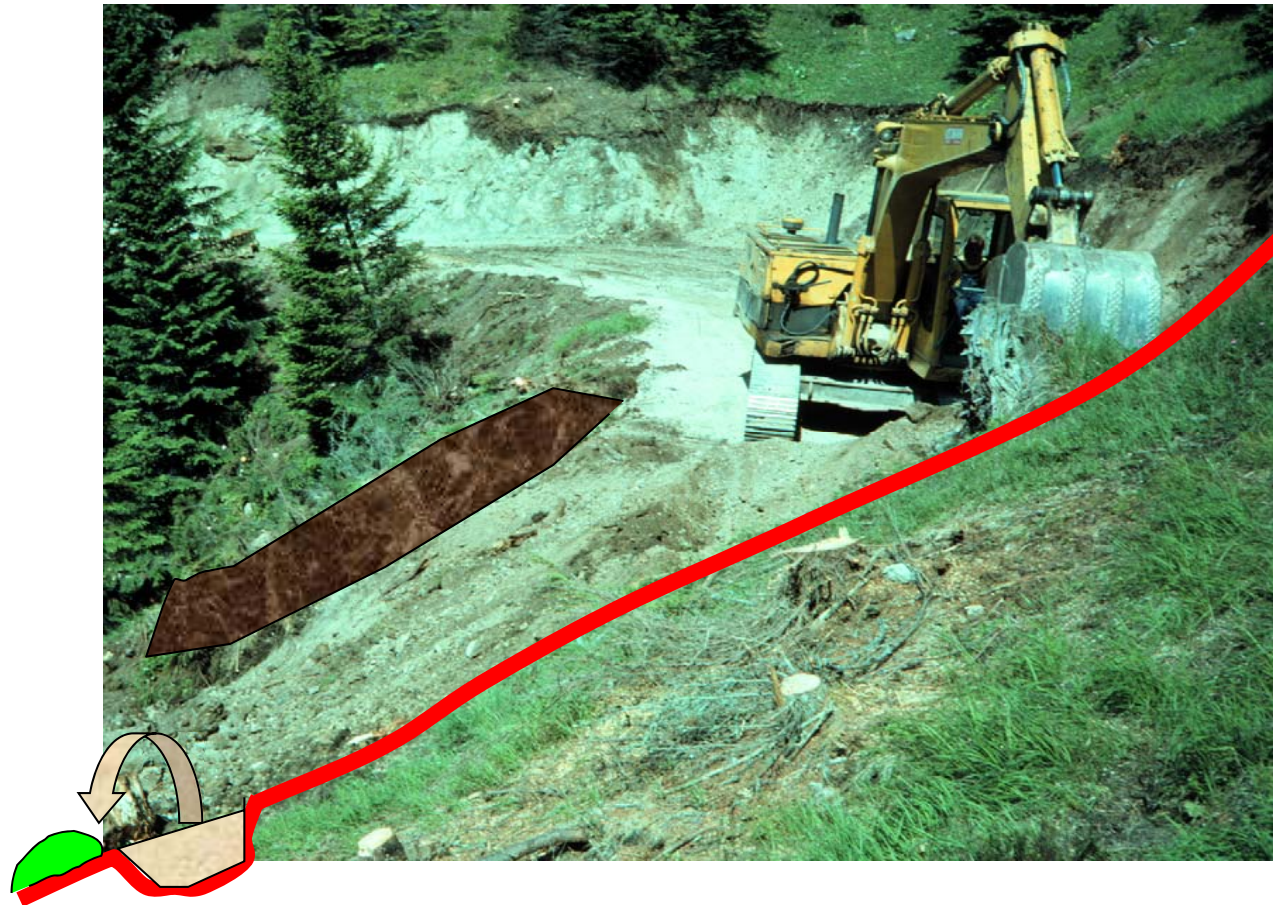
# ROAD CONSTRUCTION WITH EXCAVATOR



# STORAGE OF ORGANIC MATERIAL

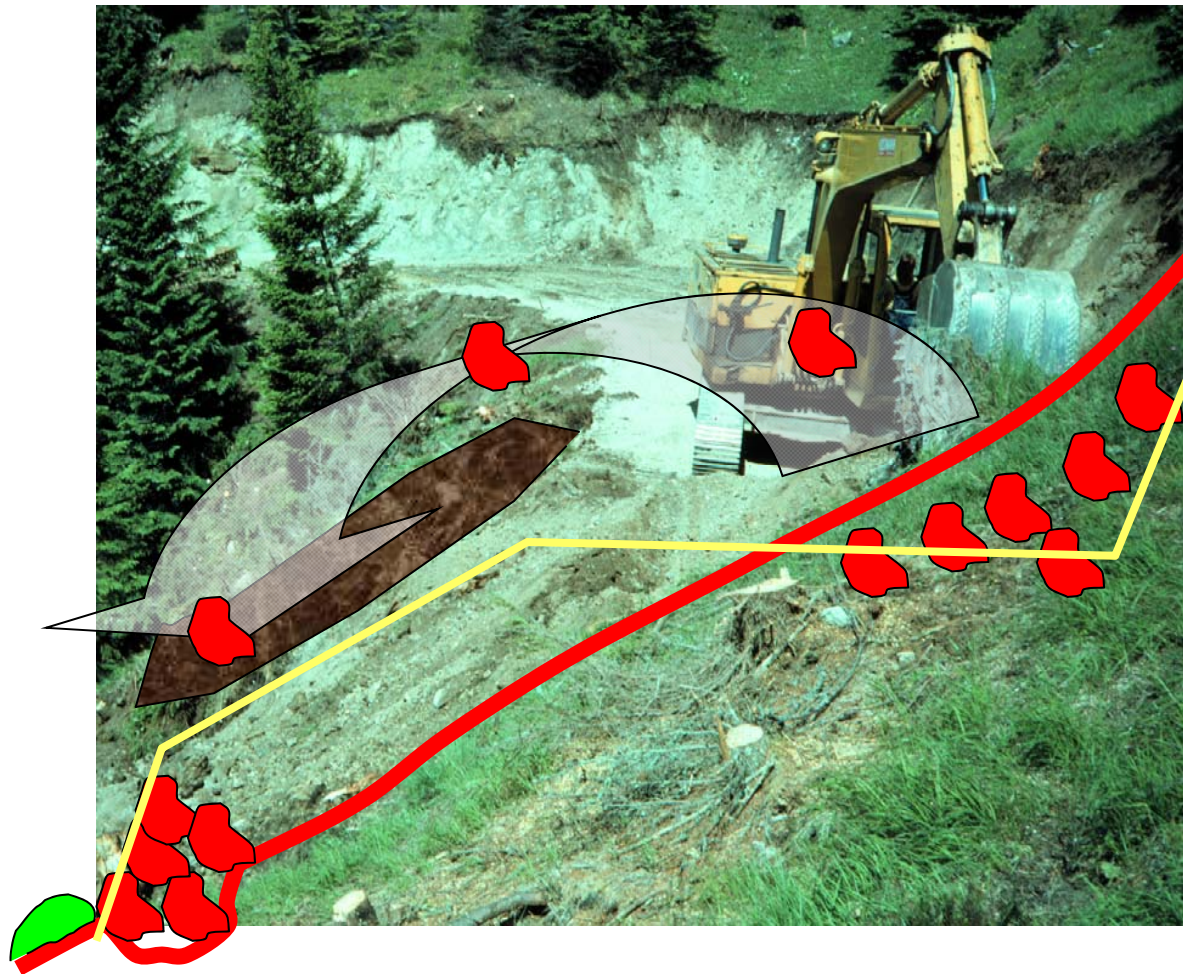


# STABILIZING the FILL (BERM)

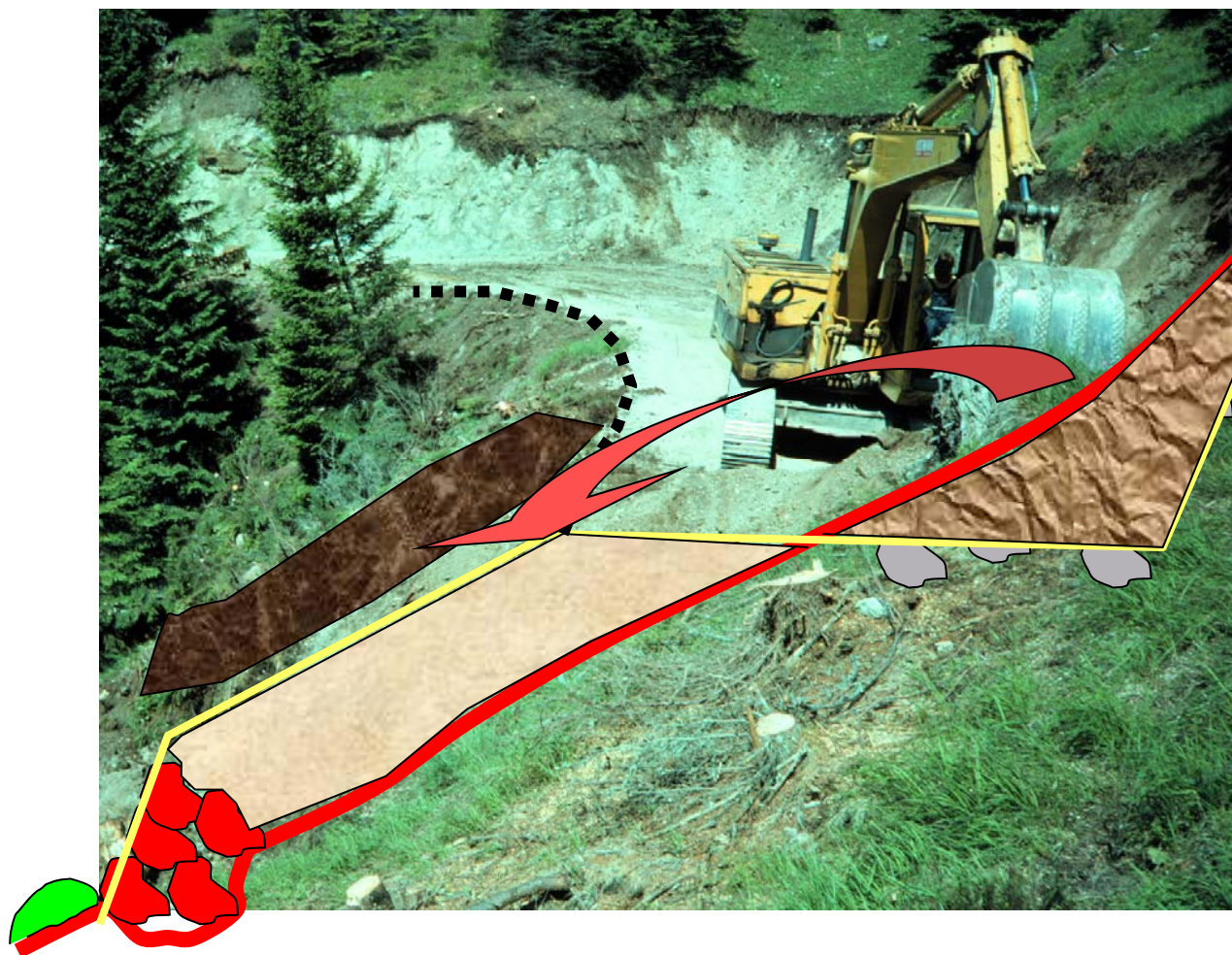




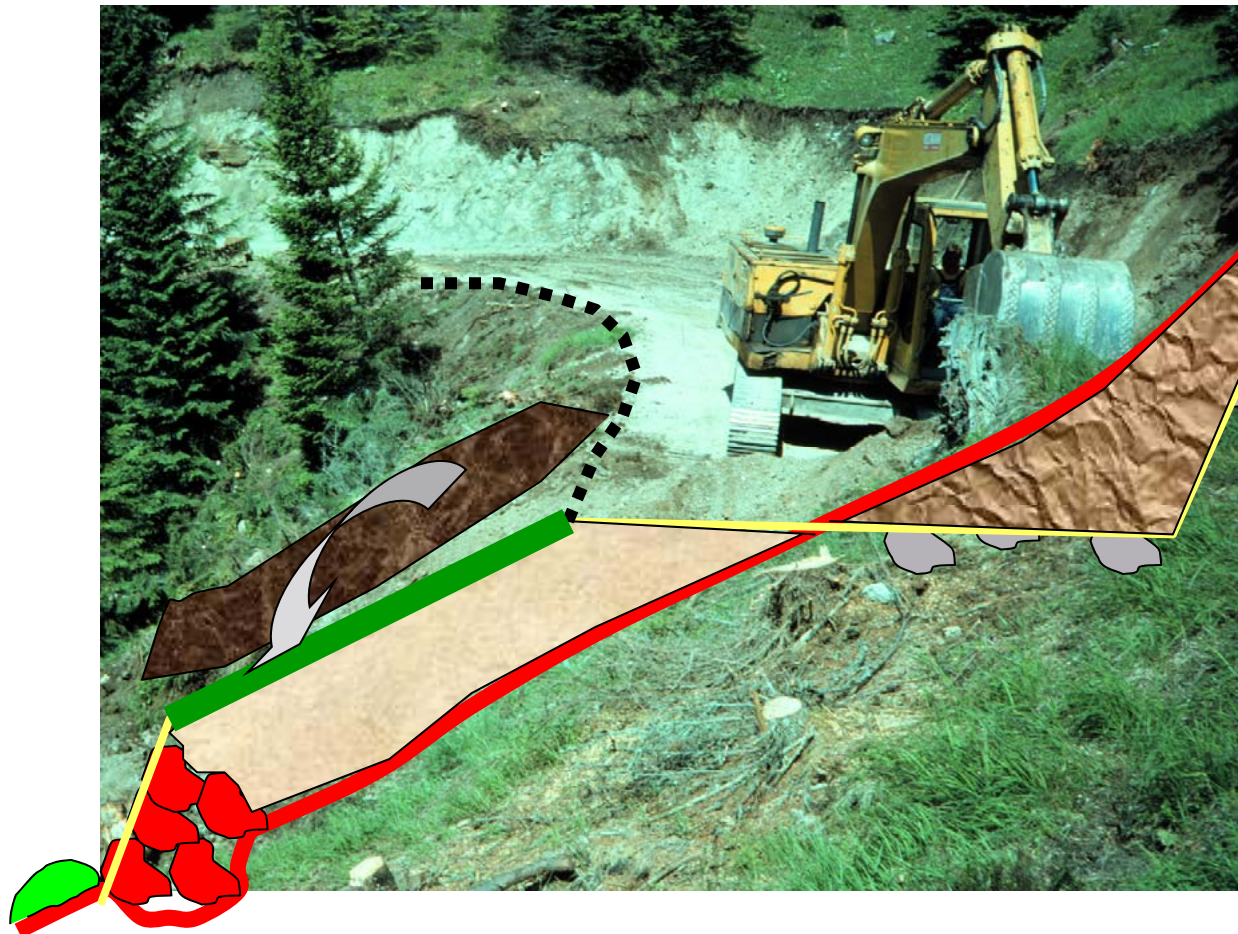
# CATCH WALL



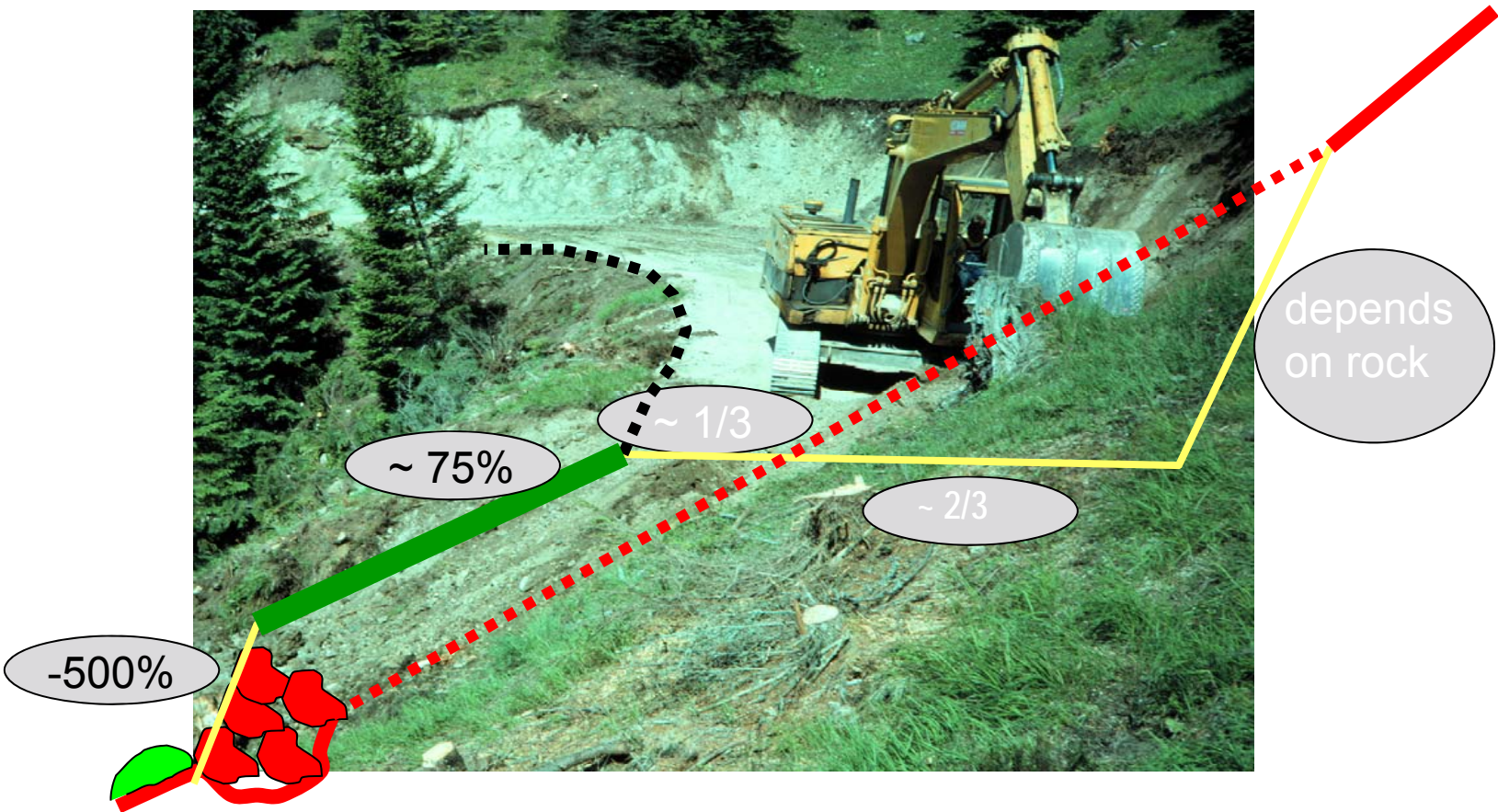
# FILL



# RESTORING ORGANIC MATERIAL



# ROAD CONSTRUCTION WITH EXCAVATOR





**Department für Wald- und Bodenwissenschaften  
Institut für Forsttechnik**

**Universität für Bodenkultur Wien**  
Peter Jordan Strasse 82, A-1190 Wien  
Tel.: +43 1 47654-4312, Fax: +43 1 47654-4342  
E-Mail: [ewald.pertlik@boku.ac.at](mailto:ewald.pertlik@boku.ac.at)  
Homepage: <http://www.boku.ac.at/forstt>



# Literatur und Unterlagen



- [1] Dietz, Peter :  
Walderschließung : ein Lehrbuch für Studium und Praxis unter besonderer Berücksichtigung des Waldwegebaus ; mit 65 Tabellen / von Peter Dietz ; Wolfgang Knigge ; Hans Löffler . - Hamburg [u.a.] : Parey , 1984 . - 426 S.
- [2] Hafner, Franz :  
Forstlicher Straßen- und Wegebau / von Franz Hafner . - 2., neubearb. Aufl. . -Wien : Österr. Agrarverl. , 1971 . - 360 S.
- [3] Kuonen, Viktor :  
Wald- und Güterstraßen : Planung, Projektierung, Bau / Viktor Kuonen . -Pfaffhausen : Eigenverl. d. Verf. , 1983 . - 743 S.
- [4] Segebaden, G.v.:  
Studies of Cross-Country Transport Distances and Road Net Extension. Studia Forestalia Suedica Nr. 18 Skogshögskolan Stockholm , 1964. - 69 S .
- [5] Backmund, F.:  
Kennzahlen für den Grad der Erschließung von Forstbetrieben durch autofahrbare Wege. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 85 , 1966. – 12: S 342-354 .
- [6] Pertlik, E.:  
Bewertung von forstlichen Erschließungsanlagen . Schriftenreihe des Institutes für Forsttechnik, Band 8 , 1998. – S 73-77 .

