Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 131 (1980)

Heft: 2

Artikel: Waldstrassenbau in einfachen Verhältnissen

Autor: Stooss, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766525

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.07.2025

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

Waldstrassenbau in einfachen Verhältnissen[1]

Von *P. Stooss*, Schaffhausen

Oxf.: 383

1. Einleitung

Was heisst «einfache Verhältnisse» für den Waldstrassenbau? Darunter verstehen wir gewöhnlich günstige Voraussetzungen wie beispielsweise

— gut tragfähige und durchlässige Böden
— Hangneigungen unter 60 %
— keine Blöcke und kein Fels
— geeignete Baustoffe im Projektgebiet oder innerhalb kurzer Distanz
— wenig Niederschläge.

Solch günstige Voraussetzungen finden wir im Randengebiet des Kantons Schaffhausen, wenn wir von den Steilhängen, den Felspartien und den Lehmschichten am NW-Abfall absehen. Die mittleren Jahresniederschläge für dieses Gebiet betragen zirka 900 mm.

Aus dem Randengebiet möchte ich nun ein Beispiel herausgreifen, nämlich den Waldstrassenbau im Rahmen der Waldzusammenlegung Merishausen. Im Perimeter von 860 ha sind hier in den letzten Jahren ungefähr 45 km Waldstrassen gebaut worden oder noch im Bau. Über die Erfahrungen aus dieser Tätigkeit möchte ich im folgenden etwas berichten.

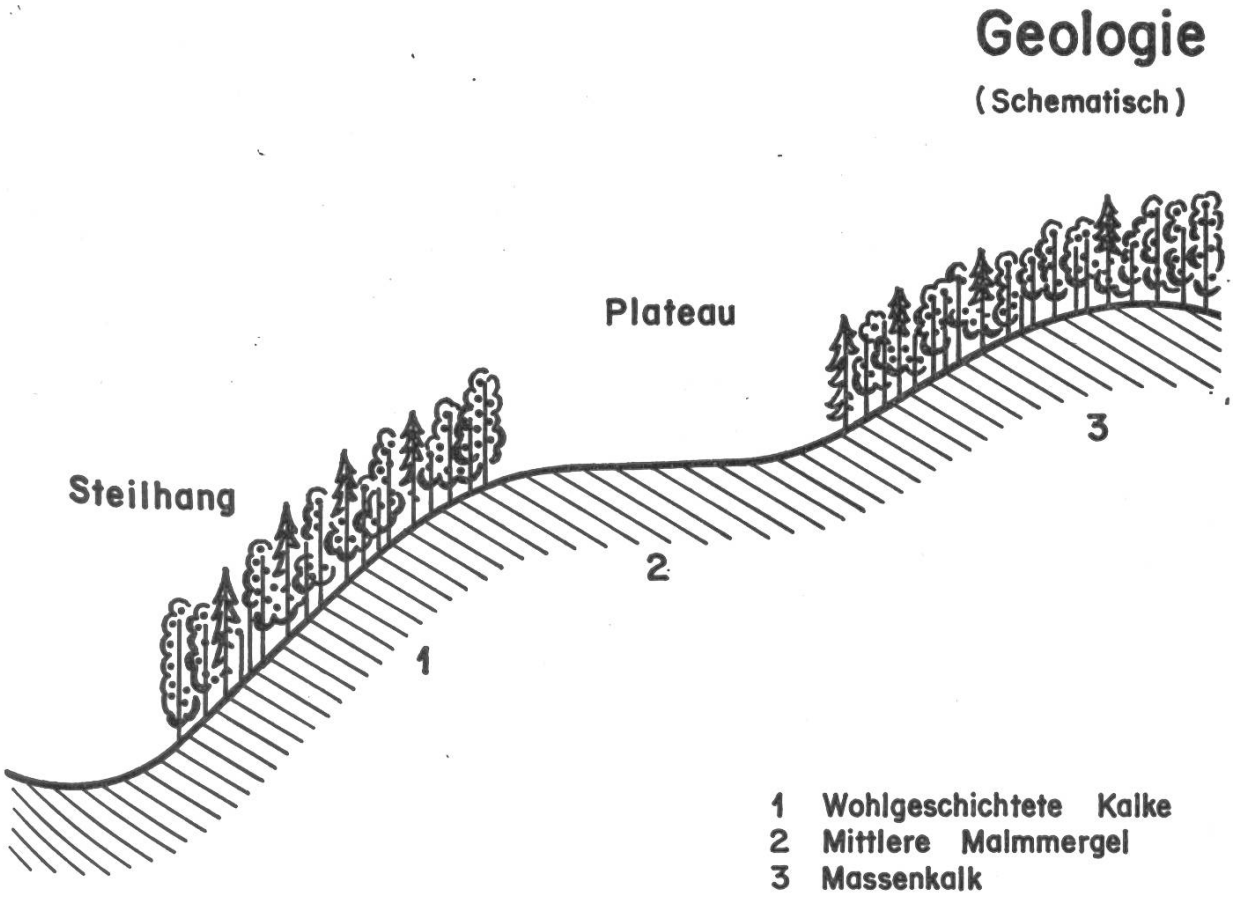
2. Baugrund

2.1 Geologie

Die Unterlage besteht aus den Schichten des Malm. Am Steilhang finden wir die wohlgeschichteten Kalke des unteren Malm, darüber folgt die Hochfläche mit den mergeligen Schichten des mittleren Malm, und zuoberst stossen wir auf den Massenkalk.

[1] Vortrag, gehalten am 27. November 1978 im Rahmen der Forst- und Holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH Zürich.

Darstellung 1. WZ Merishausen.



2.2 *Bodenverhältnisse*

Der Baugrund ist gut tragfähig und durchlässig. Der anstehende und der zu Schutt verwitterte Kalk sind meist mit schweren Maschinen abbaubar. Sprengfels ist selten.

2.3 *Untergrundtragfähigkeit*

Die Untergrundtragfähigkeiten können nur geschätzt werden, weil sich der Penetrometerversuch wegen des körnigen Traggerüstes des Bodens meistens nicht durchführen lässt.

Je nach Unterlage finden wir ungefähr folgende CBR-Werte:

Darstellung 2.

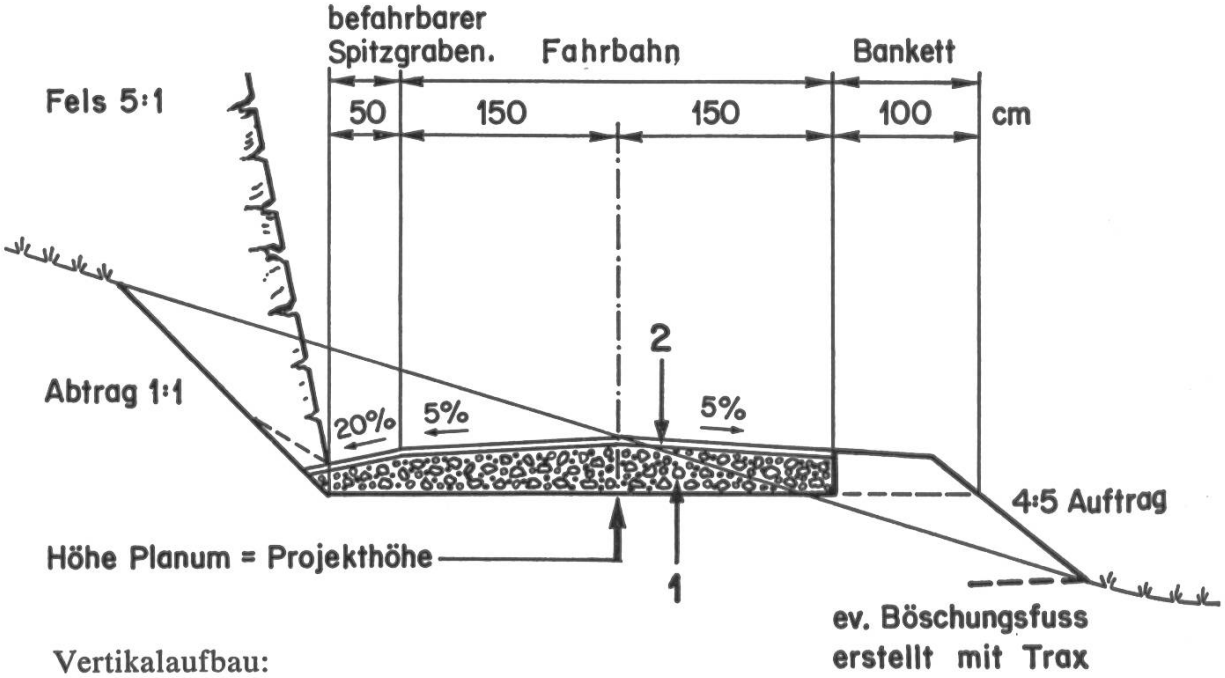
Geologische Unterlage	*CBR-Wert*
Wohlgeschichtete Kalke	15 bis 20 %
Mittlere Malmmergel	3 bis 8 %
Massenkalk	10 bis 20 %

3. Normalprofil

Das Normalprofil sieht eine 3,0 m breite Fahrbahn vor. Dazu kommt ein befestigter bergseitiger Spitzgraben, so dass sich eine befahrbare Breite von 3,5 m ergibt. Die Kronenbreite beträgt 4,5 m.

Der Oberbau besteht aus einer Tragschicht aus abgestuftem Kalkgrien. Dieses Material eignet sich dank der bindigen Feinanteile auch als Deckschicht, allerdings nur für Strassen mit rein forstlichem Verkehr. Auf Strassen, die auch von der Landwirtschaft oder von Drittverkehr benützt werden, ist der Einbau einer Verschleissschicht mit kleinerem Grösstkorn notwendig.

Darstellung 3. Waldzusammenlegung Merishausen Waldweg Normalprofil.



Vertikalaufbau:

1 Tragschicht, Kiessand oder Grien, abgestuft, Gröstkorn ca. 70mm, Schichtstärke je nach Tragfähigkeit des Untergrundes 10 bis 30cm.
2 ev. Verschleissschicht, Juragrien (Grube Hagen) Schichtstärke ca. 6 cm

4. Bauausführung, Maschinenwahl

4.1 Unterbau

Für den Unterbau eignen sich vor allem schwere Traxe mit einem Gesamtgewicht von etwa 20 t und 170 PS Motorleistung. Diese Grössenordnung ist erforderlich wegen der felsigen Partien und der grossen Stöcke.

Mittlere Traxe mit etwa 15 t und rund 130 PS können in den flacheren Gebieten (weichere Schichten) mit geringen Abtragskubaturen und ohne grosse Stöcke eingesetzt werden.

Darstellung 4. Waldzusammenlegung Merishausen: Waldstrassenbau
Baumaschinen für den Unterbau.

Bezeichnung Typ	Gewicht t	Motor-leistung PS	Schaufel-inhalt m³	Schaufel-breite m	Einsatzbereich
Grosser Trax	17	150	1,9	2,4	Abtrag an Steilhängen
	20	170	2,1	2,45	
	21	190	2,5	2,45	
Mittlerer Trax	14,6	125	1,76	2,0	Projekte mit wenig Abtrag ohne Fels und grosse Stöcke
	15	130	1,7	2,2	

Trotz der grossen Maschinen wird sorgfältig gearbeitet. Bei zweckmässigem Einsatz leidet die Sorgfalt nicht unter der Maschinengrösse. Beim Ausstossen des Unterbaus gehen wir wie folgt vor:

- Vorbereitung: Erstellen von Faschinen gegen abrollendes Material aus Stangen, Dolden, Ästen usw.
- Traxarbeit: 1. Phase: evtl. Böschungsfuss (meist nicht erforderlich); Ausstossen auf Projekthöhe (ausser bei grossen Einschnitten).
  2. Phase: Herunternehmen der Böschung; evtl. Nachputzen von Hand.
  3. Phase: Planum; Bankett andrücken.

In Merishausen wurden alle Waldstrassen mit Erfolg in Regie ausgestossen. Hiefür müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- guter «Polier» (Förster)
- qualifizierter Traxführer
- gut gewartete, betriebssichere Maschine.

Der Unterbau kann aber sicher auch mit gutem Erfolg im Akkord ausgeführt werden.

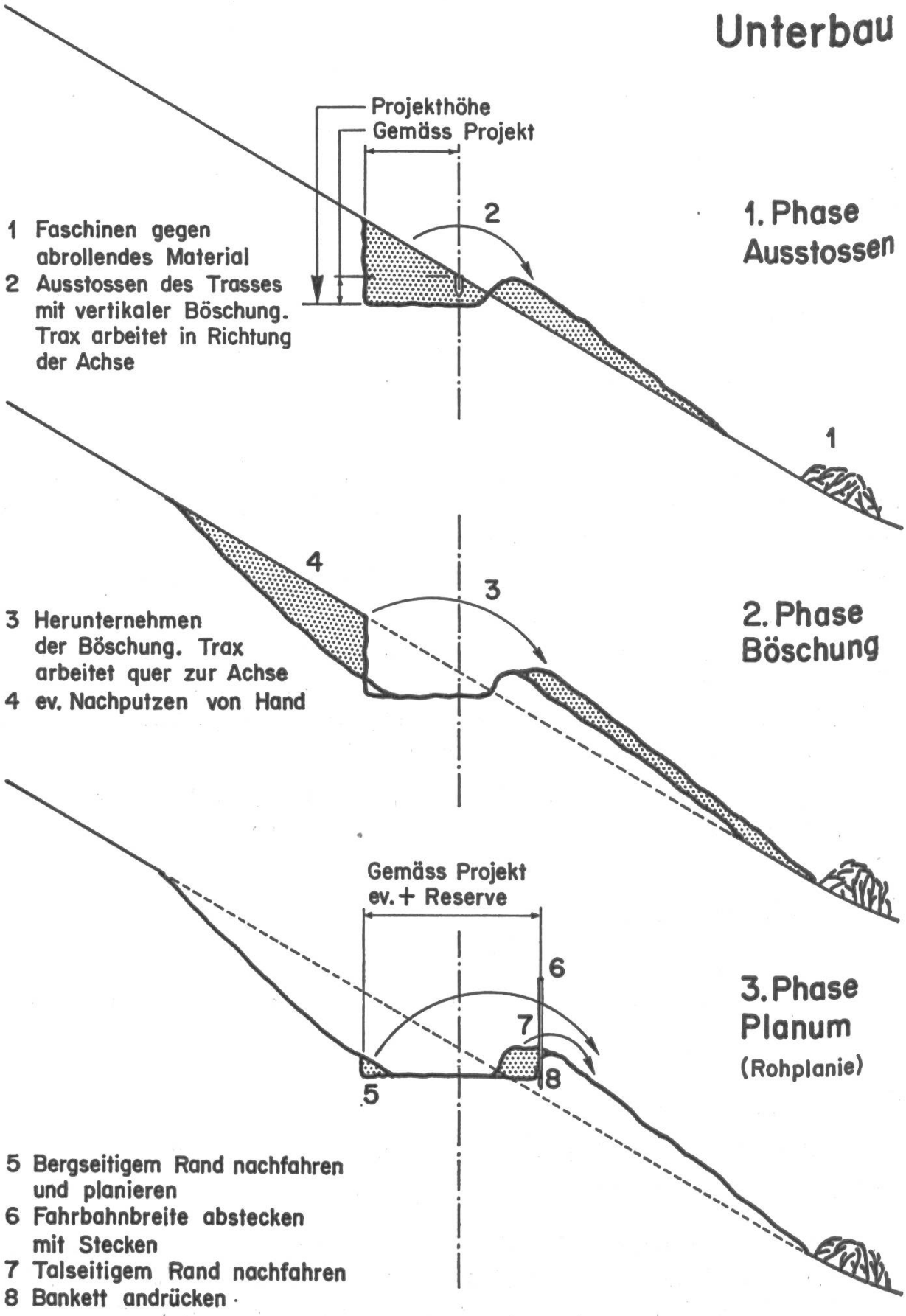
4.2 *Oberbau*

Für den Oberbau hat sich folgende Maschinenwahl bewährt:

- *Kleiner Trax* für den Einbau der Tragschicht.

Der Trax hat gegenüber dem Grader den Vorteil, dass er an den Hängen besser ausweichen kann, um den Lastwagen die Durchfahrt zu ermöglichen. Es darf kein Lastwagen über unplaniertes Material fahren!

Darstellung 5. Waldzusammenlegung Merishausen: Waldstrassenbau
Ausführung des Unterbaus, Phasen 1 bis 3.



Die Schaufelbreite soll im Maximum 2 m betragen, damit eine gute Wölbung der Oberfläche erzielt werden kann.

- *Grader* für die Feinplanie.
- *Vibrationswalzen* für die Verdichtung.

Beim vorliegenden kantigen Tragschichtmaterial haben schwere Vibrationswalzen die besten Resultate gezeigt. Sie können wegen der grossen Tiefenwirkung jedoch nicht generell empfohlen werden, insbesondere dort nicht, wo die Gefahr besteht, dass Feinanteile vom Unter- in den Oberbau gepumpt werden.

Darstellung 6. Waldzusammenlegung Merishausen: Waldstrassenbau Baumaschinen für den Oberbau.

Bezeichnung	Gewicht t	Motorleistung PS	Schaufelinhalt m³	Schaufelbreite m	Einsatzbereich
Kleiner Trax	11	70	1,1	1,9	Einbau Tragschicht
	11	96	1,4	2,0	
Grader	12,6	135		3,66	Feinplanie
	12,5	125		3,6	
	7,5	60		3,0	
Vibrationsgeräte	diverse Typen				Verdichtung

In Merishausen wurde der Einbau der Tragschicht stets im Akkord vergeben, wobei bauseits eine Arbeitskraft für Organisation, Beihilfe und Kontrolle gestellt wird.

Dies bedingt, dass der Unternehmer eine tägliche Mindestleistung garantieren muss. Der Vorteil liegt darin, dass die Schichtdicke jeweils der Tragfähigkeit des Unterbaus angepasst wird und die Abrechnung nach Automass ohne weiteres möglich ist.

Feinplanie und Verdichtung wurden in Regie ausgeführt.

4.3 Zeitlicher Ablauf

Nach dem Unterbau wird das Planum in der Regel ein Jahr liegengelassen und dann die Tragschicht eingebaut. Im dritten Jahr sind dann die Setzungen der Schüttungen soweit abgeklungen, dass die Durchlässe verlegt werden können. Dieses Vorgehen ist selbstverständlich nur dank der Boden- und Niederschlagsverhältnisse möglich.

Wenn von den Böschungen kaum mehr abrollende Steine zu erwarten sind, was etwa im fünften Jahr der Fall ist, wird die Feinplanie erstellt, verdichtet und sofern notwendig die Verschleissschicht aufgebracht.

4.4 Wetterabhängigkeit

Der anstehende Boden ist durchlässig und unter der Oberfläche auch bei nassem Wetter stets so trocken, dass der Unterbau jederzeit ausgestossen werden kann.

Beim Oberbau ist es anders: Im bearbeiteten Boden ist die Durchlässigkeit gestört. Bei nassem Wetter wird der Unterbau plastisch und damit für Lastwagen nicht mehr befahrbar. Beim Oberbau sind wir also auf schönes Wetter angewiesen. Auf die allerideal sten Bedingungen, wie wir sie im Sommer 1976 hatten, kann man allerdings nicht immer warten, wenn 45 km Waldstrassen fertiggestellt werden müssen.

5. Baustoffe, Baustoffbeschaffung

5.1 Bezugsorte und Transportdistanzen

In Merishausen konnte ein Teil des Oberbaumaterials im Projektgebiet selbst gewonnen werden. Allerdings sind diese Gruben nicht unbeschränkt ergiebig, und es wird für den späteren Unterhalt auch noch geeignetes Material benötigt.

Der grösste Teil des Oberbaumaterials wurde im Gebiet Schweizersbild aus Aushüben und aus einer kantonseigenen Grube bezogen. Die mittleren Transportdistanzen liegen zwischen 6 und 10 km. Wenn Material aus Aushüben verwendet werden kann, sind sogar Transporte ab Beringen (Distanz zirka 16 km) noch wirtschaftlich.

5.2 Tragschichtmaterial

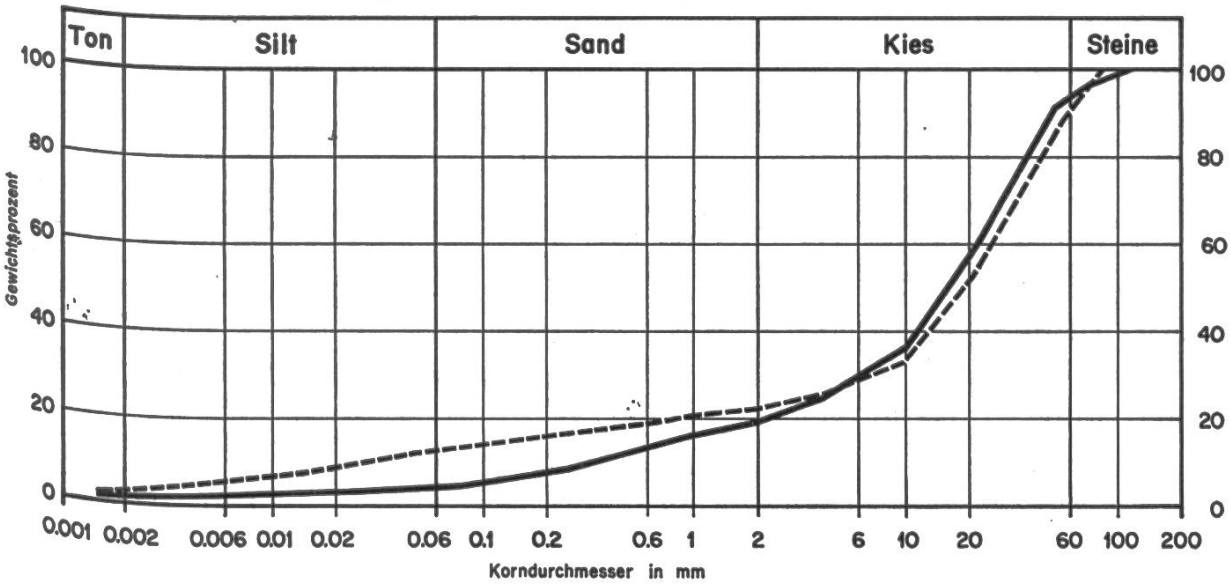
Beispiele:

1. GP- / GC-Material ab Schweizersbild, Schaffhausen
2. GC-Material ab Buchberggrube im Projektgebiet

Darstellung 7. Kornverteilung in Summationskurven.

——— Material ab Grube Schweizersbild, Schaffhausen GP

- - - - - Material ab Buchberggrube, Merishausen GC



Beide Materialien sind abgestuft und haben ein Grösstkorn von zirka 100 mm. Sie eignen sich gut für die Tragschicht, sind aber nicht frostsicher, was bei Naturstrassen allerdings nicht von Bedeutung ist. Dank der bindigen Feinanteile kann auf Strassen mit rein forstlichem Verkehr auf den Einbau einer zusätzlichen Verschleissschicht verzichtet werden.

5.3 *Verschleissschichtmaterial*

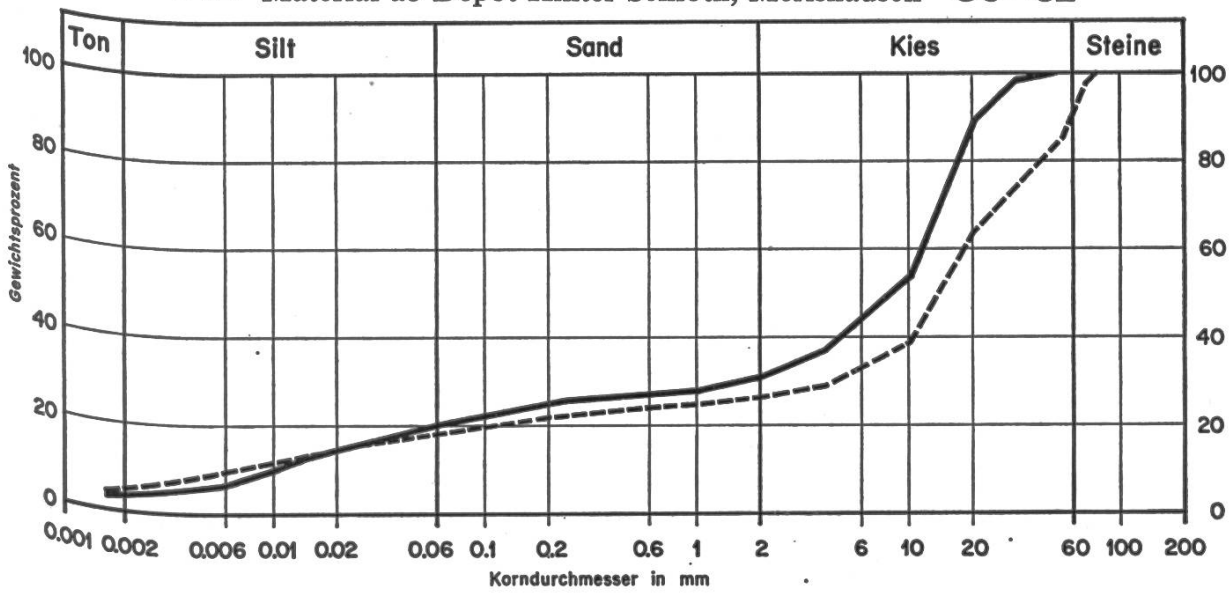
Beispiele:

3. GC-/CL-Material ab Hagengrube, Merishausen
4. GC-/CL-Material ab Depot Hinter Schloth, Merishausen

Darstellung 8. Kornverteilung in Summationskurven.

——— Material ab Hagengrube, Merishausen GC—CL

- - - - - Material ab Depot Hinter Schloth, Merishausen GC—CL



Beide Materialien enthalten etwa 20 % Feinanteile mit plastischem Verhalten. Das Material der Hagengrube darf als ideal bezeichnet werden, während beim Depot Hinter Schloth das Grösstkorn zu gross ist für eine eigentliche Verschleissschicht.

6. Baukosten

Zum Thema Baukosten wollen wir das Beispiel Merishausen verlassen und die Region Randen/Klettgau betrachten.

Bei neun in den Jahren 1976 und 1977 abgerechneten Waldstrassenprojekten mit einer Gesamtlänge von 11,4 km ergaben sich folgende Baukosten (ohne Projektierung, Bauleitung, Vermessung usw.):

Darstellung 9. Waldwegprojekte Region Klettgau/Randen
Schlussabrechnungen 1976/77.

Einheitspreise

	Einheit	Fr. / Einheit		
		Mittel	max.	min.
— Abtrag inkl. Stockrodung, Materialtransport, Erstellen von Planum und Böschung	m^3	8.—	14.70	4.60
— Tragschicht, fertig eingebaut und verdichtet	m^3	10.30	17.30	7.—
— ton-/wassergebundene Verschleissschicht, fertig eingebaut und verdichtet	m^2	1.80	3.10	—.50

Kosten pro m^1

	Fr./m^1		
	Mittel	max.	min.
— Unterbau	7.20	24.40	4.80
— Oberbau	21.60	31.80	12.90
— Entwässerung und Wasserableitung	4.60	18.60	1.70
Total (ohne Projekt und Bauleitung)	33.40	(65.50)	(22.30)

Die Abtragskosten schwanken zwischen Fr. 4.60 und Fr. 14.70 pro m^3 und betragen im Mittel Fr. 7.20 pro m^1. Die höchsten Kosten pro m^3 finden wir bei Projekten mit sehr geringer Abtragskubatur pro m^1.

Die Kosten für die Tragschicht sind vor allem abhängig von

- Ankaufspreis oder Gewinnungs- und Aufbereitungskosten
- Transportdistanz und Höhendifferenz
- Schichtdicke und -breite.

Da meistens bezüglich aller drei Faktoren günstige Voraussetzungen vorliegen (viele gemeindeeigene Kiesgruben), sind die Kosten mit Fr. 7.— bis Fr. 17.20 pro m^3 durchwegs bescheiden. Dasselbe gilt für die Verschleissschicht, wobei die Kosten von Fr. —.50 bis Fr. 3.10 pro m^2 variieren. Dementsprechend günstig fallen die mittleren Kosten für den Oberbau mit Fr. 21.60 pro m^1 aus. Die Kosten für die Entwässerung und Wasserableitung betragen im Mittel Fr. 4.60 pro m^1.

Die gesamten Baukosten (ohne Projektierung, Bauleitung, Vermessung usw.) schwanken zwischen Fr. 22.30 und Fr. 65.50 pro m^1. Am teuersten sind die Projekte mit schwierigen Bodenverhältnissen in den Lehmschichten am NW-Abfall des Randens.

7. Vorstellung einzelner Beispiele

Zum Schluss gehen wir wieder zurück zur Waldzusammenlegung Merishausen. Ich möchte fünf konkrete Beispiele vorstellen und mich auch kurz mit der zu erwartenden Lebensdauer (möglicher Verkehr in Normachslasten) der neuen Merishauser Waldstrassen befassen.

Wir haben mit der Professur für forstliches Ingenieurwesen im Sommer 1978 einige Untersuchungen durchgeführt. Ich möchte der Professur an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen und ihre Bemühungen herzlich danken.

Beispiel Nr. 1 zeigt eine Waldstrasse auf guter geologischer Unterlage, die trotz relativ knappem Oberbau völlig ausreichend dimensioniert ist (möglicher Verkehr zirka 150 000 NAL).

Beim *Beispiel Nr. 2* ist die Unterlage bedeutend schlechter. Der Oberbau ist stärker dimensioniert als beim ersten Beispiel. Der mögliche Verkehr von zirka 5000 NAL darf für eine rein forstliche Erschliessungsstrasse als genügend betrachtet werden.

Die Waldstrasse des *Beispiels Nr. 3* erscheint auf den ersten Blick bedeutend überdimensioniert. Woher kommt das?

Auf der guten Unterlage hätte sicher eine dünnere Tragschicht genügt. Das verwendete Material ab Depot Hinter Schloth (Ziffer 5.3, Beispiel 4) liess sich jedoch wegen des hohen Feinanteil- und Wassergehaltes nicht dünner einbauen. Weil die Transportdistanz nur knapp 3 km betrug, hat sich der Einbau dieses Materials trotzdem gelohnt.

Darstellung 10.

Beispiel Nr. 1

WZ Merishausen

Waldstrasse Nr. *115 / 118* Länge: *4640* m

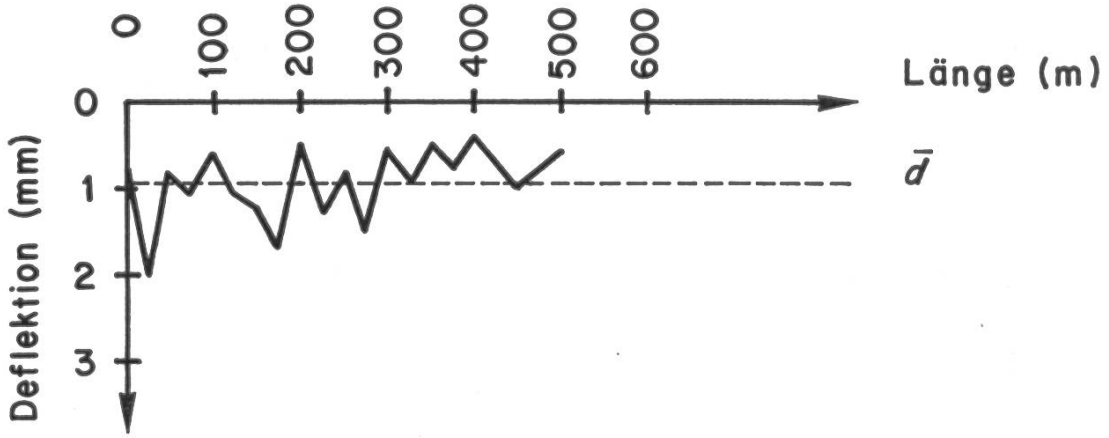
Mittlere Hangneigung: *ca 60 %* Vertikalaufbau:

Geologie: *Unterer Malm, Wohlgeschichtete Kalke* *ca 23cm Grien*

Untergrund CBR: *ca 15 – 20 %* SN = *2.5*

		Fr./m	Jahr
Baukosten	Unterbau	*20.10*	*1971*
	Oberbau	*13.10*	*1972*
	Entwässerung	*3.90*	*1973*
	Total	*37.10*	

Deflektionsmessungen 1978



Deflektionen: Mittelwert $\bar{d}$ = *0.94* mm

Streuung σ = *0.41* mm

Variationskoeffizient Cv = *0.44*

massgebende Deflektion (90 % -Grenze) $\bar{d} + 1.3 \cdot \sigma$ = *1.47* mm

Möglicher Verkehr: *ca 150'000 NAL*

Darstellung 11.

Beispiel Nr. 2

WZ Merishausen

Waldstrasse Nr. *119* — Länge: *1170* m

Mittlere Hangneigung: *ca 25 %*

Geologie: *Mittlerer Malm, Mergelige Schichten*

Untergrund CBR: *ca 5 – 8 %*

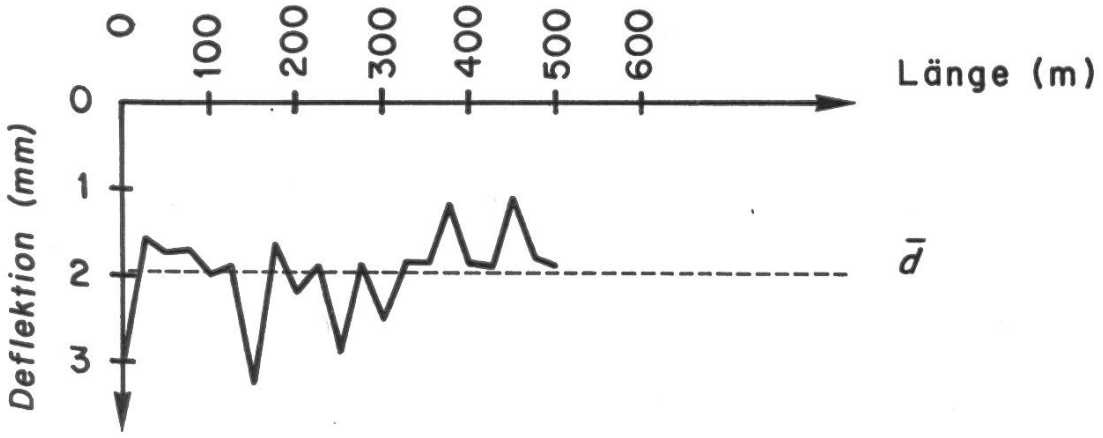
Vertikalaufbau:

ca 10 cm Grien
ca 22 cm Kies II
32 cm

SN = *3.5*

Baukosten		Fr./m	Jahr
	Unterbau	*3.20*	*1974*
	Oberbau	*24.70*	*1975*
	Entwässerung	*3.10*	*1976*
	Total	*31. –*	

Deflektionsmessungen 1978



Deflektionen:				
Mittelwert	$\bar{d}$ =	*1.98*	mm
Streuung	σ =	*0.55*	mm
Variationskoeffizient	Cv =	*0.28*	
massgebende Deflektion (90 % -Grenze)	$\bar{d} + 1.3 \cdot \sigma$ =	*2.70*	mm

Möglicher Verkehr: *ca 5'000 NAL*

Darstellung 12.

Beispiel Nr. 3

WZ Merishausen

Waldstrasse Nr. *103 / 106* Länge: *1820* m

Mittlere Hangneigung: *ca 20 %*

Geologie: *Oberer Malm, Massenkalk*

Untergrund CBR: *> 20%*

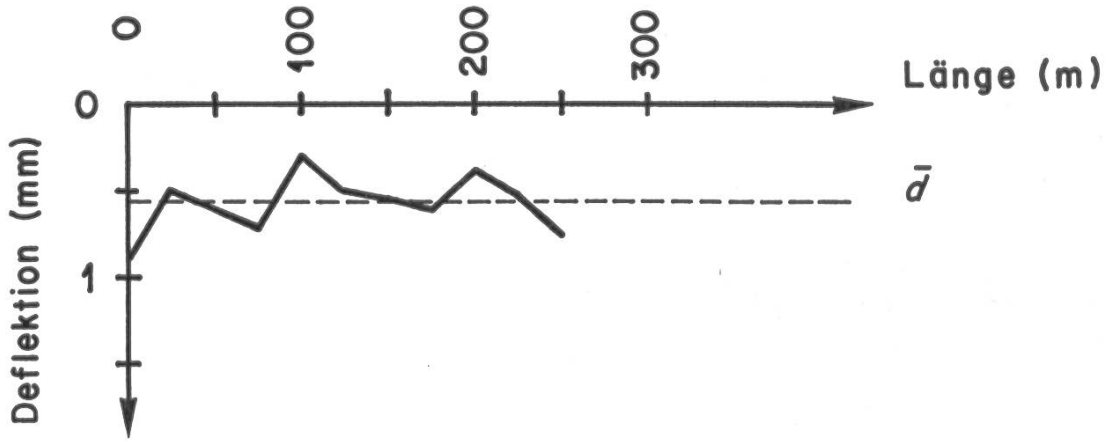
Vertikalaufbau:

ca 30 cm Grien

SN = *3.3*

		Fr./m	Jahr
Baukosten	Unterbau	5.30	1975
	Oberbau	17.–	1975
	Entwässerung	2.–	1976
	Total	24.30	

Deflektionsmessungen 1978



Deflektionen:	Mittelwert	$\bar{d}$ =	0.57	mm
	Streuung	σ =	0.16	mm
	Variationskoeffizient	Cv =	0.28	
	massgebende Deflektion (90 % -Grenze)	$\bar{d} + 1.3 \cdot \sigma$ =	0.78	mm

Möglicher Verkehr: *> 500'000 NAL*

Darstellung 13.

Beispiel Nr. 4

WZ Merishausen

Waldstrasse Nr. *137* Länge: *740* m

Mittlere Hangneigung: *ca 25 %*

Geologie:
Abschn. I Ob. Malm, Massenkalk
Abschn. II Mittl. Malm, Mergel

Untergrund CBR: *I ca 10 – 15 %*
II ca 3 – 5 %

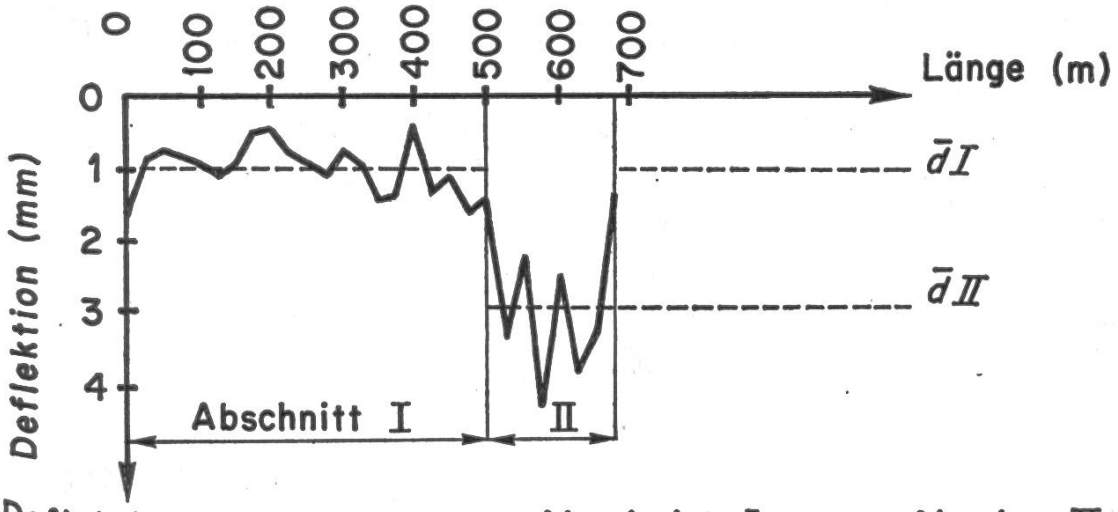
Vertikalaufbau:

ca 32 cm Grien

SN = *3.5*

		Fr./m	Jahr
Baukosten	Unterbau	6.—	1974
	Oberbau	25.60	1975
	Entwässerung	3.80	1975
	Total	34.40	

Deflektionsmessungen 1978



Deflektionen:		Abschnitt I		Abschn. II	
Mittelwert	$\bar{d}$ =	1.00	mm	2.97	mm
Streuung	σ =	0.35	mm	1.02	mm
Variationskoeffizient	Cv =	0.35		0.34	
massgebende Deflektion (90 % –Grenze)	$\bar{d}+1.3\cdot\sigma$ =	1.46	mm	4.30	mm

Möglicher Verkehr: *ca 150'000 NAL* *ca 1'000 NAL*

Darstellung 14.

Beispiel Nr. 5

WZ Merishausen

Waldstrasse Nr. *110 (Planum)* Länge: *780* m

Mittlere Hangneigung: *ca 65 %* Vertikalaufbau: –

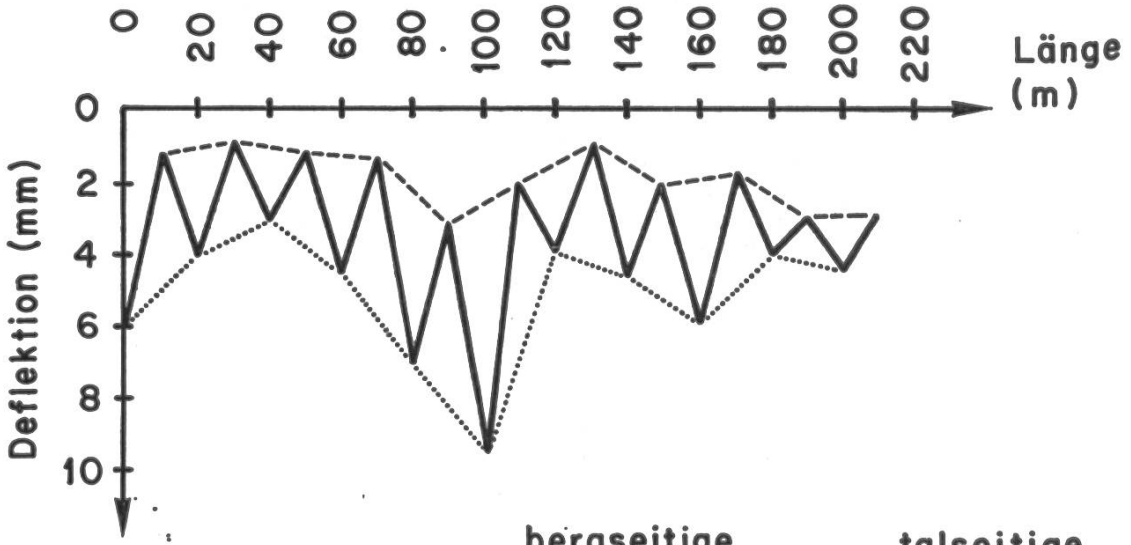
Geologie:

Unterer Malm,
Wohlgeschichtete Kalke

SN = –

Baukosten		Fr./m	Jahr
	Unterbau	*12.60*	*1976*
	Oberbau	–	–
	Entwässerung	–	–
	Total	*12.60*	

Deflektionsmessungen 1978 *auf Planum*



Deflektionen:		bergseitige Radspur	talseitige Radspur
Mittelwert	$\bar{d}$ =	*1.75* mm	*5.14* mm
Streuung	σ =	*0.89* mm	*1.89* mm
Variationskoeffizient	Cv =	*0.51*	*0.37*
massgebende Deflekt. (90 % - Grenze)	$\bar{d}+1.3\cdot\sigma$ =	*2.91* mm	*7.60* mm
Aus Deflektionen abgeleiteter CBR-Wert		*ca 20* %	*ca 8* %

Beispiel Nr. 4 zeigt den Wechsel der geologischen Unterlage vom Massenkalk zu den mittleren Malmmergeln sehr deutlich. Abschnitt I ist ausreichend dimensioniert, Abschnitt II eindeutig unterdimensioniert. Trotzdem hat er während des Baustellenverkehrs gehalten, so dass wir glauben, dass er dem forstlichen Verkehr genügen wird.

Im *Beispiel Nr. 5* wurden Deflektionsmessungen auf einem einjährigen Planum durchgeführt. Interessant sind die Unterschiede in der Tragfähigkeit zwischen berg- und talseitiger Radspur. Die schlechteren Werte der Talseite sind auf die fehlende Verdichtung und auf die Tatsache, dass nicht schichtweise geschüttet werden kann, zurückzuführen.

8. Schlussbemerkungen

Am Beispiel der Waldzusammenlegung Merishausen wurde versucht, Waldstrassenbau in einfachen Verhältnissen etwas zu schildern. Selbstverständlich ist das gezeigte Vorgehen nicht das einzige, sondern nur eine Möglichkeit, die sich unter den gegebenen Verhältnissen bewährt hat.

Interessant war für mich ferner, dass die Resultate der durchgeführten Messungen meinen Erwartungen weitgehend entsprochen haben. Mit dem schlechten Abschneiden des zweiten Abschnittes von Weg 137 hatte ich allerdings nicht gerechnet. Dies unterstreicht die Bedeutung solcher Messungen, die sich in kurzer Zeit durchführen lassen.

Résumé

Construction de chemins forestiers en conditions favorables

Introduction

Dans le cadre du remaniement parcellaire de Merishausen (SH), environ 45 km de chemins forestiers furent réalisés ces dernières années ou sont encore en cours de construction. Nous nous servirons de cet exemple pour exposer les problèmes de la construction de chemins forestiers en conditions favorables.

Sol / profil type

Le sol ayant une bonne portance et étant perméable, le profil type ne prévoira qu'une superstructure assez faible.

Réalisation / choix des machines

Des trax lourds se prêtent bien à la réalisation de l'infrastructure car ils permettent d'éviter en grande partie les travaux de minage.

La mise en place de la superstructure se fera de préférence avec de petits trax et la mise en forme avec une niveleuse.

Pour le compactage, les rouleaux à vibrations ont déja fait leurs preuves.

Matériaux

Des matériaux adéquats pour la superstructure peuvent être extraits à proximité du projet ou à des distances assez réduites.

Mesures de déflexion

Les mesures de déflexion effectuées en été 1978 sur quelques nouveaux chemins forestiers nous permettent de conclure que la superstructure, bien qu'assez faible, est partout suffisante grâce à la bonne portance du terrain.

Coûts de construction

Afin d'obtenir une vue d'ensemble sur une région d'une certaine importance, les coûts moyens de construction des projets achevés en 1976 et 1977 dans le Klettgau et les Randen furent calculés. Le prix du mètre courant varie entre 22.30 fr. et 65.50 fr.

Traduction: *P. Steinmann*