

SCHRIFTENREIHE FÜR FLURBEREINIGUNG

Herausgegeben

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

HEFT 32

**Anforderungen des landwirtschaftlichen
Betriebes an die Anlage und den Ausbau
des Wirtschaftswegenetzes**

Von

Dr. Horst Seuster

Gießen 1960

Anforderungen des landwirtschaftlichen Betriebes an die Anlage und den Ausbau des Wirtschaftswegenetzes

von

Dr. Horst Seuster

KLEINS DRUCK- UND VERLAGSANSTALT GMBH IN Lengerich (WESTF.)

1961

Aus dem Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. M. Rolfes

INHALT

1. Einleitung und Aufgabenstellung	7
2. Die betriebswirtschaftliche Bedeutung des Wirtschaftswegebaues	8
2. 1. Der Einfluß der Wirtschaftswege auf die Kostengestaltung landwirtschaftlicher Betriebe	8
2. 1. 1. Die Arbeitskräfte-, Zugkraft- und Transportfahrzeugstunden	8
2. 1. 2. Die Kosten	16
2. 2. Die Bedeutung der reinen Feldentfernung beim Übergang von tierischer zu motorischer Zugkraft unter Berücksichtigung des Wegezustandes	21
3. Die Anlage des Wegenetzes	25
3. 1. Die Mindestschlagzahl, die sinnvolle Schlaggröße und die zweckmäßige Schlaglänge	25
3. 2. Die Blockzahl und die Blockgröße	32
3. 3. Die Wegebreite	36
3. 4. Die Bedeutung der Steigerung beim Wirtschaftswegebau	38
3. 4. 1. Der Einfluß der Steigerung auf die Transportmenge bei tierischem Zug	38
3. 4. 2. Die zulässige Höchststeigerung bei motorischem Zug	40
3. 5. Der Wegeanteil einer Flur	48
3. 5. 1. Die Wegedichte einer Ackerflur	50
3. 5. 2. Die Abhängigkeit der Wegedichte von der Länge und Größe der Flur	52
3. 5. 3. Der Einfluß der Schlaglänge auf die Wegedichte	54
3. 5. 4. Die Wegedichte einer Grünlandflur	54
4. Der Wegenetzausbau	55
4. 1. Der Umfang des Wegenetzausbaues	55
4. 1. 1. Der Wegeausbau einer Flur im Hinblick auf die Wegedichte	55
4. 1. 2. Der Einfluß der Flurgröße und Flurlänge auf die befestigte Wegedichte	57
4. 1. 3. Der Einfluß der Schlaglänge auf die befestigte Wegedichte	59
4. 2. Anhaltspunkte für die Art und die Stärke des Anbaues land- wirtschaftlicher Wirtschaftswege	59
4. 2. 1. Geschwindigkeit und Flächendruck auf landwirtschaftlichen Wirtschaftswegen	59
4. 2. 2. Die Wegebeanspruchung in Abhängigkeit vom Bodennutzungs- system	61
4. 2. 3. Die relative Leistungsfähigkeit der verschiedenen Ausbauarten landwirtschaftlicher Wirtschaftswege	63
4. 3. Der Ausbau der Steigungen	65
4. 4. Die Befestigung der Wege	65

5. Die praktische Anwendung der festgestellten Grundsätze	67
5. 1. Die Untersuchungsmethode	67
5. 2. Anlage und Ausbau des Wegenetzes in 22 Flurbereinigungs- verfahren der Bundesrepublik	76
5. 2. 1. Die Gegebenheiten der untersuchten Wegenetze	76
5. 2. 2. Die Anlage der untersuchten Wegenetze	77
5. 2. 3. Der Ausbau der untersuchten Wegenetze	86
5. 3. Die Zweckmäßigkeit des Wegenetzes für den Einzelbetrieb	88
6. Schluß	98
7. Anhang	100
8. Literaturverzeichnis	101
Anlagen	105

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Die landwirtschaftlichen Wirtschaftswege sind nicht Selbstzweck sondern Mittel. Sie stellen im Rahmen der innerbetrieblichen Probleme ein Mittel zur Durchführung der Transportaufgaben zwischen Hof und Feld dar. Sie bilden — wirtschaftlich gesehen — fast einen Teil des Anlagekapitals. In dieser Hinsicht kann man sie etwa mit den Gebäuden und sonstigen Daueranlagen vergleichen.

Bei einer wirtschaftlichen Lösung aller Betriebsaufgaben muß jeder einzelne Landwirt bestrebt sein, auch das Transportproblem so rationell wie nur möglich zu gestalten. Für eine zweckmäßige Durchführung der Transportarbeiten ist daher ein ordentliches Wegenetz sowohl in der Anlage als auch im Ausbau mit von ausschlaggebender Bedeutung.

Über die Bedeutung der Wege als „Betriebsmittel“ zur Lösung des Transportproblems hinaus, nehmen sie auch noch Einfluß auf die arbeitswirtschaftliche Gestaltung des gesamten Ackerbaues. Durch das Wegenetz werden nämlich die Schlaglängen und die Blockgrößen festgelegt. Damit ist aber die flächenmäßige Ausdehnung der Schläge weitgehend bestimmt.

Der einzelne Landwirt ist kaum in der Lage, zu jeder gewünschten Zeit erfolgreich auf die Gestaltung der Wirtschaftswege Einfluß zu nehmen. Vielmehr handelt es sich hier um eine Aufgabe, die nur in größerem Rahmen und für längere Zeiträume durchgeführt werden kann. Sie gehört in erster Linie in den Tätigkeitsbereich der Flurbereinigungs- und Landeskulturbedörden. Aus der Tatsache, daß die Erstellung eines Wirtschaftswegenetzes für längere Zeiträume geschieht, geht die Verpflichtung zu besonderer Sorgfalt bei der Durchführung dieser Aufgabe hervor. Hierzu ist aber eine genaue Kenntnis aller einflußnehmenden Faktoren unumgängliche Voraussetzung.

Das Wegenetz hat direkt und indirekt einen Einfluß auf den Umfang der Aufwandsseite der landwirtschaftlichen Erfolgsrechnung. Deshalb liegt ein betriebswirtschaftliches Interesse an der Gestaltung der Wirtschaftswege vor. Es wird Aufgabe nachfolgender Ausführungen sein, diese betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte bei der Anlage und dem Ausbau von Wirtschaftswegen zur Darstellung zu bringen. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sollen den Erbauern landwirtschaftlicher Wege eine Hilfe bei der Lösung ihrer umfangreichen Probleme sein.

Für die Durchführung der vorliegenden Aufgabe erscheint es eine Verteilung des gesamten Komplexes angebracht.

Von jeder wirtschaftlichen Maßnahme — zu denen auch der Wirtschaftswegebau zu zählen ist — kann verlangt werden, daß ein steigender Wirtschaftserfolg erzielt wird. Dieser Erfolg muß in einem angemessenen Verhältnis zu den erforderlichen Aufwendungen stehen. Deshalb wird im ersten Abschnitt die wirtschaftliche Bedeutung des Wegebauwes für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb dargelegt werden. Hierzu dient ein Aufwandsvergleich (Kostenvergleich) gleicher Betriebe bei einem guten und einem schlechten Wegenetz.

Im nächsten Abschnitt werden die betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte bei der Anlage eines Wegenetzes aufgezeigt. Obschon konkrete Unterlagen nur im beschränkten Umfange und auch nur für die Gegenwart vorliegen, muß versucht werden, für die Zukunft gültige Richtlinien herauszustellen. Diese Aufgabe

ist um so notwendiger, als die Planung eines Wirtschaftswegenetzes für einen Zeitraum von überschlägig mindestens 50 Jahren durchgeführt wird.

Das dritte Kapitel befaßt sich mit dem Ausbau des Wegenetzes. Hier besteht der unmittelbarste Zusammenhang mit dem Wirtschaftserfolg des Einzelbetriebes. Deshalb muß diesem Abschnitt besondere Aufmerksamkeit zugemessen werden.

Anschließend werden die Ausführungen der beiden vorhergehenden Abschnitte in eine für den praktischen Wegebauer leicht zu handhabende Form gebracht. Hier ergeben sich zwei Möglichkeiten. Einmal wird ein Beurteilungsschema für ein ganzes Wegenetz hinsichtlich der Berücksichtigung der verschiedenen betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte aufgestellt. Darüber hinaus läßt ein zweites Schema den Einfluß des Wegenetzes auf die Aufwandsgestaltung des Einzelbetriebes erkennen.

Zum Schluß werden die vorhergehenden, im wesentlichen rein deduktiven Ausführungen durch Erhebungen und Vergleiche mit vorhandenen Wegenetzen gesichert und verdeutlicht. Hierzu sind 22 Wegenetze, die nach Ansicht der zuständigen Kultur- bzw. Flurbereinigungsämter eine gute Lösung des Wegeproblems darstellen, aus dem gesamten Gebiet der Bundesrepublik herangezogen und auf diese Fragestellung hin untersucht worden.

Die nachfolgenden Ausführungen gehen für das Ackerland einschließlich Feldfutter- und Wechselgrünlandfläche von folgender Forderung, auf deren Notwendigkeit noch hingewiesen wird, aus:

Jeder Ackerschlag soll zweiseitig, am besten mit einander gegenüberliegenden Seiten an das Wegenetz angeschlossen sein. Von diesen beiden Wegen muß einer befestigt sein. Von dieser Forderung kann nur in Fluren, die außer einem Wegenetz noch ein umfangreiches Grabennetz aufweisen, ausnahmsweise abgegangen werden.

Für das Grünland ergibt sich folgende Forderung:

Jeder Grünlandschlag soll mindestens an einem Weg, der aber dann befestigt ist, angelegt werden.

2. Die betriebswirtschaftliche Bedeutung des Wirtschaftswegbaues.

2. 1. Der Einfluß der Wirtschaftswege auf die Kostengestaltung landwirtschaftlicher Betriebe.

Jede wirtschaftsfördernde Maßnahme muß einen Einfluß auf die Gestaltung der Kosten oder Leistungen (Erträge) ausüben. Bei den Wirtschaftswegen kann dieser Einfluß zunächst nur auf dem Gebiet der Kostenstruktur liegen. Deshalb wird im Nachfolgenden die Kostenbeeinflussung durch gute oder schlechte Wege untersucht. Wirtschaftstheoretisch kommt also die Untersuchung der betriebswirtschaftlichen Bedeutung des Wegebau auf einen Kostenvergleich hinaus.

Die Wirtschaftswege gehen in die betriebswirtschaftliche Kostenrechnung bisher nicht ein, obschon ihr Einfluß auf die kostenmäßige Gestaltung der Transportarbeiten leicht zu erkennen und nicht von der Hand zu weisen ist. Der Grund für diese Nichtberücksichtigung ist in der Tatsache zu suchen, daß die Wege vielfach weder Eigentum des einzelnen Landwirtes sind, noch in seinen Zuständigkeitsbereich hinsichtlich der Unterhaltung gehören.

Die Entfernung der einzelnen Schläge vom Wirtschaftshof sowie der Zustand der Wege sind für den Aufwand zur Durchführung der Transporte von entscheidender

Bedeutung. Der Zustand der Wirtschaftswege wirkt sich in zweifacher Hinsicht auf eine sinnvolle Lösung der Transportaufgaben aus. Ein gutes Wegenetz zeichnet sich einem schlechten gegenüber dadurch aus, daß

1. schneller gefahren werden kann und
2. die Zuladung (Nutzlastmenge/Fahrt) größer sein kann.

Der „Wegezustand“ wird im folgenden also durch die „Geschwindigkeit“ bzw. die „Zuladung“ (Anzahl der Fahrten je Flächeneinheit) ausgedrückt. Der Einfluß der metrischen Entfernung auf den Transportaufwand wird zunächst nicht berücksichtigt. Vielmehr wird eine einheitliche Hof-Schlagentfernung von 1000 Meter unterstellt.

2. 1. 1 Die Arbeitskräfte-, Zugkraft- und Transportfahrzeugstunden.

Wirtschaftlich gesehen kommen die angeführten Tatsachen des schnelleren Fahrens und der größeren Zuladungen bei guten gegenüber schlechten Wegen in unterschiedlichen Arbeitskräfte-, Zugkräfte- und Transportfahrzeugstunden zum Ausdruck. Die Einsparungen bei guten gegenüber schlechten Wegen sind um so größer, je weiter sich die Transportarbeiten von tierischen auf motorische Zugkräfte verlagern, da gerade bei den motorischen Zugkräften die tatsächlich mögliche Geschwindigkeit sehr von den Wegen und ihrem Zustand abhängt. Deshalb wird im nachfolgenden ausschließlich Schlepperzug unterstellt. Die Durchschnittsgeschwindigkeit motorischer Zugkräfte schwankt dabei für alle anfallenden Transportarbeiten eines Betriebes je nach Wegezustand in Grenzen von 5—15 km/h. Die Abhängigkeit der Geschwindigkeit vom Wegezustand macht sich bei allen Transporten, besonders aber bei empfindlichen Maschinentransporten (angehängte Drillmaschine) bemerkbar. Bei den Wirtschaftsdünger- (Mist-, Kompost-) und Erntetransporten wird neben der Geschwindigkeit auch die Zuladung stark beeinflusst.

Übersicht 2. 1 zeigt den absoluten und relativen Zeitaufwand an AKh, Sh und TFh (Transportfahrzeugstunden) für die Ackerarbeiten bei verschiedenen Betriebsgrößen und Bodennutzungssystemen*) in Abhängigkeit vom Wegezustand. In allen Betrieben ist ausschließlich Vollmotorsierung (Mech. St. C. nach [30]) unterstellt, da hier die Unterschiede am größten sind.

Bei der Feststellung des AKh, Sh- und TFh-Aufwandes wird eine durchschnittliche Transportgeschwindigkeit für alle anfallenden Transportarbeiten (Maschinen- und Lastentransporte) von 15 km/h auf guten Wegen angenommen. Diese Annahme basiert auf eigenen Geschwindigkeitsmessungen. In der Praxis laufen alle Schlepper eine Höchstgeschwindigkeit von 20—25 km/h, falls von seiten der Wege keine Einschränkungen gefordert werden. Somit dürfte die Durchschnittsgeschwindigkeit für alle innerhalb eines Betriebes im Jahr anfallenden Transporte von 15 km/h kaum zu hoch angesetzt sein. Bei ausgesprochen schlechten Wegen dagegen kann auf Grund eigener Messungen keine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit als 5 km/h eingesetzt werden. (Für die Feststellung des Wegeeinflusses auf die Aufwandsgestaltung der Transportarbeiten ist nicht so sehr die absolute Höhe als vielmehr die Differenz zwischen beiden Geschwindigkeiten entscheidend.)

Hinsichtlich der Zuladung werden bei den Wirtschaftsdünger- und Erntetransporten als „normale Nutzlastmenge je Fahrt“ aus einer früheren Arbeit des Verfassers die Werte (30, Übersicht 3. 2) unterstellt. Auf schlechten Wegen werden diese auf zwei Drittel ihrer ursprünglichen Höhe reduziert.

Übersicht 2. 1 (nächste Seite).

*) Siehe Seite 20

Übersicht 2.1

Der absolute und relative Gesamtaufwand an Arbeitskräfte-, Schlepper- und Transportfahrzeugstunden für die Ackerarbeiten in Abhängigkeit von Bodennutzungssystem, Betriebsgröße und Wegezustand (Feldentfernung 1000 m).

Bodennutzungssystem Betriebsgröße in ha Wegezustand	HGI-H			GF			FI		
	10 abs.	25 abs. rel.	50 abs. rel.	10 abs. rel.	25 abs. rel.	50 abs. rel.	10 abs. rel.	25 abs. rel.	50 abs. rel.
<i>Arbeitskräftestunden</i>									
1. schlechte Wege ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung	1533 100	3688 100	6583 100	954 100	2127 100	4027 100	618 100	1204 100	2223 100
2. schlechte Wege ϕ 5 km/h; normale Zuladung	1493 97,0	3614 98,0	6438 98,0	926 97,0	2078 97,5	3932 97,5	591 95,5	1165 96,5	2155 95,5
3. gute Wege ϕ 15 km/h; normale Zuladung	1373 89,5	3304 90,5	6004 91,0	847 89,0	1892 89,0	3590 89,0	523 84,5	1034 86,0	1938 87,0
<i>Schlepperstunden</i>									
1. schlechte Wege ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ norm. Zuladung	642 100	1559 100	2603 100	466 100	1042 100	2035 100	407 100	826 100	1607 100
2. schlechte Wege ϕ 5 km/h; normale Zuladung	602 94,0	1483 95,5	2457 94,5	439 94,5	996 95,5	1940 95,0	380 93,5	787 95,0	1539 96,0
3. gute Wege ϕ 15 km/h; normale Zuladung	500 78,0	1283 82,5	2093 80,5	370 79,5	850 81,5	1632 80,0	317 78,0	662 80,0	1329 82,5
<i>Transportfahrzeugstunden</i>									
1. schlechte Wege ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung	365 100	771 100	1188 100	264 100	508 100	1062 100	295 100	404 100	862 100
2. schlechte Wege ϕ 5 km/h; normale Zuladung	324 89,0	695 90,0	1043 88,0	235 89,0	462 90,5	958 90,5	268 91,0	362 89,5	797 92,5
3. gute Wege ϕ 15 km/h; normale Zuladung	261 69,0	567 73,5	818 69,0	204 77,0	378 74,5	746 70,5	243 82,5	313 77,5	683 79,0

Im Durchschnitt aller errechneten Betriebe sind folgende Gesamtaufwendungen an AKh, Sh und TFh in Abhängigkeit vom Wegezustand notwendig.

Übersicht 2. 2:

Gesamtaufwendungen an AKh, Sh und TFh in Abhängigkeit vom Wegezustand.

(Angaben in %; schlechter Wegezustand = 100; Feldentfernung 1000 m)

Wegezustand	AKh	Sh	TFh
1. schlechte Wege* (ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ norm. Zuladung)	100	100	100
2. schlechte Wege* (ϕ 5 km/h; norm. Zuladung)	97,0	95,0	90,0
3. gute Wege* (ϕ 15 km/h; norm. Zuladung)	88,5	80,0	73,5

*) Wenn im folgenden im Text von schlechten und guten Wegen gesprochen wird, dann sind sind die o. a. Stufen 1 und 3 gemeint.

Demnach belaufen sich innerhalb des Gesamtbetriebs die durchschnittlichen Unterschiede auf Grund der verschiedenen Wegezustände bei den AKh auf 11,5 %, bei den Sh auf 20 % und bei den TFh auf 26,5 % der Gesamtaufwendungen für die Ackerarbeiten.

Die Aufwandsunterschiede auf Grund der verschiedenen Geschwindigkeiten sind dabei augenscheinlich viel größer als die auf Grund der unterschiedlichen Zuladung (Wegezustand 2 gegenüber 3 bzw. 1 gegenüber 2).

Die Übersichten 2. 4, 2. 5 und 2. 6 geben den Gesamtaufwand an AKh, Sh und TFh für die einzelnen Früchte im Rahmen der verschiedenen Betriebe bei unterschiedlichen Wegezuständen wieder.

Übersichten 2. 4, 2. 5 und 2. 6 (12. bis 14. Seite)

Die Feststellung der angegebenen Werte erfolgte mit Hilfe der Leistungszahlen nach *Kreher* (16). Die unterstellten Arbeiten für die einzelnen Früchte sind der ersten Arbeit des Verfassers (30, Übersicht 3. 9 und 3. 10) entnommen.

Auch bei den einzelnen Früchten zeigt sich wiederum, daß der Einfluß der unterschiedlichen Geschwindigkeit (5 bzw. 15 km/h) auf den Gesamtaufwand an AKh, Sh oder TFh weitaus größer ist, als der der unterschiedlichen Zuladung (normal, bzw. $\frac{2}{3}$ normal).

Es ist noch auf die Tatsache hinzuweisen, daß der absolute Unterschied auf Grund des Wegezustandes 1 und 2 bei den Sh und TFh gleich ist. Die Höhe des Gesamtaufwandes ist dagegen bei beiden verschieden. Auf der einen Seite treten Sh auf, ohne daß Transportfahrzeuge beteiligt sind (Arbeiten auf dem Acker); andererseits ergeben sich TFh bei denen trotz Vollmotorisierung kein Schlepper beansprucht wird (Abladen der Erntegüter). Die Einsparungsmöglichkeiten dagegen betreffen immer nur beide gemeinsam.

In Übersicht 2. 7 sind die prozentualen Einsparungen an AKh, Sh und TFh bei guten gegenüber schlechten Wegen für die einzelnen Früchte unter Beachtung der Betriebsgröße dargestellt.

Übersicht 2. 7 (15. Seite)

Aus der Übersicht ist zu entnehmen, daß die relativen Unterschiede bei den Sh größer sind als bei den AKh. Innerhalb der AKh zeigen das Grünland die größten und

Übersicht 2.4:

Arbeitskräftestunden- (AKh)), Schlepperstunden- (Sh) und Transportfahrzeugstunden- (TFh) -bedarf der einzelnen Früchte der HGI-H-Betriebe unter Beachtung des Wegezustandes.

BG	Frucht	% LN	AKh			Sh			TFh		
			WZ 1	2	3	1	2	3	1	2	3
10	Grünland	10	30,94	30,94	22,36	40,60	40,60	22,03	22,00	22,00	14,00
	Luzeerne	15	228,13	223,33	204,74	64,06	59,26	50,76	38,22	33,42	27,02
	Weizen	25	137,52	134,02	123,70	105,26	101,76	92,94	34,20	30,70	26,40
	So-Gerste	25	160,95	156,25	142,98	123,46	118,76	107,09	42,70	38,00	30,60
	Kartoffeln	5	104,28	100,13	94,73	40,62	36,47	29,46	61,75	57,60	51,00
	Zuckerrüben	20	871,32	848,32	784,93	269,35	246,35	189,26	165,69	142,69	112,29
		100	1533,14	1492,99	1373,44	643,35	603,20	491,64	364,56	324,41	261,31
25	Grünland	10	57,09	57,09	44,68	55,81	55,81	43,51	32,00	32,00	21,00
	Luzeerne	15	882,75	873,75	779,74	272,17	263,17	240,35	92,04	83,04	71,04
	Weizen	25	312,70	306,39	281,34	223,65	217,84	198,64	88,50	82,69	71,00
	So-Gerste	25	364,26	360,76	327,17	318,93	313,13	284,66	109,75	103,94	86,44
	Kartoffeln	5	198,41	191,91	176,43	93,23	86,73	74,97	69,32	62,82	50,00
	Zuckerrüben	20	1865,40	1816,70	1689,30	699,80	552,10	442,38	379,25	330,55	267,35
		100	3680,61	3606,60	3298,66	1564,59	1488,77	1284,51	770,86	695,04	566,83
50	Grünland	10	93,05	93,05	80,28	67,35	67,37	54,78	64,00	64,00	42,00
	Luzeerne	15	798,76	783,01	737,21	379,58	363,83	325,03	143,60	127,85	114,65
	Weizen	25	581,64	569,01	503,33	423,16	410,53	370,43	173,50	160,87	138,87
	So-Gerste	25	708,63	684,38	617,63	536,50	512,25	454,66	216,00	191,75	156,35
	Kartoffeln	5	415,44	408,19	369,70	224,90	217,65	181,07	152,33	145,08	122,64
	Zuckerrüben	20	3985,60	3900,40	3678,33	970,60	885,40	707,20	438,95	353,75	283,35
		100	6583,12	6438,04	5986,48	2602,09	2457,03	2093,17	1188,38	1043,30	857,86

BG = Betriebsgröße in ha; LN = landwirtschaftliche Nutzfläche; WZ = Wegezustand.

WZ 1: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung).

WZ 2: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; normale Zuladung).

WZ 3: gute Wege (ϕ 15 km/h; normale Zuladung).

Übersicht 2. 5:
Arbeitskräftestunden- (AKh)), Schlepperstunden- (Sh) und Transportfahrzeugstunden- (TFh) -bedarf der einzelnen Früchte der GF-Betriebe unter Beachtung des Wegeszustandes.

BG	Frucht	% LN	AKh			Sh			TFh		
			WZ	1	2	3	1	2	3	1	2
10	Grünland (Weide)	20	43,96	42,36	33,80	37,48	35,88	27,34	11,20	9,60	8,50
	Grünland (Heu)	20	155,54	150,74	134,04	90,76	85,96	71,89	54,24	49,44	45,74
	Roggen	20	110,02	107,22	98,97	84,20	81,40	75,35	26,18	23,58	21,68
	Hafer	20	128,76	125,00	114,39	98,60	94,84	85,69	32,36	28,60	23,00
	Kartoffeln	5	107,28	103,13	95,73	40,62	36,47	29,46	61,75	57,60	50,93
	Futterrüben	5	289,69	283,79	265,98	82,35	76,45	60,24	54,88	48,98	41,08
	Klee	10	121,35	117,15	105,39	36,26	32,06	25,46	23,16	18,96	13,36
		100	956,60	929,39	848,30	470,27	443,06	375,43	263,77	236,76	204,29
25	Grünland (Weide)	20	106,25	102,25	87,12	89,15	85,15	70,22	22,50	18,50	13,00
	Grünland (Heu)	20	280,35	270,35	240,52	189,00	179,00	149,37	101,20	91,20	78,20
	Roggen	20	250,15	245,10	225,07	178,75	174,10	158,87	63,10	58,45	52,65
	Hafer	20	292,85	287,80	261,46	214,05	209,40	187,17	86,55	81,90	65,70
	Kartoffeln	5	199,71	193,21	177,73	110,87	104,37	92,61	69,32	62,82	56,90
	Futterrüben	5	676,77	665,37	632,65	160,78	154,68	121,69	104,38	98,28	80,68
	Klee	10	385,58	374,89	331,35	117,41	106,72	85,86	61,21	50,52	31,32
		100	2191,66	2138,97	1955,90	1060,01	1013,42	865,79	508,26	461,67	378,45
50	Grünland (Weide)	20	194,10	186,10	160,60	159,90	151,90	126,80	67,00	59,00	37,00
	Grünland (Heu)	20	520,80	502,00	449,33	337,10	318,30	265,96	185,80	167,00	130,40
	Roggen	20	465,20	455,10	417,00	338,20	328,40	296,33	178,00	168,10	132,90
	Hafer	20	604,20	594,10	507,83	458,70	448,60	374,86	144,00	134,00	116,00
	Kartoffeln	5	415,44	408,19	369,70	225,81	210,16	178,57	152,33	136,68	107,28
	Futterrüben	5	1324,87	1303,27	1248,54	298,46	276,86	230,05	211,90	190,30	156,70
	Klee	10	520,71	482,70	437,53	285,31	265,30	224,47	123,10	103,09	66,49
		100	4027,32	3931,46	3590,53	2103,48	1999,52	1697,04	1062,13	958,17	746,77

BG = Betriebsgröße in ha; LN = landwirtschaftliche Nutzfläche; WZ = Wegeszustand.

WZ 1: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung).

WZ 2: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; normale Zuladung).

WZ 3: gute Wege (ϕ 15 km/h; normale Zuladung).

Übersicht 2. 6:
Arbeitskräftestunden- (AKh)), Schlepperstunden- (Sh) und Transportfahrzeugstunden-(TFh) -bedarf der einzelnen Früchte
der FI-Betriebe unter Beachtung des Wegezustandes.

BG	Frucht	% LN	AKh			Sh			TFh			
			WZ	1	2	3	1	2	3	1	2	3
10	Grünland (Weide)	40	88,32		84,32	68,93	87,04	83,04	67,65	48,50	44,50	43,15
	Grünland (Heu)	40	323,48		309,08	271,99	205,60	191,20	159,31	147,71	133,38	116,78
	Grünland (Heu)	5	42,66		39,86	34,41	27,92	25,12	20,32	22,34	19,54	17,14
	Kartoffeln	5	104,28		100,13	94,73	40,62	36,47	29,46	61,75	57,60	54,30
	Hafer	5	32,20		31,06	28,61	24,66	23,72	21,43	8,10	7,16	6,46
	Roggen	5	27,23		26,82	24,75	21,07	20,37	18,60	6,55	5,85	5,60
		100	618,17		591,27	523,42	406,91	379,92	316,16	295,02	268,03	243,43
25	Grünland (Weide)	40	227,30		221,30	190,10	199,70	191,70	163,00	79,00	71,00	63,00
	Grünland (Heu)	40	572,70		550,70	486,20	385,60	363,60	299,10	189,90	167,90	145,70
	Grünland (Heu)	5	70,12		67,62	60,02	48,91	46,41	38,03	26,45	23,95	22,35
	Kartoffeln	5	198,41		191,91	176,43	93,23	86,73	74,97	69,32	62,82	50,02
	Hafer	5	74,41		72,15	65,44	54,81	52,55	46,86	21,49	19,23	17,63
	Roggen	5	62,55		61,29	56,23	44,84	43,58	39,74	18,26	17,00	14,50
		100	1205,49		1164,97	1034,42	827,09	784,57	661,70	404,42	361,90	313,20
50	Grünland (Weide)	40	364,20		352,20	311,80	354,00	344,00	302,40	168,00	158,00	142,00
	Grünland (Heu)	40	1058,60		1021,00	919,40	747,60	710,00	609,20	419,20	381,60	331,50
	Grünland (Heu)	5	125,58		122,53	179,00	87,70	83,65	70,91	46,60	42,55	37,15
	Kartoffeln	5	415,44		408,19	369,70	224,90	217,65	181,07	152,33	145,83	116,50
	Hafer	5	148,87		136,89	123,54	107,96	103,18	91,66	42,33	37,55	30,47
	Roggen	5	116,59		113,81	104,27	84,90	82,12	74,09	33,83	31,05	25,63
		100	2230,28		2154,62	1938,41	1607,06	1540,60	1329,33	862,26	796,58	683,25

BG = Betriebsgröße in ha; LN = landwirtschaftliche Nutzfläche; WZ = Wegezustand.

WZ 1: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung).

WZ 2: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; normale Zuladung).

WZ 3: gute Wege (ϕ 15 km/h; normale Zuladung).

Übersicht 2.7:

Einsparungen an Arbeitskräfte- (AKh), Schlepper- (Sh) und Transportfahrzeugstunden (TFh) bei guten gegenüber schlechten Wegen unter Beachtung der Betriebsgröße und der angebauten Frucht (Angaben in %/o);
(Wegezustand 3 gegen über 1; Vollmotorisierung; Feldentfernung 1000 m)

Betriebsgröße in ha	AKh				Sh				TFh			
Frucht	10	25	50	10	25	50	10	25	50	10	25	50
Weizen	11	10	13	12	11	12	22	20	20	22	20	20
Roggen	10	10	10	12	11	12	16	19	23	16	19	23
So-Gerste	11	10	13	12	9	15	26	22	23	26	22	23
Hafer	11	12	16	13	13	16	25	21	24	25	21	24
Kartoffeln	10	11	11	27	20	20	25	22	24	25	22	24
Zuckerrüben	10	9	8	30	26	27	32	33	35	32	33	35
Futterrüben	8	6	6	27	24	23	25	25	25	25	25	25
Grünland-Weide	23	19	18	27	21	16	25	28	30	25	28	30
Grünland-Heu	19	14	13	23	22	19	20	21	22	20	21	22
Luzerne	20	12	8	21	12	14	26	24	22	26	24	22
Klee	13	13	13	30	27	21	42	44	46	42	44	46

die Hackfrüchte die geringsten Unterschiede, derweil das Getreide eine Mittelstellung einnimmt. Bei den Sh dagegen liegen die größten Einsparungsmöglichkeiten bei den Hackfrüchten und die geringsten beim Getreide vor. Hier nimmt das Grünland die Mittelstellung ein. Ebenso wie die Sh verhalten sich mit einer Ausnahme (Klee) die TFh. Diese Ausnahme ist darauf zurückzuführen, daß noch im Herbst vor dem Umbruch des Klees eine Mistgabe unterstellt wird. Ohne diese Mistgabe liegt der Klee hinsichtlich der TFh-Einsparungen in der Größenordnung der Luzerne.

Vor einer zu starken Generalisierung der dargestellten Zahlen und Werte muß noch gewarnt werden. Sie gelten nur für die unterstellten Verhältnisse. Ausschlaggebend sind vor allem die eingesetzten Maschinen und Geräte (siehe 30, Übersicht 3. 7), sowie die angenommenen Einzelarbeiten je Frucht (siehe 30, Übersicht 3. 9 und 3. 10).

Trotz der Einschränkung geben aber die bisherigen Ausführungen deutlich zu erkennen, daß der Wegezustand für eine rationelle Durchführung der Transportarbeiten auf Grund der durch ihn bedingten Geschwindigkeit und Zuladung von ausschlaggebender Bedeutung ist.

2. 1. 2 Die Kosten

Die bisher dargestellten AKh, Sh und TFh geben noch keine eindeutige Auskunft über die Kostenbeeinflussung. Vielmehr müssen sie erst geldmäßig ausgedrückt werden. Hierbei ergibt sich allerdings eine Schwierigkeit.

Während die Kosten je AKh bzw. Sh aus der einschlägigen Literatur leicht zu entnehmen oder leicht festzustellen sind, ist es nach *Schaefer-Kehnert* (35, S. 76) nicht zulässig, ähnliche Daten für die TFh zu erstellen. Da die Transportfahrzeuge aber in jedem Falle bei schlechten Wegen einer höheren Beanspruchung unterworfen sind als bei guten, muß versucht werden, zur Ermittlung dieser Beanspruchung einen anderen Weg zu finden. Für die weitere Behandlung der AKh und Sh einerseits, sowie der TFh andererseits müssen demnach getrennte Wege eingeschlagen werden.

Die AKh-Kosten wurden mit einem Stundensatz vom 1,33 DM/AKh eingesetzt. Dieser Satz entspricht dem durchschnittlichen Tariflohn für Landarbeiter im Bundesgebiet 1957 (5).

Die unterstellten Sh-Kosten betragen je nach Schleppergröße 3,26 DM/h, 3,34 DM/h und 4,05 DM/ha. Diese Werte sind einer Arbeit von *Schaefer-Kehnert* (35, S. 165) entnommen.

Aus Übersicht 2. 8 gehen die absoluten und relativen AK- und S-Kosten der einzelnen Betriebe für die Ackerarbeiten, sowie durch Differenzbildung die Unterschiede auf Grund der Wegeverhältnisse hervor.

Übersicht 2. 8 (18. Seite)

Die Übersicht zeigt ähnlich wie die Zeitaufwendungen nach Übersicht 2. 1, daß die absolute und relative Kostenbeeinflussung auf Grund der Wege bei den AK-Kosten geringer ist als bei den S-Kosten. Diese Tatsache ist in erster Linie auf den Kostenunterschied zwischen einer AKh und einer Sh zurückzuführen. Daneben spielen aber noch die unterschiedlichen Einsparungen an AKh bzw. Sh eine Rolle.

Im Durchschnitt aller errechneten Betriebe zeigen sich in Abhängigkeit von Wegezustand folgende prozentualen AK- bzw. S-Kosten für die Ackerarbeiten.

Übersicht 2. 9:**AK- und S-Kosten der Ackerarbeiten in Abhängigkeit vom Wegezustand**

(Angaben in %; schlechter Wegezustand = 100; Feldentfernung 1000 m)

Wegezustand	AK-Kosten	S-Kosten
1. schlechte Wege (ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung)	100	100
2. schlechte Wege (ϕ 5 km/h; normale Zuladung)	97,0	94,5
3. gute Wege (ϕ 15 km/h; normale Zuladung)	88,0	80,0

Aus der Übersicht 2.8 sind die absoluten Differenzen zwischen den AK- und S-Kosten auf Grund der Wegeverhältnisse entnommen und in Übersicht 2.12, Sp. 3 und 4, eingesetzt worden (S. 19).

Die Differenzkosten der Transportfahrzeuge (Darstellung 2. 12, Sp. 5) ergeben sich aus folgender Überlegung:

Nach *Schaefer-Kehnert* (35, S. 168) treten bei den Transportfahrzeugen je nach technischer Ausrüstung und Größe (Tragfähigkeit) verschieden hohe jährliche Gesamtkosten auf. Auf Grund der Unterstellungen in der früheren Arbeit des Verfassers (30, Übersicht 3. 7) ergeben sich demnach für die einzelnen Betriebe folgende Transportfahrzeugkosten je Jahr.

Übersicht 2. 10:**Jährliche Transportfahrzeugkosten in Abhängigkeit von der Betriebsgröße und dem Transportfahrzeugpark**

BG ha	Transportfahrzeugart	Anzahl	TK t	Jährliche Transportfahrzeugkosten je Betrieb		
				je Fahrzeug in DM *)	DM insgesamt	DM/ha
10	Triebachsenanh.	1	3,0	728,—	728,—	72,80
25	2-achs. Anhänger hänger	1	4,0	560,—	1288,—	51,10
	Triebachsenanh.	1	3,0	728,—		
50	2-achs. Anhänger hänger	2	5,0	644,—	2426,—	48,50
	Triebachsenanh.	1	3,0	728,—		
	1-achs. Anhänger	1	2,5	410,— **)		

BG = Betriebsgröße in ha; TK = Tragkraft des Fahrzeuges.

*) Nach *Schaefer-Kehnert* (35, S. 168). **) Wert wurde interpoliert.

Eine Berücksichtigung des Bodennutzungssystems ist leider nicht möglich, da bei *Schaefer-Kehnert* keine Unterteilung in dieser Richtung vorgesehen ist. Daher ergeben sich bei gleicher Betriebsgröße für alle Bodennutzungssysteme die gleichen Transportfahrzeugkosten bzw. Differenzen auf Grund des Wegezustandes (vgl. Übersicht 2. 12, Sp. 5).

In Kapitel 2. 1. 1 wurde gezeigt, daß die Gesamteinsparungen bei den TFh auf Grund der Wege bei 26,5 % aller TFh für die Ackerarbeiten liegen. Da sich der Einsatz der Transportfahrzeuge und damit auch die Kosten aber nicht nur aus den innerbetrieb-

Übersicht 2. 8:

Die absoluten und relativen Arbeitskräfte- und Schlepperkosten für die Ackerarbeiten eines Betriebes in Abhängigkeit von Bodennutzungssystem, Betriebsgröße und Wegezustand (Feldentfernung 1000 m).

Bodennutzungssystem Betriebsgröße in ha	HGI-H			GF			FI		
Wegezustand	10 abs. rel. DM	25 abs. rel. DM	50 abs. rel. DM	10 abs. rel. DM	25 abs. rel. DM	50 abs. rel. DM	10 abs. rel. DM	25 abs. rel. DM	50 abs. rel. DM
Arbeitskräfte — Kosten									
1. schlechte Wege Ø 5 km/h; 2/3 normale Zuladung	2039 100	4896 100	8755 100	1273 100	2915 100	5356 100	822 100	1601 100	2966 100
2. schlechte Wege Ø 5 km/h; normale Zuladung	1986 97,5	4796 98,0	8563 98,0	1236 97,0	2845 97,5	5230 97,5	786 96,0	1549 96,5	2866 96,5
3. gute Wege Ø 15 km/h; normale Zuladung	1826 89,5	4358 89,0	7961 91,0	1128 88,5	2601 89,0	4775 89,0	696 85,0	1375 86,0	2578 87,0
Schlepper — Kosten									
1. schlechte Wege Ø 5 km/h; 2/3 normale Zuladung	1669 100	4852 100	10356 100	1532 100	3424 100	8370 100	1327 100	2759 100	6508 100
2. schlechte Wege Ø 5 km/h; normale Zuladung	1565 93,0	4626 95,0	9779 94,5	1444 94,0	3272 95,5	7960 95,0	1238 93,5	2629 95,5	6233 95,5
3. gute Wege Ø 15 km/h; normale Zuladung	1277 76,0	3984 82,0	8380 80,5	1223 80,0	2797 81,5	6754 80,5	1033 78,0	2211 80,5	5382 82,5

lichen Transporten ergeben, muß zu den TFh für die Ackerarbeiten noch die Zeit, die die Transportfahrzeuge für den Verkehr mit den außerbetrieblichen Bezugs- und Absatzstellen benutzt werden, addiert werden.

Nach vorsichtigen Schätzungen können hierfür 30 % aller Einsatzstunden unterstellt werden. Im einzelnen ist für diese Einsatzzeit die Entfernung des Betriebes von den Bezugs- und Absatzstellen maßgebend; außerdem ist noch zu klären, ob dieser Verkehr nicht mit außerbetrieblichen Fahrzeugen (LKW der Händler) durchgeführt wird. Auf die Gesamteinsatzzeit der Transportfahrzeuge bezogen verbleiben von den 26,5 % der Einsparungen bei den Ackerarbeiten damit nur 18,5 %. Diese um 18,5 % geringere Inanspruchnahme der Transportfahrzeuge pro Jahr im innerbetrieblichen Transportverkehr bei guten gegenüber schlechten Wegen muß dazu führen, daß die Transportfahrzeugkosten entsprechend geringer werden.

Somit ergeben sich auf Grund des Wegezustandes folgende Einsparungen an TF-Kosten bei guten gegenüber schlechten Wegen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße.

Übersicht 2. 11:

Jährliche Einsparungen an TF-Kosten bei guten gegenüber schlechten Wegen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße.

Betriebsgröße in ha	Einsparungen bei guten gegenüber schlechten Wegen (18,5 % der TF-Kosten)	
	DM insgesamt	DM/ha
10	135,—	13,50
25	236,—	9,45
50	453,—	9,05

Übersicht 2. 12:

Jährliche Einsparungen an AK-, ZK- (S-) und TF-Kosten auf Grund besserer Wege (Wegezustand 3 gegenüber Wegezustand 1) bei einer durchschnittlichen Feldentfernung von 1000 m in Abhängigkeit von der Betriebsgröße und dem Bodennutzungssystem.

BN	BG ha	Einsparungen an				DM/ha	Betriebs- aufwend. insgesamt DM/ha *)	Einsp. in % der ges. Auf- wendung.
		AK- DM	ZK- DM	TF-Kosten DM	Summe DM			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
FI	10	126,—	293,—	135,—	554,—	55,40	1180,—	4,7
	25	226,—	548,—	236,—	1010,—	40,40	1054,—	3,8
	50	388,—	1126,—	453,—	1967,—	39,40	904,—	4,4
GF	10	145,—	309,—	135,—	589,—	58,90	1336,—	4,4
	25	314,—	627,—	236,—	1177,—	47,—	1170,—	4,0
	50	581,—	1616,—	453,—	2650,—	53,—	1060,—	5,0
HG-H	10	213,—	393,—	135,—	741,—	74,10	1621,—	4,6
	25	511,—	868,—	236,—	1615,—	64,60	1800,—	3,6
	50	794,—	2026,—	453,—	3273,—	65,50	1501,—	4,4

*) Durchschnittszahlen des „Grünen Berichtes“ 1957.

BN = Bodennutzungssystem, BG = Betriebsgröße.

— Wenn auch rein äußerlich die TF-Kosten nicht auf die TFh bezogen wurden, so ist es im Grunde doch geschehen. Es ließ sich deshalb nicht vermeiden, weil ja von Anfang an die unterschiedlichen Aufwendungen auf Grund der Wege als Unterschiede in der Einsatzzeit gedeutet wurden. Um aber dennoch darauf hinzuweisen, daß zwischen der AK- und S-Kostenrechnung einerseits und der TF-Kostenrechnung andererseits ein Unterschied besteht, wurde für letztere ein abweichender Rechnungsweg gewählt. —

Übersicht 2. 12 gibt die Einsparungen bei den AK-, S- und TF-Kosten sowie deren absolute und auf 1 ha bezogene Summe wieder. Die Einsparungen an Kosten auf Grund der Wege je Hektar werden den gesamten Betriebsaufwendungen je Hektar gegenübergestellt. Hierdurch gewinnen die festgestellten Zahlen einen wirtschaftlichen Aussagewert.

Die Zahlen in Spalte 7 stimmen mit den Angaben von *Gloy* (12) gut überein. *Gloy* kommt bei seinen Untersuchungen in Schleswig-Holstein mit Hilfe von Buchführungs-

Übersicht 2. 13: Landwirtschaftliche Bodennutzungssysteme
(Herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.)

Bodennutzungssystem	Anteil in % der landwirtschaftlichen Nutzfläche			
	Hackfrucht	Getreide	Futterbau	Sonderkulturen
I. Sonderkulturengruppe	—	—	—	10 und mehr
1. Sonderkulturen	—	—	—	10 und mehr
II. Hackfruchtbaugruppe	15 und mehr	—	—	unter 10
A. Hackfruchtbau	25 und mehr	—	—	unter 10
2. Zuckerrübenbau	25 und mehr, davon über 40 % Z. R.			unter 10
3. Kartoffelbau	25 und mehr, davon über 60 % K.			unter 10
4. Hackfruchtbau	25 und mehr, davon höchstens 40 % Z. R. und 60 % K.			unter 10
B. Hackfrucht-Getreidebau	15—25	—	—	unter 10
5. Hackfrucht-Getreidebau I	20—25	20 und mehr	0—50	unter 10
6. Hackfrucht-Getreidebau II	15—20	20 und mehr	0—50	unter 10
7. Hackfrucht-Futterbau	15—25	bis 40	50 und mehr	unter 10
III. Getreidebaugruppe	unter 15	30 und mehr	—	unter 10
8. Getreide-Hackfruchtbau	10—15	30 und mehr	0—60	unter 10
9. Getreide-Futterbau	unter 10	30—60	40—70	unter 10
IV. Futterbaugruppe	unter 15	unter 30	60 und mehr	unter 10
10. Futter-Hackfruchtbau	10—15	unter 30	60—90	unter 10
11. Futterbau I	unter 10	unter 20	80 und mehr	unter 10
12. Futterbau II	unter 10	0—30	70—80	unter 10
13. Futterbau III	unter 10	unter 30	60—70	unter 10
V. Sonstige Betriebe	unter 30	—	—	—
14. Hackfrucht-Getreide-Futterbau	10—15	20—30	40—60	unter 10
15. Betriebe, die nicht unter 1—14 fallen	—	—	—	unter 10

unterlagen zu einer Kosteneinsparung von 50,— DM/ha bei guten gegenüber schlechten Wegen.

Es kann abgeleitet werden, daß die Einsparungen (DM/ha) mit steigender Betriebsgröße sinken und von einer extensiven zu einer intensiven Bodennutzung steigen.

Zwischen der Kosteneinsparung und der Feldentfernung besteht eine proportionale Beziehung, deshalb können die festgestellten Werte auch auf jede andere Feldentfernung umgerechnet werden.

Aus Übersicht 2. 12 geht hervor, daß die möglichen Einsparungen an Betriebsaufwendungen (Kosten) im Mittel aller errechneten Betriebe bei 55,50 DM/ha oder bei 4,3 % der Gesamtaufwendungen liegen. Diese Einsparung mag zunächst gering erscheinen. Verglichen mit anderen betriebswirtschaftlichen Maßnahmen ist sie aber durchaus beachtenswert. *Gloy* gibt z. B. an (12), daß der Fortfall der Umsatzsteuer für die Landwirtschaft bei den von ihm untersuchten Betrieben 16,— DM/ha und die Kraftstoffsubventionen 11,— DM/ha ausmachen. Die Einsparungen auf Grund der Wege gewinnen noch dadurch an Bedeutung, daß es sich hierbei nicht um eine durchschnittliche Kosteneinsparung, sondern um eine Mindesteinsparung handelt. In Wirklichkeit wird sie oft noch viel höher liegen. Es ist vor allem nicht berücksichtigt worden, daß sich bei schlechten Wegen sowohl für die Schlepper als auch für die Transportfahrzeuge ein höherer Reparaturkostenfaktor ergibt.

Die zahlenmäßige Erfassung des Wegeeinflusses auf die Aufwandsgestaltung landwirtschaftlicher Betriebe darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß sehr oft Einflüsse, die sich einer genauen Fixierung entziehen, wirksam werden. Diese Imponderabilien machen sich schon bemerkbar, wenn der Wegezustand ein schnelles Einbringen der Ernte verzögert; sie werden aber dann am deutlichsten, wenn sie, was gar nicht so selten vorkommt, eine Bergung der Ernte einfach verhindern. Als Beispiel mag angeführt werden: In der Ostfriesischen Marsch hatte ein Landwirt zwei Hektar Zuckerrüben angebaut. Ausschließlich als Folge des Wegezustandes konnte er hiervon nur zwei Fuder einbringen. Alle anderen Rüben mußten später untergepflügt werden. Es ist also im Extremfalle durchaus möglich, daß nicht nur die Kostenseite (Aufwendungen) der landwirtschaftlichen Erfolgsrechnung, sondern auch die Leistungsseite (Erträge) durch die Wege und ihren Zustand beeinflusst werden.

2. 2 Die Bedeutung der reinen Feldentfernung beim Übergang von tierischer zu motorischer Zugkraft unter Berücksichtigung des Wegezustandes.

Zwischen tierischen und motorischen Zugkräften bestehen hinsichtlich der Geschwindigkeit grundsätzliche Unterschiede. Während den tierischen Zugkräften weitgehend eine bestimmte Geschwindigkeit eigen ist, kann sie beim Schlepper in relativ weiten Grenzen variiert werden. Die Möglichkeit, die durch den Schlepper gegebenen Geschwindigkeiten voll auszunutzen, kommt aber nur dann zum Tragen, wenn von Seiten der Wege keine Einschränkungen gefordert werden.

Während die durchschnittliche Geschwindigkeit bei Pferdezug ohne Rücksicht auf den Wegezustand mit 3,6 km/h (41) angegeben werden kann, ergeben sich beim Schlepper auf Grund eigener Untersuchungen im Durchschnitt aller anfallenden Transporte (Maschinen- und Nutzlasttransporte) eines Betriebes je nach Wegeverhältnissen durchschnittliche Geschwindigkeiten von 5—15 km/h. Für nachfolgende Rechnungen werden unterstellt:

Pferdeanspannung	3,6 km/h
Schlepperzug, schlechte Wege	5,0 km/h
Schlepperzug, gute Wege	15,0 km/h.

Schmitz (36) drückt das langsamere Fahren bei schlechten Wegen (höherer Rauigkeitsbeiwert) bzw. bei Steigungen durch die „virtuelle Entfernung“ aus. Nach seiner

Definition (a. a. O. S. 25) bedeutet die Geschwindigkeit von 5 km/h gegenüber 15 km/h, daß die „virtuelle Entfernung“ (ϵ) bei 5 km/h dreimal so hoch wie die bei 15 km/h ist.

$$\epsilon_5 = 3 \times \epsilon_{15}$$

— In diesem Kapitel braucht auf den *Schmitz*'schen Gedankengang hinsichtlich der „virtuellen Entfernung“ nicht näher eingegangen zu werden. In Kapitel 5. 2, in dem auch Zwischenwerte berücksichtigt werden müssen, sind nähere Erläuterungen zu finden. —

Aus den oben angeführten Zahlen gehen die reinen Fahrzeiten für eine einzelne Fahrt schon hervor, da die Fahrzeiten für eine bestimmte Strecke im reziproken Verhältnis zur Geschwindigkeit stehen.

Pferdeanspannung	3,6 km/h = 3,3 min/100 m
Schlepperzug, schlechte Wege	5,0 km/h = 2,4 min/100 m
Schlepperzug, gute Wege	15,0 km/h = 0,8 min/100 m

Diese Zahlen geben aber noch keinen unmittelbaren Aufschluß über den Einfluß der Zugkräfte bzw. Wegeverhältnisse auf die Bedeutung der metrischen Feldentfernung. Da Betriebe, die mit abweichenden Zugkräften ausgestattet sind, auch meistens in der Zusammensetzung des Maschinen- und Geräteparks Unterschiede aufweisen, sind auf Grund dieser Tatsache verschieden viele Fahrten je Flächeneinheit notwendig. Erst wenn diese Erscheinung berücksichtigt ist, lassen sich Rückschlüsse auf die Bedeutung der reinen Feldentfernung ziehen. In der ersten Arbeit des Verfassers (30) sind die durchschnittlichen Fahrtenzahlen je Einheitshektar unter Berücksichtigung von Betriebsgröße, Bodennutzungssystem und Mechanisierungsstufe (Zugkraftform) angegeben. Die Werte für die Mech.-St. A (nur Pferdeanspannung) und Mech.-St. C (nur Schlepperzug) sind in Übersicht 2. 14, Sp. 5, übernommen.

Die Tatsache, daß bei besonders schlechten Wegen (Wegezustand 1) die Zuladung für die Wirtschaftsdünger- und Erntetransporte geringer wird ($\frac{2}{3}$ normal), kommt in einer gegenüber dem Normalzustand höheren Fahrtenzahl zum Ausdruck (vgl. Fahrtenzahl/ha bei Wegezustand 1 gegenüber Wegezustand 2 und 3 in Übersicht 2. 14).

Die bei Schlepperzug unterstellten Wegezustände entsprechen den in Kapitel 2. 1 gemachten Angaben (siehe Übersicht 2. 1 bzw. 2. 2).

Die Errechnung der Fahrtenzahlen für den Wegezustand 1 geschieht folgendermaßen: Von der Fahrtenzahl/Einheitshektar (30, Übersicht 7. 4—7. 6) entfallen bei den HG I—H-Betrieben 65 %, bei den GF-Betrieben ebenfalls 65 % und bei den F. I.-Betrieben 60 % auf die Wirtschaftsdünger- und Erntetransporte. Dieser Anteil wurde mit dem Faktor 1,5 multipliziert, da die Zuladung auf $\frac{2}{3}$ der normalen Höhe zurückging.

In Spalte 7 der Übersicht 2. 14 ist die reine Wegezeit/Einheitshektar für 100 m Feldentfernung durch Multiplikation des Wertes in Spalte 5 mit der zugehörigen Fahrzeit/100 m (Sp. 6) angegeben.

Durch eine weitere Vervielfältigung mit der Betriebsgröße zeigt sich die vom Einzelbetrieb im Laufe eines Jahres aufzubringende „reine Wegezeit je 100 m Feldentfernung“ (Sp. 9). Spalte 10 gibt den relativen Zeitaufwand auf Grund der abweichenden Geschwindigkeit der Mech. St. C (ausschließlich Schlepperzug) gegenüber der Mech. St. A., (Pferdeanspannung = 100) bei gleichem Bodennutzungssystem und gleicher Betriebsgröße wieder.

Den angegebenen Bodennutzungssystemen liegt die in der früheren Arbeit des Verfassers (a. a. O., Übersicht 3. 3) zu findende Anbauverteilung zugrunde, und die eingesetzten Mechanisierungsstufen umfassen ebenfalls die in der genannten Arbeit (a. a. O., Übersicht 3. 5 und 3. 7) unterstellten Maschinen und Geräte.

Übersicht 2. 14:

Die Bedeutung der metrischen Feldentfernung bei Berücksichtigung von Bodennutzungssystem, Betriebsgröße, Mechanisierungsstufe (Zugkraftform) und Wegezustand.

BN	BG	ZK	WZ	Fahrt- tenzahl/ ha	Fahrzeit/ 100 m min.	Fahrzeit/ ha min.	Fahrt- zahl insges.	Jährliche Fahrz. f. d. Gesamt- betrieb je 100 m Feld- entfernung	Fahrzeit in % der Fahrz. bei Pferdean- spannung
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HGI —H	10	Pf	—	53,7	3,3	177	537	29'10"	100
		Sch	1	43,8	2,4	105	438	17'30"	59
		Sch	2	34,4	2,4	83	344	13'50"	47
		Sch	3	34,4	0,8	28	344	4'40"	16
	25	Pf	—	35,0	3,3	115	876	47'50"	100
		Sch	1	30,5	2,4	73	763	31'25"	63
		Sch	2	23,2	2,4	56	582	23'20"	49
		Sch	3	23,2	0,8	19	582	7'55"	17
	50	Pf	—	27,3	3,3	90	1365	75'50"	100
		Sch	1	25,3	2,4	61	1265	50'50"	68
		Sch	2	19,5	2,4	47	976	39'05"	52
		Sch	3	19,5	0,8	16	976	13'20"	17
GF	10	Pf	—	45,2	3,3	150	452	25'00"	100
		Sch	1	37,7	2,4	90	377	15'00"	60
		Sch	2	29,0	2,4	70	290	11'40"	47
		Sch	3	29,0	0,8	23	290	3'50"	15
	25	Pf	—	27,3	3,3	90	683	34'30"	100
		Sch	1	24,8	2,4	59	620	24'35"	66
		Sch	2	19,1	2,4	46	478	19'10"	51
		Sch	3	19,1	0,8	15	478	6'15"	17
	50	Pf	—	20,8	3,3	69	1040	57'50"	100
		Sch	1	20,8	2,4	50	1040	41'40"	72
		Sch	2	16,0	2,4	38	797	31'40"	55
		Sch	3	16,0	0,8	13	797	10'50"	19
F I	10	Pf	—	35,9	3,3	118	359	19'40"	100
		Sch	1	43,1	2,4	103	431	17'10"	88
		Sch	2	33,2	2,4	80	332	13'20"	68
		Sch	3	33,2	0,8	27	332	4'30"	23
	25	Pf	—	22,8	3,3	75	571	31'15"	100
		Sch	1	23,1	2,4	55	577	22'55"	73
		Sch 2	2	17,8	2,4	43	444	17'55"	57
		Sch	3	17,8	0,8	14	444	5'50"	19
	50	Pf	—	17,7	3,3	58	884	48'20"	100
		Sch	1	18,7	2,4	45	935	37'30"	78
		Sch	2	14,4	2,4	35	722	29'10"	60
		Sch	3	14,4	0,8	12	722	10'00"	21

BN = Bodennutzungssystem; BG = Betriebsgröße in ha;

ZK = Zugkraftform (Pf = Pferde, Sch = Schlepper);

WZ = Wegezustand; WZ 1: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; $\frac{2}{3}$ normale Zuladung);

WZ 2: schlechte Wege (ϕ 5 km/h; normale Zuladung);

WZ 3: gute Wege (ϕ 15 km/h; normale Zuladung).

Im Durchschnitt aller Betriebe beträgt der prozentuale Aufwand an Fahrzeit für eine gegebene Entfernung bei

Pferdeanspannung	100
Schlepperzug, Wegezustand 1	70
Schlepperzug, Wegezustand 2	54
Schlepperzug, Wegezustand 3	18

Es muß noch einmal betont werden, daß die Unterschiede nicht nur auf die abweichenden Geschwindigkeiten, sondern in starkem Maße auch auf die verschiedenen Fahrtenzahlen je Einheitshektar zurückzuführen sind (siehe Übersicht 2. 14, Sp. 5).

Übersicht 2. 14 gibt eindeutig zu erkennen, daß im Zuge einer fortschreitenden Motorisierung und Mechanisierung der Betriebe die Bedeutung der metrischen Entfernung der Schläge vom Wirtschaftshof sinkt. Diese Entfernung verliert um so mehr an Wert, je größer die mögliche Durchschnittsgeschwindigkeit wird, d. h. je besser die Wege ausgebaut sind.

In Übersicht 2.15 ist der Wegezeitbedarf/Hektar und 100 m Feldentfernung für die einzelnen Früchte angegeben. Hier zeigen sich die gleichen Unterschiede wie beim Gesamtbetrieb. Diese Darstellung soll es ermöglichen, gegebenenfalls Betriebe mit Bodennutzungssystemen, die hier nicht berücksichtigt wurden, in ähnlicher Weise durchzurechnen.

Für den Wegebau ergibt sich aus dem Kapitel 2, daß in erster Linie der Ausbau der Wege für eine rationelle Lösung der Transportaufgaben von Bedeutung ist (Kapitel

Übersicht 2. 15:

Reine Fahrzeit je ha für 100 m Feldentfernung im Laufe eines Wirtschaftsjahres unter Berücksichtigung von Fruchtart, Betriebsgröße, Zugkraftform (Mechanisierungsstufe) und Wegezustand. Angaben in Minuten.

Zugkraftform	Pferde			Schlepper					
	—			schlecht (5km/h)			gut (15 km/h)		
Wegezustand									
Betriebsgröße in ha Fruchtart	10	25	50	10	25	50	10	25	50
Weizen	90	61	49	35	25	21	12	8	7
Roggen	92	65	50	35	26	22	12	9	7
So-Gerste	95	63	52	37	26	21	12	9	7
Hafer	104	70	54	40	26	22	13	9	7
Kartoffeln	366	222	154	188	123	93	63	41	31
Futtermüben	366	203	216	192	114	127	64	38	42
Zuckerrüben	374	257	200	173	132	114	57	44	38
Luzerne (Heu)	157	109	84	79	46	39	26	15	13
Klee (Heu)	127	67	55	63	36	25	21	12	9
Grünl. (Heu)	146	96	75	90	52	44	30	17	15
Grünland (Weide)	60	34	26	38	23	19	13	7	6

2. 1). Geringe Mehrentfernung können durchaus in Kauf genommen werden, wenn der „Um“weg ein schnelleres Fahren gestattet (Kapitel 2. 2). Hieraus geht die Forderung — wenn auch auf lange Sicht und vorläufig noch mit mancherlei Einschränkung versehen — hervor: Jeder Schlag muß an einem befestigten Weg, der zu allen notwendigen Zeiten eine optimale Transportgeschwindigkeit zuläßt, angeschlossen sein.

3. Die Anlage des Wegenetzes

3. 1 Die Mindestschlagzahl, die sinnvolle Schlaggröße und die zweckmäßige Schlaglänge.

Für die Aufteilung der Flur durch Wege sind außer den natürlichen Gegebenheiten, auf die im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden kann, die Größe und das Acker-Grünlandverhältnis der Betriebe maßgebend. Von den Betriebsgrößen und den Acker-Grünlandverhältnissen hängen die Mindestschlagzahl und -größe sowie die zweckmäßige Schlaglänge ab.

Die in der Literatur zu findenden Angaben über die notwendige Schlagzahl eines Betriebes liegen zwischen 4 und 15 (23, 25). Hierbei handelt es sich aber zum Teil um Angaben älteren Datums, so daß sie für die Gegenwart und die Zukunft nicht richtungsweisend zu sein brauchen. Zudem beruhen sie oft auf Erfahrungen und Möglichkeiten der Praxis, die infolge des Einflusses der natürlichen Faktoren den wirtschaftlichen Notwendigkeiten gegenüber immer wieder Kompromisse verlangen. Gewöhnlich liegt aus dem Grunde die wirkliche Schlagzahl eines Betriebes über der wirtschaftlich unbedingt notwendigen. Es muß deshalb nachstehend versucht werden, die Frage nach der wirtschaftlich notwendigen Mindestschlagzahl rein deduktiv zu klären. Die natürlichen Schwierigkeiten, die in der Praxis sehr oft bestimmend sind, können infolge ihrer Individualität nicht berücksichtigt werden. Sie werden immer nur von Fall zu Fall zu beurteilen sein.

Es muß noch eingeschoben werden, daß durch die Diskussion der „Mindestschlagzahl“ die Zweckmäßigkeit der Errichtung von Einplanhöfen gar nicht erst in Zweifel gezogen werden soll. Da aber im Rahmen der Flurneuordnung nicht alle Betriebe in Einplanhöfe umgewandelt werden können, muß die Frage nach der Schlagzahl, die maximal zulässig ist, ohne daß die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt wird, behandelt werden.

Unter den gegenwärtigen deutschen Verhältnissen herrschen Drei- und Vierfelderwirtschaften vor. Es ist auch in absehbarer Zeit in dieser Hinsicht mit keinen großen Änderungen zu rechnen. Ein- und Zweifelderwirtschaften werden wahrscheinlich keinen großen Einfluß gewinnen.

Im Rahmen einer Dreifelderwirtschaft ergibt sich die Mindestschlagzahl des Ackerlandes zu 3 Schlägen. Besteht nun die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche aus Ackerland, dann ist die Mindestschlagzahl des Ackerlandes gleich der Mindestschlagzahl des Gesamtbetriebes. In den meisten Fällen ist aber noch natürliches Grünland vorhanden, so daß die Mindestschlagzahl bei einer Dreifelderwirtschaft 4 beträgt. Diese Zahl gilt wiederum nur dann, wenn das natürliche Grünland in einem Schlag liegt.

Falls es die natürlichen Verhältnisse zulassen, sprechen hierfür die folgenden wirtschaftlichen Gründe:

1. Die Bearbeitung des Grünlandes läßt sich am zweckmäßigsten auf möglichst großen Flächen durchführen.
2. Die wechselnde Nutzung des Grünlandes (Mähweide) ist am leichtesten zu gestalten, wenn die Einteilung frei gewählt werden kann.

3. Unterschiede in den Erträgen der verschiedenen Jahreszeiten lassen es wünschenswert erscheinen, die Koppelgröße jahreszeitlich zu ändern.

Wenn allerdings ausgesprochen natürliches Wiesen- und natürliches Weideland vorhanden sind, ist eine Aufteilung des Grünlandes in 2 Schläge nicht zu umgehen.

Nach den bisherigen Ausführungen liegt also die Mindestzahl eines Betriebes zwischen 3 und 5. Bei einer Vierfelderwirtschaft erhöhen sich diese Zahlen jeweils um 1. Für die Mindestschlagzahl ist daher neben der Wirtschaftsform (Drei- oder Vierfelderwirtschaft) das Vorhandensein und die Art des natürlichen Grünlandes maßgebend.

Übersicht 3. 1:

Die Mindestschlagzahl in Abhängigkeit von der Wirtschaftsform und dem Vorhandensein natürlichen Grünlandes.

Wirtschaftsform und Grünlandanteil	Mindestschlagzahl des		
	Ackerlandes	Grünlandes	Gesamtbetriebes
Dreifelderwirtschaft ohne Grünland	3	0	3
Dreifelderwirtschaft mit Grünland	3	1	4
Dreifelderwirtschaft mit ausgesprochenem Wiesen- und Weideland	3	2	5
Vierfelderwirtschaft ohne Grünland	4	0	4
Vierfelderwirtschaft mit Grünland	4	1	5
Vierfelderwirtschaft mit ausgesprochenem Wiesen- und Weideland	4	2	6

Bei der Klärung der optimalen Schlaggröße muß zwischen Ackerland und Grünland unterschieden werden.

Wird das Ackerland in einer Dreifelderwirtschaft genutzt, dann beträgt die zweckmäßige Schlaggröße des Ackerlandes: $AF^*)/3$. Hierbei ist unterstellt, daß alle Schläge gleich groß sind. In der Praxis wird es schwer sein, diese Bedingung zu erfüllen. Dennoch sollte sie angestrebt werden, da sie in jedem Fall die bessere Lösung darstellt. Ansonsten verschiebt sich das Anbauverhältnis der Betriebe von Jahr zu Jahr. Bezieht man die Schlaggröße auf die landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebes, dann ergibt sich für die Schlaggröße des Ackerlandes: $LN^*) - GrF^*)$

3

Liegt kein natürliches Grünland vor, so ist sie $LN/3$.

Die zweckmäßige Schlaggröße des Grünlandes soll ohne Rücksicht auf die Wirtschaftsform des Betriebes so groß wie nur möglich sein.

Somit ergeben sich je nach Größe, Acker- und Grünlandverhältnis und Wirtschaftsform des Betriebes folgende zweckmäßige Schlaggrößen: (Übersicht 3.2)

Die bisherigen Ausführungen sollen nicht dazu verleiten, für jeden Betrieb, der sich in der Flurbereinigung befindet, die angegebenen Mindestschlagzahlen oder -größen genau zu fordern. Vielmehr stellen die Mindestschlagzahl einen wirtschaftlichen Höchstwert und die Mindestschlaggröße einen wirtschaftlichen Mindestwert dar. In beiden Fällen handelt es sich um Werte, die bei der

*) AF — Ackerfläche des Betriebes, GrF — Grünlandfläche des Betriebes, LN — Landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebes.

Übersicht 3.2:

**Die Schlaggröße in Abhängigkeit von der Größe,
dem Acker-Grünland-Verhältnis und der Wirtschaftsform des Betriebes.**

Wirtschaftsform und Grünlandanteil	Schlaggröße des		Grünlandes
	Ackerlandes	Ackerlandes auf die LN bezogen	
Dreifelderwirtschaft ohne Grünland	AF/3	LN/3	—
Dreifelderwirtschaft mit Grünland	AF/3	(LN—GrF)/3	GrF
Dreifelderwirtschaft mit ausgesprochenem Wiesen- und Weideland	AF/3	(LN—GrF)/3	GrF/2
Vierfelderwirtschaft ohne Grünland	AF/4	LN/4	—
Vierfelderwirtschaft mit Grünland	AF/4	(LN—GrF)/4	GrF
Vierfelderwirtschaft mit ausgesprochenem Wiesen- und Weidegrünland	AF/4	(LN—GrF)/4	GrF/2

gegenwärtigen Bodennutzungsform (Drei- oder Vierfelderwirtschaft) keine wirtschaftlichen Schwierigkeiten bieten. Ein Unterschreiten der Mindestschlagzahl oder ein Überschreiten der Mindestschlaggröße in Form der Ein- und Zweiplanhöfe stellt in den meisten Fällen die bessere Lösung dar, da sie einer Änderung der gegenwärtigen Bodennutzungsorganisation den weiteren Spielraum lassen.

Für die gesamte Struktur eines Wegenetzes (Maschendichte) ist nicht so sehr die Schlaggröße als vielmehr die Schlaglänge entscheidend. Die zweckmäßige Schlaglänge hängt aber von der Schlaggröße als einem ihrer bestimmenden Faktoren ab. Der andere maßgebende Faktor für die Schlaglänge ist die Schlagbreite bzw. das Längen-Breitenverhältnis des Schlates.

Das sinnvolle Längen-Breitenverhältnis wiederum wird durch zwei wirtschaftliche Ursachen festgelegt:

1. Die rationelle Gestaltung der Arbeitswirtschaft verlangt möglichst große Schlaglängen. Die Forderung nach einer Mindestschlaglänge tritt in erster Linie bei Kleinbetrieben auf (1, 23). Bei Großbetrieben dagegen geht nach Erreichen einer Höchstschlaglänge von 500—700 m das Längen-Breitenverhältnis gegen 1:1.
2. Die Bedeutung der Randverluste verlangt eine bestimmte Gestaltung des Schlagumfanges. Hierauf hat u. a. *Rückmann* (29, S. 42) hingewiesen. Die Randverluste liegen naturgemäß am niedrigsten, wenn das Längen-Breitenverhältnis 1:1 ist, da der Randflächenanteil dann ein Minimum erreicht.

Da die arbeitswirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Gesichtspunkte im Bereich der Familienbetriebsgrößen in alternativer Beziehung stehen, muß in dieser Frage ein Kompromiß gefunden werden. Beiden Forderungen wird hinreichend entsprochen, wenn das Längen-Breitenverhältnis etwa um 2:1 liegt.

Dabei ist die Tendenz zu erkennen, daß das Verhältnis um so enger wird, je größer der Betrieb bzw. die Acker- oder Grünlandfläche sind. — Man lasse sich durch den rein

zahlenmäßigen Unterschied zwischen den Verhältnissen 1:1 und 8:1 gegenüber 2:1 nicht irreführen. Bei gegebener Fläche, die in den Bereichen, die zur Klärung anstehen, meistens nicht sehr groß ist, bedeutet nämlich schon eine geringe Veränderung der Schlaglänge zugunsten oder ungunsten der Schlagbreite eine große Verschiebung im Längen-Breitenverhältnis. Bei einem Schlag von 2 ha Größe sollen die Länge 400 m und die Breite 50 m betragen. Das Längen-Breitenverhältnis ist in diesem Falle 8:1. Steigt nun die Breite nur um 25 m auf 75 m, dann sinkt die Länge auf 267 m. Das Verhältnis von Länge zu Breite beträgt dann lediglich 2,8:1. —

Nachdem das Längen-Breitenverhältnis feststeht, kann bei gegebener Ackerschlaggröße die zweckmäßige Schlaglänge bestimmt werden.

Unabhängig von der Acker- bzw. Grünlandfläche des Betriebes und dem Längen-Breitenverhältnis des einzelnen Schläges muß aber im Hinblick auf einen rationellen Einsatz motorischer Zugkräfte eine absolute Mindestschlaglänge angesetzt werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus der Tatsache, daß bei geringer Schlaglänge die Umkehrzeiten bei der Feldbearbeitung im Vergleich zur reinen Fahrzeit auf dem Acker unverhältnismäßig stark zunimmt (29, S. 32 und 35). Aufgrund dieses Problems soll für die Praxis der Flurneueordnung ohne Rücksicht auf die Größe der Ackerfläche eines Betriebes und den derzeitigen Stand der Technisierung des betreffenden Gebietes bei Vollerwerbsstellen eine Mindestschlaglänge von 250 m nicht unterschritten werden. Diese Grenze gilt natürlich nicht für sogenannte Nebenerwerbsbetriebe und deren Schläge.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die Betrachtungen auch auf die geringeren Schlaglängen ausgedehnt. Diese Maßnahme ist notwendig, um den Einfluß aller heute noch vorkommenden Schlaglängen auf die Wegelänge genau zu untersuchen und darzustellen; d. h. — wenn die Vorwegnahme dieser Schlußfolgerung an dieser Stelle schon gestattet ist — um von der Seite des Flächenverlustes durch Wege her einen weiteren Grund für die Einhaltung einer Mindestschlaglänge zu liefern.

Wie aus den bisherigen Darlegungen und der nachfolgenden Übersicht 3. 3 bzw. 3. 4 zu ersehen ist, tritt das Problem der Mindestschlaglängen nur bei kleinen Be-

Übersicht 3. 3:

Die zweckmäßigen Ackerschläge in Abhängigkeit von der Ackerfläche des Betriebes

Ackerfläche in ha	zweckmäßige Ackerschlaglänge in m
5	(200)
10	250
15	300
20	350
25	375
30	400
35	425
40	450
45	475
50	500

trieben auf. Somit ist es in letzter Konsequenz ein Problem der Betriebsgröße. Hieraus ergibt sich demnach ein weiterer Grund für eine sinnvolle Gestaltung der Betriebsgröße in der Landwirtschaft.

Aufgrund der erstrebenswerten Ackerschlagzahl je Betrieb ergeben sich bestimmte Schlaggrößen für den Acker (Übersicht 3. 2). Hieraus geht unter Beachtung eines Längen-Breitenverhältnisses von 2:1 eine entsprechende Ackerschlaglänge hervor.

Aus der Übersicht 3. 3 können folgende zweckmäßige Schlaglängen in Abhängigkeit von der Ackerfläche des Betriebes unter Beachtung der Schlagzahl entnommen werden (vgl. Übersicht 3. 1 und 3. 2).

Die Zwischenwerte können interpoliert werden.

Die Ackerfläche (AF) steht mit der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Betriebes (LN) folgendermaßen in Verbindung:

$$LN = AF + GrF; \quad AF = LN - GrF$$

$$\frac{100 \times AF}{LN} = \text{Ackerflächenanteil in \% der LN}$$

Für das Grünland ergibt sich bei gleicher Fläche eine vom Ackerland abweichende Schlaglänge. Aus wirtschaftlichen Gründen genügt i. a. eine Zweiteilung der Grünlandfläche (Grünland zur Heugewinnung, Grünland zur Weide resp. Stallfütterung) (siehe Übersicht 3. 1). Die während der Weidezeit notwendigen Unterteilungen sind mit Hilfe des Elektrozaunes leicht möglich. Sie können bei der Flurneueordnung aber nicht berücksichtigt werden, da sie sich u. U. im Verlaufe der Weideperiode ändern. Im Vergleich zur Ackerfläche, bei der eine Teilung in 3 oder 4 Schläge notwendig ist, geht hieraus bei gleicher Ausgangsfläche (Gesamtgrünlandfläche des Betriebes) eine höhere Schlaggröße hervor. Unter Beachtung der gleichen arbeitswirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Gesichtspunkte wie beim Acker im Hinblick auf das Längen-Breitenverhältnis (ca. 2:1) ergibt sich aus diesem Grunde eine größere Schlaglänge. Als Norm kann angesetzt werden:

Übersicht 3. 4:

Die zweckmäßige Grünlandschlaglänge in Abhängigkeit von der Grünlandfläche des Betriebes

Grünlandfläche in ha	zweckmäßige Grünlandschlaglänge in m
5	(225) *)
10	300
15	375
20	450
25	500
30	550
35	575
40	600
45	625
50	650

Die Zwischenwerte können wiederum interpoliert werden.

Die Grünlandfläche (GrF) steht mit der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Betriebes ebenfalls über die Formel $LN = AF + GrF$ in Verbindung.

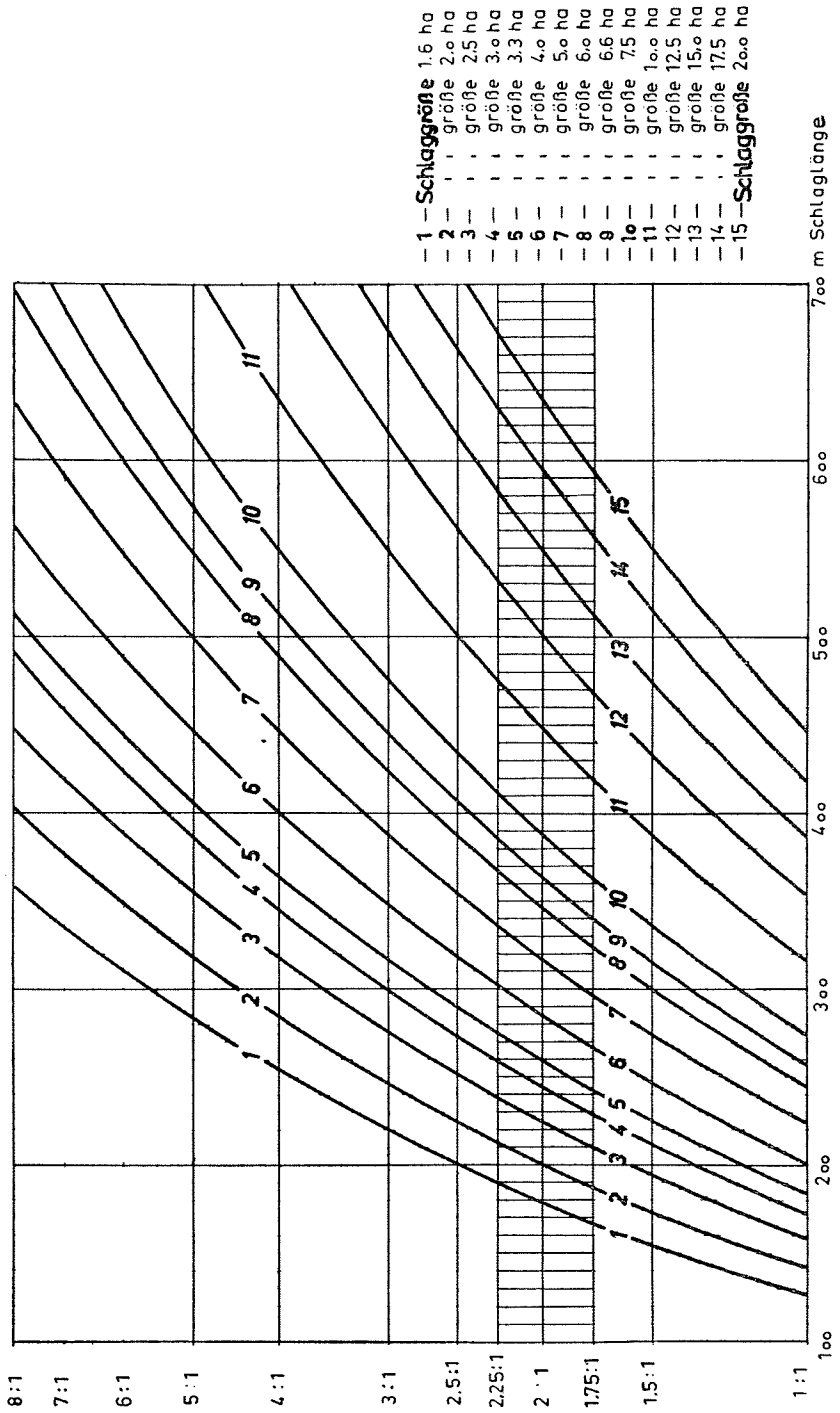
$$GrF = LN - AF; \quad \frac{100 \times GrF}{LN} = \text{Grünlandanteil in \% der LN}$$

*) Mindestschlaglänge einer Grünlandflur 300 m.

Darstellung: 3. 1

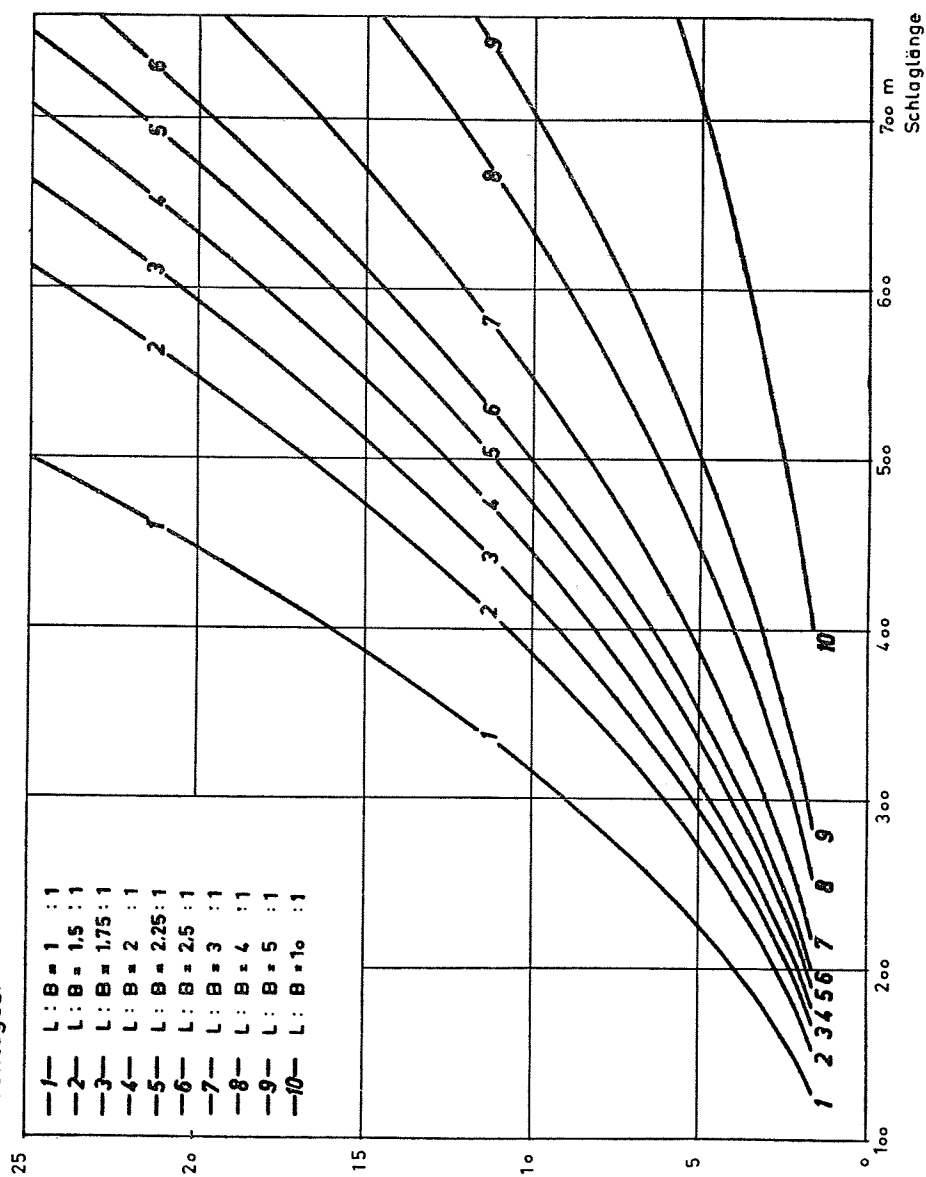
Längen-
Breiten-
verhältnis Schlaggröße.

Die Schlaglänge in Abhängigkeit vom Längen-Breitenverhältnis des Schläges bei gegebener



Darstellung 3. 2

Plangröße Die Schlaglänge in Abhängigkeit von der Größe und dem Längen- Breitenverhältnis des Schloßes.



Die größere Schlaglänge des Dauergrünlandes sowie der nur einseitige Wegeanschluß des Grünlandes sind um so gerechtfertigter, als es dem Acker gegenüber zwei transportwirtschaftlich wichtige Vorteile, die zwar weniger die Wege aber doch das Transportproblem betreffen, besitzt:

1. Es ist i. a. leichter und einfacher auf dem Grünland als auf dem Acker zu fahren, da das Grünland im Vergleich zum Acker eine höhere Tragfähigkeit besitzt.
2. Die für das Grünland notwendigen Transportarbeiten fallen entweder in eine klimatisch günstige Zeit (Heuernte), oder sie sind nur bedingt zeitabhängig (Düngung). Beim Acker dagegen sind sehr oft termingebundene Arbeiten in klimatisch ungünstigen Zeiten (Hackfruchternte) notwendig.

Die angegebenen Acker- bzw. Grünlandschlaglängen in Abhängigkeit von der Acker- bzw. Grünlandfläche führen bei einer Drei- oder Vierfelderwirtschaft bzw. bei einer Zweiteilung des Grünlandes zu dem zweckmäßigen Längen-Breitenverhältnis von etwa 2 : 1. Darüber hinaus ermöglichen sie aber auch dann noch eine einigermaßen sinnvolle Schlagform, wenn — was leider in der Praxis noch sehr oft vorkommt — mehrere und damit kleinere Schläge als wirtschaftlich unbedingt notwendig sind, vorliegen.

3.2 Die Blockzahl und die Blockgröße.

Jede Flur ist in Blöcke unterteilt. Unter der Blockgröße oder Blockfläche soll die kleinste Fläche einer Flur, die ringsum von Wegen eingeschlossen ist, verstanden werden.

Die wirtschaftlich notwendige Anzahl und Größe der Blöcke ist ausschließlich von den wirtschaftlich notwendigen Wegen abhängig. Vor einer deduktiven Ableitung der aus wirtschaftlichen Gründen notwendigen Blockzahl bzw. Blockgröße muß darauf hingewiesen werden, daß in der Praxis gerade in dieser Frage die natürlichen Gegebenheiten eine große Rolle spielen. Dennoch darf auf eine Darstellung in dem hier zu vertretenden Sinne nicht verzichtet werden, da es trotz der überragenden Bedeutung der natürlichen Verhältnisse wichtig ist zu wissen, welche Forderungen an die Gestaltung der Blockzahl und -größe aus rein wirtschaftlichen Gründen erhoben werden können und müssen. Diese Maßnahme ist um so notwendiger, als die praktischen Gegebenheiten immer wieder von den ausschließlich wirtschaftlichen Gesichtspunkten ablenken. Wenn auch die nachstehenden Folgerungen nicht immer für eine ganze Flur bzw. ein ganzes Flurbereinigungsgebiet zutreffen, so sind sie doch in den meisten Fällen wenigstens auf Flurteile anwendbar.

Ebenso wie bei der Schlagzahl, -größe und -länge muß auch hier zwischen Acker- und Grünlandfläche unterschieden werden.

In einer „idealen“ Ackerflur (vgl. Wegenetz Nr. 1, S. 105) kommen keine natürlichen Schwierigkeiten, die Abweichungen von dem wirtschaftlich Zweckmäßigen verlangen, vor. (Leider gibt es derartige Fälle in der Praxis selten oder gar nicht.) Diese Flur wird von einem etwa in der Flurmitte liegenden Hauptwirtschaftsweg erschlossen. Quer zu diesem Hauptwirtschaftsweg verlaufen Wirtschaftswege im Abstand der Schlaglänge. Bei einer dergestaltigen Flurerschließung, die praktisch nur bei Neulandgewinnungen (vgl. Wegenetz Nr. 1) vorkommt, beträgt die Anzahl der wirtschaftlich notwendigen Blöcke (BZ_A) das Zweifache des Quotienten aus Flurlänge (FL) und Schlaglänge (SL) (vgl. auch Wegenetz Nr. 1, S. 105).

$$BZ_A = \frac{2 \text{ FL}}{\text{SL}} \quad (1)$$

Unter diesen Verhältnissen ist jeder Ackerschlag zweiseitig an das Wegenetz angeschlossen.

In reinen Grünlandfluren, deren Schläge nur einseitig an das Wegenetz stoßen, ist die wirtschaftlich notwendige Blockzahl (BZ_G) nur halb so groß wie in einer Ackerflur. Die Abhängigkeit von Flurlänge (FL) und Schlaglänge (SL) ist demnach (vgl. auch Wegenetz Nr. 1, S. 105):

$$BZ_G = \frac{FL}{SL} \quad (2)$$

Bei der Feststellung der „zweckmäßigen Blockgröße“ (BG), die wirtschaftlich erforderlich ist, ist neben der Anzahl der Blöcke noch die Flurgröße (FG) zu berücksichtigen. Formelmäßig besteht somit folgender Zusammenhang:

$$BG = \frac{FG}{BZ}$$

Da die Blockzahl aber aus dem Quotienten $\frac{2 FL}{SL}$ errechnet wird, ergibt sich für die Blockgröße einer Ackerflur die Blockgröße

$$BG_A = \frac{FG \times SL}{2 FL} \quad (3)$$

Auch in diesem Falle ist es möglich, für eine ausgesprochene Grünlandflur eine besondere Formel aufzustellen. Sie lautet auf Grund des im Vergleich mit einer Ackerflur abweichenden Quotienten $\frac{FL}{SL}$

$$BG_G = \frac{FG \times SL}{FL} \quad (4)$$

Die mit Hilfe der Formeln festgestellten „zweckmäßigen Blockgrößen“ stellen naturgemäß für eine bestimmte Flur nur eine Durchschnittsblockgröße dar. Bis auf wenige Ausnahmen sind in der Flurneuordnungspraxis aber stets naturbedingte Schwierigkeiten zu berücksichtigen. Die Differenz zwischen der praktisch möglichen durchschnittlichen Blockgröße und der formelmäßig errechneten kann als Maß für die im Einzelfall vorhandenen natürlichen Schwierigkeiten angesehen werden.

Auf Grund der unterschiedlichen Betriebsgrößen in einem Flurbereinigungsgebiet kann gewöhnlich auch nicht mit einer durchschnittlichen Schlaglänge gearbeitet werden. In diesem Fall müssen die vorliegenden Betriebe zu Gruppen ungefähr gleicher Größe zusammengefaßt werden. Für jede Gruppe wird dann eine durchschnittliche Schlaglänge, die für die Gestaltung der Blöcke von Einfluß ist, festgelegt. Somit entstehen in der Praxis durch die unterschiedlichen Betriebsgrößen bedingt, verschiedene Blockgrößen.

Für die nachfolgenden Berechnungen kann diese Tatsache aber unberücksichtigt bleiben, da die eingesetzte Schlaglänge die Durchschnittsschlaglänge aller Betriebe einer Flur ist. Sie ist nur dann wichtig, wenn die einzelnen Schläge wirklich ausgewiesen werden.

Aus den angeführten Formeln (1) bis (4) geht hervor, daß zur Bestimmung der Blockzahl und Blockgröße drei Daten notwendig sind:

1. Die Flurgröße (FG).
2. Die Flurlänge (FL).
3. Die Schlaglänge (SL).

Die Stellung der einzelnen Faktoren in den Formeln gibt Auskunft über ihren Einfluß:

1. Mit steigender Flurgröße nimmt bei konstanter Flurlänge und gegebener Schlaglänge die Blockgröße zu.
2. Mit zunehmender Flurlänge steigt bei konstanter Schlaglänge und Flurgröße die Anzahl der Blöcke. Die Blockgröße sinkt in diesem Fall.
3. Mit ansteigender Schlaglänge sinkt bei gegebener Flurgröße und Flurlänge die Anzahl der Blöcke, während ihre Größe ansteigt.

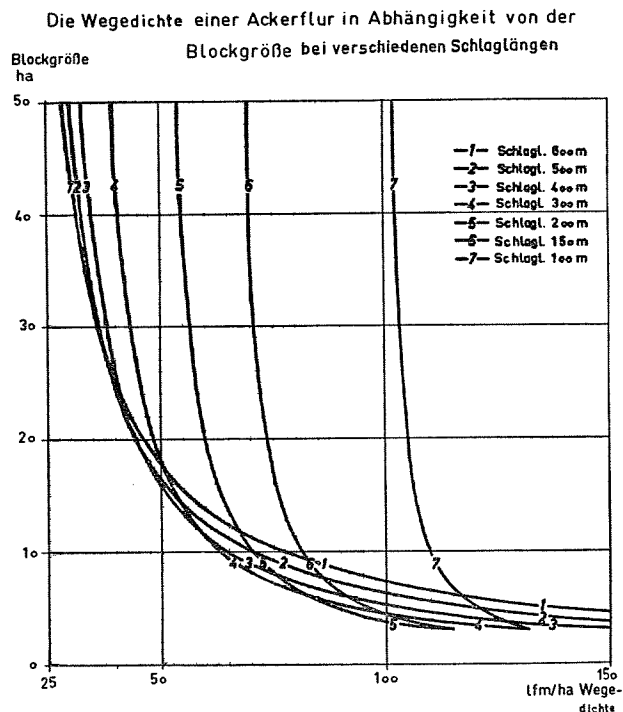
Die Ausführungen dieses Kapitels lassen für die Praxis des Wirtschaftswegebauers folgende Schlüsse zu:

1. Die aus den Formeln (3) und (4) hervorgehenden wirtschaftlich „zweckmäßigen“ Blockgrößen“ liegen in den weitaus meisten Fällen über den bisher in der Praxis erzielten Größen (vgl. Kapitel 6).
2. Die errechneten Blockgrößen lassen sich in der Praxis kaum ganz erreichen, da stets mehr oder weniger große natürliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Sie müssen aber im Rahmen der Flurneuordnung bekannt sein und als Richtmaß gelten.
3. In der Gestaltung der Blockgrößen liegt der Schlüssel für die Verwirklichung des Grundsatzes:

Weniger Wege — bessere Wege!

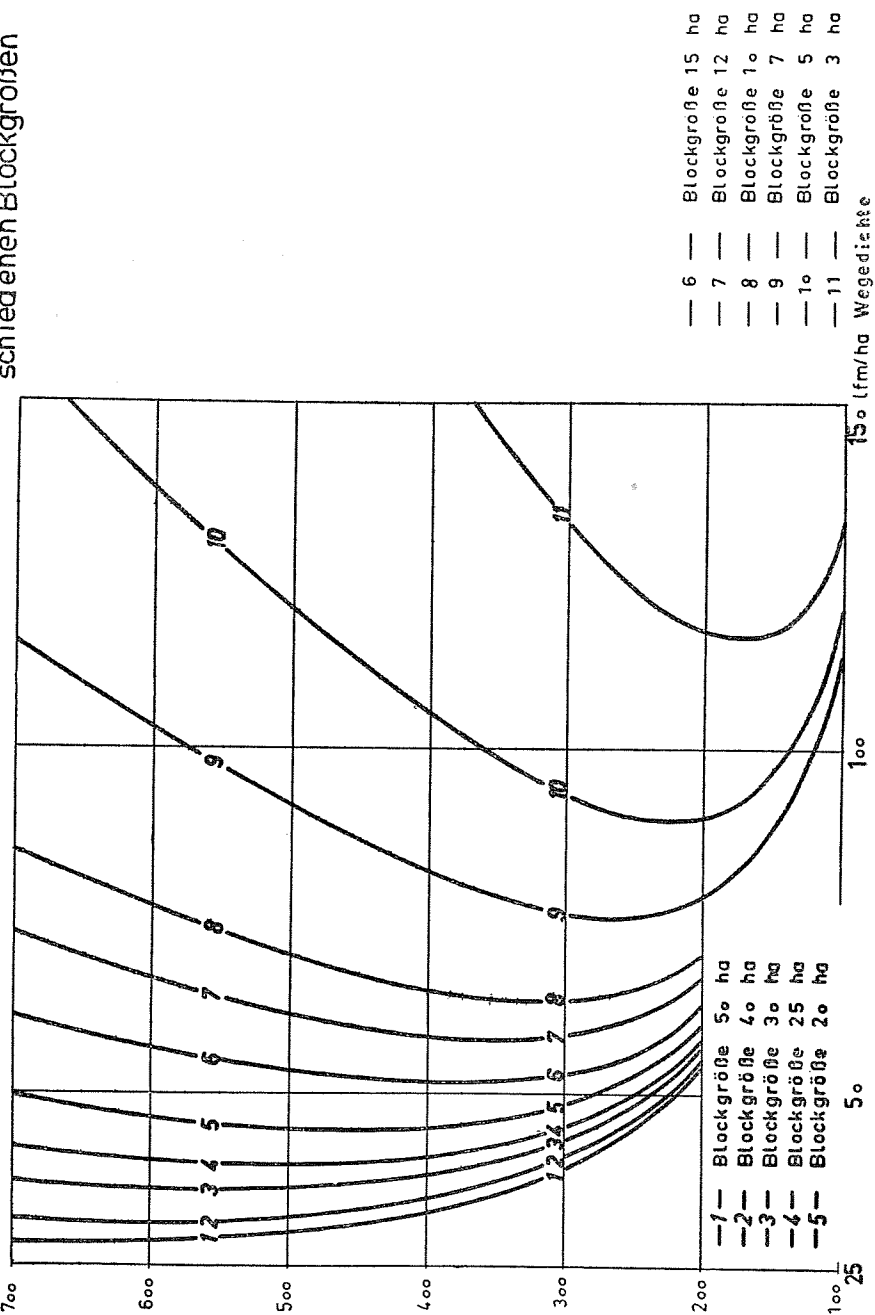
4. Die Differenz zwischen der wirklichen und der wirtschaftlich notwendigen (errechneten) Blockzahl bzw. Blockgröße kann unter der Voraussetzung, daß keine überflüssigen Wege angelegt worden sind, als Maßstab für die im Einzelfall vorliegenden natürlichen Schwierigkeiten angesehen werden.

Darstellung 3. 3



Darstellung: 3. 4

Schlaglänge Die Wegedichte einer Ackerflur in Abhängigkeit von der Schlaglänge bei ver-
 m
 schiedenen Blockgrößen



Ohne auf den rechnerischen Weg näher einzugehen, sollen die Darstellung 3. 3 und 3. 4 den Einfluß der Blockgröße auf die Wegelänge je Flächeneinheit zeigen.

Aus den Darstellungen ist deutlich zu erkennen, daß:

1. die Wegelänge je Flächeneinheit bei gegebenen Schlaglängen mit zunehmender Blockgröße sinkt. Bei gleichbleibender Zunahme der Blockgröße wird die Abnahme der Wegelänge je Flächeneinheit (Wegedichte nach *Klempert* [14]) laufend geringer (Darstellung 3. 3);
2. eine gegebene Blockgröße bei einer bestimmten Schlaglänge ein Minimum an Wegelänge je Flächeneinheit hat (Darstellung 3. 4).

3. 3 Die Wegebreite.

Für die Wegebreite sind im Rahmen einer Wegenutzung als Transportbahn vier Größen kennzeichnend:

1. die Absteckbreite,
2. die Kronenbreite,
3. die Fahrbahnbreite,
4. die Befestigungsbreite.

Drei dieser vier Größen werden in ihren Abmessungen von der Art der Fahrzeuge, die auf ihnen verkehrt, und von der Verkehrsdichte bestimmt. Für die vierte Größe, die Absteckbreite, sind andere Gesichtspunkte maßgebend.

Bei der Anlage des Wegenetzes muß zunächst über die Fahrbahnbreite Klarheit herrschen. Hieraus ergibt sich dann unter Berücksichtigung der Seitenstreifen die Kronenbreite. Die notwendige Befestigungsbreite wird in einem besonderen Kapitel behandelt (vgl. Kap. 4. 4).

Von *Klempert* (14, S. 38) werden folgende Fahrbahnbreiten vorgeschlagen:

Übersicht 3. 5:

Die Fahrbahnbreiten landwirtschaftlicher Wege.

Art der Wege		Fahrbahnbreite
Zweispurige Wege (Hauptwirtschaftswege)	in der Ebene	5,0 m
	im Bergland	4,5 m
	im Gebirge	4,0 m
	für Holzaufuhr	5,5 m
Einspurige Wege (Wirtschaftswege)	in der Ebene	4,0 m
	im Bergland	3,5 m
	bei Dauergrünland	3,0 m
	für Holzaufuhr	3,5 m

Die Seitenstreifen (Bankette) sind in der Regel 0,5 bis 1,0 m breit, so daß die Kronenbreite um 1 bis 2 m über der Fahrbahnbreite liegt. Die Absteckbreiten berücksichtigen noch die Wegeseitengräben. Je nachdem ob zwei, ein oder kein Graben anzulegen ist, wird die Kronenbreite noch um 0 bis 3 m von der Absteckbreite übertroffen.

Die weiteren Ausführungen beschränken sich auf die Fahrbahn- bzw. befestigte Fahrbahnbreite und die Kronenbreite, da diese transportwirtschaftlich bedingt sind. Die Absteckbreite ist vornehmlich durch die natürlichen Verhältnisse bestimmt und wechselt unter Umständen innerhalb eines Wegenetzes stark.

Die dargestellten Fahrbahnbreiten stimmen auch mit den Richtlinien der Forschungsgesellschaft für Straßenwesen (9, S. 13) überein. Auf Grund eigener Untersuchungen (30, Kap. 4) müssen sie als ausreichend angesehen werden.

Es erhebt sich somit nur die Frage:

Wann sind ein- bzw. zweispurige Fahrbahnen anzulegen?

Da die Breite der landwirtschaftlichen Fahrzeuge schon berücksichtigt ist, sind hierfür lediglich die Verkehrsdichte und die mit ihr zusammenhängende Begegnungshäufigkeit maßgebend.

Hinsichtlich der Verkehrsdichte (Anzahl der Fahrten) entsprechen sich im Laufe eines Wirtschaftsjahres folgende Flächen (30):

100 ha Getreide,
23 ha Hackfrucht,
61 ha Grünland zur Heugewinnung,
137 ha Weide.

Nach *Klempert* (14, S. 49) sollen dann zweispurige Wege angelegt werden, wenn auf einer Strecke von 1 km Länge zwei bis drei Begegnungen mit Wartezeiten von mehr als drei Minuten für Spannfahrzeuge oder eine bis eineinhalb Minuten für Trecker zu erwarten sind. Wann diese Begegnungen auftreten, kann nur für den Einzelfall geklärt werden. Sie sind sehr stark von der Größe und der fruchttemäßigen Zusammensetzung des Einzugsgebietes, von der Art und der Größe der verwendeten Arbeitshilfsmittel, von den Ernteerträgen und von der Witterung abhängig. Weitere grundsätzliche Ausführungen über die Verkehrsdichte in der Landwirtschaft finden sich in der bereits mehrfach erwähnten Arbeit des Verfassers (30, Kap. 8. 18).

Im Zuge der steigenden Mechanisierung der Landwirtschaft kann noch festgestellt werden, daß die Verkehrsdichte unter sonst gleichen Umständen laufend geringer wird. Die Abnahme der Verkehrsdichte und damit auch das Sinken der Begegnungshäufigkeit haben zwei Ursachen:

1. Die zunehmende Mechanisierung bringt i. a. eine Erhöhung der Zugkraft-, Transportfahrzeug- und Maschinengrößen mit sich. Hierdurch nimmt die auf die Fläche bezogene Fahrtenzahl beim Übergang von tierischer zu motorischer Zugkraft und dem Einsatz der entsprechenden Arbeitshilfsmittel ab, so daß sich die Fahrzeuge gar nicht mehr so oft begegnen können wie früher.
2. Die höhere Fahrgeschwindigkeit des Schleppers im Vergleich zu tierischen Zugkräften ergibt ein schnelleres Durchfahren einer bestimmten Wegstrecke. Hierdurch sinken bei gleichbleibenden Feldentfernungen die reinen Wegezeiten. Daraus geht eine weitere Abnahme der Begegnungshäufigkeit hervor.

An dieser Stelle muß auf eine weitere Eigentümlichkeit des landwirtschaftlichen Verkehrs, die sich aus dem gegenwärtigen Stand der Landtechnik ergibt, hingewiesen werden.

Die Begegnungshäufigkeit wird durch das Kreuzen entgegenkommender Fahrzeuge und durch das Überholen von Fahrzeugen, die mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten in die gleiche Richtung fahren, hervorgerufen. Hiervon nimmt das Kreuzen in jedem Falle den breiteren Raum ein. Dennoch kann das Überholen vorläufig nicht außer acht gelassen werden. Die Möglichkeit, ein Fahrzeug zu überholen, wird erst dadurch gegeben, daß beide Fahrzeuge mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten fahren. Hieraus geht hervor, daß ein Überholen dann am wahrscheinlichsten ist, wenn große Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Transportzügen bestehen. Diese Unterschiede sind aber beim heutigen Stand der Arbeitstechnik besonders groß, da momentan hinsichtlich der Zugkraftform in der Landwirtschaft ein ausgesprochener Gemischtverkehr (Schlepper und tierische Zugkräfte) herrscht. Falls sich dieser Zustand ändert, indem eine Zugkraftform ein weitgehendes Übergewicht erlangt, wird die

Begegnungshäufigkeit durch Überholen in der Landwirtschaft zur Bedeutungslosigkeit herabsinken.

Im Zusammenhang mit der Wegebreite ist neben der bisher besprochenen Nutzung der Wege als Transportbahn eine weitere Inanspruchnahme von Interesse. Abweichend von der Benutzung klassifizierter Straßen werden die landwirtschaftlichen Wirtschaftswege sehr oft im Rahmen der Ackerarbeiten auf den angrenzenden Schlägen zum Wenden in Anspruch genommen. Eine derartige Nutzung ist mit verschiedenen Vor- und Nachteilen sowohl für den wirtschaftenden Landwirt als auch für den Weg selbst verbunden.

Beim Wenden auf den Wegen stehen sich im Hinblick auf eine Wirtschaftlichkeitsrechnung im wesentlichen zwei alternative Posten gegenüber (30, Kap. 9):

1. Einsparungen an Arbeitszeit durch Ausfall der umständlichen Bearbeitung des Vorgewendes und Erhöhung des Ertrages dadurch, daß durch den Fortfall des Wendens auf dem Acker keine Pflanzen mehr beschädigt werden.

Diesem Vorteil stehen aber Nachteile gegenüber, weil der Weg zum Zweck des Wendens breiter als für den allgemeinen Transportverkehr ausgelegt werden muß. Nach eigenen Messungen sind beim Einsatz moderner Maschinen mindestens 8 m breite Wege, die dazu nicht einmal durch Gräben oder sonstige Hindernisse vom Acker abgetrennt sein dürfen, notwendig, wenn sich der ganze Wendevorgang auf dem Wege abspielen soll. Eine derartige Auslegung der Wege würde aber

2. den Verlust oftmals wertvoller landwirtschaftlicher Nutzfläche ausschließlich zum Zwecke des Wendens auf den Wegen bedeuten.

Zahlenmäßig liegen die Verluste etwa dreimal so hoch wie die Einsparungen (30, Kap. 9). Somit erweist sich eine Auslegung der Wegebreite über den Bedarf für die reinen Transportaufgaben hinaus als unwirtschaftlich. Daher braucht im Hinblick auf die Wegebreite dieser landwirtschaftlichen Sondernutzung der Wege keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt zu werden.

3. 4 Die Bedeutung der Steigungen beim Wirtschaftswegebau.

3. 4 1. Der Einfluß der Steigungen auf die Transportmenge bei tierischem Zug.

Dieser gesamte Fragenkomplex wird sehr eingehend von *Deubel* (8) behandelt. Für ein Pferd unterstellt er einen Zugkraftmittelwert von 80 kg bei achtstündiger Arbeitsdauer und von 140 kg bei Dünger- und Erntefahren. Die Geschwindigkeit beträgt 0,75 m/sec. = 2,7 km/h. Die Zugkraft von 140 kg gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, daß nach längstens 500 m Wegestrecke eine kurze Ruhepause eingelegt wird. Zwei Pferde entwickeln nach *Deubel* eine Zugkraft von 280 kg.

Die Unterstellung eines festen Zugkraftwertes ist bei tierischen Zugkräften nicht ganz zutreffend, da die Möglichkeit einer kurzfristigen Erhöhung der Durchschnittszugkraft gerade ein Kennzeichen dieser Zugkraftart ist. Im Einzelfall ist sie von vielen Faktoren abhängig: Physische Stärke, Gewicht, Futterzustand, Training, Ausdauer und Willen des Tieres. Hinzu kommt noch, daß die Zugkraft eines Zwei-Perde-Gespannes nicht genau doppelt so groß ist wie die eines einzelnen Pferdes. Die Zugkraftminderung eines Zwei-Pferde-Gespannes gegenüber der Zugkraftsumme zweier Einzelpferde beträgt 2 % (42). Sie kann aber für unsere Verhältnisse vernachlässigt werden.

Trotz aller Einschränkungen mag für die Frage des Wegebaues eine feste Durchschnittszugkraft angenommen werden, denn im Rahmen der hier anstehenden Diskussion der Höchststeigung kann für den tierischen Zug nur mit einer Durchschnittszugkraft gerechnet werden — sofern die Wegesteigungen in Zukunft überhaupt noch nach den Erfordernissen tierischer Zugkräfte bemessen werden. Die stets vorhandene

kurzfristige potentielle Steigerungsmöglichkeit dagegen soll zur Berechnung der höchstzulässigen Wegesteigungen nicht herangezogen werden. Sie stellt vielmehr eine unter Umständen notwendige Reserve dar.

Schmitz (36) zeigt in einer Darstellung den Zusammenhang zwischen der Wegesteigung und der Nutzlastmenge, die von zwei Pferden unter Beachtung des Rollwiderstandsbeiwertes (f) *) befördert werden kann.

$$\text{Die Darstellung geht aus von der Formel: } N = \frac{Z - Q' (f + p) - G \cdot p}{f + p} \quad (5)$$

Hierbei bedeuten die Symbole:

N = Nutzlast in kg
 Z = Zugkraft in kg
 Q' = Eigengewicht des Wagens in kg
 G = Eigengewicht der Zugkraft in kg
 p = Steigung in ‰
 f = Rollwiderstandsbeiwert

Mit Hilfe der Formel (5) soll nachstehend der Zusammenhang zwischen Wegesteigung und Nutzlastmenge für ein 2-Pferde-Gespann verdeutlicht werden.

Gegeben sind nach Schmitz (36):

Zugkraft (Z)	=	280 kg	
Zugkraftgewicht (G)	=	1400 kg	
Wagengewicht (Q')	=	600 kg	
Rollwiderstandsbeiwert (f)	=	0,020	(0,045)
		bestes Steinfl. - Erdung	

Nach p hin aufgelöst lautet die Formel (5):

$$p = \frac{Z - f (N + Q')}{N + Q' + G} \quad (6)$$

Übersicht 3.6:

Zusammenhang zwischen Nutzlastmenge und Wegesteigung

Bei einer Nutzlastmenge von ... kg	kann unter den gegebenen Umständen durch ein 2-Pferde-Gespann eine Höchststeigung von ... ‰ überwunden werden	
	f ₁ = 0,020	f ₂ = 0,045
4000	3,1	1,2
3000	4,2	2,5
2500	4,6	3,2
2000	5,7	4,1
1500	6,8	5,3
1000	8,3	6,9
500	10,3	9,2
0	13,4	12,6

Darstellung 3.5 (siehe Seite 40)

Aus der Übersicht 3.6 und der Darstellung 3.5 ist zu entnehmen, daß ein 2-Pferde-Gespann je nach Rollwiderstandsbeiwert bei 12,6 bis 13,4 ‰ Steigung gerade noch den leeren Wagen zu ziehen vermag. Diese Steigung ist aber für die Lösung der Transportaufgabe uninteressant, da keine Nutzlast mehr befördert werden kann.

*) Siehe Seite 49

Um eine Wirtschaftlichkeit der Transporte zu gewährleisten, soll eine $\frac{2}{3}$ normale Nutzlastmenge als untere Grenze angenommen werden. Nach *Reinhardt* (27) beträgt die normale Zuladung für ein 2-Pferde-Gespann 15 dz. Hieraus geht eine $\frac{2}{3}$ normale Zuladung von 10 dz = 1 t hervor. Nach Übersicht 3.6 und Darstellung 3.5 können hierbei Steigungen von 8,3 bzw. 6,9 % überwunden werden.

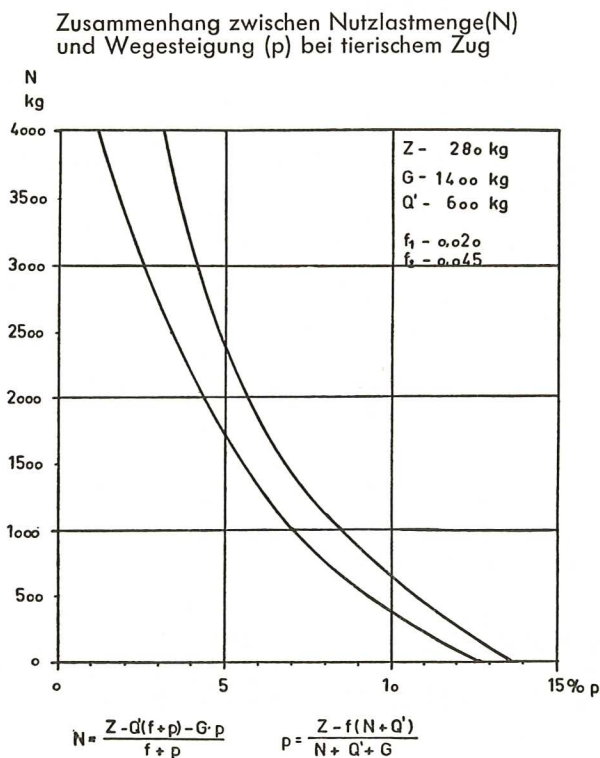
Diese Steigungen müssen so lange für den Wegebauer richtungsweisend sein, wie der gesamte landwirtschaftliche Transportverkehr auf tierischen Zug zugeschnitten ist. In der vorliegenden Wegebau-literatur ist hierauf bislang weitgehend Rücksicht genommen worden. Die Maximalleistungen sind hier mit 7 % angegeben (8, 9, 14). Als höchstzulässige Ausnahme werden 12 % genannt (14).

Im Zuge der umfassenden Mechanisierung, Maschinisierung und Motorisierung der Landwirtschaft verlagern sich aber in erster Linie die Transportarbeiten vom Tier auf den Motor. Damit ist aber der Steigungsbemessung der Wirtschaftswege ganz oder zum größten Teil die Berechnungsgrundlage entzogen. Deshalb soll im folgenden Abschnitt dargelegt werden, welche Steigungen beim Einsatz motorischer Zugkräfte zulässig sind.

3. 4. 2 Die zulässige Höchststeigung beim motorischen Zug.

Die motorische Zugkraft zeichnet sich der tierischen gegenüber dadurch aus, daß sie in der Lage ist, in verschiedenen Geschwindigkeitsabstufungen zu arbeiten. Da die Geschwindigkeit (m/sec.) über die Leistung (PS) mit der Zugkraft (kg) in Verbindung

Darstellung 3.5



steht (11), ergibt sich bei abnehmender Geschwindigkeit eine Zunahme der Zugkraft. Diese Tatsache wird beim Befahren von Steigungen ausgenutzt, so daß sich durch langsames Fahren an den Steigungen lediglich ein geringer Zeitverlust ergibt. Dieser Zeitverlust steht im Zusammenhang mit der Zugkraftzunahme (vgl. Übersicht 3. 7). Bei tierischem Zug dagegen muß die Zuladung über die ganze Wegestrecke der Höchststeigung angepaßt werden (36).

Die Leistungsquelle des Schleppers ist der Motor. Die Motorleistung gliedert sich in mehrere Komponenten (11):

Motorleistung = Getriebewiderstandsleistung + Rollwiderstandsleistung + Schlupfverlustleistung + Zugleistung + Steigungsleistung + Anzapfleistung.

In Symbolen ausgedrückt ergibt sich:

$$N_e = N_g + N_r + N + N_z + N_s + N_A \quad (7).$$

Der Gesamtwirkungsgrad der Kraftübertragung zwischen Motorleistung und Zugleistung (ohne Anzapf- und Steigungsleistung) wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\eta = \frac{N_z}{N_e} \quad (8)$$

Er erreicht nach Meyer*) einen Wert von 0,8.

$$N_z = 0,8 N_e$$

Die Zugleistung des Schleppers steht mit der Zugkraft durch nachstehende Formel in Verbindung:

$$N_z = Z \cdot \frac{v}{75} \quad (9)$$

Die Symbole bedeuten:
 Z = Zugkraft in kg
 v = Geschwindigkeit in m/sec.
 N_z = Zugleistung in PS

Hieraus ergibt sich als Zugkraft: $Z = N_z \cdot \frac{75}{v}$ (9a).

Die vom Motor zu erwartende Zugkraft ist also von zwei Faktoren abhängig:

1. Zugleistung (PS),
2. Geschwindigkeit (m/sec.).

Bei Unterstellung eines Gesamtwirkungsgrades von $\eta = 0,8$ ergeben sich motormäßig folgende Zugkräfte je Motor-Nenn-PS in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit:

Übersicht 3. 7.

Zugkraft je Motor-Nenn-PS in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.

Geschwindigkeit		Zugkraft je Motor-Nenn-PS in kg ($N_z = 0,8 N_e$)	Verhältnis zur Zugkraft bei 20 km/h (10,7 = 1)
km/h	m/sec.		
20,0	5,55	10,7	1
11,0	3,06	19,6	1,8
7,5	2,08	28,8	2,7
5,0	1,40	42,8	4,0
3,6	1,00	60,0	5,6

Darstellung 3. 6 (siehe Seite 43)

*) Mündliche Auskunft.

Die angegebenen Werte stellen die für die einzelnen Geschwindigkeiten vom Motor her gegebene Zugkraftgrenze dar. Neben dieser Grenze ist aber für die volle Ausnutzung der Triebbradnabenleistung (N_t) die Rutsch- oder Kraftschlußgrenze maßgebend (11, 19). Es erhebt sich somit die Frage: Kann die motormäßig vorhandene Zugkraft abgestützt werden? Hierüber gibt der Zugbeiwert (f_Z) (19) Auskunft. Zwischen der Zugkraft an der Rutschgrenze (Z_{\max}) und dem Zugbeiwert besteht bei Schleppern mit Hinterradantrieb folgender Zusammenhang:

$$Z_{\max} = f_Z \cdot G'_b \quad (10)$$

Unter G'_b wird die während der Fahrt auftretende Hinterachslast verstanden. Sie setzt sich aus der statistischen Hinterachslast (G_b) und der infolge der Zugleistung während der Fahrt auftretenden Entlastung der Vorderachse und Belastung der Hinterachse (D) zusammen. D ergibt sich aus dem Zugwiderstand, der Zughakenhöhe und dem Radstand.

$$D = Z \cdot \frac{h}{l} \quad (6)$$

Z = Zugwiderstand in kg

h = Zughakenhöhe in cm

l = Radstand in cm

$$G'_b = G_b + D \quad (11)$$

Das Schleppergewicht ist im Zustand der Ruhe gewöhnlich so verteilt, daß ein Drittel auf der Vorderachse und zwei Drittel auf der Hinterachse ruhen.

Nach Meyer (19) werden je nach Fahrbahn folgende Zugbeiwerte erreicht:

Übersicht 3.8

Zugbeiwerte in Abhängigkeit von der Fahrbahn.

Zugbeiwert (f_Z)	Fahrbahn
0,8	trockene Straße
0,6	fester Ackerboden
0,3	nasser, schmieriger Ackerboden
0,1	vereiste Straße

Unter diesen Verhältnissen können maximal folgende Zugkräfte übertragen werden:

Übersicht 3.9

Höchst mögliche Zugkraft bei gegebenem Zugbeiwert und Zughakenhöhe-Radstandverhältnis.

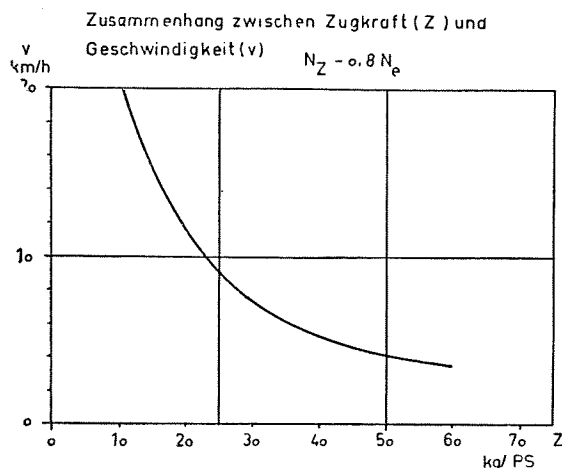
Bei einem Zugbeiwert (f_Z) von ...	und einem Zughakenhöhe-Radstandverhältnis von ...	können bei 80 kg/PS maximal ... % oder ... kg je Motor-Nenn-PS abgestützt werden	
		%	kg/PS
0,8	0,32	67,5	54,0
0,6	0,43	50,0	40,0
0,3	0,43	21,5	17,0
0,1	0,43	6,5	5,2

Darstellung 3.7 (siehe Seite 43)

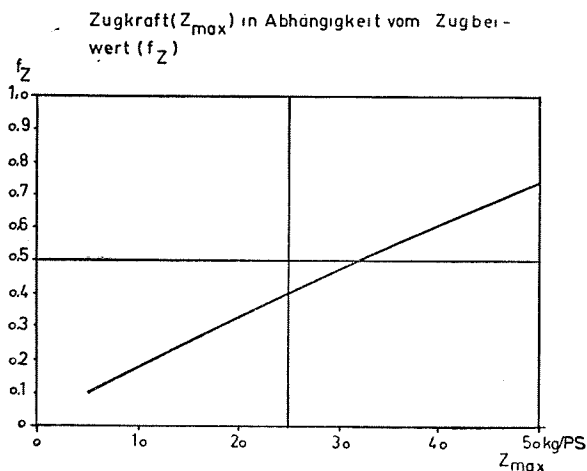
Für die Verhältnisse auf Wirtschaftswegen kommen nach Übersicht 3.8 in der Regel die Werte 0,6 bis 0,8 in Frage.

Nach Professor Meyer-Völkenrode soll auf Wirtschaftswegen eine Geschwindigkeit von etwa 7,5 km/h = 2,08 m/sec. nicht unterschritten werden, da in den unteren Gangabstufungen der Schlupf stark zunimmt. Laut Darstellung 3.6 ergibt sich für eine Geschwindigkeit von 7,5 km/h eine motormäßig mögliche Zugkraft von 28,8 kg.

Darstellung 3.6



Darstellung 3.7



Aus Darstellung 3.7 geht nun hervor, daß diese Zugkraft bei einem Zugbeiwert von $f_Z = 0,46$ abgestützt werden kann.

Es kommt somit beim Wirtschaftswegbau darauf an, daß ein bestimmter Zugbeiwert nicht unterschritten wird.

Dieser Wert wird in zwei Fällen schnell erreicht:

1. bei nassen, unbefestigten Wegen,
2. bei Steigungen.

Nunmehr muß abgeleitet werden, welcher Zusammenhang zwischen Steigung und notwendigem Zugbeiwert besteht.

Nach Angaben der Hütte (42) treten bei der Fortbewegung einer rollenden Last folgende Widerstände auf:

1. Innerer Reibungswiderstand an den Achsen,
2. Rollwiderstand am Radumfang,
3. Winddruck,
4. Luftwiderstand,
5. Krümmungswiderstand,
6. Steigungswiderstand.

Die Summe dieser Bewegungswiderstände wird durch den Rollwiderstand am Radumfang und den Steigungswiderstand hinreichend genau ausgedrückt. Die anderen Widerstände können für unsere Untersuchungen vernachlässigt werden.

Der Rollwiderstand hat die Formel (11, 19) : $W_R = f \cdot G$ (kg) (12).

Hierbei bedeuten: G = Gewicht in kg,
 f = Rollwiderstandsbeiwert.

Der Rollwiderstand ist im einzelnen von folgenden Faktoren abhängig (42).

1. Art, Form und Zustand der Fahrbahn,
2. Art (Baustoff, Bauart, Laufflächenform und Luftdruck) der Reifen,
3. Fahrgeschwindigkeit,
4. Schlupf und Querschlupf,
5. Reifenschwindungen,
6. Last.

Näherungsweise können die in der Übersicht 3. 13 verzeichneten Rollwiderstandsbeiwerte unterstellt werden.

Zu dem Rollwiderstand in der Ebene addiert sich bei Steigungen noch der Steigungswiderstand (11):

$$W_S = \frac{G \times p}{100} \text{ (kg)} \quad (13)$$

G = Gewicht in kg,
 p = Steigung in %.

Der Gesamtwiderstand (W) besteht also aus dem Rollwiderstand (W_R) und dem Steigungswiderstand (W_S).

$$W = W_R + W_S \quad (14)$$

Eine normale PS-Last von 200 (300 kg) (Übers. 3. 14) verursacht bei zunehmender Steigung einen ansteigenden Gesamtwiderstand. Hierbei nimmt nur der Steigungswiderstand zu; der Rollwiderstand bleibt dagegen annähernd konstant. Somit wächst mit zunehmender Steigung die Bedeutung des Steigungswiderstandes.

Darstellung 3. 8 (s. Seite 45)

Zwischen Zugkraft und Widerstand besteht folgende Beziehung (36):

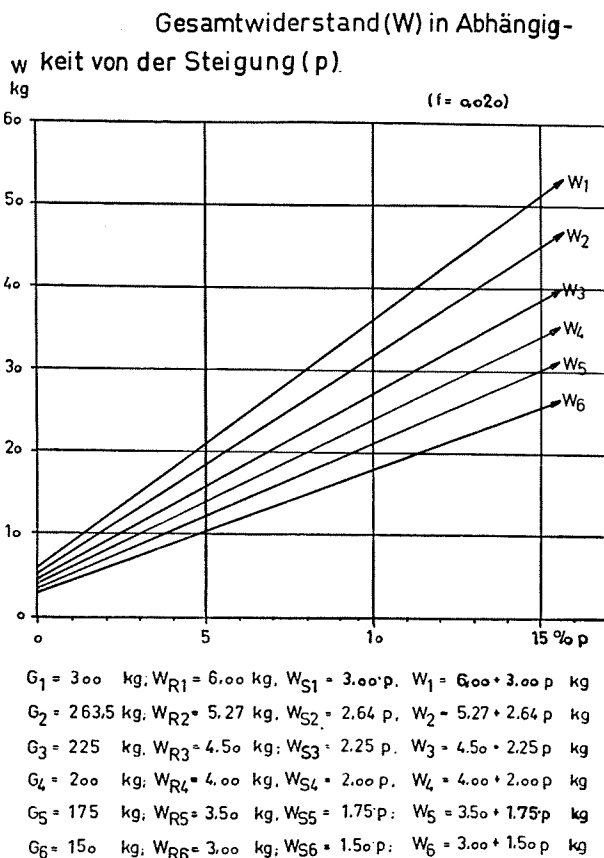
$$Z_{\max} = W \quad (15)$$

Die Zugkraft muß mindestens ebenso groß sein wie der Widerstand.

Aus Darstellung 3. 6 geht hervor, daß bei 7,5 km/h = 2,08 m/sec. vom Motor her 28,8 kg je PS bewältigt werden können. Damit nun von Seiten der Wege keine Einschränkungen erforderlich sind, muß aber der Zugbeiwert nach Darstellung 3. 7 mindestens $f = 0,46$ sein. Ist er geringer, dann kann die motormäßig bei dieser Geschwindigkeit verfügbare Zugkraft nicht ausgenutzt werden.

Die Zugkraft von 28,8 kg ist bei der angenommenen Last von 200 (300) kg je Motor-Nenn-PS und einem gegebenen Rollwiderstandsbeiwert ($f = 0,020$) laut Dar-

Darstellung 3.8



stellung 3.8 ($W = Z_{\max}$) bei einer Steigung von 12,0 (7,5) ‰ erschöpft. Über diese Steigung hinaus gibt es für die praktische Durchführung der Transporte zwei Möglichkeiten:

1. geringere Zuladung,
2. Zugkrafterhöhung durch Herunterschalten in den nächstniedrigen Gang.

Durch die Wahl der nächstniedrigen Gangabstufung erhöht sich die Zugkraft auf 42,8 kg (siehe Übersicht 3.7 bzw. Darstellung 3.6).

Damit diese abgestützt werden kann, muß aber laut Darstellung 3.7 und Übersicht 3.9 der Zugbeiwert mindestens $f_Z = 0,64$ sein. Um die Zugkraft des ersten Ganges abzustützen, müßte $F_Z = 0,84$ erreichen. Es wäre unzweckmäßig, die Steigung auf diese Zugkraft bzw. auf den notwendigen Zugbeiwert zuzuschneiden, da die meisten hinteradgetriebenen Schlepper diese Zugkraft nicht mehr an den Boden bringen. Steigung und notwendigen Zugbeiwert gibt Übersicht 3.10 (s. S. 48) wieder.

Die Zugkrafterhöhung durch Herabsetzen der Geschwindigkeit hat ihre technische Grenze dann erreicht, wenn die Zugkraft des kleinsten Ganges erschöpft oder die Rutschgrenze erreicht ist. Wirtschaftlich wird aber die zweckmäßige Grenze schon früher erreicht sein. Eine Ausnutzung der Motorkraft in den unteren Geschwindigkeitsbereichen bringt eine Erhöhung des Schlupfes mit sich. Ein Schlupf, der über 10 ‰

liegt, ist aber auf die Dauer — sowohl für den Schlepper als auch für den Wirtschaftsweg — nicht tragbar (nach mündlichen Angaben von Prof. Meyer-Völkenrode).

Deshalb kann eine Zugkraftübertragung, wie sie bei einem Zugbeiwert von etwa $f_Z = 0,50$ möglich ist als wirtschaftliche Grenze für den Einsatz motorischer Zugkräfte auf Wirtschaftswegen angesehen werden.

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Transportarbeiten wird nicht bei jeder Fahrt die volle Tragfähigkeit des Transportfahrzeuges ausgenutzt. Obschon diese für den Wirtschaftswegebau richtungsweisend sein muß, sollen auch die Fälle, bei denen die Tragfähigkeit nur zu 80 bzw. 50 % ausgenutzt wird, untersucht werden.

Bei einer Ausnutzung der Tragfähigkeit des Anhängers zu 80 (50) % ergibt sich eine PS-Last-Verminderung um 12,5 (25) % (siehe Übersicht 3. 14; s. S. 49). Hieraus geht hervor, daß sich die unterstellte PS-Last von 200 kg auf 175 kg bzw. 150 kg reduziert. Dementsprechend müssen auch die Widerstände und damit die aufzubringenden Zugkräfte geringer werden, oder bei gegebener Zugkraft können die zu bewältigenden Steigungen höher werden.

Auf Grund der zur Verfügung stehenden Zugkraft sind bei $v = 7,5$ km/h unter der Voraussetzung, daß die Zugbeiwerte ausreichen, folgende Steigungen möglich ($f = 0,020$):

Übersicht 3. 11

Mögliche Steigung in Abhängigkeit von der PS-Last bei gegebener Zugkraft (Z_{\max}) und ausreichendem Zugbeiwert (f_Z).

PS-Last in kg	mögliche Steigung bei $f = 0,020$ in %
150	16,7
175	14,0
200	12,2
225	10,5
263,5	8,8
300	7,5

Zugkraft je Motor-Nenn-PS: $Z_{\max} = 28,8$ kg.

Notwendiger Zugbeiwert: $f_Z = 0,46$.

Eine indirekte PS-Last-Verminderung erfolgt, wenn die Schlepper etwas überdimensioniert werden; d. h. es empfiehlt sich, im bergigen Gelände einen Schlepper, der den in der Ebene notwendigen um einige PS übertrifft, anzuschaffen. Durch diese Maßnahme wird von vornherein die PS-Last niedriger als es in ebenem Gelände notwendig und in der Übersicht 3. 14 zu ersehen ist.

Eine direkte Zunahme der übertragbaren Zugkraft je Motor-Nenn-PS wird durch den Übergang vom Hinterrad- zum Allrad- bzw. Triebachsantrieb erreicht.

Für den Wirtschaftswegebau geht aus den bisherigen Darlegungen hervor:

1. Die übertragbare Zugkraft ist von der Motorleistung und der Triebachslast des Schleppers, sowie vor allem von der Beschaffenheit des Weges (ausgedrückt durch den Zugbeiwert) abhängig.
2. Falls der Zugbeiwert ausreicht ($f_Z = 0,46$) ist die Steigung von 10 % motormäßig von jedem Schlepper unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten (PS-Last 225 kg) zu

bewältigen. Darüber hinaus muß der Zugbeiwert höher liegen. Erreicht er $f_Z = 0,64$ (vgl. Darstellung 3.7) dann dürfen Steigungen bis 14 ‰ auftreten. Steigungen über 14 ‰ ergeben einen so hohen Zugwiderstand, daß ein übermäßiger Schlupf auftritt. Sie sollten mit Rücksicht auf einen wirtschaftlichen Schleppereinsatz nicht gebaut werden.

3. Durch die Möglichkeit einer Erhöhung der Wegesteigung von 7 auf 10 ‰ (12 auf 14 ‰) ergeben sich im Vergleich zu der Steigungsbemessung beim Einsatz tierischer Zugkräfte durch den Schleppereinsatz folgende Vorteile:

a) Kürzere Wege, wenn sie entsprechend befestigt werden;

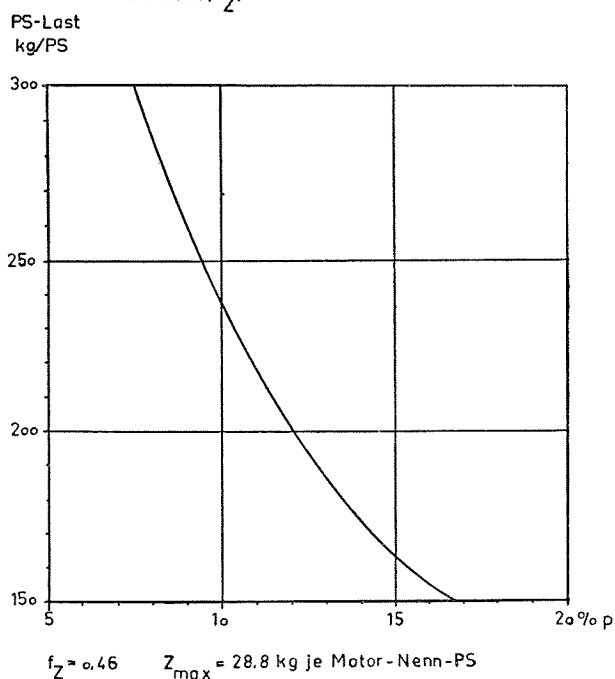
Übersicht 3. 12:

Zusammenhänge zwischen Höhenunterschied, Steigung und Wegelänge.

Zur Überwindung eines Höhenunterschiedes von ... m	ist bei einer Steigung von		eine Wegelänge von ... m notwendig
	‰	°	
10	5	2° 15'	200
10	10	4° 30'	101
10	12	5° 24'	84
10	15	6° 45'	67,5

Darstellung 3. 9

Mögliche Steigung (p) in Abhängigkeit von der PS-Last (kg/Motor-Nenn-PS) bei gegebener Zugkraft (Z_{\max}) und ausreichendem Zugbeiwert (f_Z)



b) Einsparungen an Wegebaukosten, falls die Kosten für die stärkere Befestigung der Steigungen nicht höher sind als die Kosteneinsparungen durch die geringere Wegelänge *);

c) zweckmäßigere Gestaltung der Grundstücke.

Weitere Ausführungen über Wege am Hang können im Rahmen dieser Arbeit nicht gemacht werden. Diese Materie ist derart umfangreich und vielfältig, daß gesonderte Untersuchungen, die eine weitere Arbeit füllen, durchgeführt werden müssen.

Übersicht 3. 10:

Der Zugbeiwert (f_z) in Abhängigkeit von der PS-Last und der Steigung

PS-Last in kg	150	175	200	225	263,5	300
Steigung in ‰						
0	—	—	—	0,10	0,11	0,12
1	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16
2	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,21
3	0,14	0,16	0,17	0,20	0,23	0,26
4	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30
5	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35
6	0,21	0,24	0,27	0,30	0,35	0,39
7	0,24	0,27	0,30	0,34	0,39	0,44
8	0,26	0,29	0,33	0,37	0,43	0,48
9	0,28	0,33	0,36	0,40	0,46	0,52
10	0,30	0,35	0,39	0,44	0,50	0,56
11	0,33	0,37	0,42	0,47	0,53	0,60
12	0,35	0,39	0,45	0,49	0,57	0,64

3. 5 Der Wegeanteil einer Flur.

Der Wegeanteil einer Flur ist aus zwei Gründen von Interesse:

1. Es ist wichtig zu wissen, welcher Anteil der Flur auf die Wege entfällt und damit einer land- bzw. forstwirtschaftlichen Nutzung oder einer anderen Widmung verlorengelht. Hier lautet die Aufgabe, den Wegeanteil möglichst gering zu halten.
2. Es ist zu prüfen, ob der Wegeanteil ausreicht, nicht ausreicht oder überhöht ist, um die in der Einleitung erhobenen Forderungen zu verwirklichen. Zur Erfüllung dieses Punktes ist ein bestimmter Mindestanteil der Gesamtfläche für Wege notwendig.

Antworten auf diese beiden Fragen können nur durch Vergleiche der tatsächlichen Gegebenheiten einer Flur mit bestimmten Normen, die die angegebenen Forderungen optimal erfüllen, gewonnen werden. Die Differenz zwischen beiden gibt dann Aufschluß über ein Zuviel oder ein Zuwenig an Wegefläche. Im Grenzfall stimmen Norm und Gegebenheit gerade überein.

Die augenblickliche Schwierigkeit in der praktischen Verwirklichung dieses Vergleiches liegt in erster Linie an dem Fehlen geeigneter Normen. Darum muß es die erste Aufgabe sein, entsprechende Normen aufzustellen.

*) Hierbei muß man sich vor Augen halten, daß zwischen Steigung und Wegelänge bei gegebenem Höhenunterschied folgende Beziehung besteht (26): (siehe Übersicht: 3, 12; Seite 47).

Übersicht 3. 13

Rollwiderstandsbeiwerte (f) in Abhängigkeit von der Fahrbahn
(8. 36, 41, 42, 43):

Fahrbahn	f
Granitplattenbahn	0,006
glatte, ebene Betonbahn	0,010
gute Asphaltstraße	0,010
vorzügliches Steinpflaster	0,015
gewalzter Schotterweg	0,015—0,020 *)
gutes Steinpflaster	0,020
befestigte Straße	0,020—0,040
fester Feldweg	0,020—0,045 *)
sehr fester, glatter und trockener Erdweg in Schiefer-, Muschelkalk und Dolomitboden	0,030
geringes Steinpflaster	0,033
sehr guter Erdweg	0,045
abgesetztes Saatbett, trockener Stoppelacker, trockenes Moor	0,040—0,100 *)
fester Sand, nasses Moor	0,080—0,140 *)
Erdweg, je nach Zustand	0,080—0,160
Stoppelacker	0,100—0,150
feuchter, gepflügter Lehm Boden, feuchtes Moor, loser Sand **)	0,160—0,240 *)
loser Sand **)	0,150—0,300 *)
Saatbett- und Kartoffelacker	0,200
nasser, aufgeweichter, schwerer Boden, sehr loser Sand **)	0,240—0,400 *)
Rübenacker	0,300—0,400

*) bei Schleppern mit Hinterradantrieb.

**) Reifenprofil und -größe haben einen sehr großen Einfluß.

Übersicht 3. 14:

Die PS-Last bei zweckmäßigen Schlepper-Anhänger-Nutzlastkombinationen

Schlepper PS	EW in kg*	Anhänger EW in kg	Nutzlast bei ... % der Tragfähigkeit des Anhängers in kg			Gesamtlast bei ... % der vollen Nutzlast in kg			PS-Last bei ... % der vollen Nutzlast in kg		
			100%	80%	50%	100%	80%	50%	100%	80%	50%
10	800	380	2000	1600	1000	3180	2780	2180	318	278	218
11	880	470	2000	1600	1000	3350	2950	2350	304	286	214
12	960	530	2000	1600	1000	3490	3090	2490	291	257	208
15	1200	530	2500	2000	1250	4230	3730	2980	282	248	198
17	1340	590	2500	2000	1250	4430	3930	3180	260	231	187
20	1600	720	2500	2000	1250	4820	4320	3570	241	216	178
22	1760	830	3000	2400	1500	5590	4990	4090	254	227	186
25	1875	850	3000	2400	1500	5725	5125	4225	229	205	169
28	2100	900	3000	2400	1500	6000	5400	4500	214	193	161
30	2250	1030	4000	3200	2000	7280	6480	5280	243	216	176
32	2400	1150	4000	3200	2000	7550	6750	5550	236	211	173
35	2450	1220	4000	3200	2000	7670	6870	5670	219	196	162
40	2800	1240	5000	4000	2500	9040	8040	6540	226	201	163
45	3150	1260	5000	4000	2500	9410	8410	6910	209	187	154
50	3500	1300	5000	4000	2500	9800	8800	7300	196	176	147

*) bis 22 PS 80 kg/PS; 25—35 PS 75 kg/PS; ab 40 PS 70 kg/PS.

EW = Eigengewicht.

3. 5. 1 Die Wegedichte einer Ackerflur

Als „Idealfur“ soll eine rechtwinklige, frei von jeder natürlichen Schwierigkeit, zunächst nur als Ackerland dienende Flur angesehen werden (vgl. Wegenetz Nr. 1, S. 105). Die Gesamtlänge des Wegenetzes dieser Flur (WL_A) setzt sich aus zwei Wegearten zusammen:

1. Wege, die in der Flurlängsrichtung verlaufen, wobei die Flurlängsrichtung durch die Lage des Hauptwirtschaftsweges bestimmt wird. Diese Wege entsprechen in ihrer Länge der Flurlänge (FL) und ihre Anzahl beträgt n Wege.
2. Wege, die quer zur Flurlängsrichtung, d. h. in Flurbreitenrichtung verlaufen. Ihre Länge stimmt mit der Flurbreite überein. Es handelt sich in diesem Fall um m Wege.

Die gesamte Wegenetzlänge der Flur (WL_A) besteht somit aus:

$$WL_A = n \times FL + m \times FB \quad (16)$$

Die Zahl der Wege in Flurbreitenrichtung (m) wird durch die Schlaglänge (SL) bestimmt und beträgt (vgl. Wegenetz Nr. 1, S. 105):

$$m = \frac{FL}{SL} + 1 \quad (16a)$$

Außerdem ist die Flurbreite gleich dem Quotienten aus Flurgröße und Flurlänge:

$$FB = \frac{FG}{FL}$$

Somit erhält die Formel (16) folgendes Aussehen:

$$WL_A = n \times FL + \frac{FL \times FB}{SL} + \frac{FG}{FL}$$

Der Ausdruck $FL \times FB$ stellt die Flurgröße (FG) dar.
Es ergibt sich:

$$WL_A = n \times FL + \frac{FG}{SL} + \frac{FG}{FL}$$

Wird die Formel auf die Flächeneinheit (FG) bezogen, dann erhält sie zunächst folgende Gestalt:

$$\frac{WL_A}{FG} = \frac{n \times FL}{FG} + \frac{1}{SL} + \frac{1}{LF} \quad (17)$$

Diese Formel gilt für jedes Maßsystem. In der Praxis ist es aber üblich, die Flurgröße in Hektar anzugeben. Um eine Benutzung unter diesen Gesichtspunkten zu ermöglichen, soll sie geringfügig umgeformt werden. Das Ergebnis ist dann die „Wegelänge je Hektar“.

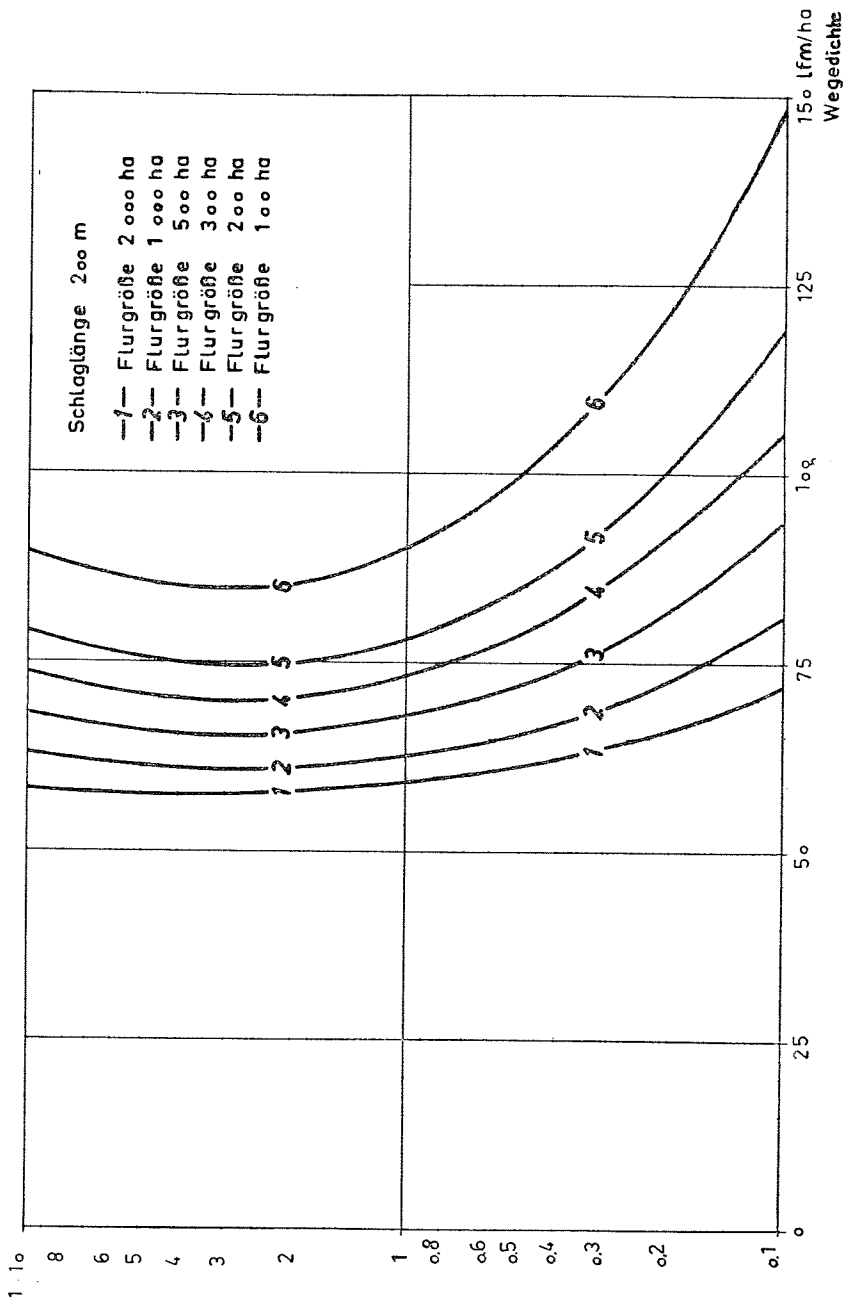
$$WL_{A\text{ ha}} = \frac{n \times FL}{FG} + \frac{10\,000}{SL} + \frac{10\,000}{FL} \quad (\text{lfm/ha}) \quad (18)$$

FL = Flurlänge in m; FG = Flurgröße in ha; SL = Schlaglänge in m.

Im weiteren Verlauf der Ausführungen findet die Formel (18) Anwendung. Der Ausdruck „Wegelänge je Flächeneinheit“ wird nach *Klempert* (14) auch als Wegedichte bezeichnet. Da die Wegelänge je Flächeneinheit oder die Wegedichte von verschiedenen Faktoren (FL, FG, SL) abhängt, soll nachfolgend deren Einfluß untersucht werden.

Darstellung 3. 10

Die Wegedichte einer Ackerflur in Abhängigkeit von der Größe und der Flurlänge
(ausgedrückt durch das Längen-Breitenverhältnis der Flur) bei gegebener Schlaglänge



3. 5. 2 Die Abhängigkeit der Wegedichte von der Länge und Größe der Flur.

Mit Hilfe der Formel (18) ist in der Darstellung 3. 10 die Abhängigkeit der Wegedichte von der Länge und Größe der Flur angegeben bzw. aufgezeichnet. Hierbei ist die „Anzahl der Wege in Flurlängsrichtung“ (n) mit drei Wegen angenommen. Diese Anzahl kann man i. a. für praktische Berechnungen einsetzen. Ist aber die genaue Anzahl der „Wege in Flurlängsrichtung“ bekannt, dann sollte sie in der Formel (18) verwendet werden. Als Ausdruck für die Flurlänge (FL) wird das Längen-Breitenverhältnis der Flur angegeben. Ansonsten ist es nicht möglich, die Abhängigkeitskurven vergleichbar darzustellen. Bei gegebener Flurgröße (FG) kann die Flurlänge durch das Längen-Breitenverhältnis ausgedrückt werden, da folgende Beziehung vorliegt:

$$FL \times FB = FG \text{ oder } FL = \frac{FG}{FB}$$

Für die absolute Höhe der Wegedichte sind die Flurgröße und das Längen-Breiten-Verhältnis gleichermaßen von Bedeutung. Hinsichtlich des Einflusses der Flurgröße auf die Wegedichte zeigt sich für alle Längen-Breitenverhältnisse, die in der Praxis vorkommen, eine einheitliche Tendenz: Die Wegedichte sinkt bei konstanter Flurlänge und gegebener Schlaglänge mit zunehmender Flurgröße.

Wie aus der Darstellung 3. 10 zu entnehmen ist, erreicht die Wegedichte für eine bestimmte Flurgröße bei einem der möglichen Längen-Breitenverhältnisse unter den genannten Voraussetzungen ein Minimum.

$$FL = 57,7 \sqrt{FG} \text{ *)}$$

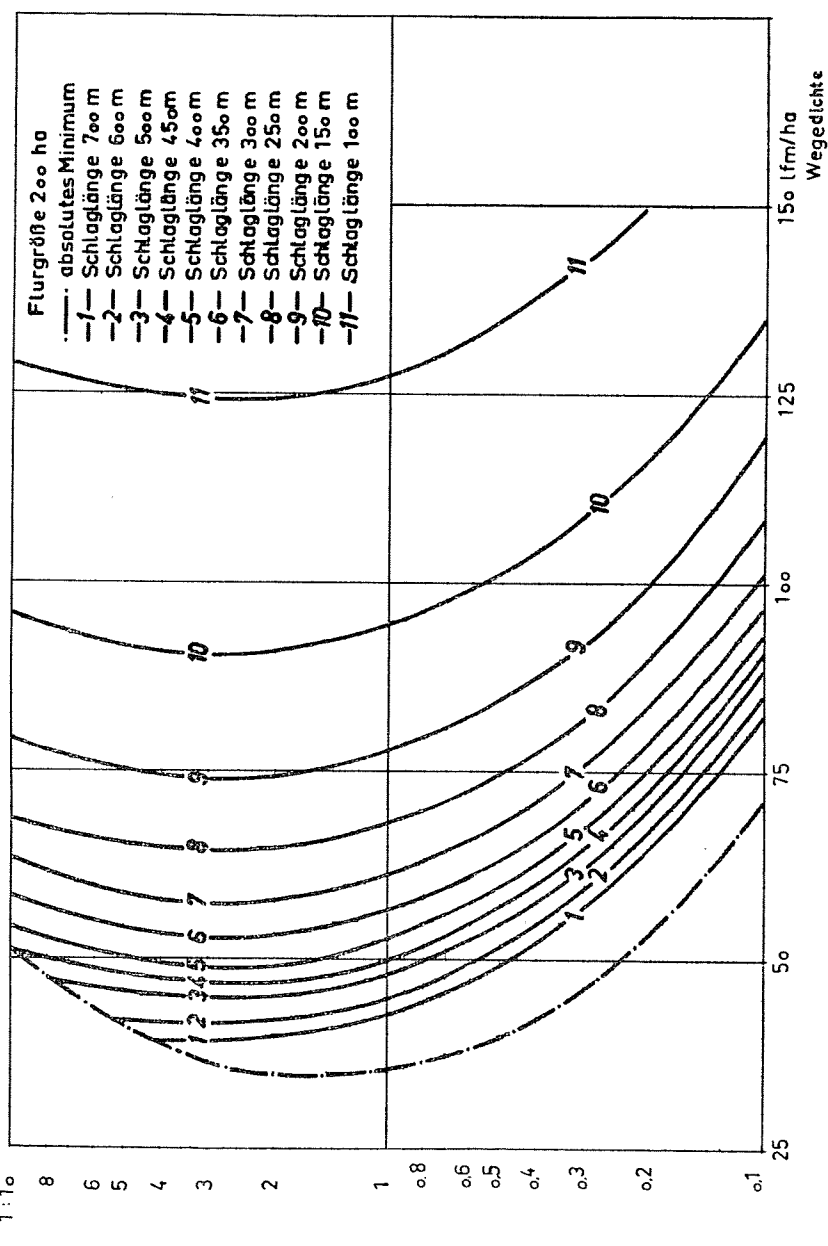
ist die Flurlänge, die bei gegebener Flurgröße für jede Schlaglänge die geringstmögliche Wegedichte aufweist. Wird diese Flurlänge in der Formel (18) unter Beachtung der Schlaglänge eingesetzt, dann ergibt sich die geringstmögliche Wegedichte, die bei gegebener Flurgröße und feststehender Schlaglänge vorkommen kann. Somit besteht kein linearer Zusammenhang zwischen Wegedichte und Flurlänge bzw. Flurbreite. Vielmehr herrscht folgende Beziehung: Die Wegedichte erreicht in Abhängigkeit von der Flurlänge bei konstanter Flurgröße und gegebener Schlaglänge ein Minimum.

Für die Praxis des Wirtschaftswegebauwes ist die festgestellte Abhängigkeit der Wegedichte von der Flurlänge und -größe von geringer Bedeutung. In der Regel kann bei der Flurneuordnung an diesen Größen nichts geändert werden. Dieser Abschnitt sollte aber zeigen:

1. Welche Wegedichte bei den einzelnen Flurgrößen und -längen optimal möglich ist, wenn keine natürlichen Schwierigkeiten vorhanden sind und Abweichungen verlangen.
2. Welche grundlegende Beziehung zwischen Wegedichte einerseits und Flurlänge (dargestellt durch das Längen-Breiten-Verhältnis) sowie Flurgröße andererseits besteht.

*) Siehe Anhang, Seite 100/1

Darstellung 3.11
 Die **Wegdichte** einer Ackerflur in Abhängigkeit von der Schlaglänge und der Flurlänge
 (ausgedrückt durch das Längen-Breitenverhältnis der Flur) bei gegebener Flurgr.



3. 5. 3 Der Einfluß der Schlaglänge auf die Wegedichte.

Die Schlaglänge (SL), die als letzter Faktor einen Einfluß auf die Wegedichte ausübt, ist bei der Flurneuordnung sehr leicht zu ändern. Darum muß ihr Einfluß auf die Wegedichte besonders untersucht werden.

Der Einfluß der Schlaglänge auf die Wegedichte wird über den Faktor m in der Formel (16) ausgeübt. Dieser Faktor m ist seinerseits von der Schlaglänge abhängig (vgl. Formel (16a)). Die mathematische Stellung der Schlaglänge in der Formel (16a) läßt vermuten, daß sie in ähnlicher Weise wie die Flurgröße auf die Wegedichte einwirkt. Diese Vermutung basiert auf der Tatsache, daß die Schlaglänge in der gleichen Potenz und an der gleichen Stelle (im Nenner) erscheint wie die Flurgröße. Ihre Bestätigung findet sie in einer rechnerischen Auswertung, auf der die Darstellung 3. 11 beruht.

Diese Darstellung 3. 11 läßt eine einheitliche Tendenz erkennen:

Die Wegedichte sinkt bei konstanter Flurlänge (dargestellt durch das Längen-Breiten-Verhältnis) und gleichbleibender Flurgröße mit steigender Schlaglänge.

Die Abnahme der Wegedichte wird aber bei einer gleichbleibenden Zunahme der Schlaglänge immer geringer. Jeder Schlaglänge kommt ein Minimum an Wegedichte dann zu, wenn die Schlaglänge zur Flurlänge ($SL = FL$) wird.

Weiterhin kann aus der Darstellung 3. 11 entnommen werden, daß bei einer der möglichen Schlaglängen (Flurlängen) für eine gegebene Flurgröße ein absolutes Minimum an Wegedichte liegt. In Abhängigkeit von der Flurgröße kommt folgender Schlaglänge (Flurlänge) das absolute Minimum an Wegedichte zu:

$$SL = FL = 81,6 \sqrt{FG^*}$$

Für die Flurgröße von 200 ha liegt es bei:

$$SL_{200} = FL_{200} = 81,6 \sqrt{200} = 81,6 \times 14,15 = 1150 \text{ m}$$

Die Wegedichte erreicht also bei einer Schlaglänge (Flurlänge) von 1150 m und einer Flurgröße von 200 ha ihr absolutes Minimum. Es beträgt:

$WL_{A 200 \text{ min}} = 34,65 \text{ m/ha}$ (vgl. Darstellung 3. 11).

Die Ausführungen des letzten Abschnittes gewinnen in der Praxis wahrscheinlich keine große Bedeutung. Dennoch sollen sie der Vollständigkeit halber nicht fehlen. Um so mehr Beachtung muß aber den übrigen Feststellungen dieses Kapitels geschenkt werden. Von der Gestaltung der Schlaglänge sind nämlich nicht nur die Blockzahl und die Blockgröße (vgl. Kapitel 3. 2), sondern ebenfalls die Wegedichte abhängig. Die Erzielung der richtigen Wegedichte ist aber für die Anlage eines zweckmäßigen Wegenetzes schlechthin entscheidend.

3. 5. 4 Die Wegedichte einer Grünlandflur.

Das Grünland zeigt gegenüber dem Ackerland in der Frage der Wegelänge und Wegedichte keine grundsätzlichen Abweichungen. Die Unterschiede sind lediglich gradueller Natur. Sie ergeben sich aus den verschiedenen Forderungen an das Wegenetz. Diese Abweichungen lauten:

1. Bei gleicher Fläche liegt die zweckmäßige Schlaglänge des Grünlandes über der des Ackerlandes (vgl. Kapitel 3. 1).
2. Während für das Ackerland ein zweiseitiger Wegeanschluß gefordert wird, genügt es, die Grünlandschläge einseitig an das Wegenetz zu legen (vgl. Kapitel 3. 1).

*) Siehe Anhang, Seite 100/2

Durch die Unterschiede, die beide hinsichtlich der Wegelänge bzw. der Wegedichte in der gleichen Richtung wirken, ist es notwendig, die Formeln für das Grünland neu zusammenzustellen.

Der Unterschied beruht lediglich darauf, daß der Faktor m (Anzahl der Wege in Flurbreitenrichtung) auf Grund der oben angeführten Forderungen ein anderes Aussehen bekommt:

$$m = \frac{FL}{2 SL} + 1 \quad (19a)$$

Die Formel für die Wegedichte einer Grünlandflur gewinnt dadurch folgendes Aussehen:

$$\begin{aligned} \frac{WL_G}{FG} &= \frac{n \times FL}{FG} + \frac{1}{2 SL} + \frac{FB}{FG} \quad \text{oder} \\ \frac{WL_G}{FG} &= \frac{n \times FL}{FG} + \frac{1}{2 SL} + \frac{1}{FL} \quad (19) \end{aligned}$$

Für den praktischen Gebrauch lautet sie:

$$WL_{Gha} = \frac{n \times FL}{FG} + \frac{5000}{SL} + \frac{10\,000}{FL} \quad (\text{lfm/ha}) \quad (20)$$

Fl — Flurlänge in m; SL — Schlaglänge in m; FG — Flurgröße in ha.

Gegenüber der Wegedichte des Ackerlandes ist somit beim Grünland unter sonst gleichen Voraussetzungen (Flurgröße, Flurlänge, Schlaglänge) eine Verringerung der Wegedichte eingetreten, denn die Anzahl der Wege in Flurbreitenrichtung ist weniger geworden. Die Abhängigkeit der Wegedichte des Grünlandes von den Faktoren Flurlänge (FL), Flurgröße (FG) und Schlaglänge (SL) ist im Prinzip die gleiche wie die in der Ackerflur (vgl. auch Darstellungen 3. 10 und 3. 11). Somit erübrigen sich weitere Ausführungen über den Einfluß dieser Faktoren auf die Wegedichte einer Grünlandflur. Vielmehr gelten sinngemäß die für die Ackerflur getroffenen Feststellungen.

4. Der Wegenetzausbau

4. 1 Der Umfang des Wegenetzausbaues.

Ausgehend von der Forderung, daß jeder Schlag, ob Acker oder Grünland, an einem befestigten Weg liegen soll, wird nunmehr dargestellt, welcher Anteil des Wegenetzes hinsichtlich der Wegelänge befestigt werden muß, um die dargelegte Forderung zu erfüllen. Da bei dieser Forderung zwischen Acker- und Grünland kein Unterschied besteht, entfällt für dieses Kapitel jede Aufteilung der Flur in diese Richtung.

4. 1. 1 Der Wegeausbau einer Flur im Hinblick auf die Wegedichte.

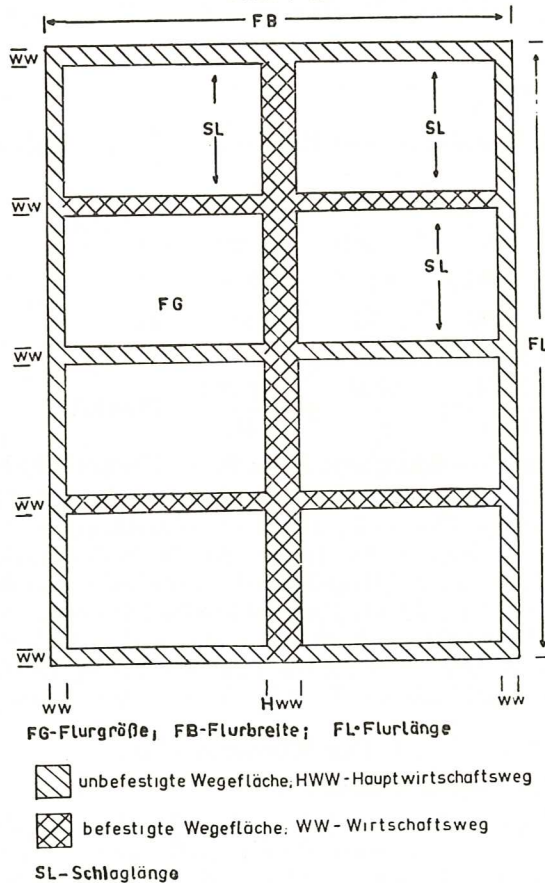
Die in Darstellung 4. 1 (vgl. S. 56 und Wegenetz Nr. 1, S. 105) aufgezeigte Erschließung der Flur durch Wege ermöglicht die Feststellung, daß die o. a. Forderung erfüllt wird, wenn folgende Wegelängen (WL_b) befestigt werden:

$$WL_b = p \times FL + q \times FB \quad (21)$$

Die Symbole bedeuten:

- WL_b = befestigte Wegelänge einer Flur,
- p = Anzahl der befestigten Wege in Flurlängsrichtung,
- FL = Flurlänge,
- q = Anzahl der befestigten Wege in Flurbreitenrichtung,
- FB = Flurbreite.

Dorst: 4.1: Befestigte und unbefestigte Wege einer Flur



In einer idealen Flur, d. h. einer Flur, in der keine natürlichen Schwierigkeiten Abweichungen von den wirtschaftlichen Erfordernissen verlangen, genügt ein befestigter Weg in Flurlängsrichtung (vgl. Darstellung 4. 1, und Wegenetz Nr. 1, S. 105), so daß der Faktor p der Formel (21) den Wert 1 bekommt und damit entfallen kann. Flurlänge (FL) und Flurbreite (FB) sind gegebene Größen. Die Anzahl der Wege in Flurbreitenrichtung beläuft sich auf:

$$q = \frac{FL}{2 SL} \quad (\text{vgl. Darstellung 4. 1}) \quad (21a)$$

Nach Einführung des angegebenen Ausdrucks erhält die Formel für die befestigte Wegelänge einer Flur (WL_b) folgendes Aussehen:

$$WL_b = FL + \frac{FL \times FB}{2 SL} \quad (22)$$

Der Ausdruck $FL \times FB$ stellt die Flurgröße (FG) dar.

$$WL_b = FL + \frac{FG}{2 SL} \quad (23)$$

Wird die Formel (23) auf die Flächeneinheit bezogen, dann ergibt sich die „befestigte Wegedichte“:

$$\begin{aligned} \frac{WL_b}{FG} &= \frac{FL}{FG} + \frac{1}{2 SL \times FG} \text{ oder} \\ \frac{WL_b}{FG} &= \frac{FL}{FG} + \frac{1}{2 SL} \text{ (lfm/ha)} \end{aligned} \quad (24)$$

Die dargestellte Formel gilt in der angegebenen Form für jedes Maßsystem. Damit aber in der Praxis mit den herkömmlichen Maßen (Flurgröße in ha) gerechnet werden kann, erfolgt eine geringfügige Umformung:

$$WL_{b \text{ ha}} = \frac{FL}{FG} + \frac{5000}{SL} \text{ (lfm/ha)} \quad (25)$$

$WL_{b \text{ ha}}$ — befestigte Wegelänge in m/ha (befestigte Wegedichte) FL — Flurlänge in m; FG — Flurgröße in ha; SL — Schlaglänge in m.

Diese Wegedichte nach Formel (24) bzw. (25) ist also unbedingt zu befestigen, um jeden Schlag an einen befestigten Weg anzuschließen. Theoretisch wäre es möglich, diese Forderung zu erfüllen, wenn bei einer zentralen Dorflage in der Flur noch die Endstücke des Hauptwirtschaftsweges in einer Gesamtlänge der doppelten Schlaglänge bzw. bei einer peripheren Dorflage ein Endstück des Hauptwirtschaftsweges von einer Schlaglänge unbefestigt blieben. Da aber ein zweckmäßiger Wegeanschluß an das Nachbarwegenetz gegeben sein soll, muß auf diese Einsparungsmöglichkeit verzichtet werden. Die Formel (25) wird von den drei Faktoren Flurgröße (FG), Flurlänge (FL) und Schlaglänge (SL) bestimmt. Darum ist es notwendig, ihren Einfluß zu untersuchen.

4. 1. 2 Der Einfluß der Flurgröße und Flurlänge auf die befestigte Wegedichte

Mit Hilfe der Formel (25) ist in der Darstellung 4. 2 der Einfluß der Flurgröße (FG) und der Flurlänge (FL) bei gegebener Schlaglänge auf die befestigte Wegedichte dargestellt. In diesem Falle ist die Flurlänge aus Darstellungsgründen ebenfalls durch das Längen-Breitenverhältnis der Flur ausgedrückt worden. Für die in der Praxis vorkommenden Längen-Breitenverhältnisse kann unter der Voraussetzung, daß die Schlaglänge konstant ist, hinsichtlich des Einflusses der Flurgröße gefolgert werden: Die befestigte Wegedichte nimmt bei gegebener Flurlänge (ausgedrückt durch das Längen-Breitenverhältnis der Flur) und bei konstanter Schlaglänge mit steigender Flurgröße ab. Bei gleichbleibender Zunahme der Flurgröße wird allerdings die Abnahme laufend geringer.

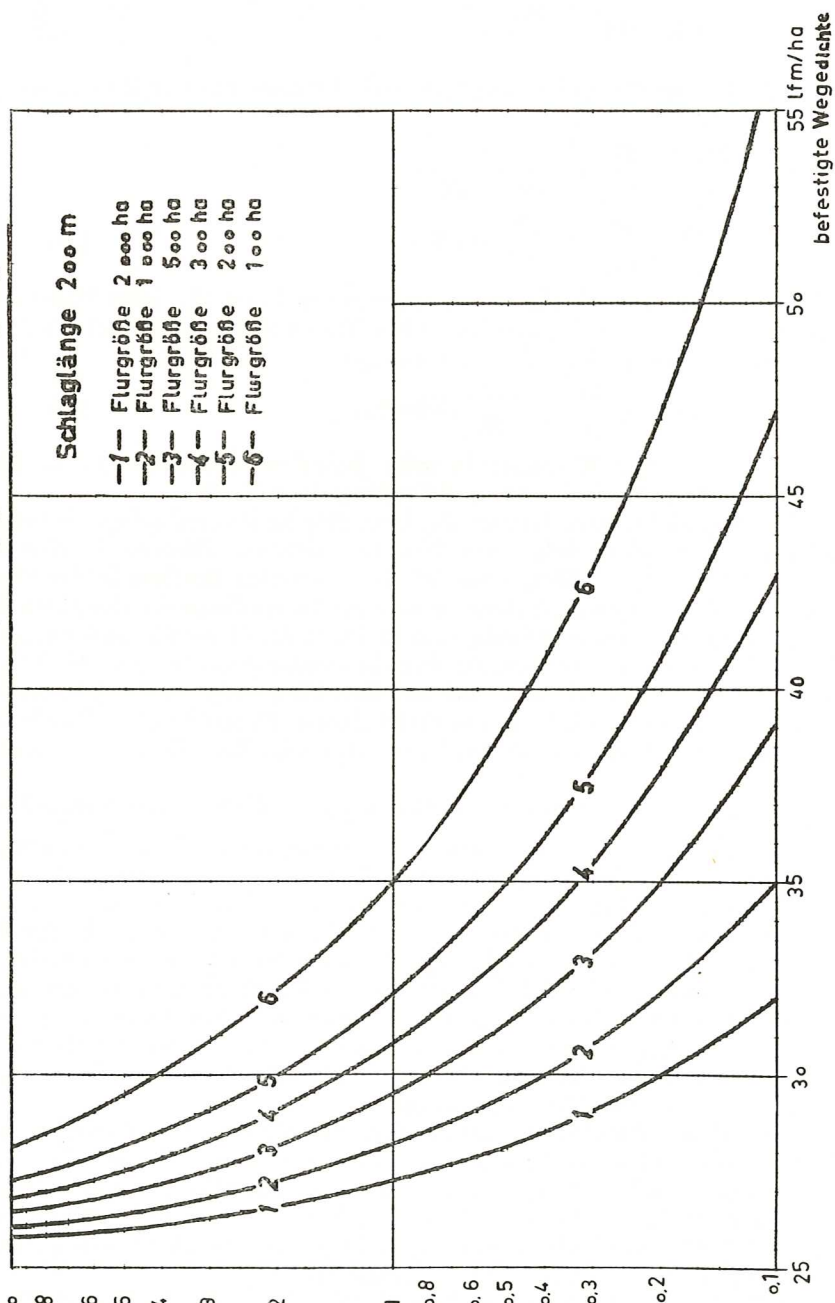
Hinsichtlich der Bedeutung der Flurlänge für die befestigte Wegedichte kann abgeleitet werden, daß die befestigte Wegedichte bei gegebener Flurgröße und konstanter Schlaglänge mit sinkender Flurlänge ebenfalls geringer wird (die Flurlänge sinkt, wenn das Längen-Breitenverhältnis von 1:0,1 über 1:1 gegen 1:10 geht). Hier wird wiederum bei gleichbleibender Abnahme der Flurlänge die Abnahme der befestigten Wegedichte unaufhörlich geringer.

Da die Flurgröße im Nenner und die Flurlänge im Zähler der Formel (25) erscheinen, kann ihr Einfluß nur einander entgegengerichtet sein. In bezug auf die Wegedichte muß jedoch die Wirkung der Flurlänge gleichgerichtet sein. Dagegen bestehen zwischen Wegedichte und Flurgröße reziproke Beziehungen.

Darstellung 4.2

Längen-
Breiten-
verhältnis
 $l : b$

Die befestigte Wegedichte in Abhängigkeit von der Größe und Flurlänge (ausgedrückt durch das Längen-Breitenverhältnis) bei gegebener Schlaglänge



Im Gegensatz zur gesamten Wegedichte (vgl. Kapitel 3. 5) liegt innerhalb der praktisch bedeutsamen Längen-Breitenverhältnisse bei gegebener Flurgröße kein Minimum an befestigter Wegedichte vor. Allerdings läuft auch hier der befestigte Wegeanteil bei gegebener Schlaglänge auf einen Grenzwert zu.

4. 1. 3 Der Einfluß der Schlaglänge auf die befestigte Wegedichte

Die Bedeutung der Schlaglänge für die befestigte Wegedichte wird deshalb von der der beiden übrigen Faktoren (Flurgröße, Flurlänge) getrennt untersucht, weil es unter Umständen möglich ist, diese im Rahmen der Flurneuordnung gebührend zu berücksichtigen.

In der Darstellung 4. 3 ist die befestigte Wegedichte in Abhängigkeit von der Schlaglänge und dem Längen-Breitenverhältnis der Flur bei gegebener Flurgröße aufgezeigt.

Der Einfluß der Schlaglänge auf die befestigte Wegedichte ist dahin zu deuten, daß die befestigte Wegedichte bei gegebener Flurgröße und gleicher Flurlänge (ausgedrückt durch das Längen-Breitenverhältnis der Flur) mit steigender Schlaglänge geringer wird. Bei linearer Zunahme der Schlaglänge verläuft die Abnahme der befestigten Wegedichte degressiv.

Auch dieser Schluß läßt sich unmittelbar aus der Formel (25) ziehen, da die Schlaglänge zur befestigten Wegelänge in einem reziproken Verhältnis steht.

Für den Fall, daß die Schlaglänge gleich der Flurlänge ($SL = FL$), hat jede Flurlänge (Schlaglänge) eine geringstmögliche befestigte Wegedichte (vgl. Darstellung 4. 3).

Bei einer dieser Flurlängen (Schlaglängen) erreicht die befestigte Wegedichte für eine gegebene Flurgröße ein absolutes Minimum. Dieses liegt bei:

$$SL = FL = 70,7 \sqrt{FG^*})$$

Für die Flurgröße von 200 ha ist demnach der geringstmögliche befestigte Wegeanteil vorhanden, wenn die Flurlänge gleich der Schlaglänge ist und $70,6 \times \sqrt{200} = 70,6 \times 14,5 = 998,3$ m beträgt. Die befestigte Wegedichte würde sich unter den angegebenen Verhältnissen auf 10,0 m/ha belaufen. Dieser Fall wird aber in der Praxis kaum auftreten, da Schlaglängen von fast 1000 m bei einer Flur von 200 ha nicht zu vertreten sind.

4. 2. Anhaltspunkte für die Art und die Stärke des Ausbaues landwirtschaftlicher Wirtschaftswege

Die Ausbauart und -stärke der Wirtschaftswege können nicht Gegenstand dieser Arbeit sein, da es sich dabei ausschließlich um technische Probleme handelt. Der wirtschaftlich notwendige Mindestumfang an befestigten Wegen wurde bereits in Kapitel 4. 1 behandelt. Hinsichtlich der Ausbauart und -stärke sind aber noch einige Fragen landwirtschaftlicher Art, die den Wegebaufachleuten eine Entscheidung erleichtern, zu klären.

4. 2. 1. Die Geschwindigkeit und der Flächendruck auf landwirtschaftlichen Wirtschaftswegen

Eine Befestigung landwirtschaftlicher Wege ist aus zwei Gründen notwendig:

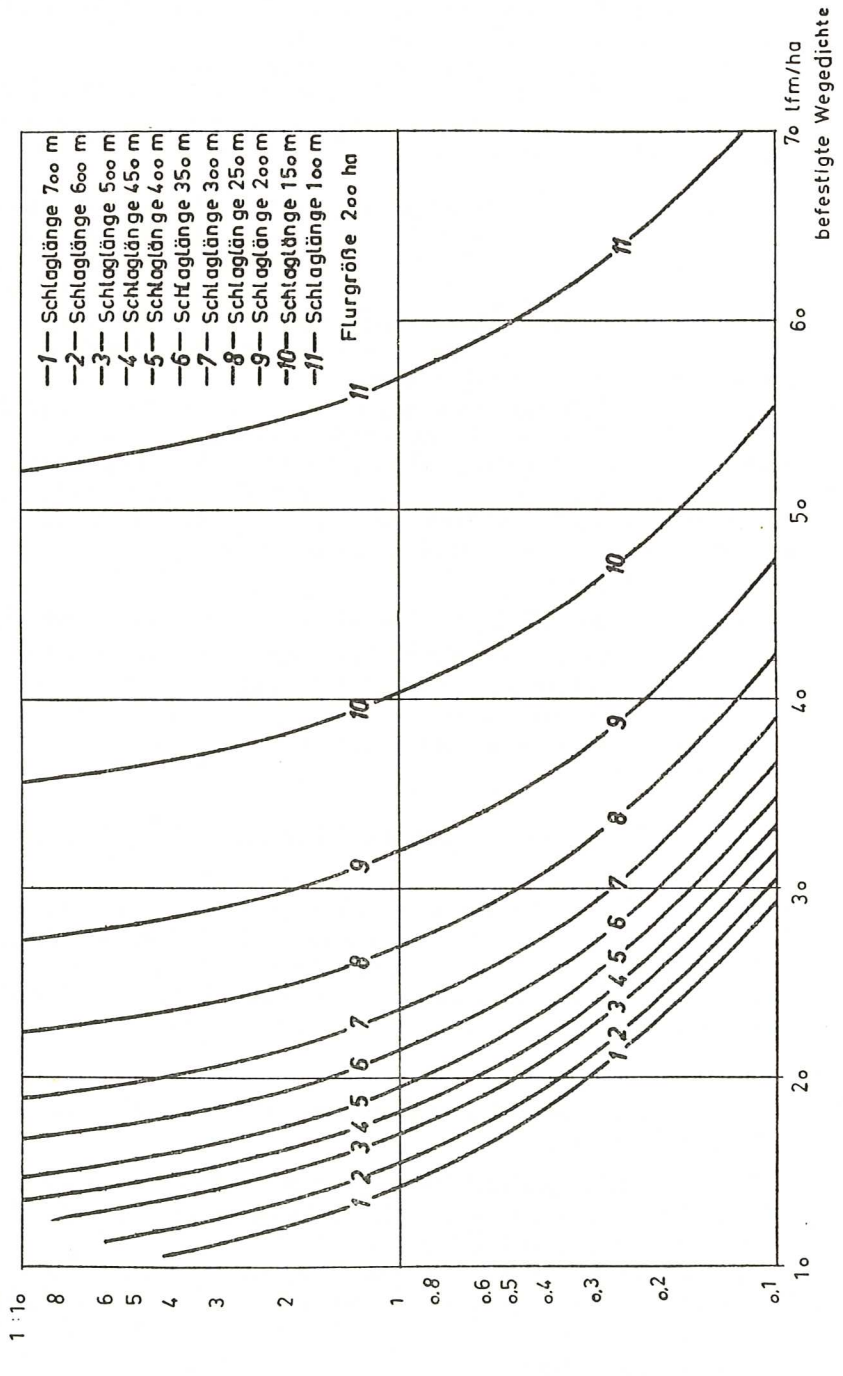
1. Die Wege müssen eine bestimmte Geschwindigkeit, die durch die Eigenart des Verkehrs bedingt ist, ermöglichen (9, 14, 30, 41).

Übereinstimmend kommt man zu der Feststellung, daß bei Schleppereinsatz eine Geschwindigkeit von 20 km/h ermöglicht werden muß. Einzelne landwirtschaftliche Zug-

*) Siehe Anhang, Seite 100/3

Darstellung: 4.3

Die befestigte Wegedichte in Abhängigkeit von der Schlaglänge und der Flurgröße (ausgedrückt durch das Längen-Breitenverhältnis der Flur) bei gegebener Flurgröße



kräfte überschreiten aber schon diese Geschwindigkeit (Unimog, Schlepper mit Schnellgang).

Unter Berücksichtigung beladener Transportfahrzeuge und der angehängter Maschinen (Drillmaschine) kann beim gegenwärtigen Stand der Technisierung der Landwirtschaft eine effektive Durchschnittstransportgeschwindigkeit von

15 km/h

für alle anfallenden Transporte als Norm angesehen werden. Wenn bei der Anlage von Ortsverbindungs- und Hauptwirtschaftswegen Ausbaugeschwindigkeiten von 40—60 km/h für die Ebene, 25—30 km/h für das Hügelland und 25—25 km/h für das Bergland vorgeschlagen werden (9. S. 12), dann ist den landwirtschaftlichen Anforderungen in diesem Punkte voll und ganz Rechnung getragen. *Klempert* (a. a. O. S. 12) schlägt hier die Berücksichtigung einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h vor. Auch sie erfüllt alle heutigen Ansprüche.

2. Die Fahrbahn muß eine bestimmte, wiederum durch die Eigenart des Verkehrs gebene Belastung aushalten. Sie muß also eine bestimmte Tragfähigkeit aufweisen.

Als Richtmaß für eine Beanspruchung der Wirtschaftswege in dieser Hinsicht gibt *Klempert* (a. a. O. S. 11) eine Höchstlast von 4 t je Achse an. Der Verfasser macht in (30. Kapitel 6) weitere Ausführungen über den Flächendruck landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Er kommt hier zu folgenden, unter der Voraussetzung, daß die gesamte Felgenbreite auf der Fahrbahn aufliegt, als Höchstwert anzusehenden Flächendrücken

bei Eisenreifen	35 kg/cm ²
bei Gummireifen	10 kg/cm ²

Bei einer punktförmigen Auflage der Felgen sind die auftretenden Flächendrücke noch viel höher.

4. 2. 2. Die Wegebeanspruchung in Abhängigkeit vom Bodennutzungssystem

In Übersicht 4. 1 sind die Fahrtenzahl eines Jahres für eine Fläche von 100 ha LN unter Berücksichtigung des Bodennutzungssystems sowie die sich daraus ergebende Wegebeanspruchung angegeben.

Die jährlichen Fahrtenzahlen je 100 ha LN werden anschließend auf die einzelnen Zeitspannen (siehe Übersicht 4. 5) verteilt. Je nach den klimatischen Bedingungen in den einzelnen Zeitspannen werden diese Zahlen mit verschiedenen Faktoren multipliziert. Die Zeitspannen, die klimatischen Verhältnisse und die Faktoren lauten:

Übersicht 4. 2

Zeitspannen, klimatische Verhältnisse und transportwirtschaftlicher Klimafaktor.

Zeitspanne	klimatische Verhältnisse	Klimafaktor
I Frühjahrsbestellung	mittel	1,0
II Hackfruchtpflege-Heuernte	gut	0,5
III Getreideernte	gut	0,5
IV Hackfruchternte	schlecht	1,5
V Spätherbstarbeiten	schlecht	1,5

Übersicht 4. 1

Wegebeanspruchungszahl und Wegebeanspruchungsindex in Abhängigkeit vom Bodennutzungssystem.

B.N.	F.Z./ 100 ha	Fahrtenzahl in der Zeitspanne					Summe	Wegebean- spruchungs- zahl index	
		I	II	III	IV	V			
1	2	3					4	5	6
H	2780	a) 447	334	427	1125	447	3187	32	100
		b) 447	167	214	1688	671			
HF	2650	a) 400	320	460	1070	400	2925	30	94
		b) 400	160	230	1605	600			
HGI	2560	a) 390	308	434	1040	388	2903	29	91
		b) 390	154	217	1560	582			
HGII	2300	b) 350	280	394	956	350	2646	26,5	83
		b) 350	140	197	1434	525			
FH	2370	a) 520	190	520	570	380	2359	24	75
		b) 520	190	260	855	570			
GH	2185	a) 436	330	436	654	330	2295	23	72
		b) 436	165	218	981	495			
HGF	2185	a) 547	436	438	436	328	2130	21	67
		b) 547	218	219	654	492			
GF	2020	a) 442	328	444	486	320	2034	20	64
		b) 442	161	222	729	480			
FI	2190	a) 610	570	484	154	372	1926	19	60
		b) 610	285	242	231	558			
FII	2130	a) 596	554	468	150	362	1875	19	60
		b) 596	227	234	225	543			
FIII	2085	a) 589	544	450	146	356	1839	18	57
		b) 589	272	225	219	534			

BN = Bodennutzungssystem, FZ = Fahrtenzahl.

a) Die absoluten Fahrtenzahlen der einzelnen Zeitspannen.

b) Die mit dem Klimafaktor (s. Übersicht 4. 2) multiplizierten Zeitspannenwerte.

– Die Errechnung der Fahrtenzahlen (Übersicht 4. 1 – Spalte 2) geschieht mit Hilfe des Bodennutzungssystem nach Übersicht 2. 13 (siehe Seite 20). Hierbei ist die höchstmögliche (nicht die durchschnittliche!) fahrtenmäßige Wegebeanspruchung innerhalb der einzelnen Bodennutzungssysteme unterstellt.

An dieser Stelle muß darauf hingewiesen werden, daß der Klimafaktor lediglich den durchschnittlichen Einfluß einer Fahrt auf den Wegezustand innerhalb der einzelnen Zeitspanne zum Ausdruck bringen soll. Außergewöhnliche Umstände werden hierdurch nicht berücksichtigt. Der bekannten Tatsache beispielsweise, daß ein einziges Fahrzeug im geeigneten — in dem Falle ungeeignetsten — Augenblick (Auftauern der gefrorenen Wege) einen einen Weg zuschanden fahren kann, wird durch den transportwirtschaftlichen Klimafaktor keine Rechnung getragen.

Die mit dem Klimafaktor multiplizierten Zeitspannenwerte je 100 ha LN werden addiert (Übersicht 4. 1, Spalte 4) und anschließend auf die Fläche 1 ha bezogen. (Übersicht 4. 1, Spalte 5). Der auf diese Weise erhaltene Wert stellt die Wegebeanspruchungszahl des Bodennutzungssystem dar. Er drückt also die mit den Klimafaktoren der Zeitspannen I—IV modifizierte Fahrtenzahl je ha aus. Die Wegebeanspruchungszahl des intensivsten Bodennutzungssystem (H — siehe Übersicht 4. 1, Spalte 5) wird gleich 100 gesetzt. Die Wegebeanspruchungszahlen aller anderen Bodennutzungssysteme

werden hierzu relativiert. Das Ergebnis dieser Rechenoperation wird Wegebeanspruchungsindex des Bodennutzungssystems genannt (Übersicht 4. 1, Spalte 6).

4. 2. 3 Die relative Leistungsfähigkeit der verschiedenen Ausbauverfahren landwirtschaftlicher Wirtschaftswege.

In Übersicht 4. 3. sind die gebräuchlichsten Ausbauarten und Stärken landwirtschaftlicher Wege angegeben (14, 38, 39).

Übersicht 4. 3

Die gebräuchlichsten Ausbauarten*) landwirtschaftlicher Wirtschaftswege und ihre relative Leistungsfähigkeit.

Betonweg = 100

Bezeichnung der Ausbauart	relative Leistungsfähigkeit
1. Erdwegeverdichtung	5
2. Fahrspurverbesserung	15
3. leichtbefestigter Weg (Einschichtbefestigung, einfach)	30
4. leichtbefestigter Weg (Einschichtbefestigung, mittel)	40
5. Mechanisch stabilisierte Wege (Herstellung richtiger Korngrößengemische)	40
6. Schotterdecke (Zweischichtbefestigung, mittel)	50
7. Schotterdecke (Zweischichtbefestigung, stark)	55
8. Bodenstabilisierung mit Kalk, Zement oder Bitumen	60
9. Schotterdecke mit einfacher Oberflächenbehandlung (Zweischichtbefestigung)	60
10. Schotterdecke mit einfacher Oberflächenbehandlung (Mehrschichtbefestigung)	65
11. Schotterdecke mit verstärkter Oberflächenbehandlung (Mehrschichtbefestigung)	70
12. Schotterdecke mit doppelter Oberflächenbehandlung (Mehrschichtbefestigung)	75
13. Schotterdecke mit Teppichbelag (Mehrschichtbefestigung)	80
14. Schotterdecke mit Betonspurbahn	85
15. Halbtränkdecke	90
16. Einstreudecke	90
17. Betondecke	100

*) siehe (14), (38), (39).

Diesen Ausbauverfahren kommen unterschiedliche relative Leistungsfähigkeiten zu. Unter relativer Leistungsfähigkeit sollen in diesem Zusammenhang die Tragfähigkeit, die Unterhaltung und die Lebensdauer der einzelnen Wege unter Berücksichtigung des Klimas im Vergleich zu einem Betonweg verstanden werden.

Nachdem die Wegebeanspruchung im Rahmen der einzelnen Bodennutzungssysteme und die relativen Leistungsfähigkeiten der verschiedenen Wegebauverfahren feststehen, werden sie nunmehr einander gegenübergestellt.

Übersicht 4. 4 zeigt die relative Leistungsfähigkeit der einzelnen Wegebauverfahren unter Berücksichtigung des Bodennutzungssystems (letzteres ausgedrückt durch die Wegebeanspruchungszahl bzw. den Wegebeanspruchungsindex).

Übersicht 4. 4:

Die relative Leistungsfähigkeit der einzelnen Wegebauverfahren in Abhängigkeit vom Bodennutzungssystem (Betonweg = 100)

Bodennutzungssystem	H	HF	HG I	HG II	FH	GH	HGF	GF	FI/II	F III
Wegebeanspruchungsindex	100	94	91	83	75	72	67	64	60	57
Wegebauverfahren										
1. Betondecke	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2. Einstreudecke	90	96	99	100	100	100	100	100	100	100
3. Halbtränkecke	90	96	99	100	100	100	100	100	100	100
4. Betonspurbahn	85	90	93	100	100	100	100	100	100	100
5.—8. Schotterdecke (Mehrschichtbefestigung.) mit Teppichbelag	80	85	88	96	100	100	100	100	100	100
9. Schotterdecke m. Mehrschichtbefestigung.) doppelter Oberflächenbehandlung	75	80	83	90	100	100	100	100	100	100
10. Schotterdecke mit (Mehrschichtbef.) verstärkter Oberflächenbehandlung	70	75	77	84	94	97	100	100	100	100
11. Schotterdecke mit (Mehrschichtbef.) einfacher Oberflächenbehandlung	65	69	71	78	87	90	97	100	100	100
12. Schotterdecke mit (Zweischichtbef.) einfacher Oberflächenbehandlung	60	64	66	72	80	83	90	94	100	100
13. Bodenstabilisierung mit Kalk, Zement o. Teer	60	64	66	72	80	83	90	94	100	100
14. Schotterdecke (Zweischichtbef. stark)	55	58	60	66	73	76	82	86	92	96
15. Schotterdecke (Zweischichtbef. mittel)	50	53	55	60	67	70	75	78	83	88
16. Mech. stabilisierte Wege Korngröße eng)	40	43	44	48	53	55	60	63	67	70
17. Leicht bef. Wege Einschichtbef. mittel	40	43	44	48	53	55	60	63	67	70
18. Leicht bef. Wege (Einsch. einfach)	30	32	33	36	40	42	45	47	50	53
19. Fahrspurverbesserung	15	16	16	18	20	21	22	23	25	26
20. Wegeverdichtung	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9

Zu den angegebenen Zahlen ist zu bemerken, daß hier lediglich landwirtschaftliche Gesichtspunkte maßgebend sind. Das Klima ist nur insoweit berücksichtigt, als es einen Einfluß auf die landwirtschaftlichen Verhältnisse (Bodennutzung) und die dadurch hervorgerufene Wegebeanspruchung (absolute Höhe und Zeitspannenverteilung) hat. Die direkten Einwirkungen des Klimas oder der Witterung auf die Wege selbst machen u. U. einen von den landwirtschaftlichen Erfordernissen abweichenden (stärkeren) Wegeausbau notwendig.

4.3 Der Ausbau der Steigungen

Die zulässigen Steigungsgrade landwirtschaftlicher Wirtschaftswege wurden bereits in Kapitel 3.4 besprochen. Die möglichen Steigungen sind, wie schon betont wurde, stark abhängig von der Art und dem Zustand des Weges. Wegeart und -zustand werden unter den hier anstehenden Gesichtspunkten durch den Zugbeiwert ausgedrückt.

Die Wegesteigungen verlangen im Vergleich zu ebenen Wegen nicht etwa einen vorrangigen Ausbau. Die Forderung, daß jeder Schlag an einem befestigten Weg liegen soll, macht in dieser Hinsicht keinen Unterschied. Die Sonderstellung der Steigungen hinsichtlich des Ausbaues beruht vielmehr auf der Forderung nach einer vergleichsweise stärkeren und besseren Befestigung.

Sie ergibt sich aus der Tatsache, daß an Steigungen größere Widerstände überwunden werden müssen. Diese größeren Widerstände verlangen aber höhere Zugbeiwerte. Die Zugbeiwerte steigen aber — so viel kann allgemeinverbindlich festgestellt werden — von einer geringen zu einer starken Wegebefestigung (19).

Im Augenblick ist es noch nicht möglich, weitere konkrete Angaben über die Haftreibungsbeiwerte in Abhängigkeit von der Ausbauart und -stärke, sowie von der Steigung der Wege zu machen, da Versuche in dieser Hinsicht vom Institut für Schlepperforschung der Bundesanstalt für Landwirtschaft (Direktor: Prof. H. Meyer) zwar angestellt, aber noch nicht ausgewertet sind.

4.4. Die Befestigungsbreite der Wege

Die Befestigungsbreite der Wege ist während des Wegebauens zu klären. Sie braucht nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Fahrbahnbreite zu stehen. (Es ist allerdings technisch nicht möglich, sie größer als die Fahrbahnbreite werden zu lassen. Sie wird also höchstens gleich der Fahrbahnbreite, in den meisten Fällen aber geringer als diese sein.)

Infolge der hohen Ausbaurkosten landwirtschaftlicher Wege ist es beim Wegeausbau noch dringlicher als bei der Anlegung der Fahrbahnbreite zunächst festzustellen, ob ein zwei- oder einspuriger Ausbau notwendig ist. Hierüber gibt wiederum die Begegnungshäufigkeit Aufschluß. Hier gilt das auf Seite 37 Dargelegte (siehe auch 14, Kapitel 3.5 und 3.7 sowie 30, Kapitel 8.18).

Allgemein kann gesagt werden, daß ein zweispuriger Wegeausbau heute noch in weit stärkerem Maße von den Landwirten gefordert und von den Flurbereinigungsstellen durchgeführt wird, als es besonders im Hinblick auf die durch die steigende Mechanisierung geringer werdende Verkehrsdichte (30, Kapitel 7.14, 8.13 und 8.18) notwendig erscheint. Unter Beachtung dieses Gesichtspunktes kann nicht eindringlich genug empfohlen werden, vor einer zweispurigen Wegebefestigung genau auszurechnen, welche Verkehrsdichte auf dem in Frage kommenden Wegestück überhaupt zu erwarten

Übersicht 4. 5

Zeitspannen, Kalendertage und ϕ verfügbare Arbeitstage für die einzelnen Klimagebiete (zusammengestellt nach *Kreber*)

Zeitspanne Klimagebiet	I Frühjahrs- bestellung	II Hackfrucht- Heuernte	III Getreide- ernte	IV Hackfrucht- ernte	V Spätherbst- arbeiten	I—V insgesamt:
Oberrhein, Neckar, Main	16. 3.—19. 5. 61 (42)	20. 5.—2. 7. 41 (28; 20)	3. 7.—31. 8. 57 (34; 15)	1. 9.—17. 11. 74 (58; 53)	18. 11.—14. 12. 27 (16; 22)	16. 3.—14. 12. 260 (184—146)
Rheinland	19. 3.—16. 5. 56 (42)	17. 5.—28. 6. 40 (31; 19)	29. 6.—31. 8. 61 (37; 17)	1. 9.—17. 11. 75 (61; 57)	18. 11.—14. 12. 27 (20; 22)	19. 3.—14. 12. 259 (192—154)
Westfalen	23. 3.—24. 5. 60 (44)	25. 5.—4. 7. 39 (30; 18)	5. 7.—31. 8. 56 (34; 14)	1. 9.—17. 11. 76 (61; 57)	18. 11.—14. 12. 27 (16; 22)	23. 3.—14. 12. 258 (191—146)
Bayern, Hohen- lohe, Schwaben	25. 3.—23. 5. 55 (38)	24. 5.—7. 7. 42 (28; 20)	8. 7.—5. 9. 56 (34; 14)	6. 9.—10. 11. 61 (49; 45)	11. 11.—10. 12. 30 (18; 24)	25. 3.—10. 12. 244 (173—135)
Niedersachsen	27. 3.—25. 5. 55 (40)	26. 5.—6. 7. 39 (29; 18)	7. 7.—6. 9. 59 (35; 15)	7. 9.—17. 11. 69 (55; 49)	18. 11.—14. 12. 27 (16; 22)	27. 3.—14. 12. 249 (181—138)
Norddeutsche Mittelgebirge	28. 3.—27. 5. 57 (37)	28. 5.—9. 7. 40 (29; 19)	10. 7.—8. 9. 58 (34; 14)	9. 9.—10. 11. 60 (47; 42)	11. 11.—10. 12. 30 (18; 24)	28. 3.—10. 12. 243 (171—130)
Schleswig- Holstein	1. 4.—31. 5. 58 (41)	1. 6.—8. 7. 36 (26; 17)	9. 7.—9. 9. 61 (35; 15)	10. 9.—17. 11. 67 (52; 48)	18. 11.—14. 12. 27 (16; 22)	1. 4.—14. 12. 249 (176—137)
Alpenvorland, höf. süddeutsche Mittelgebirge	1. 4.—27. 5. 52 (33)	28. 5.—16. 7. 46 (31; 22)	17. 7.—15. 9. 54 (34; 14)	16. 9.—31. 10. 40 (33; 30)	1. 11.—15. 11. 15 (9; 12)	1. 4.—15. 11. 207 (143—108)

Die in den einzelnen Zeitspannen ϕ verfügbaren Arbeitstage (Angaben in Klammern) betreffen:

In der Zeitspanne I die Pflügetage;

In der Zeitspanne II die Hackfrucht-
Heuernte (1. Zahl in der Klammer) und die Heuernte-
tage (2. Zahl in der Klammer);

In der Zeitspanne III die Pflügetage (1. Zahl in der Klammer) und die Einfahrtage (2. Zahl in
der Klammer);

In der Zeitspanne IV die Pflügetage (1. Zahl in der Klammer) und die Rodertage (2. Zahl in der
Klammer);

In der Zeitspanne V die Pflügetage (1. Zahl in der Klammer) und die Abfuhrtage (2. Zahl in
der Klammer).

ist. Diese Forderung gewinnt dadurch besondere Bedeutung, daß ein einspuriger Ausbau durchschnittlich 37 % billiger als ein zweispuriger Ausbau ist (14, S. 58).

Bevor man sich für einen zweispurigen Wegebau entschließt, muß auch die Frage geprüft werden, ob die zu lösenden Transportaufgaben nicht mit Hilfe von Ausweichstellen bewältigt werden können. Diese Ausweichstellen lassen sich sehr leicht und in genügender Anzahl dort einrichten wo Wege abzweigen. Die Errichtung von Ausweichstellen wird dann gegenüber einer einspurigen Befestigung keine Mehrkosten verursachen, wenn eine Befestigung der einmündenden Wegestücke auf eine Entfernung von 20 bis 25 m durchgeführt wird, um die Ablagerung von Erde auf dem eigentlich befestigten Weg zu verhindern.

Die Breite einer einspurigen Wegebefestigung richtet sich ausschließlich nach der Spurweite der Fahrzeuge. Die im landwirtschaftlichen Verkehr auftretenden Spurweiten der ausgesprochenen Transportfahrzeuge (Schlepper, Anhänger) liegen zwischen 1,25 und 1,50 m (45, S. 156; 46, S. 173). Hierauf ist bei der Wegebefestigung in erster Linie Rücksicht zu nehmen. Die Maschinen und Geräte, deren Spurweite in den meisten Fällen der Transportbreite oder Arbeitsbreite entspricht, sind infolge ihrer weit geringeren Wegebenutzung (30, Übersicht 7.12) von weniger Interesse. Aber auch bei den Maschinen sind Transport- oder Spurbreiten von mehr als 3 m als Ausnahmen zu betrachten (nach [44, S. 244] überschreitet z. B. nur 1 % aller Drillmaschinen diese Grenze). Hierauf braucht aber beim Ausbau der Wege (wohl aber bei der Anlage!) keine Rücksicht genommen zu werden.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen und Hinweise kann die von *Klempert* (14, S. 58) vorgeschlagene einspurige Befestigungsbreite von 3 m als vollkommen ausreichend angesehen werden. Vielleicht werden sich sogar die in der Schweiz gebauten einspurigen Befestigungsbreiten von 2,80 m als für die Zukunft zweckmäßig erweisen. Wenn selbst der Forstwegbau, der mit längeren und schwereren Transportfahrzeugen als die Landwirtschaft zu rechnen hat, auf eine Befestigungsbreite von 3 m (39, S. 9) heruntergeht, dann sollte diese Breite auch für den landwirtschaftlichen Verkehr ausreichen.

Die in der Praxis oft anzutreffende Befestigungsbreite von 4 m sind ausgesprochen unzweckmäßig. Für einen einspurigen Verkehr sind sie zu breit; für einen zweispurigen Verkehr reicht diese Breite aber nicht aus. In Zukunft wird man sich also entweder für 3 m, die in den weitaus meisten Fällen genügen, oder für 5 m Befestigungsbreite entscheiden müssen. Abweichungen sind lediglich im Hügel- oder Bergland zulässig (vgl. Übersicht 3. 4).

Im übrigen wird noch einmal sowohl hinsichtlich der Fahrbahnbreite als auch in bezug auf die Befestigungsbreite landwirtschaftlicher Wege auf *Klempert* (a. a. O., Kapitel 4. 2 und Kapitel 5. 7) verwiesen.

5. Die praktische Anwendung der festgestellten Grundsätze

5.1 Untersuchungsmethode

Die bisher festgestellten Gesichtspunkte für den Wirtschaftswegebau werden nunmehr an praktischen Beispielen verdeutlicht.

Um ein Wegentz betriebswirtschaftlich untersuchen zu können, müssen folgende

Unterlagen vorhanden sein:

1. Das ausgefüllte Blatt 1 des Schemas I (vgl. S. 69).
2. Das ausgefüllte Blatt 2 des Schemas I (vgl. S. 70).
3. Eine Übersichtskarte aus der hervorgehen:
 - a) die Fluraufteilung,
 - b) die Acker- bzw. Grünlandflächen der Flur,
 - c) das Wegenetz der Flur,
 - d) die befestigten Wege der Flur,
 - e) die Art der Wegebefestigung (diese wird am besten durch entsprechendes Kollieren der in Frage kommenden Wegestrecken dargestellt).

Die auf Blatt 1 des Schemas angeführten „Allgemeinen Angaben“ können mit Hilfe der Gemeinden, Landwirtschaftsbehörden oder statistischer Landesämter meistens beantwortet werden. Eine Ortsbesichtigung bzw. Befragung des Ortslandwirts führt aber bestimmt zum Ziel.

Wenn auch nicht sämtliche Daten für die spätere Auswertung selbst benötigt werden, so ist es doch zweckmäßig, sie genau einzutragen. Sie geben nämlich ein einigermaßen abgerundetes Bild von der augenblicklichen landwirtschaftlichen Situation des Untersuchungsgebietes.

Die Angaben zu Blatt 2 machen die Kultur- bzw. Flurbereinigungsämter.

Zur Beantwortung von Punkt 1a auf Blatt 3 (vorliegende Ackerschlaglänge) wird das arithmetische Mittel aus mindestens 20 Ackerschlaglängenmessungen auf der Flurkarte herangezogen. Punkt 2a (zweckmäßige Ackerschlaglänge) wird nach Übersicht 3. 3 beantwortet.

Für die Beantwortung der Punkte 1b und 2b (vorliegende bzw. zweckmäßige Grünlandschlaglänge) gilt sinngemäß das für die Punkte 1a bzw. 2a Gesagte. Hier gilt allerdings Übersicht 3. 4.

**Schema zur betriebswirtschaftlichen Beurteilung eines vorhandenen
oder geplanten Wegenetzes**

Blatt 1

Allgemeine Angaben

Ort: Kreis:

Ortslage in der Flur: Zahl der Ortsausgänge:

Oberflächengestalt: eben, wellig, hügelig, bergig.

Höhenlage der Flur über NN von m bis m;

Höhenlage des Ortes über NN:

Vorherrschende Bodenart: S, Sl, lS, LS, SL, sL, LT, T, Mo

Einreihungswert 1935: RM/ha; ϕ Ertragsmeßzahl:

Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe über 2 ha LN:

Anzahl der Betriebe:

von 2 bis unter 5 ha:

von 5 bis unter 10 ha:

von 10 bis unter 15 ha:

von 15 bis unter 20 ha:

von 20 bis unter 50 ha:

50 ha und mehr:

Durchschnittliche Betriebsgröße: ha LN

Kleinster Betrieb: ha LN

Größter Betrieb: ha LN

Durchschnittliche Ackerfläche je Betrieb: ha AF;

Durchschnittliche Grünlandfläche je Betrieb ha GrF;

Bodennutzungssystem:

Viehhaltung: GV/100 ha; davon RGV/100 ha LN;

Vorherrschende Zugkraftform*) K, KP, PK, P, PS, SP, S;

Zugkraftverhältnisse: tier. ZK/100 ha; Motor-PS/100 ha;

Mechanisierungsstufe**) A B C

*) K — Kühe, P — Pferde, S — Schlepper.

**) Mechanisierungsstufe A: nur Pferdeanspannung; Mechanisierungsstufe B: Pferde- und perzug; Mechanisierungsstufe C: nur Schlepperzug.

Blatt 2

Angaben der Kultur- bzw. Flurbereinigungsämter

1. Größe der Flur: ha, davon ha LN;
2. Länge der Flur: m, Breite der Flur: m;
3. Längen-Breitenverhältnis der Flur :;
4. Ackeranteil: ha = ‰ LN;
5. Grünlandanteil: ha = ‰ LN;
6. Stärkstes Gefälle in der Flur: ‰;
7. Stärkstes Längsgefälle der Wege (Höchststeigung): ‰;
8. Befestigte Höchststeigung der Wege: ‰;
9. Anzahl der Ackerblöcke*):;
10. Anzahl der Grünlandblöcke*):;
11. Kronenbreite der Hauptwirtschaftswege m;
12. Kronenbreite der Wirtschaftswege: m;
13. Fahrbahnbreite der Hauptwirtschaftswege: m;
14. Fahrbahnbreite der Wirtschaftswege: m;
15. Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege: m;
16. Befestigungsbreite der Wirtschaftswege: m;
17. Ausbauverfahren der Hauptwirtschaftswege:
.....
.....
18. Ausbauverfahren der Wirtschaftswege:
.....
.....
19. Ausbauverfahren der befestigten Höchststeigung:
.....
.....
20. Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege: km/h

*) Blöcke mit Acker- und Grünland sind als Ackerblöcke zu zählen.

Blatt 3

Die Anlage des Wegenetzes

1. Die vorliegende Schlaglänge:
 - a) Ackerland: m \times *) = m;
 - b) Grünland: m \times *) = m;

2. Die zweckmäßige Schlaglänge:
 - a) Ackerland: m \times *) = m;
 - b) Grünland: m \times *) = m;

3. Die vorliegende Blockgröße: ha;
4. Die zweckmäßige Blockgröße:
 - a) Ackerland: ha \times *) = ha;
 - b) Grünland: ha \times *) = ha;

5. Die zweckmäßige Blockgröße:**) ha;
6. Die optimale Blockgröße:
 - a) Ackerland: ha \times *) = ha;
 - b) Grünland: ha \times *) = ha;

7. Die Nutzfläche ohne Wegeanschluß: ha;
8. Die Gesamtnutzfläche: ha;
9. Die Ackerfläche ohne zweiseitigen Wegeanschluß: ha;
10. Die gesamte Ackerfläche: ha;
11. Die vorhandene Wegedichte: lfm/ha;
12. Die notwendige Wegedichte: lfm/ha;
13. Die zweckmäßige Wegedichte:
 - a) Ackerland: lfm/ha \times *) = lfm/ha;
 - b) Grünland: lfm/ha \times *) = lfm/ha;

14. Die notwendige Wegedichte:**) lfm/ha;
15. Die geringstmögliche Wegedichte:
 - a) Ackerland: lfm/ha \times *) = lfm/ha;
 - b) Grünland: lfm/ha \times *) = lfm/ha;

*) Anteil an der gesamten landw. Nutzfläche als Dezimale.

16. Die zweckmäßige Wegedichte:**) lfm/ha;
 17. Die vorliegende Fahrbahnbreite der Hauptwirtschaftswege: m;
 18. Die zweckmäßige Fahrbahnbreite der Hauptwirtschaftswege: m;
 19. Die vorliegende Fahrbahnbreite der Wirtschaftswege: m;
 20. Die zweckmäßige Fahrbahnbreite der Wirtschaftswege: m;
 21. Die vorliegende Höchststeigung der Zu- oder Abfuhrwege: ‰;
 22. Die zulässige Höchststeigung der Zu- oder Abfuhrwege: ‰.

Blatt 4

Der Ausbau des Wegenetzes

23. Die Fläche ohne befestigten Wegeanschluß: ha;
 24. Die Gesamtfläche: ha;
 25. Die vorliegende befestigte Wegedichte: lfm/ha;
 26. Die notwendig befestigte Wegedichte: lfm/ha;
 27. Die zweckmäßig befestigte Wegedichte: lfm/ha;
 28. Die notwendig befestigte Wegedichte:**) lfm/ha;
 29. Die geringstmögliche befestigte Wegedichte: lfm/ha;
 30. Die zweckmäßig befestigte Wegedichte:**) lfm/ha;
 31. Die vorliegende Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege: m;
 32. Die zweckmäßige Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege: m;
 33. Die vorliegende Befestigungsbreite der Wirtschaftswege: m;
 34. Die zweckmäßige Befestigungsbreite der Wirtschaftswege: m;
 35. Die vorliegende Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege: km/h;
 36. Die notwendige Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege: km/h;
 37. Die relative Leistungsfähigkeit der Hauptwirtschaftswege: ‰;
 38. Die relative Leistungsfähigkeit der Wirtschaftswege: ‰;
 39. Der vorliegende Ausbau der befestigten Höchststeigung: ‰.

**) Eine Wiederholung der bereits angeführten Kriterien erfolgt, um die notwendigen Vergleiche zu erleichtern.

Übersicht 3. 3:**Zweckmäßige Ackerschlaglänge in Abhängigkeit von der Ackerfläche des Einzelbetriebes**

Ackerfläche in ha	Zweckmäßige Acker- schlaglänge in m
5	(200)
10	250
15	300
20	350
25	375
30	400
35	425
40	450
45	475
50	500

Übersicht 3. 4:**Zweckmäßige Grünlandschlaglänge in Abhängigkeit von Grünlandfläche des Einzelbetriebes**

Grünlandfläche in ha	Zweckmäßige Grünland- schlaglänge in m
5	(225)
10	300
15	375
20	450
25	500
30	550
35	575
40	600
45	625
50	650

Nachdem die Acker- bzw. Grünlandschlaglängen feststehen, werden sie mit ihren Anteilen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (ausgedrückt als Dezimale) multipliziert. Diese Werte werden anschließend addiert und ergeben die für die Gesamtflur zutreffende „vorliegende“ bzw. „zweckmäßige Schlaglänge“. Eine getrennte Feststellung der Acker- bzw. Grünlandschlaglängen ist aus zwei Gründen notwendig:

1. Nur so werden die gegebenen Acker- und Grünlandanteile gebührend berücksichtigt.
2. Die Acker- bzw. Grünlandschlaglängen werden für spätere Berechnungen benötigt. Die „vorliegende Blockgröße“ (Punkt 3) erhält man aus dem Quotienten (Landw. Nutzfläche): (Anzahl der Blöcke). Hierbei ist es zweckmäßig, die Ortslage außer Betracht zu lassen, da hier keine landwirtschaftlichen Gesichtspunkte maßgebend sind.

Die „zweckmäßige Acker- bzw. Grünlandblockgröße“ (Punkt 4a bzw. 4b) wird mit Hilfe der Formeln (3) und (4) errechnet.

Formel (3)

$$BG_A = \frac{FG \times SL_A}{2 FL} \quad (\text{ha})$$

Formel (4)

$$BG_G = \frac{FG \times SL_G}{FL} \quad (\text{ha})$$

Die Symbole bedeuten:

BG_A = Blockgröße der Ackerflur in ha; FG = Flurgröße in ha (siehe Blatt 2);

FL = Flurlänge in m (siehe Blatt 2);

BG_G = Blockgröße der Grünlandflur in ha; SL_A = Ackerschlaglänge in m (siehe Punkt 1a bzw. 2a); SL_G = Grünlandschlaglänge in m (siehe Punkt 1b bzw. 2b).

In diese Formeln wird zunächst die „vorliegende Acker-“ bzw. „Grünlandschlaglänge“ eingesetzt. Die Berücksichtigung des Acker- bzw. Grünlandanteiles geschieht wie unter Punkt 1 bzw. 2 angegeben.

Die „optimale Blockgröße“ (Punkt 6) wird ebenfalls mit Hilfe der Formeln (3) und (4) festgestellt. An die Stelle der „vorliegenden Schlaglänge“ wird nunmehr die „zweckmäßige Schlaglänge“ in die Formel eingesetzt. Die „Nutzfläche ohne Wegeanschluß“ (Punkt 7) geht aus der Karte hervor. Die „gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche“ (Punkt 8) wird von Blatt 2 entnommen.

Die „Ackerfläche ohne zweiseitigen Wegeanschluß“ (Punkt 9) ist aus der Karte zu entnehmen. Die „gesamte Ackerfläche“ (Punkt 10) ist auf Blatt 2 verzeichnet.

Die „vorliegende Wegedichte“ (Punkt 11) wird mit Hilfe eines Kurvenmessers auf

der Karte festgestellt. Die erhaltene Gesamtwegelänge wird anschließend durch die Gesamtfläche (Flurgröße bzw. LN) dividiert. Die „notwendige Wegedichte“ (Punkt 12 und 14) ist die Wegedichte, die notwendig ist, um alle Ackerschläge zweiseitig und alle Grünlandschläge einseitig an Wege anzuschließen. Zur vorhandenen Gesamtwegelänge wird die mit dem Kurvenmesser festgestellte Strecke addiert, die notwendig ist, um die o. a. Forderung zu erfüllen. Anschließend wird diese notwendige Gesamtwegelänge auf die Fläche 1 ha bezogen. Die „vorliegende Wegedichte“ und die „notwendige Wegedichte“ unterscheiden sich nur in dem Fall, in dem „Flächen ohne Wegeanschluß“ (Punkt 7) oder „Ackerflächen ohne zweiseitigen Wegeanschluß“ (Punkt 9) vorhanden sind.

Die „zweckmäßige Wegedichte“ (Punkt 13 und 16) wird mit Hilfe der Formeln (18) und (20) unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse (Flurgröße, Flurlänge, vorliegende Schlaglänge) ausgerechnet. Hierbei wird zunächst Formel (18) verwendet, als ob die gesamte Flur nur aus Ackerland bestünde (SL_A — siehe Punkt 1a). Anschließend wird die Grünlandformel (20) auf die ganze Flur angewendet (SL_G — siehe Punkt 1b). Nunmehr werden die beiden Werte mit ihren wirklichen Anteilen an der Gesamtflur (ausgedrückt als Dezimale!) multipliziert und anschließend addiert.

Formel (18)

$$WL_{Aha} = \frac{n \times FL}{FG} + \frac{10\,000}{SL_A} + \frac{10\,000}{FL} \quad (\text{lfm/ha})$$

Formel (20)

$$WL_{Gha} = \frac{n \times FL}{FG} + \frac{5\,000}{SL_G} + \frac{10\,000}{FL} \quad (\text{lfm/ha})$$

Erklärung der Symbole:

WL_{Aha} = Wegedichte einer Ackerflur in lfm/ha; FL = Flurlänge in m (siehe Blatt 2); FG = Flurgröße in ha (siehe Blatt 2); SL_A = Ackerschlaglänge in m (siehe Punkt 1a bzw. 2a); n = Anzahl der Wege in Flurlängsrichtung;

WL_{Gha} = Wegedichte einer Grünlandflur in lfm/ha; SL_G = Grünlandschlaglänge in m (siehe Punkt 1b bzw. 2b).

Punkt 14 entspricht Punkt 12.

Zur Ermittlung der „geringstmöglichen Wegedichte“ (Punkt 15) wird das Verfahren zur Bestimmung von Punkt 13 angewendet. Allerdings wird nunmehr an Stelle der „vorliegenden Schlaglänge“ die „zweckmäßige Schlaglänge“ (Punkt 2a bzw. 2b) in die Formeln (18) bzw. (20) eingesetzt.

Die „vorliegende Fahrbahnbreite der Hauptwirtschafts- bzw. Wirtschaftswege“ (Punkt 17 bzw. 19) ist auf Blatt 2 verzeichnet.

Die Angaben zu den Punkten 18 und 20 („zweckmäßige Fahrbahnbreite der Hauptwirtschafts- bzw. Wirtschaftswege“) werden aus Übersicht 3.5 entnommen.

Übersicht 3.5:

Die zweckmäßigen Fahrbahnbreiten landwirtschaftlicher Wege.

Art der Wege		Breite
zweispurige Wege (Hauptwirtschaftswege)	in der Ebene	5,0 m
	im Bergland	4,5 m
	im Gebirge	4,0 m
	für Holzabfuhr	5,5 m
einspurige Wege (Wirtschaftswege)	in der Ebene	4,0 m
	im Bergland	3,5 m
	bei Dauergrünland	3,0 m
	für Holzabfuhr	3,5 m

Die „vorliegende Höchststeigung der Zu- oder Abfuhrwege“ (Punkt 21) wird mit Hilfe der Wegeentwurfkarte oder der Abgaben der Kultur- bzw. Flurbereinigungsämter (siehe Blatt 2) beantwortet. Die „zulässige Höchststeigung der Zu- oder Abfuhrwege“ (Punkt 22) kann nach Kapitel 3. 4. 2 mit

10 ‰ bzw.

12 ‰ in ausgesprochenem Bergland (Gebirge)

angegeben werden.

Die „Fläche, die nur an unbefestigte Wege angeschlossen ist“ (Punkt 23), geht aus der Karte hervor. Die „Gesamtfläche (Flurgröße)“ wird von Blatt 2 übernommen.

Die „vorliegende befestigte Wegedichte“ (Punkt 25) ergibt sich aus den Quotienten (gesamte befestigte Wegelänge in m): (Gesamtfläche in ha). Die Bestimmung der „gesamten befestigten Wegelänge“ geschieht mit Hilfe des Kurvenmessers.

Zur Ermittlung der „notwendig befestigten Wegedichte“ (Punkt 26 und 28) wird von den vorliegenden Verhältnissen ausgegangen. Zu der bisher befestigten Wegelänge wird die unter den gegebenen Verhältnissen notwendige Wegelänge, die vorhanden sein muß, um alle Schläge an befestigte Wege anzuschließen, addiert. Anschließend erfolgt eine Division dieser „notwendig befestigten Gesamtwegelänge“ durch die Gesamtfläche (Flurgröße). Das Ergebnis ist die „notwendig befestigte Wegedichte“ (lfm/ha).

Die „zweckmäßig befestigte Wegedichte“ (Punkt 27 und 30) geht aus der Formel (25) hervor. Hierbei wird zunächst die „vorliegende Schlaglänge“ der Gesamtflur (SL — siehe Punkt 1) eingesetzt.

Formel (25)

$$WL_{bha} = \frac{FL}{FG} + \frac{5000}{SL} \quad (\text{lfm/ha})$$

Die Symbole bedeuten:

FG = Gesamtfläche (Flurgröße) in ha (von Blatt 2 zu übernehmen);

FL = Flurlänge in m (von Blatt 2 zu übernehmen);

SL = Schlaglänge in m (siehe Punkt 1).

Zur Ermittlung der „geringstmöglichen befestigten Wegedichte“ (Punkt 29) wird ebenfalls die Formel (25) benutzt. An die Stelle der „vorliegenden Schlaglänge“ tritt nunmehr aber die „zweckmäßige Schlaglänge“ (Punkt 2).

Die „vorliegenden Befestigungsbreiten“ der Hauptwirtschaftswege und Wirtschaftswege (Punkt 31 bzw. 33) gehen aus Blatt 2 hervor. Die „zweckmäßige Befestigungsbreite“ beträgt für

Hauptwirtschaftswege (Punkt 32)	5,0 m und für
Wirtschaftswege (Punkt 34)	3,0 m.

Die „vorliegende Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege“ (Punkt 35) steht auf Blatt 2. Die „notwendige Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege“ (Punkt 36) beträgt für die Ebene 40 km/h, für das Hügelland 25 km/ha und für das Bergland 20 km/h.

Die „relative Leistungsfähigkeit der Hauptwirtschaftswege“ bzw. die „relative Leistungsfähigkeit der Wirtschaftswege“ (Punkt 37 bzw. 38) werden unter Berücksichtigung der Angaben auf Blatt 2 und Blatt 1 (Bodennutzungssystem) aus der Über-

sicht 4. 4 (siehe S. 64) gefolgert. Normen für die Beurteilung des Ausbaues der Steigungen können erst nach Abschluß der Untersuchungen (vgl. Kapitel 4. 3 — S. 65) aufgestellt werden.

Die Vielfalt der Berechnungsgrößen mag auf den ersten Anblick sehr verwirren. Dennoch haben sie alle einen bestimmten Zweck.

Als Maß für die natürlichen Schwierigkeiten des Einzelfalles können von den angeführten Kriterien angesehen werden:

1. Die Differenz zwischen „vorliegender Blockgröße“ und „zweckmäßiger Blockgröße“, wenn für die „vorliegende Blockgröße“ nur die natürlichen Verhältnisse bestimmend sind.
2. Die Differenz zwischen der „notwendigen Wegedichte“ und der „zweckmäßigen Wegedichte“ falls keine überflüssigen Wege vorhanden sind.
3. Die „gegebene Höchststeigung“.
4. Die Differenz zwischen der „notwendig befestigten Wegedichte“ und der „zweckmäßig befestigten Wegedichte“ unter der Voraussetzung, daß keine überflüssigen Wege vorliegen.

Hinsichtlich der planerischen Wegenetzgestaltung lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Durch die Einführung der „zweckmäßigen Schlaglänge“ an Stelle der „vorliegenden Schlaglänge“ können folgende Abweichungen beseitigt werden:
 - a) die Differenz zwischen „optimaler Blockgröße“ und „zweckmäßiger Blockgröße“;
 - b) die Differenz zwischen „geringstmöglicher Wegedichte“ und „zweckmäßiger Wegedichte“;
 - c) die Differenz zwischen „geringstmöglicher befestigter Wegedichte“ und „zweckmäßig befestigter Wegedichte“.

Wenn auch nicht in allen Fällen die optimalen Werte zu erreichen sind, so zeigen die Werte bzw. die Differenzen doch eindeutig, welche überragende Bedeutung der Schlaglänge bei der Wegenetzgestaltung in einer Flur zukommt.

2. Als planerische „Unterlassungssünden“ müssen angesprochen werden:

- a) Flächen ohne Wegeanschluß;
- b) Ackerflächen ohne zweiseitigen Wegeanschluß;
- c) Flächen ohne befestigten Wegeanschluß.

Mit diesen Größen stehen in Zusammenhang:

- a) die Differenz zwischen „notwendiger Wegedichte“ und „vorliegender Wegedichte“;
- b) die Differenz zwischen „vorliegender befestigter Wegedichte“ und „notwendig befestigter Wegedichte“.

3. Ausschließlich von der Planung sind abhängig:

- a) die Fahrbahn- und Befestigungsbreiten sowohl der Hauptwirtschafts- als auch der Wirtschaftswege;
- b) die Ausbaugeschwindigkeiten;
- c) die relative Leistungsfähigkeit der Wege.

5. 2 Anlage und Ausbau des Wegenetzes in 22 Flurbereinigungsverfahren der Bundesrepublik.

5. 2. 1 Die Gegebenheiten der untersuchten Wegenetze.

Die untersuchten Wegenetze liegen in allen Teilen der Bundesrepublik. Sie verteilen sich auf die einzelnen Bundesländer von Norden nach Süden folgendermaßen:

Land	Anzahl der untersuchten Wegenetze
Schleswig-Holstein	3
Niedersachsen	4
Nordrhein-Westfalen	3
Hessen	2
Rheinland-Pfalz	2
Baden-Württemberg	4
Bayern	4

Mit dieser großräumigen Auswahl sollten möglichst viele landwirtschaftliche und wegebauliche Gegebenheiten und Eigentümlichkeiten der Bundesrepublik erfaßt werden.

Die Auswahl der untersuchten Wegenetze erfolgte mit Hilfe der zuständigen Stellen der Landesregierungen, der Landeskulturämter und der Kulturämter. Die untersuchten Wegenetze stellen nach Ansicht der angeführten Stellen im Rahmen des Möglichen gut gelungene Wegenetze dar.

Die landwirtschaftlichen Verhältnisse in den einzelnen Flurbereinigungsgebieten sind in der Übersicht 5. 1 zusammengestellt (siehe nächste Seite).

Die Übersicht läßt neben den genauen Werten erkennen, daß in manchen Punkten große Unterschiede zwischen den einzelnen Objekten bestehen. Somit kann durchaus von einem repräsentativen Charakter der getroffenen Auswahl gesprochen werden.

5. 2. 2 Die Anlage der untersuchten Wegenetze.

Die 22 Wegenetze wurden mit Hilfe des in Kapitel 5. 1 dargelegten Schemas I untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung hinsichtlich der Anlage der Wegenetze ist in der Übersicht 5. 2 zusammengestellt.

Vor einer Besprechung der Untersuchungsergebnisse muß noch ausdrücklich betont werden, daß die vorgefundenen Werte keinesfalls einer Kritik unterzogen werden sollen. Mit der durchgeführten Untersuchung sollte vielmehr eine Verbindung zwischen den weitgehend theoretischen Erörterungen der vorigen Kapitel und den praktischen Gegebenheiten hergestellt werden. Sie sollte zeigen:

1. ob sich die deduktiv aufgestellten Forderungen grundsätzlich verwirklichen lassen,
2. inwieweit sie auf die Praxis übertragbar sind,
3. ob sie bereits jetzt bei der Erstellung von Wirtschaftswegen berücksichtigt werden.

Aus verständlichen Gründen ist auf eine namentliche Nennung der untersuchten Wegenetze verzichtet worden.

Eines der wichtigsten Kriterien im Hinblick auf die Anlage des Wegenetzes ist die Schlaglänge. Ein Vergleich der „vorliegenden Schlaglänge“ mit der „zweckmäßigen Schlaglänge“ zeigt, daß neben großen Abweichungen auch recht gute Übereinstimmungen vorkommen. In einem Falle (Verfahren Nr. 20) überschreitet die „vorliegende Schlaglänge“ sogar die „zweckmäßige“. Dieses Ergebnis läßt darauf schließen — und ein Blick auf die Flurkarte bestätigt die Vermutung —, daß bei einigen Schlägen ein zu weites Längen-Breitenverhältnis (bis 14 : 1 !) vorliegt.

Übersicht 5.1

Die landwirtschaftlichen Verhältnisse in den

Verfahren Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gegebenheit									
Oberflächengestalt	e	e	e	e	e	w	e	e	w
Höhenlage d. Ortes (m über NN)	0	1	30	—	—	60	0	50	—
Flurgröße in ha	1320	1300	440	340	700	325	1030	460	430
Landwirtschaftliche Nutz- fläche in ha	1200	1100	420	320	645	240	850	400	380
Ackerfläche in % der LN	70	50	85	100	100	90	75	95	85
Grünlandfläche in % der LN	30	50	15	0	0	10	25	5	15
Vorherrschende Bodenart	sL,L	SL,L	S	—	—	—	L-sL	Sl-sL	—
Ø Bodenzahl	65	62	25	—	—	22	80	54	—
Einreihungswert 1935 (RM/ha)	—	1080	500	2530	2350	570	—	1700	—
Ø Ertragsmeßzahl (Boden- klimazahl/ha LN)	—	58	24	61	—	—	75	59	—
Bodennutzungssystem	—	FG	GF	Z	Z	GH	GH	H	H
Anzahl der landwirtschaftl. Betriebe über 2 ha LN	42	87	15	8	19	17	74	27	19
Ø Betriebsgröße in ha	22	28	28	40	34	16	11	15	20
Ø Ackerfläche je Betrieb in ha	15	14	24	40	34	14	8	14	17
Ø Grünlandfläche je Betrieb in ha	7	14	4	0	0	2	3	1	3
Vorherrschende Zugkraft- form	SP	PS,SP	PS,SP	S	S	PS,SP	SP	S	S,SP
Mechanisierungsstufe	BC	B	B	C	C	B	B,C	C	C
GV/100 ha LN	—	79	—	53	61	92	77	64	108
RGV/100 ha LN	—	73	—	41	44	61	51	44	51

Vorherrschende Zugkraftform: K = Kühe, P = Pferde, S = Schlepper;
Oberflächengestalt: e = eben, w = wellig, h = hügelig, b = bergig;

22 untersuchten Flurbereinungsverfahren.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
b	w	w-h	w-h	h-b	h	w	w	w-h [†]	h	e	e-w	w
—	—	588	427	430	—	250	590	580	470	400	578	480
1030	300	350	525	400	180	350	650	560	330	450	400	200
350	270	270	480	240	160	315	500	400	300	400	330	160
50	94	30	50	80	90	95	85	85	75	70	60	60
50	6	70	50	20	10	5	15	15	25	30	40	40
SL	L	L	sL	SL	sL	L,LT	L	L,LT	L	L	L	L/sL
22	59	27	42	37	65	71	49	35	51	47	54	58
400	1360	540	—	—	1800	—	—	—	1320	1100	1400	1320
19	60	30	42	33	72	71	49	34	53	—	—	57
HGF	HG II	FG	GH	HG II	HG II	HG I	HG II	GF	HG	HG II	GH	GH
23	18	54	68	48	16	8	33	16	30	40	23	9
15	15	5	7	5	10	40	15	24	10	10	14	18
7,5	14	1,5	3,5	4	9	38	12,5	20	7,5	7	8,5	11
7,5	1	3,5	3,5	1	1	2	2,5	4	2,5	3	5,5	7
SP	SP	S,P,K	SP,S	SP	PS	S	PS,SP	S	SP	PS	SP	PS,SP
B,C	B,C	A, B	C	B	B	C	B	C	B	B,C	B	B
91	75	66	102	87	100	58	72	70	116	102	111	77
69	—	57	87	75	80	49	60	60	95	86	102	67

Mechanisierungsstufe: A = nur Pferdeanspannung, B = Pferde- und Schlepperzug,
 C = nur Schlepperzug;
 — = Angaben waren nicht zu erhalten.

Übersicht 5.2

Die Anlage des Wegenetzes in den 22 untersuchten

Flurbereinigungs- verfahren Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Text									
1. Die vorliegende Schlaglänge in m	350	260	265	450	375	225	200	250	300
2. Die zweckmäßige Schlaglänge in m	370	355	370	450	425	280	250	300	350
3. Die vorliegende Blockgröße in ha	63	44	42	28	25	10	56	16	13
4. Die zweckmäßige Blockgröße in ha	70	84	33	41	49	12	43	19	28
5. Die zweckmäßige Blockgröße in ha (***)	70	84	33	41	49	12	43	19	28
6. Die optimale Blockgröße in ha	74	115	46	41	55	15	53	22	33
7. Die Fläche ohne Wegeanschluß in ha	15	356	34	0	0	0	480	0	0
8. Die Gesamtfläche (Flurgröße) in ha	1200	1100	420	340	645	325	960	400	435
9. Die Ackerfläche ohne zweiseitigen Wegeanschluß in ha	—	—	220	32	21	10	—	0	38
10. Die gesamte Ackerfläche in ha	1200	1100	420	340	645	190	960	400	435
11. Die vorliegende Wegedichte (lfm/ha)	20,8	24,5	25,0	46,2	44,3	74,0	28,0	75,0	53,5
12. Die notwendige Wegedichte (lfm/ha)	22,3	40,9	30,0	49,7	46,0	76,9	50,0	75,0	55,0
13. Die zweckmäßige Wegedichte (lfm/ha)	21,0*	31,3*	38,0	43,9	42,3	68,0	41,2*	64,0	43,0
14. Die notwendige Wegedichte (lfm/ha) (***)	22,3	40,9	30,0	49,7	46,0	76,9	50,0	75,0	55,0
15. Die geringstmögliche dichte (lfm/ha) (***)	19,2*	26,1*	32,5	43,9	39,1	60,0	36,0*	57,0	38,3
16. Die zweckmäßige Wegedichte (lfm/ha)	21,0*	31,3*	38,0	43,9	42,3	68,0	41,2*	64,0	43,0
17. Die vorliegende Fahrbahnbreite der Hauptwirtschaftswege in m	4,50	7,50	6,00	4,00	5,00	6,00	5,00	5,00	5,00
18. Die zweckmäßige Fahrbahnbreite der Hauptwirtschaftswege in m	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
19. Die vorliegende Fahrbahnbreite der Wirtschaftswege in m	4,50	5,50	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	5,00
20. Die zweckmäßige Fahrbahnbreite der Wirtschaftswege in m	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
21. Die vorliegende Höchststeigung der Zu- und Abfuhrwege (in ‰)	—	—	—	—	—	7	—	—	—
22. Die zulässige Höchststeigung der Zu- und Abfuhrwege (in ‰)	—	—	—	—	—	7	—	—	—

*) Auslegung als Grünland (umfangreiches Grabennetz), d. h. Benutzung der entsprechenden Grünlandformel.

**) Eine Wiederholung der bereits angeführten Daten erfolgt, um die notwendigen Vergleiche zu erleichtern.

Flurbereinigungsverfahren in den einzelnen Ländern der Bundesrepublik

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
220	300	165	195	150	175	290	200	290	195	220	230	250
250	300	250	250	250	250	430	260	330	250	215	250	260
6	36	6	4	3	4	11	9	7	7	10	10	12
20	41	22	33	9	17	24	17	32	16	29	26	24
20	41	22	33	9	17	24	17	32	16	29	26	24
23	41	36	45	24	24	34	21	36	19	36	29	25
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345	300	270	480	250	160	315	500	400	300	480	330	165
23	0	6	0	0	6	7	0	0	6	2	0	18
175	300	80	240	200	145	270	440	340	225	240	200	100
87,0	60,5	90,0	100,0	120,0	108,5	67,0	87,0	86,0	91,0	73,0	70,0	74,0
90,6	60,5	90,4	100,0	120,0	114,8	69,2	87,0	86,0	92,3	74,7	70,0	79,0
62,5	53,3	64,5	57,2	94,6	93,3	58,3	70,3	52,0	73,0	56,9	54,0	49,9
90,6	60,5	90,4	100,0	120,0	114,8	69,2	87,0	86,0	92,3	74,7	70,0	79,0
59,1	53,3	50,0	47,0	61,0	76,3	47,9	58,7	47,6	63,0	49,0	52,0	48,8
62,5	53,3	64,5	57,2	94,6	93,3	58,3	70,3	52,0	73,0	56,9	54,0	49,9
5,00	5,50	5,50	5,00	5,00	4,00	5,00	6,00	4,50	5,00	5,00	4,00	5,00
5,00 (4,50)	5,00	5,00 (4,50)	5,00 (4,50)	5,00 (4,50)	4,50	5,00	5,00	4,50	5,00 (4,50)	5,00	5,00	5,00
3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,50	5,00	5,00	4,00	5,00
3,50	4,00	4,00	4,00	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
8	—	11,5	7	7	10	—	—	7	7	—	—	—
10	—	10	10	10	10	—	—	7	10	—	—	—

**) Da es sich bei dem Grünland um Wechselgrünland handelt, wurde bei der Flurneuordnung die gesamte LN so ausgelegt, als ob es sich ausschließlich um Ackerland handeln würde.

Bei der Wichtigkeit, die der Schlaglänge für die gesamte Wegenetzanlage zukommt, muß es das Ziel jeder weiteren Wegenetzplanung sein, die „zweckmäßige Schlaglänge“ (vgl. Übersicht 3.3 und 3.4) zu einem der Ausgangspunkte für die ganze Fluraufteilung zu machen.

In weit stärkerem Maße als die Schlaglängen weichen die Blockgrößen vom errechneten Optimum ab. Der Grund für die vergleichsweise großen Unterschiede zwischen den „vorliegenden“, „zweckmäßigen“ und „optimalen Blockgrößen“ ist einmal in den naturbedingten Schwierigkeiten (Oberflächengestalt, Boden- und Wasserverhältnisse, Acker- und Grünlandanteil, land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächenverhältnisse usw.) zu suchen; darüber hinaus weicht aber zum Teil auch die „vorliegende Schlaglänge“ vom errechneten Optimum ab, so daß die „vorliegende Blockgröße“ ebensowenig zutrifft.

Unter der Voraussetzung, daß lediglich natürliche Schwierigkeiten für die „vorliegende Blockgröße“ bestimmend sind, kann der Unterschied zwischen „vorliegender Blockgröße“ und „zweckmäßiger Blockgröße“ als Maß für die jeweils vorhandenen natürlichen Schwierigkeiten angesehen werden.

Eine Gegenüberstellung der „zweckmäßigen Blockgröße“ und der „optimalen Blockgröße“ zeigt den Einfluß der „vorliegenden“ bzw. „zweckmäßigen Schlaglänge“. Die Differenz zwischen „zweckmäßiger“ und „optimaler Blockgröße“ läßt sich beseitigen, wenn die „vorliegende Schlaglänge“ durch die „zweckmäßige Schlaglänge“ ersetzt wird.

Wiederum ist in einem Falle (Verfahren bzw. Wegenetz Nr. 7) die „vorliegende Blockgröße“ über der „zweckmäßigen“ bzw. „optimalen“. Hier liegt die Vermutung nahe, daß recht wenig Wege vorhanden sind. Dieser Fall wird im weiteren Verlauf der Besprechung noch zu diskutieren sein.

Es wird in der Praxis kaum möglich sein, überall die „zweckmäßige“ oder gar die „optimale Blockgröße“ zu erreichen. Dafür sind im Gebiet der Bundesrepublik zu viele natürliche Schwierigkeiten vorhanden. Dennoch muß in Zukunft versucht werden, ihnen so nahe wie möglich zu kommen. Die Gestaltung der Blockgröße ist nämlich besonders geeignet, das richtige Verhältnis zwischen Wegeanteil und Gesamtfläche herzustellen. Eine Erhöhung der Blockgröße vermindert in der Regel den Wegeanteil, ohne daß immer wirtschaftliche Nachteile entstehen. Bei einer gegebenen Summe an finanziellen Mitteln für den Wirtschaftswegebau ist es daher oft günstiger, weniger Wege besser als viele ungenügend auszubauen.

Vier der untersuchten 22 Verfahren enthalten noch „Flächen ohne Wegeanschluß“. Derartige Erscheinungen sollten unbedingt vermieden werden. Die große Fläche, die im Verfahren Nr. 7 ohne Wegeanschluß liegt, ist darauf zurückzuführen, daß hier fast ausschließlich Einplanhöfe ausgelegt worden sind. Innerhalb dieser Einplanabfindungen oder an deren Grenzen sind kaum Wege zu finden (daher auch die hohe Blockgröße). Bei einem Grünlandanteil von 25 % und einer Dreifelderwirtschaft sind mindestens 4 Schläge, die in diesem Falle fast gleich groß sind, notwendig. Während der an die Hofstelle grenzende Schlag (25 %) ohne Wegeanschluß auskommt, und der letzte Schlag (25 % der LN) an einem Wege liegt, bleiben die beiden mittleren Schläge (zusammen 50 % der LN) ohne Wegeanschluß. Obschon das vorhandene Wegenetz ausgezeichnet ist (Betonwege), genügt es im Hinblick auf den innerbetrieblichen Transportverkehr bei weitem nicht allen Ansprüchen.

Über die Hälfte aller untersuchten Verfahren zeigen „Ackerflächen, die nur einseitig an das Wegenetz angeschlossen sind“. Wenn diese Erscheinung auch nicht so schwerwiegend ist wie die „Flächen ohne Wegeanschluß“, so sind doch

nicht alle Ansprüche an ein optimales Wegenetz erfüllt. In den meisten Fällen handelt es sich hier allerdings um recht geringe Flächenanteile. In Zukunft sollte auch dieser Frage bei der Wegenetzanlage eine gewisse Beachtung geschenkt werden.

Drei Wegenetze (Verfahren Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 7) mußten bei dieser Betrachtung ausscheiden, da die Flur von einem umfangreichen Grabennetz durchzogen wird. Die Forderung nach einem zweiseitigen Wegeanschluß der Ackerparzellen würde den hier durch das Wege- und Grabennetz an sich schon hohen Landverlust noch über Gebühr vergrößern. Wenn nämlich alle durch einen beiderseitigen Wegeanschluß gebotenen Vorteile erreicht werden sollen, müssen beiderseits der Gräben Wege verlaufen, da nicht alle Vorteile (Wenden) durch Überfahrten zu erlangen sind. Der in diesem Falle auftretende Landverlust wird die normalen Grenzen aber weit überschreiten.

Im Verfahren Nr. 1 entfallen unter den gegenwärtigen Verhältnissen 6 ha = 5,00 % der Gesamtfläche auf das Wege- und Grabennetz. Sie verteilen sich zu 1,50 % auf Wege und zu 3,50 % auf Gräben. Die Forderung, die Flächen zweiseitig an das Wegenetz zu legen, würde den gesamten Flächenverlust bei einer Wirtschaftswegebreite von nur 4,0 m (gegenwärtig 7,5 m!) auf 6,25 % der Gesamtfläche erhöhen. Die Wegefläche würde in diesem Falle von 1,50 % auf 2,75 % (d. h. um 83 %) ansteigen.

Die „vorliegende Wegedichte“ sagt aus, wieviel lfm/ha Wegelänge augenblicklich vorhanden sind. Hier besteht eine Korrelation zur „durchschnittlichen Betriebsgröße“ (Übersicht 5. 1). Sie ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,57 (nach Pearson) allerdings nicht bedeutend.

Der „vorliegenden Wegedichte“ wird die „notwendige Wegedichte“ gegenübergestellt. Die „notwendige Wegedichte“ gibt zu erkennen, wieviel lfdm/ha Wegelänge unter den gegebenen Verhältnissen erforderlich sind, um die Forderung nach einem zweiseitigen Wegeanschluß für Ackerland (mit Ausnahme der Verfahren Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 7) und nach einem einseitigen Wegeanschluß für Grünland zu erfüllen. Ein Unterschied zwischen der „vorliegenden“ und der „notwendigen Wegedichte“ ist nur dann vorhanden, wenn „Flächen ohne Wegeanschluß“ (Punkt 7) oder „Ackerflächen ohne zweiseitigen Wegeanschluß“ (Punkt 9) gegeben sind.

Die „vorliegende Wegedichte“ erreicht im Mittel aller untersuchten Wegenetze 94 % der „notwendigen Wegedichte“. Die Spanne geht dabei von 56 % bis 100 %.

Die „zweckmäßige Wegedichte“ (Punkt 13) ergibt sich aus der Anwendung der Formeln (18) und (20) auf die vorliegenden Verhältnisse. Sie stellt eine Wegedichte dar, die unter den gegebenen Bedingungen (Flurgröße, Flurlänge, vorliegende Schlaglänge) aus wirtschaftlichen Gründen zu fordern ist. Ihr gegenüber steht die „notwendige Wegedichte“ (Punkt 14). Sie umfaßt die Wegedichte, die unter den gegebenen Umständen notwendig ist, um die wirtschaftlichen und natürlichen Verhältnisse zu berücksichtigen. Die Differenz dieser beiden Größen ist unter der Voraussetzung, daß die „notwendige Wegedichte“ keine überflüssigen Wege enthält, als Maß für die natürlichen Schwierigkeiten des einzelnen Falles zu werten.

Während im Mittel aller Verfahren die „zweckmäßige Wegedichte“ 78 % der „notwendigen“ ausmacht, ist klar zu erkennen, daß die Unterschiede bei den Verfahren mit den größten Geländeschwierigkeiten (Nr. 10, Nr. 12, Nr. 13, Nr. 15, Nr. 18, Nr. 19) am höchsten sind.

Die „geringstmögliche Wegedichte“ wird wiederum mit Hilfe der Formeln (18) und (20) ermittelt. Anstelle der „vorliegenden Schlaglänge“ tritt nunmehr die „zweckmäßige Schlaglänge“. Somit zeigt der Unterschied zwischen der „zweckmäßigen“

Übersicht 5.3:

Der Ausbau des Wegenetzes in den 22 untersuchten

Flurbereinigungs- verfahren Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Text									
23. Die Fläche ohne befestigten Wegeanschluß in ha *)	40	386	42	0	80	250	550	10	33
24. Die Gesamtfläche in ha	1200	1100	420	340	645	325	960	400	435
23. Die vorliegende befestigte Wegedichte (lfm/ha)	17,8	22,8	24,4	28,0	26,0	12,5	19,5	38,5	33,3
26. Die notwendig befestigte Wegedichte (lfm/ha)	20,2	40,6	29,0	26,2**	29,6	37,8	47,3	38,8	36,0
27. Die zweckmäßig befestigte Wegedichte (lfm/ha) ****)	19,2	22,3	27,1	16,7**)	17,2	32,2	29,7	26,8	22,2
28. Die notwendig befestigte Wegedichte (lfm/ha)	20,2	40,6	29,0	26,2	29,6	37,8	47,3	38,8	36,0
29. Die geringstmögliche befestigte Wegedichte (lfm/ha) ****)	18,2	17,3	21,2	16,7	15,6	25,2	25,0	23,4	19,6
30. Die zweckmäßig befestigte Wegedichte (lfm/ha)	19,2	22,3	27,1	16,7	17,2	32,2	29,7	26,8	22,2
31. Die vorliegende Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege in m	4,50	3,50	4,50	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
32. Die zweckmäßige Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege in m	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
33. Die vorliegende Befestigungsbreite der Wirtschaftswege in m	4,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00
34. Die zweckmäßige Befestigungsbreite der Wirtschaftswege in m	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
35. Die vorliegende Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege in km/h	40	40	40	40	40	40	40	40	40
36. Die notwendige Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege in km/h	40	40	40	40	40	40	40	40	40
37. Die relative Leistungsfähigkeit der Hauptwirtschaftswege	100	100	100	90	65	42	100	55	80
38. Die relative Leistungsfähigkeit der Wirtschaftswege	63	78	83	90	50	42	6	50	55
39. Die relative Leistungsfähigkeit der befestigten Höchststeigung	—	—	—	—	—	***	—	—	—

*) Einschließlich der Flächen ohne Wegeanschluß.

**) Hier sind Flächen vorhanden, die zweiseitig an befestigten Wegen liegen.

***) Angaben können vorläufig noch nicht gemacht werden.

Flurbereinungsverfahren in den einzelnen Ländern der Bundesrepublik

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
86 345	50 500	56 270	230 480	97 250	106 160	18 315	150 500	30 390	8 300	40 450	100 330	42 165
35,0	29,2	43,0	31,0	52,5	11,0	25,0	28,8	40,0	45,0	27,0	21,6	31,0
46,5	31,5	63,0	40,0	73,0	80,0	30,0	41,5	42,5	46,5	30,0	30,8	42,0
31,1	20,0	37,0	29,6	43,3	38,5	23,5	32,0	22,2	33,9	27,7	27,9	33,3
46,5	31,5	63,0	40,0	73,0	80,0	30,0	41,5	42,5	46,5	30,0	30,8	42,0
28,8	20,0	26,0	24,2	26,3	30,0	17,0	26,2	20,3	28,3	24,4	24,0	32,5
31,1	20,0	37,0	29,6	43,3	38,5	23,5	32,0	22,2	33,9	27,7	27,9	33,3
3,50	4,00	5,00	5,00	4,50	4,00	5,00	6,00	4,50	5,00	5,00	4,00	5,00
4,50	5,00	5,00	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00
3,50	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,50	4,00	4,00	3,50	4,00
3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
20	40	25	25	25	25	40	40	25	25	40	40	40
20	40	25	25	25	25	40	40	25	25	40	40	40
100	72	83	83	66	36	83	66	78	60	60	55	55
82	72	67	42	48	36	83	48	63	36	36	55	42
***	—	***	***	***	***	—	***	***	***	—	—	—

****) Eine Wiederholung der bereits angeführten Daten erfolgt, um die notwendigen Vergleiche zu erleichtern.

und der „geringstmöglichen Wegedichte“, welche Einsparungen an Wegelänge durch die Einführung der „zweckmäßigen Schlaglänge“ möglich sind. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht bildet neben den Verfahren, die keinen Unterschied in der „vorliegenden“ und der „zweckmäßigen“ Schlaglänge aufweisen, das Verfahren Nr. 20. Hier liegt nämlich, wie schon an anderer Stelle betont wurde, die „vorliegende Schlaglänge“ höher als die „zweckmäßige“.

Die durch die Einführung der „zweckmäßigen Schlaglänge“ möglichen Einsparungen an Wegen belaufen sich im Durchschnitt aller Verfahren auf 9 % der „zweckmäßigen Wegedichte“. Die größtmögliche Einsparungsmöglichkeit zeigt das Verfahren Nr. 3 mit 19 % der „zweckmäßigen Wegedichte“.

Die „Fahrbahnbreiten der Hauptwirtschaftswege“ zeigen große Unterschiede. Sie liegen zwischen 3,00 und 7,50 m. Die in Kapitel 3. 3 angeführten Fahrbahnbreiten für Hauptwirtschaftswege von 5,00 m für die Ebene erlauben einen zweispurigen Verkehr. Alle abweichenden Breiten bedeuten entweder einen überflüssigen Landverlust oder sie ermöglichen keinen zweispurigen Verkehr. Im letzteren Falle würde es sich dann lediglich um einen Wirtschaftsweg handeln.

In Zukunft wird man sich bezüglich der „Fahrbahnbreite der Hauptwirtschaftswege“ für die in Übersicht 3. 4 aufgezeigten und den wirtschaftlichen Notwendigkeiten voll auf genügenden Breiten entscheiden müssen.

Die „Fahrbahnbreite der Wirtschaftswege“ zeigt gegenüber der der Hauptwirtschaftswege mit wenigen Ausnahmen keine so großen Unterschiede. Hier kann eine Fahrbahnbreite von 4,00 m (im Bergland 3,50 m) als Norm und zukünftiges Richtmaß angesehen werden.

Vor allen Dingen ist in Zukunft schon bei der Wegeanlage klar und eindeutig zwischen Hauptwirtschaftswegen und Wirtschaftswegen zu unterscheiden. Dieser Unterschied muß vor allem in der Wegebreite zum Ausdruck kommen.

Die „gegebene Höchststeigung“ im Vergleich zur zulässigen Höchststeigung“ zeigt die Lösung des Steigungsproblems bei der Wegeanlage. Sie steht nur dann zur Diskussion, wenn Steigungen von über 7 % auftreten. Während bisher Steigungen von 7 % auf Grund des Einsatzes tierischer Zugkräfte als Höchstmaß galten, ermöglichen die motorischen Zugkräfte ohne Schwierigkeiten Steigungen bis 10 %. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung des Zugkraftgefüges in der deutschen Landwirtschaft muß dieser Tatsache Rechnung getragen werden (vgl. Kapitel 3. 4. 2).

Die Notwendigkeit besteht aber nur dann, wenn Steigungen über 7 % auftreten. Diese Frage ist deshalb zunächst zu prüfen (Punkt 21 und Blatt 2). Bei dieser Prüfung zeigt sich, daß in einigen Fällen (Verfahren Nr. 6 und Nr. 18) die Höchststeigung von 7 % durchaus richtig gewählt worden ist. In anderen Fällen ist aber zu sehen, daß höhere Steigungen in der Flur vorkommen. Hier wäre eine Höchststeigung von 10 % möglich und zulässig. Eine Erhöhung des Steigungsgrades der Wege bedeutet in den meisten Fällen eine ins Gewicht fallende Verkürzung der Wegelänge (vgl. Übersicht 3. 12, S. 47).

5. 2. 3 Der Ausbau der untersuchten Wegenetze

Das zahlenmäßige Ergebnis der Untersuchungen über den Wegenetzausbau mit Hilfe des Schemas I nach Kapitel 5. 1 ist in der Übersicht 5. 3 dargelegt (siehe S. 84).

Die Forderung hinsichtlich eines optimalen Wegenetzausbaues lautet: „Jeder Schlag muß an einem befestigten Weg liegen.“ Darum ist zunächst festzustellen, inwieweit

diese Forderung erfüllt ist. Die „Fläche ohne befestigten Wegeanschluß“ wird zu diesem Zwecke ermittelt und der „Gesamtfläche“ gegenübergestellt.

Die Extreme der „Fläche ohne befestigten Wegeanschluß“ zur „Gesamtfläche“ liegen bei 0 % (Verfahren Nr. 4) und 77 % (Verfahren Nr. 6). Im Durchschnitt aller untersuchten Wegenetze beträgt die Fläche, die nur an unbefestigten Wegen liegt, 23 % der Gesamtfläche.

Als Zukunftsziel in dieser Richtung muß der Anschluß aller Flächen an befestigte Wege angesehen werden.

Das Verhältnis zwischen „vorliegender befestigter Wegedichte“ und „notwendig befestigter Wegedichte“ ist entsprechend der „Fläche ohne befestigten Wegeanschluß“ ebenfalls sehr verschieden. Die dargelegten Zahlen zeigen eindeutig das Verhältnis zwischen Gegebenheit und Notwendigkeit. Im Mittel erreicht die „vorliegende befestigte Wegedichte“ 78 % der „notwendig befestigten Wegedichte“.

Als Maß für die natürlichen Schwierigkeiten hinsichtlich des Wegeausbaues kann der Unterschied zwischen „zweckmäßig befestigter Wegedichte“ und „notwendig befestigter Wegedichte“ gelten. Auch hier fallen die Verfahren mit den größten Geländeschwierigkeiten (Nr. 10, Nr. 12, Nr. 14, Nr. 15, Nr. 18) besonders ins Auge. Im Durchschnitt aller untersuchten Wegenetze macht die „zweckmäßig befestigte Wegedichte“ 71 % der „notwendig befestigten Wegedichte“ aus.

Durch den Übergang von der „vorliegenden“ zur „zweckmäßigen Schlaglänge“ wird der Unterschied zwischen „zweckmäßig befestigter Wegedichte“ und „geringstmöglicher befestigter Wegedichte“ beseitigt. Im Durchschnitt aller Verfahren liegt die Einsparungsmöglichkeit an befestigter Wegedichte auf Grund dieser Tatsache bei 8 % der „zweckmäßig befestigten Wegedichte“. Die größte Einsparungsmöglichkeit auf diesem Gebiet zeigt Verfahren Nr. 16 mit 28 % der „zweckmäßig befestigten Wegedichte“.

Für die „zweckmäßige Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege“ gilt das in Kapitel 4.4 Gesagte. Inwieweit die dort erhobenen Forderungen berücksichtigt sind, zeigt die „gegebene Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege“. Im Gegensatz zur Fahrbahnbreite bei der Anlage des Wegenetzes sind hier die Unterschiede geringer. Dennoch wird in Zukunft bei Hauptwirtschaftswegen eine klare Entscheidung für eine Befestigungsbreite von 5,00 m notwendig sein.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der „Befestigungsbreite der Wirtschaftswege“. Hier sind ebenfalls in der Praxis noch verschiedene Abmessungen festzustellen. Eine Einigung auf eine Befestigungsbreite der Wirtschaftswege von 3,00 m wird sich zukünftig kaum umgehen lassen.

Die „gegebene Befestigungsbreite der Hauptwirtschaftswege“ relativiert von 70 % (Verfahren Nr. 2) bis zu 120 % (Verfahren Nr. 17) der „zweckmäßigen Befestigungsbreite“.

Die „gegebene Befestigungsbreite der Wirtschaftswege“ reicht von 100 % bis 150 % (Verfahren Nr. 1) der „zweckmäßigen Befestigungsbreite“. Ein Unterschreiten dieser Abmessung liegt bei den Wirtschaftswegen nicht vor.

Ein Überschreiten der „zweckmäßigen Befestigungsbreite“ sowohl bei den Hauptwirtschaftswegen als auch bei den Wirtschaftswegen bedeutet i. d. R. unnötige Befestigungskosten, während ein Unterschreiten die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Wege beschneidet.

Der „Ausbaugeschwindigkeit der Hauptwirtschaftswege“ wird heute

bereits überall genügend Beachtung geschenkt. Diese Feststellung ermöglicht ein Vergleich der „gegebenen Ausbaugeschwindigkeit“ mit der notwendigen Ausbaugeschwindigkeit“.

Die „relative Leistungsfähigkeit der Hauptwirtschaftswege“ schwankt zwischen 36 % und 100 %. Hier ist also noch eine große Diskrepanz festzustellen. Im Mittel liegt sie unter Berücksichtigung der einzelnen Bodennutzungssysteme bei 73 % der Leistungsfähigkeit eines Betonweges.

Bei der „relativen Leistungsfähigkeit der Wirtschaftswege“ ist die Spanne noch größer. Sie geht von 6 % bis 90 %. Der Durchschnitt erreicht 55 % der Leistungsfähigkeit eines Betonweges.

Das letzte Ziel jedes vollkommenen Wegeausbaues muß die Erreichung einer 100prozentigen Leistungsfähigkeit sein. Im Gegensatz zu den meisten anderen der bisher besprochenen Punkte ist diese Verwirklichung in überaus starkem Maße von den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln abhängig. Infolge der meistens arg knapp bemessenen Geldmittel wird es aber nicht in allen Fällen möglich sein, die Forderung nach einer 100prozentigen Leistungsfähigkeit zu erfüllen. Somit heißt in diesen Fällen die Aufgabe, die unter den gegebenen Umständen optimale Leistungsfähigkeit zu erreichen. Hierzu bietet die Übersicht 4. 4 einen Anhaltspunkt.

5. 3 Die Zweckmäßigkeit des Wegenetzes für den Einzelbetrieb

Die Beurteilung der Zweckmäßigkeit eines Wegenetzes für einen einzelnen Betrieb geschieht, um über gegebene und geplante Verhältnisse auszusagen. Unter diesem Punkt erfolgt daher keine grundsätzliche Diskussion der Probleme, die die Anlage des Wegenetzes betreffen. Die zu entwickelnde Methode soll vielmehr folgende, in der Praxis sehr oft notwendigen Vergleiche ermöglichen:

1. Der Einfluß des Wegenetzes auf den Transportaufwand vor und nach der Flurbereinigung.
2. Der Unterschied zwischen dem Transportaufwand bei einem alten und bei einem neuen Wegenetz.
3. Der Transportaufwand beim Einsatz verschiedener Arbeitshilfsmittel.
4. Der Einfluß des Wegenetzes auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

Während zur Klärung der ersten beiden Punkte mindestens zwei Wegenetze notwendig sind, genügt für die beiden letzten Punkte ein Wegenetz. Die im Hinblick auf die Punkte 3 und 4 gefundenen Aufwandszahlen können später in der allgemeinen Wirtschaftlichkeitsrechnung des Betriebes berücksichtigt werden.

Für alle vier Punkte erhebt sich die gemeinsame Frage:

Welchen Aufwand bedingt das Wegenetz?

Unter Aufwendungen in diesem Sinne sollen die AK-, ZK-, TF*)-Stunden die für die innerbetrieblichen Transporte auf den Wegen verbracht werden, verstanden werden. Es ist also notwendig, diese Zeiten zu ermitteln.

Gleich zu Beginn dieser Feststellung kann eine nicht unwesentliche Vereinfachung vorgenommen werden. Obwohl die AK-, ZK- und TF-Stunden eines landwirtschaftlichen Betriebes im Laufe eines Wirtschaftsjahres sehr unterschiedlich sind, bestehen hinsichtlich der zu untersuchenden „Wegezeit“ zwischen diesen Aufwandstellen bestimmte Zusammenhänge:

1. Die AK- und ZK-Zeiten auf den Wegen sind gleich. Diese Gleichstellung kann erfolgen, da für 1 Zugkraft**) nur eine AK angenommen wird. Somit bleiben reine Personentransporte unberücksichtigt. Diese Ausklammerung der Personentransporte ist aus folgenden Gründen möglich und notwendig.
 - a) Die Personentransporte sind sehr stark von dem AK-Besatz des Betriebes abhängig. Eine Verallgemeinerung würde die Probleme der Wirklichkeit nicht genügend berücksichtigen.
 - b) Die Personentransporte werden nicht immer im Rahmen der wirtschaftlich notwendigen Transportfahrten durchgeführt. Sehr oft gehen die AK zu Fuß, fahren mit dem Fahrrad, Moped, Motorrad oder Auto.
 - c) Die AK halten nicht immer die Transportwege ein. Zuweilen führt ihr Weg über Grünland, Fußpfade und Raine.
 - d) Die Frage der Personentransporte ist für die Beurteilung des Wegenetzes eines Betriebes von untergeordneter Bedeutung.
2. Die ZK-Stunden und die TF-Stunden stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Die innerbetrieblichen Fahrten eines Betriebes bestehen aus Maschinen- und Lastentransporten. Da aber nur bei den Lastentransporten Transportfahrzeuge mitgeführt werden, liegen die TF-Stunden auf den Wegen unter den entsprechenden ZK-Stunden. Aufgrund einer früheren Feststellung (30, Übersicht 7.12) ist zu sagen, daß je nach Bodennutzungssystem 69 — 72 % aller Fahrten auf Lastentransporte entfallen. Bei gleicher durchschnittlicher Transportgeschwindigkeit für Maschinen- und Lastentransporte kann somit die Anzahl der TF-Stunden auf Wegen hinreichend genau mit 70 % der ZK-Stunden auf Wegen angesetzt werden.

Die angegebenen Verhältnisse ermöglichen somit eine wesentliche Vereinfachung des Rechnungsganges. Es kann also mit einer „Transportaufwandszeit für Wege“ gerechnet werden. Diese Vereinfachung darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß im Grunde drei verschiedene Arten von Wegetransportzeiten vorliegen.

Der Wegeaufwand hängt von verschiedenen Größen ab:

1. Von der Geschwindigkeit. Für die Geschwindigkeit sind bei richtiger Zuordnung der Transportfahrzeuge die Zugkräfte maßgebend. Nach *Schmitz* (36) werden für spätere Rechnungen folgende Geschwindigkeiten unterstellt:

Schlepperzug	20 km/h
Pferdeanspannung	3,6 km/h
2. Von der Anzahl der Fahrten pro Jahr und Flächeneinheit. Die Anzahl der notwendigen Fahrten pro Jahr und Hektar für eine bestimmte Frucht wird unter Beachtung der Betriebsgröße und Mechanisierungsverhältnisse einer früheren Untersuchung (30) entnommen. Es wird zunächst die Fahrtenzahl der einzelnen im Laufe einer Fruchtfolge angebauten Früchte für jeden Schlag addiert und durch die Anzahl der Fruchtfolgejahre dividiert. Hierdurch erhält man die allein gültige „durchschnittliche jährliche Fahrtenzahl“ eines Schlags von 1 ha Größe. Die Schlaggröße kann später berücksichtigt werden.
3. Von der Hof-Schlag-Entfernung. Hierbei ist nicht ausschließlich die metrische Entfernung maßgebend, wenn sie auch zunächst angegeben werden muß. Vielmehr ist in Anlehnung an *Schmitz* (36) eine Unterteilung der tatsächlichen Entfernung in so viele Abschnitte, wie Unterschiede hinsichtlich der Steigung

*) TF — Transportfahrzeug.

**) 1 Zugkraft = 1 Schlepper = 1 Gespann.

(angegeben in %) und Wegeart und -zustand (ausgedrückt durch den Rauigkeitsbeiwert) vorliegen, notwendig. Diese einzelnen Wegeabschnitte werden dann mit der dazugehörenden „virtuellen Entfernung“ aufgrund der Darstellungen 5. 1 und 5. 2 multipliziert.

Unter „virtueller Entfernung“ (\acute{e}) versteht *Schmitz* (a. a. O. S. 25) den relativen Wegeaufwand für die Einheitsentfernung von 1 km Länge. Der Wert $\acute{e} = 1$ stellt eine Entfernung von 1 km, die für die einzelnen Zugkraftarten günstig zu befahren ist, dar. Der Wert $\acute{e} = 2$ sagt aus, daß dem Fahrzeug bei Überwindung der Strecke von 1 km der doppelte Widerstand wie bei $\acute{e} = 1$ entgegengesetzt wird.

Bei Schleppereinsatz unterstellt *Schmitz* den Wert $\acute{e} = 1$ dann, wenn es einem 25 PS-Schlepper möglich ist, mit einer Last von 7,6 t eine Geschwindigkeit von 20 km/h zu fahren.

Beim Einsatz tierischer Zugkräfte (Pferdeanspannung) ist es nicht notwendig, die ganze Entfernung Hof-Schlag für die Feststellung der „virtuellen Entfernung“ heranzuziehen. Vielmehr genügt es das ungünstigste Teilstück zu berücksichtigen; allerdings ist diese Vereinfachung nur dann zulässig, wenn das betreffende Wegestück nicht so gering ist, daß es durch eine kurzfristige Zugkraftsteigerung, die ja gerade für den tierischen Zug kennzeichnend ist, überwunden werden kann. In diesem Falle ist das nächstungünstigste Teilstück, bei dem die genannte Einschränkung nicht zutrifft, maßgebend. Diese Vereinfachung ist bei den tierischen Zugkräften deshalb möglich, weil die ganze Zuladung auf das ungünstigste Wegestück zugeschnitten sein muß. Eine Erhöhung der Zugkraft durch eine Verminderung der Geschwindigkeit ist hier im Gegensatz zum Schleppzug nicht möglich.

Für die zukünftige Beurteilung eines Wegestückes soll aber in erster Linie im Hinblick auf eine zukünftige Entwicklung der Schleppereinsatz unterstellt werden.

Die „virtuelle Entfernung“ nach *Schmitz* ist für den Schleppzug in Wirklichkeit gar keine Entfernung. Dieser Wert ist tatsächlich nur ein Umrechnungsfaktor. Er gibt einen indirekten Zeitaufwand an. Dieser indirekte Zeitaufwand drückt das Verhältnis „Zeitaufwand für 1 km der zu untersuchenden Strecke“ zu „Zeitaufwand bei 20 km/h“ oder „Zeitaufwand in Minuten für 1 km der zu untersuchenden Strecke“ zu „3 Minuten“ aus.

Die einzelnen Teilstücke des Weges (bei Schleppereinsatz) bzw. das ungünstigste Teilstück (beim Einsatz tierischer Zugkräfte) werden mit der von dem Rauigkeitsbeiwert (Art und Zustand des Weges) und den Steigungsprozenten des Weges abhängigen „virtuellen Entfernung“ (siehe Darstellungen 5. 1 und 5. 2) multipliziert und anschließend addiert. Beim Einsatz tierischer Zugkräfte erhält das nicht berücksichtigte Wegestück den Faktor $\acute{e} = 1$.

Die Summe der einzelnen Produkte aus Wegestück mal zugehöriger „virtueller Entfernung“ gibt die „Wirtschaftsentfernung“ (\acute{E}) des Schlages wieder. Sie stellt also das Produkt aus der tatsächlichen Entfernung Hof-Schlag und der gewogenen durchschnittlichen „virtuellen Entfernung“ des Schlages dar.

Aus den Faktoren Wirtschaftsentfernung (\acute{E}), Fahrtenzahl (n) und Geschwindigkeit (km/h) geht die gesamte jährliche Wegezeit für einen Schlag hervor. Über die Wegezeiten der einzelnen Schläge wird dann die „Gesamtwegezeit je Betrieb“ errechnet. Die „Gesamtwegezeit je Betrieb“ kann unmittelbar als Grundlage eines Wegenetzvergleiches genommen werden.

Außerdem ist es möglich, sie im Rahmen einer Kostenrechnung zu verwenden. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß sie für drei verschiedene Zeitarten maßgebend ist:

Gesamtwegezeit je Betrieb = AK-Wegezeit,

Gesamtwegezeit je Betrieb = ZK-Wegezeit,

0,7 Gesamtwegezeit je Betrieb = TF-Wegezeit.

Falls ein Wegekostenvergleich durchgeführt werden soll, kann bezüglich der AKh-Kosten auf die statistischen Monatsberichte des BML verwiesen werden. Die Tarife verlangen aber für Urlaub, unproduktive Verlustzeiten usw. einen Zuschlag von 25 %. Hinsichtlich der ZKh- und TF-Kosten kann *Schaeffer-Kehnert* (35) angegeben werden. Beide Quellen sollen aber nur dann benutzt werden, wenn aus den Aufzeichnungen des Betriebes keine genaueren Unterlagen zur Verfügung stehen.

Ein Vergleich der „Gesamtwegezeiten“ ist für die Beurteilung von Wegenetzen einer Betrachtung der „Wegekosten“ vorzuziehen. Der Vorteil der Wegezeiten liegt darin, daß sie unmittelbar mit dem Wegenetz zusammenhängen als die „Wegekosten“.

Eine Gegenüberstellung der Gesamtwegezeiten eines Betriebes beispielsweise vor und nach der Flurbereinigung oder bei altem und neuem Wegenetz gibt Aufschluß über die Einsparungen bzw. Mehraufwendungen aufgrund des Wegenetzes. Hieraus läßt sich die Zweckmäßigkeit eines erstellten oder geplanten Wegenetzes für den Einzelbetrieb ermitteln. Gegebenenfalls kann aus dieser Größe auch die zumutbare Mitwirkung des Betriebes bei der Wegeerstellung resp. -unterhaltung abgeleitet werden.

In vielen Fällen ist es aber nicht notwendig, so umfangreiche Rechnungen und Überlegungen durchzuführen. Durch die Neueinteilung der Flur bzw. durch die Neuanlage und den Neuausbau des Wegenetzes werden in erster Linie metrische und die virtuelle Entfernung beeinflusst. Von diesen beiden hat aber nur die virtuelle Entfernung eine wirtschaftliche Bedeutung, wie bereits gezeigt worden ist. Deshalb genügt es sehr oft, diese bzw. die von ihr abhängige Wirtschaftsentfernung des Schlages oder des ganzen Betriebes festzustellen. Als maßgebendes Kriterium für den Gesamtbetrieb muß die „Wirtschaftsentfernung des Betriebes“ angesehen werden. Sie kann unmittelbar zur Deutung der Vor- und Nachteile des Wegenetzes vor und nach der Flurbereinigung herangezogen werden. Diese Größe wird in dem Schema II zur Beurteilung des Wegenetzes für den Einzelbetrieb durch die Summe der Spalte 4 auf Blatt 3 bzw. durch die Zeile 2 auf Blatt 3 dargestellt.

Schema II

Das Wegenetz des Einzelbetriebes

Blatt 1

Allgemeine Angaben

1. Name:
2. Ort:
3. Betriebsgröße ha
4. landw. Nutzfläche: ha;
5. Anzahl der Pläne:
6. Anzahl der Schläge:
7. ϕ — Plangröße ha
8. ϕ -Schlaggröße: ha;
9. Ackerfläche:
10. Grünlandfläche: ha;
11. vorherrschende Bodenart: S, Sl, lS, SL, sL, L, LT, T, Mo;
12. Einreihungswert 1935: RM/ha;
13. Ertragsmeßzahl:
14. Betriebszahl:
15. Anbauverhältnis:

Hackfrucht: % LN	Grünland: % LN
Getreide: % LN	Sonderkulturen: % LN
16. Bodennutzungssystem:
17. Viehhaltung: GV/100 ha, davon RGV/ 100 ha
18. Zugkraftverhältnis: tier. ZK/100 ha:; Schlepper-PS/100 ha:
19. Vorherrschende Zugkraftform: *) K, KP, PK, P, SP, S;
20. Mechanisierungsstufe: **) A, B, C;
21. Verwendete Maschinen und Geräte:

Wagen: gummibereift/eisenbereift; Tragfähigkeit: ϕ t; max. t;	
Die schwerste Maschine:	Gewicht: kg;
Die längste Maschine:	Länge: m;
Die breiteste Maschine:	Breite: m;
Die höchste Maschine:	Höhe: m;

*) K — Kühe, P — Pferde, S — Schlepper.

**) A — nur Pferdeanspannung, B — Pferde- und Schlepperzug, C — nur Schlepperzug.

Blatt 2

Bestimmung der Wirtschaftsentfernung und des Fahrzeitaufwandes eines Schlages.

1. Schlag Nr.:
2. Schlaggröße: ha;
3. Schlagform:
4. Schlaglänge: m;
5. Nutzungsart:
6. Fruchtfolge:
7. Fahrtenzahl je ha und Jahr:
8. ϕ -Fahrtenzahl je ha und Jahr: $\left(\frac{\text{Summe der Fahrtenzahl je ha (7)}}{\text{Anzahl der Fruchtfolgejahre (6)}} \right)$
9. Entfernung Hof—Schlag: m;
10. Bestimmung der Wirtschaftsentfernung (E):

Wegestück	Länge m	Steigung ‰	Rauhigkeits- beiwert	virtuelle Entf. (é)	Wirtschaftsentf. D É (2 × 5)
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

S u m m e : Wirtschaftsentfernung (É)/ha in m:

11. Durchschnittsgeschwindigkeit der Zugkräfte (km/h):
12. Reine Fahrzeit für eine Hin- und Rückfahrt $\left(\frac{120 \times \text{É [10]}}{v [11]} \right)$:min;
13. ϕ -Fahrtenzahl je Jahr ([8] × [2]):
14. Gesamtaufwand an reiner Fahrzeit ([12] × [13]): min;
15. Gewogene Feldentfernung ([9] × [2]): m;
16. Gewogene Wirtschaftsentfernung ([10] × [2]): m;

Blatt 3

Bestimmung des Gesamtaufwandes des Betriebes an reiner Fahrzeit je Jahr.

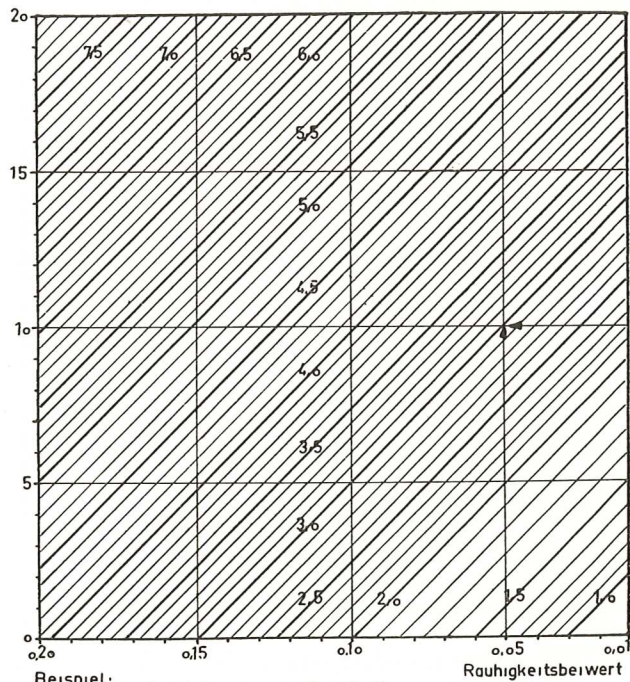
Schlag Nr.	Schlaggröße ha	gew. Feldentf. m	gew. Wirtschafts- entfernung \dot{E}	Fahrzeit/Jahr min
1	2	3	4	5
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe				

1. Durchschnittliche Feldentfernung/ha (Spalte 3/2): m;
2. Durchschnittliche Wirtschaftsentfernung/ha (Spalte 4/2): m;
3. Durchschnittliche „virtuelle Entfernung“ (Spalte 4/3): (é);
4. Gesamtaufwand an reiner Fahrzeit je Jahr (Spalte 5): min;
5. Gesamtaufwand an reiner Fahrzeit je ha und Jahr (Spalte 5/2): min.

Darstellung 5.1

Die virtuelle Entfernung bei Schlepperzug

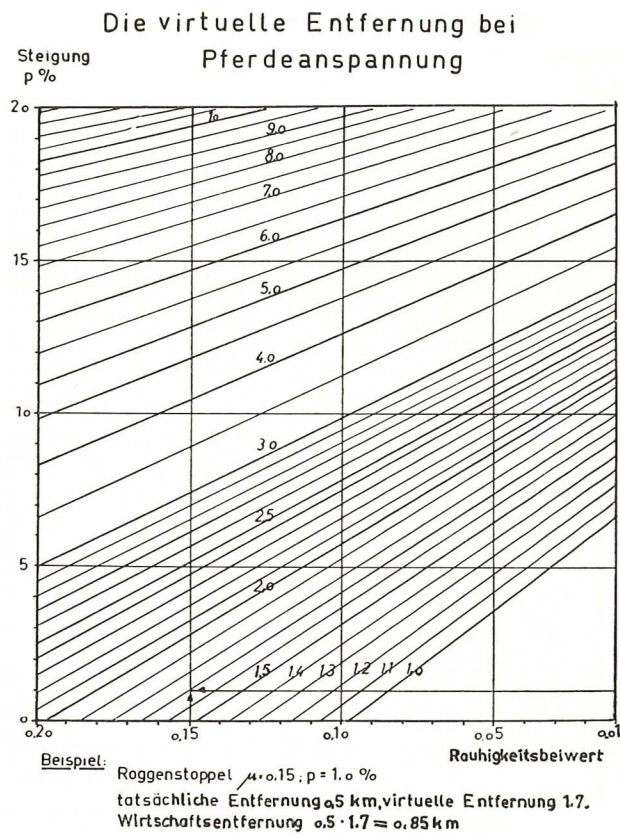
Steigung
p %



Beispiel:

guter Erdweg $\mu = 0.05$; $p = 10\%$
 tatsächliche Entfernung 1.5 km,
 virtuelle Entfernung 3.0
 Wirtschaftsentfernung $1.5 \cdot 3.0 = 4.5$ km

Darstellung 5.2



Die Angaben zu Blatt 1 von Schema II können von den zuständigen Landwirten gemacht werden. Sie dienen in erster Linie dazu, einen allgemeinen Überblick über die landwirtschaftlichen Verhältnisse des vorliegenden Betriebes zu bekommen.

Das Blatt 2 von Schema II muß für jeden Schlag des Betriebes gesondert ausgefüllt werden. Die Punkte 1 bis 6 dieses Blattes kann ebenfalls der Landwirt beantworten. Frage Nr. 7 wird mit Hilfe der Übersicht 5. 4 ausgefüllt. Hier wird für jede einzelne Frucht der unter Nr. 6 eingetragenen Fruchtfolge die zutreffende Fahrtenzahl je ha eingetragen.

Punkt 8 wird so behandelt, wie es auf Blatt 2 angegeben ist. Die „Hof-Schlag-Entfernung in m“ (Punkt 9) kann entweder vom Landwirt angegeben werden, oder sie wird der Karte entnommen bzw. draußen gemessen.

Zur Ermittlung der „Wirtschaftsentfernung“ (Punkt 10) wird die Hof-Schlag-Entfernung in so viele Teilstrecken eingeteilt, wie Unterschiede im Hinblick auf die Steigung und die Fahrbahn (Rauhigkeitsbeiwert) vorhanden sind. Den Zusammenhang zwischen Fahrbahn und Rauhigkeitsbeiwert zeigt Übersicht 3. 13 (S. 49). Die bei gegebener Steigung und bekanntem Rauhigkeitsbeiwert zutreffende „virtuelle Entfernung der Teilstrecken“ (ϵ) ist je nach der vorherrschenden Zugkraftform in den Übersichten 5. 1 und 5. 2 verzeichnet. Die „Wirtschaftsentfernung einer Teilstrecke“ ($\bar{\epsilon}$) ist das Produkt aus „virtueller Entfernung“ (ϵ) und Teilstreckenlänge (m). Die Summe der Teilstrecken der „Wirtschaftsentfernungen“ (Punkt 10, Spalte 6) ergibt die „Wirtschaftsentfernung/ha“ für den Schlag in m.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Zugkräfte (Punkt 11) beträgt:

bei Schlepperzug	20 km/h,
bei Pferdeanspannung	3,6 km/h.

Die Tatsache, daß bei schlechten Wegen langsamer gefahren werden muß, ist schon durch die „virtuelle Entfernung“ (ϵ) berücksichtigt, so daß je nach Zugkraftform entweder 20 km/h oder 3,6 km/h einzusetzen sind. Bei Pferde- und Schlepperzug ist tunlichst der Wert für Schlepperzug anzugeben.

Punkt 12 (reine Fahrzeit für eine Fahrt) errechnet sich so, wie es auf Blatt 2 unter Punkt 12 angegeben ist.

Die durchschnittliche Fahrtenzahl je Jahr (Punkt 13) ist das Produkt aus Schlaggröße (Punkt 2) und durchschnittliche Fahrtenzahl je ha und Jahr (Punkt 8).

Der Gesamtaufwand an reiner Fahrzeit (Punkt 14) ergibt sich durch Multiplikation der Punkte 12 und 13.

Die gewogene Feldentfernung (Punkt 15) ist die mit der Schlaggröße (Punkt 2) vervielfachte Feldentfernung in m (Punkt 9). Die gewogene Wirtschaftsentfernung (Punkt 16) ist das Produkt aus Schlaggröße (Punkt 2) und Wirtschaftsentfernung/ha (Punkt 10).

Die gewünschten Angaben auf Blatt 3 werden zunächst von den Blättern 2 (je Schlag ein Blatt!!) übernommen. Die Summen der einzelnen Spalten werden dann so, wie es unter den Punkten 1 bis 5 auf Blatt 3 angegeben ist, weiter bearbeitet.

Von besonderer Aussagekraft sind

Punkt 2: „Durchschnittliche Wirtschaftsentfernung je ha“,

Punkt 4: „Gesamtaufwand an Fahrzeit im Jahr“ und

Punkt 5: „Gesamtaufwand an Fahrzeit je ha und Jahr“.

Übersicht 5. 4: (30, Übers. 7.2; Werte wurden abgerundet).

**Die Fahrtenzahl der verschiedenen Früchte je ha
unter Beachtung von Mechanisierungsstufe und Betriebsgröße.**

Mechanisierungs- stufe *)	A			B			C		
Betriebsgröße in ha									
Fruchtart	10	25	50	10	25	50	10	25	50
Weizen	27	19	15	19	12	9	14	10	9
Roggen	28	20	15	20	11	9	15	11	9
So-Gerste	29	19	16	20	12	9	16	11	9
Hafer	32	21	16	23	12	10	17	11	9
Kartoffeln	112	68	47	103	50	36	79	51	39
Futterrüben	112	62	66	102	46	50	80	47	53
Zuckerrüben	117	78	61	103	54	44	72	55	48
Luzerne (Heu)	48	33	25	43	23	18	33	19	16
Klee (Heu)	39	20	17	34	16	12	26	15	10
Grünland (Heu)	45	29	23	40	22	18	38	22	18
Grünland (Weide)	18	10	8	17	9	7	16	9	8

*) Mechanisierungsstufe A: nur Pferdeanspannung
 Mechanisierungsstufe B: Pferde- und Schlepperzug
 Mechanisierungsstufe C: nur Schlepperzug

6. Schluß.

Ebenso wie alle anderen Aufgaben eines landwirtschaftlichen Betriebes muß auch das Transportproblem nach wirtschaftlichen Regeln durchgeführt werden. Für eine wirtschaftliche Lösung dieser Transportaufgaben ist aber ein ordentliches Wegenetz weitgehend entscheidend. Deshalb müssen bei der Anlage und dem Ausbau des Wegenetzes unbedingt landwirtschaftlich-betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Die Kenntnisse dieser Gesichtspunkte sind für die Lösung der Aufgaben beim landwirtschaftlichen Wirtschaftswegebau unerlässlich.

Als Optimum und zukünftiges Ziel eines ordentlichen Wegenetzes muß folgender Zusammenhang zwischen Nutzfläche und Wegenetz angesehen werden:

Jeder Ackerschlag soll zweiseitig am besten mit einander gegenüberliegenden Seiten an das Wegenetz angeschlossen sein. Von diesen beiden Wegen muß einer befestigt sein. Jeder Grünlandschlag soll an einen Weg, der befestigt ist, angelegt werden.

Als Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen kann zusammenfassend festgestellt werden:

1. Die möglichen Mindesteinsparungen bei einem guten gegenüber einem schlechten Wegenetz belaufen sich auf 50 bis 55 DM/ha oder 4 bis 4,5 % der Gesamtaufwendungen.

2. Zwischen Wegedichte einerseits und Flurgröße, Flurlänge und Schlaglänge andererseits bestehen folgende Zusammenhänge:

- a) Die Wegedichte sinkt bei gegebener Flurlänge und konstanter Schlaglänge mit zunehmender Flurgröße;
- b) die Wegedichte erreicht in Abhängigkeit von der Flurlänge bei gegebener Flurgröße und konstanter Schlaglänge ein Minimum;
- c) die Wegedichte sinkt bei konstanter Flurgröße und -länge mit steigender Schlaglänge.

3. Für die befestigte Wegedichte gilt:

- a) Die befestigte Wegedichte nimmt bei gegebener Flurlänge und konstanter Schlaglänge mit steigender Flurgröße ab;
- b) die befestigte Wegedichte sinkt bei gegebener Flurgröße und Schlaglänge mit abnehmender Flurlänge;
- c) die befestigte Wegedichte wird bei konstanter Flurgröße und gegebener Flurlänge mit steigender Schlaglänge geringer.

4. Im Zuge der steigenden Motorisierung der Landwirtschaft ist die metrische Entfernung nicht mehr so entscheidend wie in früheren Zeiten. Vielmehr kommt es darauf an, daß die Wege maximale Schleppergeschwindigkeiten zulassen.

5. Im landwirtschaftlichen Transportverkehr treten Achslasten bis zu 4 t auf. Die Flächendrücke erreichen maximal

bei Eisenreifen	35 kg/cm ²
bei Gummireifen	10 kg/cm ² .

6. Die Anlage ein- oder zweispuriger Wege richtet sich nach der Verkehrsdichte. Sie kann nicht generell, sondern nur für den Einzelfall entschieden werden. Eine Berücksichtigung des Wendens auf den Wegen kann aus wirtschaftlichen Gründen bei der Auslegung der Wegebreiten nicht vertreten werden.

Für die Befestigungsbreite der Wirtschaftswege gibt es grundsätzlich nur zwei Maße. Entweder genügt eine einspurige Befestigung von 3 m Breite, oder es ist eine zweispurige Befestigungsbreite von 5 m notwendig.

7. Die zulässige Steigung kann beim Einsatz motorischer Zugkräfte 10 % betragen. Die höchstzulässige Ausnahme liegt bei 14 %.

Der Ausbau der Steigungen läßt sich zur Zeit noch nicht abschließend behandeln, da die entsprechenden Untersuchungen noch laufen.

Untersuchungen an Wegenetzen in der gesamten Bundesrepublik zeigen außer den Einzelwerten:

- 1. Die deduktiv aufgestellten Forderungen können grundsätzlich verwirklicht werden.
- 2. Sie werden bereits jetzt bei der Erstellung von Wirtschaftswegen teilweise berücksichtigt.
- 3. Zur Erreichung einer höchstmöglichen Rentabilität unserer Landwirtschaft ist aber eine noch stärkere Beachtung als bisher notwendig.

Anhang

1. Die Errechnung des Minimums an Wegedichte ohne Berücksichtigung des Längen-Breitenverhältnisses der Flur geschieht wie folgt:

$$WL_{Aha} = \frac{3 FL}{FG} + \frac{10\,000}{SL_A} + \frac{10\,000}{FL} \text{ (lfdm/ha)} \quad (18)$$

$$WL_{Aha} = \text{Min.}$$

$$\frac{d WL_{Aha}}{d FL} = \frac{3}{FG} - \frac{10\,000}{FL^2}; \quad \frac{d WL_{Aha}}{d FL} = 0$$

$$\frac{3}{FG} = \frac{10\,000}{FL^2}; \quad 3 FL^2 = 10\,000 FG; \quad FL^2 = 3333 FG;$$

$$FL = \sqrt{3333 \times FG}; \quad \underline{\underline{FL = 57,7 \sqrt{FG}}}$$

2. Der mathematische Weg zur Ermittlung des absoluten Minimums an Wegelänge bei günstigem Längen-Breitenverhältnis in Abhängigkeit von der Flurgröße sieht folgendermaßen aus:

$$WL_{Aba} = \frac{3 FL}{FG} + \frac{10\,000}{SL_A} + \frac{10\,000}{FL} \text{ (lfdm/ha)} \quad (18)$$

$$SL_A = FL; \quad WL_{Aba} = \frac{3 FL}{FG} + \frac{20\,000}{FL}; \quad WL_{Aba} = \text{Min.}$$

$$\frac{d WL_{Aba}}{d FL} = \frac{3}{FG} - \frac{20\,000}{FL^2}; \quad \frac{d WL_{Aba}}{d FL} = 0;$$

$$\frac{3}{FG} = \frac{20\,000}{FL^2}; \quad 3 FL^2 = 20\,000 FG; \quad FL^2 = 6666 FG;$$

$$FL = \sqrt{6666 FG}; \quad \underline{\underline{FL = 81,6 \sqrt{FG}}}$$

3. Der rechnerische Weg zur Ermittlung dieses Ausdrucks lautet:

$$WL_{bha} = \frac{FL}{FG} + \frac{5000}{SL} \text{ (lfdm/ha)} \quad (25)$$

$$SL = FL; \quad WL_{bha} = \frac{FL}{FG} + \frac{5000}{FL}; \quad WL_{bha} = \text{Min.};$$

$$\frac{d WL_{bha}}{d FL} = \frac{1}{FG} - \frac{5000}{FL^2}; \quad \frac{d WL_{bha}}{d FL} = 0;$$

$$\frac{1}{FG} = \frac{5000}{FL^2}; \quad FL^2 = 5000 FG; \quad FL = \sqrt{5000 FG}$$

$$\underline{\underline{FL = 70,7 \sqrt{FG}}}$$

Literaturverzeichnis

1. Babo, F. v. Betriebswirtschaftliche Grundlagen der Flurbereinigung, Stuttgart 1950.
2. Boutet, D. Straßenbautechnik der Gegenwart, Zürich 1951.
3. Briskorn, W. Der Feldweg im Zeichen der Motorisierung, D.L.P. Nr. 13/1956.
4. Bülow, v. Gemeinschaftliche Feldwege, D.L.G. Mitt. 2/1956.
5. BML Statistischer Monatsbericht, Juni 1957.
6. Cords-Parchim Das Handbuch des Landbaumeisters, Radebeul, Berlin 1953.
7. Dencker, D. H. Führt die Technik im Bauernhof zur Kollektivierung?
Wefelshütten, W. Mitt. f. d. Landwirtschaft 16/1942.
8. Deubel, E. Die Umlegung der Grundstücke in Preußen, Berlin 1928.
9. Forschungsgesellschaft für Straßenwesen Richtlinien für den Entwurf, Bau und Unterhaltung ländlicher Wirtschaftswege, Bielefeld 1956.
10. Forschungsgesellschaft für Straßenwesen Merkblatt über bodenphysikalische Prüfverfahren, Ausgabe 1956.
11. Franke, R. Ackerschlepper, Sonderdruck aus Bussien, Automobiltechnisches Handbuch.
12. Gloy Wegebau und Landwirtschaftsgesetz, Bauernblatt für Schleswig-Holstein, Nr. 5/1956.
13. Henne Wegeinventur und langfristige Wegebauplanung, Allgemeine Forstzeitschrift, Nr. 37/38, 1955.
14. Klempert, B. Befestigte landwirtschaftliche Wege in der Flurbereinigung als Mittel zur Rationalisierung der Landwirtschaft, Heft 10 der Schriftenreihe für Flurbereinigung, Lengerich 1956.
15. Kliefoth Steigung, Steigungswiderstand und Steigungsleistung, Landtechnik 16/1955.
16. Kreher, G. Leistungszahlen für Arbeitsvoranschläge und der Arbeitsvoranschlag im Bauernhof, Stuttgart 1955.
17. Leussink, H. Erdstraßenbau, Berlin, Bielefeld, Detmold 1949.
Goerner, E. W.
18. Meyer, H. Probleme der Schlepperentwicklung, Grundlagen der Landtechnik, Heft 9/1957.
19. Meyer, H. Fahrtmechanik, KTL-Heft XVI/1951.
Bock, C.
20. Neumann, E. Der neuzeitliche Straßenbau, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1951.
21. Neumann, E. Straßenbau, in „Hütte“ Bd. III., Berlin 1936.
22. Nieschulz, A. Die landwirtschaftliche Bodenschätzung und Einheitsbewertung. Hannover 1953.
23. N. N. Arbeiten der D.L.G., Band 4, Hannover 1949.
24. Popoff Nomographische Verfahren zur Ermittlung der Zugkraft von Ackerschleppern, Landtechnische Forschung, 1/1951.
25. Priebe, H. Zur Frage der Gestaltung und Größe des zukünftigen bäuerlichen Familienbetriebes in Deutschland, Berichte über Landwirtschaft, Bd. XXVII/Heft 4.
26. Reindorf, H. Die Eignung verschiedener landwirtschaftlicher Fahrzeuge für die Transporte des Bergbauern, 1. Teil, 70. Arbeit des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik, Wien 1956.
27. Reinhardt, W. Entschädigung bei Entzug von Teilflächen, Heft 35 der Schriftenreihe des Hauptverbandes für Landwirtschaftliche Buchführung und Beratung, Beuel, Bonn, 1956.
28. Risch, K. Straßenbau, in Taschenbuch für Bauingenieure, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1949.
29. Rückmann, W. Der Einfluß von Schlagentfernung, -form und -größe auf den Arbeitsbedarf für landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Diss. Gießen 1953.

30. Seuster, H. Die Beanspruchung landwirtschaftlicher Wirtschaftswege im Hinblick auf eine steigende Mechanisierung der Landwirtschaft, Diss. Gießen 1957 und Lengerich 1958.
31. Söhne, W. Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen unter rollenden Rädern sowie bei der Bodenbearbeitung, Grundlagen der Landtechnik, Heft 1/1951.
32. Söhne, W. Die Kraftübertragung zwischen Schlepperreifen und Ackerboden, Grndl. d. Landtechnik, Heft 3/1952.
33. Söhne, W. Die Verformbarkeit des Ackerbodens, Grundlagen der Landtechnik, Heft 3/1952.
34. Söhne, W. Einige Grundlagen für eine landtechnische Bodenmechanik, Grndl. d. Landtechnik, Heft 7/1956.
35. Schaefer-Kehnert, W. Kosten und Wirtschaftlichkeit des Landmaschineneinsatzes, Berichte über Landtechnik, H. 51/1957.
36. Schmitz, P. Die Bedeutung der Entfernung bei der Flurbereinigung, Diss. Bonn 1951.
37. Steuer, R. Kommentar zum Flurbereinigungsgesetz, München 1956.
38. Technische Zentralstelle der deutschen Forstwirtschaft (TZF) Technische Richtlinien für den Schwarzdeckenbau auf Waldstraßen, Hamburg 1957.
39. TZF Technische Richtlinien für den Betonwegebau im Walde, Hamburg 1957.
40. Youard, G. B. Farm Roads, London 1957.
41. Segler Maschinen in der Landwirtschaft, Berlin, Hamburg 1956.
42. N. N. Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, 36. Auflage, Berlin 1936.
43. Seifert, A. Unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse, 1956.
44. Stauffer, O. Die im Jahr 1950 geleistete Arbeit der Normengruppe Landmaschinen und Ackerschlepper, Landtechnik 7/1951.
45. Stroppel, Th. Normung der Spurweiten luftbereifter Ackerwagen, Landtechnik 5/1951.
46. Seibold Neue Normen für Ackerschlepper, Landtechnik 6/1952.

Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte

- Heft 1: „Die Vorplanung der Flurbereinigung und Aussiedlung in der Gemarkung Hechingen“, im Eugen Ulmer Verlag in Ludwigsburg (Württemberg),
- Heft 2: „Die landschaftliche Gestaltung in der Flurbereinigung. (Der Landschaftspflegeplan für den Dümmer)“, im Landbuch Verlag GmbH. in Hannover,
- Heft 3: „Die Flurbereinigung und ihr Verhältnis zur Kulturlandschaft in Mittelfranken“, im Erich Schmidt Verlag, Berlin/Bielefeld,
- Heft 4: „Die Vorplanung für die Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Ludwigsburg (Württemberg),
- Heft 5: „Vorträge über Flurbereinigung, gehalten auf dem 38. Deutschen Geodätentag in Karlsruhe“, im Verlag Konrad Wittwer in Stuttgart,
- Heft 6: „Flurzersplitterung und Flurbereinigung im nördlichen und westlichen Europa“, im Eugen Ulmer Verlag in Ludwigsburg (Württemberg),
- Heft 7: „Luftphotogrammetrische Vermessung der Flurbereinigung Bergen“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 8: „Probleme und Auswirkung der Flurbereinigung im Zusammenhang mit dem Wiederaufbau reblausverseuchter Weinberggemarkungen, untersucht an einer vor 15 Jahren bereinigten Gemeinde an der Nahe“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 9: „Untersuchungen über den Einfluß der Bodenerosion auf die Erträge in hängigem Gelände“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 10: „Befestigte landwirtschaftliche Wege in der Flurbereinigung als Mittel zur Rationalisierung der Landwirtschaft“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 11: „Die älteren Flurbereinigungen im Rheinland und die Notwendigkeit von Zweiteinigungen“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 12: „Die Verwendung des Lochkartenverfahrens bei der Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 13: „Die Flurbereinigung in Italien“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 14: „Bodenschutz in der Flurbereinigung“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 15: „Wirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur im Rahmen der Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 16: „Gutachten zu einer Neuordnung des ländlichen Raums durch Flurbereinigung“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 17: „Untersuchungen über verbundene Flurbereinigungs- und Aussiedlungsverfahren in Baden-Württemberg“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 18: „Die Wiederaufsplitterung nach der Flurbereinigung in Unterfranken“, im Erich Schmidt Verlag, Berlin/Bielefeld,
- Heft 19: „Die Aussiedlung im Flurbereinigungsverfahren“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 20: „Die Beanspruchung landwirtschaftlicher Wirtschaftswege im Hinblick auf eine steigende Mechanisierung der Landwirtschaft“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),

- Heft 21: „Landwirtschaft und Bevölkerung des Siegerlandes unter den Einflüssen industrieller und landeskultureller Wirkkräfte“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 22: „Landwirtschaftspflege und Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 23: „Auswirkungen der Flurbereinigung und Aussiedlung auf die Frauenarbeit im bäuerlichen Familienbetrieb“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 24: „Integralmelioration von Geestrandmooren, dargestellt am Beispiel der Flurbereinigung Harkebrügge, Krs. Cloppenburg“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart.
- Heft 25: „Bewertungsgrundsätze und Schätzungsmethoden in der Flurbereinigung und deren Folgemaßnahmen“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 26: „Die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 27: „Auswirkungen der Flurbereinigung und Wirtschaftsberatung in der Gemeinde Schafheim“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 28: „Agrarplanung als Grundlage der Flurbereinigung und anderer landwirtschaftlicher Strukturverbesserungen in städtisch-industriellen Ballungsräumen. Der Stuttgarter Raum als Beispiel“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 29: „Weitere Untersuchungen über wirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur im Rahmen der Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart.
- Heft 30: „Die Flurbereinigung von Waldflächen, Grundsätze und Verfahren“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart.
- Heft 31: „Bodenerhaltung in der Flurbereinigung“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen).

