

SCHRIFTENREIHE FÜR FLURBEREINIGUNG

Herausgegeben vom
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

HEFT 9

**Untersuchungen
über den Einfluß der Bodenerosion
auf die Erträge in hängigem Gelände**

Von

DR. LUDWIG JUNG

Mit 29 graphischen Darstellungen



EUGEN ULMER STUTTGART

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften

Untersuchungen über den Einfluß der Bodenerosion auf die Erträge in hängigem Gelände

Von
Dr. Ludwig Jung

Mit 29 graphischen Darstellungen



VERLAG EUGEN ULMER STUTTGART

1956

Die Arbeit wurde angefertigt im
Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung
der Justus-Liebig-Hochschule, Gießen
(Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. Kuron)

Vorwort

Durch umfangreiche Untersuchungen im Gelände und ergänzende analytische Arbeiten wurden jetzt die gesicherten Unterlagen für die ungünstigen Veränderungen gewonnen, die unsere Ackerböden in Hanglagen durch den Bodenabtrag durch Wasser erfahren. Die Ergebnisse erwiesen die Notwendigkeit angemessener Bodenschutzmaßnahmen in abtragsgefährdeten Lagen. Wesentliche Gesichtspunkte hierzu wurden verschiedentlich mitgeteilt. Eine der wichtigsten Maßnahmen im Berg- und Hügelland ist eine zweckmäßige Flureinteilung, die eine Sicherung gegen unbeherrschten Wasserabfluß und eine damit verbundene Bodenabschwemmung gibt. Unter diesem Gesichtspunkt kommt der Flurbereinigung eine entscheidende Bedeutung zu, indem der ihr zugrunde liegende Plan den Einbau von Maßnahmen der Wasserhaltung und -abführung meist ohne allzu große Umstände gestattet.

Wenn auch die Notwendigkeit von Bodenschutzmaßnahmen durch die Ermittlung der Bodenwertminderungen bereits aufgezeigt wurde, so erscheint es doch angebracht, die Auswirkung des Abtrages auf die Erträge des Ackerlandes ebenfalls zu erfassen. Dies gibt den Befunden einerseits eine größere Anschaulichkeit für den Praktiker und regt diesen andererseits zugleich zur Beschäftigung mit den Fragen der Schadenverhütung an. Daß dies oft mit recht einfachen, wirtschaftlich tragbaren Mitteln geschehen kann, wurde an anderer Stelle dargelegt. Da Maßnahmen dieser Art wesentlich leichter in Gemarkungen mit einer durch die Flurbereinigung geordneten Feldeinteilung durchzuführen sind, dürfte damit auch ein weiterer Anreiz für den Bauern zur Beschäftigung mit dieser für große Bereiche geradezu lebenswichtigen Frage entstehen. Unter diesem Gesichtspunkt wurde auch die vorliegende Untersuchung durchgeführt.

Ertragsmessungen durch Aberntung von 1 qm großen Teilstücken aus gleichmäßig bestellten Feldern wurden bereits in den Jahren 1940—1943 auf den Geschiebelehm Böden Norddeutschlands von uns durchgeführt. Dieses Verfahren wurde nun in den Jahren 1952 und 1953 auf die viel wechselvolleren Verhältnisse des Mittelgebirges übertragen. Dabei wurde versucht, möglichst verschiedenartige Bedingungen zu erfassen, indem ein Bereich bearbeitet wurde, der das südliche Niedersachsen, ganz Hessen und den Nordrand von Baden umfaßt. Die Ausführung dieser Arbeiten in dem gekennzeichneten großen Bereich war recht schwierig, weil stets genau der Zeitpunkt unmittelbar vor der Gesamtaberntung der vorgesehenen Flächen abgepaßt werden mußte. Zur Ergänzung wurden nach dem üblichen Schema von den Ernteflächen Bodenproben aus der Krume und dem folgenden Dezimeter des Unterbodens entnommen. In diesen wurde Phosphorsäure und Kali nach Egnér-Riehm sowie der Humusgehalt bestimmt. Damit ist eine gewisse Kennzeichnung des Standortes erreicht. Eine Erfassung des in den Hanglagen besonders wichtigen Ertragsbildungsfaktors „Wasser“ war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Sie ist besonderen Untersuchungen vorbehalten. Neu aufgenommen wurden in die vorliegende Arbeit Meßreihen zur Kennzeichnung der Saatentwicklung im Frühjahr, durch die ebenfalls die Standortsunterschiede an erodierten Hängen gut zum Ausdruck kommen.

Die gekennzeichneten Untersuchungen wurden ausgeführt von Herrn Dr. L. Jung, der zugleich die Auswertung übernahm, sowie den Herren Dr. Herberhold, Dr. Steinmetz und Dr. Wolkewitz, denen an dieser Stelle gedankt sei.

Gießen, im Dezember 1955.

H. Kuron

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Ernteertragsmessungen	7
a) Ergebnisse der Erntemessungen	7
b) Ergebnisse der Pflanzenzählungen	23
c) Besprechung der Ergebnisse	30
d) Darstellungen der Ertragsmessungen in Diagrammen	34
Schlußbetrachtung	44
Zusammenfassung	44
Schrifttumsverzeichnis	45

Ernteertragsmessungen

Um den Einfluß der Bodenverlagerungen auf den Ernteertrag festzustellen, wurden in Fortführung der Arbeiten in Norddeutschland (1, 2) auf Schlägen, die sich von einer ebenen oder fast ebenen Höhe über einen Hang in eine eben auslaufende Senke erstrecken, auf drei Geländeteilen Ernteertragsmessungen vorgenommen. Die Wahl solcher Schläge war notwendig, um die Unterschiede im Ertrag dieser drei Geländeteile Höhe, Hang und Senke mit verschiedenem Gefälle und verschiedener Lage zu erfassen. Bei der Auswahl dieser Schläge wurde ferner beachtet, daß andere, die Ernte beeinflussende Faktoren wie Waldnähe usw. nach Möglichkeit ausgeschaltet waren. Außerdem mußte die einheitliche Bewirtschaftung der gesamten Fläche gegeben sein. Eine Ernte- und Bodenprobeentnahme in Hangmulden, Dellen usw. wurde vermieden und die Entnahmestellen auf konvexe Hangteile gelegt. Abweichungen sind bei der Beschreibung der einzelnen Flächen angegeben. Die Ernte erfolgte auf folgende Weise: Auf jeder Fläche, die für die Probeentnahme in Frage kam, wurden vier bis fünf Parzellen von 1 qm Größe abgesteckt und geerntet. Von diesen vier oder fünf Parzellen wurde der Durchschnittswert für einen Quadratmeter ermittelt und der Ertrag in dz/ha umgerechnet. In den an denselben Stellen entnommenen Bodenproben wurde Phosphorsäure, Kali (nach Egnér-Riehm) und Humus bestimmt.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen angegeben. Die Buchstaben O und U bedeuten: O = Oberboden (Krume), U = Unterboden (10 cm unterhalb der Krume).

Am Schluß sind für jeden Standort die Verhältnisse in Diagrammen dargestellt. Diese zeigen auf der linken Seite des durch den schrägen Strich angedeuteten Hanges den Ernteertrag in dz/ha auf der Höhe, am Hang und in der Senke. Am schrägen Strich ist jeweils das Gefälle des Hanges in Prozent angegeben. Die Balken auf der rechten Seite stellen Relativzahlen dar; und zwar ist hier die Phosphorsäure des Unterbodens in Prozent des Oberbodens angegeben.

Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen war diese Art der Darstellung sehr aufschlußreich, besonders wenn die Phosphorsäure als Indikator für Bodenverlagerung herangezogen wurde (3).

a) ERGEBNISSE DER ERNTEMESSUNGEN 1952

1. Albacher Hof, Kreis Gießen.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	6,6	12,4	1,53	50,7	46,0
	U	3,0	9,6	1,38		
Hang	O	10,0	20,2	1,53	30,4	44,0
	U	0,4	4,3	0,25		
Senke	O	30,0	57,8	1,77	72,0	49,5
	U	30,0	42,8	2,00		

1. Der Boden des Albacher Hofes ist ein guter tiefgründiger Lösslehm. An den Hangschultern ist der Oberboden durch den Bodenabtrag so stark erodiert, daß primärer kalkreicher Löss die Krume bildet. In größerer Tiefe steht Basaltfels an. Der Hang hat ebene, regelmäßige Form trotz eines mittleren Gefälles von 18%. Die Senke ist offen. Die abgeschwemmten Bodenmassen stauen sich aber zunächst an einer kleinen Terrasse, was die Bildung eines tiefgründigen Aufschüttungsbodens zur Folge hat. Die Versorgung mit Phosphorsäure, Kali und Humus auf der ebenen Hochfläche war normal. Auch im Unterboden der Höhe sind die Nährstoffverhältnisse besonders für Humus gut. Dies führte zu einem guten Weizenерtrag von 50,7 dz/ha auf der Höhe. Der primäre Löss, der unverwittert am Hang ansteht, ist auf Grund der geringeren Krumentiefe und der dauernden Beeinflussung durch die Erosion weniger leistungsfähig als der Verwitterungsboden (Lösslehm) der Höhe und der Aufschüttungsboden der Senke. Letztere ist als Aufschüttungsboden überreichlich mit Nährstoffen und vor allem Humus versorgt. Der hohe Weizenерtrag (72,0 dz/ha), der natürlich nur auf den kleinen Meterparzellen unmittelbar vor der Terrasse gemessen wurde, ist einmal auf die gute Nährstoffversorgung und zum anderen auf die größere Feuchtigkeit an dieser Stelle zurückzuführen. Da es sich aber nur um einen schmalen Streifen entlang der Terrasse handelt, sind für die Gesamternte die geringeren Erträge der erodierten Hangfläche ausschlaggebend (Darst. 1).

2. Albacher Hof, Kreis Gießen.

(2. Hangfläche)

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	6,6	12,4	1,53	50,7	46,0
	U	3,0	9,6	1,38		
Hang	O	7,6	8,6	1,40	35,4	40,7
	U	0,1	3,6	0,66		
Senke	O	25,0	31,5	1,91	50,1	46,0
	U	11,0	24,6	0,96		

2. Es handelt sich bei diesem Boden um dieselben Verhältnisse wie bei der ersten Hangfläche des Albacher Hofes. Ein Unterschied besteht darin, daß der Abfluß in der offenen Senke stärker ist. Infolgedessen werden mit dem Feinboden mehr Nährstoffe und Humus abgeführt, die der wachsenden Pflanze verlorengehen. Die ungünstigere Beschaffenheit der Krume am Hang wirkt sich auch auf das 1000-Korngewicht aus, das auf beiden Flächen am Hang die geringsten Werte hat. Die Ertragsdepression auf dieser Hangfläche betrug 30%. Der stärkere Abfluß in der Senke bewirkte, daß der Ertrag hier gleich dem der Höhe war und keinen erheblichen Anstieg erfuhr, wie das auf der ersten Hangfläche der Fall war (Darst. 2).

3. Tiefgründiger Lösslehm bietet auf dem Gute Langenzell die Gewähr dafür, daß auch nach starkem Bodenabtrag nicht so bald nackter Fels (Buntsandstein, Muschelkalk) an die Oberfläche tritt und die Bearbeitung des Ackers unmöglich macht. Das Relief dieser Fläche ist weniger regelmäßig als die Hänge des Albacher Hofes. Das Gefälle betrug am mittleren Hang 14%. Die leicht wellige Form des Hanges deutet auf stärkere Abtragschäden in vergangenen Jahren hin. Es sind daher auf der Hangfläche Zwischenablagerungen vorhanden, die von Bodenmaterial gebildet werden, das von den oberen Hängen hierher verlagert wurde. Die gute Nährstoffversorgung, die durchweg festzustellen ist,

3. Langenzell, Kreis Heidelberg.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	20,7	12,9	1,05	36,2	45,5
	U	13,0	10,0	0,54		
Oberer Hang	O	19,2	8,6	0,95	27,5	44,0
	U	3,3	3,3	0,22		
Unterer Hang	O	25,2	20,0	1,05		
	U	21,6	16,5	1,06		
Senke	O	24,2	25,6	1,19	45,0	45,8
	U	23,0	17,2	0,95		

ist am geringsten am oberen Hang, wo neben der Bodenprobeentnahme auch die Erntertragsmessung des Weizens vorgenommen wurde. Die Bodenerosion hat die Krume stark vermindert, so daß trotz relativ günstiger Nährstoffversorgung ein Minderertrag von 24% gegenüber der Höhe entstand. Trotz der offenen Beschaffenheit der Senke und der dichten Lagerung des Bodens in ihr konnten am Hangfuß im aufgeschütteten Boden 45 dz/ha Weizen geerntet werden (Darst. 3).

4. Borgholz, Kreis Warburg.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	8,4	13,8	1,44	41,6	39,5
	U	4,0	6,4	1,08		
Hang	O	10,0	17,7	1,60	38,5	40,5
	U	9,8	12,8	1,40		
Senke	O	14,4	20,5	1,53	42,9	40,0
	U	6,5	6,4	1,17		

4. Der Lößlehm, zum Teil stärker degradiert, ist auf einem Hang mit 12% mittlerem Gefälle aufgelagert. Die Schlagbreite in Gefällrichtung beträgt über 200 Meter. Dies bedeutet nach den bisherigen Forschungsergebnissen eine dauernde Bewegung des Oberbodenmaterials vom oberen Hang zur Senke hin. Die Folge ist eine unregelmäßige Zusammensetzung des Bodens und ungleichmäßige Erträge. Im vorliegenden Falle wurden aber bei der Erntemessung keine sehr großen Unterschiede festgestellt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Ernteprobe der Höhe am oberen Hang genommen wurde, da auf der Höhe eine andere Fruchtart stand. Die Bodenprobeentnahme an dieser Stelle ergab, daß es sich hier um eine Zwischenablagerung handelt. Ebenso konnte festgestellt

werden, daß auch die Entnahmestelle am mittleren Hang auf einer Zwischenablagerung lag. Die Ertragsdepression betrug daher nur 7,5%. In der Senke stieg der Ertrag wieder etwas an, konnte aber den Wert vom oberen Hang nicht wesentlich überschreiten. Dies kommt daher, daß in der Senke gute Abflußmöglichkeiten vorhanden waren, und eine starke Anreicherung von Nährstoffen und Feinboden nur in beschränktem Maße möglich war (Darst. 4).

5. Steinheimer Hof (Rheingau).

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	50,6	44,4	2,20	62,6	46,3
	U	30,5	11,0	1,12		
Hang	O	40,6	31,1	2,00	56,0	44,5
	U	39,4	23,0	1,91		
Senke	O	40,6	39,2	2,00	50,2	45,2
	U	48,4	24,0	2,10		

5. Der langgestreckte Hang des Steinheimer Hofes mit einem durchschnittlichen Gefälle von 7—10% ist mit Lösslehm bedeckt und ist bester Weizenboden. Trotz geringen Gefälles und ausgesprochen guter Düngung wurde an der Hangmitte doch ein Minderertrag gegenüber der Höhe und der Senke festgestellt. Die Erträge liegen aber immerhin so hoch, daß dies nicht von praktischer Bedeutung ist. Die bodenkundliche Untersuchung ergab, daß auf diesem Hang eine große Zahl kleinerer und größerer Zwischenablagerungen vorhanden sind, die von Fall zu Fall verlagert werden und damit die physikalische Beschaffenheit des Bodens nach der ungünstigen Seite verändern. Da der Hang ganz allmählich mit sehr geringem Gefälle bis zur Bahnlinie Wiesbaden-Eltville ausläuft und kein ausgesprochener Stau von abgeschwemmtem Boden stattfindet, verhalten sich die Erträge in der Senke wie auf einer normalen ebenen Fläche. Demgegenüber stammen die Ernteproben der Höhe und der Hangmitte von Zwischenablagerungen des wandernden Bodens. Die ebene Höhe ist eine kleine Fläche, die von noch höher liegenden Geländeteilen beeinflusst wird, indem von dort abgeschwemmter Boden auf dieser kleinen, ebenen Fläche zur vorübergehenden Ablagerung kommt. Mit diesen Ablagerungen erhöht sich auch das Nährstoffkapital, das für die hohen Erträge auf diesen Zwischenablagerungen von ausschlaggebender Bedeutung ist (Darst. 5).

6. Oberurff, Kreis Fritzlar-Homberg.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	11,4	12,4	1,40	42,1	48,3
	U	5,0	8,9	0,58		
Hang	O	11,0	23,0	1,48	36,5	44,5
	U	9,0	13,2	1,48		
Senke	O	25,0	37,7	1,65	41,0	46,0
	U	16,2	27,8	1,40		

6. Lößlehm mit Buntsandsteinbeimengungen bildet den Boden dieser langen Hangfläche, die ein durchschnittliches Gefälle von 10% hat. Die Höhe hatte normale Nährstoffgehalte, obwohl bereits infolge eines schwachen Gefälles die Erosion wirksam ist und der Boden unter Abtrag leidet. Dieses abgetragene Material bleibt zum Teil vorübergehend auf der Hangfläche liegen, was aus den hier festgestellten erhöhten Nährstoffwerten in Ober- und Unterboden zu schließen ist. Die Senke ist offen, hat aber trotzdem eine gute Nährstoffversorgung, da durch kleinere Hohlhänge ein Zusammenfließen auf kleineren Raum bewirkt wird. Wenn auch die Ernteproben am Hang auf einer mit Nährstoffen und Humus angereicherten Zwischenablagerung gewonnen wurden, liegt der Ertrag doch mit 36,5 dz/ha unter dem Weizenertrag der Höhe mit 42,1 dz/ha, obwohl auch dort der Boden bereits erodiert wird. Dies bedeutet, daß trotz Anreicherung von Phosphorsäure und Kali sowie anderen Nährstoffen, die mit dem Feinboden verlagert werden, die Zwischenablagerung am Hang einen geringeren Ertrag bringt als die unter Erosion leidende Krume der fast ebenen Höhe. Der Ertrag in der Senke gleicht sich dem der Höhe an. Das 1000-Korngewicht hat auch hier am Hang den geringsten Wert (Darst. 6).

7. Albacher Hof, Kreis Gießen.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Hafer	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	7,4	15,2	1,40	54,0	32,0
	U	4,1	7,8	1,35		
Hang	O	7,2	6,8	0,94	28,4	28,0
	U	2,5	6,0	0,58		
Senke	O	15,4	37,7	1,91	61,7	28,8
	U	8,8	16,0	1,26		

7. Neben den Erntermittlungen, die auf den beschriebenen Weizenschlägen durchgeführt wurden, kamen auch zwei Haferschläge auf Lößlehm zur Untersuchung. Die Feststellung, daß auf den Weizenschlägen die Erträge auf der erodierten Hangfläche am geringsten waren, wurde auch bei Hafer bestätigt. Der Hafer wurde auf dem Albacher Hof auf einem steileren Hang mit 19% Gefälle geerntet. Auch hier handelt es sich um eine ebene Hangfläche, die stark erodiert ist, so daß nur eine Krumentiefe von 12 cm festgestellt werden konnte. Die Höhe brachte mit ihrer nur wenig beeinflussten guten Krumenbeschaffenheit 54,0 dz/ha Hafer. Der Hang dagegen blieb mit 28,4 dz/ha um 48% hinter diesem Ertrag der Höhe zurück. In der Senke dagegen, wo das aufgeschüttete Bodenmaterial wieder von einer kleinen Terrasse gestaut wird, konnten 61,7 dz/ha geerntet werden. Diese hohe Ernte bezieht sich allerdings nur auf einen 3 Meter breiten Streifen vor der kleinen Terrasse. Maßgebend für die Gesamternte ist die große erodierte Hangfläche (Darst. 7).

8. Der zweite Haferschlag wurde in Langenzell, Kreis Heidelberg, untersucht. Es ist dies ein langer Hang, wo Lößlehm auf einer Muschelkalkunterlage aufliegt. Der Abtrag hat hier den Boden schon so stark angegriffen, daß von einem ebenen Hang keine Rede mehr sein kann. Das Relief ist wellig (Waschbrettrelief) und von mehreren Hohlhängen durchzogen. Diese Hohlhänge sind die Folgen der bereits fortgeschrittenen Grabenerosion. Auf der Höhe konnte keine Probe genommen werden, da der Haferschlag am oberen Hang endete. Die Bodenproben sowie das Erntegut wurden daher auf einer

8. Langenzell, Kreis Heidelberg.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Hafer	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	8,8	17,2	1,19	37,7	35,0
	U	11,0	19,7	1,19		
Hang	O	9,0	28,8	1,37	25,0	29,5
	U	4,3	12,6	1,25		
Senke	O	18,5	45,6	1,32	41,6	31,3
	U	16,4	19,7	1,19		

Zwischenablagerung am oberen Hang genommen. Es wurden an dieser Stelle 37,7 dz/ha Hafer geerntet. Der Hang dagegen brachte nur 25 dz/ha, da hier keine Aufschüttung vorlag, sondern Abtrag vorherrschte und die Krume nur 10 cm Tiefe erreichte. Schon aus den Zahlen für Phosphorsäure, Kali und Humus ist ersichtlich, daß in der Senke vor einer kleinen Stufe das bei Starkregen abgeschwemmte Bodenmaterial mit all seinen aufgespeicherten Nährstoffen angesammelt wird. Obwohl Abflußmöglichkeit besteht, bleibt hier doch so viel liegen, daß ein tiefgründiger, humoser Aufschüttungsboden entsteht, auf dem 41,6 dz/ha Haferertrag festgestellt werden konnten. Das 1000-Korngewicht ist jeweils an der erodierten Hangfläche am kleinsten, erreicht aber auch in der Senke das Gewicht des Korntrages auf der Höhe (Darst. 8).

Ein Gerstenschlag konnte ebenfalls auf dem Albacher Hof in die Untersuchungen einbezogen werden. Die Gerste stand auf Lößlehm, der am Hang mit nur 18 cm Krumentiefe auf Basaltfels auflag. Das Gefälle betrug 19‰. Leider konnte auch an dieser Stelle keine Boden- und Ernteprobe an einer von Erosion wenig beeinflussten Fläche genommen werden. Die Entnahmestelle auf der Höhe liegt bereits auf einer Fläche mit 10‰ Gefälle. Dementsprechend sind die Ernteerträge von der Höhe und der Hangfläche nicht sehr unterschiedlich; im Gegenteil, es wurden am Hang noch 2 dz/ha mehr geerntet. In der Senke dagegen stieg der Ertrag wieder auf 41,6 dz/ha an. Die 1000-Korngewichte verhalten sich ähnlich.

9. Albacher Hof, Kreis Gießen.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Gerste	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	9,7	12,4	1,81	35,1	49,2
	U	1,4	7,2	0,79		
Hang	O	4,0	5,4	1,05	37,1	44,5
	U	0,0	2,6	0,35		
Senke	O	16,6	26,0	1,70	42,5	51,0
	U	7,6	6,4	1,18		

10. Borgholz, Kreis Warburg.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	3,5	14,2	1,81	24,2	36,5
	U	2,8	10,6	1,65		
Hang	O	4,0	12,2	1,65	20,5	34,5
	U	1,1	10,0	0,61		
Senke	O	8,2	19,0	1,65	15,0	37,0
	U	5,6	14,9	1,54		

10. Als weitere Getreideart wurde die Ernte von Roggenschlägen gemessen. Auf einem Kalkverwitterungsboden mit Lössbeimengung wurde auf einem 180 Meter langen Hang mit 11% Gefälle Roggen in Borgholz, Kreis Warburg, geerntet. Das Relief war schwach wellig, der untere Hang schloß mit einer Stufe gegen einen Fichtenbestand ab. In der Mitte dieser Hangfläche konnte eine Ertragsdepression von 15% gegenüber der Höhe festgestellt werden. Der Ertrag vor der Stufe am unteren Hang, wo eine leichte Aufschüttung des Bodens vorhanden ist, lag im Gegensatz zu den bisher untersuchten Flächen noch unter dem des Hanges mit nur 15 dz/ha. Dieser Minderertrag ist wohl in erster Linie auf den Einfluß des Waldes und die durch ihn hervorgerufene Beschattung der Fläche zurückzuführen. Der niedrigste Wert des 1000-Korngewichtes wurde aber wiederum auf der Hangfläche festgestellt (Darst. 9).

11. Zwergen, Kreis Hofgeismar.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	3,3	30,5	3,48	12,9	35,8
	U	1,5	23,0	1,37		
Senke	O	8,4	8,4	1,37	28,0	35,2
	U	4,2	7,3	1,06		

11. In Zwergen stand Roggen auf Muschelkalkboden an einem Hang mit 15% mittlerem Gefälle. Der obere Hang war mit Wald bedeckt. Boden- und Ernteproben wurden nur an zwei Stellen entnommen und zwar am oberen Hang und am Hangfuß. Da der obere Hang schon sehr stark erodiert war, betrug die Krumentiefe nur 12 cm. Dementsprechend konnten auf dieser oberen Hangfläche nur 12,9 dz/ha Roggen geerntet werden, während am Hangfuß 28,0 dz/ha gemessen wurden. Die 1000-Korngewichte blieben mit 35,8 und 35,2 g dieselben. Die obere Hangfläche leidet sehr unter Abtrag, ohne daß von höher gelegenen Flächen, die mit Wald bedeckt sind, abgeschwemmtes Bodenmaterial zugeführt wird. Am Waldrand führt ein Weg zum Tal, der bereits als Hohlweg ausgebildet ist und die bei starken Gewitterregen am Waldrand anfallenden Wassermassen wegführt (Darst. 10).

12. Eubach, Kreis Melsungen.

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	17,0	49,2	5,48	20,0	31,0
	U	12,6	47,2	5,48		
Hang	O	12,6	41,4	2,67	31,1	34,0
	U	2,0	20,5	1,83		
Senke	O	3,9	18,4	2,48	30,3	29,5
	U	1,3	9,6	1,62		

12. In Eubach waren die Verhältnisse ähnlich wie in Zwergen. Auch hier handelt es sich um einen Muschelkalkverwitterungsboden mit schwacher Lößbeimengung, der am oberen Hang schon sehr stark abgetragen ist. Der Schlag beginnt unterhalb einer hohen Böschung, die alle Abschwemmassen höher gelegener Geländeteile auffängt. Die Probe auf der Höhe bezieht sich daher auf diese Fläche am oberen Hang, die bereits ein Gefälle von 11% hat. Da hier der Abtrag vorherrscht, ist der Boden sehr steinig und in schlechter Verfassung. Trotz verhältnismäßig guter Nährstoffversorgung betrug die Roggen-ernte doch nur 20 dz/ha. Zur Hangmitte hin folgte eine größere Ablagerung, die teilweise der weiteren Verfrachtung unterliegt, weil das Gefälle in der Hangmitte steiler wird (19%). Auf dieser Ablagerung war die Ernte um 50% höher und auch das 1000-Korngewicht hatte einen höheren Wert (34 g). Der Hangfuß lief nur kurz bis zu einem Bachlauf hin aus, der den abgeschwemmten Feinboden und die von ihm mitgeführten Düngerstoffe weitertransportiert. Die Nährstoffwerte sind daher in dieser Senke sehr niedrig im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Schlägen, bei denen die Abflußmöglichkeiten in der Senke nicht so günstig sind. Der Roggenertrag war infolgedessen an dieser Stelle nicht höher als auf der Zwischenablagerung am mittleren Hang. Das 1000-Korngewicht lag mit 29,5 g noch unter dem Gewicht auf der oberen Hangfläche (Darstellung 11).

13. Neumorschen, Krs. Melsungen

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	9,4	15,2	1,54	33,1	33,3
	U	1,1	5,0	0,36		
Hang	O	4,4	13,8	1,91	22,5	31,0
	U	1,9	7,2	1,26		

13. In Neumorschen wurden nur Höhe und Hang bei der Probeentnahme berücksichtigt, da in der Senke eine andere Kulturart anschoß, die anders gedüngt und bearbeitet war. Es handelt sich auch hier um Muschelkalkboden und Lößbeimengung. Das Gefälle am Hang betrug 32%. Die wellige Reliefform ließ schon auf den starken Einfluß des Bodenabtrags schließen. Viele Zwischenablagerungen waren über den Hang verteilt, die bei jedem Starkregen weiterwandern und das Relief dauernd verändern. Die Entnahmestelle auf der Höhe lag ebenfalls auf einer solchen Ablagerung, die von seitlich höher liegenden Ackerflächen angespült worden war. Der Roggenertrag erreichte hier 33,1 dz/ha. Trotz des starken Gefälles konnten noch 22,5 dz/ha an der Hangmitte geerntet werden. Das 1000-Korngewicht liegt aber auch mit 31,0 g unter dem der Höhe (33,3 g) (Darst. 12).

14. Bubenrode, Krs. Fritzlar-Homberg

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	22,5	39,8	1,74	30,5	35,5
	U	13,0	26,0	1,12		
Hang	O	30,0	40,1	2,48	16,2	29,5
	U	17,4	24,3	0,68		
Senke	O	10,7	39,4	4,03	28,4	35,0
	U	6,6	17,7	2,88		

14. In Bubenrode konnte die Roggenernte auf einem Basaltverwitterungsboden mit geringer Lößbeimengung vorgenommen werden. An eine fast ebene Hochfläche, auf der der Lößanteil im Boden noch am stärksten war, schloß sich ein steiler Hang mit 22% Gefälle an. Am Hangfuß wurde der Schlag von einer 1 Meter hohen Böschung begrenzt, die zum Teil mit Gebüsch bewachsen war. Abflußmöglichkeiten waren seitlich gegeben. Die guten Nährstoffverhältnisse sowie die gute Beschaffenheit der Ackerkrume brachten eine Roggenernte von 30,5 dz/ha. Am Hang allerdings war der Boden so weit abgetragen, daß nur 10 cm Krume auf festem Basalt auflagen. Trotz guter Humusversorgung und guten Nährstoffverhältnissen war nur eine Ernte von 16,2 dz/ha festzustellen. Da am Hangfuß, wie beschrieben, Abflußmöglichkeiten bestanden, war auch hier keine große Aufschüttung abgeschwemmten Bodenmaterials möglich, so daß der Ertrag nicht über den der Höhe kam (Darst. 13).

15. Albacher Hof, Krs. Gießen

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha
Kartoffeln					
Höhe	O	15,8	9,6	1,65	417,35
	U	4,2	7,4	1,17	
Hang	O	18,8	9,6	1,26	269,25
	U	0,3	3,3	0,75	
		0,0	3,3	0,43	
Senke	O	18,4	8,1	1,54	385,50
	U	5,5	6,6	1,48	
Zucker - Rüben					
Höhe	O	12,7	16,5	1,65	639,0
	U	6,2	10,5	1,33	
Hang	O	10,5	10,5	1,48	311,0
	U	0,0	6,6	0,37	
Senke	O	26,0	24,8	2,04	912,0
	U	15,5	19,2	1,84	

15. Zur weiteren Orientierung wurden zwei Hackfruchtschläge in die Erntermittlungen einbezogen. Es wurden auf dem Albacher Hof, Kreis Gießen, Kartoffel- und Zuckerrüben-erträge auf einem Lössleimboden festgestellt. Das Gefälle der beiden Hänge betrug 10% bzw. 9%. Die Senke war jeweils offen. Bei den Kartoffeln war der Ertrag am Hang weit unter dem der Höhe zurückgeblieben. Aber auch in der Senke konnten nicht soviel Kartoffeln geerntet werden wie auf der Höhe, da der physikalische Zustand des Aufschüttungsbodens eine gute Durchlüftung, wie sie die Kartoffel braucht, nicht gewährleistet.

Die Zuckerrüben dagegen waren in der Senke am größten und brachten den höchsten Ertrag mit 912 dz/ha, fast das dreifache der Ernte am Hang. Diese Fläche mit gutem Ertrag betrug in ihrer Größe aber nur 2% der gesamten Schlagfläche. Die Höhe lieferte 639 dz/ha und lag damit im Ertrag in der Mitte zwischen Hang und Senke.

ERGEBNISSE DER ERNTEMESSUNGEN 1953

16. Zierenberg, Krs. Wolfhagen

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	9,5	27,9	1,42	38,4	55,6
	U	3,0	19,9	1,20		
Hang	O	13,1	40,3	2,05	30,4	54,5
	U	11,2	38,0	1,42		
Senke	O	21,2	33,0	2,25	42,2	52,5
	U	18,3	23,5	1,65		

16. Der Weizenschlag bei Zierenberg auf Basaltverwitterung mit 9% Gefälle hatte auf der Hangfläche eine Ertragsdepression von 19% gegenüber der Höhe, obwohl an der Probeentnahmestelle am Hang verlagertes Bodenmaterial angesammelt war mit einer erheblichen Anreicherung von Phosphorsäure, Kali und Humus. In der offenen Senke war der Weizen-ertrag mit 42,2 dz/ha am höchsten, das 1000-Korngewicht am geringsten (Darst. 14).

17. Niederscheden, Krs. Hann. Münden

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	11,3	22,3	2,36	39,3	53,9
	U	1,5	6,9	1,20		
Hang	O	16,8	42,5	2,49	33,6	49,3
	U	7,4	35,0	1,59		
Senke	O	22,0	33,0	2,49	37,9	53,7
	U	14,8	19,9	1,75		

17. Auf einem schweren Boden (Keuperletten) in Niederscheden konnte der höchste Weizen-ertrag auf ebener Höhe mit 39,3 dz/ha geerntet werden. Der Hang mit 9% Gefälle brachte nur 33,6 dz/ha, obwohl hier Nährstoffanreicherung infolge Zufuhr vom

oberen Hang vorhanden war. Auch die Senke war durch die Anschwemmung sehr nährstoffhaltig und gut mit Humus versorgt, trotzdem lag der Ertrag unter dem der Höhe. Der Boden wird auf Grund seiner Beschaffenheit bei der Verlagerung so dicht zusammengeschlammmt, daß eine sehr ungünstige Struktur entsteht, die aus bodenphysikalischen Gründen keine guten Erträge erwarten läßt (Darst. 15).

18. Hohenborn, Kr. Wolfhagen

(1. Hangfläche)

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	29,3	50,0	1,88	40,5	38,3
	U	17,7	35,0	1,35		
Hang	O	29,3	42,5	1,59	35,5	46,1
	U	3,0	13,5	0,30		
Senke	O	7,1	33,0	1,88	42,2	47,8
	U	6,7	37,5	2,05		

18. Die Höhe dieses Schlages war nicht eben und war daher etwas überschüttet von höher anstehendem Lößlehm. Die Weizenernte betrug an dieser Stelle 40,5 dz/ha, da durch die Zwischenablagerung sehr gute Nährstoffverhältnisse geschaffen waren. Dagegen lag das Ernteergebnis am Hang (12% Gefälle) um 17% tiefer. Obwohl in der Senke weitere Abflußmöglichkeiten bestanden, wurden auf einem schmalen Streifen von 6 Metern 42,2 dz/ha geerntet. Das 1000-Korngewicht war auf diesem Schlag auf der Zwischenablagerung der Höhe am geringsten (Darst. 16).

19. Hohenborn, Krs. Wolfhagen

(2. Hangfläche)

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	25,8	36,0	1,88	32,3	55,0
	U	5,1	10,0	0,57		
Hang	O	14,2	24,2	1,94	32,2	55,5
	U	1,9	10,0	0,52		
Senke	O	19,3	33,0	1,65	36,6	58,7
	U	18,3	28,4	1,51		

19. Der zweite untersuchte Hang hatte nur ein Gefälle von 5%. Der Boden war auch hier guter Lehm Boden (Löß). Ein Minderertrag auf der Hangfläche war nicht festzustellen. In der Senke, die eine erhebliche Anreicherung von Phosphorsäure, Kali und Humus aufwies, stieg der Ertrag gegenüber Höhe und Hang um 12%. Auch das 1000-Korngewicht erreichte in der Senke seinen höchsten Wert (58,7). Der Hang war eben und regelmäßig; stärkere Anrisse waren nicht vorhanden. Die Verlagerung des Bodens zur Senke hin geschieht in Form von Schichterosion (Darst. 17).

20. Aglasterhausen, Krs. Mosbach

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	43,0	11,6	2,25	31,7	40,3
	U	45,0	6,9	1,27		
Hang	O	40,5	9,7	1,20	25,5	38,8
	U	25,8	5,5	0,70		
Senke	O	26,9	13,2	2,05	38,2	41,0
	U	14,8	9,7	1,35		

20. In Aglasterhausen wurde ein Hang mit 23% Gefälle untersucht. Der leicht erodierbare Buntsandsteinboden war infolge Abspülens des Feinbodens sehr steinig. Die Weizenerträge sind daher entsprechend niedriger als auf den Lößlehm Böden. Trotz Zwischenablagerung und damit verbundener Nährstoffanreicherung am Hang konnten nur 25 dz/ha Weizen geerntet werden. Der Ertrag in der Senke mit 38,2 dz/ha liegt 7 dz/ha höher als der Ertrag auf der Höhe. Der ganze Hang hat bereits eine sehr unregelmäßige Form durch den Angriff der Erosion. Bei Starkregen tritt in erhöhtem Maße Grabenerosion auf, die größere Verluste und Zerstörungen der Ackerkrume mit sich bringt. Die 1000-Korngewichte lagen im Durchschnitt niedriger als auf den Lößböden und waren hier am Hang am niedrigsten (Darst. 18).

21. Gieboldehausen, Krs. Duderstadt

(1. Hangfläche)

In Gieboldehausen lag ebenfalls ein Buntsandsteinboden vor. Der Hang hatte ein Gefälle von 11% und eine offene, lang auslaufende Senke. Auf Grund der Länge des Schlages (300 m) konnte hier die Erosion stärker angreifen und Rillen und Gräben verursachen, die der Hangfläche eine unregelmäßige Form geben. Der Weizenertrag war auf der mittleren Hangfläche mit nur 20,6 dz/ha sehr niedrig. Auf der Höhe und in der Senke wurden je 47 dz/ha geerntet. Das 1000-Korngewicht war ebenfalls am Hang am geringsten (Darst. 19).

(1. Hangfläche)

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	9,4	8,2	0,85	30,1	47,3
	U	3,9	6,9	0,57		
Hang	O	11,7	13,2	0,77	20,6	45,2
	U	—	—	0,38		
Senke	O	13,8	10,4	1,42	30,7	47,5
	U	10,9	12,4	1,20		

22. Gieboldehausen, Krs. Duderstadt

(2. Hangfläche)

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	9,4	8,2	0,85	30,1	47,3
	U	3,9	6,9	0,57		
Hang	O	11,2	17,7	1,59	25,7	47,0
	U	7,4	11,6	—		
Senke	O	18,6	39,0	1,35	35,5	54,2
	U	20,4	36,0	2,88		

22. Die zweite Hangfläche in Gieboldehausen schloß sich seitlich an die erste an, so daß die Werte der Höhe die gleichen sind und den Ausgangspunkt für beide Hangflächen bilden. Der zweite Hang hatte 15% Gefälle. Die Hanglänge dagegen war wesentlich kürzer, aber auch mit mehreren Zwischenablagerungen von wanderndem Bodenmaterial überdeckt. Die Erntemenge war infolgedessen hier um 5 dz/ha höher als auf dem ersten Hang. In der Senke wurde auf Grund der Ausformung des Geländes mehr Boden und damit auch Düngerstoffe aufgeschüttet, was zu einem Weizenерtrag von 35 dz/ha führte. Die 1000-Korngewichte unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander (Darst. 20).

23. Lutterbeck, Krs. Northeim

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	9,4	21,5	2,36	35,1	54,2
	U	4,2	18,7	0,91		
Hang	O	4,9	23,0	1,59	29,5	53,9
	U	2,0	13,1	0,38		
Senke	O	8,6	16,0	1,65	39,3	52,9
	U	4,2	19,9	1,42		

23. Die Hangfläche in Lutterbeck hatte 9% Gefälle. Der Boden war Lößlehm. Auf der ebenen Höhe wurden 35,1 dz/ha Weizen geerntet. Die Krume war hier wenig von der Erosion beeinflusst und hatte normale Nährstoffverhältnisse. Dagegen betrug die Weizenernte am Hang nur 29,5 dz/ha, obwohl auch hier Überschüttung von nährstoffreichem Boden der höheren Hangflächen vorlag. Am unteren Ende begrenzte ein Bachlauf den Schlag. Die Fläche in der Senke war daher nur klein und hatte nur geringe Aufschüttungen, da durch den Bachlauf die abgetragenen Bodenmengen weitertransportiert wurden. Große Unterschiede im 1000-Korngewicht bestanden nicht (Darst. 21).

24. Wiebelsbach, Kr. Dieburg

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	0,1	21,1	2,25	33,1	43,4
	U	1,3	3,4	0,38		
Hang	O	8,3	22,3	1,88	25,5	38,4
	U	1,1	4,1	0,38		
Senke	O	5,4	21,1	2,60	34,9	37,7
	U	3,6	9,4	1,59		

24. In Wiebelsbach wurde Weizen auf Buntsandsteinverwitterung mit Lößbeimengung geerntet. Der Schlag lag an einem Hang mit 8‰ Gefälle. Die Fläche am Hang war bereits mit kleinen Rillen und Gräben durchzogen. Dies ist die Folge der erodierenden Tätigkeit des oberirdisch abfließenden Wassers nach starken Regenfällen. Infolgedessen war auch der Boden uneinheitlich in Beschaffenheit und Tiefe der Krume. Von 33,1 dz/ha Weizenantrag auf der Höhe sank der Ertrag an der Hangfläche auf 25,5 dz/ha. Der lang auslaufende Hangfuß brachte 34,9 dz/ha. Die Senke war offen, der Boden war aber aufgeschüttet und hatte vor allem einen hohen Humusgehalt in Krume und Unterboden. Das höchste 1000-Korngewicht wurde auf der Höhe festgestellt (Darst. 22).

25. Osterode, Krs. Osterode

Ein langer Hang (Lößlehm) mit schwachem Gefälle von 6‰ zeigte ebenfalls erhebliche Ertragsunterschiede an den einzelnen Hangteilen. Der Hang war eben und regelmäßig. Er zeigte im Relief keinerlei Formen, die auf stärkere Bodenverlagerungen hindeuteten. Der Unterschied zwischen den Weizenanträgen von der Höhe und vom Hang (8 dz/ha) läßt aber den Schluß zu, daß am Hang ein erheblicher Teil der Krume durch Abtrag verlorengegangen sein muß. Die Nährstoffzahlen für Höhe, Hang und Senke bestätigen die Abtragsvorgänge an der Hangfläche. Die abgetragene Bodenschicht verteilt sich vom Hangfuß, der sich lang ausdehnt, bis zum Ackerrand in der Senke, wo durch einen Graben abgeschwemmtes Bodenmaterial weitertransportiert werden kann. Kurz vor diesem Graben wurden 49,1 dz/ha Weizen geerntet; das 1000-Korngewicht war aber hier am geringsten (Darst. 23).

25. Osterode, Kr. Osterode

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	8,0	17,1	1,65	44,7	51,3
	U	2,3	11,5	0,91		
Hang	O	6,1	10,0	1,88	36,7	49,7
	U	2,6	6,9	0,91		
Senke	O	19,0	14,6	2,05	49,1	48,2
	U	8,3	14,6	1,27		

26. Förste, Krs. Osterode

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Weizen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	5,1	26,0	2,25	35,4	43,5
	U	1,8	10,0	1,20		
Hang	O	7,1	33,0	2,05	24,4	34,9
	U	1,4	9,1	0,65		
Senke	O	9,7	18,7	2,36	38,1	43,5
	U	3,6	1,0	1,05		

26. Ähnliche Verhältnisse wie in Osterode lagen in Förste vor. Der Hang lag in gleicher Lage und wurde ebenfalls in der Senke von einem Graben begrenzt. Der Minderertrag an der Hangfläche betrug hier 11 dz/ha, während in der Senke der Weizenertrag der Höhe (35,4 dz/ha) um 2,7 dz/ha überschritten wurde. Das 1000-Korngewicht war auch am Hang am niedrigsten. Der Minderertrag am Hang ist um so bemerkenswerter, da die Ernteprobe auf einer kleinen Zwischenablagerung genommen wurde, in der die Nährstoffe Phosphorsäure und Kali in ausreichendem Maße vorhanden waren (Darst. 24).

27. Förste, Krs. Osterode

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	13,8	39,2	1,94	32,3	34,7
	U	6,4	34,3	0,57		
Hang	O	22,8	16,6	2,05	28,1	37,3
	U	1,1	7,5	0,57		
Senke	O	15,4	15,5	1,94	34,1	37,5
	U	6,4	8,5	1,75		
	U/45 cm	15,4	6,2	2,15		

27. Auf der zweiten Hangfläche in Förste wurde Roggen geerntet. Das Gefälle betrug hier 70%. An den schwachen Bodenwellen waren einzelne Zwischenablagerungen von wanderndem Bodenmaterial zu erkennen. Die hohen Phosphorsäure- und Humuswerte am Hang lassen ebenfalls auf diese Verlagerung schließen. Trotzdem konnte auf der Hangfläche der Roggenertrag nicht erreicht werden, wie er auf der Höhe geerntet wurde. Der lang ausgedehnte Hangfuß ging allmählich in die Senke über, in der weitere Abflußmöglichkeiten bestanden. Tiefere Bodeneinschläge ließen erkennen, daß eine alte Ackerkrume in 40 cm Tiefe vorhanden war, die im Laufe der Zeit von den abgespülten Bodenmassen überlagert wurde. Der Boden selbst war auf Gips aufgelagert und mit Lößmaterial vermengt (Darst. 25).

28. Uhrde, Krs. Osterode

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O g Boden	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	5,1	10,0	1,59	21,7	34,2
	U	4,0	5,2	1,05		
Hang	O	5,6	17,4	1,75	26,1	31,6
	U	1,7	11,5	0,85		
Senke	O	9,7	17,4	1,35	32,1	37,8
	U	—	—	—		

28. In Uhrde wurde am Hang mit 10% Gefälle 4,4 dz/ha mehr Roggen geerntet als auf der Höhe. Der Boden war Lößlehm und der Hang stark vom Abtrag beeinflusst. Die Höhe selbst hatte geringes Gefälle und wurde außerdem von Wasser- und Bodenmengen überschüttet, die aus einem höher liegenden Einzugsgebiet abwanderten. Der Roggen auf der Höhe stand daher nicht, wie in den meisten anderen Fällen, in einer wenig vom Abtrag beeinflussten Krume, sondern auch auf einer Zwischenablagerung. Es lagen daher auf der Höhe wie auch am Hang gleiche Verhältnisse vor. Ein etwas höherer Ertrag (37,8 dz/ha) wurde in der Senke erzielt. Der Ertrag war aber nur auf einem kleinen Raum möglich, da in der Hauptsache Lagerfrucht vorherrschte, und die Fläche in der Senke an sich nicht groß war (Darst. 26).

29. Langenzell, Krs. Heidelberg

Lage		P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O g Boden	Humus %	Ertrag dz/ha Roggen	1000-Korn- gewicht in g
Höhe	O	21,2	17,4	1,13	30,2	36,8
	U	3,6	3,4	0,30		
Hang	O	19,0	16,0	1,13	20,4	35,5
	U	3,7	11,3	0,65		
Senke	O	34,8	31,0	1,88	27,8	41,2
	U	12,4	12,2	0,57		

29. Lößlehm Boden bildete die Ackerfläche in Langenzell. Sie lag an einem Hang mit 13% Gefälle. Die Höhe war nicht ganz eben und wurde infolgedessen schon erodiert. Die Senke war zwar offen, es staute sich aber trotzdem der abgeschwemmte Boden in ihr an, was aus den hohen Werten für Phosphorsäure, Kali und Humus hervorgeht. Die Hangfläche war mit kleinen Rinnen und Gräben durchzogen, ein Zeichen, daß die erodierende Tätigkeit abströmender Wassermassen schon weiter fortgeschritten ist. Der Roggenertrag am Hang war dementsprechend niedrig und betrug nur 20,4 dz/ha. Dies waren 10 dz/ha weniger als auf der Höhe. Der Ertrag in der Senke reichte auch nicht an den der Höhe heran, trotz der guten Nährstoffversorgung. In diesem Zusammenhang ist die Feststellung wichtig, daß die Höhe von einem höher liegenden Einzugsgebiet nicht beeinflusst wurde, daß also die Ackerkrume der Höhe lediglich unter schwachem Abtrag leidet, der allerdings dauernd ihre Mächtigkeit verringert. Das 1000-Korngewicht war in der Senke am höchsten (Darst. 27).

30. Steimke, Krs. Uslar

Lage	O U	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O Boden	Humus %	Ertrag dz/ha Tettraroggen	1000-Korn- gewicht in g
(1. Hangfläche)						
Hang	O	13,8	21,1	1,42	30,2	53,5
	U	4,6	6,9	0,43		
Senke	O	18,3	21,1	1,75	45,8	53,3
	U	19,0	9,4	1,42		
(2. Hangfläche)						
Höhe	O	14,5	13,2	1,51	34,9	50,4
	U	12,9	17,9	0,97		
Hang	O	19,7	17,4	1,65	30,1	51,7
	U	5,4	6,9	0,30		
Senke	O	19,7	21,1	1,42	43,0	52,4
	U	26,9	19,4	1,35		

30. Das Gelände in Steimke war kesselförmig ausgebildet und an einer Seite offen. Der Boden bestand aus Lößlehm, in den bereits durch fortschreitende Erosion Gräben eingeschnitten waren. Auf der 1. Hangfläche wurde auf der Höhe keine Probe genommen, da sie von Wald bedeckt war. Die Probe der Höhe von der 2. Hangfläche entstammt einer fast ebenen Fläche. Ein höher liegendes Einzugsgebiet bewirkte aber noch eine gewisse Überschüttung dieser Entnahmestelle, so daß der Ertrag der Höhe nicht einer normalen, von Verlagerungsvorgängen unbeeinflussten Krume entspricht, sondern auf angeschüttetem Boden geerntet wurde. Daher ist der Minderertrag auf den Hangflächen nur um 4,7 dz/ha bzw. 4,8 dz/ha geringer als auf der Höhe. Die kesselförmige Ausbildung des Geländes bedingte ein Zusammenfließen des abgeschwemmten Bodens und der Nährstoffe nach der offenen Senke hin. Hier lagerte sich infolgedessen ein großer Teil der Nährstoffe und des wandernden Bodens ab. Es entstand ein nährstoffreicher Aufschüttungsboden, auf dem 43 dz/ha Tettraroggen geerntet wurden. Auch das 1000-Korngewicht erreichte an dieser Stelle seinen höchsten Wert (Darst. 28 und 29).

b) ERGEBNISSE DER PFLANZENZÄHLUNGEN, MÄRZ 1953

Zur weiteren Erfassung der Ertragsschäden auf erodierten Hängen wurden im Frühjahr 1953 Pflanzenzählungen an Wintergetreide durchgeführt. Es wurde die Zahl der Pflanzen auf 1 m Drillreihe festgestellt mit 20 Parallelmessungen. Die Auszählung der Pflanzen erfolgte nicht wie bei der Ernte auf Höhe, Hang und Senke, sondern am oberen Hang, der meist stark erodiert war, und am Hangfuß. Zusätzlich wurden an diesen Stellen, wie bei den Ertragsermittlungen, Bodenproben entnommen, um Einblick in die Boden- und Nährstoffverhältnisse zu erhalten und auf Grund der Nährstoffverteilung die Verlagerung des Bodens zu erkennen.

1. *Trais Münzenberg (Krs. Gießen)*

Lößlehm mit wenig Basalt; Weizen, Reihen quer zum Hang.

Entfernung: 100 m. Gefälle: 12‰. S-W-Hang.

Die Ergebnisse an den einzelnen Hängen waren folgende:

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus ‰	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	37,0	25,0	1,55	39,2 (± 7,4)
	30—40	22,6	11,9	1,15	
Unten	0—10	41,0	37,0	2,20	52,3 (± 7,3)
	30—40	31,2	21,1	1,50	

2. *Wölfersheim (Krs. Friedberg)*

Lößlehm; Roggen, Reihen mit Gefälle.

Entfernung: 100 m. Gefälle: 5‰. O-Hang.

Oben	0—10	35,0	> 50,0	1,94	54,0 (± 5,1)
	30—40	1,5	10,3	0,12	
Unten	0—10	20,8	39,0	> 3,50	68,0 (± 6,4)
	30—40	16,0	10,6	2,05	

3. *Dauernheimer Hof (Krs. Büdingen)*

Lößlehm; Weizen, Reihen quer zum Hang

Entfernung: 20 m. Gefälle: 33‰. O-Hang.

Oben	0—10	19,0	29,7	1,30	37,9 (± 6,9)
	30—40	9,7	8,1	0,43	
Unten	0—10	> 45,0	> 50,0	2,70	60,4 (± 9,9)
	30—40	> 45,0	> 50,0	1,63	

4. *Dauernheimer Hof (Kr. Büdingen)*

Lößlehm mit Basalt; Weizen, Reihen quer zum Hang.

Entfernung: 76 m. Gefälle: 16‰. O-Hang.

Oben	0—10	14,6	15,2	1,36	37,7 (± 4,5)
	30—40	15,8	19,4	0,99	
Unten	0—10	18,0	50,0	2,14	51,8 (± 4,8)

5. *Schleifelderhof (Krs. Büdingen)*

Lößlehm mit wenig Basalt (unten im Untergrund marmoriert);
Weizen, Reihen längs zum Hang.

Entfernung: 200 m. Gefälle: 11‰. S-O-Hang.

Oben	0—10	10,1	16,4	1,80	61,5 (± 6,1)
	30—40	3,4	5,9	0,79	
Unten	0—10	24,4	29,5	2,00	72,2 (± 8,9)
	30—40	18,0	12,7	1,60	

6. Zwischen Schleifelderhof und Dauernheim (Krs. Büdingen)

Lößlehm; Reihen längs zum Hang.

Entfernung: 70 m. Gefälle: 13‰. N-Hang.

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus ‰	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	5,2	14,1	1,91	58,6 (± 6,65)
	30—40	3,7	5,9	0,23	
Unten	0—10	13,6	27,6	3,20	80,3 (± 6,85)
	30—40	13,6	19,8	2,22	

7. Kirberg (Krs. Bad Schwalbach)

Lößlehm; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 23 m. Gefälle: 14‰.

Oben	0—10	2,5	8,5	2,40	44,4 (± 4,8)
	30—40	0,2	4,5	0,34	
Unten	0—10	13,6	14,7	> 3,50	64,9 (± 5,1)
	30—40	3,6	7,8	1,66	

8. Hofgut Hermannstein (Krs. Wetzlar)

Lößlehm auf Kieselschiefer; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 100 m. Gefälle: 20‰. W-Hang.

Oben	0—10	13,1	12,8	1,70	35,9 (± 6,1)
	30—40	1,3	4,8	0,74	
Unten	0—10	27,3	50,0	3,50	48,7 (± 4,6)
	30—40	23,5	27,3	1,57	

9. Albacher Hof (Krs. Gießen)

Lößlehm; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 30 m. Gefälle: 12‰.

Oben	0—10	5,4	10,3	1,64	51,2 (± 5,9)
	30—40	1,7	5,9	0,70	
Unten	0—10	15,4	32,0	1,80	68,1 (± 8,4)
	30—40	10,5	14,2	1,57	

10. Hofgut Lich (Krs. Gießen)

Lößlehm; Weizen, Reihen mit dem Gefälle.

Entfernung: 150 m. Gefälle: 7‰. S-W-Hang.

Oben	0—10	35,0	26,6	1,80	51,7 (± 7,4)
	20—30	11,6	7,2	1,07	
Unten	0—10	30,0	38,0	3,00	63,1 (± 9,9)
	20—30	27,0	28,8	2,63	

11. Zwischen Bernsfeld und Niederohmen (Krs. Alsfeld)

Lößlehm; Roggen, Reihen mit dem Gefälle.

Entfernung: 70 m. Gefälle: 7‰. O-Hang.

(Untere Entnahmestelle: Grundwassereinfluß).

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus ‰	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	6,0	18,1	2,50	47,8 (± 5,2)
	30—40	0,9	6,6	0,74	
Unten	0—10	5,5	19,5	3,00	61,3 (± 6,4)
	30—40	1,0	5,3	1,22	

12. Hofgut Rülfenrod (Krs. Alsfeld)

Basalt mit Löß; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 180 m. Gefälle: 22‰.

Oben	0—10	12,0	28,9	2,00	52,5 (± 5,9)
	30—40	5,2	4,8	0,70	
Unten	0—10	12,6	9,6	1,70	70,9 (± 6,7)
	30—40	2,1	3,6	1,12	

13. Ehringshausen (Krs. Alsfeld)

Basalt mit Löß; Roggen, Reihen mit dem Gefälle.

Entfernung: 30 m. Gefälle: 10‰. S-W-Hang.

Oben	0—10	1,4	15,5	2,20	48,8 (± 3,6)
	30—40	0,0	17,6	0,23	
Unten	0—10	3,4	10,1	> 3,50	68,4 (± 7,3)
	30—40	5,0	9,7	> 3,50	

14. Seibelsdorf (Krs. Alsfeld)

Basalt, Sandstein, Lößlehm; Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 125 m. Gefälle: 9‰.

Oben	0—10	4,0	37,0	2,50	41,5 (± 8,4)
	30—40	1,8	15,0	1,19	
Unten	0—10	3,9	15,7	2,00	50,4 (± 7,1)
	30—40	3,2	15,3	1,53	

15. Eudorf (Krs. Ziegenhain) — Hopfenhole —

Basalt mit Lößlehm; Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 91 m. Gefälle: 10‰. S-O-Hang.

Oben	0—10	13,1	> 50,0	> 3,50	39,5 (± 7,8)
	30—40	1,3	15,8	0,79	
Unten	0—10	9,3	49,0	3,50	57,6 (± 9,2)
	30—40	4,6	25,0	1,69	

16. Schrecksbach (Krs. Ziegenhain) — Eselteich —

Buntsandstein; Weizen, Reihen quer zum Hang.

Entfernung: 35 m. Gefälle: 15‰.

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus %	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	1,6	21,0	0,60	20,9 (± 4,2)
	30—40	8,4	33,0	1,57	
Unten	0—10	1,6	10,3	1,70	42,7 (± 4,3)
	30—40	2,4	14,5	1,60	

17. Schrecksbach (Krs. Ziegenhain) — Entenstrauch —

Sandstein mit Löß; Weizen, Reihen längs zum Gefälle.

Entfernung: 88 m. Gefälle: 11‰. O-Hang.

Oben	0—10	11,0	19,6	1,52	28,8 (± 6,1)
	30—40	3,6	17,1	0,43	
Unten	0—10	10,3	13,4	1,52	50,4 (± 5,8)
	30—40	15,8	20,1	1,48	

18. Schrecksbach (Krs. Ziegenhain) — Katzenbuckel —

Sandstein (starke Aufschlammungen in der Senke);

Weizen, spät in den Boden „geschmiert“.

Entfernung: Oben — Mitte = 125 m, Mitte — Unten = 25 m.

Gefälle: Oben — Mitte = 12‰, Mitte — Unten = 8‰.

Oben	0—10	2,8	18,9	1,08	7,9 (± 3,6)
	30—40	2,2	19,5	1,02	
Mitte	0—10	14,5	24,1	1,45	38,9 (± 5,0)
	30—40	4,0	15,8	1,02	
Unten	0—10	10,2	16,6	1,14	12,9 (± 8,0)
	(aufgeschüttet)				
	10—20	13,6	26,8	1,36	
	(alte Krume)				
	30—40	6,3	20,1	1,30	

19. Schrecksbach (Kr. Ziegenhain) — Metzenberg —

Sandstein; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 144 m. Gefälle: 6‰.

Oben	0—10	14,8	21,0	1,80	28,0 (± 4,7)
	30—40	1,9	8,7	0,58	
Unten	0—10	13,6	37,5	1,64	43,3 (± 5,8)
	30—40	5,0	31,0	1,34	

20. Straße 254 bei Mardorf (Krs. Fritzlar)

Lößlehm auf Quarzit; Weizen, Reihen längs zum Gefälle.

Entfernung: 180 m. Gefälle: 4‰.

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus ‰	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	21,5	44,5	3,20	39,7 (± 7,2)
	30—40	4,6	11,2	0,95	
Unten	0—10	16,7	> 50,0	3,20	56,0 (± 5,0)
	30—40	3,7	35,5	1,55	

21. Unshausen (Krs. Fritzlar)

Lößlehm auf Quarzit; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 65 m. Gefälle: 8‰. W-Hang.

Oben	0—10	20,6	31,3	1,78	46,7 (± 7,6)
	30—40	6,3	29,7	1,36	
Unten	0—10	12,6	7,2	2,14	57,5 (± 7,6)
	30—40	7,9	3,9	1,07	

22. Giflitz/Waldeck (Krs. Korbach)

Buntsandstein; Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 90 m. Gefälle: 25‰.

Oben	0—10	2,6	21,5	1,14	29,1 (± 6,9)
	30—40	1,0	2,6	0,12	
Unten	0—10	4,8	16,4	1,80	55,4 (± 6,2)
	30—40	3,0	14,3	1,48	

23. Buhlen (Krs. Korbach)

Buntsandstein; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 100 m. Gefälle: 16‰.

Oben	0—10	7,8	15,6	2,50	37,5 (± 6,4)
	30—40	1,0	12,0	0,70	
Unten	0—10	19,9	45,0	2,20	65,1 (± 5,7)
	30—40	14,6	29,0	1,50	

24. Elteringshausen (Krs. Korbach)

Lößlehm auf Buntsandstein; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 40 m. Gefälle: 4‰.

Oben	0—10	1,6	17,0	1,45	38,0 (± 4,2)
	30—40	1,1	16,5	1,10	
Unten	0—10	2,3	14,3	1,52	52,4 (± 8,3)
	30—40	1,1	7,9	1,04	

25. *Straße Landau — Arolsen (Krs. Korbach)*

Buntsandstein mit Lößlehm; Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 190 m. Gefälle: 22‰.

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus ‰	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	15,2	11,5	1,00	35,2 (± 5,3)
	30—40	19,9	19,8	0,08	
Unten	0—10	30,0	52,0	1,40	56,3 (± 9,0)
	30—40	28,0	56,0	1,34	

26. *Nothfelden (Krs. Wolfhagen)*

Buntsandstein; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 94 m. Gefälle: 11‰. O-Hang.

Oben	0—10	3,1	28,1	2,20	31,3 (± 10,6)
	30—40	1,0	18,9	0,31	
Unten	0—10	7,3	40,0	2,00	61,4 (± 4,3)
	30—40	2,4	16,6	1,17	

27. *Wichdorf (Krs. Wolfhagen)*

Buntsandstein; Weizen, Reihen mit dem Gefälle.

Entfernung: 80 m. Gefälle: 17‰. N-Hang.

Oben	0—10	2,0	38,0	1,80	22,3 (± 7,7)
	30—40	0,8	10,3	0,20	
Unten	0—10	3,0	11,5	> 3,50	51,1 (± 9,5)
	30—40	2,2	5,7	2,84	

28. *Gudensberg (Krs. Fritzlar)*

Lößlehm mit Basalt; Weizen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 135 m. Gefälle: 6‰.

Oben	0—10	19,0	32,0	3,50	42,7 (± 7,1)
	30—40	6,9	10,3	0,87	
Unten	0—10	18,0	22,0	2,50	63,8 (± 5,9)
	30—40	13,1	11,9	1,80	

29. *Niedermeiser — Zwergen (Krs. Hofgeismar)*

Lößlehm; Weizen, Reihen mit dem Gefälle.

Entfernung: 41 m. Gefälle: 18‰. O-Hang.

Oben	0—10	23,8	42,0	1,80	47,3 (± 5,0)
	30—40	0,1	6,6	0,31	
Unten	0—10	15,4	22,6	1,52	74,5 (± 6,9)
	30—40	5,2	5,7	1,04	

30. *Zwergen (Krs. Hofgeismar)*

Kalkstein; Weizen, Reihen mit dem Gefälle.

Entfernung: 70 m. Gefälle: 13‰, S-W-Hang.

Lage	Tiefe cm	P ₂ O ₅ mg/100 g Boden	K ₂ O	Humus ‰	Zahl der Pflanzen auf 1 m
Oben	0—10	2,7	21,4	2,48	48,9 (± 11,4)
	30—40	0,7	11,5	1,80	
Unten	0—10	16,8	27,8	2,32	73,4 (± 8,8)
	30—40	8,1	8,4	1,72	

31. *Neumorschen (Krs. Melsungen)*Muschelkalk und Buntsandsteinverwitterung mit schwacher
Lößbeimengung; Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 60 m. Gefälle: 32‰.

Oben	nicht festgestellt	40,4 (± 1,9)
Unten	nicht festgestellt	56,7 (± 1,9)

32. *Wiera (Krs. Marburg)*Buntsandsteinverwitterung mit schwacher Lößbeimengung;
Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 40 m. Gefälle: 19‰.

Oben (Kopf)	nicht festgestellt	35,5 (± 1,7)
Unten	nicht festgestellt	54,2 (± 2,4)

33. *Spangenberg (Krs. Melsungen)*

Buntsandsteinverwitterung; Roggen, Reihen quer zum Gefälle.

Entfernung: 70 m. Gefälle: 23‰.

Oben (Hangschulter)	nicht festgestellt	29,5 (± 1,5)
Unten (Senke)	nicht festgestellt	43,5 (± 1,6)

c) BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Auf den insgesamt 33 untersuchten Schlägen wurde am oberen Hang (Zone stärkster Abtragung) die geringste Pflanzenmenge gezählt. Die Anzahl der Pflanzen auf 1 m Drillreihe war am Hangfuß in jedem Falle größer. Der Unterschied betrug im Durchschnitt bei 29 Untersuchungen 31,2‰ (Hanheide, Schrecksbach wurde dabei nicht berücksichtigt). Dies bedeutet, daß ausnahmslos an hängigen Flächen schon bei 5‰ Gefälle der Bodenabtrag so wirksam ist, daß er das Aufgehen der Saaten und ihren Bestockungsgrad sehr stark beeinträchtigt. Dabei unterscheiden sich Winterweizen und Winterroggen nicht voneinander. Bei Weizen betrug die Differenz im Mittel 32‰ und bei Roggen 30,4‰. Von entscheidendem Einfluß auf den Ertrag ist die Bodenart. Die größte Differenz

zwischen der Anzahl der Pflanzen am oberen und am unteren Hang ist auf einem Buntsandsteinboden in Nothfelden, Krs. Wolfhagen, festzustellen. Es folgen weitere Buntsandsteinböden in Buhlen und Giflitz/Waldeck. Wenn auch die Nährstoffversorgung auf den erodierten Hangflächen dieser Schläge in Ordnung ist, so wirkt doch der Abtrag dauernd stärker oder schwächer, je nach Gefälle, auf die Krume ein. Diese wird in ihrer Mächtigkeit stark verringert. Der Unterboden ist sehr nährstoffarm, so daß die jungen Pflanzen, die anfänglich noch gute Wachstumsbedingungen vorfanden, plötzlich mit ihren Wurzeln in den fast sterilen Unterboden stoßen und eine Schockwirkung erleiden. Durch den dauernden Abtrag wird dieser Unterboden immer wieder neu angepflügt, um der Krume die normale Mächtigkeit zu geben. Es entsteht aber dadurch eine scharfe Grenze zwischen Krume und Unterboden, die die Schockwirkung bei den Pflanzen auslöst. Ist im Buntsandsteinboden, wie es in unseren Gebieten oft der Fall ist, noch Lößmaterial beigemengt, so verläuft die Grenze nicht ganz so kraß, da der verwitterte Löß dem Unterboden bessere Nährstoffträger Eigenschaften verleiht. Die Untersuchungen ergaben daher auch, daß die Unterschiede in der Anzahl der Pflanzen auf Buntsandsteinboden mit Lößbeimengung weniger groß waren als auf reinem Buntsandsteinverwitterungsboden. Es folgen dann die Lößlehm Böden, während die geringsten Unterschiede auf Basaltverwitterungsböden festgestellt wurden. Diese Abstufung wird aber weiterhin durch das Gefälle der Hänge beeinflusst. Bei sehr starken Unterschieden im Gefälle kann diese Reihenfolge in der Abstufung der Bodenarten verschoben werden, unter Voraussetzung gleicher klimatischer Bedingungen.

Es war nicht immer möglich, die Auszählung der jungen Pflanzen am oberen Hang auf Flächen vorzunehmen, die ausschließlich dem Abtrag unterliegen, die also nicht von Bodenschichten höher liegender Flächen überwandert oder nur schwach beeinflusst werden. An Hand der chemischen Analyse ist es möglich, festzustellen, ob diese Überschüttung und vorübergehende Ablagerung stattgefunden hat. In solchen Fällen findet oft eine Anreicherung von Nährstoffen an der Ablagerungsstelle statt, die sich günstig auf das Wachstum auswirken müßte. Dies ist auch häufig am Hangfuß und in der Senke der Fall, wo dann im Laufe der Zeit ein nährstoff- und humusreicher Aufschüttungsboden entsteht. Es hat sich aber bei vorliegenden Untersuchungen herausgestellt, daß diese Zwischenablagerungen am oberen Hang keineswegs immer eine größere Anzahl Pflanzen je Meter Drillreihe bedingen. Im Gegenteil, es konnte in einzelnen Fällen festgestellt werden (Straße Landau-Arolsen, Waldeck), daß z. B. auf Buntsandsteinboden der Unterschied in der Pflanzenzahl zwischen Oben und Unten noch größer war als auf den nur von Abtrag beeinflussten Flächen.

Die Auszählung am unteren Hang wurde nur in geschlossenen Beständen vorgenommen. In einem ungünstigen Frühjahr, z. B. bei schneller Schneeschmelze und Bodenfrost, wird der Bestand auf diesen Flächen oft durch Überschüttungen vermindert, besonders, wenn ein langer Hang vorhanden ist, der eine erhöhte Abflußgeschwindigkeit des Wassers hervorruft, das dann aus Bodenrissen Boden mit sich führt, um ihn bei geringer werdendem Gefälle über die jungen Saaten abzulagern. Es ist daher meist nicht der Fall, daß die höhere Pflanzenzahl in den tiefer gelegenen Flächenanteilen den Verlust am oberen Hang wettmachen kann, zumal die untere Fläche in der Mehrzahl der Fälle einen Bruchteil der gesamten erodierten Hangfläche ausmacht.

Besondere Verhältnisse lagen in Schrecksbach, Krs. Ziegenhain, vor. Es wurden auf 1 m Drillreihe nur 8 Weizenpflanzen gezählt. Nach Angaben des Besitzers wurde der Weizen im Herbst in sehr nassen Boden gesät („eingeschmiert“). Dies beeinträchtigt bekanntermaßen das Wachstum derart, daß die durch den Bodenabtrag bedingten Einflüsse weitgehend überdeckt werden. Am mittleren Hang oberhalb einer Bodenwelle waren die Wachstumsbedingungen wesentlich besser. Am Hangfuß war die alte Krume

10 cm mit abgeschwemmtem Boden überschüttet. Die physikalischen Bodenverhältnisse waren auch hier so schlecht, daß nur 13 Pflanzen auf 1 m Drillreihe festgestellt werden konnten. Daraus ist zu erkennen, daß die guten physikalischen Eigenschaften, durch die eine gute Ackerkrume extreme klimatische Schwankungen auszugleichen vermag, in erodierten und aufgeschütteten Oberböden verlorengehen.

Auf mehreren Schlägen lagen die Drillreihen im Gefälle. Die Unterschiede im Pflanzenbestand zu den übrigen Schlägen mit den Drillreihen quer zum Hang waren unwesentlich.

Wenn die Zahl der jungen Wintergetreidepflanzen, bzw. der Unterschied im Bestand des oberen Hanges zur Senke, im Frühjahr in großem Maße von der Bodenart abhängig war, so war bei der Ernteertragsermittlung diese Abhängigkeit nicht mehr deutlich. Wie schon mehrfach festgestellt werden konnte (4), war der Ertrag auf allen Hangflächen durchweg geringer als auf der ebenen Höhe und in der Senke. Wie eingangs erwähnt, wurden nur solche Schläge ausgewählt, die sich über Höhe, Hang und Senke eines Geländes ausdehnten. Dabei nahm die Hangfläche den größten Teil des Schlages ein. Das bedeutet, daß die Erträge am Hang in erster Linie für die Gesamternte des Schlages maßgebend sind. Die kleinsten Flächen bildeten jeweils die Senken, die oft nur einige Meter von der unteren Schlaggrenze bis zum Hangfuß ausmachten. Auf diesen Flächen war der Ernteertrag in den meisten Fällen noch höher oder gleich dem Ertrag auf der Höhe. Es ist dabei aber zu berücksichtigen, daß das Erntegut jeweils in geschlossenem gutem Bestand gewonnen wurde. Oft waren Teile dieser Fläche durch Überschüttung nach der Schneeschmelze im Frühjahr oder nach sommerlichen Starkregen sehr unterschiedlich im Bestand; zum anderen war infolge Lagerfrucht eine genaue Erfassung des wirklichen Ertrages auf diesen Flächen schwer möglich.

Es war ferner schwierig, Schläge zu finden, deren ebene Höhe, Kuppe oder Rücken nicht vom Bodenabtrag erfaßt waren. In den meisten Fällen unterlagen gerade die Höhenrücken oder Kuppen dem Abtrag, und die fast ebenen Hochflächen waren auch in den seltensten Fällen von der Erosion noch nicht beeinflusst. Wenn trotzdem der Ernteertrag am Hang mit dem auf der Höhe verglichen wurde, dann nur deshalb, weil ein Vergleich mit den Erträgen in der Senke ein falsches Bild geben würde, da diese Werte so außerordentlich schwanken und von mehreren Faktoren abhängig sind. Wenn auf einzelnen Schlägen Ertragsminderungen am Hang bis fast 50% (Hafer, Hof Albach, Kr. Gießen) festgestellt werden konnten gegenüber der Ernte auf der Höhe, so ist eine Untersuchung über die Ursachen und Bekämpfungsmaßnahmen wohl gerechtfertigt.

Die zahlreichen Arbeiten über Feststellung von Bodenverlagerungen die unter Leitung von Prof. Kuron durchgeführt wurden (5; 6), haben ergeben, daß die Nährstoffe Phosphorsäure, Kali und Humus auf Grund ihrer Verteilung in den Bodenschichten einer Hangfläche als Indikatoren für Abtrag und Anschüttung dienen können. Aus diesem Grunde wurde an jeder Stelle, wo Ernteproben genommen wurden, gleichzeitig der Boden untersucht. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse war es möglich, festzustellen, auf welchen Schlägen die Fläche auf der Höhe schon vom Bodenabtrag angegriffen war, oder ob sie von einem höher liegenden Einzugsgebiet beeinflusst wurde, indem dort abgetragene Bodenschichten zur vorübergehenden Ablagerung kamen. Dieselben Feststellungen konnten auf der Hangfläche gemacht werden, wenn auf Grund der Form des Reliefs eindeutige Ablagerungsvorgänge nicht erkannt werden konnten. Mit Hilfe der Untersuchungsergebnisse war es ferner möglich, die Aufschüttung in der Senke zu erfassen (7).

Bei allen Bodenarten wurde festgestellt, daß der Ertrag auf Flächen, die am meisten abgetragen sind, am geringsten ist. Dies trifft in erster Linie für alle Hangflächen zu, besonders für die stark erodierten Hangschultern.

Auf einer Reihe von Schlägen stammte das Erntegut am Hang von Zwischenablagerungen; d. h., auf dem erodierten Hang lagert sich vorübergehend Boden ab, der von der Höhe heruntergespült wird. Da mit diesem abgelagerten Boden auch Düngerstoffe verfrachtet werden, mußte mit höheren Ernteerträgen auf den Ablagerungsflächen gerechnet werden. In keinem Falle wurde aber der Ertrag der Höhe erreicht, auch nicht, wenn diese ebenfalls den abtragenden Kräften unterlag. Die Zwischenablagerung am Hang hatte also keine oder nur eine geringe Erhöhung des Ertrags zur Folge. Wenn in einzelnen Fällen der Ertrag am Hang dem der Höhe gleich war (Gerste, Hof Albach, Krs. Gießen; Neumorschen, Krs. Melsungen) oder diesen noch übertraf (Eubach, Krs. Melsungen), dann lagen auf der Höhe ähnliche Verhältnisse vor wie am Hang, d. h., die Höhe hatte ebenfalls größeres Gefälle oder war dazu von einer labilen Zwischenablagerung bedeckt.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Feststellung, daß die Ernteerträge auf der Höhe in allen Fällen gut waren, wenn eine vorhandene Ackerkrume nur von abtragenden Vorgängen in ihrer Mächtigkeit vermindert wurde. Eine Ertragsminderung trat immer dann ein, wenn verlagertes Bodenmaterial als Zwischenablagerung der alten Krume beigemischt war. Sobald natürlich die alte Krume ganz oder bis auf einen kleinen Rest erodiert ist, treten die gleichen Schäden wie auf den erodierten Hangflächen auf. Dies hängt wohl in erster Linie mit der Feuchtigkeit zusammen. Eine gut aufgebaute Ackerkrume kann mehr Feuchtigkeit speichern und auch in günstigem Tempo der Pflanze anliefern; sie kann extreme Witterungsbedingungen gut ausgleichen, was einer zusammengeschütteten und aus rohem Unterboden gebildeten Krume nicht möglich ist, zumal in diesen Lagen der grobkörnige Bodenanteil überwiegt.

Die Untersuchungsergebnisse für Phosphorsäure, Kali und Humus erbrachten in den Senken die höchsten Werte, da hier der Oberboden der übrigen Hangfläche aufgeschüttet wurde und mit ihm die Düngerstoffe, vor allem Stickstoff. Die Folge war in vielen Fällen Lagerfrucht, oft aber auch Fehlstellen, die durch Überschüttung nach der Schneeschmelze entstanden waren. Die Kornerträge der ungestörten Bestände auf dieser Fläche mußten erwartungsgemäß die der Hangfläche übertreffen. Ein gleichmäßiger Bestand kann hier nie erwartet werden, so daß auch der Mehrertrag den Verlust an der Hangfläche niemals ausgleichen kann.

Die Einflüsse des Gefälles wirken sich zunächst auf den Boden aus. Im Ernteertrag kam dieser Faktor nicht mehr zum Ausdruck. Es wurden sowohl bei 5% wie bei 23% Gefälle gleiche Mindererträge gegenüber der Höhe festgestellt.

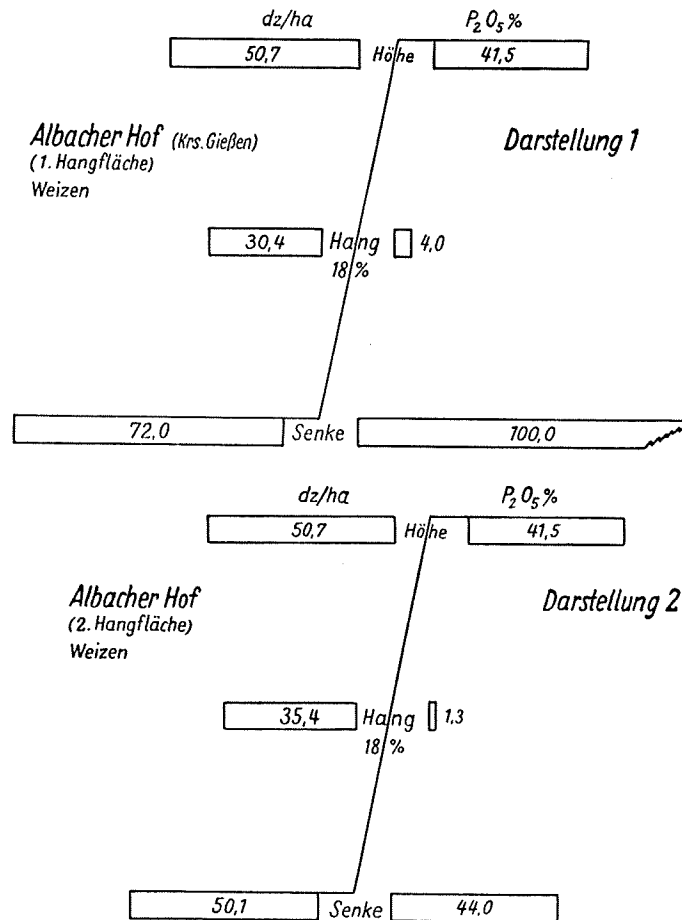
Die Hanglänge wirkt sich ebenfalls in erster Linie auf den Boden aus und dadurch indirekt auf die Ernte. Ein langer Hang ist aber insofern ungünstig, als damit die Fläche des Schlages, auf der die Mindererträge erzielt werden, noch größer ist.

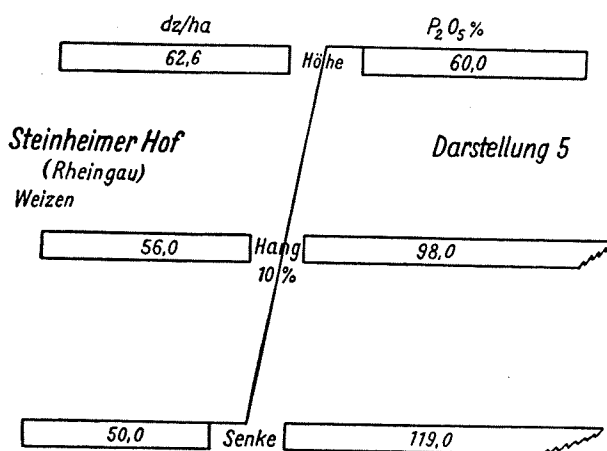
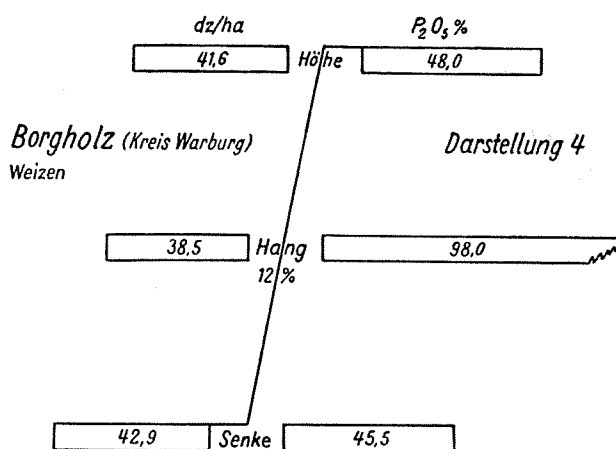
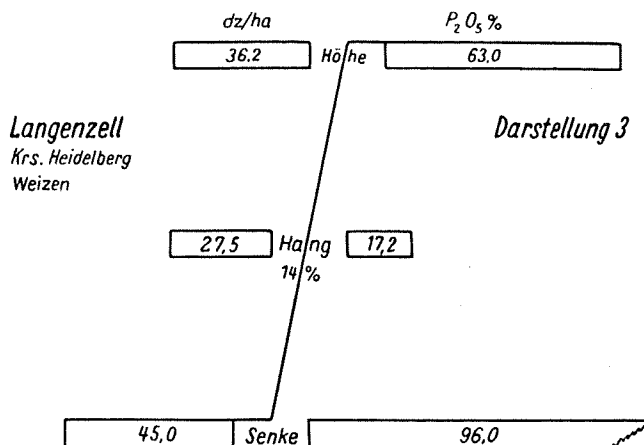
Bei den beschriebenen Hängen handelt es sich in den meisten Fällen um Schläge, die über Höhe, Hang und Senke verteilt sind. Es sind also immer noch Schlagteile vorhanden, die normale Ernten bringen. Im Mittelgebirge findet man aber viel häufiger Schläge, die ausschließlich am Hang liegen. Es fehlen die Flächen, die nach vorstehenden Ermittlungen normale oder höhere Ernten liefern. Der Ertrag dieser Hangflächen wird daher wesentlich von Faktoren des Bodenabtrags beeinflusst sein, die von der Praxis oft nicht erkannt werden. In steileren Lagen auf den Verwitterungsböden der Mittelgebirge wird die Krume durch den Abtrag immer mehr verringert, bis die Erträge so gering geworden sind, daß der Ackerbau nicht mehr lohnt. Es entstehen dann Ginsterflächen, die kaum als Hutungen nutzbar sind. Am zweckmäßigsten ist dann die Aufforstung solcher Flächen. Die vielen kleinen Waldparzellen, zwischen denen noch Ackerstücke eingestreut liegen, sind kennzeichnend für diese Entwicklung (8). Aber auch in Lagen mit nur geringem Gefälle wirkt sich die Erosion aus. Unmerklich fast wird Schicht nach Schicht der Krume abgetragen und diese in ihrer Mächtigkeit dauernd verringert; dies um so mehr, je länger sich der Schlag in Gefällerrichtung ausdehnt.

Bei normalen Bodenverhältnissen auf der ebenen Höhe war auch das 1000-Korngewicht am höchsten. Oft glichen sich die Werte in der Senke diesen an. Am niedrigsten waren die Gewichte meist an den Hangflächen.

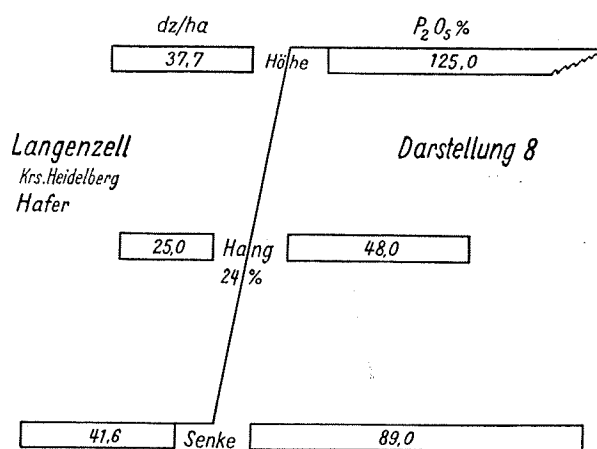
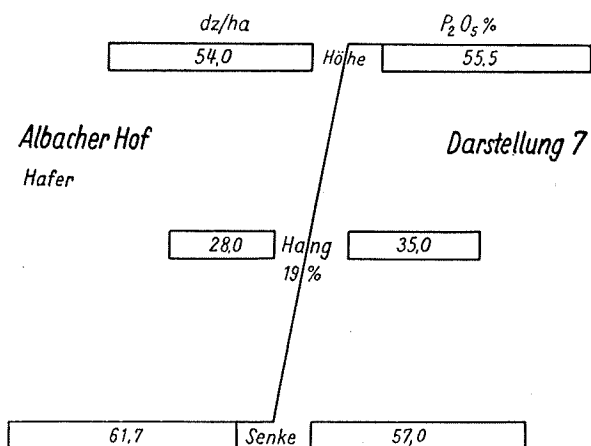
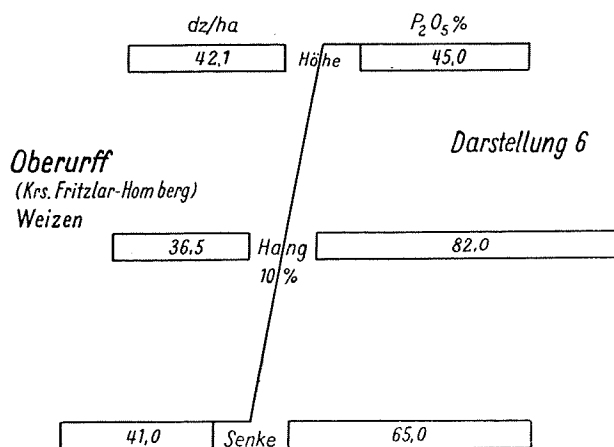
In den folgenden Abbildungen sind die Ernteerträge noch einmal graphisch dargestellt und, wie oben angegeben, die Phosphorsäurewerte des Unterbodens jeder Entnahmestelle in Prozenten des Phosphorsäuregehaltes der Krume dargestellt. Diese Relativzahl gibt ein anschauliches Bild von der Verlagerung des Bodens. In normalen unbeeinflussten Bodenprofilen ist der Gehalt der Krume höher als der des Unterbodens und ergibt eine mittlere Prozentzahl. Bei stark erodiertem Boden ist dieser Unterschied größer, so daß kleine Prozentzahlen erscheinen. Bei Aufschüttungen dagegen, wird auch der Unterboden mit Phosphorsäure angereichert sein, wenn die Verlagerung schon größere Ausmaße angenommen hat. Die Relativzahl nähert sich in solchen Fällen dem Wert 100 oder ist noch höher. Am Hang kann natürlich durch wandernden Boden und Zwischenablagerung auch ein hoher Wert entstehen, der je nach den Geländeverhältnissen zu deuten ist. Aus den Balken der Darstellungen kann man daher bis zu einem gewissen Grade für jede Meßstelle der Ernte die zugehörige Phosphorsäurerelativzahl vergleichen und Rückschlüsse auf die Bodenverlagerung ziehen.

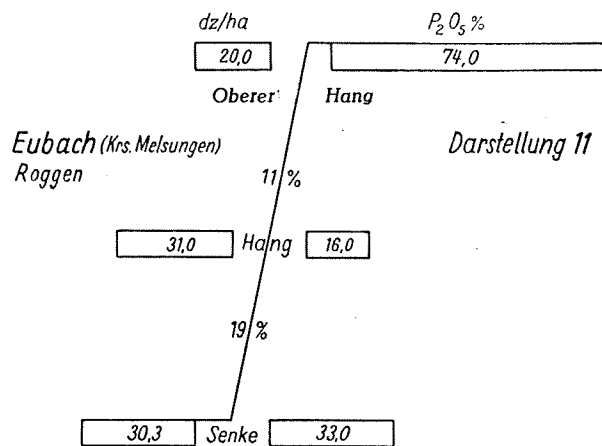
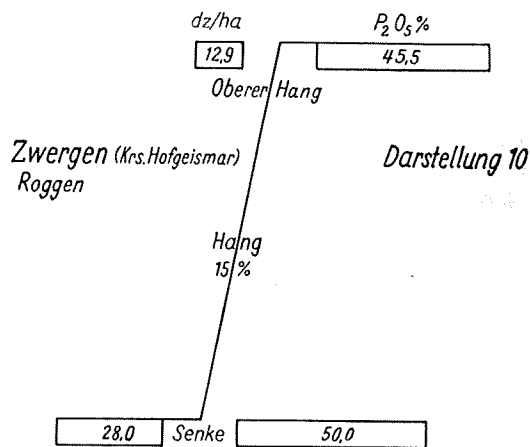
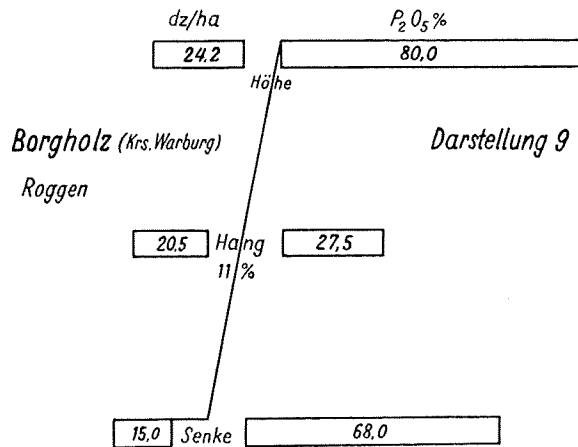
d) DARSTELLUNGEN DER ERTRAGSMESSUNGEN IN DIAGRAMMEN



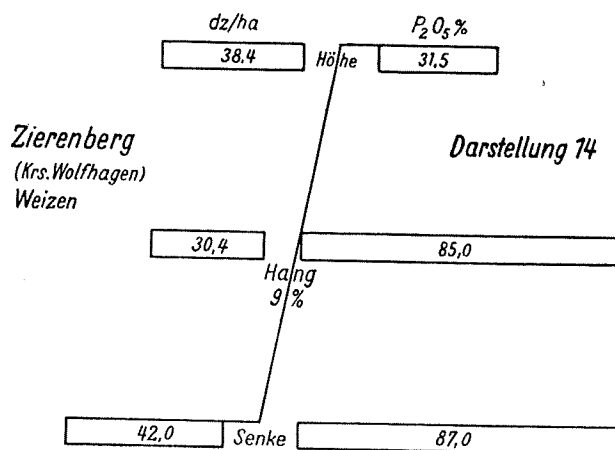
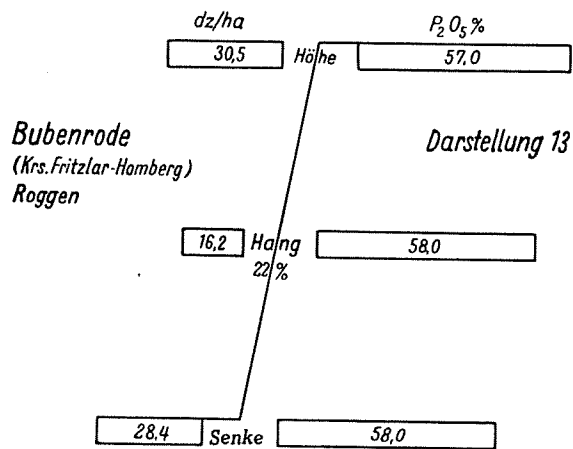
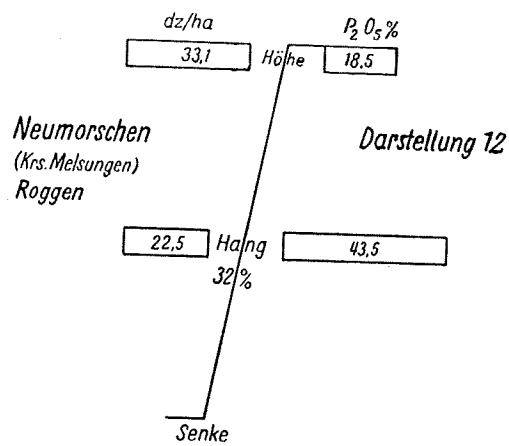


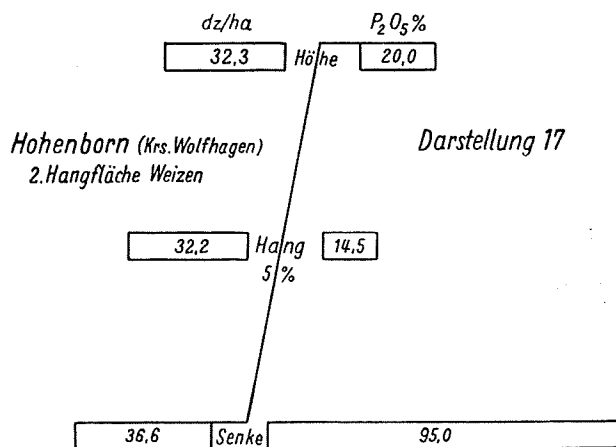
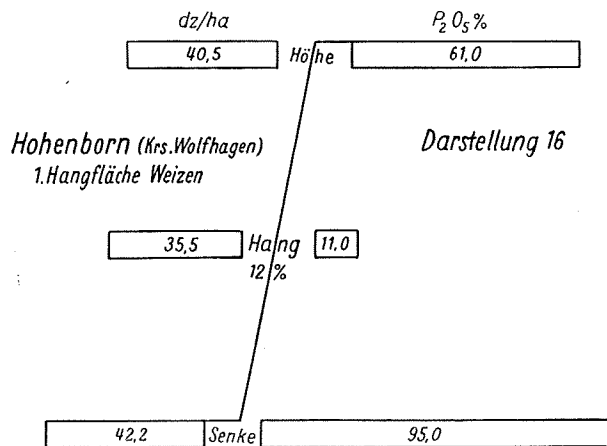
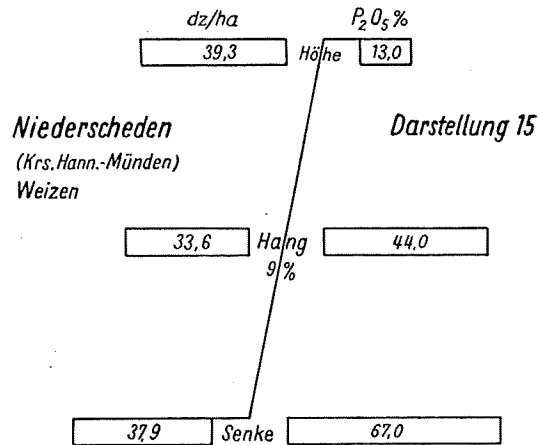
Ernteertragsmessungen



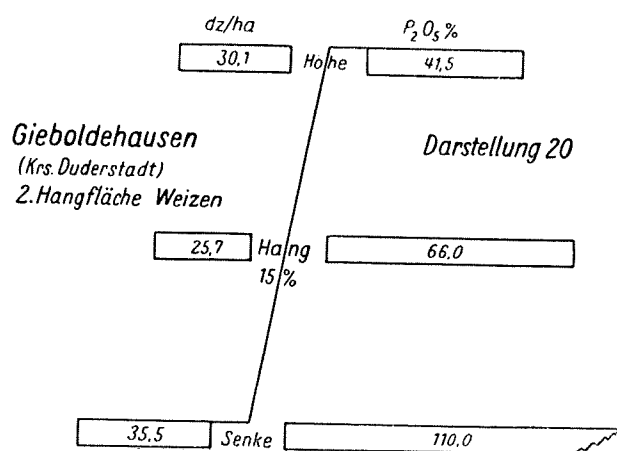
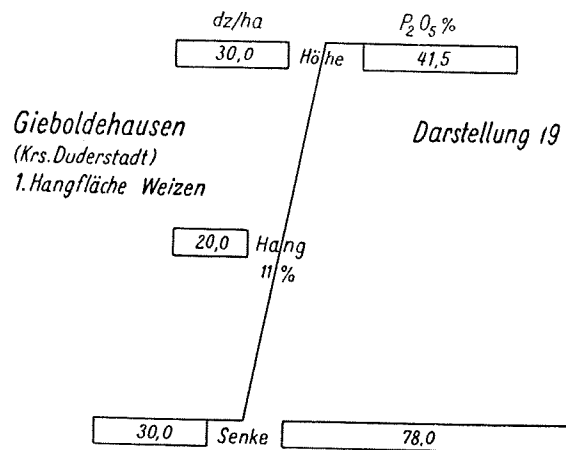
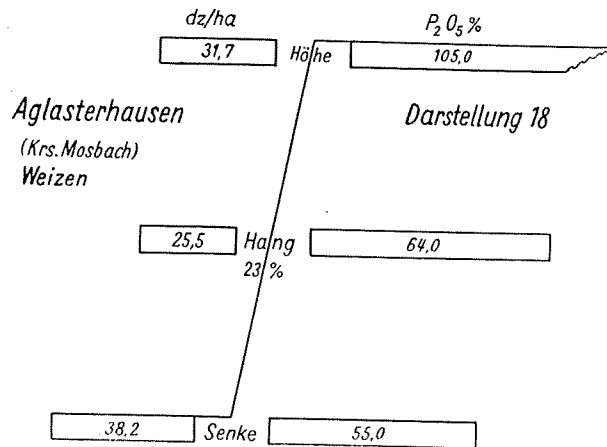


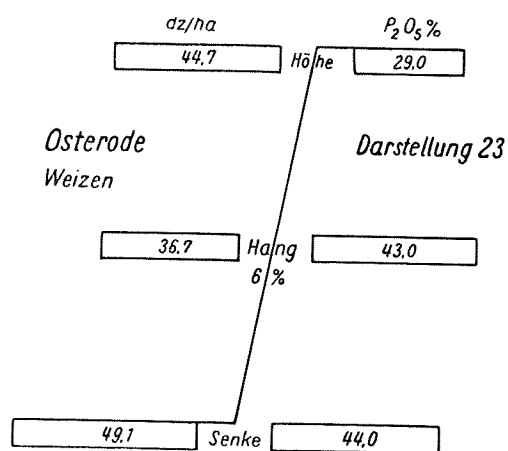
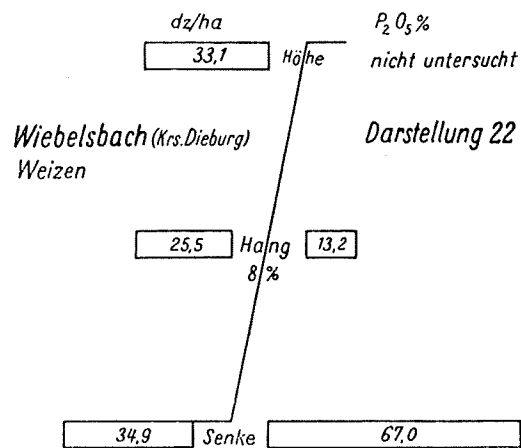
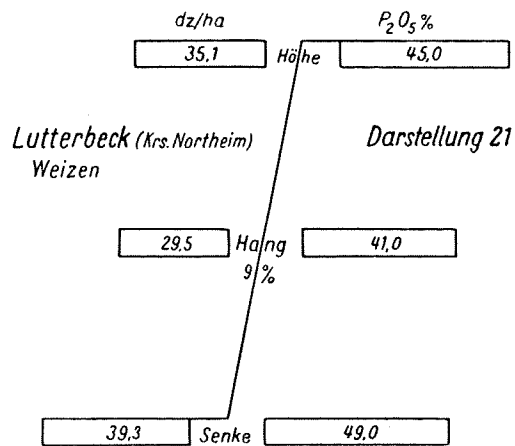
Ernteertragsmessungen



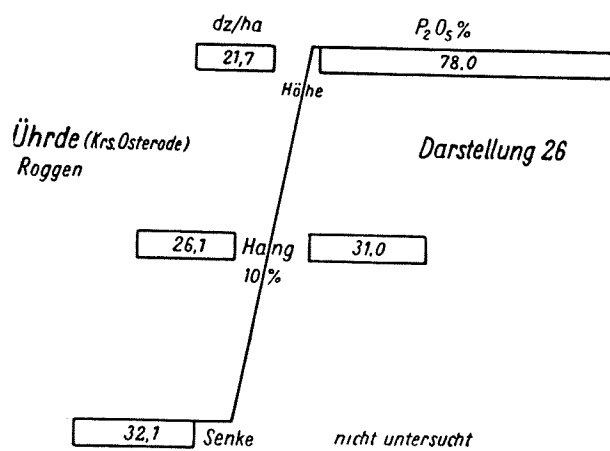
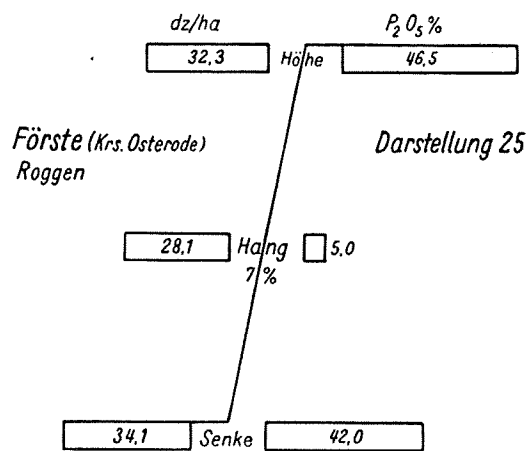
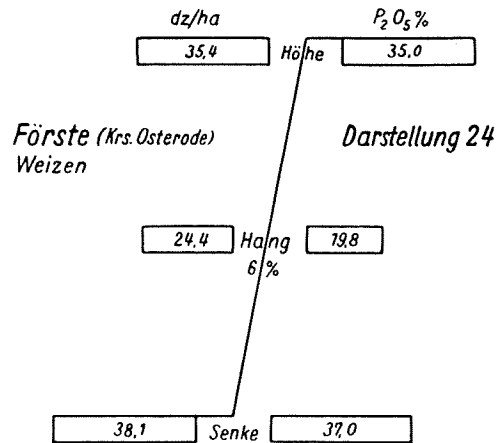


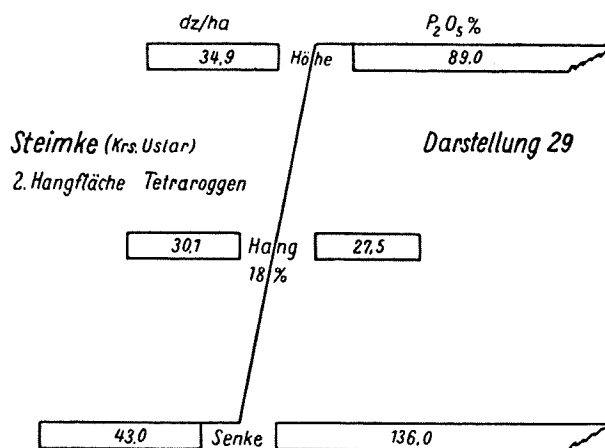
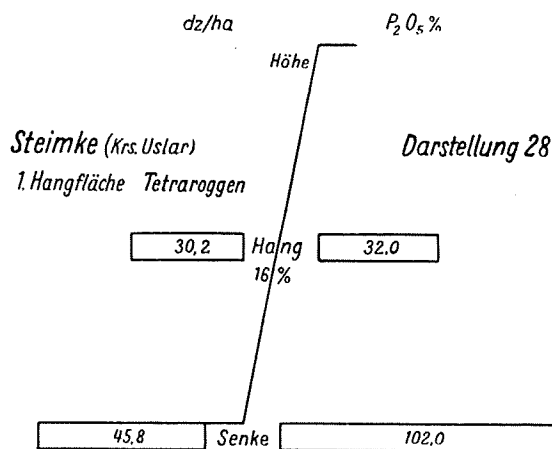
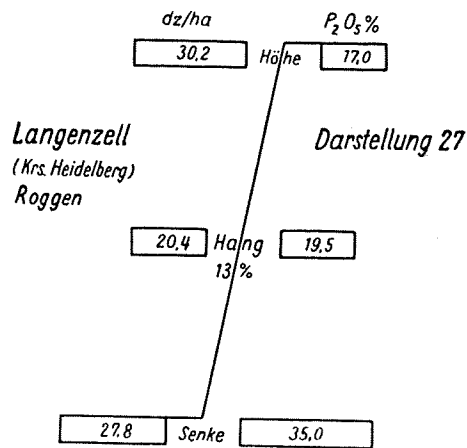
Ernteertragsmessungen





Ernteertragsmessungen





Schlußbetrachtung

Die Erntermittlungen und Pflanzenmessungen haben eindeutig ergeben, daß auf allen landwirtschaftlichen Kulturf lächen in Hanglage ein Minderertrag bei der Ernte erzielt wird, der je nach Bodenbeschaffenheit bei der Saat und Einflüssen der Bodenverlagerung bei Schneeschmelze und Starkregen verschieden groß ist. Um diesen Auswirkungen der Bodenverlagerung zu begegnen, ist es notwendig, den Bodenabtrag weitgehend auszuschalten oder in mäßigen Grenzen zu halten. Die großen Flächen großer Betriebe dehnen sich oft ohne Rücksicht auf das Relief über Kuppen und Hänge aus. Als erste Forderung muß hier gelten, daß die Schlaggrenzen so gelegt werden, daß keine Einzugsgebiete entstehen, die das oberirdisch abfließende Wasser zusammenfassen und auf tiefer liegende Flächen leiten, wo es große Schäden anrichten kann. Je nach Ausformung des Geländes und der Bodenverhältnisse genügen entweder Grünland- oder Futterflächen als Schutzstreifen. In vielen Fällen wird man ohne ein zweckmäßiges Grabensystem nicht auskommen.

Die Flächen am Hang sind nach Möglichkeit quer zum Hang zu unterteilen, damit durch Streifenbau jeweils nur eine relativ kleine Fläche dem Abtrag ausgesetzt ist. In extremen Fällen sind Terrassen erforderlich, besonders, um die durch Erosion gebildeten gefährlichen Hohlhänge auszugleichen. Als Folgemaßnahme ist die Bepflanzung solcher Stufen und Raine sehr zu begrüßen.

Die Bodenbearbeitung im Gefälle begünstigt den Bodenabtrag und damit die Verschlechterung der Ackerkrume. Es sollte daher bei der Flureinteilung dafür Sorge getragen werden, daß die Schläge auf geneigten Flächen quer zum Hang ihre größte Ausdehnung haben, damit die zweckmäßige Bearbeitung quer zum Gefälle von vornherein gegeben ist.

Eine weitere Möglichkeit zur Aufteilung solcher ungünstigen Hänge ist bei Flurbereinigungen durch die Anlage des Wege- und Grabennetzes gegeben. Wege mit hangseitigen Gräben in richtiger Lage fangen das überschüssige Wasser ab und leiten es zu Tal, ohne daß große Schäden entstehen, wie dies der Fall ist, wenn das Wasser sich seinen Abflussweg selber sucht.

Die Einflüsse des Bodenabtrags werden nie ganz auszuschalten sein. Es ist aber sehr gut möglich, durch richtige Flureinteilung (9) sowie geeignete Fruchtfolgesysteme die Auswirkungen der Erosion auf die Ernteerträge weitgehend einzuschränken.

Zusammenfassung

1. Um den Einfluß der Bodenverlagerung durch oberirdisch abfließendes Niederschlagswasser auf den Ernteertrag festzustellen, wurden Quadratmeter-Parzellen auf Höhe, Hang und Senke eines einheitlich bearbeiteten und bestellten Schlags geerntet und der Kornertrag festgestellt.
2. Am oberen und unteren Hang wurden im Frühjahr Pflanzenzählungen auf 1 m Drillreihe durchgeführt.
3. An allen Meßstellen wurden Bodenproben entnommen und auf Phosphorsäure, Kali und Humus untersucht, um den Standort zu kennzeichnen.
4. Die Erntermittlungen ergaben Mindererträge an erodierten Hangflächen bis zu 50% des Ertrages auf ebener Fläche. Die Ernte in den Senken war meist höher, infolge starker Anreicherung von nährstoff- und humusreichem Bodenmaterial. Der Pflanzenbestand war aber sehr unterschiedlich und lückenhaft.

5. Anschwemmungen von nährstoffreichem Oberboden auf erodierte Flächen bedingten keine merklichen Ertragserhöhungen.
6. Die Anzahl der jungen Frühjahrspflanzen war in allen Fällen am Hangfuß im Durchschnitt 31,2% höher als am oberen erodierten Hang. Die Höhe der Differenz war von der Bodenart abhängig.
7. Die Bodenverlagerung selbst konnte durch die Nährstoffanalysen ermittelt werden.

Schrifttum

1. A r t h e n s t ä d t , H.: Ursachen, Ausmaße und Schadwirkungen der Bodenerosion auf einem Gute in Mecklenburg. Kulturtechniker, Bd. 44, 1941, S. 142
2. O b e r d o r f , F.: Wirtschaftliche Auswirkungen und Maßnahmen zur Bekämpfung der Bodenerosion im Moränengebiet Norddeutschlands. Kulturtechniker, Bd. 45, 1942, S. 245.
3. J u n g , L.: Die Bodenverhältnisse und ihre Beeinflussung durch die Bodenerosion. In: Schäden durch Bodenerosion in landwirtschaftlichen Betrieben und Maßnahmen zu ihrer Behebung. I. Der Roßbacher Hof bei Erbach im Odenwald. Mitt. d. Inst. f. Raumforschung, Bonn, H. 23, 1954.
4. J u n g , L.: Bodenabtrag und Ernterückgang. Mitt. aus dem Inst. f. Raumforschung Bonn, H. 20, S. 93, 1953.
5. K u r o n , H.: Veränderungen unserer Ackerböden unter dem Einfluß der Bodenerosion. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. 41, 1948, S. 245.
6. K u r o n , H.: Bodenerosion und Nährstoffprofil. Mitt. aus dem Inst. f. Raumforschung Bonn, H. 20, S. 73, 1953.
7. J u n g , L.: Zur Frage der Nomenklatur erodierter Böden. Mitt. aus dem Inst. f. Raumforschung Bonn, H. 20, S. 61, 1953.
8. J u n g , L.: Fragen des Bodenschutzes im Rothaargebirge. Mitt. aus dem Inst. f. Raumforschung Bonn, H. 20, S. 103, 1953.
9. K u r o n , H.: Berücksichtigung des Bodenschutzes bei Beratung und Umlegung. Mitt. aus dem Inst. f. Raumforschung Bonn, H. 20, S. 1, 1953.

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).

