

1745

Schriftenreihe des
Bundesministers für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten



Flurbereinigung

Heft 72

**Flurbereinigung –
Ländlicher Wegebau**

Lehrstuhl für Ländliche Neuordnung und Flurbereinigung
der Technischen Universität München

Leitung: O Professor Dr.-Ing. Richard Hoisl

Bearbeiter: Akad. Rat Dipl.-Ing. Horst Karmann

Druck: Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup
(1 200/XI 1982)

Diese Veröffentlichung ist zum Preis von 9,— DM beim
Landwirtschaftsverlag GmbH, Postfach 48 02 10, 4400 Münster-Hiltrup,
zu beziehen.

ISBN 3-7843-1140-7

Geleitwort

Die aus einer Flurbereinigung hervorgehende Ordnung der Wirtschaftsflächen bedarf zu ihrer Funktionsfähigkeit der Herstellung angemessener Erschließungsanlagen. Deshalb kommt dem Ausbau des ländlichen Wegenetzes in der Flurbereinigung eine zentrale Bedeutung zu. Schon immer war das Bemühen der Flurbereinigungsbehörden davon gekennzeichnet, den Bedürfnissen gerecht zu werden, die von der Art der Landbewirtschaftung und von den natürlichen Voraussetzungen bestimmt werden.

Dazu ist es notwendig, die Standardbauweisen im ländlichen Wegebau um zahlreiche, den örtlichen Verhältnissen im einzelnen angepasste Varianten zu erweitern. Das allein genügt jedoch nicht ! Es liegt im Interesse der Flurbereinigung, die Entwicklung eines auf künftige Anforderungen ausgerichteten ländlichen Wegebaus voranzutreiben. Dabei kann die Flurbereinigung auf den Erfahrungen mit den erprobten Wegebefestigungen aufbauen und die neusten Erkenntnisse über Baumaterialien und Einbautechniken einfließen lassen.

Die Vielfalt der sich daraus ergebenden Möglichkeiten erlaubt es, in zunehmendem Maße neben der technischen Zweckbestimmung weitergehenden Gesichtspunkten Rechnung zu tragen. Dazu gehören der Aufbau jeder Wegebefestigung nach den örtlichen Untergrundverhältnissen, die Verwendung ortsnaher Baumaterialien, die landschaftsnahe Linienführung, die individuelle Ausgestaltung der Nebenanlagen wie Seitenstreifen, Wegeseitengräben und Einmündungen und nicht zuletzt das Einbinden der Wege in das System der wasserwirtschaftlichen und landschaftsgestaltenden Anlagen. Diese Gesichtspunkte bilden ein Bündel ingenieurtechnischer Aufgaben. Sie sind Bestandteil der ländlichen Neuordnung.

Die zahlreichen Erfahrungen bedürfen der wissenschaftlichen Verarbeitung und der Weitergabe, damit die an vielen Orten anstehenden Probleme ohne unnötige Umwege gelöst und die dabei gewonnenen Erkenntnisse ohne Verzug in das allgemeine Wissen aufgenommen werden können.

...

Die Veröffentlichung der Untersuchung über die Anwendung des Asphaltoberbaus beim ländlichen Wegebau in Flurbereinigungsverfahren soll all denen, die sich innerhalb und außerhalb der Flurbereinigung mit den Anforderungen an einen angemessenen Ausbau der ländlichen Wege auseinandersetzen müssen, wertvolle Hinweise und den Mut zu neuen Entscheidungen geben. Darüber hinaus wird aber auch die Absicht verfolgt, die Ergebnisse der Untersuchung einem größeren wissenschaftlichen Interessentenkreis zugänglich zu machen.

Bonn, im Oktober 1982

Dipl.-Ing. E.C. Läßle
Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten

Vorwort

Im ländlichen Wegebau fand der Asphaltoberbau bisher wenig Beachtung. Versuche in Baden-Württemberg und Bayern, letztere auf Initiative von ORBR SANDMAIER, Flurbereinigungsdirektion Landau a.d.Isar, im Jahre 1973, veranlaßten den damaligen Inhaber des Lehrstuhls für Ländliche Neuordnung und Flurbereinigung der Technischen Universität München, Prof. Dr.-Ing. MÖSER, eine eingehende Untersuchung vorzuschlagen.

Das Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erteilte daraufhin im Jahre 1975 einen Forschungsauftrag, der es ermöglichte, die Thematik in einem mehrjährigen Beobachtungsprogramm zu untersuchen. Dafür gilt dem Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten besonderer Dank.

Der plötzliche Tod von Prof. Dr.-Ing. MÖSER im Jahre 1976 überschattete das Vorhaben. Bis zur Neubesetzung des Lehrstuhls durch Prof. Dr.-Ing. HOISL leitete Dr.-Ing. MAGEL die Untersuchung.

Für die örtlichen Ausführungen bei der Anlage der Versuchsstrecken und für die laufende Unterstützung bei den Versuchsstreckenbegehungen ist den betroffenen Flurbereinigungsdirektionen und -verbänden, insbesondere der Flurbereinigungsdirektion Landau und dem Flurbereinigungsverband Landau zu danken.

Besonderer Dank gilt auch den Herren Bauingenieur AMORT vom Prüfamf für bituminöse Baustoffe und Kunststoffe der Technischen Universität München und Oberingenieur MIGLIARINA von der ARBIT-Bauberatung Bayern für die fachliche Beratung beim Bau der Versuchsstrecken und bei den örtlichen Streckenbegutachtungen.

Inhalt

	Seite
Abkürzungen	6
Verzeichnis der Abbildungen	7
Verzeichnis der Tabellen	8
Verzeichnis der photographischen Aufnahmen	10
Verzeichnis der Anlagen	11
1 Zusammenfassung	12
2 Anlaß und Ziel der Untersuchung	18
3 Theoretische Grundlagen	19
3.1 Begriffsbestimmung	19
3.2 Anwendung	20
3.3 Baugrundsätze, Anforderungen	21
3.3.1 Planum	21
3.3.2 Entwässerung	23
3.3.3 Konstruktiver Aufbau, Regelquerschnitt	25
3.3.4 Bituminöse Befestigungsschicht	28
3.4 Bemessung von Fahrbahnbefestigungen	29
3.4.1 Empirische Verfahren	29
3.4.2 Theoretische Verfahren (Rechenmodelle)	30
3.4.2.1 Halbraumtheorie	31
3.4.2.2 Mehrschichtentheorie	32
3.4.3 Notwendigkeit der praktischen Erprobung	35
4 Untersuchungsanordnung	36
4.1 Auswahl der Versuchsstrecken	36
4.2 Unterschiedliche Einbaudicken	44
4.3 Wegebefestigung ohne Bindemittel als Vergleichsstrecken	45
4.4 Steigungsbereiche, Bodenarten des Untergrundes, Bodennutzungssysteme und Größe des Einzugsgebietes	46
4.5 Prüfungsmaßnahmen	46
4.6 Beobachtungsturnus, Beobachtungsinhalt	46
4.7 Einbeziehung von älteren AOB-Strecken	47
5 Ergebnisse der Untersuchung - Besondere Merkmale und Anforderungen	48
5.1 Verkehrsbelastung	48
5.2 Tragfähigkeit des Bodens	51

5.3	Mischgutzusammensetzung	55
5.4	Bemessung der Einbaudicke	56
5.5	Frostsicherheit	67
5.6	Bauausführung	68
5.6.1	Erdarbeiten und Einbau der Asphalttschicht in unmittelbarer zeitlicher Abfolge	68
5.6.2	Gleiche Tragfähigkeit des Untergrundes bzw. des Unterbaus über die gesamte Wegbreite	70
5.6.3	Möglichst gute Verdichtung der Asphalttschicht	70
5.6.4	Einbau und Verdichtung in steilen Wegeabschnitten	72
5.6.5	Fachlich qualifizierte Bauleitung	73
5.7	Gewährleistung	73
5.8	Fahrbahnschäden	74
5.9	Belastbarkeit, Beschränkungen	83
5.9.1	Achslastbeschränkung	83
5.9.2	Geschwindigkeitsbegrenzung	84
5.9.3	Belastungsverbot während der Frost-Tau-Periode	84
5.10	Wirtschaftlichkeit	85
6	Anwendbarkeit im ländlichen Wegebau	90
6.1	Bauausführung	90
6.2	Bau auf bestehenden Wegen	92
6.3	Geländeanpassung, Umweltverträglichkeit	94
6.4	Flächenbedarf	94
6.5	Ausschaltung der Erosion in steilen Lagen	96
6.6	Wirtschaftliche Nutzenanwendung	96
Literatur		98
Vorschriften und Richtlinien		100
Weitere einschlägige Literatur		102
Anlagen		(105)

Abkürzungen

AASHO	American Association of State Highway Officials, USA (Amerikanische Vereinigung der Staatlichen Straßenverwaltungen)
AOB	Asphaltoberbau
ARBIT	Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie e.V., Hamburg
B 200	Bitumen 200 (Beispiel)
bit	Begriffe aus dem bituminösen Straßenbau
Boden	Begriffe aus dem Erd- und Grundbau
CBR	California Bearing Ratio (Tragfähigkeitswert, Kalifornien)
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
Gew.-%	Prozentanteil nach dem Gewicht
LB	Begriffe aus dem Landschaftsbau
Lkw	Lastkraftwagen
Pkw	Personenkraftwagen
RAL-L	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen-Linienführung
RAL-Q	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen-Querschnitte
RAS	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
RLW	Richtlinien für den landwirtschaftlichen Wegebau
RStO	Richtlinien für den Straßenoberbau
RStO-By 77	Richtlinien für den Straßenoberbau in Bayern (Ausgabe 1977)
StVO	Straßenverkehrsordnung
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
TV	Technische Vorschriften
TVbit	Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau bituminöser Fahrbahndecken
TV-LW 75	Technische Vorschriften und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege
TVT	Technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Tragschichten im Straßenbau
TVV	Technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen im Straßenbau
Vol.-%	Prozentanteil nach dem Volumen
ZTVE-StB	Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

(→) Hinweis auf die Begriffsbestimmung in Anlage 5

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite	
Abb. 1	Regelquerschnitt	25
Abb. 2	Spannungsverteilung im elastisch-isotropen Halbraum längs der z-Achse bei einer Querdehnungszahl $\mu = 0,5$ und einer senkrechten Belastung nach BOUSSINESQ	31
Abb. 3	Mehrschichtiger Aufbau und die dabei wirkenden Spannungen	33
Abb. 4	Nach strenger Theorie (BURMISTER) bestimmte Diagrammschar zur Ermittlung der Radialspannung σ_r am Schichtübergang eines zweischichtigen Systems (nach JONES)	34
Abb. 5	Nach strenger Theorie (BURMISTER) bestimmte Diagrammschar zur Ermittlung der Vertikalspannung σ_z am Schichtübergang eines zweischichtigen Systems (nach JONES)	34
Abb. 6	Geographische Lage der Versuchsstrecken (Ausschnitt aus der Übersichtskarte von Bayern 1 : 500 000)	37
Abb. 7/1	Geographische Lage der Versuchsstrecken Zinzenzell (Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1 : 50 000 Blatt L 6940 Roding)	38
Abb. 7/2	Geographische Lage der Versuchsstrecke Marklkofen (Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1 : 50 000 Blatt L 7540 Vilsbiburg)	39
Abb. 7/3	Geographische Lage der Versuchsstrecke Aspertscham (Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1 : 50 000 Blatt L 7740 Mühldorf a. Inn)	40
Abb. 7/4	Geographische Lage der Versuchsstrecken in Aicha v. Wald und Nammering (Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1 : 50 000 Blatt L 7344 Vilshofen)	41
Abb. 7/5	Geographische Lage der älteren AOB-Strecken in Windpassing, Germannsdorf und Jahrdorf (Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1 : 50 000 Blatt L 7346 Waldkirchen und Blatt L 7348 Wegscheid)	42
Abb. 8	Dauerbiegezugfestigkeit σ_r und Dehnung ϵ bei wiederholter Belastung von Asphalt nach Heukelom	57
Abb. 9	Einfluß der Schichtdicke auf die Verdichtung bei verschiedenen Verdichtungseinrichtungen	71
Abb. 10	Abhängigkeit des Hohlraumgehalts der AOB-Schichten von der Tragfähigkeit des Bodens	72
Abb. 11	Entwicklung der Fahrbahnschäden (Schadensband) an der Versuchsstrecke Nr. 116 106 Aicha v. Wald	75
Abb. 12	Schadensstufen und Merkmale	76
Abb. 13	Preisentwicklung der bituminösen Tragdeckschichten mit dem Einbaugewicht von 210 kg/m^2 (Einbaudicke 9 cm) und der Schottertragschichten 0/45 mit einer Einbaudicke von 15 cm im Bayer. Wald	88
Abb. 14	Schematischer Aufbau von Wegebefestigungen nach TV-LW	13(Anl.5)

Verzeichnis der Tabellen

	Seite	
Tab. 1	Übersicht der Versuchsstrecken	36
Tab. 2	Übersicht der verschiedenen Einbaudicken in AOB bei den jeweiligen Versuchsstrecken	44
Tab. 3	Übersicht der Vergleichsstrecken	45
Tab. 4	Ältere AOB-Strecken	47
Tab. 5	Übersicht der Achslast-Äquivalenzfaktoren für Einzelachsen nach der Auswertung des AASHO-Road-Tests (interpoliert und ergänzt für runde t-Werte)	49
Tab. 6	Ermittlung der äquivalenten Achslastübergänge	49
Tab. 6a	Ermittlung der äquivalenten Achslastübergänge bei Annahme eines 10 t-Achslastüberganges pro Tag	49
Tab. 7	Dynamische Elastizitätsmoduln einiger Bodenarten	51
Tab. 8	Übersicht der Tragfähigkeitswerte des Untergrundes bzw. Unterbaues der verschiedenen Versuchsstrecken	52
Tab. 9	Tragfähigkeit des Bodens	53
Tab. 10	Kornanteile und Bindemittelmengen für bituminöse Tragdeckschichten und Anforderungen an das Mischgut (Probekörper nach MARSHALL) nach TV-LW 75	55
Tab. 11	Dynamischer Elastizitätsmodul von Bitukies bei unterschiedlicher Temperatur und die zulässige Dauerbiegezugfestigkeit bei unterschiedlichen Achslastübergängen	58
Tab. 12	Zulässige Bodenpressung bei unterschiedlicher Tragfähigkeit des Bodens und Achslastübergängen	58
Tab. 13a	Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 7,5$ cm, Achslastübergänge $n = 10^3$	61
Tab. 13b	Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 7,5$ cm, Achslastübergänge $n = 10^4$	62
Tab. 14a	Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 9$ cm, Achslastübergänge $n = 10^3$	63

Tab. 14b	Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 9$ cm, Achslastübergänge $n = 10^4$	64
Tab. 15a	Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 12$ cm, Achslastübergänge $n = 10^3$	65
Tab. 15b	Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 12$ cm, Achslastübergänge $n = 10^4$	66
Tab. 16	Kostenübersicht	86
Tab. 17	Preisunterschiede zwischen AOB- und Oberbaukosten der Vergleichsstrecken	85
Tab. 18	Preise und Preissteigerungen von bituminösen Tragdeckschichten mit einem Einbaugewicht von 210 kg/m^2 Rundkorn und gebrochenes Korn und von Schottertragschichten mit einer Einbaudicke von 15 cm für den Zeitraum von 1976 bis 1980	89

Verzeichnis der photographischen Aufnahmen

		Seite
Bild	1 Planum, unmittelbar vor Einbau der AOB-Wegebefestigung (Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v.Wald)	22
Bild	2 AOB-Wegebefestigung tiefer liegend als die Geländeoberfläche mit Fahrbahnschaden infolge Schichtwasser (Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v.Wald)	24
Bild	3 AOB-Schicht unmittelbar nach dem Einbau (Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v.Wald)	26
Bild	4 AOB-Wegebefestigung im Grünland mit guter Geländeanpassung; weitgehend fließender Übergang von Fahrbahn zum Gelände (Ältere AOB-Strecke in Germansdorf, Weg Nr. 58)	27
Bild	5 AOB im Wechsel mit Wegebefestigung ohne Bindemittel (Versuchsstrecke Zinzenzell, Weg Nr. 13)	43
Bild	6 Einbau der Asphalttschicht (Versuchsstrecke Nr. 116 041 in Aicha v.Wald)	69
Bild	7 Fahrbahnschaden (Schadensstufe IV) infolge unzureichender Tragfähigkeit des Bodens (Versuchsstrecke Zinzenzell, Weg Nr. 28)	78
Bild	8 Fahrbahnschaden (Schadensstufe IV) infolge Schichtwassers im Untergrund (Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v.Wald)	79
Bild	9 Fahrbahnschaden (Schadensstufe IV) infolge Überbelastung durch nachträglichen Baustellenverkehr (Versuchsstrecke Zinzenzell, Weg Nr. 28)	80
Bild	10 Sehr geringe Schicht, $120 \text{ kg/m}^2 \hat{=} 5 \text{ cm}$ bei 9 Jahre alter AOB-Strecke (Windpassing, Weg Nr. 73)	81
Bild	11 Fahrbahnschaden bei Vergleichsstrecke infolge Wassererosion bei einem Gefälle von etwa 10 % (Strecke Nr. 117 285 in Aicha v.Wald)	82
Bild	12 Tragfähigkeit des Bodens ($E_{v2} \sim 30 \text{ N/mm}^2$) gerade noch ausreichend; Fahrspuren der Mischguttransportfahrzeuge sind auszugleichen (Versuchsstrecke Nr. 116 041 in Aicha v.Wald)	91
Bild	13 AOB-Wegebefestigung auf bestehender Hofzufahrt (Windpassing, Weg Nr. 35)	93
Bild	14 Größerer Flächenbedarf durch die Entwässerungseinrichtung bei Wegebefestigungen ohne Bindemittel	95
Bild	15 Steile AOB-Auffahrt zu einer übergeordneten Straße (Versuchsstrecke Nr. 116 106 in Aicha v.Wald)	97

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1	Versuchsstreckenordnung im Detail	(10 Seiten)
Anlage 2	Meßwerte der Plattendruckversuche	(6 Seiten)
Anlage 3	Bohrkernuntersuchungen	(3 Seiten)
Anlage 4	Verkehrszählung an den Versuchsstrecken Zinzenzell	(einseitiges Protokoll)
Anlage 5	Begriffsbestimmungen	(13 Seiten)

I Zusammenfassung

*Wege für geringe
Beanspruchung
dimensioniert*

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde die Anwendbarkeit des Asphaltoberbaues (AOB) für den ländlichen Wegebau sowohl in theoretischer Hinsicht als auch durch mehrjährige Beobachtungen von Versuchsstrecken geprüft. Die Untersuchung bezog sich auf Wege, die für eine geringe Beanspruchung dimensioniert wurden.

*keine Entwässerungs-
einrichtungen*

AOB-Schichten werden unmittelbar auf den verdichteten Untergrund/Unterbau aufgebracht. Dabei ist für den ländlichen Wegebau insbesondere zu beachten:

I. allg. brauchen bei AOB-Befestigungen für Wege mit geringer Beanspruchung keine Entwässerungseinrichtungen vorgesehen werden.

geringerer Flächenbedarf

Dadurch wird ein wesentlich geringerer Flächenbedarf erforderlich. Dieses Flächensparnis kann bis zu 50 % betragen, wenn bei Grünland mit fließendem Übergang zum Gelände die Flächen bis zum Fahrbahnrand genutzt werden.

geringe Erdbewegungen

Durch die bei der AOB-Bauweise darüber hinaus nur in geringem Umfang ausgeführten Erdbewegungen ist eine sehr gute Geländeanpassung der Wegeanlagen gegeben. Gerade durch die Anwendung der AOB-Bauweise bei bestehenden, aber ungenügend befestigten Wegen kann mit der Beibehaltung von Linienführung und Wegebreiten vorhandener Bewuchs erhalten bleiben und damit neben der erreichten ökologischen Bedeutung durch ein unverändert vielfältiges Landschaftsbild der optische Eindruck einer guten Geländeanpassung noch verstärkt werden.

gute Geländeanpassung

*landwirtschaftlicher
Verkehr verursacht
geringe Wegebeanspruchung*

Die untersuchte Wegekategorie ist von ihrer Bedeutung bezüglich des Verkehrsaufkommens in die Stufe VI, also die unterste Stufe der nach RStO unterschiedenen Bauklassen einzuordnen. Die Lastwechselzahl ist bei rein landwirtschaftlichem Verkehr und einer zu erwartenden Lebensdauer von

20 Jahren mit $n = 10^3$ anzusetzen, also mit 1000 Achslastübergängen äquivalenter 10 t-Achslasten in 20 Jahren. Wird die Wegebefestigung auch zur Holzabfuhr genutzt, gilt die Lastwechselzahl $n = 10^4$. Als bemerkenswert wird die Feststellung angesehen, daß die Belastung eines Weges mit einem Erschließungsbereich von etwa 80 ha land- und forstwirtschaftlicher Nutzfläche durch den gesamten landwirtschaftlichen Verkehr während eines Tages in der Haupterntezeit nur etwa 70 % des Wertes entspricht, der durch einen 10 t-Achslastübergang verursacht wird.

bei geringer Verkehrsbelastung und ausreichender Schichtdicke hat die Tragfähigkeit des Untergrundes weniger Bedeutung

Die Tragfähigkeit des Untergrundes beeinflusst die Haltbarkeit des AOB nur wenig, sofern

- nur landwirtschaftlicher Verkehr herrscht
- die AOB-Befestigung mindestens 9 cm beträgt
- nicht außerordentlich schlechte Bodenverhältnisse vorliegen ($E_{v2} > 30 \text{ N/mm}^2$).

Nur bei sehr geringer Tragfähigkeit des Untergrundes, z. B. bei anmoorigen und stark bindigen Böden mit hohem Wassergehalt, treten starke Fahrbahnschäden (Bruchschäden) auf. Dagegen ist bei besseren Untergrundverhältnissen durch die hohe Biegezugfestigkeit des Asphalts eine Standfestigkeit der hergestellten Befestigungsschicht gegeben, welche die Belastungen weitgehend aufnehmen kann.

Tragfähigkeit des Untergrundes ist bei Befahrbarkeit durch Mischguttransportfahrzeuge ausreichend

Beim AOB im ländlichen Wegebau gilt folgende Regel: Solange ein ordnungsgemäßes Einbringen des Mischgutes, die Anfahrt durch Mischguttransportfahrzeuge, der Einbau durch den Fertiger und eine ausreichende Walzverdichtung möglich ist, kann auch die Tragfähigkeit des Bodens als ausreichend angesehen werden.

keine aufwendigen Prüfmethode

Die AOB-Bauweise stellt aufgrund ihres einfachen konstruktiven Aufbaues eine entsprechend einfache und rasch auszuführende Bauweise dar. Diese ihre Einfachheit sollte nicht dadurch eingebüßt werden, daß für die Tragfähigkeit des Bodens zeitraubende Prüfmaßnahmen durchgeführt werden.

In der Regel wird es genügen, durch Augenscheinnahme zu beurteilen, ob die örtlichen Bodenverhältnisse für die Anwendbarkeit der AOB-Bauweise geeignet sind. Der Nachweis der ausreichenden Standfestigkeit wird ohnehin mit dem Befahren des Planums durch die Mischguttransportfahrzeuge geführt. Nur in Zweifelsfällen, z. B. bei sehr unterschiedlichen Bodenverhältnissen kann es eventuell zweckmäßig sein, die Tragfähigkeit der Unterlage vorweg durch Befahren mit einem beladenen Lkw mit 5 t Achslast gemäß TV-LW zu prüfen.

*keine Frostsicherheit,
deshalb Schichtwasser
fernhalten und
Verkehrsbeschränkungen
in der Frost-Tau-Periode*

Die AOB-Bauweise im ländlichen Wegebau ist als eine Wegebefestigung ohne Frostschutzschichten anzusehen. Um dennoch Frostschäden weitgehend auszuschalten, ist das Eindringen von Schichtwasser in den Straßenkörper zu vermeiden; außerdem darf keinerlei Verkehrsbelastung während der Frost-Tau-Periode zugelassen werden.

*AOB-Schichten müssen dicht
und flexibel sein*

Die AOB-Schichten müssen sowohl dicht sein, d. h. einen möglichst geringen Resthohlraumgehalt aufweisen, als auch flexibel sein, damit eine Anpassung an Verformungen des Untergrundes möglich ist. Der Körnungsbereich der Mineralstoffe im Mischgut ist aus einbautechnischen Gründen mit 0/16 mm am günstigsten. Ab einer Schichtdicke >8 cm kann der Körnungsbereich 0/22 mm Verwendung finden. Im übrigen muß das Mischgut die Anforderungen für Tragdeckschichten gemäß TV-LW erfüllen.

*Körnungsbereich 0/16 mm
oder 0/22 mm*

*9 cm Schichtdicke
ausreichend*

Die Einbaudicke von 9 cm mit einem Einbaugewicht von 210 kg/m^2 kann i. allg. als ausreichende Dimensionierung von AOB-Wegebefestigungen bei gering beanspruchten Wegen angesehen werden. Die hier vorhandenen Belastungen durch den landwirtschaftlichen Verkehr werden schadlos überstanden. Diese Befestigung kann bei Temperaturen unter -10°C auch gelegentlich Achslasten bis zu 10 t, z. B. bei der Holzabfuhr, aufnehmen.

*unter -10°C auch
Achslasten bis zu 10 t
vertretbar*

*geringere Einbaudicken
bei rein
Landwirtschaftlichem
Verkehr*

Bei guter Tragfähigkeit des Bodens (E_{v2} -Werte $> 100 \text{ N/mm}^2$) reichen Einbaudicken von 7 und 8 cm bei rein landwirtschaftlichem Verkehr mit Achslasten unter 5 t aus, wenn gelegentlich auftretende Verformungen der Fahrbahnoberfläche bei hohen Temperaturen hingenommen werden.

*Schadensrisiko
bewußt in Kauf nehmen*

Aus wirtschaftlichen Überlegungen sollte die Einbaudicke gering gehalten und ein gewisses Risiko bezüglich möglicher Schadensbildungen in Kauf genommen werden, da durch eine etwas geringere Einbaudicke entsprechend geringere Kosten anfallen.

*Erdarbeiten erst kurz vor
Einbau der Asphaltsschicht*

In der Bauausführung ist auf folgende Punkte besonders zu achten, die bei genügender Sorgfalt die Haltbarkeit der Wegebefestigung entscheidend beeinflussen:

Die Erdarbeiten werden erst kurz vor dem Einbau der Asphaltsschicht durchgeführt, um eine witterungsbedingte Durchfeuchtung des Bodens zu vermeiden.

*gleichmäßige Tragfähigkeit
des Untergrundes
über die gesamte Wegebrette
erforderlich*

Die Verdichtung des Untergrundes beschränkt sich in der Regel auf die oberste Bodenschicht, deren Gefüge durch die Erdarbeiten gelockert ist. Schüttungen für einen Unterbau, die sorgfältige Verdichtung erfordern, sind möglichst zu vermeiden.

Durch die geringen Einbaustärken im AOB ist eine gleiche Tragfähigkeit des Untergrundes bzw. Unterbaues über die gesamte Wegebrette Voraussetzung für die Haltbarkeit. Bei der Anwendung des AOB auf bereits bestehenden Wegen mit einer unzureichenden Befestigung darf eine Fahrbahnverbreiterung nicht vorgenommen werden, da am Übergang - auch bei guter Verdichtung des Verbreiterungstreifens - Risse in der aufgetragenen AOB-Schicht auftreten.

*Planum mit
Unkrautvertilgungsmittel
behandeln*

Nach Erstellen des Planums wird späteren Durchwachungen durch Spritzen mit langwirksamem Unkrautvertilgungsmittel, z. B. Vorox, vorgebeugt. Anschließend muß in unmittelbarer zeitlicher Abfolge der Einbau der Asphaltsschicht erfolgen, um

Durchnässungen des Planums durch Niederschläge, die eine wesentliche Minderung der Tragfähigkeit bewirken, möglichst zu vermeiden.

*AOB gemeinsam
mit übrigen Wegebau
in großen Baulosen vergeben*

Der Ausbau von Wegen in der AOB-Bauweise sollte zur Erzielung größerer Baulose gemeinsam mit anderen vorgesehenen Straßen- und Wegebaumaßnahmen erfolgen. Es muß allerdings gewährleistet bleiben, daß die AOB-Befestigungen nicht als Zufahrt für weitere Baumaßnahmen benutzt wird. Bei unvermeidbarem Baustellenverkehr ist aus Gründen der Haltbarkeit die AOB-Wegebefestigung erst zu einem späteren Zeitpunkt auszuführen.

*sicherstellen, daß kein
Baustellenverkehr über
AOB-Strecken rollt*

Planung und Bauausführung im AOB erfordern überdurchschnittliche Fachkenntnisse und Sorgfalt, da die Dimensionierung der Befestigungsschicht nicht auf die üblichen Sicherheitszuschläge abstellt.

*überdurchschnittlich
qualifiziertes Personal
einsetzen*

Es erscheint zweckmäßig auch bei AOB-Wegebefestigungen eine Gewährleistung anzusetzen. Es wird eine Frist von einem Jahr als ausreichend erachtet, um die notwendige Sorgfalt in der Bauausführung zu sichern.

*Gewährleistungsfrist
auf ein Jahr verkürzen*

Bezüglich eintretender Fahrbahnschäden können folgende Beobachtungsergebnisse aufgeführt werden:

*schwere Schäden nur bei
- sehr schlechten
Tragfähigkeitswerten
- Schichtwasser
- Überbelastung*

Schwere Fahrbahnschäden treten nur bei sehr schlechten Tragfähigkeitswerten des Bodens ($E_{v2} < 20 \text{ N/mm}^2$), bei einsickerndem Schichtwasser in den Untergrund oder bei Überbelastung durch Schwerverkehr, z. B. Baustellenverkehr auf.

*Fahrbahnschäden treten
i. allg. schon nach
erster Frostperiode auf*

Die Fahrbahnschäden, die durch ungenügende Tragfähigkeit des Bodens begründet sind, treten im allgemeinen bereits nach der ersten Frostperiode in nahezu vollem Ausmaß auf.

*Fahrbahnschäden vergrößern
sich mit der Zeit
nur unwesentlich*

Fahrbahnschäden in Form von schweren Netzzissen und Brüchen vergrößern sich bei langsamen landwirtschaftlichem Verkehr über längere Zeiträume hinweg nicht wesentlich.

*Steilstrecken zeigen
keine Erosionsschäden*

Fahrbahnschäden in Abhängigkeit von Steigungen sind außer kleinen Walzrissen in Extrembereichen (Steigungen >15 %) nicht festzustellen.

Dagegen treten, wie bereits allgemein bekannt, bei den ohne Bindemitteln befestigten Wegen ab einer Steigung von etwa >8 % erhebliche Erosionsschäden auf.

*Verkehrsbeschränkungen
notwendig*

Um die auch bei geringen Einbaudicken in der AOB-Bauweise gegebenen Haltbarkeit zu gewährleisten, sind neben dem bereits erwähnten Belastungsverbot während der Frost-Tau-Periode ggf. Achslastbeschränkungen und Geschwindigkeitsbegrenzungen geboten.

*AOB gegenüber ungebundenen
Wegebefestigungen
insbesondere
bei größerem Gefälle
vorteilhaft*

Die AOB-Bauweise im ländlichen Wegebau verdient in geeigneten Fällen gegenüber der nach Tragfähigkeit vergleichbaren Wegebefestigung ohne Bindemittel den Vorzug. Insbesondere bei starkem Gefälle, etwa >8 %, wo bei nicht gebundenen Wegebefestigungen eine deutliche Erosion eintritt, aber auch beim Ausbau alter, unzureichend befahrbarer Wege, bei denen sowohl die Wegeführung als auch die Wegebreite beibehalten werden können, ist die AOB-Bauweise überlegen.

*preisgünstig, wenn
Mineralstoffe teuer oder
Transportentfernung groß*

Auch bei ungünstigem regionalen Preisgefüge, insbesondere wenn bei Mineralstoffen die Verknappung oder große Transportentfernungen zu Übertreibungen führen, kann mit dem AOB vor allem bei Großausschreibungen ein wirtschaftlich angemessenes Ergebnis erzielt werden.

*in geeigneten Fällen
vorteilhafte Alternative
zu Standardbauweisen*

Abschließend kann festgestellt werden, daß der AOB in geeigneten Anwendungsfällen bei sachkundiger Planung und Ausführung und bei einer angemessenen Verkehrsbeschränkung eine vorteilhafte Alternative zu den standardisierten Wegebefestigungen für landwirtschaftliche Wege mit geringer Beanspruchung darstellt.

Anlaß und Ziel der Untersuchung

Die Verknappung und Verteuerung der Baustoffe im ländlichen Wegebau haben erneut die Frage aufgeworfen, inwieweit auch weniger angewandte Bauweisen in geeigneten Fällen zu einem wirtschaftlichen Einsatz führen. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang der Asphaltoberbau (AOB) als eine technisch einfache und wirtschaftlich günstige Bauweise.

Im Ausland, vornehmlich in den USA, hat der AOB als sogenannte 'Full-Depth-Asphalt-Construction' bereits allgemein Eingang gefunden /13/. Die Bedeutung, die diese Bauweise in den USA erlangt hat, geht daraus hervor, daß die Neufassung der Bemessungsrichtlinien des amerikanischen Asphalt-Instituts (Thickness Design - Full-Depth Asphalt Pavement Structures for Highways and Streets) primär vom AOB ausgeht /15/.

In der Bundesrepublik wurde für die Anwendung der AOB-Bauweise im klassifizierten Straßenbau von der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphalt- und Teerstraßen, ein Merkblatt erarbeitet. Der Bundesminister für Verkehr hat bisher den AOB noch nicht als Standardbauweise zugelassen. Der Entwurf zur Überarbeitung der Richtlinien für den Straßenoberbau sieht dies jedoch vor. Das Land Bayern hat den AOB in der RStO-By 77 als standardisierte Bauweise bereits aufgenommen.

Über den Einsatz des AOB im ländlichen Wegebau liegen vergleichsweise nur wenige Erfahrungen vor /10/, /22/. Diese geben aber vielversprechende Hinweise für eine Anwendung im ländlichen Wegebau. Naturgemäß unterliegt eine solche vereinfachte Bauweise gewissen Voraussetzungen und Anforderungen, für deren Untersuchung das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten den Lehrstuhl für Ländliche Neuordnung und Flurbereinigung der Technischen Universität München beauftragt hat.

Als Ziel der Untersuchung sollen Grundsätze für die Anwendung des AOB im ländlichen Wegebau erarbeitet werden; insbesondere

- allgemeine Baugrundsätze
- Bemessung der Einbaudicke
- Hinweise zur Bauausführung
- Belastbarkeit und Schadensentwicklung, Vorschläge für Verkehrsbeschränkungen
- Wirtschaftlichkeit.

3 Theoretische Grundlagen

3.1 Begriffsbestimmung

Unter Asphaltoberbau wird eine Befestigungsschicht im Straßen- und Wegebau verstanden, die aus bituminösem Mischgut hergestellt und unmittelbar auf dem Erdplanum des vorhandenen, ggf. verbesserten oder verfestigten Untergrundes bzw. Unterbaus verlegt wird (siehe Merkblatt für den AOB).

Die Asphalttschicht wird also unter Verzicht auf nichtgebundene Tragschichten bzw. einer Frostschutzschicht direkt auf den gewachsenen Untergrund (nach Abschieben des Mutterbodens) oder auf geringfügige Dammschüttungen aufgebracht.

Der Oberbau besteht im ländlichen Wegebau nur aus einer Asphalttschicht.

3.2 Anwendung

Ganz allgemein sind nach TV-LW bituminöse Wegebefestigungen für alle auf ländlichen Wegen auftretenden Verkehrsbeanspruchungen geeignet. Sie können sofort nach ihrer Herstellung befahren werden. Sie passen sich Bewegungen der Unterlage oder des Untergrundes bzw. Unterbaues durch Hebungen und Setzungen in begrenztem Umfang ohne Schadenswirkung an. Eine spätere Verstärkung ist jederzeit möglich, auch eine verhältnismäßig einfache Beseitigung von Schadstellen.

Die zu untersuchenden Wegebefestigungen im AOB mit minimalen Schichtdicken sollen auf ländlichen Wegen aufgebracht werden, die zur untersten Wegekategorie im ausgebauten landwirtschaftlichen Wegenetz gehören. Sie sollen bei entsprechender Tragfähigkeit des Bodens vor allem dort Anwendung finden, wo durch starkes Gefälle eine hohe Erosion bei nicht gebundenen Wegen gegeben ist.

Diese Art von Befestigung sollte also dazu dienen, neben einer angemessenen Wirtschaftlichkeit - was noch in den Pkt. 5.10 und 6.6. darzulegen ist - den aufkommenden landwirtschaftlichen Verkehr zur erforderlichen Zeit mit den üblichen Lasten und mit einer angemessenen Geschwindigkeit sicher zu bewältigen.

Durch diese Bauweise kann auch die Tragfähigkeit alter bestehender Wegebefestigungen wie z. B. Einzelhofzufahrten erhöht und deren Ebenheit und damit die entsprechende Befahrbarkeit in ausreichendem Maße wieder hergestellt werden.

Außerdem wird der AOB dann mit erhöhter Wirtschaftlichkeit anzuwenden sein, wenn Mineralstoffe nur beschränkt vorhanden sind bzw. über größere Entfernungen transportiert werden müssen.

3.3 Baugrundsätze, Anforderungen

3.3.1 Planum

Das Planum bildet nach Beseitigung des Mutterbodens und Verdichtung die Unterlage für den AOB (siehe Bild 1). Die Unterlage muß wie bei den Standardbauweisen (→) gemäß den ZTVE-StB ausreichend breit, standfest, tragfähig, höhen- und profilgerecht sowie eben sein. Die Breite des Planums ist bei einer 3-m-Fahrbahn mit etwa 3,50 m anzulegen. Das Planum muß das für die Entwässerung notwendige Gefälle haben.

Die Tragfähigkeit und Standfestigkeit des Untergrunds (→) bzw. Unterbaus (→) gilt als ausreichend, wenn durch Befahren mit einem beladenen Lkw mit 5 t Achslast keine bleibenden Verformungen eintreten.

Ist die Tragfähigkeit der Unterlage nicht ausreichend oder ungleichmäßig, so bieten sich je nach Örtlichkeit folgende Maßnahmen an:

- Ableitung von Schichtwasser
- abschnittsweise Erhöhung der Einbaustärke
- Anwendung entsprechender Bauweisen von Wegebefestigungen des ländlichen Straßen- und Wegebaus (Standardbauweisen), die der erforderlichen Haltbarkeit gerecht wird.

Abweichungen von der Ebenheit des Planums (→) dürfen nach TV-LW unter der 4 m Richtlatte nicht mehr als 3 cm betragen.

Der Auftraggeber hat sorgfältig zu prüfen, ob die Unterlage für die Anwendung der AOB-Bauweise geeignet erscheint.

Bodenverbesserungen (→) und Bodenverfestigungen (→) gemäß den technischen Vorschriften und Richtlinien (TVV) werden für den AOB in der Regel nicht empfohlen. Bei unzureichender Tragfähigkeit der Unterlage sollte, sofern eine örtliche Entwässerung nicht ausreicht oder eine Verstärkung der Einbaudicke nicht Abhilfe schafft, schon aus Risikogründen eine Standardbauweise zur Anwendung kommen.

Die Herstellung des Planums erfolgt durch Abschieben des Mutterbodens. Größere Einschnitte und Aufschüttungen sind möglichst zu ver-



Bild 1 Planum, unmittelbar vor Einbau der AOB-Wegebefestigung
(Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v. Wald)

meiden, können aber nicht immer ausgeschlossen werden. In diesem Falle ist durch Walzverdichtung (→) wieder eine gleichmäßige Tragfähigkeit, d. h. etwa die Tragfähigkeit des gewachsenen Bodens (→) herzustellen.

Eine Spritzung des Planums mit besonders sorgfältiger Behandlung des Randbereichs gegen Durchwachsungen von Pflanzen, z. B. mit Vorox, ist unerlässlich.

Eventuell wäre auch die Zugabe eines wachstumhemmenden Wirkstoffes zum Füller bzw. an der Mischanlage wirtschaftlich. Nach bisherigen Erfahrungen /21/ wird dadurch eine Durchwachsung langfristig verhindert. Die Kostenerhöhung beträgt etwa 1,-- DM/m².

3.3.2 Entwässerung

Entwässerungseinrichtungen werden grundsätzlich nicht vorgesehen, ausgenommen bei örtlichen Besonderheiten. Vor allem die schadlose Ableitung von Schichtwasser (→) ist Voraussetzung für eine dauerhafte Wegebefestigung.

Das Planum erhält die gleiche Querneigung wie die Fahrbahn, die nach TV-LW bei geraden Strecken mindestens 3 % betragen soll.

Durch Abschieben von größeren Auflagen des Mutterbodens kann die Fahrbahn auch tiefer als die Geländeoberfläche zu liegen kommen (siehe Bild 2). Die Entwässerung erfolgt dann auf dem Fahrbahnbelag in der Längsneigung.



Bild 2 AOB-Wegebefestigung tiefer liegend als die Gelände-
oberfläche mit Fahrbahnschaden infolge Schichtwasser
(Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v.Wald)

3.3.3 Konstruktiver Aufbau, Regelquerschnitt

Die Wegebefestigung (→) erfolgt grundsätzlich im einschichtigen Einbau unmittelbar auf dem Erdplanum (siehe Abb. 1 und Bild 3).

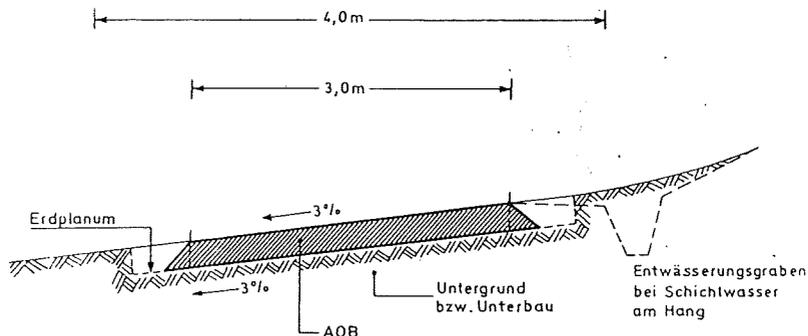


Abb. 1 Regelquerschnitt

Die Fahrbahnbreite beträgt in der Regel 3,0 m.

In besonderen Fällen wie z.B. bei einem sogenannten Zwischenausbau (→) von bereits vorhandenen Wegen zu Einzelhöfen oder Weilern kann die Ausbaubreite entsprechend den vorhandenen Wegebreiten verringert werden. Erforderlichenfalls sind Ausweichstellen anzulegen.

Die Querneigung für das Planum und für die Fahrbahn soll mindestens 3 % betragen.

Die Seitenstreifen erhalten eine Breite von je 0,5 m mit einer Querneigung, die den Abfluß des Oberflächenwassers gestattet, sofern das anschließende Gelände tiefer liegt.

In Grünlandlagen sollte der Übergang von der Fahrbahn zum Gelände fließend sein (siehe Bild 4, S. 27). Dadurch wird eine unmittelbare Zufahrt zu den Nutzungsflächen erreicht. Darüber hinaus kann das Grünland bis an den Fahrbahnrand genutzt werden, so daß kein Unterhaltungsaufwand für Böschungsf lächen entsteht.



Bild 3 AOB-Schicht unmittelbar nach dem Einbau
(Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v. Wald)



Bild 4 AOB-Wegebefestigung im Grünland mit guter
Geländeanpassung; weitgehend fließender Übergang
von Fahrbahn zum Gelände
(Ältere AOB-Strecke in Germansdorf, Weg Nr. 58)

3.3.4 Bituminöse Befestigungsschicht

Die Wegebefestigung in der AOB-Bauweise ist als bituminöse Tragdeckschicht ausgebildet. Sie muß dicht, standfest und doch so flexibel sein, daß sie geringfügigen Untergrundsverformungen ohne Bruch folgen kann. Diese Eigenschaften werden durch richtige Wahl der Kornabstufung (Sieblinie), der Bindemittelart und Bindemittelmenge sowie durch vorschriftsmäßigen Einbau erreicht (vgl. Pkt 5.3 und 5.6). Die Ränder der bituminösen Befestigungsschicht sind mit einer Neigung von 1:1 abzuschrägen und zu verdichten.

3.4 Bemessung von Fahrbahnbefestigungen

Unter der Bemessung einer Asphalt-Straßenkonstruktion muß ganz allgemein die Festlegung der Einbaudicken von der Deckschicht über die Binderschicht bis hin zu den Tragschichten einschließlich ungebundener, wie z. B. der Frostschuttschicht verstanden werden /17/. Dabei richtet sich die Dimensionierung nach der Verkehrsbelastung und der gewünschten Lebensdauer (→) der Straße. Im allgemeinen wird im ländlichen Straßen- und Wegebau bei bituminös gebundenen Fahrbahnbefestigungen eine Lebensdauer von etwa 25 - 35 Jahren erwartet /20/.

3.4.1 Empirische Verfahren

Die Festlegung der Einbaudicken erfolgt i. allg. nach Erfahrungswerten. Diese finden ihren Niederschlag in den geltenden Vorschriften, in Standardisierungen und empirischen Gleichungen.

Systematische Untersuchungen über den Aufbau der Straßenkonstruktionen in Bezug zur Belastbarkeit des jeweiligen Untergrundes begannen vor etwa 40 Jahren in den USA.

Seit diesen ersten Versuchen wurde mit verschiedenen Prüfmetho- den die Tragfähigkeit des Untergrundes ermittelt und Bodenklassifizierungen vorgenommen. Darauf aufbauend wurden eine Vielzahl unterschiedlicher Bemessungsverfahren entwickelt.

Für die Anwendung eines entsprechenden Bemessungsverfahrens werden Bestimmungselemente für den zu erwartenden Verkehr und für die Eigenschaften des Untergrundes benötigt; letztere werden durch mechanische Tests oder durch Klassifizierung nach Kornaufbau, Wassergehalt und Plastizitätsgrenzen gewonnen.

Neben den mechanischen Tests, wie dem Plattendruckversuch (→) und dem CBR-Test (→ CBR-Wert) sind die wichtigsten Bemessungsverfahren das Verfahren nach dem AASHO-Road-Test (→) und die Bemessungsrichtlinien des Asphaltinstituts, wobei die Neufassung dieser Richtlinien vom Jahre 1970 speziell die Bemessung des Asphaltoberbaus behandelt.

Die Anwendung nach dem AASHO-Road-Test ist in /18/, /25/ und die der Bemessungsrichtlinien des Asphaltinstituts in /24/ im einzelnen erläutert.

Die Anwendung für den ländlichen Wegebau hat jedoch gezeigt, daß man in beiden Fällen zu keinen gesicherten Aussagen gelangt; die dort verwendeten Interpolationsschemata stellen auf höhere Verkehrsbelastungen ab, die den geringen Verkehr auf ländlichen Wegen nicht mehr zufriedenstellend erfassen.

3.4.2 Theoretische Verfahren (Rechenmodelle)

Mit theoretischen Verfahren ist es möglich, rechnerisch zu bestimmen, wie eine Befestigungskonstruktion auf eine bestimmte Belastung reagiert. In umgekehrter Weise kann für eine gewünschte Haltbarkeit der entsprechende Straßenaufbau dimensioniert werden. Für derartige Berechnungen finden hauptsächlich drei Theorien (Rechenmodelle) Anwendung:

- die Halbraumtheorie (nach BOUSSINESQ) für unbefestigte Wege (Erdwege) und Einfachbefestigungen
- die Plattentheorie (nach WESTERGAARD) für Betonwege /7/, /19/, /25/ und
- die Mehrschichtentheorie nach (BURMISTER) für bituminöse Wegebefestigungen.

Der AOB ist als ein Zweischichtensystem anzusehen, wobei die elastische Asphaltsschicht auf einem elastischen Halbraum aufliegt. Die Halbraum- und die Mehrschichtentheorie werden daher im folgenden kurz erläutert.

Diese Rechenverfahren basieren auf der Elastizitätstheorie, d. h. es wird die Gültigkeit des HOOKE'schen Gesetzes vorausgesetzt /25/. Darüber hinaus wird die Volumenkonstanz der verwendeten Baustoffe und damit die Querdehnungszahl mit $\mu = 0,5$ (POISSON-Zahl) angenommen. Diese Annahmen sind nicht ganz korrekt, da sich die meisten Baustoffe 'viskoelastisch' verhalten und somit ihr Volumen nach der Belastung nicht mehr voll in die Ausgangslage zurückkehrt. Die Betrachtungsweise unter den Prämissen volle Elastizität und Volumenskonstanz führt jedoch zu hinreichend genauen Ergebnissen, so daß die ohnehin mit hohem Rechenaufwand verbundene Berücksichtigung der Viskoelastizität vernachlässigt werden kann.

3.4.2.1 Halbraumtheorie

Mit der Halbraumtheorie können die bei der Belastung von Erdwegen sowie schwach befestigten Straßen (Erdweg mit Oberflächenbehandlung) und Pflasterstraßen ohne verfestigte Tragschicht auftretenden Spannungswerte berechnet werden.

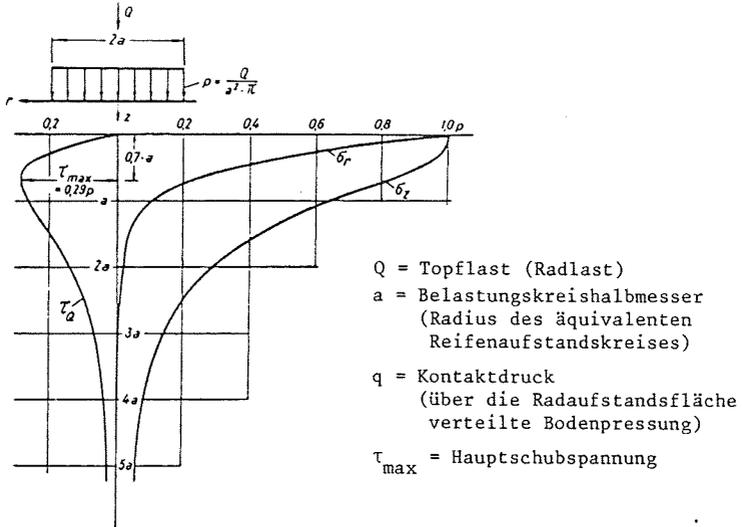


Abb. 2 Spannungverteilung im elastisch-isotropen Halbraum längs der z-Achse bei einer Querdehnungszahl $\mu = 0,5$ und einer senkrechten Belastung nach BOUSSINESQ

Der Ansatz zur Berechnung eines elastisch-isotropen Halbraumes (→) für eine lotrechte Einzellast wurde im Jahre 1885 von BOUSSINESQ gefunden.

Maßgebend ist dabei die senkrechte Bodendruckspannung σ_z und die horizontal wirkende Radialspannung σ_r //.

Die Formeln lauten:

$$\sigma_z = p \cdot \left[1 - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \right];$$

$$\sigma_r = \frac{p}{2} \left[(1 + 2\mu) - \frac{2(1 + \mu)z}{(a^2 + z^2)^{1/2}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \right];$$

Mit Hilfe der beiden Spannungswerte läßt sich die Hauptschubspannung

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2}(\sigma_z - \sigma_r) \text{ berechnen.}$$

In Abb. 2 sind die verschiedenen Spannungsverläufe unter der Annahme einer Querdehnungszahl $\mu = 0,5$ aufgetragen. Es ist zu ersehen, daß an der Fahrbahnoberfläche, also der Berührung Rad/Fahrbahn, die Druckspannung und die Radialspannung gleich groß sind. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Druckspannung langsam, die Radialspannung wesentlich rascher ab. Dies hat zur Folge, daß die größte Schubspannung τ_{\max} in einer Tiefe des 0,7-fachen Wertes des Lastkreishalbmessers auftritt und hierbei nahezu 1/3 des Kontaktdruckes erreicht.

Bei einer Radlast von 50 kN (zulässige Radlast) mit einem Belastungskreishalbmesser von 15 cm beträgt der Kontaktdruck $0,7 \text{ N/mm}^2$. Die Stelle der größten Beanspruchung liegt in einer Tiefe von 10 cm (Schwerverkehr).

Bei einer Radlast von 25 kN entsteht die größte Schubspannung von $0,105 \text{ N/mm}^2$ in einer Tiefe von 7 cm (schwerer landwirtschaftlicher Verkehr).

Es ist ersichtlich, daß bei Erdwegen und Einfachbefestigungen die größte Werkstoffbeanspruchung nicht an der Fahrbahnoberfläche, sondern im Tiefenbereich von 5 - 10 cm auftritt.

Eine Überschreitung der von den Eigenschaften des Bodens und der Lastübergangszahl abhängigen zulässigen Schubspannung führt zur Gefügeänderung bzw. plastischen Verformung in den berechneten Tiefen.

3.4.2.2 Mehrschichtentheorie

Bei bituminösen Straßenkonstruktionen, die in der Regel mehrschichtig aufgebaut sind, können der Spannungsverlauf, d. h. die an der Unterseite der einzelnen Schichten (an den Schichtübergängen) auftretende Bodendruckspannung σ_z und Radialspannung σ_r , also die von der einen Schicht auf die andere wirkenden Kräfte mit Hilfe der sogenannten Mehrschichtentheorie bestimmt werden.

Eine erste Anwendung dieser Theorie für ein Zweischichtensystem erfolgte 1943 durch BURMISTER. Er ließ später eine weitere Untersuchung mit dem Lösungsansatz für ein Dreischichtensystem folgen; dabei wird von einer festen Bindung der einzelnen Schichten ausgegangen.

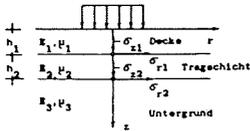


Abb. 3 Mehrschichtiger Aufbau und die dabei wirkenden Spannungen //

Die nicht einfachen Berechnungen der von BURMISTER gefundenen Differentialgleichungen führten zur Aufstellung von Tabellenwerken und Diagrammen. FOX, ACUM, MEHTA, VELETSOS und später JONES und PEATTIE erstellten derartige numerische Hilfen, deren Anwendung meist mehrfache und damit zeitaufwendige Interpolationen erfordern //). Hinzu kommen Ungenauigkeiten, hervorgerufen durch die vorhandenen großen Parametersprünge der Rechenwerte. In jüngerer Zeit fanden auch Großrechenanlagen Verwendung, die eine Berechnung der Spannungen an beliebiger Stelle eines mehrschichtigen Systems gestatten.

Für mehrschichtige Straßenkonstruktionen führen auch Näherungsverfahren, die verschiedentlich die genannten Theorien kombinieren (z. B. nach ODEMARK oder nach EISENMANN //), auf verhältnismäßig einfache Weise und mit hinreichender Genauigkeit zu den gewünschten Aussagen hinsichtlich der Belastbarkeit und somit der Dimensionierung der Straße.

Bei einem zweischichtigen Aufbau der Wegebefestigung wie ihn die AOB-Bauweise darstellt, ist es jedoch zweckmäßig, die Belastungswerte nicht nach Näherungsverfahren, sondern mit Hilfe der strengen BURMISTER'schen Theorie, von JONES für bestimmte Parameterwerte berechnet und in den Abb. 4 und 5 dargestellt, zu ermitteln.

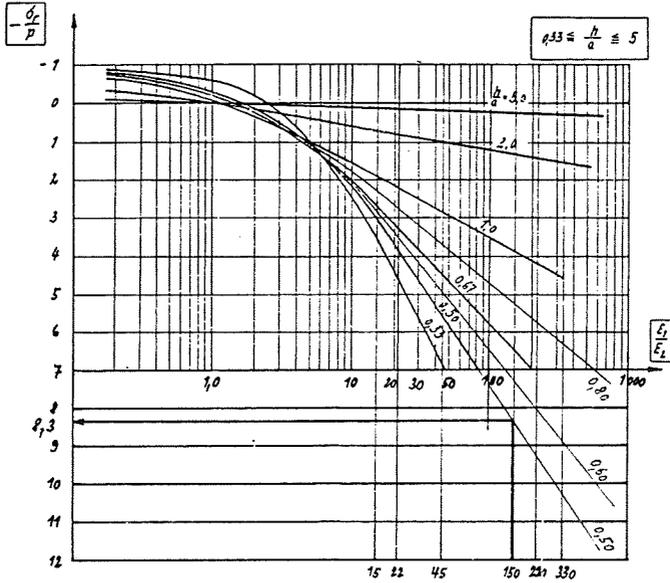


Abb. 4 Nach strenger Theorie (BURMISTER) bestimmte Diagrammschar zur Ermittlung der Radialspannung σ_r am Schichtübergang eines zweischichtigen Systems nach JONES /16/.

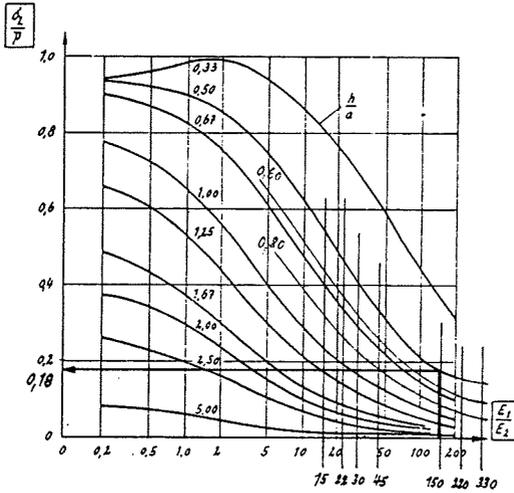


Abb. 5 Nach strenger Theorie (BURMISTER) bestimmte Diagrammschar zur Ermittlung der Vertikalspannung σ_z am Schichtübergang eines zweischichtigen Systems nach JONES /16/.

3.4.3 Notwendigkeit der praktischen Erprobung

Die vorgenannten theoretischen Modelle bieten die Möglichkeit, den Beanspruchungszustand von Straßenkonstruktionen genau zu beschreiben und auch für neue Bauweisen den erforderlichen Aufbau zu berechnen.

Es erscheint aber erforderlich, gerade bei neuen Bauweisen neben den theoretischen Ansätzen auch auf praktische Erprobungen durch die Anlage von Teststrecken zurückgreifen zu können. Durch Teststrecken können sowohl die Dimensionierung, als auch die qualitative Ausführung einer Straßenbefestigung nachgeprüft werden.

Speziell die Anwendung des AOB für untergeordnete Wirtschaftswege führt aufgrund des landwirtschaftlichen Verkehrsaufkommens zu sehr geringen Einbaudicken. Gerade deshalb ist die Haltbarkeit mit Teststrecken zu erproben, zumal die empirischen Verfahren, wie in Punkt 3.4.1 hingewiesen, für diesen Grenzbereich keine bestätigende Aussage zulassen.

4

Untersuchungsanordnung

Zur Untersuchung der AOB-Bauweise im ländlichen Wegebau wurden für unterschiedliche Bedingungen Versuchsstrecken und Vergleichsstrecken angelegt und die Schadensentwicklung über mehrere Jahre beobachtet.

4.1

Auswahl der Versuchsstrecken

Für die Untersuchung zur Anwendung von einfachen AOB-Bauweisen im ländlichen Straßen- und Wegebau wurden die in der Tab. 1 aufgeführten Wegeabschnitte ausgewählt und als Versuchs- (→) bzw. Erprobungsstrecken (→) angelegt. Deren geographische Lage ist aus den Abb. 6 und 7, S. 37 - 42, zu ersehen.

Anzahl der Versuchsstrecken	Lage der Versuchsstrecken		gesamte Streckenlänge [m]	Zeit der Bauausführung
	Flurb.Verfahren (Gemeinde)	Landkreis		
2	Zinzenzell	Straubing-Bogen	1220	Okt./Nov.1976
1	Marklkofen	Dingolfing-Landau	600	Okt./Nov.1976
1	Aspertsham	Mühldorf a.Inn	1020	Nov.1976/ Mai 1977
5	Aicha v.Wald	Passau	1705	Aug./Sept.1979
1	Nammering	Passau	519	Sept.1979

Tab. 1 Übersicht der Versuchsstrecken

Bei der Auswahl der Versuchsstrecken wurden unterschiedliche Gelände-verhältnisse, Bodenarten des Untergrundes, Bodennutzungssysteme und Größen der jeweiligen Einzugsgebiete berücksichtigt.

Im Jahre 1979 sind zusätzliche Versuchsstrecken in Aicha v.Wald und Nammering angelegt worden, um die Kriterien Einbaudicke und Geländeneigung für Extremwerte mitzuerfassen.

Die Länge der Versuchsstrecken beträgt insgesamt 5064 m, davon sind 3513 m als AOB (Tab. 2) und 1551 m als Vergleichsstrecken (Befestigung ohne Bindemittel, Tab. 3) ausgeführt.

Die Anordnung der Versuchsstrecken erfolgte abwechselnd in Abschnitten mit Befestigungen von unterschiedlicher Einbaudicke im AOB und Vergleichsstrecken mit einer Wegebefestigung ohne Bindemittel (siehe Bild 5, S. 43).

Die Länge der einzelnen Streckenabschnitte beträgt jeweils (außer Aspertsham) etwa 100 m.

Die Anordnung der einzelnen Versuchsstrecken ist detailliert in Anlage 1 aufgezeigt.

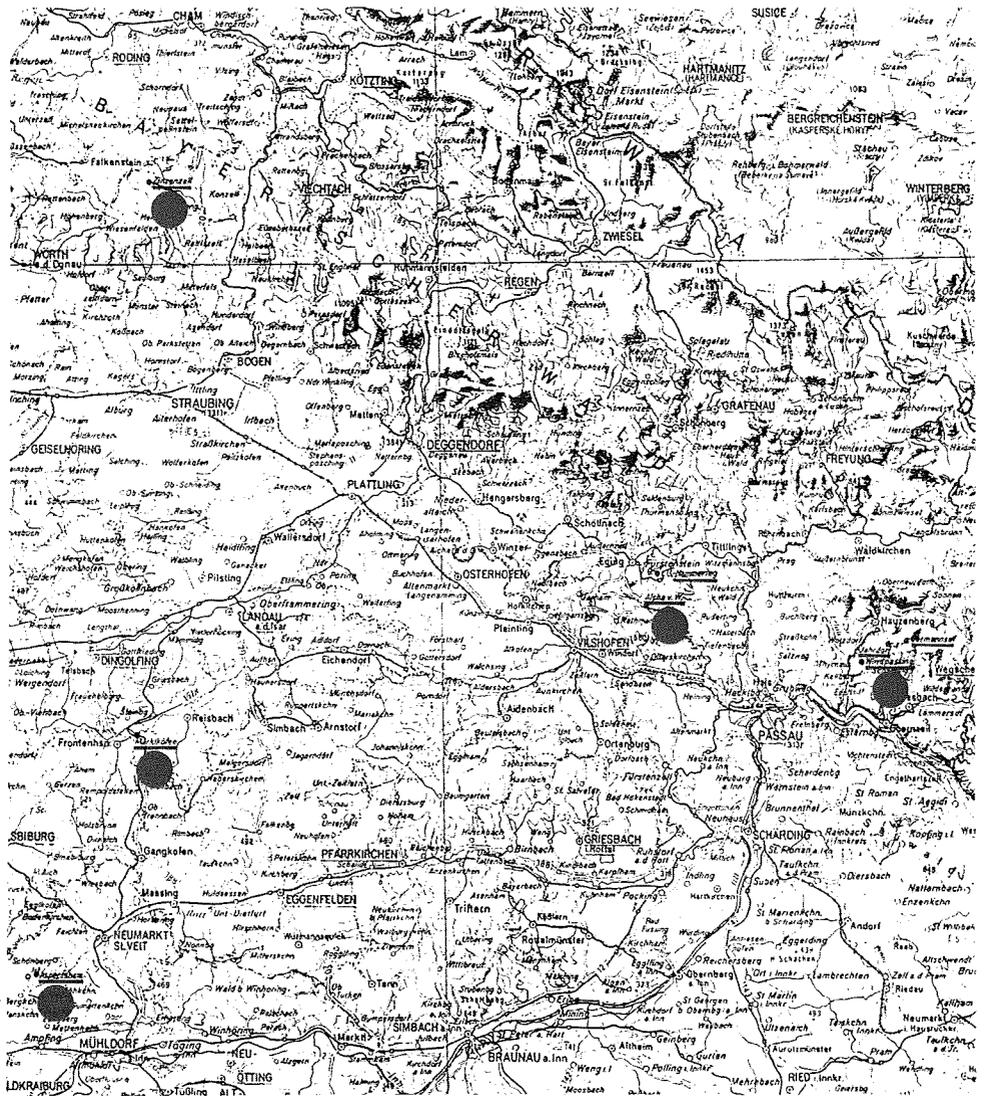


Abb. 6 Geographische Lage der Versuchsstrecken
(Ausschnitt aus der Übersichtskarte von Bayern 1:500 000)

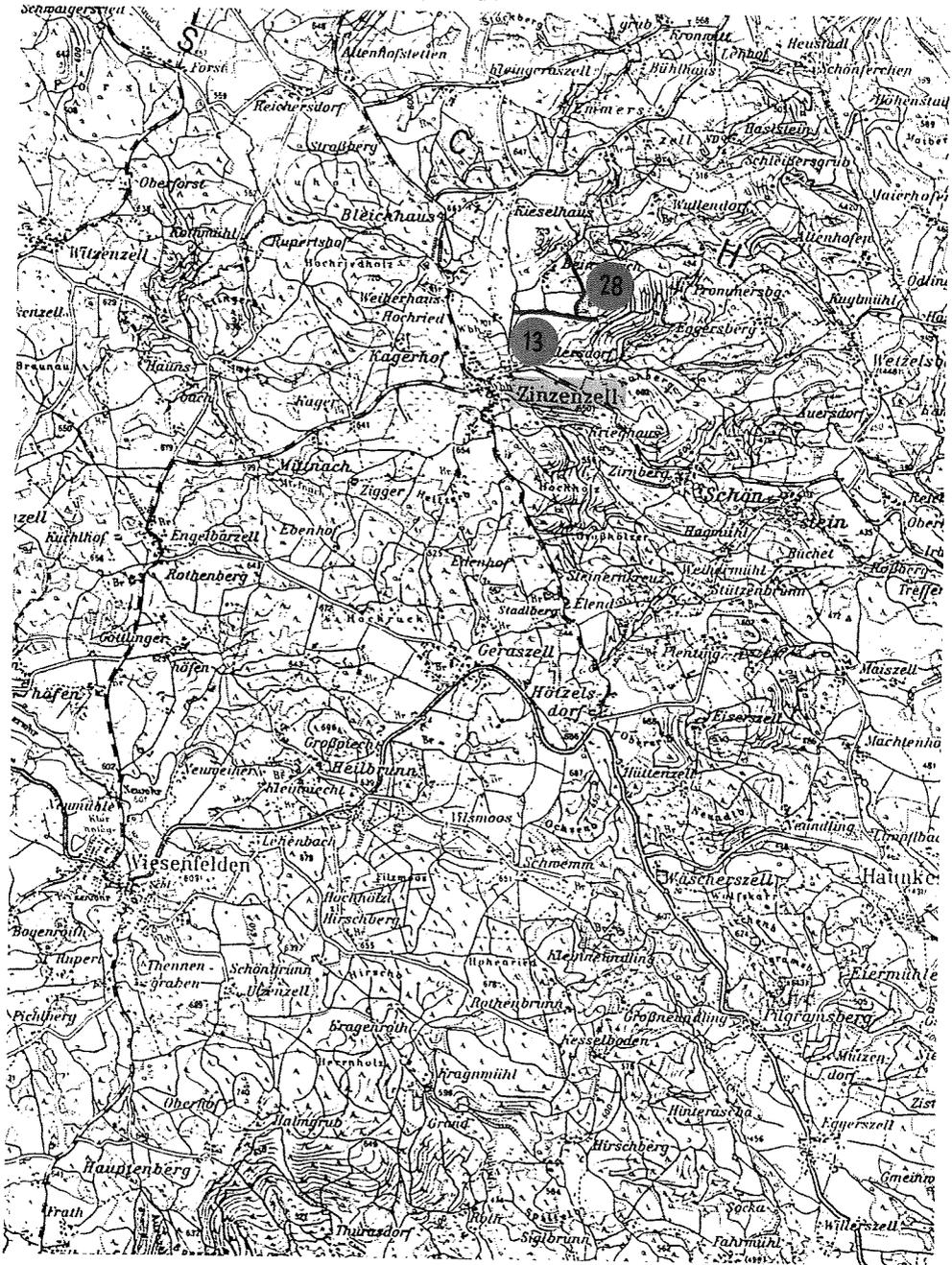


Abb. 7/1 Geographische Lage der Versuchsstrecken Zinzenzell
(Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1:50 000
Blatt L 6940 Roding)

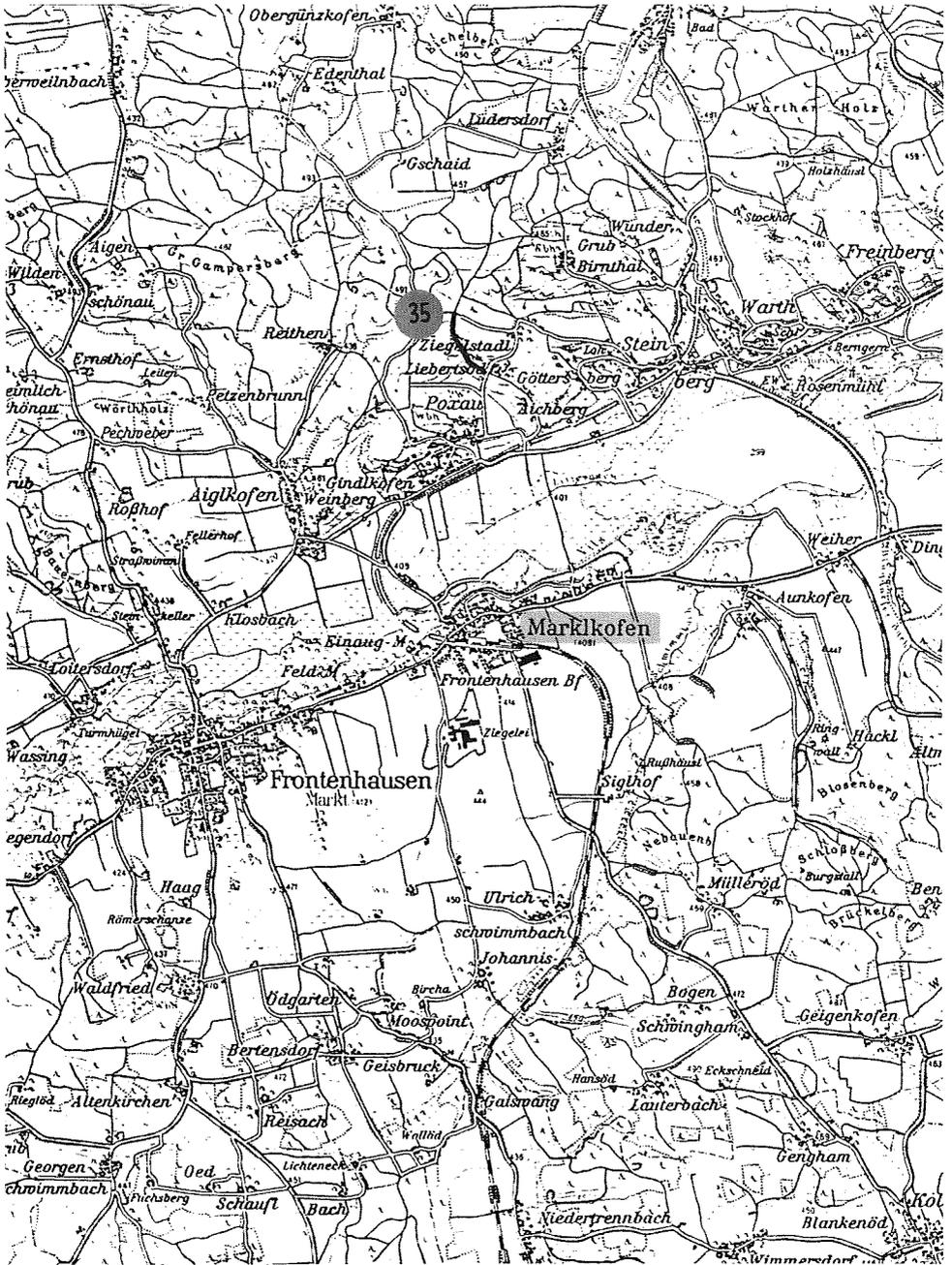


Abb. 7/2 Geographische Lage der Versuchsstrecke Marklkofen
(Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1:50 000
Blatt L 7540 Vilsbiburg)

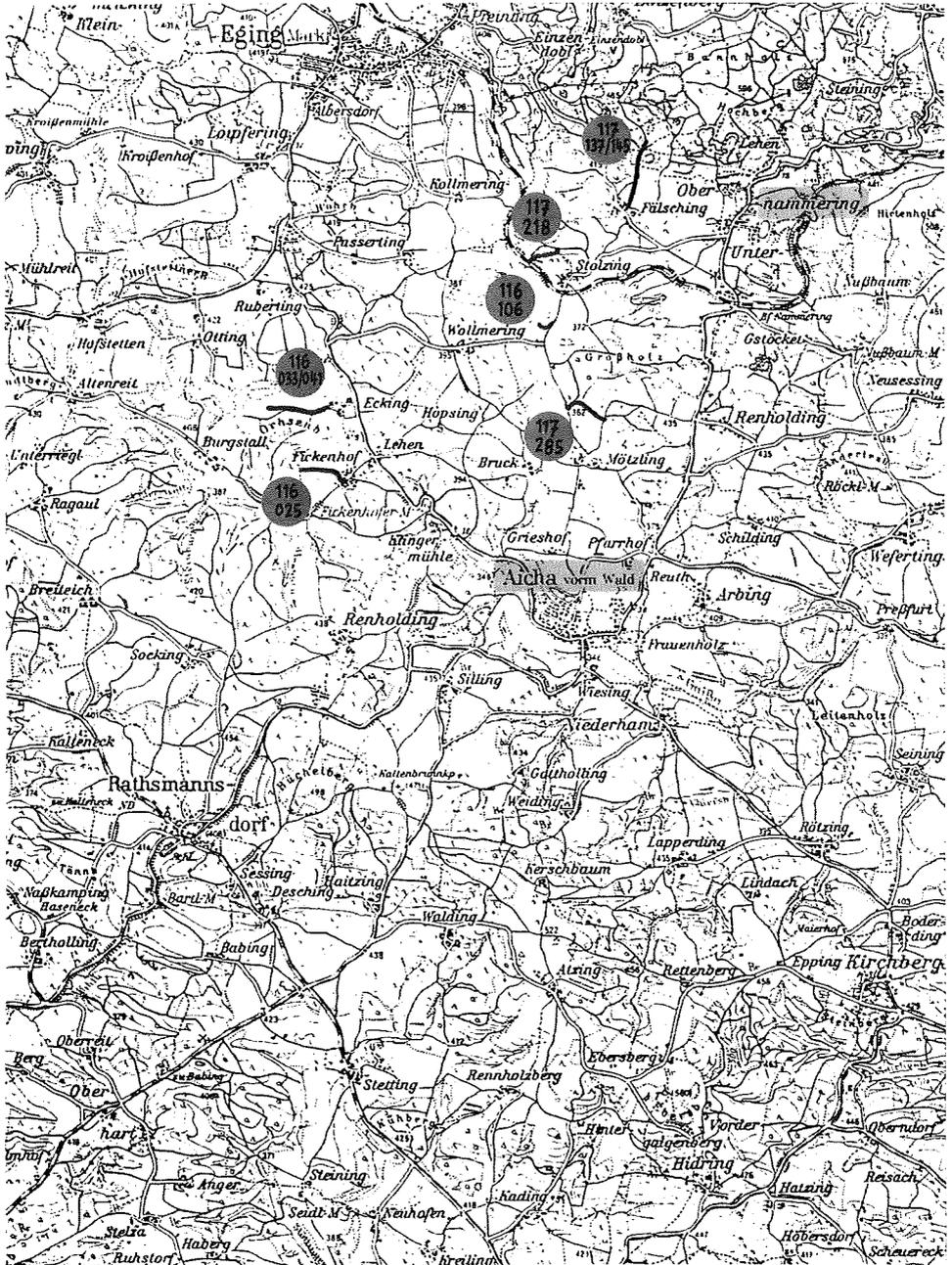


Abb. 7/4 Geographische Lage der Versuchsstrecken
in Aicha v. Wald und Nammering
(Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1:50 000
Blatt L 7344 Vilshofen)

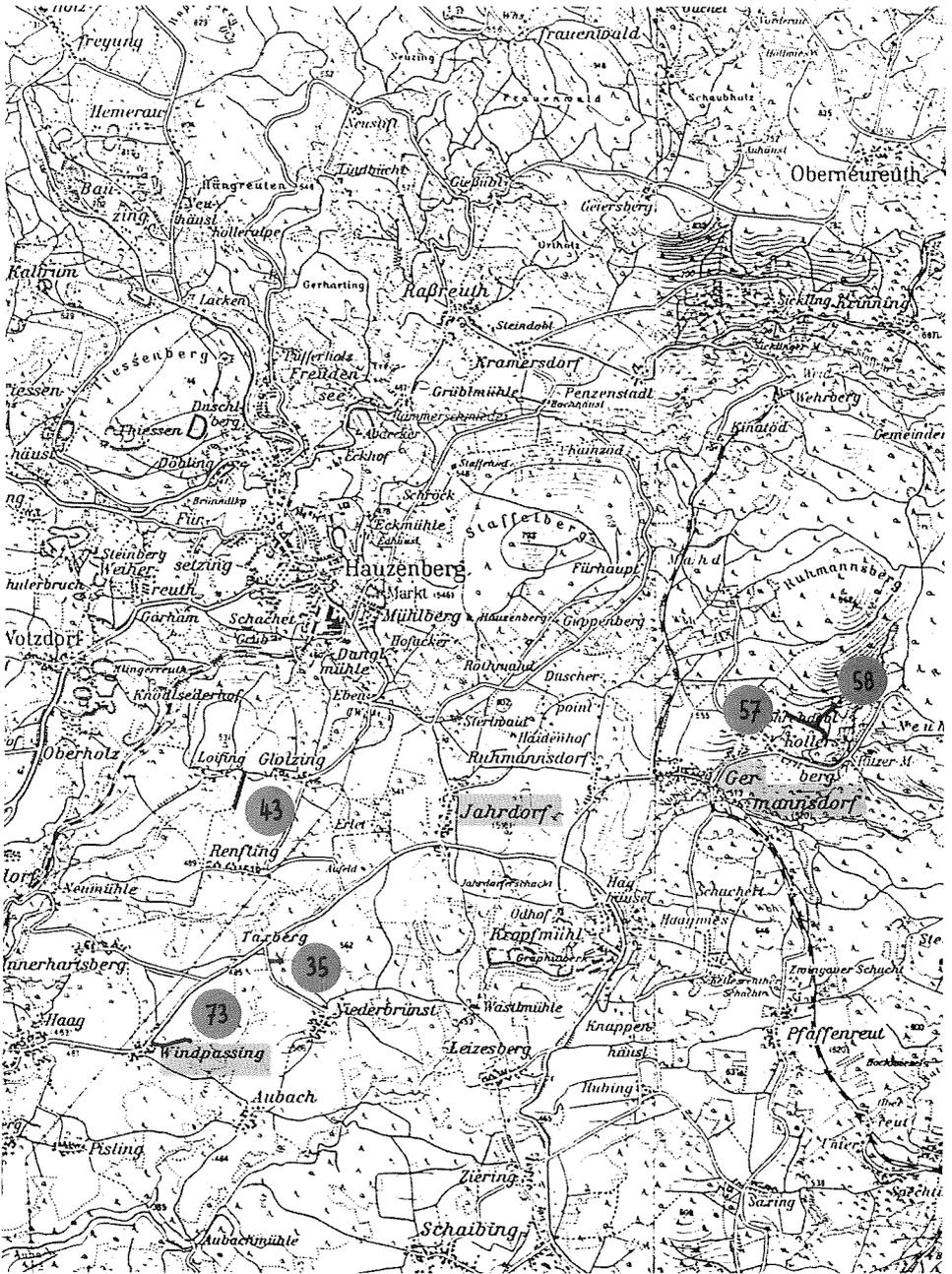


Abb. 7/5 Geographische Lage der älteren AOB-Strecken
in Windpassing, Germannsdorf und Jahrdorf
(Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1:50 000
Blatt L 7346 Waldkirchen und Blatt L 7348 Wegscheid)



Bild 5 AOB im Wechsel mit Wegebefestigung ohne Bindemittel
(Versuchsstrecke Zinzenzell, Weg Nr. 13)

4.2 Unterschiedliche Einbaudicken

In den angelegten Versuchsstrecken in AOB wurde Mischgut von 350 kg/m^2 bis 160 kg/m^2 eingebaut; dies entspricht einer Einbaudicke von 15 - 7 cm (siehe Tab. 2).

Versuchsstrecken	Art der Mischgut-zusammensetzung	Einbaugewicht Einbaudicke	Anzahl der jeweiligen Versuchsstreckenabschnitte	Gesamtlänge der Versuchsstreckenabschnitte in der jeweiligen Einbaudicke
Zinzenzell	Bitugranit 0/22	210 kg/m^2 9 cm	4	400 m
		160 kg/m^2 7 cm	2	200 m
Marklkofen	Bitukies 0/22	210 kg/m^2 9 cm	3	370 m
Aspertsham	Bitukies 0/22	350 kg/m^2 15 cm	1	350 m
		280 kg/m^2 12 cm	1	410 m
		210 kg/m^2 9 cm	1	190 m
Aicha v. Wald/ Narmring	Bitugranit 0/22	210 kg/m^2 9 cm	7	818 m
		180 kg/m^2 8 cm	3	350 m
		160 kg/m^2	4	425 m

Tab. 2 Übersicht der verschiedenen Einbaudicken in AOB bei den jeweiligen Versuchsstrecken

Die Gesamtlänge der AOB-Versuchsstreckenabschnitte beträgt 3513 m. Die verschiedenen Einbaudicken in den einzelnen Versuchsstrecken sind aus Anlage 1 zu ersehen.

4.3

Wegebefestigung ohne Bindemittel als Vergleichsstrecken

Die Befestigung der Vergleichsstrecken entspricht dem Ausbau von landwirtschaftlichen Wegen mit geringer Beanspruchung (gelegentlicher Verkehr mit Achslasten bis 5 t), die in der RLW unter Nr. 7.10.3.3. (im ländlichen Wegebau der bayerischen Flurbereinigung als Bautyp 7 bezeichnet) aufgeführt ist.

In Zinzenzell wurden zudem noch Vergleichsstrecken in der Einfachbefestigung, RLW Nr. 7.10.3.4. (Bautyp 8) angelegt.

In Tab. 3 sind die Vergleichsstreckenabschnitte zusammengestellt; im einzelnen auch in Anlage 1.

Versuchsstrecken	Aufbau/Art der Wegebefestigung	Anzahl der Vergleichsstreckenabschnitte	Gesamtlänge der jeweiligen Vergleichsstreckenabschnitte
Zinzenzell	20 cm Mineralbeton (Bautyp 7)	4	390 m
	15 cm Mineralbeton (Bautyp 8)	2	230 m
Marklkofen	30 cm Kies (Bautyp 7)	2	230 m
Aspertsham	30 cm + 10 cm Kiestragsch. 0/32 (Bautyp 7)	1	70 m
Aicha v. Wald/ Nammering	15 cm Tragschicht, unsort. 140 kg/m ³ = 6 cm Deckschicht 0/32 (Bautyp 7)	6	631 m

Tab. 3 Übersicht der Vergleichsstrecken

Die Gesamtlänge der Vergleichsstrecken beträgt 1551 m.

Auf die Anlage des normalerweise zu dieser Befestigungsart gehörenden Entwässerungsgrabens wurde bei den Vergleichsstrecken verzichtet, da ein Wechsel im Grabenausbau zwischen Versuchs- und Vergleichsstrecken nur mit besonderem Aufwand durchführbar gewesen wäre.

4.4 Steigungsbereiche, Bodenarten des Untergrundes, Bodennutzungssysteme und Größe des Einzugsgebietes

Die Steigungsverhältnisse mit einem maximalen Wert von 19,6 % reichen bis in den Grenzbereich des noch möglichen Einbaues bzw. noch möglicher Walzverdichtung von bituminösem Mischgut.

Die Bodenarten des Untergrundes reichen von sehr guter Tragfähigkeit (Bau auf bestehenden Wegen) über Sand, Lehm und Flinz (→) bis zu anmoorigen Teilstücken.

Das von den Versuchsstrecken jeweils erschlossene Gebiet wird größtenteils im Ackerbau genutzt. Bei einer Strecke in Zinzenzell (Anlage 1, S. 2) herrscht Grünlandnutzung vor. Mehrmals gehören zum Erschließungsbereich auch Waldflächen.

Die Größe des Einzugsgebietes, d.h. von der Versuchsstrecke erschlossenen Flurteils reicht von >10 ha bis etwa 100 ha.

Die einzelnen Werte für die jeweiligen Versuchsstrecken können der Anlage 1 entnommen werden.

4.5 Prüfungsmaßnahmen

Bei sämtlichen Versuchsstrecken sind Plattendruckversuche (→) (siehe Anlage 2) durchgeführt und Bohrkern (Prüfkörper) (→) zur Kontrollprüfung (→) entnommen worden (siehe Anlage 3).

Für die Versuchsstrecken von Marklkofen, Zinzenzell, Aicha v. Wald und Nammering wurden gemäß TV-LW Eignungsprüfungen (→) von mehreren Probemischungen durchgeführt, um das am besten geeignete bituminöse Mischgut zu ermitteln.

4.6 Beobachtungsturnus, Beobachtungsinhalt

Die Streckenbeobachtung erfolgte anfänglich halbjährlich mit einer Begehung im Frühjahr und im Herbst. Aufgrund der geringen Veränderungen wurde seit dem Jahre 1979 nur mehr einmal im Jahr eine Begehung der Versuchsstrecken durchgeführt und zwar jeweils im Frühjahr.

Die Begehung nach der Frostperiode zeigte sich für die Beurteilung des Fahrbahnzustandes als außerordentlich aussagekräftig und damit als unerlässlich, aber auch als ausreichend.

4.7

Einbeziehung von älteren AOB-Strecken

Aus Gründen der besseren Beurteilung und zur Ergänzung der Aussagen bezüglich Haltbarkeit wurden bestehende ältere Wegestrecken im AOB in die Schadensbeobachtung einbezogen (siehe Tab. 4). Die geographische Lage dieser Strecken ist aus Abb. 7/5, S. 42, zu ersehen.

Lage der Strecke Flurb.Verf./Gemeinde (Weg Nr.)	Landkreis	Art der Mischgut- zusammensetzung	Einbaugewicht Einbaudicke	Strecken- länge	Zeit der Bauausführung
Windpassing (Weg Nr.35)	Passau	Bitugranit 0/11	220 kg/m ² 10 cm	116 m	Aug. 1973
Windpassing (Weg Nr.73)	Passau	Bitugranit 0/22	120 kg/m ² 5 cm	246 m	Aug. 1973
			240 kg/m ² 10 cm	76 m	1974 (120 kg/m ² nachträglich eingebaut)
Germannsdorf (Weg Nr.57)	Passau	Bitugranit 0/22	260 kg/m ² 12 cm	150 m	Aug. 1973
			220 kg/m ² 10 cm	335 m	
Germannsdorf (Weg Nr.58)	Passau	Bitugranit 0/22	260 kg/m ² 12 cm	250 m	Aug. 1973
Germannsdorf (Weg Nr. 34)	Passau	Bitugranit 0/11	200 kg/m ² 9 cm	330 m	April 1974
Jahrdorf (Weg Nr. 43)	Passau	Bitukies 0/32	300 kg/m ² 13 cm	170 m	Aug. 1973
			250 kg/m ² 11 cm	170 m	

Tab. 4 Ältere AOB-Strecken

5 Ergebnisse der Untersuchung - Besondere Merkmale und Anforderungen

5.1 Verkehrsbelastung

Um einen Ansatz für den Einfluß der Verkehrsbelastung bei der zu untersuchenden Kategorie von ländlichen Wegen zu erhalten, wurde an den Versuchsstrecken Zinzenzell mit dem jeweils größten Einzugsgebiet, d.h. Erschließungsbereich von land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen von etwa 80 ha (bei Weg Nr. 13) bzw. etwa 50 ha (bei Weg Nr. 28) eine Verkehrszählung durchgeführt.

Die Ermittlung der Verkehrsbelastung erfolgte an zwei Erntetagen (siehe Protokoll, Anlage 4). Trotz der wenigen Beobachtungstage kann der hier festgestellte Verkehr als repräsentativer Wert des maximalen täglichen Verkehrsaufkommens angesehen werden, da im Einzugsgebiet der intensiven Ackernutzung gerade der Mähdrusch mit gleichzeitiger Strohbergung durchgeführt wurde und in der Grünlandlage die Krummeternte in vollem Gange war.

Bei verschiedenen Großversuchen, u.a. auch beim AASHO-Road-Test, wurde festgestellt, daß sich für verschiedene Achslasten sog. 'Achslastäquivalenzfaktoren' bestimmen lassen, die den Unterschied in der Beanspruchung der Fahrbahnbefestigung durch die verschiedenen Achslasten verdeutlichen und eine Achslast auf eine äquivalente Anzahl einer anderen umrechnen lassen (Tab. 5). So liegt z. B. dieser Faktor für die 1 t-Achse (Pkw) bezogen auf die nach StVZO maximal zulässige Achslast von 10 t bei 0,0001, d.h. es besteht ein Beanspruchungsverhältnis 10000:1.

Für die Ermittlung der Achslast-Äquivalenzfaktoren wurde auf die Ergebnisse des AASHO-Road-Tests zurückgegriffen (Tab. 5). Nach /3/ können diese Werte auch bei den Gegebenheiten in Mitteleuropa verwendet werden.

Auf der Grundlage der Verkehrszählung (Anlage 4) wurden in Tab. 6 die äquivalenten Achslastübergänge ermittelt, um daraus die spätere Dimensionierung der Einbaudicke ableiten zu können. Der Ansatz enthält mit 30 Übergängen von jeweils 1 t und 10 Übergängen von jeweils 5 t Achslast aufgerundete durchschnittliche Werte.

Achslast		Faktor	
1000 lb	t	18000 lb = 1	10 t = 1
2	0,9 1,0	0,00015	0,000068 0,00010
4	1,8 2,0	0,0024	0,0011 0,0017
6	2,7 3,0	0,012	0,0055 0,0085
8	3,6 4,0	0,039	0,018 0,027
10	4,5 5,0	0,095	0,043 0,066
12	5,4 6,0	0,20	0,091 0,14
14	6,3 7,0	0,37	0,17 0,25
16	7,2 8,0	0,62	0,28 0,42
18	8,2 9,0	1,0	0,45 0,66
20	9,1 10,0	1,5	0,68 1,0
22	10,0 10,9	2,2	1,0 1,5
24	11,0 11,8	3,2	1,5 1,6
26	12,0 12,7	4,4	2,0 2,2
28	13,0 13,6	5,9	2,7 3,0
30	14,0 14,5	7,7	3,5 3,9
32		10,0	4,5

Tab. 5 Übersicht der Achslast-Äquivalenzfaktoren für Einzelachsen nach der Auswertung des AASHO-Road-Tests (interpoliert und ergänzt für runde t-Werte) /25/

tägliche Achslasten			Äquivalenzfaktor (aus Tab. 5)	Z-Anteil eines 10 t-Verkehrs !(3) x (4)!	Äquivalente 10 t-Achslast- übergänge !(2) x (4)!	Äquivalente 8,2 t-Achslast- übergänge
Achslast 't'	Anzahl der Übergänge					
	absolut	prozentual				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	30	75	0,0001	0,01	-	-
5	10	25	0,066	1,65	0,7	1,5
	40	100		1,66	0,7	1,5

Tab. 6 Ermittlung der äquivalenten Achslastübergänge

1	30	73,2	0,0001	0,01	-	-
5	10	24,4	0,066	1,61	0,7	1,5
10	1	2,4	1,0	2,44	1,0	2,2
	41	100		4,06	1,7	3,7

Tab. 6a Ermittlung der äquivalenten Achslastübergänge bei Annahme eines 10 t-Achslastübergangs pro Tag

In Tab. 6a ist wegen der auf diesen Wegebefestigungen erfolgenden Holzabfuhr auch die maximal zulässige 10 t-Achslast berücksichtigt und ein 10 t-Achslastübergang pro Tag zum Vergleich gegenübergestellt.

Aus den Tab. 6 ist zu ersehen, daß das gesamte Verkehrsaufkommen etwa 1,7 % eines reinen 10 t-Verkehrs entspricht; kommt zusätzlich noch ein 10 t-Achslastübergang pro Tag hinzu, so erhöht sich die Verkehrsbelastung auf 4 % eines reinen 10 t-Verkehrs.

Bereits ein 10 t-Achslastübergang bedeutet somit eine größere Beanspruchung der Wegebefestigung als der gesamte landwirtschaftliche Verkehr eines Erntetages verursacht.

Nach dem festgestellten täglichen Verkehrsaufkommen (Anlage 4) ist der DTV als <20 anzusehen und somit eine entsprechende Wegebefestigung in die unterste Stufe VI der nach RStO-By 77 unterschiedenen Bauklassen einzuordnen.

Die Verkehrsbelastung einer Wegebefestigung ist durch die Lastwechselzahl (\rightarrow) gekennzeichnet. Bezogen auf die Bemessungsachslast von 10 t für eine Lebensdauer der Wegebefestigung von 20 Jahren $\hat{=}$ 7300 Tage gilt:

Lastwechselzahl für 10 t-Verkehr	= N_{10} =	Anzahl der Lastübergänge pro Tag x Anteil des 10 t-Verkehrs x Lebensdauer in Tagen
----------------------------------	--------------	--

$$N_{10 \text{ Landw.}} = 40 \times \frac{1,66}{100} \times 7300 = 0,7 \times 7300 = 4,8 \times 10^3 \approx 10^3$$

$$N_{10 \text{ Landw. Holzabfuhr}} = 41 \times \frac{4,06}{100} \times 7300 = 1,7 \times 7300 = 1,2 \times 10^4 \approx 10^4$$

Da das Verkehrsaufkommen in der Haupterntezeit ermittelt wurde, liegen die täglichen Durchschnittswerte wesentlich darunter, so daß selbst bei starken durchschnittlichen Verkehrsannahmen $N_{10} = 10^3$ gesetzt werden kann. Diesen Wert unterstellte auch EISENMANN für landwirtschaftlichen Verkehr /8/.

Eine Lastwechselzahl von 10^3 bedeutet eine sehr geringe Verkehrsbelastung. Beispielsweise hat eine stark befahrene Bundesstraße eine Verkehrsbelastung mit einer Lastwechselzahl $N_{10} = 10^6$. Für die Bemessung der Einbaudicke (siehe Pkt. 5.4) werden die Lastwechselzahlen 10^3 und 10^4 zugrunde gelegt.

5.2 Tragfähigkeit des Bodens

Bei der Betrachtung der Böden im Straßenbau ist zwischen 'Böden als Baugrund' und 'Böden als Baustoff' zu unterscheiden. Beim AOB ist der Boden ausschließlich als Baugrund, d.h. als Untergrund bzw. Unterbau von Bedeutung.

Nichtbindige Böden bilden bei mitteldichter bis dichter Lagerung und ausreichender Schichtdicke einen guten Untergrund. Die Tragfähigkeit von bindigen Böden (→) hängt weitgehend von deren Wassergehalt ab. Organogene und organische Böden (→) stellen keinen tragfähigen Baugrund dar. Im einzelnen werden die verschiedenen Bodenarten für bautechnische Zwecke im Erdbau nach DIN 18196 klassifiziert. Hierbei sind die Bodenkenngrößen (→) wie Korngrößenverteilung (→), Wassergehalt (→) und Porenanteil (→) und damit Plastizität (→) und Verdichtbarkeit erfaßt.

Da die dynamische Belastung des Verkehrs sehr kurzzeitig (0,01-0,2 s) erfolgt /25/, ist das elastische Verhalten der Straßenbefestigung und des Untergrundes maßgeblich. Um Aussagen der Belastbarkeit zu erhalten, werden die dazugehörigen Materialkonstanten, insbesondere der dynamische Elastizitätsmodul E_{dyn} benötigt. Wegen der vorher genannten Eigenschaften und deren mannigfaltig möglichen Abhängigkeiten ist es nahezu aussichtslos, feste Werte für bestimmte Böden angeben zu wollen. In Tab. 7 sind beispielhaft für einige, häufig vorkommende Bodenarten die dynamischen Elastizitätsmoduln angeführt. Es ist zu ersehen, in welchen Bereichen sie - vor allem je nach Wassergehalt - noch schwanken können.

Bodenbezeichnung	E-Modul MN/m ² •N/mm ²
Torf, Moor	10-30
Klei, sandig (Holland)	70
Klei, sandig (Deutschl.)	120-220
Klei, sandig (England)	120
Klei, sandig, kiesig	250
Ton feucht	50-220
Ton sandig	70-180
Ton hart, trocken	430-2500
Kies, sandig	310
Kies, Moränekies, sandig	340
Kies, Moränekies	880
Kies, Moränekies, fest	900-2500
Kies, kleiig	520-550
Fels, Kalkstein	2400-2600

Tab. 7 Dynamische Elastizitätsmoduln einiger Bodenarten /25/

Versuchsstrecke Heg. Nf.	Anzahl der Plattendruck- versuche	niedrigster Ev ₂ -Wert N/mm ²	höchster Ev ₂ -Wert N/mm ²	niedrigster Wert Ev ₂ /Ev ₁	höchster Wert Ev ₂ /Ev ₁	Mittelwert Ev ₂ N/mm ²	Mittelwert Ev ₂ /Ev ₁	mittl. Bodennatt des Untergrundes bzw. Unterbaues	Bemerkungen
Zinzenzell 13	26	31,5	132,4	1,55	3,50	64,3	2,30	L, Flinz m.Steinen	z.T. bindiger Boden
28	24	16,9	118,4	1,01	3,10	57,8	2,24	L, Flinz m.Steinen	z.T. bindiger Boden
Marklkofen 35	23	8,2	72,6	1,29	5,02	38,5	2,70	sL	
Aspertsham 68	7	3,0	27,1	1,07	4,49	18,5	3,12	sL bis L	auf Erdplanum 20-30 cm Sandschüttung
Aicha v.Wald/ Namerling 116 025	4	37,2	105,9	1,55	3,14	66,0	2,43	L	bestehender Heg bzw. Grasweg
116 033/041	4	30,9	117,4	1,90	2,19	70,6	2,02	L	z.T. bestehender Heg
116 106	1					10,7	2,10	L	z.T. Dammschüttung
117 218	3	28,3	69,2	1,44	2,16	48,9	1,76	sL	Aufschüttungen u.-Abtrag
117 285	3	5,0	38,0	2,49	3,32	22,8	3,03	L	
117 137/145	5	31,7	138,5	1,94	3,55	62,6	2,38	Flinz mit z.T. großen Steinen durch- setzt	bestehender Heg
Windpessing 35	1					34,2	1,86	L mit Steinen	
73	2	9,5	11,5	2,30	2,47	10,5	2,38	L mit Steinen	
Germanndorf 57	4	8,9	34,6	1,55	6,77	19,0	3,04	L	
Jahrdorf 43	4	12,9	61,4	2,29	2,89	28,5	2,58	L mit Steinen	

Tab. 8 Übersicht der Tragfähigkeitswerte des Untergrundes bzw. Unterbaues der verschiedenen Versuchsstrecken

Um für bestimmte Boden- und damit Untergrundverhältnisse die genaue Tragfähigkeit zu erhalten, sind diese Werte jeweils direkt zu messen.

Bei vorliegender Untersuchung wurden die Tragfähigkeitswerte E_v des Untergrundes bzw. Unterbaues der einzelnen Versuchsstrecken statisch durch Plattendruckversuche (\rightarrow) ermittelt (siehe Anlage 2). Die Tab.8 gibt einen Überblick über die jeweiligen Bereiche der Tragfähigkeit und deren Mittelwerte der bei den jeweiligen Versuchsstrecken vorherrschenden Bodenart.

Nach / 7 / kann $E_{\text{dyn}} = 1,2 \text{ bis } 2,5 \cdot E_{v2}$ gesetzt werden, wobei für Näherungsberechnungen $E_{\text{dyn}} \approx E_{v2}$ gilt.

Das eigentliche Bearbeitungskriterium für die Tragfähigkeit des Bodens ist der E_{v2} -Wert, während das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} eine Aussage über die Güte des verdichteten Bodens darstellt.

Die Tragfähigkeit des Bodens kann nach /14/ wie folgt unterteilt werden (Tab. 9).

Tragfähigkeit des Bodens	Verformungsmodul (E_{v2} -Wert) [N/mm ²]
schlecht	< 65
mittel	$65 \leq E_{v2} < 100$
gut	≥ 100

Tab. 9 Tragfähigkeit des Bodens

Im Merkblatt für den AOB und in der Ergänzung dazu werden für den Untergrund Plattendruckwerte (E_{v2} -Werte = Zweitbelastungswerte) gefordert, die mindestens 45 N/mm² betragen.

Wie die bisherigen Beobachtungen der Versuchsstrecken zeigen, scheint bei einer Schichtdicke von 9 cm und ausschließlich landwirtschaftlichem Verkehr die Tragfähigkeit des Bodens schon ab einem E_{v2} -Wert >30 N/mm² kaum einen Einfluß auf die Haltbarkeit der AOB-Befestigung auszuüben. Nur bei geringerer Tragfähigkeit des Bodens, z.B. bei anmoorigen und stark bindigen Böden mit hohem Wassergehalt, treten deutliche Fahrbahnschäden (Bruchschäden) auf.

Infolge der hohen Biegezugfestigkeit des Asphalts ist durch die Befestigungsschicht eine Standfestigkeit gegeben, welche die Belastungen des rein landwirtschaftlichen Verkehrs weitgehend aufnehmen vermag.

Für den AOB im ländlichen Wegebau gilt folgende Regel: Solange ein ordnungsgemäßes Einbringen des Mischgutes, der Einbau durch den Fertiger und eine ausreichende Walzverdichtung möglich ist, kann auch die Tragfähigkeit des Bodens als ausreichend angesehen werden.

5.3 Mischgutzusammensetzung

Grundsätzlich sollte das verwendete Mischgut, bestehend aus korngestuftem Mineralstoffgemischen mit bituminösen Bindemitteln, die Anforderungen für Tragdeckschichten (→) nach der TV-LW erfüllen (Tab. 10).

Korngemisch:	0—16 mm
Kornanteil > 11 mm:	10—20 Gew.-%
Kornanteil > 2 mm:	50—70 Gew.-%
Füllergehalt < 0,09 mm:	7—12 Gew.-%
Bindemittelgehalt Bitumen B 80, B 200:	mind. 5,2 Gew.-%
Hohlraumgehalt:	1—3 Vol.-%
Stabilität bei 60 °C:	mind. 4,0 kN (400 kp)
Fließwert:	20—50 1/10 mm

Tab. 10 Kornanteile und Bindemittelmengen für bituminöse Tragdeckschichten und Anforderungen an das Mischgut (Probekörper nach MARSHALL) nach TV-LW 75

Vor allem sollten die AOB-Schichten folgende Grundeigenschaften besitzen:

- dicht; d.h. durch einen möglichst geringen Hohlraumgehalt wird eine ausreichende Haltbarkeit erreicht. Zweckmäßig wäre ein Wert am Probekörper nach MARSHALL (→) von < 2,0 Vol.-%.
- flexibel; d.h. durch weiche Bindemittel können aus dem Untergrund herrührende Verformungen ausgeglichen werden. Zweckmäßigerweise sollte Bitumen B 200, keinesfalls aber härteres Bitumen als B 80 verwendet werden.
- Aus einbautechnischen Gründen ist der Körnungsbereich (→) der Mineralstoffe im Mischgut mit 0/16 mm am günstigsten. Bei Schichtdicken > 8 cm, d.h. bei einem Einbaugewicht von > 200 kg/m² kann der Körnungsbereich 0/22 mm Verwendung finden.

Eine entsprechende Mischgutzusammensetzung ist jeweils durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.

Die Ergebnisse der Bohrkernentnahmen von den einzelnen Versuchsstrecken sind in Anlage 3 zusammengefaßt.

Kornzusammensetzung, Bindemittelgehalt und Hohlraumgehalt liegen jeweils innerhalb der nach TV-LW zulässigen Abweichungen; auch Einbaugewicht bzw. Schichtdicke entsprechen in etwa den vereinbarten Werten.

Ergänzend wurden der Anlage die vorhandenen Untersuchungsergebnisse der älteren Strecken beigefügt.

5.4

Bemessung der Einbaudicke

Wie bereits dargelegt, haben folgende Faktoren (siehe Punkt 5.1 - 5.3) auf die Bemessung der Einbaudicke wesentlichen Einfluß:

- Verkehrsbelastung
- Tragfähigkeit des Bodens und
- Mischgutzusammensetzung,

wobei die dynamischen Kennwerte von Boden und Asphalt sowie entsprechend die zulässigen Spannungen sehr starke Abhängigkeiten vom Wassergehalt bzw. von der Temperatur zeigen.

Aufgrund der Thermoplastizität des Bitumens (\rightarrow) ist die Festigkeit des Asphalts (\rightarrow) temperaturabhängig. Der Elastizitätsmodul (\rightarrow) als der dynamische Kennwert der Steifigkeit ist bei niederen Temperaturen groß, bei hohen Temperaturen entsprechend klein (siehe Tab. 11). In der kalten Jahreszeit ist somit der Asphalt wegen seiner großen Steifigkeit für Radialspannungen aufnahmefähiger und dementsprechend der größten Beanspruchung ausgesetzt; im Hochsommer dagegen wird der Untergrund am intensivsten beansprucht.

Im Gegensatz dazu ist die Tragfähigkeit des Bodens - abhängig vom Wassergehalt - im Hochsommer bei geringem Wassergehalt am höchsten und in der Übergangszeit bei hohem Wassergehalt am geringsten.

Aus diesen Überlegungen heraus sind für die Bemessung der Einbaustärke vor allem die beiden extremen Lastfälle zu betrachten:

- Lastfall in der Frost-Tau-Periode
mit hoher Asphaltfestigkeit (niedrige Temperatur) und geringster Tragfähigkeit des Bodens (hoher Wassergehalt durch Tauwasser)
- Lastfall während des Hochsommers
mit geringer Asphaltfestigkeit (hohe Temperatur) und größter Tragfähigkeit des Bodens (geringer Wassergehalt).

Um entsprechende Aussagen für die erforderlichen Einbaudicken treffen zu können, wurden die oben dargelegten vielschichtigen Abhängigkeiten dadurch berücksichtigt, daß für bestimmte Verhältnisse jeweils die auftretenden Biegezugspannungen und Bodenpressungen bestimmt wurden. Die Ermittlung erfolgte nach strenger Theorie von BURMISTER (siehe Punkt 3.4.2.2) für ein Zweischichtensystem, wie es durch die AOB-Bauweise im ländlichen Wegebau gegeben ist. Die auftretenden Spannungswerte wurden den zulässigen Werten in Tab. 13 - 15, S. 61 - 66, gegenübergestellt; soweit für die zulässigen Belastungswerte Überschreitungen auftreten, sind sie durch Rasterung hervorgehoben.

Die zulässige Dauerbiegezugfestigkeiten σ_r wurden für die Achslastübergänge $n = 10^3$ und $n = 10^4$ bei geringem Verkehrsaufkommen aus der Abb. 8 bestimmt und in Tab. 11 zusammengestellt.

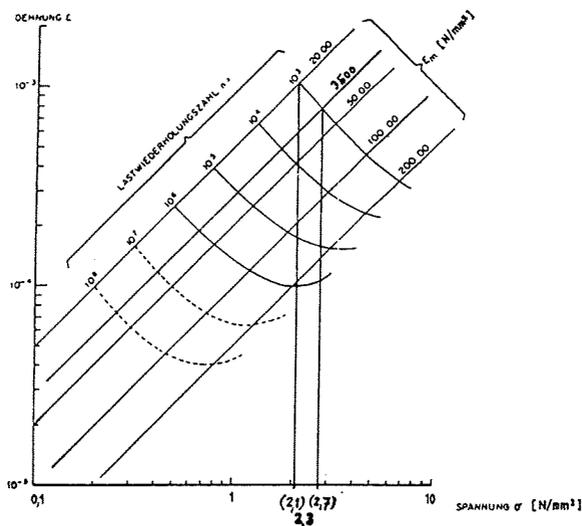


Abb. 8 Dauerbiegezugfestigkeit σ_r und Dehnung ϵ bei wiederholter Belastung von Asphalt nach Heukelom /11/

Die so ermittelten Werte stimmen mit den Angaben für $n = 10^5$ und $n = 10^6$ von Eisenmann in /7/ überein.

Temperatur [°C]	E dyn [N/mm ²]	zulässige Dauerbiegezugfestigkeit σ_z bei n Achslastübergängen				Schäden bei Überschreiten der zulässigen Spannungen
		n = 10 ³ [N/mm ²]	n = 10 ⁴ [N/mm ²]	n = 10 ⁵ [N/mm ²]	n = 10 ⁶ [N/mm ²]	
- 10	12 000 - 16 000	5,3	3,5	2,3	1,4	↓ Rißbildung ↓ Wellenbildung, Verformungen
± 0	8 000 - 11 000	4,3	2,8	1,7	1,1	
+ 10	4 000 - 6 000	3,1	1,9	1,2	0,8	
+ 20	2 000 - 3 500	2,3	1,4	0,8	0,5	
+ 30	500 - 1 500	0,8	0,5	0,3	0,2	
+ 40	200 - 500	0,5	0,3	0,2	0,1	

Tab. 11 Dynamischer Elastizitätsmodul von Bitukies bei unterschiedlicher Temperatur / 7 / und die zulässige Dauerbiegezugfestigkeit bei unterschiedlichen Achslastübergängen aus Abb. 8 bestimmt

Die zulässige Bodenpressung σ_z zul unter einer wiederholten Last- einwirkung kann nach / 12/ mit der Formel

$$\sigma_z \text{ zul} = \frac{0,006 \cdot E_{\text{dyn}}}{1 + 0,7 \log n}$$

berechnet werden, wobei n die Anzahl der Achslastübergänge und E_{dyn} den dynamischen Elastizitätsmodul des Bodens bedeuten.

In Tab. 12 sind einige Werte bei geringem landwirtschaftlichen Verkehr von n = 10³ und 10⁴ zusammengestellt.

E [N/mm ²]	zul. Bodenpressung σ_z bei	
	n = 10 ³ [N/mm ²]	n = 10 ⁴ [N/mm ²]
45	0,087	0,071
67,5	0,131	0,107
100	0,194	0,158
150	0,290	0,237

Tab. 12 Zulässige Bodenpressung bei unterschiedlicher Tragfähigkeit des Bodens und Achslastübergängen

Die auftretenden Spannungswerte wurden für die Temperaturen -10^o C und ±0^o C (Winter), +20^o C und +30^o C (Sommer) ermittelt.

Die Tragfähigkeitswerte des Bodens wurden in vier Stufen, E_{dyn} = 150, 100, 67,5 und 45 N/mm² angesetzt, wobei E_{dyn} = 1,5 E_{v2} gelten soll (siehe Punkt 5.2). Die entsprechenden E_{v2}-Werte sind mit 100, 66, 45 und 30 N/mm² gute und mittlere bis schlechte Tragfähigkeitswerte, wie sie bei den Versuchsstrecken häufig gegeben waren.

In der Bemessung ist man dadurch auf der sicheren Seite. Bei der Radlast wurde zwischen 5 t (schwerer Verkehr) und 2,5 t (landwirtschaftlicher Verkehr) mit dem Kontaktdruck von $0,71 \text{ N/mm}^2$ bzw. $0,35 \text{ N/mm}^2$ bei einem jeweiligen Belastungskreishalbmesser von 15 cm unterschieden. Schließlich wurden noch die Lastwechselzahlen $n = 10^3$ für rein landwirtschaftlichen Verkehr und $n = 10^4$ bei zusätzlich erfolgender Holzabfuhr (siehe Punkt 5.1) berücksichtigt.

Die für die Schichtdicke 12, 9 und 7,5 cm (dem Einbaugewicht von 280, 210 und 170 kg/m^2 entsprechend) ermittelten Spannungswerte sind in den Tab. 13-15 zusammengestellt und mit den zulässigen Belastungen verglichen. Überschreitungen sind durch eine Rasterung kenntlich gemacht. Daraus lassen sich nun bezüglich der erforderlichen Einbaudicke folgende Schlüsse ziehen:

Bei rein landwirtschaftlichem Verkehr mit einer Lastwechselzahl $n = 10^3$ treten bei einer Schichtdicke von 7,5 cm und einer maximalen Achslast von 5 t erst ab einer Temperatur von $>20^\circ \text{C}$ und bei schlechter Bodentragfähigkeit (E_{v2} -Wert $<45 \text{ N/mm}^2$) durch gegebene Bodenpressung Verformungen auf. Die zulässige Radialspannung wird erst bei höheren Temperaturen überschritten (siehe Tab. 13 a). Bei guter Tragfähigkeit des Bodens reichen diese Schichtdicken (7 und 8 cm) bei landwirtschaftlichem Verkehr ohne Holzabfuhr aus. Bei der Funktion dieser Wege sind gelegentlich auftretende Verformungen im Hinblick auf Kosteneinsparungen durchaus zu vertreten. Denn letztlich sollte im ländlichen Wegebau bei der Bemessung der Einbaudicke ein gewisses Risiko bezüglich möglicher Schadensbildungen in Kauf genommen werden, denn schon etwas geringere Einbaudicken bedeuten entsprechend geringere Herstellungskosten.

Bei einer Einbaudicke von 9 cm (Einbaugewicht 210 kg/m^2) werden erst im Hochsommer bei einer anzunehmenden mittleren Temperatur der Asphaltsschicht von $>30^\circ \text{C}$ /8/ und bei einer schlechten Tragfähigkeit des Bodens die zulässigen Werte überschritten (siehe Tab. 14 a).

Wenn aber unterstellt wird, daß während der Mittagszeit und den höchsten Temperaturen nur wenig landwirtschaftlicher Verkehr stattfindet, übersteht diese Einbaudicke die erwarteten Belastungen schadlos.

Der Vergleich von Tab. 14 a und 15 a zeigt, daß bei rein landwirtschaftlichem Verkehr keine größere Einbaudicke erforderlich ist.

Auch im Winter können bei Temperaturen unter -10° C Achslasten bis zu 10 t bei erforderlicher Holzabfuhr aufgenommen werden, allerdings nicht bei der Lastwechselzahl $n = 10^4$ (siehe Tab. 14 b). Dies bedeutet, daß im Hinblick auf die angestrebte Haltbarkeit eine derartige Belastung nur gelegentlich oder nur mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen erfolgen soll.

Die Tragfähigkeit des Bodens spielt bei den niedrigen Temperaturen keine wesentliche Rolle.

Die hier aus den theoretisch bestimmten Werten der Haltbarkeit gewonnenen Erkenntnisse bestätigen voll die aus Beobachtungen der Versuchsstrecken gemachten Erfahrungen (vgl. Punkt 5.8).

Lastfall Temperatur	E_1 N/mm ²	E_2 N/mm ²	E_1 E_2	$\frac{h}{a}$	$\frac{p}{N/mm^2}$	$-\frac{\sigma_r}{p}$	$\frac{\sigma_z}{p}$	$\frac{\sigma_r}{N/mm^2}$	$\frac{\sigma_z}{N/mm^2}$			
Winter - 10° C	15000	150	100	0,50	- 0,71	7,4	0,21	5,2	0,15			
								- 0,35	2,6	0,074		
		100	150		- 0,71	8,3	0,18	5,9	0,13			
					- 0,35	2,9	0,063					
		67,5	220		- 0,71	9,3	0,16	6,6	0,11			
					- 0,35	3,3	0,056					
		45	330		- 0,71	10,3	0,15	7,3	0,11			
					- 0,35	3,6	0,053					
		± 0° C	10000		150	67		- 0,71	6,5	0,26	4,6	0,18
											- 0,35	2,3
					100	100		- 0,71	7,4	0,21	5,3	0,15
								- 0,35	2,6	0,074		
67,5	150			- 0,71	8,3	0,18		5,9	0,13			
				- 0,35	2,9	0,063						
45	220			- 0,71	9,3	0,16		6,6	0,11			
				- 0,35	3,3	0,056						
Sommer + 20° C	2000			150	13			- 0,71	2,8	0,57	2,0	0,40
											- 0,35	0,98
				100	20			- 0,71	3,7	0,49	2,6	0,35
								- 0,35	1,3	0,17		
		67,5	30	- 0,71	4,6		0,40	3,3	0,28			
				- 0,35	1,6		0,14					
		45	45	- 0,71	5,6		0,33	4,0	0,23			
				- 0,35	2,0		0,12					
		+ 30° C	1000	150	7			- 0,71	1,5	0,69	1,1	0,49
											- 0,35	0,53
				100	10			- 0,71	2,2	0,62	1,6	0,44
								- 0,35	0,77	0,22		
67,5	15			- 0,71	3,0	0,55		2,1	0,39			
				- 0,35	1,1	0,19						
45	22			- 0,71	3,8	0,47		2,7	0,33			
				- 0,35	1,3	0,17						

Tab. 13 a Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 7,5$ cm. Achslastübergänge $n = 10^3$. In den gerasterten Feldern sind die zulässigen Belastungswerte überschritten.

Lastfall Temperatur	E_1 N/mm ²	E_2 N/mm ²	$\frac{E_1}{E_2}$	$\frac{h}{a}$	p N/mm ²	$\frac{\sigma_r}{p}$	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_r N/mm ²	σ_z N/mm ²		
Winter - 10° C	15000	150	100	0,50	- 0,71	7,4	0,21	3,2	0,15		
					- 0,35			2,6	0,074		
		100	150		- 0,71	8,3	0,18	5,9	0,13		
					- 0,35			2,9	0,063		
		67,5	220		- 0,71	9,3	0,16	6,6	0,11		
					- 0,35			3,3	0,056		
		45	330		- 0,71	10,3	0,15	7,3	0,11		
					- 0,35			3,6	0,053		
		± 0° C	10000		150	67	- 0,71	6,5	0,26	4,6	0,18
							- 0,35			2,3	0,091
100	100			- 0,71	7,4	0,21	5,3	0,15			
				- 0,35			2,6	0,074			
67,5	150			- 0,71	8,3	0,18	5,9	0,13			
				- 0,35			2,9	0,063			
45	220			- 0,71	9,3	0,16	6,6	0,11			
				- 0,35			3,3	0,056			
Sommer + 20° C	2000			150	13	- 0,71	2,8	0,57	2,0	0,40	
						- 0,35			0,98	0,20	
		100	20	- 0,71	3,7	0,49	2,6	0,35			
				- 0,35			1,3	0,17			
		67,5	30	- 0,71	4,6	0,40	3,3	0,28			
				- 0,35			1,6	0,14			
		45	45	- 0,71	5,6	0,33	4,0	0,23			
				- 0,35			2,0	0,12			
		+ 30° C	1000	150	7	- 0,71	1,5	0,69	1,1	0,49	
						- 0,35			0,53	0,24	
100	10			- 0,71	2,2	0,62	1,6	0,44			
				- 0,35			0,77	0,22			
67,5	15			- 0,71	3,0	0,55	2,1	0,39			
				- 0,35			1,1	0,19			
45	22			- 0,71	3,8	0,47	2,7	0,33			
				- 0,35			1,3	0,17			

Tab. 13 b Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 7,5$ cm. Achslastübergänge $n = 10^4$. In den gerasterten Feldern sind die zulässigen Belastungswerte überschritten.

Lastfall Temperatur	E_1 N/mm ²	E_2 N/mm ²	$\frac{E_1}{E_2}$	$\frac{h}{a}$	p N/mm ²	$\frac{\sigma_r}{p}$	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_r N/mm ²	σ_z N/mm ²
Winter - 10° C	15000	150	100	0,60	- 0,71	6,4	0,17	4,5	0,12
					- 0,35			2,2	0,060
		100	150		- 0,71	7,2	0,13	5,1	0,092
					- 0,35			2,5	0,045
		67,5	220		- 0,71	8,0	0,11	5,7	0,078
					- 0,35			2,8	0,039
		45	330		- 0,71	8,9	0,10	6,3	0,071
					- 0,35			3,1	0,035
± 0° C	10000	150	67	- 0,71	5,8	0,21	4,1	0,15	
				- 0,35			2,0	0,074	
		100	100	- 0,71	6,4	0,17	4,5	0,12	
				- 0,35			2,2	0,060	
		67,5	150	- 0,71	7,2	0,13	5,1	0,092	
				- 0,35			2,5	0,045	
		45	220	- 0,71	8,0	0,11	5,7	0,078	
				- 0,35			2,8	0,039	
Sommer + 20° C	2000	150	13	- 0,71	2,6	0,46	1,8	0,33	
				- 0,35			0,91	0,16	
		100	20	- 0,71	3,4	0,39	2,4	0,28	
				- 0,35			1,2	0,14	
		67,5	30	- 0,71	4,1	0,32	2,9	0,23	
				- 0,35			1,4	0,11	
		45	45	- 0,71	4,9	0,25	3,5	0,18	
				- 0,35			1,7	0,087	
+ 30° C	1000	150	7	- 0,71	1,5	0,59	1,1	0,42	
				- 0,35			0,53	0,21	
		100	10	- 0,71	2,1	0,51	1,5	0,36	
				- 0,35			0,73	0,18	
		67,5	15	- 0,71	2,8	0,44	2,0	0,31	
				- 0,35			1,0	0,15	
		45	22	- 0,71	3,5	0,38	2,5	0,27	
				- 0,35			1,2	0,13	

Tab. 14 a Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 9$ cm, Achslastübergänge $n = 10^3$. In den gerasterten Feldern sind die zulässigen Belastungswerte überschritten.

Lastfall Temperatur	E_1 N/mm ²	E_2 N/mm ²	$\frac{E_1}{E_2}$	$\frac{h}{a}$	p N/mm ²	$\frac{\sigma_r}{p}$	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_r N/mm ²	σ_z N/mm ²
Winter - 10° C	15000	150	100	0,60	- 0,71	6,4	0,17	4,5	0,12
					- 0,35			2,2	0,060
		100	150		- 0,71	7,2	0,13	5,1	0,092
					- 0,35			2,5	0,045
		67,5	220		- 0,71	8,0	0,11	5,7	0,078
					- 0,35			2,8	0,039
	45	330	- 0,71	8,9	0,10	6,3	0,071		
			- 0,35			3,1	0,035		
	± 0° C	10000	150	67	- 0,71	5,8	0,21	4,1	0,15
					- 0,35			2,0	0,074
			100	100	- 0,71	6,4	0,17	4,5	0,12
					- 0,35			2,2	0,060
67,5			150	- 0,71	7,2	0,13	5,1	0,092	
				- 0,35			2,5	0,045	
45		220	- 0,71	8,0	0,11	5,7	0,078		
			- 0,35			2,8	0,039		
Sommer + 20° C		2000	150	13	- 0,71	2,6	0,46	1,8	0,33
					- 0,35			0,91	0,16
			100	20	- 0,71	3,4	0,39	2,4	0,28
					- 0,35			1,2	0,14
	67,5		30	- 0,71	4,1	0,32	2,9	0,23	
				- 0,35			1,4	0,11	
	45	45	- 0,71	4,9	0,25	3,5	0,18		
			- 0,35			1,7	0,087		
	+ 30° C	1000	150	7	- 0,71	1,5	0,59	1,1	0,42
					- 0,35			0,53	0,21
			100	10	- 0,71	2,1	0,51	1,5	0,36
					- 0,35			0,73	0,18
67,5			15	- 0,71	2,8	0,44	2,0	0,31	
				- 0,35			1,0	0,15	
45		22	- 0,71	3,5	0,38	2,5	0,27		
			- 0,35			1,2	0,13		

Tab. 14 b Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 9$ cm. Achslastübergänge $n = 10^4$. In den gerasterten Feldern sind die zulässigen Belastungswerte überschritten.

Lastfall Temperatur	E_1 N/mm ²	E_2 N/mm ²	E_1 E_2	$\frac{h}{a}$	p N/mm ²	$\frac{\sigma_r}{p}$	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_r N/mm ²	σ_z N/mm ²		
Winter - 10° C	15000	150	100	0,80	- 0,71	4,7	0,12	3,3	0,085		
					- 0,35			1,6	0,042		
			100		- 0,71	5,2	0,09	3,7	0,064		
					- 0,35			1,8	0,032		
		67,5	- 0,71		5,8	0,07	4,1	0,050			
			- 0,35				2,0	0,025			
		45	- 0,71		6,3	0,06	4,5	0,043			
			- 0,35				2,2	0,021			
		± 0° C	10000		150	67	- 0,71	4,2	0,15	3,0	0,11
							- 0,35			1,5	0,053
						100	- 0,71	4,7	0,12	3,3	0,085
							- 0,35			1,6	0,042
67,5	- 0,71			5,2	0,09	3,7	0,064				
	- 0,35					1,8	0,032				
45	- 0,71			5,8	0,07	4,1	0,050				
	- 0,35					2,0	0,025				
Sommer + 20° C	2000			150	13	- 0,71	2,1	0,35	1,5	0,25	
						- 0,35			0,74	0,12	
					100	- 0,71	2,7	0,29	1,9	0,21	
						- 0,35			0,94	0,10	
		67,5	- 0,71	3,2	0,23	2,3	0,16				
			- 0,35			1,1	0,080				
		45	- 0,71	3,7	0,18	2,6	0,13				
			- 0,35			1,3	0,063				
		+ 30° C	1000	150	7	- 0,71	1,4	0,46	1,0	0,33	
						- 0,35			0,49	0,16	
					100	- 0,71	1,8	0,39	1,3	0,28	
						- 0,35			0,63	0,14	
67,5	- 0,71			2,3	0,33	1,6	0,23				
	- 0,35					0,81	0,12				
45	- 0,71			2,8	0,27	2,0	0,19				
	- 0,35					0,98	0,095				

Tab. 15 a Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtsystems) bei einer Schichtdicke $h = 12$ cm. Achslastübergänge $n = 10^3$. In den gerasterten Feldern sind die zulässigen Belastungswerte überschritten.

Lastfall Temperatur	E_1 [N/mm ²]	E_2 [N/mm ²]	$\frac{E_1}{E_2}$	$\frac{h}{a}$	p [N/mm ²]	$\frac{\sigma_r}{p}$	$\frac{\sigma_z}{p}$	σ_r [N/mm ²]	σ_z [N/mm ²]		
Winter - 10° C	15000	150	100	0,80	- 0,71	4,7	0,12	3,3	0,085		
					- 0,35			1,6	0,042		
		100	150		- 0,71	5,2	0,09	3,7	0,064		
					- 0,35			1,8	0,032		
		67,5	220		- 0,71	5,8	0,07	4,1	0,050		
					- 0,35			2,0	0,025		
		45	330		- 0,71	6,3	0,06	4,5	0,043		
					- 0,35			2,2	0,021		
		± 0° C	10000		150	67	- 0,71	4,2	0,15	3,0	0,11
							- 0,35			1,5	0,053
100	100			- 0,71	4,7	0,12	3,3	0,085			
				- 0,35			1,6	0,042			
67,5	150			- 0,71	5,2	0,09	3,7	0,064			
				- 0,35			1,8	0,032			
45	220			- 0,71	5,8	0,07	4,1	0,050			
				- 0,35			2,0	0,025			
Sommer + 20° C	2000			150	13	- 0,71	2,1	0,35	1,5	0,25	
						- 0,35			0,74	0,12	
		100	20	- 0,71	2,7	0,29	1,9	0,21			
				- 0,35			0,94	0,10			
		67,5	30	- 0,71	3,2	0,23	2,3	0,15			
				- 0,35			1,1	0,080			
		45	45	- 0,71	3,7	0,18	2,6	0,13			
				- 0,35			1,3	0,053			
		+ 30° C	1000	150	7	- 0,71	1,4	0,46	1,0	0,33	
						- 0,35			0,49	0,16	
100	10			- 0,71	1,8	0,39	1,3	0,28			
				- 0,35			0,63	0,14			
67,5	15			- 0,71	2,3	0,33	1,6	0,23			
				- 0,35			0,81	0,12			
45	22			- 0,71	2,8	0,27	2,0	0,19			
				- 0,35			0,98	0,095			

Tab. 15 b Biegezugfestigkeit σ_r und Bodenpressung σ_z an der Unterseite der bituminösen Schicht (Schichtübergang des Zweischichtensystems) bei einer Schichtdicke $h = 12$ cm. Achslastübergänge $n = 10^4$. In den gerasterten Feldern sind die zulässigen Belastungswerte überschritten.

5.5 Frostsicherheit

Im ländlichen Wegebau kann nach TV-LW im allgemeinen schon aus wirtschaftlichen Gründen ein frostsicherer Ausbau nicht vertreten werden.

Die AOB-Bauweise im ländlichen Wegebau als Alternative für Bauweisen ohne Bindemittel bei geringem Verkehrsaufkommen ist als eine Wegebefestigung ohne jegliche Frostsicherheit anzusehen. Gerade bei dieser bituminösen Wegebefestigung, die unmittelbar auf dem unverfestigten, mehr oder weniger frostempfindlichen Boden aufliegt, bedürfen folgende Ursachen der Frosteinwirkung besonderer Aufmerksamkeit:

- unregelmäßige Tragfähigkeit des Bodens durch Aufweichen des Bodens in der Tauperiode
- Ungleichmäßigkeit von Frosthebungen durch Eislinsenbildung unterschiedlicher Größe
- nur zögernde Anpassung der gehobenen Asphaltsschicht an den Untergrund wegen der hohen Steifigkeit des Asphalts.

Um Frostschäden zu vermeiden, sind für die AOB-Bauweise im ländlichen Wegebau vor allem zwei Gesichtspunkte zu beachten:

- kein Eindringen von Schichtwasser in den Straßenkörper
Dadurch wird bei Frost die Bildung größerer Eislinsen und die damit verbundene unregelmäßige Hebung der Asphaltsschicht verhindert, die bei Verkehrsbelastung zu Bruchschäden führen könnte.
- Keine Verkehrsbelastung in der Tauperiode
Durch den sich von oben nach unten vollziehenden Tauvorgang kann ein unmittelbar unter der Asphaltsschicht vorhandenes Tauwasser nicht abfließen. Das Tragvermögen ist dadurch stark gemindert. Zudem begünstigt die hohe Steifigkeit des Asphalts bei Temperaturen um $+0^{\circ}\text{C}$ bei Verkehrsbelastungen die sog. Frostaufbruchschäden, da sich eine Anpassung der durch den Frost gehobenen Asphaltsschicht an den Untergrund nur langsam vollziehen kann.

Bei Auftreten von Schichtwasser kann somit auf die Anlage von Entwässerungseinrichtungen nicht verzichtet werden (vgl. Pkt. 3.3.2).

Die Freihaltung von jeglicher Verkehrsbelastung in der Winterzeit ist bei Wegen mit rein landwirtschaftlichem Verkehr ohnedies gegeben. Bei Holzabfuhr in den Wintermonaten ist unbedingt darauf zu achten, daß sie noch während der Frostperiode erfolgt und der Untergrund nicht bereits durch Auftauen an Tragfähigkeit verloren hat.

5.6 Bauausführung

Die AOB-Bauweise ist im ländlichen Wegebau aufgrund der geringen Einbaudicken problembehaftet und erfordert deshalb in der Bauausführung eine besondere Fachkunde sowie Flexibilität bei der Baustellenorganisation. Folgende Punkte werden herausgestellt:

- Erdarbeiten und Einbau der Asphalttschicht in unmittelbarer zeitlicher Abfolge
- gleiche Tragfähigkeit des Bodens über die gesamte Wegebreite
- möglichst gute Verdichtung der Asphalttschicht
- Einbau und Verdichtung in steilen Wegeabschnitten
- fachlich qualifizierte Bauleitung.

5.6.1 Erdarbeiten und Einbau der Asphalttschicht in unmittelbarer zeitlicher Abfolge

Nach dem Erstellen des Planums (Abschieben des Mutterbodens, ggf. geringfügiger Geländeausgleich und Verdichten des Untergrundes bzw. Unterbaues) muß sehr bald der Einbau der Asphalttschicht (siehe Bild 6) erfolgen, um Durchfeuchtungen des Planums durch Niederschläge zu vermeiden.

Durch Niederschlagswasser wird das Planum aufgeweicht und seine Tragfähigkeit wesentlich vermindert, so daß meist ein ordnungsgemäßer Einbau nicht mehr gewährleistet ist. Vor allem die Fahrzeuge mit Mischgut können den Fertiger nicht mehr beschicken bzw. verdrücken das Planum durch Fahrspuren in einem unverträglichen Ausmaß.



Bild 6 Einbau der Asphalttschicht
(Versuchstrecke Nr. 116 041 in Aicha v. Wald)

Grundsätzlich sollte die Durchführung der Baumaßnahmen in den Monaten erfolgen, die für längere Zeit eine trockene Witterung erwarten lassen.

5.6.2 Gleiche Tragfähigkeit des Untergrunds bzw. des Unterbaus über die gesamte Wegebreite

Wegen der verhältnismäßig geringen Einbaudicken im AOB ist eine gleichmäßige Tragfähigkeit des Untergrundes bzw. des Unterbaues über die gesamte Wegebreite Voraussetzung für die Haltbarkeit. Ungleichmäßige Tragfähigkeiten treten vor allem auf bei einseitigen Aufschüttungen und bei Fahrbahnverbreiterungen an bereits bestehenden Wegen.

Nach den Erfahrungen an einer Versuchsstrecke in Aicha v. Wald (Weg Nr. 116 025) zu urteilen, ist es außerordentlich schwierig, die geringere Tragfähigkeit des Verbreiterungsstreifens durch eine Verdichtung des Untergrundes auszugleichen. Als Folge davon reißt bei entsprechender Verkehrsbelastung - z. T. bereits durch die Walzverdichtung nach Einbau des Mischgutes - entlang der Grenze zwischen der besseren und schlechteren Tragfähigkeit des Untergrundes die AOB-Schicht.

5.6.3 Möglichst gute Verdichtung der Asphalttschicht

Um den in Punkt 5.3 geforderten möglichst geringen Hohlraumgehalt der Asphalttschicht, d.h. eine möglichst gute Verdichtung zu erreichen, sind folgende Erfahrungen zu nutzen:

- Mischgut von hoher Temperatur läßt sich leichter verdichten als ein bereits stark abgekühltes. Es darf allerdings die vom verwendeten Bindemittel abhängige kritische Grenze der Höchsttemperatur nicht überschritten werden. Die Abkühlung des Mischgutes erfolgt um so rascher, je niedriger die Luft- und Bodentemperaturen sind und je dünner die einzubauende Schicht ist. Deshalb muß die Vorverdichtung (→) durch Vorrichtungen am Fertiger wie Tamper und Vibrationsbohle möglichst intensiv sein und die Walzverdichtung unmittelbar hinter dem Einbaugerät folgen.
- Eine hohe Vorverdichtung erleichtert das Erreichen des erforderlichen Verdichtungsgrades (→→). Damit werden weniger Walzübergänge benötigt. Das besser vorverdichtete Mischgut hat bereits eine größere Standfestigkeit und wird beim nachfolgenden Walzen weniger stark verdrückt. Insbesondere beim Einbau von geringeren Schichtdicken besteht die Gefahr der Verdrückung und deshalb können nicht beliebig schwere bzw. leistungsfähige Walzen einge-

setzt werden.

Darüber hinaus ist die durch den Fertiger erbrachte Verdichtung gleichmäßig über die gesamte Wegbreite gegeben, was beim Walzen nicht immer möglich ist.

- Abnehmende Schichtdicke verringert die Verdichtbarkeit (vgl. Abb. 9).

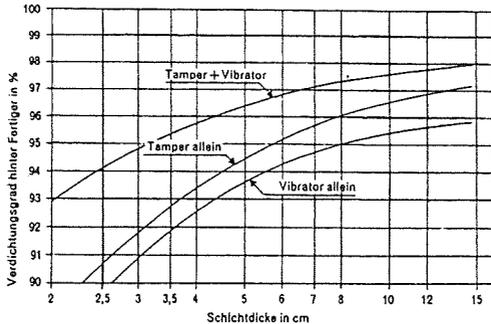


Abb. 9 Einfluß der Schichtdicke auf die Verdichtung bei verschiedenen Verdichtungs-einrichtungen / 1 /

Dies ist nach / 2 / teilweise darauf zurückzuführen, daß die Abkühlung und damit die Erhöhung des viskosen Widerstandes bei dünnen Schichten rascher vor sich geht; weiter wäre auch denkbar, daß sich die Mineralkörner leichter verschieben lassen, wenn sie in eine dickere bituminöse Masse eingebettet sind.

- Die Tragfähigkeit des Bodens hat auf die Verdichtung der aufgebrauchten Asphalttschicht Einfluß und zwar vor allem bei geringeren Schichtdicken. Von den Versuchsstrecken liegen mehrere Meßwerte (Anlagen 2 u. 3) über Hohlraumgehalt der Befestigung und Tragfähigkeit des Bodens vor, die in Abb. 10 zusammengetragen sind. Wenngleich sich hiermit keine repräsentativen Zusammenhänge herleiten lassen, zeigt sich doch eine auffällige Abhängigkeit des Hohlraumgehalts der verdichteten Asphalttschicht von der Tragfähigkeit des Bodens. Der erzielte Hohlraumgehalt kann als Maß der Verdichtung angesehen werden. Im einzelnen wurde zwar die Anzahl der Walzübergänge nicht festgehalten; wenn aber infolge einer schlechteren Tragfähigkeit des Bodens weniger Walzvorgänge durchgeführt wurden, könnte dies die aufgezeigte Abhängigkeit nur bestätigen.

In diesem Zusammenhang wäre es interessant, anhand einer neu anzuliegenden Versuchsstrecke zu erproben, ob nicht auf die bei schlechter Tragfähigkeit des Bodens problematische Walzverdichtung ganz verzichtet werden könnte. Bei einer besonderen Mischgutszusammensetzung sollte dann allein durch die Verdichtung des Fertigers mittels Tamper und Vibrationsbohle eine ausreichende Standfestigkeit der Wegebefestigung erreicht werden.

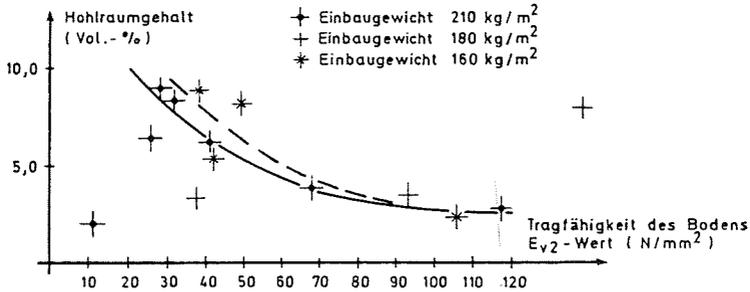


Abb.10 Abhängigkeit des Hohlraumgehalts der AOB-Schichten von der Tragfähigkeit des Bodens (Meßwerte der Versuchsstrecken Aicha v.Wald und Nammering)

5.6.4 Einbau und Verdichtung in steilen Wegeabschnitten

Der Einbau des Mischgutes sollte in steilem Gelände am besten bergauf erfolgen. Die geringere Fahrgeschwindigkeit des Fertigers und damit verbunden eine bessere Nutzung seiner Verdichtungsrichtungen bringt eine bereits größere Standfestigkeit für die Walzverdichtung. Dieses vorteilhafte Vorgehen ist aber meist deshalb nicht möglich, weil es sich bei den zu befestigenden Wegen mit untergeordneter Bedeutung häufig um sogenannte Stichwege handelt, die von der Peripherie her nicht angefahren werden können.

Auch die sinnvolle Auswahl der zu verwendenden Walzgeräte ist entscheidend. Erfahrungsgemäß eignen sich nicht zu schwere Kombinationswalzen am besten. Beim Walzvorgang sollen die Gummiräder mit der größeren Aufstandsfläche nach unten weisen, um ein langsames Bremsen zu begünstigen und das Schubgewicht besser zu verteilen.

In Steigungsbereichen ab etwa >8 % sollten Mineralstoffe in gebrochener Form und in entsprechender Kornabstufung verwendet werden. Dadurch erhöht sich die Standfestigkeit des heißen Mischgutes und die Tragfähigkeit. Es treten somit beim Einbau in weit geringerem Maße Schubrisse bei der Walzverdichtung auf. Zur Walzverdichtung wird im übrigen auf /4/, /5/, /9/ verwiesen.

5.6.5 Fachlich qualifizierte Bauleitung

Durch die ungewöhnlichen Problemstellungen bei der Anwendung des AOB im ländlichen Wegebau werden an Bauoberleitung und Bauleitung fachlich hohe Anforderungen gestellt.

Da keine unteren Tragschichten eingebaut werden, fehlt ein tragfähiger Puffer zwischen unterschiedlichem Untergrund und der bituminösen Befestigung. Die unterschiedlichen örtlichen Verhältnisse gestatten kein schematisches Vorgehen, sondern erfordern eine ständige Anpassung.

Nicht nur während der gesamten Bauausführung sondern bereits bei den grundsätzlichen Entscheidungen, ob und bei welchen örtlichen Verhältnissen die Zweckmäßigkeit der Anwendung dieser Bauweise gegeben ist und um letztlich die Voraussetzungen und Bedingungen zu schaffen bzw. zu nutzen, welche die angestrebte Haltbarkeit erreichen läßt, machen eine flexibel handelnde und fachlich qualifizierte Bauleitung unentbehrlich.

5.7 Gewährleistung

Für die Gewährleistung der ausgeführten Baumaßnahmen sind nach TV-LW bei bituminösen Bauweisen einheitlich Verjährungsfristen von zwei Jahren festgesetzt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß schwerwiegende Fahrbahnschäden beim AOB, die überwiegend auf eine mangelhafte Bauausführung zurückgehen, schon im ersten Jahr der Fertigstellung sichtbar werden. Als Mängel in der Bauausführung sind hier insbesondere eine ungenügende Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Unterlage, Einbau bei ungünstiger Witterung, unzureichende Eigenüberwachungsprüfung (→) zu nennen. Die im zweiten Beobachtungsjahr auftretenden Schäden weisen i. allg. nur eine langsame Schadensvergrößerung auf; sie sind häufig nicht eindeutig der ausführenden Firma anzulasten, sondern Ausfluß dieser risikoreichen Bauweise. Dennoch sind aber Vorkehrungen zu treffen, daß Nachlässigkeiten in der Bauausführung möglichst unterbunden werden.

Es wird deshalb vorgeschlagen, eine Gewährleistungsfrist von einem Jahr zu vereinbaren.

5.8 Fahrbahnschäden

Für die Versuchsstrecken wurden bei jeder Beobachtung die jeweils aufgetretenen Fahrbahnschäden beschreibend festgehalten und der Gesamteindruck des Zustandes der Wegebefestigung gegenüber den vorangegangenen Besichtigungen beurteilt.

In der Abb. 11 ist für die Versuchsstrecke Nr. 116 106 Aicha v. Wald das Schadensbild dargestellt. Bei den übrigen Versuchsstrecken wurde jeweils ein Vergleich der Schadensprotokolle vorgenommen.

Eine gewisse Schadensentwicklung ist bereits nach drei Begehungen zu sehen; für eine weitergehendere Analyse der Fahrbahnschäden und deren Ursachen in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung, Tragfähigkeit des Bodens, Neigungsverhältnisse, Einbaustärke, Mischgutzusammensetzung und erreichter Hohlraumgehalt der bituminösen Schicht sollte der Beobachtungszeitraum noch ausgedehnt werden.

Folgende Erkenntnisse können aus der bisherigen Schadensbeobachtung gezogen werden:

- Schwere Fahrbahnschäden in der Schadensstufe III und IV sind nur aufgetreten, entweder
 - bei Tragfähigkeitswerten E_{v2} des Bodens $< 20 \text{ N/mm}^2$ (siehe Bild 7) oder
 - bei eintretendem Schichtwasser in den Untergrund (siehe Bild 8) oder
 - bei Überbelastung durch Baustellenverkehr (siehe Bild 9).
- Fahrbahnschäden, begründet durch die geringe Tragfähigkeit des Bodens, treten im allgemeinen bereits nach der ersten Frostperiode in nahezu vollem Ausmaß auf.
- Fahrbahnschäden in Form von schweren Netzzrissen (z. B. an der alten, außerhalb der Untersuchung angelegten Strecke₂ in Windpassing, Weg Nr. 73, mit nur einem Einbaugewicht von 120 kg/m^2 bzw. einer Einbaustärke von 5 cm, siehe Bild 10) vergrößern sich über längere Zeiträume hinweg nicht wesentlich. Dies ist offensichtlich auf den vorhandenen landwirtschaftlichen Verkehr mit geringer Geschwindigkeit zurückzuführen.
- Fahrbahnschäden in Abhängigkeit von Steigungen sind außer kleinen Walzrissen in Extrembereichen nicht festzustellen.
- Eine Oberflächenwasserabführung auf der Fahrbahn unter Verzicht auf einen Graben führt zu keinen erkennbaren Schäden.

Bohrkernentnahme:
 Schichtdicke = 8,1 cm;
 Hohlraumgehalt = 2,0 Vol.-%;
 Plattendruckversuch:
 $E_{V1} = 5,1 \text{ N/mm}^2$; $E_{V2} = 10,6 \text{ N/mm}^2$;
 $\nu_1 = 2,10$; $\nu_2 = 2,10$;

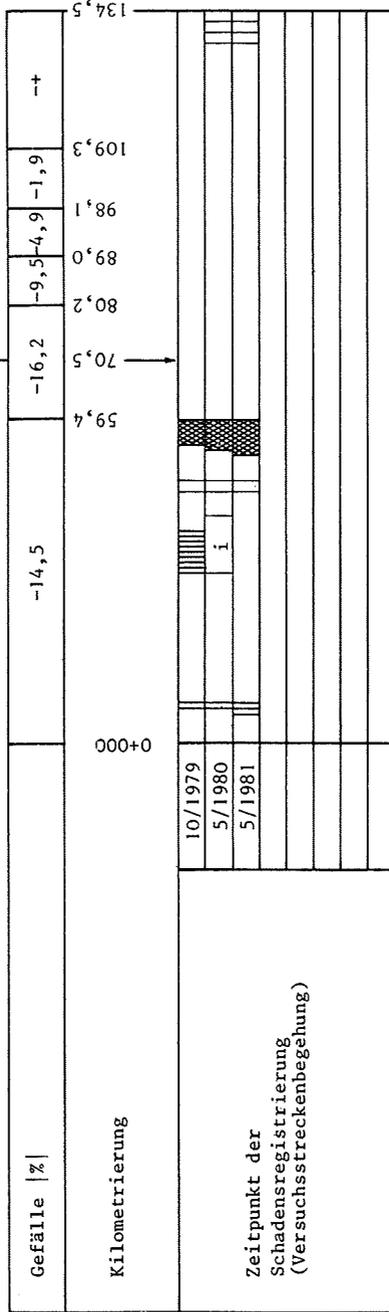


Abb. 11 Entwicklung der Fahrbahnschäden (Schadensband) an der Versuchsstrecke Nr. 116 106 Aicha v. Wald
 Schraffuren nach den Schadensstufen der Abb. 12
 i = Instandsetzung zwischen erster und zweiter Versuchsstreckenbegehung
 Das Schadensbild ist bereits bei der Erstbegehung durch deutliche Schäden geprägt. Die Ursache
 liegt in der Überbelastung durch schwere Kieistransportfahrzeuge.

Schadensstufe	Zustand der Wegebefestigung	Zeichnerische Darstellung (Signatur)
	Schadensmerkmale	
I	sehr gut, gut (einzelne kleinere Fahrbahnschäden ohne Auswirkung auf die Befahrbarkeit)	
	keine Schadensmerkmale, leichtere Verformungen, kleinere Verdrückungen, kleinere einzelne Quer-, Längs- oder Schrägrisse, mechanischer Abrieb, Wundstellen und Ausmagerungen an der Fahrbahnoberfläche	
II	zufriedenstellend (Ausbesserungen sind noch nicht erforderlich)	
	ausgeprägtere Verformungen in der Fahrspur, Verformungen mit kleinen Längs- und Querrissen, Verdrückungen mit kleinen Längs- und Querrissen, beschädigter Fahrbahnrand, kleinerer Kantenabbruch, mittlere Quer-, Längs- oder Schrägrisse, vereinzelte Durchwachsungen	
III	noch brauchbar (Ausbesserungen bzw. Instandsetzung erforderlich)	
	größere Verformungen und Verdrückungen mit größeren Rißbildungen, größere Einzelrisse, Kantenbrüche, Polyederrisse (Netzrisse) ohne gelockerter Fahrbahnoberfläche, größere Durchwachsungen	
IV	sehr mangelhaft (Befahrbarkeit beeinträchtigt, Instandsetzung von gesamten Fahrbahnteilen dringend erforderlich)	
	starke Verformungen und Verdrückungen mit großen Rißbildungen, starke Unterspülungen, Kantenabbrüche, starke Netzbrüche, Grundbruch, gelockerte Befestigungsteile, Schlaglöcher	

Abb. 12 Schadensstufen und Merkmale

- Dagegen treten wie bereits allgemein bekannt, Erosionsschäden bei den ohne Bindemittel befestigten Vergleichsstrecken ab einer gewissen Steigung auf (siehe Bild 11).
In Aicha v. Wald sind an sämtlichen Vergleichsstrecken ab etwa einer Steigung von $> 8 \%$ bereits nach zwei Jahren Erosionsschäden in dem Ausmaß entstanden, die eine umfangreiche Instandsetzung der Wegebefestigung erfordern.
- Um möglicherweise eintretende Ein- und Durchwachsungen am Rand der Wegebefestigung abzuhalten, sollten etwa nach 3 - 5 Jahren die Seitenstreifen mit einer Vorox-Spritzung nachbehandelt werden.



Bild 7 Fahrbahnschaden (Schadensstufe IV) infolge unzureichender Tragfähigkeit des Bodens (Versuchsstrecke Zinzenzell, Weg Nr. 28)

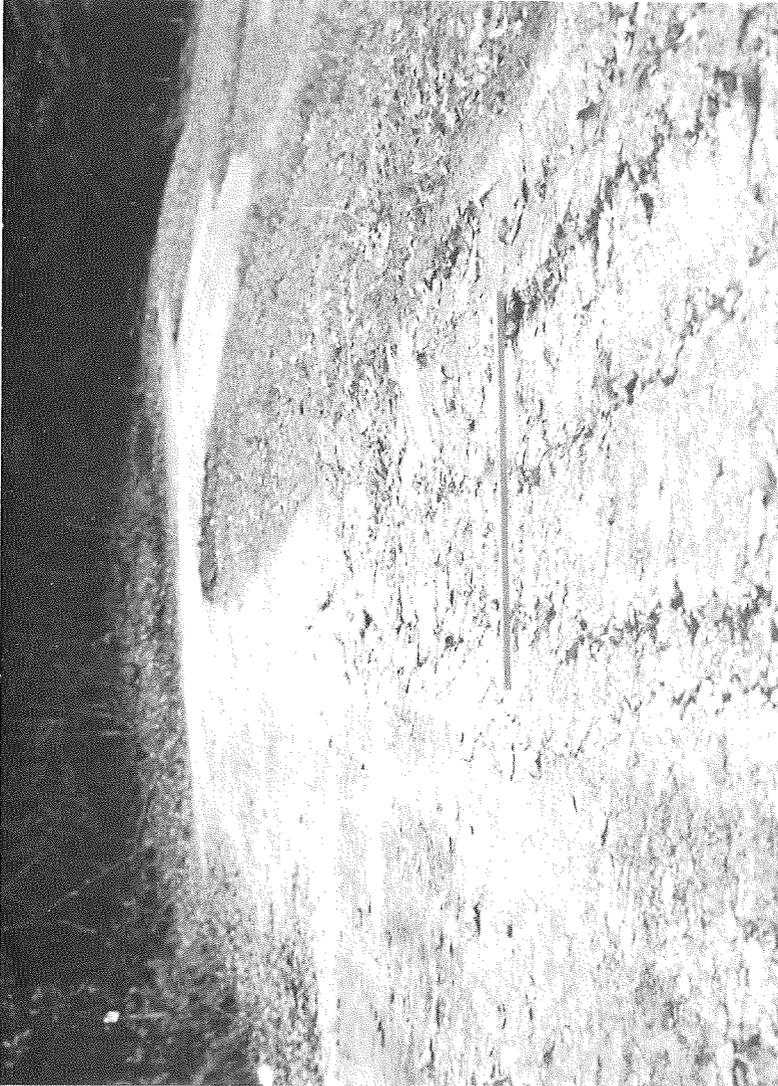


Bild 8 Fahrbahnschaden (Schadensstufe IV) infolge Schichtwassers im Untergrund
(Versuchsstrecke Nr. 116 025 in Aicha v. Wald)



Bild 9 Fahrbahnschaden (Schadensstufe IV) infolge Überbelastung durch nachträglichen Baustellenverkehr (Versuchsstrecke Zinzenzell, Weg Nr.28)

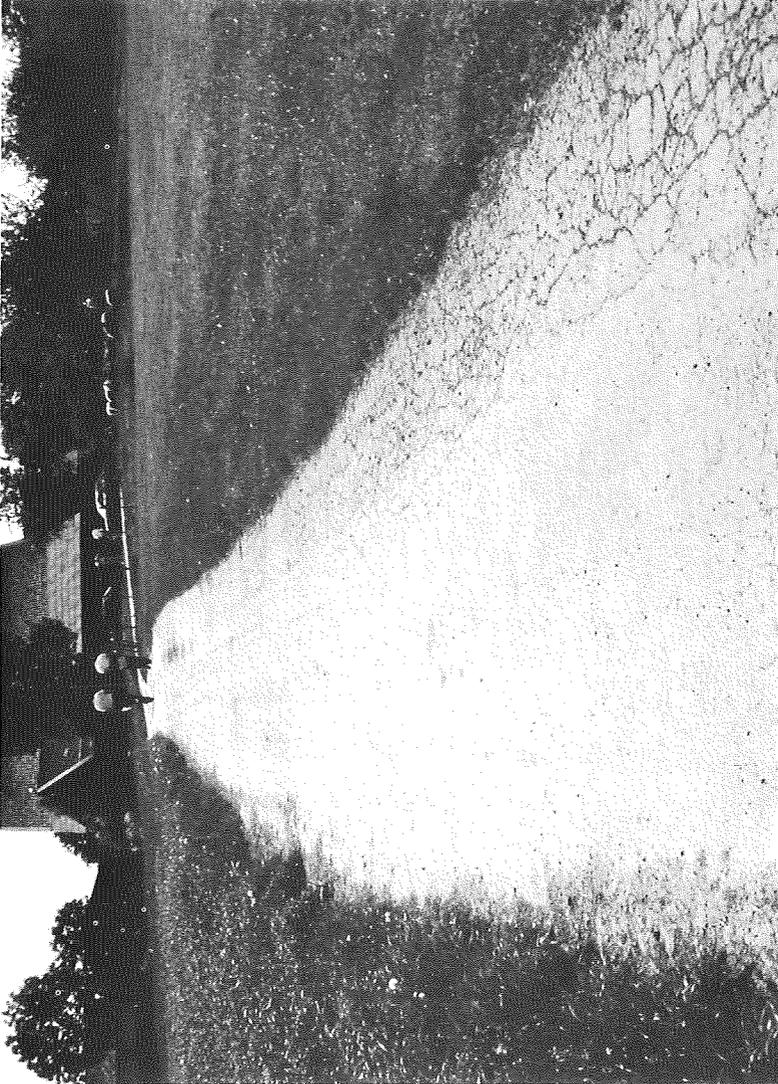


Bild 10 Sehr geringe Schicht, $120 \text{ kg/m}^2 \hat{=} 5 \text{ cm}$ bei 9 Jahre alter AOB-Strecke
(Windpassing, Weg Nr. 73)

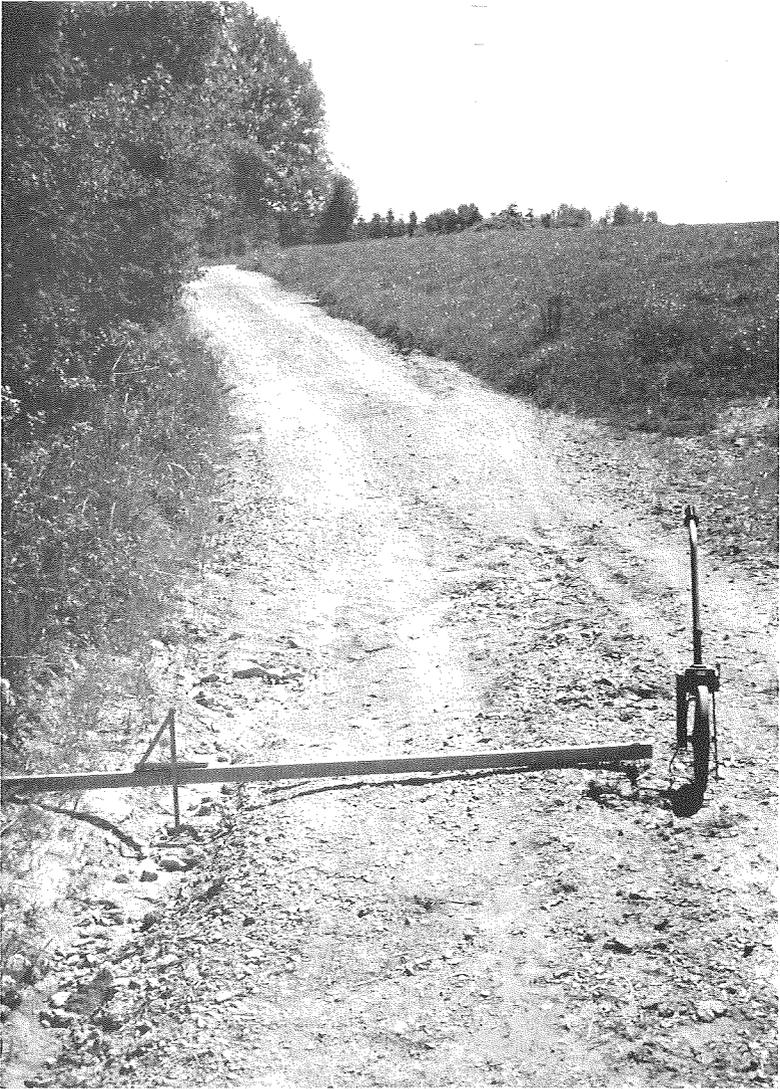


Bild 11 Fahrbahnschaden bei Vergleichsstrecke infolge Wassererosion bei einem Gefälle von etwa 10 % (Strecke Nr. 117 285 in Aicha v.Wald)

5.9 Belastbarkeit, Beschränkungen

Die Dimensionierung der Befestigung von Wegen mit sehr geringem Verkehrsaufkommen, bei denen die AOB-Bauweise zur Anwendung kommen soll, ist zwar für einen maximalen landwirtschaftlichen Verkehr ausgerichtet, jedoch nicht für Höchstachslasten des allgemeinen Verkehrs, wie sie im Baustellenverkehr bzw. mitunter bei der Holzabfuhr vorkommen.

Die bituminösen Wegebefestigungen des AOB lassen für den Verkehrsteilnehmer die begrenzte Belastbarkeit nicht erkennen und verleiten wegen ihres Erscheinungsbildes geradezu zur Benutzung auch von schwersten Fahrzeugen.

Um die bei den geringen Einbaustärken in der AOB-Bauweise gegebene Haltbarkeit zu gewährleisten, sind folgende Beschränkungen geboten:

- Achslastbeschränkung
- Geschwindigkeitsbegrenzung
- Belastungsverbot während der Frost-Tau-Periode.

5.9.1 Achslastbeschränkung

Wie unter Punkt 5.4 aufgezeigt, sind die Wegebefestigungen für den landwirtschaftlichen Verkehr dimensioniert.

Achslasten von mehr als 5 t können außer in der Zeit mit strengem Frost nicht schadlos aufgenommen werden. Die Holzabfuhr sollte also nach Möglichkeit nur bei Temperaturen unter -10° C erfolgen. Da aber diese Wege im allgemeinen im Winter nicht geräumt werden, müssten hierfür entweder schneefreie Frosttage gewählt oder eine Räumung durchgeführt werden.

Auch die durch einen Baustellenverkehr bedingten hohen Achslastübergänge, wie bei den bisherigen Versuchsstreckenbeobachtungen immer wieder beobachtet, müssen unbedingt vermieden werden.

5.9.2 Geschwindigkeitsbegrenzung

Wenn nicht ohnedies durch einen ausschließlich landwirtschaftlichen Verkehr geringe Verkehrsgeschwindigkeiten gegeben sind, sollte eine Begrenzung der Geschwindigkeit auf 30 km/h erfolgen.

Dadurch wird eine wesentliche Verschlechterung des Fahrbahnzustandes durch Lockerung der Befestigungsschicht bei bereits vorhandenen Fahrbahnschäden, wie z. B. Netzrissen, vermieden. Die Beobachtungen haben gezeigt, daß Fahrbahnschäden selbst bei Netzbrüchen in den Folgejahren nicht zu Schlaglöchern führten, sofern nur langsamer Verkehr herrschte (siehe Bild 10, S. 81).

5.9.3 Belastungsverbot während der Frost-Tau-Periode

Bei den hier gegebenen dünnen Befestigungsschichten vollzieht sich der Tauvorgang von oben nach unten /6/. Das unterhalb der Befestigungsschicht freiwerdende Wasser kann infolge des darunter noch gefrorenen Bodens bzw. noch anstehender Eislinsen nicht bzw. nur schlecht versickern. Die Folge ist eine rasche, über den vorhandenen Porenanteil (→) hinausgehende Wasseranreicherung der oberen Bodenschichten, vor allem unmittelbar unter der AOB-Befestigungsschicht, was eine deutliche Verringerung der Tragfähigkeit hervorruft.

Verkehrsbelastungen würden hier zu Überbeanspruchungen und damit zu den sog. Frostaufbrüchen führen.

Darüber hinaus ist noch zu bedenken, daß die durch Frosteinwirkung gehobene Asphaltsschicht bei Temperaturen wenig über dem Gefrierpunkt noch eine hohe Steifigkeit besitzt und eine gewisse Anpassungszeit benötigt, um sich der veränderten Unterlage wieder anzuschmiegen (siehe auch Punkt 5.5).

5.10

Wirtschaftlichkeit

Für die Einführung einer neuen Bauweise ist entscheidend, daß sie gegenüber vergleichbaren althergebrachten Bauweisen Vorteile bietet, d.h. sie muß entweder bei technischer Gleichwertigkeit billiger sein, bei Preisgleichheit technische Vorteile zeigen oder gleichzeitig in beiderlei Hinsicht überlegen sein.

Bezüglich der Tragfähigkeit ist der AOB (Einbaustärken 7 bis 12 cm) etwa mit einer Wegebefestigung ohne Bindemittel vergleichbar. Für eine Wirtschaftlichkeitsanalyse ist deshalb ein Vergleich mit dieser Bauweise anzustellen:

In einer Kostenübersicht, Tab. 16 sind für sämtliche Versuchsstrecken die Kosten getrennt für den Asphaltoberbau bzw. Oberbau, für den Erdbau und die Gesamtkosten jeweils mit den km-Einheitspreisen zusammengestellt.

Werden nun die hier interessierenden reinen Asphaltoberbaukosten bei einer gemäß Punkt 5.4 nach den örtlichen Verhältnissen in der Regel zu bemessenden Einbaudicken von 9 cm (Einbaugewicht von 210 kg/m²) verglichen mit den Oberbaukosten der Vergleichsstrecken des Bautyps 7 (entspricht nach RLW der Standardbauweise 7.10.3.3), so differieren die Preisunterschiede sehr stark (siehe Tab.17).

Versuchsstrecken	Asphaltoberbau- bzw. Oberbaukosten km-Einheitspreis		Preisunterschied bezogen auf die Oberbaukosten der Vergleichsstrecken	
	AOB-Strecken (Einbaustärke 9 cm) DM	Vergleichsstrecken DM	DM	DM
Zinzenzell	30 000.-	32 500.-	- 2 500.-	- 8
Marklkofen	40 300.-	20 200.-	+ 20 100.-	+ 100
Aspertsham	29 200.-	20 300.-	+ 8 900.-	+ 44
Aicha v.Wald/ Nammering	44 900.-	31 900.-	+ 13 000.-	+ 41

Tab. 17 Preisunterschiede zwischen AOB- und Oberbaukosten der Vergleichsstrecken

(In den Oberbaukosten der Vergleichsstrecken sind für die zur Standardausführung gehörenden Entwässerung bei Zinzenzell, Marklkofen und Aspertscham Kosten in Höhe von DM 4500.- und bei Aicha v.Wald/Nammering Kosten in Höhe von DM 6000.- enthalten.

Vermehrungsart	ZINZENZVOLL Weg Nr. 13	MARBLÖFEN Weg Nr. 35	ASPERTSHAM Weg Nr. 68	Weg Nr. 116025	Weg Nr. 116033/041	ALCHA v. Hald / NÄMMERING Weg Nr. 116106	Weg Nr. 117218	Weg Nr. 117285	Weg Nr. 117137/145
Gesamt-Regellänge AOB-Strecken 350 kg/m ² = 15 cm 280 kg/m ² = 12 cm 210 kg/m ² = 9 cm 180 kg/m ² = 8 cm 160 kg/m ² = 7 cm	640 m - - 220 m 100 m	600 m - 370 m - -	1020 m 350 m 410 m 190 m -	438 m - 106 m 96 m 129 m	50' - 262 m 135 m -	134 m - 134 m -	299 m - 110 m -	330 m - 112 m 101 m	519 m - 94 m 119 m 101 m
Vergleichs- strecken Bautyp 7 Bautyp 8	200 m 120 m	230 m -	70 m -	107 m -	107 m -	- -	95 m -	117 m -	205 m -
Asphaltoberbau- bzw. Überbaukosten									
AOB-Strecken 15 cm 12 cm 9 cm 8 cm 7 cm	- 6600,- 2300,- 5600,- 2520,-	- 14911,- -	24074,- 25173,- 8112,- -	- 4764,- 379,- 4424,- 2768,-	- 11774,- 5207,- -	6022,- -	- 44903,- -	- 5033,- 3464,- 3027,-	- 4224,- 4590,- 3464,- 5303,-
Vergleichs- strecken Bautyp 7 Bautyp 8	5320,- 2310,-	3611,-	1106,-	2768,-	2768,-	-	2456,-	-	-
Km-Einheitspreis AOB-Strecken 15 cm 12 cm 9 cm 8 cm 7 cm	- - 30000,- 23000,- 28000,- 21000,-	- 40300,- -	74500,- 61400,- 42700,- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Vergleichs- strecken Bautyp 7 Bautyp 8	28000,- 21000,-	15700,-	15800,-	3489,-	7900,-	1705,-	5830,-	4475,-	13788,-
Kosten für Erdbau (einmahl. örtliche Helfearwendungen)	18048,-	13830,-	32346,-	3689,-	3965,-	1705,-	5830,-	4475,-	13788,-
Km-Preis	28200,-	23100,-	31900,-	8500,-	7900,-	12800,-	19500,-	13600,-	26600,-
Gesamtkosten AOB-Strecken 15 cm 12 cm 9 cm 8 cm 7 cm	- 12800,- - - 5120,-	- 23440,- -	37241,- 38255,- 14175,- -	- 5658,- 4513,- 5513,- 3671,-	- 13835,- 6269,- -	- 7727,- -	- 7088,- -	- 6532,- 4833,- 4614,-	- 6721,- 7732,- 6147,- 10749,-
Vergleichs- strecken Bautyp 7 Bautyp 8	11240,- 5900,-	8910,-	3340,-	-	3610,-	-	4310,-	-	-
Km-Gesamt-Preis AOB-Strecken 15 cm 12 cm 9 cm 8 cm 7 cm	- - 58200,- - 51200,-	- 63400,- -	106400,- 91300,- 74600,- -	- 53400,- 47100,- 42800,- 34400,-	- 52800,- 46500,- -	57700,-	- 64000,- -	- 58500,- 47900,- 39500,-	- 71500,- 65400,- 60900,- 52500,-
Vergleichs- strecken Bautyp 7 Bautyp 8	56200,- 49200,-	38800,-	47700,-	34400,-	33800,-	-	45500,-	-	-
Bemerkungen	für Kies hohe Transportkosten (ca. 25 km Anfahrts) Asphaltoberbau aufgrund seiner Grobauschiebung kostengünstiger		für Asphalt- oberbau weite Anfahrts- Zonen selbst keine Kosten- ermittlung Durch den Einbau einer Schichtschicht von 20-30 cm Sand mit dem Preis 15560,-/RM/km		Bei den km-Gesamt-Preisen der Vergleichsstrecken sind noch Mehrkosten für die Entwasserung (Standardausführung bei Bautyp 7) in Höhe von etwa 6000,-DM/km zu berücksichtigen.				

Tab. 16 Kostenübersicht (Regelkosten ohne Kosten für Plattendruckversuche und Bohrkernuntersuchungen)

Es wird deutlich, daß sich die AOB-Bauweise bei großen Anfahrtswegen für Mineralstoffe wie Kies und gleichzeitig kostengünstiger Bezugsmöglichkeit von bituminösem Mischgut durch Großausschreibung, wie diese Umstände in Zinzenzell gegeben waren, allein durch den Preisvergleich von Material- und Herstellungskosten bereits den wirtschaftlichen Vorsprung sichern kann.

Bei den übrigen Versuchsstrecken sind zwar die AOB-Befestigungen wesentlich teurer, für die Wirtschaftlichkeitsaussage ist aber deren größere Haltbarkeit von entscheidendem Einfluß. Für genaue und eingehende Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ist es notwendig, wie bereits unter Punkt 5.7 hingewiesen, die Entwicklung der Fahrbahnschäden weiter zu beobachten.

Insbesondere ist es unerläßlich, die erforderlichen finanziellen Aufwendungen für Ausbesserungen und Instandsetzungen für einen größeren Zeitraum nach Zeit, Art und Umfang zu verfolgen.

Die Preiswürdigkeit der AOB-Bauweise dürfte aber auch bei einem angemessenen Preisanstieg von bituminösen Erzeugnissen gewahrt bleiben, sofern die Preise für Mineralstoffe wie bisher ebenfalls eine deutlich steigende Tendenz aufweisen. Ungewöhnliche Preisschübe können die Relationen allerdings verändern.

In Abb. 13 ist die Preisentwicklung der bituminösen Tragdeckschichten mit dem Einbaugewicht von 210 kg/m^2 und der Schottertragschichten mit einer Einbaudicke von 15 cm für Flurbereinigungsgebiete im Bayer. Wald dargestellt.

Die Preise sind Mittelwerte einschließlich Mehrwertsteuer aus den Ausschreibungen der Flurbereinigungsdirektion Landau a.d. Isar für das Gebiet nördlich der Donau lt. Baurichtsatzverzeichnis. In den Baurichtsatzverzeichnissen der Jahre 1970 - 1973, die sich jeweils auf die Kostensituation des vorangegangenen Baujahres beziehen, waren Preisbereiche (gerasterte Darstellung) angegeben.

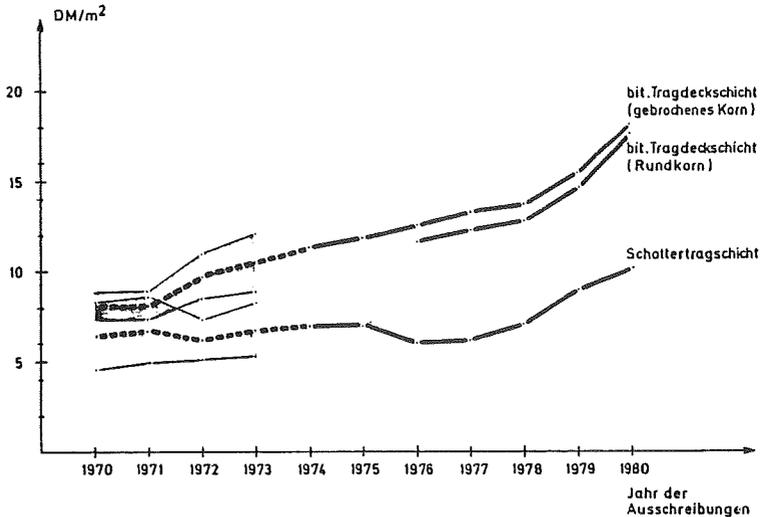


Abb. 13 Preisentwicklung der bituminösen Tragdeckschichten mit dem Einbaugewicht von 210 kg/m^2 (Einbaudicke 9 cm) und der Schottertragschichten 0/45 mit einer Einbaudicke von 15 cm im Bayer. Wald

In Tab. 18 ist die Preisentwicklung der letzten Jahre bei bituminösen Tragdeckschichten mit Rundkorn und gebrochenem Korn neben den Schottertragschichten im einzelnen ersichtlich. Neben den Preisen $/\text{m}^2$ sind für den Zeitraum 1976 - 1980 die jährlichen und gesamten Preissteigerungen absolut und relativ angegeben.

Während für diesen Zeitraum die gesamte Preissteigerung bei bituminösen Tragdeckschichten mit Rundkorn etwa 50 %, mit gebrochenem Korn etwa 45 % beträgt, liegt dieser Wert für Schottertragschichten sogar bei nahezu 70 %.

Jahr der Ausschreibung	Bituminöse Tragdeckschicht 0/16, 210 kg/m ² herstellen (Rundkorn)				
	Preis/m ² DM	jährliche Preissteigerung DM	gesamte Preissteigerung DM	jährliche Preissteigerung Z	gesamte Preissteigerung Z
1976	11,70				
1977	12,30	0,60		5,1	
1978	12,80	0,50		4,1	
1979	14,70	1,90		14,8	
1980	17,70	3,--	6,--	20,4	51,2
	Bituminöse Tragdeckschicht 0/16, 210 kg/m ² herstellen (gebrochenes Korn)				
	Preis/m ² DM	jährliche Preissteigerung DM	gesamte Preissteigerung DM	jährliche Preissteigerung Z	gesamte Preissteigerung Z
1976	12,60				
1977	13,30	0,70		5,6	
1978	13,70	0,40		3,0	
1979	15,50	1,80		13,1	
1980	18,20	2,70	5,60	17,4	44,4
	Schottertragschicht 0/45, 345 kg/m ² (15cm) herstellen				
	Preis/m ² DM	jährliche Preissteigerung DM	gesamte Preissteigerung DM	jährliche Preissteigerung Z	gesamte Preissteigerung Z
1976	6,05				
1977	6,20	0,15		2,5	
1978	7,10	0,90		14,5	
1979	9,05	1,95		27,5	
1980	10,20	1,15	4,15	12,7	68,6

Tab. 18 Preise und Preissteigerungen von bituminösen Tragdeckschichten mit einem Einbaugewicht von 210 kg/m² Rundkorn und gebrochenes Korn und von Schottertragschichten mit einer Einbaudicke von 15 cm für den Zeitraum von 1976 bis 1980. (Die Preise sind Mittelwerte einschließlich Mehrwertsteuer aus den Ausschreibungen der Flurbereinigungsdirektion Landau a. d. Isar für das Gebiet nördlich der Donau lt. Baurichtsatzverzeichnis des jeweils darauffolgenden Jahres).

6 Anwendbarkeit im ländlichen Wegebau

6.1 Bauausführung

Die AOB-Bauweise stellt aufgrund ihres einfachen konstruktiven Aufbaues eine entsprechend einfache und rasch auszuführende Wegebefestigung dar. Eine wichtige Frage ist die Tragfähigkeit des Bodens.

In der Regel wird es genügen, wenn der planende Ingenieur die für die Anwendbarkeit der Bauweise geeigneten örtlichen Bodenverhältnisse durch Augenscheinnahme beurteilt. Eine Überprüfung erfolgt während der Bauausführung bei der Beseitigung des Mutterbodens. Der abschließende Nachweis der ausreichenden Standfestigkeit wird schließlich mit dem Befahren des Planums durch die Mischguttransportfahrzeuge geführt (siehe Bild 12).

Nur in Zweifelsfällen, z.B. bei sehr unterschiedlichen Bodenverhältnissen kann es zweckmäßig sein, die Tragfähigkeit der Unterlage vorweg durch Befahren mit einem beladenen Lkw mit 5 t Achslast gemäß TV-LW zu prüfen. Von zeit- und kostenaufwendigen Lastplattenversuchen sollte abgesehen werden, um den Baufortschritt nicht zu hemmen und die Einfachheit der Bauweise zu erhalten.

Wie unter Punkt 5.6.1 bereits hingewiesen, sind während der Bauausführung gute Witterungsverhältnisse unabdingbar.

Die beim AOB notwendige unmittelbare Aufeinanderfolge von Herstellung des Planums und Einbau der Asphaltsschicht ist einzuhalten. Nur so können Niederschläge schadlos vom Planum abgehalten und damit eine wesentlich höhere Haltbarkeit der Befestigung erreicht werden.

Der Ausbau von Wegeführungen in der AOB-Bauweise sollte im Flurbereinigungsverfahren zur Erzielung des Ausschreibungsvorteils großer Baulose gemeinsam mit den vorgesehenen Straßen- und Wegebaumaßnahmen in den üblichen Vorausbau-Abschnitten erfolgen. Dabei muß allerdings gewährleistet bleiben, daß die AOB-Befestigungen nicht zur Anfahrt später erfolgnder Baumaßnahmen benutzt werden. Wenn jedoch ein weiterer Baustellenverkehr zu erwarten ist, muß aus Gründen der Haltbarkeit, wie die Erfahrungen aus den Versuchs-

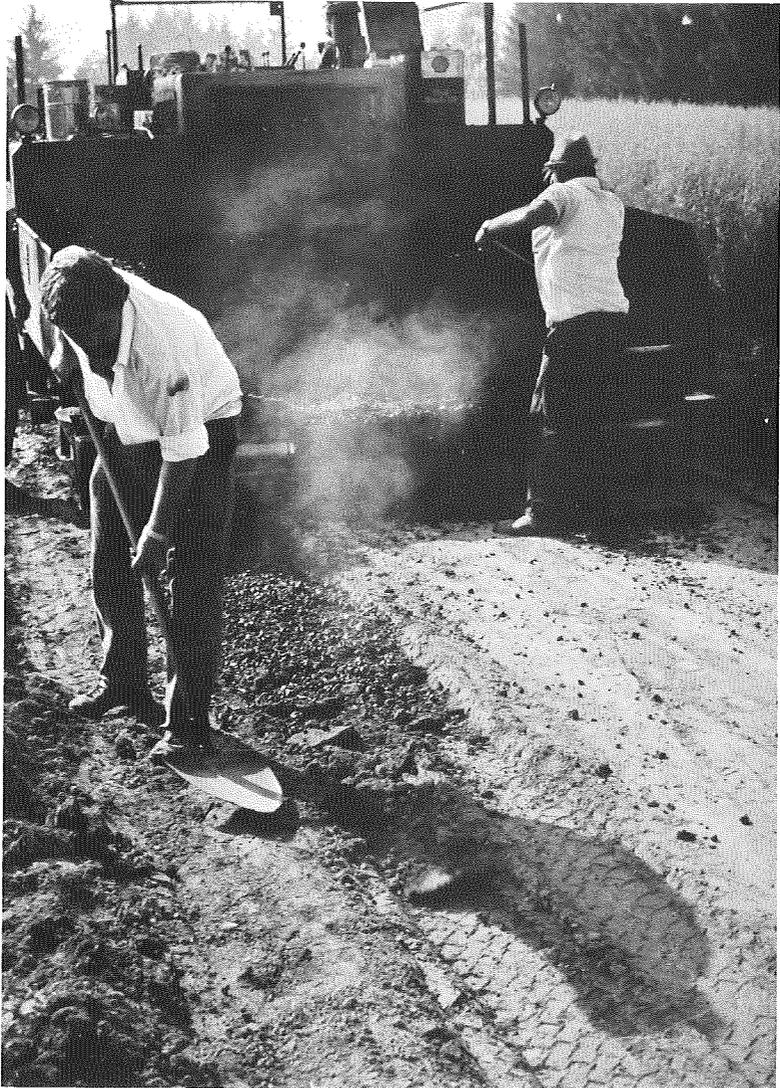


Bild 12 Tragfähigkeit des Bodens ($E_{v_2} \sim 30 \text{ N/mm}^2$) gerade noch ausreichend; Fahrspuren der Mischguttransportfahrzeuge sind auszugleichen (Versuchsstrecke Nr. 116 041 in Aicha v. Wald)

streckenbeobachtungen lehren (siehe Bild 9, S. 80), zunächst auf den Erschließungsvorteil verzichtet werden.

Zu Fragen der Herstellung des Planums, des Einbaues und der Verdichtung der Befestigungsschicht vgl. Punkt 5.6 und 5.7.

6.2 Bau auf bestehenden Wegen

Die Befestigung alter bestehender Wege, z.B. Gehöftzufahrten, kann im sog. Zwischenausbau (\rightarrow) verbessert werden (siehe Bild 13).

Der Zwischenausbau unterscheidet sich von der reinen AOB-Bauweise insbesondere dadurch, daß die Asphaltsschicht nicht unmittelbar auf das Erdplanum verlegt wird, sondern auf einen bereits vorhandenen, in der Regel ohne Bindemittel befestigten Straßenkörper.

Wenn auch dieser Ausbau keinen AOB im strengen Sinne darstellt, so sollte er ihm doch aufgrund des bautechnischen Aufwands zugerechnet werden.

Die Anwendung des AOB in dieser Form ist aber aus Gründen der Haltbarkeit nur dann sinnvoll, wie auch unter Punkt 5.6.2 ausgeführt, wenn über die gesamte Wegebreite gleiche Tragfähigkeitsverhältnisse herrschen, d.h. die bestehende Linienführung beibehalten werden kann und vor allem die vorhandene Wegebreite ausreicht.

Durch die bestehenden Wegebefestigungen können sehr gute Tragfähigkeitswerte E_{v2} des Untergrundes ($> 100 \text{ N/mm}^2$) angenommen werden. Vergleicht man dann die bei geringem Verkehr auftretenden Spannungen mit den zulässigen Belastungswerten (siehe Tab. 13a), so treten auch bei einer Schichtdicke von 7,5 cm und Achslasten bis zu 5 t außer bei hochsommerlichen Temperaturen keinerlei Überschreitungen auf. Das bedeutet, daß Wegebefestigungen mit einem Einbaugewicht von 180 kg/m^2 , ggf. auch 160 kg/m^2 , ausreichen, um die zugrunde gelegten geringen Verkehrsbelastungen schadlos zu überstehen, sofern sie im Sommer nicht hoher Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Den hierfür ausreichenden Schutz bietet die Schattenwirkung von vorhandenem Bewuchs. Sofern ein schattenspendender Bewuchs fehlt und Verformungen nicht in Kauf genommen werden können, sind höhere Einbaudicken erforderlich.

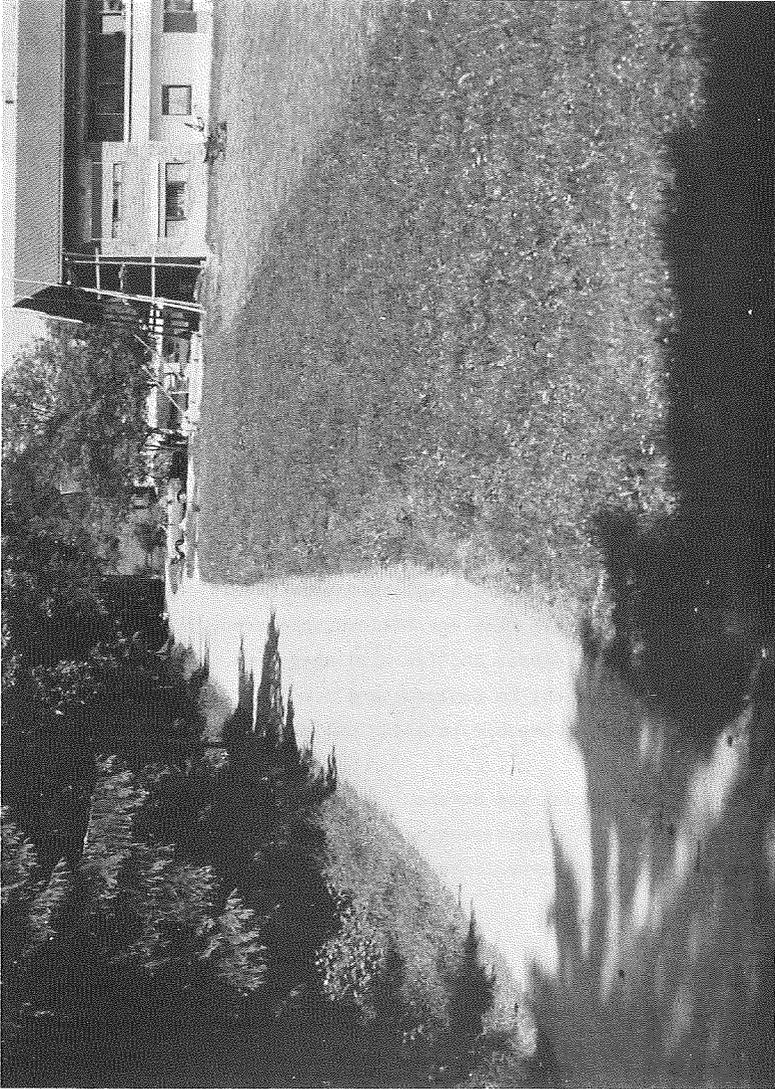


Bild 13 AOB-Wegebefestigung auf bestehender Hofzufahrt
(Windpassing, Weg Nr. 35)

6.3 Geländeanpassung, Umweltverträglichkeit

Durch die bei der AOB-Bauweise nur im geringen Umfang ausgeführten Erdbewegungen (siehe Baugrundsätze, Punkt 3.3.1) ist eine sehr gute Geländeanpassung der Wegeanlagen gegeben (siehe Bild 4, S. 27 und Bild 15, S. 97). Auch der Verzicht auf Seitengräben mag zur Geländeanpassung beitragen.

Gerade durch die Anwendung der AOB-Bauweise bei bestehenden Wegen kann mit der Beibehaltung von Linienführung und Wegebreite vorhandener Pflanzenbewuchs erhalten bleiben und damit - neben der erreichten ökologischen Bedeutung und dem bereits im Punkt 6.2 erwähnten bautechnischen Vorteil - durch ein unverändert vielfältiges Landschaftsbild der optische Eindruck einer guten Geländeanpassung noch wesentlich verstärkt werden.

Bitumen als Baustoff selbst enthält keine gesundheitsgefährdenden Substanzen und ist umweltverträglich. Bitumen erweist sich z.B. als ausgesprochen lebensfreundlicher Bestandteil des sog. biologischen Verbaus, d.h. bei der Böschungssicherung mit Pflanzen. Die Ungefährlichkeit dieses Stoffes wird aber auch dadurch deutlich, daß seine Verwendung im Zusammenhang mit Trinkwasserspeichern und in Grundwasserschutzgebieten ausdrücklich zugelassen ist /26/.

Mit der Befestigung von Straßen und Wegen mit bituminösen Bindemitteln werden Staubemissionen ganz beseitigt und hinsichtlich Lärmbelästigung eine wesentliche Dämpfung erreicht.

6.4 Flächenbedarf

Im Gegensatz zur vergleichbaren Wegebefestigung ohne Bindemittel werden bei AOB-Wegebefestigungen im allgemeinen keine Entwässerungseinrichtungen ausgeführt (siehe Baugrundsätze unter Punkt 3.3.2).

Dadurch wird ein wesentlich geringerer Flächenbedarf erforderlich (siehe Bild 14). Diese Flächenminderung kann effektiv bis zu 50 % betragen, wenn bei Grünlandlagen mit fließendem Übergang zum Gelände die Flächen bis zum Fahrbahnrand genutzt werden.



Bild 14 Größerer Flächenbedarf durch die Entwässerungseinrichtung bei
Wegebefestigungen ohne Bindemittel

6.5 Ausschaltung der Erosion in steilen Lagen

Einer der wesentlichen Vorteile der AOB-Befestigung gegenüber den ohne Bindemittel befestigten Wegen ist die Ausschaltung der Erosion in steilen Lagen (z. B. steile Zufahrten zu übergeordneten Straßen, siehe Bild 15). Während die Vergleichsstreckenabschnitte der erst im Jahre 1979 angelegten Versuchsstrecken in Aicha v. Wald und Nammering bereits im zweiten Jahr nach Fertigstellung ab einem Gefälle von etwa $>8\%$ Erosionsschäden in dem Ausmaß zeigten, daß gründliche Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich geworden sind (siehe Bild 11, S. 82), haben sich im Gegensatz dazu an den AOB-Befestigungen keinerlei Schäden gebildet, die auf Steigungsverhältnisse - auch nicht bei Extremwerten zwischen 15 und 20 % - zurückzuführen sind.

6.6 Wirtschaftliche Nutzenanwendung

Die Darlegungen unter Punkt 5.10 belegen die Wirtschaftlichkeit des AOB unter den dort getroffenen Einschränkungen. Ergänzend wird ausgeführt:

Die AOB-Bauweise ist zweifelsfrei bei Steigungen $> 8\%$ den Wegebefestigungen ohne Bindemittel überlegen. Insbesondere in Mittelgebirgslagen, aber auch im Almwegebau bei den meist vorhandenen sehr guten Untergrundverhältnissen bringt die Anwendung wirtschaftliche Vorteile; hier wäre es denkbar, auch standardisierte leichte bituminöse Wegebefestigungen durch die AOB-Bauweise zu ersetzen.

Auch im ebenen Gelände ist in besonderen Fällen der AOB-Bauweise der Vorzug zu geben, z.B. beim Ausbau von bestehenden Wegen (siehe Punkt 6.2). Ergeben sich beim Ausbau von bestehenden Wegen Wünsche für eine nur geringfügige Wegeverbreiterung, sollte im Zweifelsfall darauf verzichtet werden, um die AOB-Bauweise wirtschaftlich zur Anwendung zu bringen; die vorhandene Tragfähigkeit des bestehenden Weges kann voll genutzt, die Befahrbarkeit verbessert und nicht zuletzt die Haltbarkeit erhöht werden.

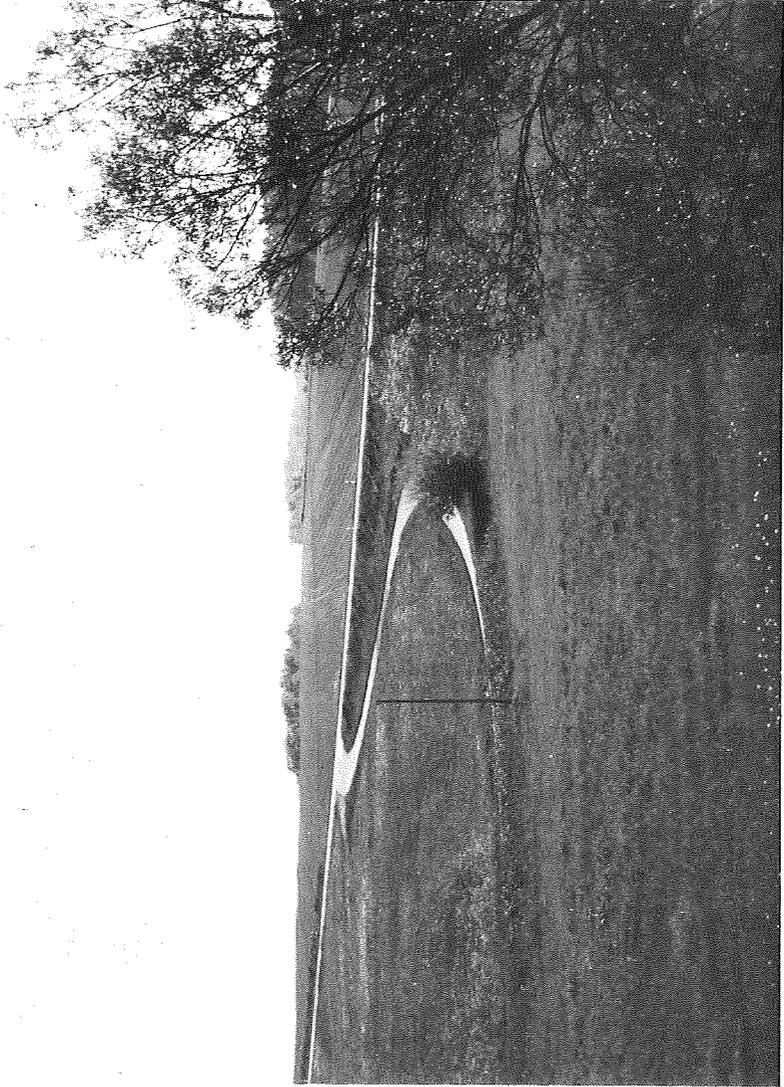


Bild 15 Steile AOB-Auffahrt zu einer übergeordneten Straße
(Versuchsstrecke Nr. 116 106 in Aicha v. Wald)

Literatur

- /1/ Blumer, M.
Praktischer Straßenbau
Band 2: Straßenbautechnik
Baufachverlag AG, Zürich, 1972
- /2/ Blumer, M.
Zum Verformungsverhalten bituminöser Beläge und Tragschichten
Bitumen, 37. Jg. Heft 3/1975, S. 73-87
- /3/ Dormon, G. M. u. Edwards, J.
Die Bemessung flexibler Fahrbahnbefestigungen
Bitumen, 28. Jg. Heft 1/1966, S. 2-9
- /4/ Dübner, R.
Asphaltstraßenbau
Einbauen und Verdichten von Asphaltmischgut
ARBIT-Schriftenreihe 'Bitumen' Heft 31, 3. Aufl., 1975
- /5/ Dübner, R.
Ländlicher Wegebau mit Asphalt
Bauausführung
ARBIT-Schriftenreihe 'Bitumen', Heft 42, 1980
- /6/ Eisenmann, J. und Leykauf G.
Probleme des Asphaltoberbaus
Bitumen-Teere-Asphalte-Peche, 3/1972, S. 115-120
- /7/ Eisenmann, J.
Wissenschaftliche Erkenntnisse im Asphaltstraßenbau und deren Auswirkung auf die konstruktive Gestaltung
Sonderdruck aus Straßen- und Tiefbau, Heft 4/1974, 9 S.
- /8/ Eisenmann, J.
Bemessung und Konstruktion von ländlichen Wegen
Straßen- und Tiefbau, 35. Jg., Heft 2/1981, S. 6-13
- /9/ Fuhrmann, W.
Ländlicher Wegebau mit Asphalt
ARBIT-Schriftenreihe 'Bitumen', Heft 36, 1975
- /10/ Harder, E.
Erprobungsstrecken mit Asphaltoberbau beim Neubau ländlicher Wege
Bitumen, 35. Jg., Heft 2/1973, S. 44-46
- /11/ Heukelom, W.
Dimensionierung und Schwingungsbeanspruchung
bei flexiblen Fahrbahnbefestigungen
Bitumen, 26. Jg., Heft 1/1964, S. 11-17
- /12/ Heukelom, W. u. Klomp, A.J.G.
Dynamic testing as a means of controlling pavements during and after construction (Dynamische Prüfungen, eine Möglichkeit zur Untersuchung von Fahrbahnbefestigungen während und nach dem Bau)
Shell Bitumen Reprint Nr. 12
- /13/ Johnson, E.M.
Die Entwicklung des Asphalt-Oberbaues in den USA
Bitumen, 33. Jg., Heft 2/1971, S. 39-43

- /14/ Leykauf, G. und Kawohl, W.J.
Ein Beitrag zur erforderlichen Dicke und zur Beanspruchung des
Asphaltoberbaus ein Vergleich zu den standardisierten Bauweisen
Straße und Autobahn 9/1972, S. 458-467
- /15/ Manß, G.
Grundlagen und Anwendung des Asphaltoberbaues
Bitumen, 33. Jg., Heft 8/1971, S. 221-228
- /16/ Meier, H.; Eisenmann, J. und Koroneos, E.
Beanspruchung der Straße unter Verkehrslast
Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Neue Folge, Heft 76,
Kirschbaum Verlag, Bad Godesberg, 1968
- /17/ Metelmann, P.
Gedanken zum Asphaltoberbau hinsichtlich seiner Bemessung
Straße und Autobahn 6/1972, S. 240-242
- /18/ Mittmeyer, H.
Der AASHO-Road-Test und die Bemessung von Fahrbahnbefestigungen
Straßen- und Tiefbau
Jg. 20, 1966, Heft 4, S. 316-320 und Heft 5, S. 444-450
- /19/ Möser, H.
Beiträge über Befestigung und Wirtschaftlichkeit von Flurbereinigungs-
wegen
Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch, 46. Jg., Heft 1/1969, S. 91-124,
BLV Verlagsgesellschaft München
- /20/ Möser, H.
Haltbarkeit, Unterhaltung und Wirtschaftlichkeit von Wegebefestigungen
Untersuchung an Wegebefestigungen in Flurbereinigungsverfahren
Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 58,
Landwirtschaftsverlag Hilstrup (Westf.), 1971
- /21/ Richter, E.
Asphaltbefestigung von Radwegen
Bitumen, 44. Jg., Heft 1/1982, S. 14-16
- /22/ Riester, E.
Asphaltoberbau für ländliche Wege
Bitumen, 36. Jg., Heft 4/1974, S. 111-114
- /23/ Simmer, K.
Grundbau
Teil 1: Bodenmechanik und erdstatische Berechnungen
17. neubearb. und erweit. Auflage
B.G. Teubner, Stuttgart, 1980
- /24/ Urban, R.
Zur Bemessung von Asphaltoberbau
Die neuen Bemessungsrichtlinien des Asphalt-Instituts
Bitumen, 33. Jg. Heft 7/1971, S. 203-210
- /25/ Wehner, B., Siedek P. und Schulze K.-H. (Hsgr.)
Handbuch des Straßenbaus
Band 3: Bemessungsverfahren und besondere Bauweisen
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1977
- /26/ -
Bitumen in unserer Umwelt
Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie e.V.
Sonderdruck, Hamburg, 1978

Vorschriften und Richtlinien

Richtlinien für den Straßenoberbau

- Standardausführungen -

RStO 75 (Ausgabe 1975)

Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Bonn

Richtlinien für den Straßenoberbau in Bayern

- Standardausführungen -

RStO-By 77 (Ausgabe 1977)

Bek. der Obersten Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern

MABl Nr. 13/1977, S. 321-352

Technische Vorschriften und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege

TV-LW 75 (Ausgabe 1975)

Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln
Arbeitsausschuß Ländliche Wege

Richtlinien für den ländlichen Wegebau

RLW 1975

Hrsg.: Kuratorium für Wasser und Kulturbauwesen e.V. (KWK)

Heft 103/1976

Kommissionsverlag: Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau

bituminöser Fahrbahndecken

Teil I: Oberflächenschutzschichten

TV bit 1/75 (Ausgabe 1975)

in: Straßenbau von A-Z

Sammlung der amtlichen Bestimmungen und technischen Richtlinien
für Straßenplanung, Straßenbautechnik und Straßenverkehrstechnik
Erich Schmidt Verlag, Berlin-Bielefeld-München, 147.Lfg., 1981

Technische Vorschriften und Richtlinien

für die Ausführung von Tragschichten im Straßenbau

TVT 72 (Ausgabe 1972)

in: Straßenbau von A-Z

Sammlung der amtlichen Bestimmungen und technischen Richtlinien
für Straßenplanung, Straßenbautechnik und Straßenverkehrstechnik
Erich Schmidt Verlag, Berlin-Bielefeld-München, 147. Lfg., 1981

Technische Vorschriften und Richtlinien

für die Ausführung von Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen
im Straßenbau

TVV 74 (Ausgabe 1974)

in: Straßenbau von A-Z

Sammlung der amtlichen Bestimmungen und technischen Richtlinien
für Straßenplanung, Straßenbautechnik und Straßenverkehrstechnik
Erich Schmidt Verlag, Berlin-Bielefeld-München, 147. Lfg., 1981

Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien

für Erdarbeiten im Straßenbau

ZTVE-StB 76 (Ausgabe 1976)

Berichtigte Fassung 1978

in: Straßenbau von A-Z

Sammlung der amtlichen Bestimmungen und technischen Richtlinien
für Straßenplanung, Straßenbautechnik und Straßenverkehrstechnik
Erich Schmidt Verlag, Berlin-Bielefeld-München, 147. Lfg., 1981

Merkblatt für den Asphaltoberbau
Ausgabe 1977
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln
Arbeitsgruppe Asphalt- und Teerstraßen

Merkblatt für den Asphaltoberbau
Ergänzung: Bau nachgeordneter Straßen in Gemeinden
Ausgabe 1979
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln
Arbeitsgruppe Asphalt- und Teerstraßen

Merkblatt für das Verdichten von bituminösem Mischgut
Ausgabe 1973
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln
Arbeitsgruppe Asphalt- und Teerstraßen

Merkblatt für die Instandhaltung ländlicher Wege
Ausgabe 1977
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln
Arbeitsgruppe Asphalt- und Teerstraßen

Unterhaltung der Gemeindestraßen und öffentlichen Feld- und Wald-
wege
Gem. Bek. der Bayer. Staatsministerien des Innern, der Finanzen und
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten v. 17.11.1980
LMB1. Nr. 11/1980, S. 203-213

Begriffsbestimmungen
Teil: Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik
Ausgabe 1978
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln

Begriffsbestimmungen
Teil: Straßenbautechnik
Ausgabe 1978
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln

Weitere einschlägige Literatur

Behr, H.

Asphaltoberbau auf der Versuchsstrecke Böblingen und im Großversuchsstand der Bundesanstalt für Straßenwesen
Stand der Untersuchungen - erste Meßergebnisse
Bitumen, 36. Jg., Heft 1/1974, S. 6-13

Behr, H. und Keller, H.

Die Anlage einer Versuchsstrecke für Asphaltoberbau bei Böblingen
Bitumen, 34. Jg., Heft 7/1972, S. 194-201

Blumer, M.

Erfahrungen und Maßnahmen zur Verhütung von Frost- und Tauschäden an Asphaltstraßen
Bitumen, 33. Jg., Heft 2/1971, S. 33-38

Blumer, M.

Überlegungen zum zweckmäßigen Aufbau flexibler Straßen
Bitumen, 37. Jg., Heft 2/1975, S. 33-43

Dübner, R.

Bitumen und Asphalt im Straßenbau - Technologie
ARBIT-Schriftenreihe 'Bitumen', Heft 23, 3. Aufl., 1972

Eisenmann, J. und Lempe, U.

Ermittlung der Werkstoffkonstanten und der Dauerfestigkeit von bituminös gebundenen Baustoffen
Straße und Autobahn, 21. Jg., Heft 3/1970, S. 89-97

Eschenbach, K.

Der Asphaltoberbau aus der Sicht des Bauunternehmers
Bitumen, 36. Jg., Heft 1/1974, S. 4-5

Floß, R.

Bodenmechanische Gesichtspunkte bei der Auswahl und Dimensionierung von Straßenbefestigungen
Straße und Autobahn, 24. Jg., Heft 1/1973, S. 17-26

Fuhrmann, W.

Einschichtige Asphaltbefestigungen für geringere Verkehrsbelastungen
Bitumen, Teere, Asphalt, Peche und verwandte Stoffe, 21. Jg., Heft 8/1970, S. 323-327

Gossow, K.

Der Einsatz von Vlies im Oberbau von Asphaltstraßen
- Erfahrungen aus der Praxis -
Der bituminöse Straßenbau
Das stationäre Mischwerk, Heft 1/1980, S. 12-18

Gragger, F.

Beitrag zur Frage der Wirtschaftlichkeit des Asphaltoberbaues
Straße und Autobahn, 23. Jg., Heft 12/1972, S. 626-633

Kankare, E.

Erfahrungen bei der Verwendung von Asphaltoberbau in Finnland
Bitumen, 35. Jg., Heft 7/1973, S. 178-181

- Kneidl, W.
Rationalisierung und Qualitätssteigerung im Wirtschaftswegebau
bei der Flurbereinigungsdirektion Ansbach
Bitumen, 35. Jg., Heft 2/1973, S. 36-40
- Knoll, E.
Der Asphaltoberbau aus der Sicht der Verwaltung
Bitumen, 36. Jg., Heft 1/1974, S. 2-4
- Köhne, K.-H.
Asphaltstraßenbau
Tragschichten
ARBIT-Schriftenreihe 'Bitumen', Heft 37, 1975
- Köhler, G.
Gedanken zum Asphaltoberbau
Resultate von Studien im Ursprungslande USA
Bitumen, 34. Jg., Heft 7/1972, S. 206-211
- Kučera, K.
Zur Verwendung von Asphaltfahrbahnbefestigungen ohne Frostschuttschicht
(Asphaltoberbau)
Bitumen, 33. Jg., Heft 6/1971, S. 163-167
- Kučera, K.
Bemerkungen zur Ausführung von Fahrbahnbefestigungen
mit Asphaltoberbau
Bitumen, 36. Jg., Heft 1/1974, S. 13-18
- Lempe, U.
Dynamischer Schubmodul und Dauerschubfestigkeit bituminös gebundener
Baustoffe
Ermittlung und Einfluß auf den Beanspruchungszustand bituminöser
Straßenbefestigungen
Forschungsbericht
Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 130, 1972
Hrsg. v. Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau, Bonn
- Löffler, K.
Sondermischgut für Radwege und ländliche Wege
Bitumen, 42. Jg., Heft 4/1980, S. 97-100
- Manß, G.
Hinweise für die Herstellung und Beobachtung von Fahrbahnbefestigungen
mit Asphaltoberbau auf Erprobungsstrecken
Bitumen, 34. Jg., Heft 8/1972, S. 232-235 u.255/256
- Manß, G.
Das Merkblatt für den Asphaltoberbau
Bitumen, 37. Jg., Heft 3/1975, S. 97-98
- Manß, G. und Proksch, H.
Der Asphaltoberbau in den Richtlinien für die Bemessung und Herstellung
von flexiblen Fahrbahnbefestigungen in der Schweiz, Frankreich und
Dänemark
Bitumen, 34. Jg., Heft 1/1972, S. 1-7

Migliarina, K.
Asphaltstraßenbau
Unterhaltung von Asphaltbefestigungen
ARBIT-Schriftenreihe 'Bitumen' Heft 32, 2. neubearbeitete Aufl., 1978

Möser, H.
Formänderungen an Wirtschaftswegen durch Verkehrsbeanspruchung
und klimatische Einflüsse
Wasser und Boden, Heft 3/1970, S. 51-54

Nakkel, E.
Gedanken zum Asphaltoberbau
Bitumen, 33. Jg., Heft 8/1971, S. 240-244

Nakkel, E.
Die Anwendung des Asphaltoberbaues
Straße und Autobahn, 24. Jg., Heft 2/1973, S. 53-62

Proksch, H.
Über die Anwendung von Asphalttragschichten und Asphaltoberbau
in den amerikanischen Bundesstaaten
Bitumen, 33. Jg., Heft 6/1971, S. 171-172 und S. 180

Rode, F.
Mischgut für den ländlichen Wegebau
Bitumen, 35. Jg., Heft 2/1973, S. 41-44

Schmuck, A.
Zwischenausbau von Erschließungsstraßen
Bitumen, 29. Jg., Heft 2/1967, S. 29-32

Stolhofer, W.
Erfahrungen mit Asphaltbefestigungen beim landwirtschaftlichen Wege-
bau in Flurbereinigungsverfahren
Bitumen, 33. Jg., Heft 2/1971, S. 44-46

-

Asphaltoberbau
Aufgabe, Erfahrung, Anwendung
Sonderheft, hrsg. v. der Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie e.V.,
Hamburg, 1973

Versuchsstrecken ZINZENZELL (Landkreis Straubing-Bogen)

Weg Nr. 13, Gesamtlänge 640 m

(Beschreibung des Wegeverlaufes von Westen, ab Straße)

Bodenart des Untergrundes: lehmiger Boden mit Steinen durchsetzt

Bodennutzungssystem: Ackerbau intensiv (Ai)

Größe des Einzugsgebietes: >80 ha

Ausbauart, Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse Vorzeichen ⁺)	[%]	Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	30 m	-	2,0		
	70 m	-	5,3		
	(S ₁ 100 m)				
Bautyp 7 20 cm Mineralbeton	50 m	-	4,9		
	50 m	-	6,3		
	(S ₂ 100 m)				
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	100 m	-	6,3		
	20 m	-	< 6,3		
	(S ₃ 120 m)				
Bautyp 7 20 cm Mineralbeton	100 m	+-			
	(S ₄ 100 m)				
Asphaltoberbau 7 cm Bitugranit 0/22 (160 kg/m ²)	30 m	+	2,9		
	40 m	+-			
	30 m	-	2,0		
	(S ₅ 100 m)				
Bautyp 8 15 cm Mineralbeton	30 m	-	2,0		
	90 m	-	5,9		
	(S ₆ 120 m)				
	640 m				

+) Neigungsverhältnisse:

+ Steigung

+- von Steigung zum Gefälle (Kuppe)

- Gefälle

-+ vom Gefälle zur Steigung (Wanne)

Weg Nr. 28, Gesamtlänge 580 m

(Beschreibung des Wegeverlaufes von Norden nach Süden)

Bodenart des Untergrundes: lehmiger Boden mit Steinen durchsetzt

Bodennutzungssystem: Grünland (mit Holzabfuhr)

Größe des Einzugsgebietes: > 50 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse Vorzeichen	Neigungsverhältnisse [%]	Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	90 m	-	9,4		
	(S ₁ 90 m)				
Bautyp 7 20 cm Mineralbeton	70 m	-	6,7		
	20 m (S ₂ 90 m)	++			
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	30 m	++			
	40 m	+	7,7		
	20 m (S ₃ 90 m)	+	11,3		
Bautyp 7 20 cm Mineralbeton	60 m	+	12,6		
	40 m (S ₄ 100 m)	+	16,6		
Asphaltoberbau 7 cm Bitugranit 0/22 (160 kg/m ²)	30 m	+	12,1		
	60 m	+	5,1		
	10 m (S ₅ 100 m)	+	15,2		
Bautyp 8 15 cm Mineralbeton	80 m	+	10,7		
	30 m (S ₆ 110 m)	+-			
	580 m				

Versuchsstrecke MARKLKOFEN (Landreis Dingolfing-Landau)

Weg Nr. 35, Gesamtlänge 600 m
(Beschreibung des Wegeverlaufes von Südosten, von der Straße zum Wald)

Bodenart des Untergrundes: sandiger Lehm

Bodennutzungssystem: Ackerbau intensiv (Ai)

Größe des Einzugsgebietes: > 50 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 9 cm Bitukies 0/22 (210 kg/m ²)	90 m	+	3,4		
	30 m	+ -			
	10 m	-	1,5		
	(S ₁ 130 m)				
Bautyp 7 30 cm Kies	50 m	-	1,5		
	80 m	- +			
	(S ₂ 130 m)				
Asphaltoberbau 9 cm Bitukies 0/22 (210 kg/m ²)	50 m	+	6,3		
	30 m	+	9,0		
	(S ₃ 130 m)				
Bautyp 7 30 cm Kies	100 m	+	9,0		
	(S ₄ 100 m)				
Asphaltoberbau 9 cm Bitukies 0/22 (210 kg/m ²)	70 m	+	10,4		
	40 m	+	7,8		
	(S ₅ 110 m)				
	600 m				

Versuchsstrecke ASPERTISHAM (Landkreis Mühldorf a.Inn)

Weg Nr. 68, Gesamtlänge: 1020 m
(Beschreibung des Wegeverlaufes von Norden, ab Gemeindeverbindungsstraße)

Bodenart des Untergrundes: Sand bis Lehm

Bodennutzungssystem: Ackerbau intensiv (Ai)

Größe des Einzugsgebietes: > 50 ha

Ausbauart, Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 15 cm Bitukies 0/22 (350 kg/m ²)	60 m	-	< 10,5	L	1. Teilstück (im Mai 1977 gebaut)
	120 m	-	9,4	L	
	60 m	-+		L	
	20 m	+	9,6	Flinz	
	70 m	+	< 13,3	S	
	20 m	+	< 8,7	L	
	(S ₁ 350 m)				
Asphaltoberbau 9 cm Bitukies 0/22 (210 kg/m ²)	20 m	+	5,5	L	
	60 m	+ -		L	
	50 m	-	10,2	L	
	40 m	-	< 10,2	sL	
	20 m	-+		Flinz	
	(S ₂ 190 m)				
Asphaltoberbau 12 cm Bitukies 0/22 (280 kg/m ²)	20 m	-+		Flinz	2. Teilstück (im Nov. 1976 gebaut)
	60 m	+	< 10,5	sL	
	50 m	+	8,8	S	
	70 m	+ -		L	
	30 m	-	8,8	sL	
	50 m	-+		L	
	130 m	+	< 6,5	sL	
(S ₃ 410 m)					
Bautyp 7 30 cm+10 cm0/32 Kiestragschicht	70 m	+	< 9,5	sL	
	(S ₄ 70 m)				
	1020 m				

Versuchsstrecken AICHA v.Wald (Landkreis Passau)

Weg Nr. 116 025, Gesamtlänge 438 m
(Beschreibung des Wegeverlaufes von Osten nach Westen)

Bodenart des Untergrundes: Lehm

Ausbau auf bestehendem Feldweg (S₁ - S₃)
mit ca. 1 m Verbreiterung; S₄ auf bestehender Grasfahrt

Bodennutzungssystem: überwiegend Ackerbau intensiv (Ai)
(10% der Erschließungsfläche Wald)

Größe des Einzugsgebietes: >10 ha

Ausbauart, Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	23 m	+	15,5	L	
	49 m	+	5,4		
	34 m	+ -			
	S ₁ 106 m				
Asphaltoberbau 7 cm Bitugranit 0/22 (160 kg/m ²)	58 m	-	2,9	L	
	71 m	-	4,4		
	S ₂ 129 m				
Bautyp 7 15 cm Tragschicht, un- sortiert 140 kg/m ² 0/32 Deckschicht	47 m	-	5,5	L	
	60 m	-	8,0		
	S ₃ 107 m				
Asphaltoberbau 8 cm Bitugranit 0/22 (180 kg/m ²)	56 m	-	9,5	L	
	40 m	-	8,0		
	S ₄ 96 m				
	438 m				

Weg Nr. 116 033 / 116 041, Gesamtlänge 504 m
(Beschreibung des Wegverlaufes von Osten nach Westen)

Bodenart des Untergrundes: Lehm
z. T. Ausbau auf bestehendem Feldweg
(S₁ - S₂)

Bodennutzungssystem: überwiegend Ackerbau intensiv (Ai)
(20% des Einzugsgebietes Wald)

Größe des Einzugsgebietes: > 20 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	90 m	-	1,4	L	Weg Nr. 116 033
	43 m	-	1,0		
	28 m	-	2,2		
	S ₁ 161 m				
Asphaltoberbau 8 cm Bitugranit 0/22 (180 kg/m ²)	55 m	-	2,9	L	
	27 m	-	4,4		
	27 m	-	6,1		
	26 m	-	7,5		
S ₂ 135 m					
Bautyp 7 15 cm Tragschicht, un- sortiert 140 kg/m ² 0/32 Deckschicht	107 m	-	7,5	L	
	S ₃ 107 m				
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	51 m	-	3,2	L	
	26 m	++			
	24 m	+	3,1		
	S ₄ 101 m				
504 m					

Weg Nr. 116 106, Gesamtlänge 134 m
 (Beschreibung des Wegeverlaufes von der Gemeindeverbindungsstraße)

Bodenart des Untergrundes: Lehm

Bodennutzungssystem: teils Ackerbau intensiv (Ai), teils Grünland (Gr)

Größe des Einzugsgebietes: >10 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	59 m	-	14,5	L	
	21 m	-	16,2		
	9 m	-	9,5		
	9 m	-	4,9		
	11 m	-	1,9		
	25 m	++			
	134 m				

Weg Nr. 117 218, Gesamtlänge 299 m
(Beschreibung des Wegeverlaufes von Osten nach Westen)

Bodenart des Untergrundes: Lehm bis sandiger Lehm

Bodennutzungssystem: überwiegend Ackerbau intensiv (Ai)

Größe des Einzugsgebietes: > 10 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen	
		Vorzeichen	[%]			
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	25 m	+	7,5	L		
		+ -				
	10 m	-	2,6			
	10 m	-	8,0			
	17 m	-	13,0			
	19 m	-	17,7			
	9 m	-	14,6			
	20 m	-	8,2			
	S ₁ 110 m					
Bautyp 7 15 cm Tragschicht, un- sortiert 140 kg/m ² 0/32 Deckschicht	67 m	-	5,1	sL		
	18 m	-	7,8			
	10 m	-	10,9			
		S ₂ 95 m				
Asphaltoberbau 7 cm Bitugranit 0/22 (160 kg/m ²)	11 m	-	12,5	sL		
	58 m	-	13,4			
	12 m	-	10,6			
	6 m	-	8,3			
	7 m	-	1,2			
		S ₃ 94 m				
	299 m					

Weg Nr. 117 285, Gesamtlänge 330 m
 (Beschreibung des Wegeverlaufes von Westen, ab GVStr.)

Bodenart des Untergrundes: Lehm

Bodennutzungssystem: überwiegend Ackerbau intensiv (Ai)
 (etwa 1/3 des Einzugsgebietes Wald)

Größe des Einzugsgebietes: > 10 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	5 m	-	3,1	L	
	8 m	-	10,1		
	13 m	-	13,0		
	8 m	-	9,9		
	6 m	-	4,8		
	16 m	++			
	9 m	+	3,4		
	18 m	+	6,0		
	29 m	+	9,0		
	S ₁ 112 m				
Bautyp 7 15 cm Tragschicht, un- sortiert, 140 kg/m ² 0/32 Deckschicht	37 m	+	7,7	L	
	36 m	+	9,5		
	44 m	+	11,1		
	S ₂ 117 m				
Asphaltoberbau 7 cm Bitugranit 0/22 (160 kg/m ²)	43 m	+	9,8	L	
	52 m	+	11,4		
	6 m	+	5,2		
	S ₃ 101 m				
	330 m				

Versuchsstrecke NAMMERING (Landkreis Passau)

Weg Nr. 117 137 / 117 145, Gesamtlänge 519 m
(Beschreibung des Wegeverlaufes von Süden nach Norden)

Bodenart des Untergrundes: Flinz mit großen Steinen (ϕ 1 - 3 m) durchsetzt
Ausbau auf bestehendem Feldweg

Bodennutzungssystem: Überwiegend Ackerbau intensiv (Ai)
(etwa 30% des Einzugsgebiet Wald)

Größe des Einzugsgebietes: >10 ha

Ausbauart Einbaustärke	Wegelänge	Neigungsverhältnisse		Bodenart des Untergrundes	Bemerkungen
		Vorzeichen	[%]		
Asphaltoberbau 9 cm Bitugranit 0/22 (210 kg/m ²)	10 m	+	6,4		
	19 m	+	11,5		
	19 m	+	15,5		
	29 m	+	19,6		
	17 m	+	15,8		
S ₁	94 m				
Bautyp 7 15 cm Tragschicht, un- sortiert 140 kg/m ² 0/32 Deckschicht	44 m	+	15,8		
	19 m	+	13,1		
	29 m	+	6,0		
	10 m	+	4,2		
S ₂	102 m				
Asphaltoberbau 7 cm Bitugranit 0/22 (160 kg/m ²)	11 m	+	4,2		
	44 m	+	2,8		
	19 m	+	5,6		
	27 m	+	12,1		
S ₃	101 m				
Bautyp 7 15 cm Tragschicht, un- sortiert 140 kg/m ² 0/32 Deckschicht	17 m	+	10,5		
	21 m	+	7,2		
	65 m	+	4,8		
S ₄	103 m				
Asphaltoberbau 8 cm Bitugranit 0/22 (180 kg/m ²)	12 m	+	4,8		
	33 m	+	2,8		
	31 m	+	6,5		
	19 m	+	2,7		
	8 m	+	5,2		
	16 m	+	9,0		
S ₅	119 m				
	519 m			Flinz	

Meßwerte der Plattendruckversuche
 an der Versuchsstrecke Zinzenzell (Weg Nr. 13)

Profil Nr.	M e ß s t e l l e Kilometrierung	Ev ₁ -Wert N/mm ²	Ev ₂ -Wert N/mm ²	Ev ₂ /Ev ₁	Bodenart des Untergrundes bzw. Unterbaues	Bemerkungen
-	0 + 008	65,2	132,4	2,03	Flinz, L m.Steinen durchsetzt	
-	0 + 010	64,3	107,1	1,67	L	
1	0 + 026	25,4	48,9	1,93	sL	
2	0 + 051	50,6	126,8	2,51	Flinz	
3	0 + 076	25,6	73,8	2,88	Flinz	
4	0 + 101	38,8	89,1	2,30	Flinz	
5	0 + 126	50,0	132,4	2,65	Flinz	
7	0 + 176	48,9	97,8	2,00	bind.	
8	0 + 203	30,4	56,3	1,85	bind.Boden	~ 10 cm Aufschüttung m. Flinz
11	0 + 232	34,6	65,2	1,88	Flinz	~ 20 cm Aufschüttung
14	0 + 262	14,8	38,1	2,57		~ 20 cm Aufschüttung m. Flinz
16	0 + 297	13,2	41,7	3,16		~ 20 cm " (m. Steinen durchsetzt)
17 + 5 m	0 + 327	16,0	42,5	2,66		~ 20 cm " (m. Steinen durchsetzt)
18	0 + 347	16,4	50,6	3,09		~ 20 cm " (m. Steinen durchsetzt)
19 + 5 m	0 + 377	21,4	44,6	2,08	L m.Steinen durchsetzt	
20 + 10 m	0 + 407	19,6	38,8	1,98	bind.Boden	
21 + 5 m	0 + 427	32,6	57,7	1,77	L	
22	0 + 455	25,9	48,9	1,89	bind.Boden	
25	0 + 485	30,0	56,3	1,88		~ 10 cm Aufschüttung m. Flinz
27	0 + 519	36,3	56,3	1,55		~ 15 cm (m. Steinen durchsetzt)
29	0 + 536	11,1	38,8	3,50		~ 15 cm Aufschüttung
31	0 + 554	32,6	57,0	1,75		~ 25 cm (m. Steinen durchsetzt)
33	0 + 575	15,8	45,9	2,91		~ 40 cm "
35	0 + 591	18,6	31,5	1,69	sL	~ 5 cm Aufschüttung
37	0 + 607	17,7	46,4	1,62	sL	~ 10 cm
38 + 10 m	0 + 627	16,3	46,9	2,88		~ 20 cm (m. Steinen durchsetzt)

Meßwerte der Plattendruckversuche
an der Versuchsstrecke Zinzenzell (Weg Nr. 28)

Profil Nr.	M e ß s t e l l e Kilometrierung	Ev ₁ -Wert [N/mm ²]	Ev ₂ -Wert [N/mm ²]	Ev ₂ /Ev ₁	Bodenart des Untergrundes bzw. Unterbaues	Bemerkungen
-	0 + 010	59,2	60,0	1,01	Flinz	~ 50 cm Aufschüttung m. Flinz
2	0 + 035	35,7	61,6	1,73	Flinz	~ 20 cm
4	0 + 056	30,4	53,6	1,76	bind. Boden m. Steinen durchsetzt	
6	0 + 084	32,1	72,6	2,26	"	
7	0 + 094	6,8	16,9	2,48	"	wasserführend
9	0 + 112	26,5	47,4	1,79	"	
12	0 + 139	32,1	67,2	2,09	"	
13	0 + 162	12,5	30,6	2,45	"	
14 + 8 m	0 + 191	6,1	18,5	3,03	Flinz	~ 40 cm Aufschüttung m. Flinz
16	0 + 213	16,3	34,9	2,14	L	
19	0 + 241	50,0	118,4	2,37	sL	m. Steinen durchsetzt
22	0 + 269	20,8	41,3	1,99	L	m. Steinen durchsetzt
25	0 + 298	12,9	35,7	2,77	Flinz	~ 10 cm
26 + 10 m	0 + 327	11,8	36,6	3,10	Flinz	~ 30 cm
29	0 + 353	26,5	48,9	1,85	L	~ 40 cm
31	0 + 368	50,0	109,8	2,20	L	"
34	0 + 390	25,3	58,4	2,31	L	"
37	0 + 417	28,8	81,8	2,84	L	"
39 + 5 m	0 + 438	26,2	65,2	2,49	bind. Boden	"
43	0 + 467	37,5	63,4	1,69	L	"
44 + 10 m	0 + 487	26,2	58,4	2,23	sL	"
45 + 10 m	0 + 512	24,7	58,4	2,36	L	"
46 + 15 m	0 + 542	37,5	95,7	2,55	Flinz	"
49 + 10 m	0 + 585	22,3	52,3	2,35	Flinz, L	"

Messwerte der Plattendruckversuche
an der Versuchsstrecke Markkofen (Weg Nr. 35)

Profil Nr.	M e ß s t e l l e Kilometrierung	Ev ₁ -Wert [N/mm ²]	Ev ₂ -Wert [N/mm ²]	Ev ₂ /Ev ₁	Bodenart des Untergrundes bzw. Unterbaues	Bemerkungen
-	0 + 015	11,3	45,9	4,06	kiesiges Material	~ 1 m Aufschüttung
2	0 + 040	19,9	58,1	2,92	"	~ 30 cm "
3	0 + 060	23,8	54,2	2,28	lehmig-kiesiges Material	"
5	0 + 087	12,2	29,6	2,43	sL	~ 30 cm "
8	0 + 116	14,0	34,9	2,49	sL	
10	0 + 135	32,6	65,2	2,00	sL	
13	0 + 159	34,9	72,6	2,08	sL	
17	0 + 195	13,4	36,0	2,69	sL	
18 + 10 m	0 + 215	22,3	28,7	1,29	sL	
19 + 15 m	0 + 240	1,8	8,2	4,56	sL	
22	0 + 262	14,0	36,3	2,59	sL	
24	0 + 281	15,0	44,6	2,97	sL	
26	0 + 299	9,0	25,7	2,86	sL	
28	0 + 329	23,2	46,9	2,02	sL	
29	0 + 349	31,7	64,3	2,03	sL	
30 + 5 m	0 + 374	6,8	34,1	5,02	sL	
32	0 + 414	10,9	28,3	2,60	sL	
33	0 + 433	18,4	46,4	2,52	sL	
36	0 + 464	13,6	32,8	2,41	sL	
39	0 + 492	13,6	25,7	1,89	sL	
41 + 5 m	0 + 527	5,9	18,1	3,07	sL	
42 + 5 m	0 + 547	12,2	30,2	2,48	sL	
44	0 + 582	6,8	19,1	2,81	sL	

Meßwerte der Plattendruckversuche
der Versuchsstrecke Aspertscham (Weg Nr. 68)

Meßstelle	Ev ₁ -Wert N/mm ²	Ev ₂ -Wert N/mm ²	Ev ₂ /Ev ₁	Bodenart des Untergrundes bzw. des Unterbaues	Bemerkungen
0 + 050	4,1	11,1	2,71	L	auf Erdplanum 20 - 30 cm Sandschütrschicht
0 + 200	2,8	3,0	1,07	L	
0 + 350	5,7	25,3	4,44	L	
0 + 500	4,3	19,3	4,49	sL	
0 + 650	6,1	22,5	3,69	S	
0 + 800	8,7	21,2	2,44	L	
0 + 900	9,0	27,1	3,01	sL	

Messwerte der Plattendruckversuche
der Versuchsstrecken Aicha v. Wald und Nammering

Versuchsstrecke (Weg Nr.)	Messstelle Profil Nr.	Kilometrierung	EV ₁ -Wert [N/mm ²]	EV ₂ -Wert [N/mm ²]	Bodenart des Untergrundes bzw. Unterbaues	Bemerkungen
116 025	5	0 + 072	27,7	68,2	L, alter Weg	
	15	0 + 154	33,8	105,9	L, alter Weg	
	21	0 + 282	20,5	52,9	L, alter Grasweg	
	26	0 + 398	24,0	37,2	L	
116 033/041	1	0 + 104	57,8	117,4	L, alter Weg	
	8	0 + 242	49,1	93,1	L	
	12	0 + 349	14,1	30,9	L	
	16	0 + 453	21,0	41,2	L	
116 106	10	0 + 070	5,1	10,7	L	~50 cm Dammschüttung
117 218	4	0 + 043	19,6	28,3	L	Versuchsstrecke durch Hangterrasse mit Aufschüttung und Abtrag
	13 - 14	0 + 141	32,1	69,2	sL	
	23	0 + 242	29,2	49,1	sL	
117 285	14 - 15	0 + 063	7,7	25,5	L	
	28	0 + 190	2,0	5,0	L	
	37	0 + 269	11,6	38,0	L	
117 137/145	6	0 + 060	15,6	31,7	Flinz, alter Weg	
	14	0 + 152	33,1	64,3	Flinz, alter Weg	
	24	0 + 252	17,9	41,9	Flinz, alter Weg	
	36	0 + 335	17,9	36,7	Flinz, alter Weg	
	49	0 + 476	39,0	138,5	Flinz, alter Weg	

Meßwerte der Plattendruckversuche
an den älteren außerhalb der Untersuchung angelegten AOB-Strecken

Strecke Weg Nr.	Meßstelle (Kilometrierung)	Ev ₁ -Wert N/mm ²	Ev ₂ -Wert N/mm ²	Ev ₂ /Ev ₁	Bodenart des Untergrundes bzw. Unterbaues	Bemerkungen
Windpassing Weg Nr. 35	0 + 010	18,4	34,2	1,86	L mit Steinen	bestehende Hauszufahrt
	0 + 090	4,1	9,5	2,30	L mit Steinen	
	0 + 139	4,7	11,5	2,47		
Germansdorf Weg Nr. 57	0 + 070	5,1	34,6	6,77	L	
	0 + 110	8,8	13,6	1,55	L	
	0 + 160	3,9	8,9	2,26	L	
	0 + 220	11,7	18,8	1,60	L	
Jahrdorf Weg Nr. 43	0 + 050	7,6	22,0	2,89	L mit Steinen	
	0 + 130	4,6	12,9	2,81	L mit Steinen	
	0 + 200	26,1	61,4	2,35	L mit Steinen	
	0 + 300	7,7	17,7	2,29	L mit Steinen	

Bohrkernuntersuchungen
der Versuchsstrecken Zinzenzell, Marklkofen und Asperrthum

Versuchsstrecke Meg. Nr.	Kernstücken des Bohrkerns	Einkuntheilung Kilometrierung	Einhängewicht Sollwert Istwert kg/m ²	Schichtdicke		Bindemittelgehalt Sollwert Istwert Gew.-%	Kornanteile < 2 mm		Sand 0,09/2 mm Sollwert Istwert Gew.-%	Füllergehalt		Hohlraumgehalt (nach TV-LM) Vol.-% Vol.-%	
				Sollwert cm	Istwert cm		Sollwert Gew.-%	Istwert Gew.-%		Sollwert Gew.-%	Istwert Gew.-%	Sollwert Vol.-%	Istwert Vol.-%
Zinzenzell Meg. Nr. 13	V/1	0 + 046	210	199	9	8,6	5,0	66,4	27,6	26,1	6,0	6,6	8,5
	V/2	0 + 275	210	184	9	7,9	4,6	67,3	26,1	26,1	6,0	6,6	7,7
	V1/3	0 + 500	160	141	7	6,1	4,7	68,0	25,2	25,2	6,0	6,6	8,6
Meg. Nr. 28	V/5	0 + 235	210	205	9	8,7	4,6	67,3	26,1	26,1	6,0	6,6	6,9
	V/6	0 + 043	210	182	9	7,8	4,6	67,3	26,1	26,1	6,0	6,6	7,5
	V1/4	0 + 423	160	150	7	6,5	4,7	68,0	25,2	25,2	6,0	6,6	8,8
Marklkofen Meg. Nr. 35	MI/1	0 + 053	210	254	9	10,3	4,0	68,5	24,9	22,8	6,6	6,4	1,4
	MI/2	0 + 088	217	217	8,9	8,9							2,6
	MI/3	0 + 310	194	194	8,0	8,0							3,2
	MI/4	0 + 372	219	219	9,1	9,1							3,8
	MI/5	0 + 546	228	228	9,4	9,4							3,4
Asperrthum Meg. Nr. 68	11		350		15	13,3	5,5	6,0		20,5		6,4	5,3
	12					14,3							2,8
	13					14,6							5,1
	14					15,0							2,7
	15					15,2							5,5
	6		280		12	10,2	5,5	5,5		21,6		5,1	2,6
	7					11,5							2,7
	8					11,5							1,8
	9					12,5							2,0
	10					11,5							2,5
1		210		9	7,2	5,6	5,6		19,8		5,6	2,8	
2					8,9							2,2	
3					8,4							3,7	
4					9,7							1,7	
5					9,3							2,2	

* Sollwerte bei den Versuchsstrecken Zinzenzell gemäß Eignungsprüfung, Bohrgp 19/74

Sollwerte bei der Versuchsstrecke Marklkofen gemäß Eignungsprüfung, EP 4.125

Bohrkernuntersuchungen
der Versuchsstrecken Aicha v. Wald und Nannering

Versuchsstrecke Weg Nr.	Kernstücken des Bohrkerns	Einknismessstelle Klammersierung	Einbaugesicht		Schichtdicke		Bindemittelgehalt		Kornanteile > 2 mm		Sand 0,09/2 mm		Füllergehalt		Inhaltsmenge (nach IV-14)	
			kg/m ²	kg/m ²	cm	cm	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
116 025	A 7	0 + 072	210	193	9	8,2	5,6	5,5	62,8	61,6	26,2	26,5	11,0	11,9	5,6	3,8
	A 10	0 + 398	180	129	8	5,4	5,4	5,4	61,4	61,4	26,5	26,5	12,1	12,1	5,6	3,1
	A 14	0 + 154	160	138	7	5,7	5,2	5,2	66,9	66,9	23,2	23,2	9,9	9,9	5,6	2,3
116 033/41	A 5	0 + 104	210	190	9	8,0	5,5	5,5	61,6	61,6	26,5	26,5	11,9	11,9	5,6	2,8
	A 6	0 + 453	210	186	5	5,1	5,5	5,5	61,6	61,6	26,5	26,5	11,9	11,9	5,6	6,2
	A 9	0 + 242	180	174	8	7,3	5,4	5,4	61,4	61,4	26,5	26,5	12,1	12,1	5,6	3,5
116 106	A 1	0 + 070	210	194	9	8,1	5,5	5,5	61,6	61,6	26,5	26,5	11,9	11,9	5,6	2,0
117 218	A 2	0 + 043	210	185	9	8,3	5,5	5,5	61,6	61,6	26,5	26,5	11,9	11,9	5,6	9,0
	A 11	0 + 242	160	173	7	7,6	5,2	5,2	66,9	66,9	23,2	23,2	9,9	9,9	5,6	8,2
117 285	A 3	0 + 063	210	225	9	9,8	5,5	5,5	61,6	61,6	26,5	26,5	11,9	11,9	5,6	6,4
	A 12	0 + 249	160	165	7	7,3	5,2	5,2	66,9	66,9	23,2	23,2	9,9	9,9	5,6	8,9
117 137/145	A 4	0 + 060	210	189	9	8,4	5,5	5,5	61,6	61,6	26,5	26,5	11,9	11,9	5,6	8,3
	A 8	0 + 476	180	148	8	6,5	5,4	5,4	61,4	61,4	26,5	26,5	12,1	12,1	5,6	8,0
	A 13	0 + 252	160	155	7	6,6	5,2	5,2	66,9	66,9	23,2	23,2	9,9	9,9	5,6	5,3

*) Sollwerte gemäß Eigenschaftsprüfung (EP 9.215)

Verkehrszählung an den Versuchsstrecken Zinzenzell
- Protokoll - (Beobachter: Reitbauer F.)

Datum	Weg Nr.	Uhrzeit	Anzahl der Fahrzeuge mit mehr als 5 t Nutzlast (DTV)	Art des Fahrzeugs	zulässige Achslast (nach RLW t)	Anzahl der Achslastübergänge	Anzahl der 5 t-Achslast- übergänge	
14.8.1981	13	8.00		2 Traktoren u. 1 Anhänger	5	6		
		8.35	2	Traktor m. Anhänger (zurück)	5	4	3	
		9.00		Traktor (zurück)	5	2		
		10.10		Pkw	1	2		
		10.20		Pkw	1	2		
		10.25		Pkw	1	2		
		11.00	1	Mähdröschler	5	2	2	
		12.10		Traktor m. Anhänger	5	4		
		12.15	2	Traktor m. Anhänger (zurück)	5	4	3	
		12.20	1	Mähdröschler (zurück)	5	2	2	
			6				30	10
		28	6.30			Traktor m. Ladewagen	5	3
	7.15				Traktor	5	2	
	7.30		2		Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2
	9.10				Traktor (v. Wald)	5	2	
	9.30				Traktor	5	2	
	10.00				Traktor (zurück)	5	2	
	10.15				Pkw	1	2	
	10.40				Traktor (zurück)	5	2	
	14.00				Pkw	1	2	
	14.30				Pkw	1	2	
	15.10				Traktor m. Ladewagen	5	3	
	15.40				Traktor (zurück)	5	2	
	16.00				Traktor m. Ladewagen	5	3	
	16.15		2		Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2
	16.25				Traktor m. Ladewagen	5	3	
	16.40		2		Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2
	17.30			Traktor	5	2		
18.10			Traktor (zurück)	5	2			
	6				43	6		
17.8.1981	13	7.10		Pkw	1	2		
		7.20		Pkw (zurück)	1	2		
		9.30		Traktor m. Ladewagen	5	3		
		9.50	2	Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2	
		10.20		Traktor m. Ladewagen	5	3		
		10.40	2	Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2	
		13.00		Traktor m. Ladewagen	5	3		
		13.20	2	Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2	
		14.00		Traktor m. Ladewagen	5	3		
		14.25	2	Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2	
	15.05		Traktor m. Ladewagen	5	3			
	15.25	2	Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2		
		10				34	10	
	28	6.55			Traktor m. Ladewagen	5	3	
		7.40			Traktor	5	2	
		8.05	2		Traktor m. Ladewagen (zurück)	5	3	2
		11.15			Traktor (zurück)	5	2	
		11.30			Pkw	1	2	
		12.05			Pkw (zurück)	1	2	
		14.30			Traktor m. Anhänger	5	4	
16.00		2		Traktor m. Holzanhänger (zur.)	5	4	3	
16.45			Traktor m. Anhänger	5	4			
17.30	2		Traktor m. Anhänger (zurück)	5	4	3		
	6				30	8		

BegriffsbestimmungenAASHO-Road-Test

Anlaß zur Durchführung des AASHO-Road-Tests bildete die nach 1945 in den USA verstärkt zunehmende Auffassung der Straßenbau-fachwelt, daß die Gewichtsgröße der Fahrzeugachsen und die Häufig-keit ihres Auftretens im Straßenverkehr das Verhalten von Fahrbahn-befestigungen entscheidend bestimmen.

Mit dem AASHO-Road-Test wurde die Beziehung zwischen dem Verhalten flexibler und starrer Fahrbahnbefestigungen von konstanten Material-eigenschaften aber unterschiedlicher Dicke ihrer Elemente (Decke, obere und untere Tragschicht bei den flexiblen, bzw. Betonplatte und Tragschicht bei den starren Befestigungsabschnitten) einerseits und der Zahl der Übergänge mit 10 verschiedenen Achslasten (6 Einzelachsen von 0,9 - 13,6 t und 4 Tandemachsen von 10,9 - 21,8 t) andererseits bei nur einer Bodenart des Erdplanums, nämlich eines Lehmbodens mit einem niedrigsten CBR-Wert von 2 - 4 /18/ hergeleitet.

Asphalt

Gemisch aus Bitumen und Mineralstoffen, vorwiegend technisch herge-stellt → DIN 55 946.

Asphaltoberbau (AOB)

Unter Asphaltoberbau wird eine Befestigungsschicht im Straßen-und Wegebau verstanden, die aus bituminösem Mischgut hergestellt und unmittelbar auf dem Erdplanum des vorhandenen, ggf. verbesserten oder verfestigten Untergrundes bzw. Unterbaues verlegt wird. Die Asphalt-schicht wird also unter Verzicht auf nichtgebundene Trag-schichten bzw. einer Frostschuttschicht direkt auf den gewachsenen Untergrund (nach Abschieben des Mutterbodens) oder auf geringfügige Dammschüttungen aufgebracht. Der Oberbau besteht im ländlichen Wegebau also aus einer Asphaltschicht.

Ausrollgrenze

Wassergehalt eines bindigen Bodens an der Grenze zwischen bildsamem und halbfestem Zustand → DIN 18 122.

Bauklasse

Einteilung der Verkehrsbelastung zum Zweck der Dimensionierung des Oberbaus durch die Fahrzahl der Lkw mit mehr als 5 t Nutzlast und der Busse in 24 Stunden.

Befahrbarkeit

- a) Möglichkeit, eine Schichtoberfläche zu befahren im Hinblick auf Auswirkungen für den Bestand der Schicht und/oder auf den Fahr-komfort.
- b) Subjektive Wertung eines Fahrhahnoberflächenzustandes (siehe auch Befahrbarkeitsbeiwert).

Befahrbarkeitsbeiwert

Formelmäßig berechneter Wert der Befahrbarkeit aufgrund objektiver Messungen.

Bemessung

Festlegung einer Gesamtkonstruktion oder eines Konstruktionsteils für eine bestimmte Beanspruchung nach Dicke, Qualität, Form usw. unter Berücksichtigung bestimmter Kriterien (Festigkeit, Verarbeitungsbe-dingungen, Erfahrungswerte u.a.).

Beobachtungsstrecke

Straßenabschnitt, der nach den bei der Herstellung gültigen Vorschriften und Richtlinien gebaut wird und bei dem Baustoffe, Bauverfahren oder Bauweisen unter üblichen Bau- und Umweltbedingungen beobachtet werden.

Biegezugfestigkeit

Rechnerische Biegezugspannung beim Bruch von Probekörpern bei der Biegeprüfung.

Bindemittel

Stoff mit der Eigenschaft, die Einzelkörper eines Mineralstoffgemisches zu einer dauerhaft zusammenhängenden Masse zu verbinden.

Bindemittelgehalt (bit)

Menge des Bindemittels in Gew.-% bezogen auf das gesamte Mischgut.

Binderschicht

Bituminöse Schicht, die durch Qualität und Materialeigenschaften einen Übergang zwischen Trag- und Deckschicht herstellt.

Bindiger Boden

Feinkörniger Boden, bei dem die Bodenkörner aneinanderhaften und der mit steigendem Wassergehalt von einer harten über eine plastische in eine flüssige Masse übergeht.

Bitumen

Die bei der schonenden Aufarbeitung von Erdölen gewonnenen dunkelfarbigem, halbfesten bis springharten, schmelzbaren, hochmolekularen Kohlenwasserstoffgemische und die in Schwefelkohlenstoff löslichen Anteile der Naturasphalte → DIN 55 946.

Bitumenemulsion

Gemisch aus Bitumen und Wasser, in dem das Bitumen sehr fein verteilt ist.

Bitumenschlämme

Wässrige Dispersion aus Bitumenemulsion, Füller und Sand

Bituminöse Bindemittel

Bitumen, Teer und andere Bindemittel auf Bitumen- oder Teerbasis.

Bleibende Verformung

Dauernde Formänderung der Straßenbefestigung oder einzelner Teile davon durch Materialumlagerungen und/oder Bruch (siehe auch: sich 'rückbildende Verformung').

Boden, Lockergestein, Erde

Nicht oder nur wenig miteinander verkittete Materialien, die durch Zerstörung bzw. Verwitterung von Felsgestein infolge Wasser, Frost, Wind, Bewuchs und/oder chemischer Aufschlüsselung oder durch organogene Vorgänge entstanden sind.

Bodenart

Einteilung und Benennung der Böden nach dem gewichtsmäßig am stärksten vertretenen oder die bestimmenden Eigenschaften prägenden Korngrößenbereich (anorganische Bodenarten) bzw. nach dem Grad der Zersetzung (organische Bodenarten) → DIN 4022.

Bodengefüge, Bodenstruktur (LB)

Art der räumlichen Anordnung der festen Bestandteile (z.B. Krümelstruktur, Einzelkornstruktur) und der davon abhängigen Hohlräume (Porenvolumen).

Bodengruppe

Einteilung der Bodenarten nach der stofflichen Zusammensetzung und einander ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften unabhängig vom Wassergehalt und der Dichte des Bodens → DIN 18 196.

Bodenkenngröße (Bodenkennzahl)

Werte zur Kennzeichnung bestimmter physikalischer Eigenschaften von Böden.

Boden- und Felsklassen

Einteilung der Böden- und Felsarten in sieben Klassen entsprechend ihrem Zustand beim Lösen (Oberboden; fließende-, leicht lösbare-, mittelschwer lösbare-, schwer lösbare Bodenarten; leicht lösbarer-, schwer lösbarer Fels) → DIN 18 300.

Bodenklassifikation

Einteilung der Bodenarten nach bodenmechanischen Eigenschaften
→ DIN 18 196 oder nach ihrer Lösbarkeit (bzw. Bearbeitbarkeit)
→ DIN 18 300.

Bodenprobe

Probe für bodenphysikalische Versuche, eingeteilt nach Gesichtspunkten der Entnahme, der Entnahmetechnik und der Verwendung. Die Güte der Proben wird in 5 Klassen (1 = weitgehend ungestört, 5 = völlig gestört) unterteilt, abhängig von der einwandfreien Bestimmbarkeit bestimmter bodenphysikalischer Kenngrößen und Eigenschaften → DIN 4021.

Bodenverbesserung

Verfahren zur Verbesserung der Einbaufähigkeit und Verdichtbarkeit von Böden; auch Bezeichnung der fertiggestellten Schicht → TVV.

Bodenverfestigung

Verfahren zur Herstellung einer dauerhaft tragfähigen, gegen Beanspruchung durch Verkehr und Klima widerstandsfähigen Bodenschicht durch Einmischen von Bindemittel; auch Bezeichnung der fertiggestellten Schicht → TVV.

Bohrkern

Beim Bohren mit Hohlbohrern gewonnene Material- oder Baugrundproben.

Bohrkernfestigkeit

Rechnerische Druckspannung beim Bruch von Bohrkernen infolge axialer Druckbelastung.

CBR-Wert (California Bearing Ratio)

Empirisches Maß für die Tragfähigkeit von ungebundenen Tragschichten, Unterbau und Untergrund.

Decke

Oberer Teil des Oberbaus. Bituminöse Decken bestehen aus Deckschicht und in der Regel ein oder zwei Binderschichten.

Deckschichten

sind der oberste Teil des Oberbaus und werden auf Tragschichten eingebaut. Sie dienen zum Schutz der Tragschichten vor unmittelbarer Beanspruchung durch den Verkehr und Einflüsse der Witterung sowie zur Verbesserung der Ebenheit von Fahrbahnoberflächen.

Dichte

Quotient aus Masse und Volumen eines Stoffes oder Stoffgemisches
→ DIN 1306.

Dimensionierung

Teil der Bemessung, der die Dicke und die Form festlegt.

Druckfestigkeit

Rechnerische Druckspannung von Baustoffen beim Bruch von Probekörpern
infolge axialer Druckbelastung → DIN 1048, DIN 1996 und DIN 52 105.

Drucksetzungslinie

Graphische Darstellung der Setzung in Abhängigkeit von einer stufenweise
oder kontinuierlich veränderten Last.

Duktilität

Länge des Fadens, der sich aus einem bituminösen Bindemittel unter fest-
gelegten Versuchsbedingungen ziehen läßt → DIN 52 013.

Ebenheit

Übereinstimmung der tatsächlichen Schichtoberfläche in Längs- und
Querrichtung mit einem geplanten oder in die vorhandene Oberfläche
gedachten, ausmittelnden Linienzug aus Straßenentwurfselementen, wobei
die Rauheit außer acht gelassen wird.

Eigenüberwachung

Im Rahmen der Güteüberwachung vom Hersteller durchgeführte regelmäßige
Überprüfungen von Baustoffen und Baustoffgemischen.

Eigenüberwachungsprüfung

Prüfungen durch den Auftragnehmer oder dessen Beauftragten, um fest-
zustellen, ob die Güteeigenschaften der Baustoffe, Baustoffgemische und
der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen.

Eignungsprüfung

Prüfung zur Ermittlung einer technisch einwandfreien und für den vor-
gesehenen Verwendungszweck vorteilhaften Zusammensetzung und Beschaf-
fenheit des geforderten Mischgutes unter Beachtung der technischen
Vorschriften und Richtlinien.

Einbautemperatur

Temperatur des abgeladenen bituminösen Mischgutes unmittelbar vor
dem Verteilen.

Eislinse

Eiskristallbildung im frostempfindlichen Boden, die in der Nähe der
Null-Grad-Isotherme durch Wassernachschub stark anwächst. Ursache
der Frosthebungsschäden.

Elastizitätsmodul

Kennwert für das elastische Formänderungsverhalten eines Stoffes
(→ Steifigkeitsmodul).

Entwässerung

Bauliche oder biologische Maßnahmen zum Fernhalten oder Abführen
von Wasser vom Straßenkörper.

Erosion

Auswaschen von Boden durch fließendes Wasser, Wellenschlag oder
Niederschläge sowie Abtragung durch Wind.

Erprobungsstrecke

Straßenabschnitt, bei dem das Gebrauchsverhalten neuartiger Baustoffe, Bauverfahren oder Bauweisen unter üblichen Bau- und Umweltbedingungen meßtechnisch erfaßt und ggf. zu Vergleichsstrecken in Bezug gesetzt wird.

Erweichungspunkt

Temperatur, bei der ein bituminöses Bindemittel eine bestimmte Konsistenz annimmt → DIN 52 011.

Feinkörniger Boden

Boden mit mehr als 40 Gew.-% Bestandteilen bis 0,06 mm Korngröße → DIN 18 196.

Festigkeit

Auf die Flächeneinheit bezogene Widerstandskraft, die feste Stoffe einer Verformung oder einer Trennung (Rißbildung, Abscheren, Bruch) entgegensetzen.

Fließende Bodenarten

Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben → DIN 18 300, ZTVE-StB.

Fließgrenze

Wassergehalt eines bindigen Bodens am Übergang von der flüssigen zur bildsamen Zustandsform → DIN 18 122.

Fließwert

Bei der MARSHALL-Prüfung bis zum Belastungsmaximum in Druckrichtung auftretende Formänderung des Prüfkörpers → DIN 1996.

Flinz

Ortsübliche Bezeichnung für einen schwachtonigen, glimmerhaltigen Mergel, der dichtgelagert und meist wasserundurchlässig ist. Durch Regen oder Einschlämmen wird Flinz hochelastisch.

Fremdüberwachung

Überwachung der Herstellung von Baustoffen, Baustoffgemischen und Bauteilen durch eine für die Überwachung anerkannte Prüfstelle bzw. Güteüberwachungsgemeinschaft.

Frostaufbruch

Verwölbung und Durchbrechen einer Straßenbefestigung infolge Verkehrsbelastung bei mangelnder Tragfähigkeit von Unterbau bzw. Untergrund im Zeitraum des Frostaufgangs.

Frostaufgang

Zeitraum nach einer Frostperiode, in dem sich alle Bereiche einer Straßenbefestigung wieder über 0° C erwärmen.

Frostempfindliche Böden

Böden, in denen sich bei Frost unter Zutritt von Wasser Eislinsen bilden.

Frostempfindlichkeit

Eigenschaft von Böden oder Baustoffen, die Gefügeveränderungen oder Schädigungen durch Frost unterliegen.

Frostempfindlichkeitsklassen (Boden)

Einteilung der Boden- oder Felsarten nach der Neigung zur Eislinsenebildung:

- F 1 nicht frostempfindlich;
- F 2 gering bis mittel frostempfindlich;
- F 3 sehr frostempfindlich.

Frosthebung

Hebung der Straßenbefestigung oder der Geländeoberfläche infolge Eislinsenebildung im Boden.

Frostindex

Summe der mittleren Tagestemperaturen der Luft vom Beginn bis zum Ende einer Frostperiode (Einheit: Grad-Tage).

Frostschäden

Schäden an Straßenbefestigungen und Bauwerken als direkte oder indirekte Folge der Einwirkung von Frost in Verbindung mit Wasser.

Füller

Gesteinsmehle oder andere feinkörnige Stoffe, die durch das 0,09 mm Maschenprüfsieb hindurchgehen.

Gewachsener Boden

Boden, der durch einen abgeklungenen, erdgeschichtlichen Vorgang entstanden ist → DIN 1054.

Grobkörniger Boden

Boden mit höchstens 5 Gew.-% Bestandteilen bis 0,06 mm Korngröße → DIN 18 196.

Güteüberwachung

Überwachung der Erzeugnisse eines Herstellers auf Einhaltung der vorgeschriebenen Qualitätsmerkmale durch den Hersteller selbst (Eigenüberwachung) und durch ein zugelassenes Prüfinstitut (Fremdüberwachung).

Haarriß

Feiner Riß in Bauteilen.

Haftmittel (bit)

Zusatzstoff zur Verbesserung der Haftung des bituminösen Bindemittels am Gestein, insbesondere bei Einwirkung von Wasser.

Halbraum, elastisch-isotoper

Eine gedachte, waagrechte Ebene teilt den dreidimensionalen Raum in zwei Hälften. Die obere sei leer, die untere dagegen mit einem homogenen, vollelastischen Stoff gefüllt, der also den elastisch-isotropen Halbraum darstellt.

Obwohl für den Boden das HOOKE'sche Gesetz nur näherungsweise gilt, haben Erfahrungen gezeigt, daß sein Verhalten dem des elastisch-isotropen (homogenen) Halbraumes nahekommt /23/.

Heißeinbau

Einbau von bituminösem Mischgut, das abhängig vom Bindemittel eine niedrigste Einbautemperatur zwischen 60^o und 200^o C zuläßt.

Hohlraumgehalt

Verhältnis des Hohlraums zum Gesamtvolumen.

Instandhaltung

Die Instandhaltung umfaßt die Unterhaltung und die Instandsetzung. Sie erstreckt sich auf den ganzen Wegekörper mit Fahrbahn, Seitenstreifen und Böschungen, auf die Gräben und sonstigen Entwässerungsanlagen, auf die Bauwerke wie Mauern, Brücken und Durchlässe, auf die Bepflanzung sowie auf die Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen.

Instandsetzung

Die Instandsetzung umfaßt Maßnahmen zur Behebung von Schäden, die über die Unterhaltung hinausgehen.

Kapillarität

Die Fähigkeit eines feinporigen Bodens oder Baustoffes infolge Oberflächenspannungen Wasser über einen freien Wasserspiegel anzuheben.

Körnungsbereich

Durch Größt- und Kleinstkorn gekennzeichnete Bereich einer Körnung bzw. eines Korngemisches.

Konsistenz (bit)

Sammelbezeichnung für rheologische Eigenschaften eines Stoffes. Sie schließt den Zusammenhang einzelner, z. T. voneinander abhängiger Eigenschaften ein, z. B. Viskosität, Thixotropie, Oberflächenspannung, Kohäsion, Adhäsion usw. → DIN 16 515.

Konsistenz (Boden)

Vom Wassergehalt abhängiger Zustand eines bindigen Bodens.

Konsistenzzahl (Boden)

Bodenkenngröße, die den Zustand eines Bodens in Abhängigkeit von seinen Plastizitätsgrenzen und vom Wassergehalt angibt → DIN 18 122.

Kontrollprüfung

Vom Auftraggeber veranlaßte Prüfung zur Feststellung, ob die Güteeigenschaften von Baustoffen, Baustoffgemischen und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Ihre Ergebnisse werden der Abnahme und Abrechnung zugrunde gelegt. Zu prüfen sind neben höhen- und profilgerechter Lage der Wegebauaßnahme an Bohrkernen Einbaudicke, Einbaugewicht, Hohlraumgehalt und Kornzusammensetzung.

Korndichte

Masse der festen Einzelbestandteile des Bodens, bezogen auf das Volumen der Einzelbestandteile einschließlich der in der Festmasse eingeschlossenen Poren → DIN 18 124 und DIN 4015.

Korngestufte Gemische

Korngemische, deren Kornverteilungskurve einen stetigen Verlauf innerhalb vorgegebener Grenzen hat.

Korngrößenverteilung

Nach Korngruppen aufgliederte Zusammensetzung von Korngemischen.

Korngruppe, Kornklasse

Alle Korngrößen zwischen zwei gewählten Prüfkorngrößen, durch die sie bezeichnet werden → DIN 66 100.

Kornverteilungskurve (Sieblinie)

Graphische Darstellung einer Korngrößenverteilung als Summenlinie → ISO-Norm 2395.

Ländliche Wege

Ländliche Wege unterscheiden sich von den Straßen durch den Verkehr, der auf ländlichen Wegen in der Regel langsamer und geringer ist. Sie sollen die rationelle Bewirtschaftung der land- und forstwirtschaftlichen Grundstücke ermöglichen und dienen der Verbesserung der Lebensverhältnisse auf dem Lande und in zunehmendem Maße auch der Erholung der Bevölkerung sowie der Erhaltung der Kulturlandschaft (siehe RStO-By 77).

Zu den ländlichen Wegen zählen:

- Verbindungswege, d. h. Wege, die land- und forstwirtschaftliche Betriebsstätten, Gehöftgruppen und Weiler untereinander, bzw. mit den benachbarten Orten verbinden oder sie an das Straßennetz anschließen.
- landwirtschaftliche Wege (Hauptwirtschaftswege und Wirtschaftswege), d. h. Wege, die überwiegend der Erschließung und Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen dienen,
- forstwirtschaftliche Wege (Hauptwege, Zubringerwege und Rückewege), d. h. Wege, die die Erschließung und Bewirtschaftung von Waldflächen ermöglichen, und
- sonstige ländliche Wege, wie z. B. Fußwege, Radwege und Reitwege.

Lastwechselzahl

Anzahl von Achslastübergängen bezogen auf eine Bemessungslast und einen bestimmten Zeitraum.

Lebensdauer

Zeitspanne zwischen Inbetriebnahme und dem Zeitpunkt, der infolge der auftretenden Schäden eine entsprechende Befahrbarkeit nicht mehr zuläßt und damit eine Verbesserung bzw. Erneuerung der Fahrbahn erfordert.

MARSHALL-Prüfung

Verfahren zur Bestimmung von Stabilität und Fließwert bituminöser Massen → DIN 1996.

Mergel

Sandiger Ton mit starkem Kalkgehalt.

Mineralbeton (veralteter Begriff)

Kornabgestuftes Gemisch von Füller, Sand, Splitt und Schotter.

Mineralstoffe

Feste Bestandteile von Baustoffgemischen

- a) natürliche: Felsgestein, Kies, Sand, Lavaschlacke;
- b) künstliche: Hochofenschlacke, Metallhüttenschlacke sowie andere durch Aufschmelzen, Brennen oder Sintern hergestellte Mineralstoffe.

Mischgut

Einbaufertiges Gemisch aus Mineralstoffen mit und ohne Bindemittel.

Mischgutprobe (bit)

Probe von noch nicht eingebautem Mischgut aus bituminösen Bindemitteln und Mineralstoffen → DIN 1996.

Modifizierte Proctordichte

Proctordichte mit größerer volumenbezogener Verdichtungsarbeit → DIN 18 127.

Mutterboden

Öberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff-Töngemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält → DIN 18300 und DIN 18 915.

Nachverdichtung

Verdichtung von Oberbauschichten durch Verkehrseinwirkung.

Netzrisse

Risse in Netzform, die hauptsächlich durch nicht ausreichend tragfähige Unterlage (Tragschicht, Unterbau, Untergrund) verursacht werden.

Nichtbindiger Boden

Boden, dessen Gewichtsanteil an Korngrößen unter 0,06 mm 15 % nicht übersteigt → DIN 1054.

Oberbau

Mit der im Jahre 1970 vom Bundesverkehrsministerium bekanntgegebenen Nomenklatur werden alle oberhalb des Erdplanums aufgetragenen Materialschichten (Trag-, Tragdeck- und Deckschichten) als Oberbau bezeichnet (siehe Abb.14).

Oberflächenwasser

Auf der Erdoberfläche fließendes oder stehendes Wasser.

Optimaler Wassergehalt

Der der Proctordichte bzw. modifizierten Proctordichte zugeordnete Wassergehalt → DIN 18 127.

Organischer Boden

Organogener Boden oder Mineralboden mit organischen Beimengungen.

Organogener Boden

Boden, der unter Mitwirkung von Organismen gebildet wurde → DIN 18 196.

Penetration (Eindringungstiefe)

Tiefe (in 1/10 mm) in die eine genormte Nadel unter festgelegten Versuchsbedingungen in bituminöses Bindemittel eindringt.

Planum, Erdplanum

Die technisch bearbeitete Oberfläche des Untergrundes oder des Unterbaus mit festgelegten geometrischen Merkmalen wie Ebenheit und Querneigung (Grenzfläche zwischen Untergrund bzw. Unterbau und Oberbau, siehe Abb. 14).

Plastizität

Plastisches Formänderungsvermögen von Böden.

Plastizitätszahl

Differenz zwischen Fließ- und Ausrollgrenze → DIN 4015 und DIN 18 122.

Plattendruckversuch

Der Plattendruckversuch ist ein Prüfverfahren zur Ermittlung des Verformungsmoduls von Untergrund, Unterbau oder Tragschicht. Es wird die für eine bestimmte Setzung des Bodens erforderliche Belastung gemessen (→ Drucksetzungslinie des Bodens). Die daraus resultierende Kenngröße ist der Verformungsmodul E_v , der zur Beurteilung der Tragfähigkeit des Bodens dient. Dabei ist der E_{v1} -Wert der Erstbelastungswert und der E_{v2} -Wert der Zweitbelastungswert des Plattendruckversuchs.

Porenanteil

Volumen der Poren, bezogen auf das Gesamtvolumen eines Bodens → DIN 4015.

Porenzahl

Volumen der Poren, bezogen auf das Feststoffvolumen eines Bodens → DIN 4015.

Probekörper, Prüfkörper

Aus Baustoffen, Baustoffgemischen oder Böden hergestellte oder aus den Bauteilen herausgelöste Prüfstücke.

Proctordichte

Die im Proctorversuch erreichbare größte Trockendichte → DIN 18 127 (siehe auch 'Modifizierte Proctordichte').

Proctorversuch

Verdichtungsversuch an Böden oder Mineralstoffgemischen unter festgelegten Versuchsbedingungen zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Wassergehalt und Trockendichte → 18 127.

Raumdichte

Quotient aus Masse und Volumen einer bituminösen Masse in verdichtetem Zustand → DIN 1996.

Rückbildende Verformung

Kurzzeitige, nach Entlastung in die ursprüngliche Lage zurückgehende Formänderung der Straßenbefestigung oder einzelner Teile davon (siehe auch 'bleibende Verformung').

Sättigungsgrad

Verhältnis des Wasservolumens zum Hohlraum eines Bodens oder Baustoffs.

Sättigungszahl

Quotient aus dem Anteil der wassergefüllten Poren eines Bodens zum gesamten Porenvolumen → DIN 4015.

Sauberkeitsschicht

Unterlage für den Oberbau im ländlichen Wegebau aus bis zu 10 cm dicken Schichten aus nichtbindigem Material.

Scherfestigkeit

Größter Schwerwiderstand, der infolge einer einem Boden aufgezwungenen Schubbeanspruchung beim Bruch in Scherflächen oder Scherzonen überwunden werden muß → DIN 18 137.

Schichtwasser

Sickerwasser, das von einer wasserführenden Bodenschicht oberhalb des Grundwasserspiegels gestaut wird.

Sickerwasser

In den Boden eingedrungenes, ungebundenes Wasser, das der Schwerkraft folgt.

Sonderbauweisen

Bauweisen für Straßenbefestigungen, die in Technischen Vorschriften, Richtlinien, Merkblättern oder Standardisierungen als solche gekennzeichnet oder nicht erfaßt sind und über die noch keine ausreichenden technischen Erfahrungen vorliegen.

Stabilität (MARSHALL)

Kennwert für den Verformungswiderstand von Probekörpern aus bituminösem Mischgut → DIN 1996.

Stabilitätsgrad

Art und Dauer des Brechvorgangs bei Bitumenemulsionen.

Standardbauweise

Bauweise für Straßen- und Wegebefestigungen, die in technischen Vorschriften, Richtlinien, Merkblättern oder in Standardisierungen erfaßt sind und über die ausreichende technische Erfahrungen vorliegen.

Standardisierte Bauweisen

Zur Schaffung wirtschaftlicher Bauweisen und rationeller Bauverfahren unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten ausgewählte Bauweisen.

Standfestigkeit (veralteter Begriff)

Widerstandsfähigkeit eines Bodens gegen Abrutschen.

Standicherheit

Sicherheit eines Baukörpers gegen unzulässig große Lageänderungen (Grundbruch, Böschungsbruch, Geländebruch, Gleiten usw.).

Steifemodul

Die auf die relative Verformung bezogene Spannung im einachsigen Spannungszustand.

Steifigkeitsmodul

Von Temperatur, Zeit und Bindemittel abhängiger Materialwert von bituminösen Baustoffen (entspricht dem Elastizitätsmodul bei rein elastischen Stoffen).

Teer

Durch zersetzende Destillation organischer Naturstoffe (z. B. Steinkohle) gewonnenes flüssiges bis halbfestes Erzeugnis, das nach seinem Ursprung unterschieden wird (z. B. Steinkohlenteer).

Tragdeckschichten

sind einlagige Schichten, die aus bituminösem Material, Zementbeton oder Pflastersteinen bestehen. Sie erfüllen die Funktionen von Trag- und Deckschichten.

Tragfähigkeit

Höchstmögliche Belastung eines Baukörpers, ohne daß ein Bruch oder eine unzulässige Verformung eintritt.

Tragschichten

sind Teil des Oberbaues und liegen unter den Deckschichten. Sie haben die Aufgabe, die auftretenden Kräfte so zu verteilen, daß diese vom Untergrund bzw. Unterbau ohne nachhaltige Verformungen aufgenommen werden können.

Überfettung

Anreicherung der Oberfläche einer bituminösen Schicht mit bituminösem Bindemittel.

Unebenheit

Abweichung der tatsächlichen Schichtoberfläche in Längs- und Querrichtung von einem geplanten oder in die vorhandene Oberfläche gedachten, ausmittelnden Linienzug aus Straßenentwurfselementen, wobei die Rauheit außer Betracht gelassen wird.

Unterbau

Ist der geschüttete Boden.

Untergrund

Ist der natürlich anstehende Boden.

Unterhaltung

Die Unterhaltung umfaßt geeignete Maßnahmen, um die Wege möglichst lange in ihrem bestimmungsgemäßen Zustand zu erhalten, d. h. dem Entstehen von Schäden vorzubeugen und eine Ausweitung beginnender Schäden zu verhindern. Sie besteht in erster Linie aus Pflegemaßnahmen. Die im einzelnen anfallenden Arbeiten richten sich vorwiegend nach den Bauweisen der Fahrbahndecken und deren Beanspruchung.

Untersuchungsstrecke

Oberbegriff für Versuchs-, Erprobungs- und Beobachtungsstrecke.

Verdichtung

Verringerung der Hohlräume von Böden, Baustoffen oder Baustoffgemischen.

Verdichtungsgrad

Quotient aus der Dichte von Böden, Baustoffen oder Baustoffgemischen und der Dichte, die sich bei einem unter festgelegten Bedingungen mit dem gleichen Material durchgeführten Versuch ergibt → DIN 4015 und DIN 1996.

Verdichtungsmaß (bit)

Höhendifferenz der eingebauten Schicht oder Lage zwischen Einbau eines Mischgutes und seiner Endverdichtung.

Verformungsmodul

Neigung der Last-Setzungskurve eines Plattendruckversuches.

Versuchsstrecke

Straßenabschnitt, bei dem Baustoffe, Bauverfahren oder Bauweisen unter gezielter Variation einzelner Parameter bei weitestgehender Gleichhaltung aller übrigen untersucht werden.

Viskosität (bit)

Temperaturabhängiges Maß für die Zähflüssigkeit von bituminösen Bindemitteln.

Vorverdichtung

Verdichtung des Mischgutes durch das Einbaugerät

Walzrisse

Längs- und Querrisse in bituminösen Schichtoberflächen durch unsachgemäß hergestelltes und/oder eingebautes Mischgut bzw. falsches Verdichten.

Walzverdichtung

Verdichtung von Baustoffen, Baustoffgemischen oder Böden durch rollende Belastung.

Wasseraufnahmefähigkeit

Vermögen eines Stoffes, Wasser kapillar zu speichern.

Wassergehalt

Verhältnis der Masse des im Boden vorhandenen Wassers zur Masse des trockenen Bodens.

Wegebefestigungen

sind bautechnische Anlagen des Oberbaues ländlicher Wege, ausgerichtet für eine bestimmte Verkehrsbeanspruchung. Sie werden auf dem Untergrund, dem Unterbau oder auf vorhandenen Befestigungen aufgebracht.

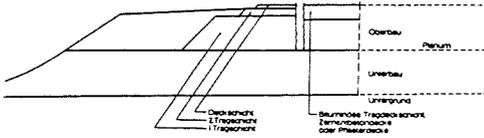


Abb. 14 Schematischer Aufbau von Wegebefestigungen nach TV-LW

Zugfestigkeit

Rechnerische Spannung beim Bruch von Probekörpern infolge Zugbeanspruchung.

Zwischenausbau

Vereinfachter Ausbau von Straßen durch Verbreiterung, Profilierung und Verstärkung des Oberbaus bei weitgehender Beibehaltung der Linienführung. Der Zwischenausbau unterscheidet sich von der reinen Asphalt-oberbauweise insbesondere dadurch, daß die Asphalttragschicht nicht unmittelbar auf dem frostgefährdeten Boden, also auf das Erdplanum verlegt wird, sondern auf einen bereits vorhandenen alten Straßenkörper /15/.

Verzeichnis der erschienenen Hefte der Schriftenreihe für Flurbereinigung*

- Heft 1: ROHM/WINTERWERBER: Die Vorplanung der Flurbereinigung und Aussiedlung in der Gemarkung Hechingen; 1952, 51 S. Verlag Eugen Ulmer, Ludwigsburg. Z. Z. vergriffen.
- Heft 2: POHL/LIEBER: Die landwirtschaftliche Gestaltung in der Flurbereinigung (Der Landschaftspflegeplan für den Dümmer); 1953, 68 S. Landbuch-Verlag GmbH, Hannover. Z. Z. vergriffen.
- Heft 3: STEINDL: Die Flurbereinigung und ihr Verhältnis zur Kulturlandschaft in Mittelfranken; 1954, 64 S. Verlag Erich Schmidt, Berlin/Bielefeld. Z. Z. vergriffen.
- Heft 4: HEINRICH: Die Vorplanung für die Flurbereinigung; 1954, 152 S. Verlag Eugen Ulmer, Ludwigsburg. Z. Z. vergriffen.
- Heft 5: PANTHER/STEUER/HAHN/ROTHKEGEL: Vorträge über Flurbereinigung, gehalten auf dem 38. Deutschen Geodätentag in Karlsruhe; 1954, 47 S. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 6: WELLING: Flurzersplitterung und Flurbereinigung im nördlichen und westlichen Europa; 1955, 81 S. Verlag Eugen Ulmer, Ludwigsburg. Z. Z. vergriffen.
- Heft 7: SCHIRMER/BRUCKLACHER: Luftphotogrammetrische Vermessung der Flurbereinigung Bergen; 1955, 118 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 8: EIS: Probleme und Auswirkung der Flurbereinigung im Zusammenhang mit dem Wiederaufbau reblausverseuchter Weinberggemarkungen, untersucht an einer vor 15 Jahren bereinigten Gemeinde an der Nahe; 1955, 157 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 9: JUNG: Untersuchungen über den Einfluß der Bodenerosion auf die Erträge in hängigem Gelände; 1956, 45 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 10: KLEMPERT: Befestigte landwirtschaftliche Wege in der Flurbereinigung als Mittel zur Rationalisierung der Landwirtschaft; 1956, 65 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 11: OSTHOFF: Die älteren Flurbereinigungen im Rheinland und die Notwendigkeit von Zweitbereinigungen; 1956, 64 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 12: STEGMANN: Die Verwendung des Lochkartenverfahrens bei der Flurbereinigung; 1957, 32 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 13: HETZEL: Die Flurbereinigung in Italien; 1957, 53 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 14: LÜTTMER: Bodenschutz in der Flurbereinigung; 1957, 50 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 15: PRIEBE: Wirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur im Rahmen der Flurbereinigung; 1957, 96 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 16: STEUER/BOHTE: Gutachten zu einer Neuordnung des ländlichen Raums durch Flurbereinigung; 1957, 160 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 17: SCHULER: Untersuchungen über verbundene Flurbereinigungs- und Aussiedlungsverfahren in Baden-Württemberg (Betriebswirtschaftliche Auswirkungen); 1957, 115 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.

* Ab Heft 68 Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe B: Flurbereinigung

- Heft 18: NECKERMANN/BERGMANN: Die Wiederaufsplitterung nach der Flurbereinigung in Unterfranken; 1958, 72 S. Verlag Erich Schmidt, Berlin/Bielefeld. Z. Z. vergriffen.
- Heft 19: NAURATH: Die Aussiedlung im Flurbereinigungsverfahren; 1958, 104 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 20: SEUSTER: Die Beanspruchung landwirtschaftlicher Wirtschaftswege im Hinblick auf eine steigende Mechanisierung der Landwirtschaft; 1958, 116 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 21: BRAACH: Landwirtschaft und Bevölkerung des Siegerlandes unter den Einflüssen industrieller und landeskultureller Wirkkräfte; 1958, 119 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 22: OLSCHOWY: Landschaftspflege und Flurbereinigung; 1959, 132 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 23: REISEN: Auswirkungen der Flurbereinigung und Aussiedlung auf die Frauenarbeit im bäuerlichen Familienbetrieb; 1959, 99 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 24: REISSIG: Integralmelioration von Geestrandmooren, dargestellt am Beispiel der Flurbereinigung Harkebrügge, Krs. Cloppenburg. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 25: HAHN: Bewertungsgrundsätze und Schätzungsmethoden in der Flurbereinigung und deren Folgemaßnahmen; 1960, 222 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 26: KERSTING: Die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung; 1959, 93 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 27: JANETZKWSKI: Auswirkungen der Flurbereinigung und Wirtschaftsberatung in der Gemeinde Schafheim; 1960, 138 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 28: ROHM: Agrarplanung als Grundlage der Flurbereinigung und anderer landwirtschaftlicher Strukturverbesserungen in städtisch-industriellen Ballungsräumen; 1960, 208 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 29: OPPERMANN: Wirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur im Rahmen der Flurbereinigung nach Untersuchungen in acht Dörfern (Weiterführung des Heftes 15); 1960, 72 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 30: HAHN: Die Flurbereinigung von Waldflächen; 1960, 96 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 31: ROHMER/STEINMETZ: Bodenerhaltung in der Flurbereinigung; 1960, 48 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 32: SEUSTER: Anforderungen des landwirtschaftlichen Betriebes an die Anlage und den Ausbau des Wirtschaftswegenetzes; 1961, 107 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 33: MEIMBERG/RING/SCHÜNKE/RÜHMANN/WAMSER: Die wirtschaftlichen Grenzen der mechanisierten Bodennutzung am Hang und ihre Bedeutung für eine Bewertung hängiger Grundstücke in der Flurbereinigung; 1962, 95 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 34: HAHN: Die Schätzungsmethoden der Flurbereinigung in den deutschen Ländern und im benachbarten Ausland; 1961, 67 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 35: DENKS u. a.: Die Entwicklung der Vorplanung in der Praxis der Flurbereinigung; 1962, 74 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 36: FEUERSTEIN: Untersuchungen über Gemeinschaftsobjektanlagen in Baden-Württemberg; 1964, 112 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 37: KLEMPERT: Die Wirtschaftswege. Beiträge über ihre Anlage und Befestigung; 1964, 87 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.

- Heft 38: VIESER: Aufgaben der Flurbereinigung bei der Neuordnung des ländlichen Raumes; 1964, 58 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 39: GUMMERT/WERSCHNITZKY: Wirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur; 1964, 159 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 40: NIESMANN: Untersuchungen über Bodenerosion und Bodenerhaltung in Verbindung mit Flurbereinigung; 1966, 80 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 41: DRECHSEL: Die Flurbereinigung im Raum Nürnberg-Fürth; 1966, 44 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 42: OSTHOFF: Flurbereinigung und Dorferneuerung; 1967, 49 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 43: SCHICKE/BATZ: Koordinierung der Flurbereinigung mit anderen Planungen zur Neuordnung des ländlichen Raumes; 1967, 103 S. Landschriften-Verlag, Bonn. Z. Z. vergriffen.
- Heft 44: STEUER u. a.: Die Mitwirkung nichtbehördlicher Stellen bei Flurbereinigung und beschleunigter Zusammenlegung; 1967, 80 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 45: QUADFLIEG: Die Teilnehmergeinschaft nach dem Flurbereinigungsverfahren; 1967, 67 S. Verlag Eugen Ulmer. Z. Z. vergriffen.
- Heft 46: TOROK: Die Linearplanung in der Vorplanung der Flurbereinigung; 1967, 130 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 47: MIKUS: Die Auswirkungen der Agrarplanung nach 1945 auf die Agrar- und Siedlungsstruktur des Raumes Westfalen; 1967, 76 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 48: SCHNEIDER u. a.: Die Entwicklung des ländlichen Raumes als Aufgabe der Raumordnungs- und regionalen Strukturpolitik; 1967, 78 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.
- Heft 49: HAGE u. a.: Beispiele der Zusammenarbeit landwirtschaftlicher Betriebe in der Veredelungsproduktion, ihre rechtlichen und steuerlichen Probleme; 1968, 98 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt GmbH, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 50: MEIMBERG: Die Bewertung hängiger Grundstücke bei der Flurbereinigung; 1968, 124 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 51: FEITER: Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der Flurbereinigung auf die Landwirtschaft der Gemeinde Mutscheid und zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten von Voll- und Nebenerwerbsbetrieben; 1969, 200 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 52: FISCHER: Die ländliche Nahbereichsplanung; 1969, 219 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 53: KLEMPERT: Standard-Wegebefestigungen in Marsch, Moor und Geest; 1970, 80 S. Landschriften-Verlag GmbH, Bonn. Z. Z. vergriffen.
- Heft 54: HIDDENMANN: Die Planfeststellung im Flurbereinigungs-gesetz; 1970, 79 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 55: KROËS: Der Beitrag der Flurbereinigung zur regionalen Entwicklung; Sozialökonomische Auswirkungen, Kosten, Konsequenzen; 1971, 165 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 56: HOTTES/NIGGEMANN: Flurbereinigung als Ordnungsaufgabe; 1971, 73 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 57: SCHWEDE: Entwicklungsziele der in der Bundesrepublik Deutschland mit der Verbesserung der Agrarstruktur befaßten Behörden und Institutionen im Vergleich mit der Organisation im benachbarten Ausland unter besonderer Berücksichtigung der Flurbereinigung; 1971, 238 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.

- Heft 58: MÖSER: Haltbarkeit, Unterhaltung und Wirtschaftlichkeit von Wegebefestigungen — Untersuchungen an Wegebefestigungen in Flurbereinigungsverfahren; 1971, 140 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 59: KALINKE/STUMM/PROLLOCHS: Kosten der Weinbergsflurbereinigung und Auswirkungen dieser auf Arbeitszeitbedarf und Kosten der Bewirtschaftung; 1972, 61 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 60: LANG: Der Einsatz der Automation in der Flurbereinigung; 1972, 79 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 61: HOTTES/TEUBERT/von KURTEN: Die Flurbereinigung als Instrument aktiver Landschaftspflege; 1974, 92 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 62: KLEMPERT: Probleme und Methoden bei der Erarbeitung von Rechenprogrammen für die Erstellung des Zuteilungsentwurfs bei Flurbereinigungen; 1974, 221 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 63: BLUMEL/RONELLENFITSCH: Die Planfeststellung in der Flurbereinigung / Rechtsgutachten; 1975, 98 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 64: HOTTES/BECKER/NIGGEMANN: Flurbereinigung als Instrument der Siedlungsneuordnung; 1975, 130 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup (Westf.). Z. Z. vergriffen.
- Heft 65: KROPPF: Ein Optimierungsansatz zur Automatisierung von Zuteilungsplänen in der Flurbereinigung; 1977, 80 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. Z. Z. vergriffen.
- Heft 66: SCHÄFER/JURGENS/GULDENBERG/PLOTZ/SCHOBESS/SCHULTE: Entwicklungschancen peripherer Regionen; 1978, 184 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. Z. Z. vergriffen.
- Heft 67: SCHÄFER/JURGENS/GULDENBERG/PLOTZ/SCHOBESS/SCHULTE: Entwicklungsprobleme peripherer Regionen und strategische Lösungsansätze; 1978, 88 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. Z. Z. vergriffen.
- Heft 68: BAUER/FRANKE/GATSCHENBERGER: Flurbereinigung und Erholungslandschaft; 1979, 128 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. Z. Z. vergriffen.
- Heft 69: RUWENSTROTH/SCHIERENBECK: Effizienz der Flurbereinigung; 1980, 132 S., 2 Faltafeln. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. DM 11,—.
- Heft 70: KUROWSKI: Gestaltwandel ländlicher Siedlungen; 1981, 330 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. DM 19,—.
- Heft 71: SEELE/PAWIG/CLEVER: Flurbereinigung — Optimierung von Bodennutzungen; 1982, 202 S., 6 Faltafeln. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. DM 13,—.
- Heft 72: HOISL/KARMANN: Flurbereinigung — Ländlicher Wegebau; 1982, 146 S., 1 Faltafel. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hilstrup. DM 9,—.

Verzeichnis der erschienenen Sonderhefte der Schriftenreihe für Flurbereinigung*

Die Flurbereinigung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland.

Jahresbericht 1956, 36 S.; 1957, 40 S.; 1958, 63 S.; 1959, 75 S.; 1960, 85 S.; 1961, 96 S.; 1962, 102 S. Daco-Verlag, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

PABSCH: Vorplanung Rotenhain; 1956, 34 S. Erich Schmidt Verlag, Berlin. Z. Z. vergriffen.
SCHUMACHER: Flurbereinigung Bühl; 1957, 18 S. Erich Schmidt Verlag, Berlin. Z. Z. vergriffen.

ACKERMANN u. a.: Das beschleunigte Zusammenlegungsverfahren von Eckersweiler, Kreis Birkenfeld/Nahe; 1957, 23 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.

BOHTE: Strukturverbesserung im Bauernbetrieb (I. Auflage); 1957, 35 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

BOHTE: Strukturverbesserung im Bauernbetrieb (II. Auflage); 1958, 51 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

Flurbereinigung. Ein Bericht über das erste europäische Seminar für Flurbereinigung (Wiesbaden 1955); 1957, 96 S. Daco-Verlag, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

STEUER/ENSTIPP: Die Aussiedlung in der Flurbereinigung und die bauliche Gestaltung der Aussiedlungshöfe (I. Auflage); 1957, 24 S. Daco-Verlag, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

STEUER/ENSTIPP/SPRENGEL: Die Aussiedlung in der Flurbereinigung und die bauliche Gestaltung der Aussiedlungshöfe (II. Auflage); 1959, 51 S. Daco-Verlag, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

Flurbereinigung. Beispiele aus der Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen; 1959, 12 S. Druckerei Götzky, Bonn. Z. Z. vergriffen.

KUSTERS: Das Schrifttum über Flurbereinigung; 1959, 62 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

TREUDE: Die Bedeutung der Flurbereinigung für die wirtschaftliche Gesundung der Gemeinden; 1959, 16 S. Druckerei Götzky, Bonn. Z. Z. vergriffen.

HELLMANN: Die Aufwuchsbewertung im Weinbau und ihre Bedeutung für die Flurbereinigung; 1961, 46 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.

Flurbereinigung und Verbesserung der Zugangswege in den Weinbaugebieten der Bundesrepublik Deutschland; 1962, 91 S. Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.). Z. Z. vergriffen.

BOHTE: Landwirtschaft und Flurbereinigung; 1963, 56 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Z. Z. vergriffen.

WEINZIERL: Raumordnende Flurbereinigungsmaßnahmen in Fremdenverkehrsgemeinden; 1970, 80 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.

KOHLER: Flurbereinigung und Dorferneuerung (Stebbach); 1971, 158 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.

Neuordnung des ländlichen Raumes durch Flurbereinigung (Der Wege- und Gewässerplan); 1972, 42 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.

Flurbereinigung und Wiederaufbau in den Weinbergen. 8. Auflage, 1979, 19. S. Druck-Landesamt für Flurbereinigung und Siedlung Baden-Württemberg.

SCHAFFER/LANGE: Funktionsmodelle ländlicher Gemeinden; 1973, 115 S.

AVA — Arbeitsgemeinschaft zur Verbesserung der Agrarstruktur in Hessen e. V., 62 Wiesbaden.

HAHR: Agrarstrukturelle Vorplanung —

Analysen, Methoden, Ergebnisse in Nordrhein-Westfalen als Grundlage für eine bundeseinheitliche Konzeption; 1974, 66 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.

Flurbereinigung und Landespflege; 1974, 21 S.

Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.

HEINRICH: Die Neuordnung des ländlichen Raumes durch Flurbereinigung — unter besonderer Berücksichtigung des Verhältnisses der Flurbereinigung zur Bauleitplanung —; 1975, 123 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.

Arbeitstagung der Flurbereinigungsrichter 1975; 1970, 31 S.
Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.
Das neue Flurbereinigungsgesetz; 1976, 136 S.
Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.
Der Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen in der Flurbereinigung;
1977, 152 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.
HANTELMANN: Agrarische Wirkungen der Flurbereinigung; 1978, 245 S. Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e. V., Bonn.
WILSTACKE: Der Beitrag der Flurbereinigung zur Raumordnung; 1978, 241 S. Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e. V., Bonn.
Dorferneuerung; 1979, 154 Seiten, 5 Falttafeln. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. Z. Z. vergriffen.
Die Flurbereinigung in Zahlen: 1980, 28 S. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. DM 7,—
Flurbereinigung — Naturschutz und Landschaftspflege; 1980, 78 Seiten, 6 Falttafeln. Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup. DM 12,—

-
- Ab Sonderheft „Dorferneuerung“
Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe B:
Flurbereinigung

ISBN 3-7843-1140-7