

# SPIEKER

LANDESKUNDLICHE BEITRÄGE UND BERICHTE

Herausgegeben von der Geographischen Kommission für Westfalen  
von W. Müller-Wille und E. Bertelsmeier

---

6

Willi Taschenmacher

## Die Böden des Südergebirges

mit 68 Profilen und 1 Karte im Anhang

1955

---

Im Selbstverlag der Geographischen Kommission, Münster/Westfalen

Münster (Westf.) 1955

Druck: C. J. Fahle GmbH, Münster (Westf.), Neubrückenstraße 8—11

## VORWORT

Mit dem vorliegenden Heft über „Die Böden des Südergebirges“ werden landeskundliche Probleme aufgeworfen, die gemäß der Stellung des Bodens im Landschaftshaushalt sowohl in den physiogeographischen als auch kulturgeographischen Bereich gehören. Einerseits wird der Boden beeinflusst und bestimmt durch natürliche Faktoren, andererseits unterliegt er als Grundlage der forstlichen und agraren Nutzung Einflüssen und Einwirkungen, die ganz und gar vom Menschen bestimmt sind. Diese wurden in Westfalen bisher nur bei den künstlichen Böden, den Auflage- oder Plaggenböden, näher verfolgt. Die vorliegende Arbeit versucht, die Rolle des Menschen als Bodenbildner auch bei den zumeist als natürlich angesehenen Böden unseres gesamten südlichen Waldgebirges herauszustellen und zu beurteilen.

Die Untersuchung entstand im Auftrage des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1949 und 1950 und wurde im Frühjahr 1951 abgeschlossen. Die Geographische Kommission, die das Entstehen der Arbeit miterlebte und deshalb ein großes Interesse an einer Veröffentlichung hatte, beschloß 1955, bestärkt durch ein Gespräch mit Herrn Dr. Spannagel von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster, im Einvernehmen mit dem Verfasser und unter Übernahme der gesamten Druckkosten den Herrn Minister, dem laut Vertrag vom 29. 9. 1949 unbeschränkt das Urheberrecht zustand, zu bitten, das Manuskript zum Druck in unserem landeskundlichen Archiv freizugeben. Mit Schreiben vom 5. September 1955 erklärte der Herr Minister sich damit einverstanden, daß die Kommission „die Arbeit von Herrn Dr. Taschenmacher „Die Böden des Südergebirges“ in einer Ihrer Schriftenreihen“ druckt und veröffentlicht. Für diese Genehmigung sei auch hier unser aufrichtiger Dank ausgesprochen.

*Freilich hat sich seit Abschluß des Manuskriptes die Bodenkunde vor allem in ihrer Systematik und Nomenklatur sehr lebhaft entwickelt, und es ist zu erwarten, daß eine neue, im Rahmen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft entstehende Systematik in nicht allzulanger Zeit abgeschlossen und veröffentlicht wird. Zwar steht der Verfasser Dr. W. Taschenmacher schon aus dienstlichen Gründen in enger Beziehung zu den in diesem Bereich tätigen Wissenschaftlern; doch war es ihm nicht möglich, das gesamte Manuskript daraufhin durchzuarbeiten. Nur an einigen Stellen konnten bisher gesicherte und wohldefinierte Bezeichnungen eingefügt werden, wie es auch im Nachwort des Verfassers zum Ausdruck kommt.*

*So hat die Kommission weitgehend das Manuskript von 1951 übernommen. Neben den üblichen redaktionellen Änderungen straffte sie aus geographisch-landeskundlichen Erwägungen die Gliederung, gruppierte die beschriebenen Profile, erweiterte das Manuskript um eine Karte, die die Lagerung der Profile im administrativen und naturräumlichen Gefüge des Südergebirges veranschaulicht und paßte so das mehr als Gutachten angelegte Manuskript dem Grundgedanken ihrer Veröffentlichungsreihe an: nämlich übersichtlich geordnete, wissenschaftlich fundierte und der Allgemeinheit zugängliche Beiträge für eine intensive regionale und allgemeine Landschafts- und Landeskunde zu liefern.*

HERAUSGEBER UND SCHRIFTLLEITUNG

# INHALT

	Seite
Einleitung . . . . .	9
<b>1. Kapitel: Entstehung der Böden . . . . .</b>	<b>11</b>
I. Der Gesteinsuntergrund . . . . .	11
Paläozoische Gesteine S. 11, Diluviale Gehängelehme S. 14	
II. Die natürlichen exogenen Kräfte in der Nacheiszeit . . . .	15
Klima und Vegetation S. 15	
III. Menschliche Eingriffe und ihre Auswirkungen . . . . .	21
Ackerbau S. 21, Landwirtschaftliche Nutzung des Waldes S. 30, Gewerbliche Nutzung des Waldes S. 33	
IV. Zusammenfassung und Ergebnisse . . . . .	38
<b>2. Kapitel: Wesen und Bau der Böden . . . . .</b>	<b>40</b>
I. Allgemeines über die Gebirgsböden . . . . .	40
Kennzeichen S. 41, Mächtigkeit S. 41, Skelettgehalt S. 43, Farbe S. 45, Hanglage S. 48	
II. Die Böden unter Wald . . . . .	50
Mullböden S. 51, Moderböden S. 57, Rohhumusböden S. 61, Chemismus und Reaktion S. 67, Genetische Zusammen- hänge S. 72	
III. Die Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung . . . . .	74
Schwachgeneigte Hangböden S. 78, Mäßig geneigte Hang- böden S. 90, Steilhangböden S. 94, Ebene Böden S. 97, Zu- sammenfassung S. 104, Reaktions- und Humusverhältnisse S. 107	
<b>3. Kapitel: Bodenrechte Nutzung . . . . .</b>	<b>113</b>
Begriff und Prinzipien S. 113, Bodenrechte Forstwirtschaft S. 116, Bodenrechte Landwirtschaft S. 120	
Nachtrag (1955) . . . . .	127
Literaturverzeichnis . . . . .	128
Anhang: Begriffe und Abkürzungen der Bodenschätzung . . . .	131
Kartenbeilage: Lagerung der Bodenprofile	

# Bodenprofile

Seite

## Mullböden

1. Schloßberg bei Küstelberg, Kreis Brilon — Hochsauerland . .	52
2. Staatliches Forstrevier Bilstein, Kreis Olpe — Westsauerland	52
3. Hoher Knochen beim Kahlen Asten, Kreis Brilon — Hochsauerland . . . . .	52
4. Jagen 149, südlich der Kappe bei Winterberg, Kreis Brilon — Hochsauerland . . . . .	53
5. Jahnschaft Rhonard bei Olpe — Südsauerland . . . . .	53

## Moderböden

6. Forstrevier Bilstein, Kreis Olpe — Südsauerland . . . . .	57
7. Jahnschaft Olpe, Kreis Olpe — Südsauerland . . . . .	57
8. Markwald Gemeinde Küstelberg, Kreis Brilon — Hochsauerland . . . . .	58
9. Hamelsberg im Arnsberger Wald, Kreis Arnsberg — Nord-sauerland . . . . .	58
10. Revier Bleiwäsche, Kreis Büren — Nordostsauerland . . . . .	60

## Rohhumusböden

11. Kahler Asten, Kreis Brilon — Hochsauerland . . . . .	61
12. Durchschnittsböden unter Drahtschmiele — Heidelbeer-Buchenwald . . . . .	62
13. Durchschnittsboden unter Drahtschmiele — Heidelbeer-Niederwald . . . . .	62
14. Jahnschaft Heid, Kreis Olpe — Südsauerland . . . . .	63
15. Markwaldung Küstelberg, Kreis Brilon — Hochsauerland . .	63
16. Revier Bleiwäsche, Kreis Büren . . . . .	64
17. Revier Bleiwäsche, Kreis Büren . . . . .	64
18. Revier Bleiwäsche, Kreis Büren . . . . .	65
19. Försterei Einsiedelei, Kreis Olpe — Südsauerland . . . . .	66
20. Kahler Asten, Kreis Brilon — Hochsauerland . . . . .	67

## Schwach geneigte Hangböden

21. Asbeck, Ennepe-Ruhrkreis — Hattinger Hügelland . . . . .	79
22. Westenfeld, Kreis Arnsberg — Hellefelder Ausraum . . . . .	79
23. Osthelden, Kreis Siegen — Siegerner Kammer . . . . .	80
24. Berghausen, Kreis Meschede — Fredeburger Kammer . . . . .	80
25. Velmede, Kreis Meschede — Mescheder Bergland . . . . .	83
26. Grundschöttel, Ennepe-Ruhrkreis — Hattinger Hügelland . . .	84
27. Deilinghofen, Kreis Iserlohn — Iserlohner Kalksenke . . . . .	84
28. Dahl, Ennepe-Ruhrkreis — Volmetal . . . . .	85
29. Esborn, Ennepe-Ruhrkreis — Hagener Terrassenplatte . . . . .	86
30. Volkringhausen, Kreis Arnsberg — Hachener Bergland . . . . .	86
31. Lüdenscheid-Land — Lüdenscheider Flachmulde . . . . .	88

	Seite
32. Ihmert, Kreis Iserlohn — Balver Wald . . . . .	88
33. Breckerfeld, Ennepe-Ruhrkreis — Breckerfelder Hochfläche . . . . .	88
34. Frönsberg, Kreis Iserlohn — Balver Wald . . . . .	89
35. Oedingen, Kreis Meschede — Saalhauser Höhen . . . . .	89
36. Wiblingwerde, Kreis Altena — Wiblingwerder Hochfläche . . . . .	89

**Mäßig geneigte Hangböden**

37. Olsberg, Kreis Brilon — Mescheder Bergland . . . . .	90
38. Schameder, Kreis Wittgenstein — Berleburger Kammer . . . . .	91
39. Cobbenrode, Kreis Meschede — Reister Senken . . . . .	91
40. Wiblingwerde, Kreis Altena — Wiblingwerder Hochfläche . . . . .	92
41. Wenden, Kreis Olpe — Wendener Bergebene . . . . .	93
42. Neuenrade, Kreis Altena — Neuenrader Flachmulde . . . . .	93
43. Letmathe, Kreis Iserlohn — Mittleres Lennetal . . . . .	93
44. Kierspe, Kreis Altena — Kiersper Kammer . . . . .	94

**Steilhangböden**

45. Berchum, Kreis Iserlohn — Mendener Hügelland . . . . .	94
46. Wemlinghausen, Kreis Wittgenstein — Berleburger Kammer . . . . .	94
47. Grevenstein, Kreis Arnsberg — Homert . . . . .	95
48. Astenberg, Kreis Brilon — Astenhöhen . . . . .	95
49. Reiste, Kreis Meschede — Reister Senken . . . . .	96
50. Oberndorf bei Hilchenbach, Kreis Siegen — Siegener Kammer . . . . .	96
51. Brunskappel, Kreis Brilon — Bödefelder Ausraum . . . . .	96
52. Beringhausen, Kreis Brilon — Padberger Bergland . . . . .	97

**Ebene Böden**

53. Ende, Ennepe-Ruhrkreis — Ardey . . . . .	98
54. Meschede-Land, Kreis Meschede — Ruhr-Tal . . . . .	98
55. Brilon, Kreis Brilon — Briloner Hochfläche . . . . .	98
56. Schwitten, Kreis Iserlohn — Lürwald . . . . .	99
57. Madfeld, Kreis Brilon — Briloner Hochfläche . . . . .	99
58. Holzen, Kreis Arnsberg — Hachener Bergland . . . . .	100
59. Warstein, Kreis Arnsberg — Warsteiner Hochfläche . . . . .	101
60. Halden, Stadtkreis Hagen — Lennetal . . . . .	101
61. Eiringhausen, Kreis Altena — Lennetal . . . . .	101
62. Eversberg, Kreis Meschede — Ruhrtal . . . . .	102
63. Halden, Stadtkreis Hagen — Lennetal . . . . .	102
64. Holthausen, Kreis Altena — Elsetal . . . . .	102
65. Wenden, Kreis Olpe — Biggetal . . . . .	103
66. Wiederstein, Kreis Siegen — Siegener Kammer . . . . .	103
67. Seelbach, Kreis Siegen — Siegener Kammer . . . . .	103
68. Winterberg, Kreis Brilon — Winterberger Hochmulde . . . . .	104



## EINLEITUNG

Die Erforschung und Beschreibung der Bodenverhältnisse einer Landschaft und ihrer Nutzungsmöglichkeiten würden unvollkommen bleiben, wenn sie sich darauf beschränkten, die Böden als gegebene Naturprodukte anzusehen. Sie sind in den hochentwickelten europäischen Kulturlandschaften in ihrem gegenwärtigen Zustande das Ergebnis einer mehrtausendjährigen wechselseitigen Beziehung von Mensch und Landschaft, in deren Verlauf der Mensch sich als eine den Naturkräften adäquate bodenbildende Kraft erwiesen hat. Sein Eingriff erfolgt auf zwei Wegen.

Der ältere, aber bis in die Gegenwart hinein ständig beschrittene Weg ist die indirekte Einwirkung durch Veränderung natürlicher Kräfte, vor allem der Vegetation und der mit ihr verbundenen Tierwelt. Der jüngere, seit dem Neolithikum begangene, führt durch direkte Einwirkung mit den wechselnden Mitteln der Ackerkultur in allmählich steigendem Maße zu Veränderungen des Bodenkörpers. Der den Boden nutzende Mensch ist sich jedoch seiner bodenverändernden Wirkung auf den natürlichen Landschaftsorganismus zumeist nicht oder nicht in vollem Umfange bewußt. Er hält den gegenwärtigen Bodenzustand in der Regel für naturgegeben und sieht in vielen Fällen auch nicht die Richtung, in welche die Weiterentwicklung des Bodens durch seine eigenen Maßnahmen gedrängt wird. Das erklärt sich aus der Langsamkeit des Bodengeschehens, das einer einzigen Generation meist nicht sichtbar wird. Die Folgen können verhängnisvoll sein, wenn es sich um Verminderungen der Produktionskraft der Böden handelt.

Die Untersuchung der Bodenverhältnisse einer Landschaft wird sich daher über die Feststellung der gegenwärtigen Bodenzustände hinaus um die Erkenntnis bemühen müssen, in welcher Weise und in welchem Maße der wirtschaftende Mensch an ihrer Entstehung mitbeteiligt ist. Stellt sich heraus, daß die gegenwärtige Produktionskraft des Bodens infolge ungeeigneter Nutzung gegenüber der von Natur aus möglichen eine Verminderung erfahren hat, so sind diejenigen Änderungen in der Nutzungsweise vorzuschlagen, welche geeignet sind, schädliche Entwicklungen zu unterbinden und gegebenenfalls eine Regeneration der Bodenkraft einzuleiten. Das wird in den meisten Fällen zu einer schwierigen Aufgabe werden, denn die vorgeschlagenen Lösungen dürfen die Rentabilität

der Nutzungen nicht beeinträchtigen, wenn sie Aussicht haben wollen, verwirklicht zu werden.

Für das Erkennen der in einer gegebenen Landschaft natürlicherweise möglichen Produktionskraft der Böden liefert die moderne Bodenkunde, insbesondere ihr neuester Zweig, die Bodengenetik, bereits ein gutes Rüstzeug. Sie wird unterstützt durch die Vegetations- und Klimageschichte. Die bodengestaltende Tätigkeit des Menschen in der Vergangenheit kann mit Hilfe der Vor- und Frühgeschichte und der Agrar- und Siedlungsgeschichte erschlossen werden; das Ergebnis muß zusammen mit den Folgen der letztgebräuchlichen Methoden der Bodenbewirtschaftung vorgefundene Unterschiede in den Kulturböden der land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber vorhandenen — oder angenommenen — Naturböden erklären.

Die vorliegende Arbeit stellt den Versuch dar, die Bodenverhältnisse des westfälischen Südergebirges unter dem Gesichtspunkt ihrer Entwicklung zu den gegenwärtigen Zuständen zu untersuchen, den mitbestimmenden Anteil des Menschen zu analysieren und Grundsätze für die Erhaltung der Bodenproduktionskraft dieser Landschaft herauszuarbeiten.

# 1. KAPITEL

## Entstehung der Böden

### I. Der Gesteinsuntergrund

**Paläozoische Gesteine.** Das Südergebirge ist aus Meeressedimenten aufgebaut, die den Formationen des Silurs, Devons und Karbons des erdgeschichtlichen Altertums (Paläozoikum) angehören. Ihre bodenbildenden Gesteinsschichten sind in der Hauptsache Tonschiefer, Grauwacken, Sandsteine und Quarzite. Die an sich bedeutsamen Vorkommen von Massenkalk beteiligen sich flächenmäßig nur untergeordnet an der Bodenbildung, da sie weithin von ortsfremdem Material überlagert sind.

Infolge der kräftigen Faltung und späteren Abtragung der stark geschichteten und wechsellagernden paläozoischen Sedimentgesteine bietet die Landoberfläche des Südergebirges sie in buntem Wechsel der Bodenbildung dar. Die für die Bodenbildung wichtigsten Gesteine sind die Tonschiefer. Es sind aus tonigen Meeressedimenten hervorgegangene dichte, geschieferte Gesteine, die einen solchen Grad der Verfestigung erreicht haben, daß sie mit dem Fingernagel nicht mehr geritzt werden können. Unter Schieferung versteht man die durch Druck erfolgte Ausrichtung bestimmter Gesteinsgemengteile (senkrecht zur Druckrichtung), die dem Gestein eine meist dünnplattige Spaltbarkeit verleiht. Die Schieferungsrichtung weicht zumeist von der Lagerungsrichtung der Gesteinsschichten ab; Schieferungsbahnen und Schichtfugen sind für die Verwitterungsmöglichkeiten bedeutsam.

Man unterscheidet milde und rauhe Schiefer. Als milde Tonschiefer werden die weicheren, sich glatt anfühlenden bezeichnet; die den prüfenden Fingern rau erscheinende Schieferfläche deutet hin auf Einlagerung von Sand. Die primären Gesteinsfarben der frischen Schiefer des Südergebirges sind grau, graublau bis dunkelblau und schwärzlich, auch rote und grüne Farben kommen vor. Durch die Verwitterung gehen sie in gelbliche und bräunliche Farbtöne über.

Die Tonschiefer bestehen ihren Hauptgemengteilen nach aus einer Grundmasse von feinsten Quarzteilchen, in die feine Blättchen eines Glimmerminerals eingelagert sind. Bei den durch P. Pfeffer und H. Udluft (1931) untersuchten Tonschiefern von Madfeld und Brilon war dieses Glimmermineral Serizit. In den gleichen Gesteinsproben fanden sich auch etwas größere Einschlüsse von Chlorit. Serizit ist ein dem Muskowit ähnliches Mineral, dessen chemische Zusammensetzung ungefähr der Formel  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  entspricht. Es ist also ein Träger des für die Pflanzenernährung wichtigen Kalis. Die Chlorite sind eine den Glimmern nahestehende Mineralgruppe. Ihre Formel ist annähernd

$2\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ . Das Magnesiumoxyd kann durch Eisenoxyd ersetzt sein. — Außer diesen Hauptgemengteilen kommen in geringeren Mengen noch andere Mineralien und schließlich auch kohlige Substanz in sehr feiner Verteilung vor. Wenn die Tonschiefer auch vorwiegend kalkfrei sind, gibt es doch auch mehr oder weniger kalkhaltige, deren Kalk wohl organischer Herkunft sein dürfte.

Die Grauwacken sind aus feldspathaltigen Sandsteinen hervorgegangene feste bis sehr feste, graue bis grünlichgraue Gesteine, die aus wechselnden Mengen von Quarz, Feldspäten und eingeschlossenen Trümmerstückchen von Tonschiefern und anderen Gesteinen bestehen. Sie sind entweder dicht oder körnig und können kalkhaltig oder kalkfrei sein. Haben sie dünne Lagen von Glimmer oder Ton, so nennt man sie Grauwackenschiefer.

Die Sandsteine bestehen aus verschiedenkörnigem Sand, der durch ein Bindemittel verfestigt ist. Als Bindemittel können Kieselsäure, kohlenaurer Kalk, Eisenverbindungen oder andere kittende Substanzen auftreten. Da dieser Sand hauptsächlich aus Quarz und nur wenigen anderen Mineralien besteht, ist für die Bodenbildung in erster Linie die Beschaffenheit des Bindemittels wichtig, sodann spielt auch die Korngröße eine Rolle. Die Farben sind grau bis gelblichgrau. Sind Sandkörnchen durch ein kieseliges oder auch kieseligkalkiges Bindemittel sehr intensiv verfestigt, so nennt man das Gestein Quarzit.

Aus der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Gesteine lassen sich zwanglos ihre bodenbildenden Eigenschaften ableiten. Da es sich hier um feste, dichte, z. T. sogar harte Gesteine handelt, bieten sie der Verwitterung mehr Widerstand als die weicheren Diluvialgesteine wie Löß, Geschiebemergel oder Sand. In diese können Luft und Wasser leicht eindringen und die chemische Verwitterung bewirken, während bei den festen Gesteinen zunächst einmal die mechanische Verwitterung, die durch Temperaturschwankungen den Gesteinsverband der Mineralien lockert und die entstandenen Risse und Klüfte durch den Spaltenfrost erweitert, der chemischen Verwitterung vorarbeiten muß. So haben denn in dem zeitlichen Ablauf der Verwitterung die locker gelagerten, weichen Gesteine gewissermaßen einen Vorsprung vor den festeren. Die Unterschiede in der Körnigkeit der letzteren bewirken ein unterschiedliches Verhalten gegenüber den angreifenden Kräften der Verwitterung. Die feinkörnigen und dichten Gesteine erweisen sich gegenüber den Atmosphärien widerstandsfähiger als die grobkörnigen, deren Mineralverband sich leichter lockert. Dabei spielt auch die Natur des Bindemittels eine Rolle. Gesteine mit hartem, kieseligem Bindemittel zum Beispiel halten länger zusammen als solche mit weichem, kalkigem, chemisch leicht angreifbarem Zement.

Weitere Unterschiede in der Verwitterbarkeit ergeben sich aus der Art der Ablagerung und Absonderung. Stark geklüftete oder geschichtete Gesteine mit vielen Spalten oder Schichtfugen können den Temperaturschwankungen und dem Wasser größere Angriffsflächen bieten als in dicken Bänken abgelagerte, wenig geklüftete. In diesem Sinne kommt der Schieferung eine noch größere Bedeutung zu. In den Schieferungsbahnen findet sich eine natürlich vorgezeichnete Anlage zur Spaltbarkeit,

die von den Atmosphärrillen ausgenutzt werden kann. Daher zerfallen die geschieferten Gesteine vorzugsweise in Platten und Plättchen, schließlich in dünne Blättchen.

Endlich spielt auch das Einfallen der Schichten, das heißt ihre Lage zur Horizontalen, eine Rolle. Liegen die Schichten eben, so hemmen sie die Verwitterung. Fallen sie aber unter einem Winkel ein, so begünstigt dieser Umstand die Verwitterung um so mehr, je größer dieser Winkel ist, mit anderen Worten, je steiler die Schichten stehen. Luft und Wasser können dann um so leichter auf den Schichtfugen in die Gesteinsmasse eindringen.

Das gleiche gilt für die Stellung der Gesteinsklüfte. Da die paläozoischen Gesteine des Südergebirges stark gefaltet sind, kommen flache Schichtlagen nur selten vor. Vorwiegend ist eine geneigte Stellung der Schichten, wobei ein Winkel von 45° häufig erreicht und auch überschritten wird. Die Stellung der Schichten in diesem Gebiet ist demnach als günstig für die Verwitterung anzusehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die verschiedenen Gesteine und Gesteinsschichten des Südergebirges der mechanischen Verwitterung in unterschiedlichem Grade zugänglich sind. Am leichtesten zerfallen im allgemeinen die Schichten der Tonschiefer. Dabei liefern die weichen meist einen lockeren Schutt aus Plättchen und Schüppchen. Sehr weiche, leicht zerfallende Schiefer werden im Volksmund auch als „Faulschiefer“ bezeichnet. Sandige, rauhe Schiefer zerfallen grobstückiger. Im weiteren Verlauf ihrer Verwitterung liefern die Tonschiefer meist lehmige Böden, die mehr oder weniger mit Bodenskelett durchsetzt oder auch ganz frei davon sind. Die Verwitterungsschicht ist in ebenen Lagen mittel- oder tiefgründig.

Härtere, dichte Gesteine, wie die Grauwacken, zerteilen sich unter dem Einfluß der mechanischen Verwitterung in immer kleiner werdende Brocken. Am stärksten leistet Quarzit den angreifenden Kräften Widerstand. Grobkörnige Sandsteine zerfallen leichter als feinkörnige. Solche mit kieseligem Bindemittel halten länger zusammen als kalkig verbundene.

Bei solchem unterschiedlichen Verhalten der Gesteine ist es erklärlich, daß sie die Ausbildung der Oberflächengestalt maßgeblich beeinflußt haben. Die weicheren Gesteine, die in der Verwitterung schneller vorankommen, produzierten in der Zeiteinheit größere Mengen von Lockermassen, die von den Kräften der Abtragung hinweggeführt werden konnten. So kommt es, daß im Laufe erdgeschichtlicher Zeiträume die aus den weicheren und leichter verwitternden Tonschiefern aufgebauten Landschaftsteile allmählich tiefer ausgeräumt und zu Senken, Mulden oder tiefer gelegenen Ebenheiten umgeformt wurden, während die in der Verwitterung zurückgebliebenen härteren Gesteine wie Grauwacken, Quarzite, harte Sandsteine usw. nunmehr als Rücken oder auch größere Bergmassive die ersteren überragen. Hierbei wird deutlich, daß die Gesteine als solche nicht nur vermöge der Verschiedenartigkeit ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit an dem Zustandekommen unterschiedlicher Bodenbildungen beteiligt sind; sie wirken auch mit an der Ausbildung des Reliefs, das seinerseits einen starken Einfluß auf die

Ausgestaltung der Böden hat. Gesteinsbeschaffenheit und Geländegestalt sind demnach bodenbildende Kräfte, die zwar jede für sich die Entstehung der Böden in bestimmter Weise gestalten, untereinander jedoch in einer gewissen Abhängigkeit stehen.

Die zur Verwitterung und Bodenbildung anstehenden paläozoischen Gesteine des Südergebirges sind mit ihren manchmal geringen petrographischen Unterschieden so wechselvoll verteilt, daß eine Beschreibung ihrer Verbreitung auf Schwierigkeiten stößt. Es gibt zwar geologische Übersichtskarten über das ganze Gebiet und von Teilen desselben, aber eine petrographische Übersicht fehlt noch. Dagegen ist die petrographische Ausbildung der die geologischen Formationen zusammensetzenden Schichten aus den geologischen Spezialkarten 1:25 000 der Geol. Landesanstalt zu entnehmen; diese aber liegen noch nicht lückenlos vor, wenn auch der größte Teil bereits kartiert ist.

**Diluviale Gehängelehme.** Die sogenannten Gehängelehme des Südergebirges zählen zu den Diluvialgesteinen. Sie sind in dem von der Vereisung frei gebliebenen, aber arktisch beeinflussten Gebiet (Periglazialgebiet) durch das langsame Hangabwärtsfließen von Verwitterungsprodukten der anstehenden Gesteine entstanden. Wenn in dem eisfreien Gebiet der tiefgefrorene Boden oberflächlich auftaute, dann geriet diese schlammige Masse selbst auf sanften Hängen, der Schwerkraft folgend, in eine abwärtsgleitende Bewegung. Infolgedessen sind die flach geböschten Hangfüße und die Senken und Mulden von mächtigen Gehängelehmen bedeckt, die aus der ehemaligen Verwitterung höher gelegener Gesteine stammen.

Bei der Abwärtsbewegung der Verwitterungsmassen ist das ganze Material stark durcheinandergemischt worden. Da im Südergebirge die anstehenden Gesteine rasch wechseln, enthalten die Gehängelehme meist die Verwitterungsprodukte verschiedener Gesteine. Weit verbreitet ist auch eine nicht unbeträchtliche Beimischung von Löß. Nimmt man hinzu, daß während der ganzen Zeitdauer des geschilderten Vorgangs mindestens die mechanische Verwitterung nicht aussetzte, so ist zu verstehen, daß wir in den Gehängelehmen ein Diluvialgestein ganz eigener Prägung vor uns haben, welches sich von der rezenten Verwitterung aus anstehendem Gestein deutlich unterscheidet. Die Gehängelehme sind je nach der Gesteinsausbildung ihrer Ursprungsgebiete mehr oder weniger feinsandige, häufig stark tonige Lehme, die verschieden stark mit größeren Gesteinstrümmern durchsetzt sind. Im westfälischen Gebirgslande sind sie zumeist kalkarm. Wenn sie dicht und wasserundurchlässig sind, geht ihre weitere Verwitterung schwer vonstatten. Diluvialer Entstehung sind nach Paeckelmann (1931) wahrscheinlich auch die Lehme, welche die devonischen Massenkalkvorkommen von Brilon, Attendorf und Iserlohn-Hönnetal bedecken. Sie sind nicht als Verwitterung des Massenkalkes aufzufassen, sondern größtenteils ortsfremdes Material, das durch Abspülung und Versetzung aus den Verwitterungsprodukten des Schiefergebirges, stellenweise unter Beimischung von Löß, entstanden ist.

## II. Die natürlichen exogenen Kräfte in der Nacheiszeit

Das Südergebirge war während der Eiszeit von der Bedeckung durch das Inlandeis, das bei seinem vorletzten Vorstoß bis an den nördlichen Gebirgsrand gelangte, frei geblieben. Aber es unterlag den (periglazialen) Auswirkungen der gewaltigen Eismasse auf ihre Umgebung.

Man kann annehmen, daß am Ende der letzten Eiszeit die Verwitterungsrinde der letzten Zwischeneiszeit durch das in der Eisumwelt bezeugte Bodenfließen (Büdel 1937) von den stärker geneigten Hangflächen stark abgeräumt gewesen ist. Aus diesem abgetragenen Verwitterungsmaterial haben sich die mächtigen Gehängelehme gebildet, die heute vielfach die Hangflüsse und Mulden des Südergebirges bedecken. Weite Hangflächen und viele schmale Bergrücken und Kuppen dürften von einer Verwitterungsdecke wohl fast frei gewesen sein. In welchem Umfange die auf die ältere Tundrenzeit folgende Allerödschwankung von 10 000—9000 v. Chr. mit ihrer starken Ausbreitung von Birken schon eine neue Bodenbildung auf den abgeräumten Berghangflächen vorfand oder verstärkte, ob und in welchem Maße diese in der darauf folgenden jüngeren Tundrenzeit erneut abgetragen sein mag, darüber könnten wir kaum etwas aussagen, was über eine vage Vermutung hinausginge. Aber in der um etwa 8000 v. Chr. einsetzenden Vorwärmezeit, als der Dauerfrost aus dem Boden gewichen war und das Südergebirge sich von neuem mit einem Birkenwald überzog, dem wechselnde Anteile von Kiefern beigemischt waren, wird das periglazialbedingte Bodenfließen zum Stillstand gekommen sein. Dies ist der Zeitpunkt, von dem ab eine ortsfeste Bodenbildung unter dem Schutze und unter der Einwirkung einer Birken-Kiefern-Vegetation als möglich erachtet werden kann.

Während der langen periglazialen Zeiträume und der ausklingenden Tundrenzeit war bei vorherrschend mechanischer Verwitterung die chemische stark unterbunden gewesen. Mit der allmählichen Wiedererwärmung, der Möglichkeit des Eindringens der Niederschlagswässer in den frostfreien Boden und mit der biologischen Einwirkung einer Vegetationsdecke konnte auch die für die Bodenbildung so wichtige chemische Verwitterung wieder stärker zum Zuge kommen.

Wenn nach Firbas (1949), dem wir hier in der Darstellung der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung folgen, im Unterwuchs der vorwärmezeitlichen Wälder die kraut- und grasreichen Typen den Vorrang vor den zwergrauschreichten gehabt haben müssen, dann können wir im Südergebirge unter der Vorherrschaft der Birke eine Bodenentwicklung in Richtung auf die Braunerde annehmen, gilt doch die Birke nach Aaltonen (1948) in Skandinavien als Bildner dieses Bodentyps. Untersuchungen von Reinmuth (1947) zufolge entwickelte *Betula alba* nach vierjähriger Kompostierung eine Reaktion von pH 6,7, während die Nadeln der Kiefer (*Pinus sylvestris*) ein pH von 4,8 erzeugten. Bei Überwiegen des Birkenlaubes und einer kraut- und grasreichen Bodenflora kommt es jedenfalls nicht in Frage, etwa an eine Podsolierung selbst der basenärmeren Verwitterungsprodukte der Ton-schiefer- und Grauwackengesteine des Südergebirges zu denken, auch

wenn wir die Untersuchungsbedingungen Reinmuths mit den natürlichen Verhältnissen nicht ohne weiteres gleichsetzen können. Für eine Entwicklungsrichtung der Bodenbildung auf die Braunerde, d. h. auf eine langsam fortschreitende Verlehmung der Gesteinszerfallprodukte, spricht auch das Klima dieses präborealen Zeitabschnitts, das als kontinental und trocken angesehen wird.

In der nun folgenden Frühen Wärmezeit, die von etwa 7000—5000 v. Chr. gerechnet wird, schiebt sich zwischen Birke und Kiefer überraschend schnell die Hasel ein; allerdings wird sie sich im Südergebirge wohl nur an günstigen Standorten stärker ausgebreitet haben. Da die Hasel in bezug auf Bodennährstoffe nicht gerade anspruchslos ist, kann ihre Ausbreitung als ein Anzeichen dafür genommen werden, daß in der vorausgegangenen Vorwärmezeit unter der Herrschaft des Birken-Kiefern-Waldes bereits die chemisch-biologische Aufschließung der Gesteinszerfallsprodukte und eine Fixierung der notwendigen Pflanzennährstoffe infolge Tonbildung stattgefunden haben muß. Die Frühe Wärmezeit, welche mindestens in ihrem Kern kontinentalen Klima-charakter (Boreal) hatte und als trocken angesehen wird, kann in dem relativ feuchteren Südergebirge einer langsam fortschreitenden Tonbildung nur günstig gewesen sein. Da der Boden eine Vegetationsdecke trug, ist in dieser relativ trockenen Periode nicht mit einer nennenswerten Schichterrosion zu rechnen.

Während der hier besprochenen Klima- und Vegetationsperioden, welche die ausgehende ältere Steinzeit und die mittlere Steinzeit umfassen, lebte auch schon der Mensch im Südergebirge als Sammler, Jäger und Fischer. Eine irgendwie ins Gewicht fallende Beeinflussung des Bodens durch ihn können wir aber kaum annehmen, wenn wir uns auch der Vermutung Müller-Willes (1951) anschließen möchten, daß er an der Ausbreitung der Hasel, die für seine Ernährung wichtig war, vielleicht nicht ganz unbeteiligt gewesen ist.

Die schon am Ende der Frühen Wärmezeit im Gange befindliche Einwanderung der Bäume des Eichenmischwaldes führt in der Mittleren Wärmezeit zur Ausbildung eines haselreichen Eichenmischwaldes im Südergebirge, der durch stärkeres Hervortreten der Eiche, Zurücktreten der Linde und wahrscheinlich vollständiges Fehlen der Kiefer bei größerer Häufigkeit der Birke charakterisiert ist. In die Mittlere Wärmezeit fällt das nacheiszeitliche Wärmeoptimum; die mittlere Jahrestemperatur lag ca. 2—3° höher als die heutige. Der Klimacharakter dieser Periode, die von etwa 5500—2500 v. Chr. zu rechnen ist, kann ungefähr in der ersten Hälfte als atlantisch (warmfeucht), in der zweiten dagegen als subboreal (warm, weniger feucht bis trocken) bezeichnet werden. Bei diesen sehr allgemeinen Kennzeichnungen darf nicht vergessen werden, daß das Südergebirge infolge seiner nach Westen vorgeschobenen Lage und seiner Höhenverhältnisse stets ein mehr ozeanisches Klima aufzuweisen hatte als die übrigen Landschaften Westfalens. Was nun die bodenbildende Wirkung des Eichenmischwaldes angeht, so finden wir auf den Lößböden Westfalens, die dieser Wald gleichfalls, wenn auch in etwas anderer Zusammensetzung besiedelt hat, heute überall Braunerden oder doch ihre Relikte. Nach allem, was wir bisher

über die Zusammenhänge zwischen Klima, Vegetation und Bodenbildung wissen, können wir wohl sagen, daß, wenn das Klima einer Eichenmischwald auf den mäßig basenhaltigen Gesteinen des Südergebirges zugelassen hat, dieser auch die ihm gemäße Bodenform ausgebildet haben wird. Und dieses dürfte eine Braunerde gewesen sein, deren Basensättigung besser gewesen sein muß, als wir sie heute bei den Braunerden des Südergebirges antreffen. Die Regenmengen lagen wahrscheinlich mindestens im subborealen Abschnitt der Mittleren Wärmezeit unter den heutigen, aber die Temperaturen waren höher, die Verdunstung war mithin stärker als heute. Die für die Entbasung der Böden zur Verfügung stehende Sickerwassermenge muß demnach geringer gewesen sein, als sie es heute ist.

Nach Untersuchungen von Reinmuth (1947) zeigte sich, daß im Laub der Stieleiche (nur für diese Eichenart liegt ein Untersuchungsergebnis vor) nach vierjähriger Kompostierung ein pH von 6,0, im Laubkompost der Linde ein solches von 6,8 zu finden war. Die entsprechende pH-Zahl für Birkenlaub ist 6,7. Die hier angezogenen Untersuchungsergebnisse entsprechen zwar nicht den natürlichen Bedingungen, zeigen aber in ihrer relativen Abstufung für die einzelnen Baumarten Ergebnisse, die zu unseren bisherigen Anschauungen über deren bodenbildende Wirkung, soweit diese von ihrem abgeworfenen Laube ausgeht, nicht im Widerspruch stehen. Während der Laubkompost von Linde und Birke neutral reagiert, zeigt die Stieleiche mit  $\text{pH} = 6$  schwach saure Reaktion. Unter diesen günstigen Verhältnissen können wir damit rechnen, daß die Humifizierung des Bestandsabfalls des Eichenmischwaldes in der Richtung der Mullbildung verlief.

Während der Mittleren Wärmezeit haben spätesolithische Jäger und Fischer im nördlichen Teile des Südergebirges Kulturgut hinterlassen (Beck 1951), aber eine Beeinflussung der Bodenbildung durch sie ist unwahrscheinlich.

Die Späte Wärmezeit ist als eine durch allmählich abnehmende Wärme und zunehmende Feuchtigkeit gekennzeichnete Übergangsperiode anzusehen, die von etwa 2000 oder 2500 v. Chr. bis etwa 800 bis 500 v. Chr. dauerte. Es ist die Zeit, in der die Eichenmischwälder des Südergebirges zunehmend von Buchen durchsetzt werden. Während die ersteren sich in den tieferen Lagen trotz des Eindringens der Buche noch behaupten konnten, kommt es in den höheren Lagen im Laufe der Späten Wärmezeit bereits zur Vorherrschaft der letzteren. Damit gewinnt nun erstmalig derjenige Laubbaum unserer Wälder für die Bodenbildung Bedeutung, dessen Laub am schwersten humifiziert und der am ehesten zur Rohhumusbildung neigt, sofern die sonstigen Bedingungen hierfür günstig sind. In den Reinmuth'schen Versuchen erreichte Buchenlaub nach vierjähriger Kompostierung ein pH von 5,8 und damit die niedrigste pH-Zahl unter den Laubkomposten der Laubbäume des Waldes. Während der Laubkompost von Spitzahorn, Winterlinde, Birke, Schwarzpappel und Stieleiche nach vierjähriger Rotte eine erdige bis ziemlich erdige Beschaffenheit zeigte, war das Buchenlaub nicht erdig geworden; die Blätter waren, wenn auch zersetzt, so doch noch in ihrer Struktur erkennbar.

Dürfen wir den allmählichen Wandel in den klimatischen Bedingungen und die ihm folgende Ausbreitung der Buche bereits als ein Anzeichen dafür nehmen, daß nunmehr eine stärkere Auslaugung, Versauerung oder gar Podsolierung der Böden der höheren Lagen des Südergebirges einsetzte?

Die Beantwortung dieser Frage hängt aufs engste mit der Beantwortung einer anderen zusammen, der Frage nämlich, ob durch das allmähliche Vordringen der Buche in die Eichenmischwälder die Mullbildung durch Moder- oder gar Rohhumusbildung abgelöst werden konnte. Das letztere ist sehr unwahrscheinlich. Wir finden zwar heute im Südergebirge Buchenwälder mit Moder- und Rohhumusbildung, aber ebensogut auch solche mit Mull, ohne daß es bisher gelungen wäre, diese Unterschiede in der Humifizierung des Bestandsabfalls auf hervorstechende Unterschiede des Muttergesteins zurückzuführen. Berücksichtigt man, daß die Mullbildung sich stellenweise auch heute noch auf sauren Böden des Südergebirges vollzieht, so kann man mit dem allmählichen Einwandern der Buche in der Spätwärmezeit wohl eine sehr langsame Verstärkung des Basenverbrauchs der Böden, aber wohl kaum schon eine Moder- und erst recht keine Rohhumusbildung erwarten. Podsolierungserscheinungen stellen sich heute im Südergebirge sehr zögernd unter Moder ein, deutlicher erst unter Rohhumus. Mit ihrem Auftreten in der Spätwärmezeit braucht demnach noch nicht gerechnet zu werden.

Der hier behandelte Abschnitt der postglazialen Klimaentwicklung umspannt etwa in seiner ersten Hälfte die Jüngere Steinzeit, in seiner zweiten die Bronzezeit. Im Neolithikum ist nach Beck (1951) auf Grund der Funddichte bereits mit einer echten, aber doch dünnen Besiedlung des Südergebirges zu rechnen, die sich locker über das ganze Gebiet verteilt, einen Schwerpunkt an der unteren Ruhr und Lenne hat, das Rothaargebirge, die Ebbe und die Homert aber freiläßt. Die Flußterrassen sind bevorzugte Siedlungsplätze.

Im Übergang vom Neolithikum zur Bronzezeit ist der Norden des Gebiets von einer Bevölkerung besiedelt, die ihre Toten in Hügelgräbern bestattete; im südlichen Teile sind keine bronzezeitliche Siedlungsspuren hinterlassen. Beck (1951) vermutet in den Stein-Bronzezeit-Leuten des Südergebirges eine Hirtenbevölkerung, die ihre Existenz in der Hauptsache auf der Waldweide aufbaute; ihrem Ackerbau mit Gerste und Weizen auf den armen Schieferböden mißt er weniger Bedeutung bei.

Wenn wir Beck auch darin zustimmen, daß das Schwergewicht der Ernährungswirtschaft dieser Stein-Bronzezeit-Leute auf der Wald-Vieh-wirtschaft gelegen haben mag, so dürfen wir doch bei der Beurteilung ihrer pflanzenbaulichen Möglichkeiten nicht ohne weiteres die heutigen Boden- und Klimaverhältnisse des Südergebirges in jene Zeiten zurückprojizieren. Es ist nach unseren weiter oben gemachten Ausführungen vielmehr damit zu rechnen, daß die Böden des Schiefergebirges mindestens noch in der ersten Hälfte und um die Mitte der Spätwärmezeit weniger sauer und weniger nährstoffarm waren, als sie es heute sind. Auch das Klima dürfte im Vergleich zum heutigen wärmer und trockener gewesen sein. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Neolithiker

Gerste und Emmer als urtümliche Formen unserer heutigen gezüchteten Gersten und Weizen anbauten, deren Boden- und Klimaansprüche sich aus dem pontischen Bereich herleiten. Wenn diese Getreidearten während des Endneolithikums und vielleicht auch schon früher im Südergebirge oder auch nur in seinen unteren Lagen gediehen, so kann man darin eine Bestätigung der Annahme sehen, daß Boden und Klima dem atlantischen Typus weniger nahestanden als heute.

Während der etwa in das letzte Drittel der Spätwärmezeit fallenden Jüngeren Bronzezeit ist das Südergebirge siedlungsleer. Betrachten wir noch einmal im Zusammenhang die Siedlungsbewegung in diesem Raum während der gesamten Späten Wärmezeit, so zeigt sich zunächst das Bild einer mit Ausnahme der höheren Bergketten locker besiedelten Waldgebirgslandschaft mit starker Bevorzugung des „Unterlands“. Gegen die Mitte der Späten Wärmezeit wird die Siedlung in den mittleren und höheren Regionen aufgegeben, hält sich aber noch in dem niedriger gelegenen nördlichen Teil, um auch hier schließlich in der zweiten Hälfte dieser Klimaperiode ihr Ende zu finden.

Die Rückläufigkeit der Besiedlung des Südergebirges bis zur ausgesprochenen Siedlungsleere am Ende der Späten Wärmezeit kann man wohl mit dem gleichzeitigen Vordringen der Buche, von den höheren Lagen ausgehend zu den tieferen hin, in Verbindung bringen, was Beck auch getan hat. Sehr wahrscheinlich hat die Eichel-Schweinemast für den Neolithiker und die Hügelgrableute eine große Rolle gespielt. In dem Maße, wie die Eiche der Buche weichen mußte, ging diese wirtschaftliche Grundlage verloren. Gleichzeitig ist aber auch das Vordringen der Buche als ein Zeichen für das Kühler- und Feuchterwerden des Klimas und damit für eine Verschlechterung nicht nur der Bedingungen des Gerste- und Emmer-Anbaus, sondern der Lebensbedingungen schlechthin anzusehen. Ihre allgemeine Verschlechterung im weiteren Verlaufe der Spätwärmezeit kann als ein ausreichender Grund für den Rückzug der menschlichen Siedlung aus dem Südergebirge angenommen werden.

Es ist wohl nicht daran zu zweifeln, daß die Neolithiker und die Hügelgrableute bereits durch Waldrodung und geringen Ackerbau in den Bodenorganismus eingegriffen haben. Wenn wir uns auch keine tiefgreifenden Wandlungen in den Oberschichten der Böden, wie sie der moderne Pflugbau zusammen mit der Stall- und Mineraldüngung hervorbringt, vorzustellen haben, so müssen doch diejenigen Änderungen eingetreten sein, welche nach der Beseitigung des Waldkleides und dem Verfall der Baumwurzeln hinsichtlich des Bodenklimas und in der Lagerung der Böden stattfinden (vergl. 2. Kap., III). Diese allein bringen schon wesentliche Wandlungen des Bodenzustandes mit sich. Dabei bleibt nun fraglich, wie weit der Ackerbau in jenen prähistorischen Zeiten im Südergebirge bereits stationär sein konnte. Sehr wahrscheinlich wurden die Ackerstücke nach der Erschöpfung des Nährstoffvorrates des Bodens wieder aufgegeben. Im ganzen gesehen wird man daher den Ackerbau der neolithischen Bevölkerung und der Hügelgrableute des Südergebirges als anthropogenen Faktor der Bodenbildung wohl nicht zu hoch veranschlagen dürfen, zumal seine flächenhafte Ausdehnung ja unbekannt ist. Die ebenen Flußterrassen dürfen seine Hauptträger gewesen sein.

Ein vielleicht stärkerer Eingriff in die natürliche Landschaft wird jedoch von der Waldweide des Rindviehs und der Schweine ausgegangen sein. Änderungen in der Bestandeszusammensetzung, allmähliche Lichtung der Bestände und Förderung einer grasreichen Bodenflora und vielleicht auch schon Begünstigung der Bodenerosion durch den Tritt der Weidetiere und die Auflockerung des Bodenschutzes können die Folgen gewesen sein. — Der Einwirkung der Waldweide in den natürlichen Zusammenhang von Boden und Vegetation kommt auch in der Spätwärmezeit eine größere flächenhafte Bedeutung zu als dem Ackerbau.

In der Nachwärmezeit ist die vorher sich anbahnende Klimaverschlechterung um etwa 800—500 v. Chr. zur Tatsache geworden. Temperaturen und Feuchtigkeit haben sich etwa dem heutigen Stande genähert. Die Rotbuche herrscht im Südergebirge. Eiche und Birke bleiben ihr beigemischt; Fichte und Tanne fehlen wahrscheinlich völlig. Auch für diesen Zeitabschnitt ist mit einer etwas stärkeren Beimischung von Eichen in den unteren und ihrem Zurücktreten in den höheren Lagen zu rechnen. Buchenwald ist mithin die unserem Klima entsprechende natürliche Vegetationsform des Südergebirges.

Mit Klimaverschlechterung und Buchenwaldvorherrschaft haben sich nun Bodenbildungsbedingungen entwickelt, welche die Versauerung, die Entstehung von Moder- und Rohhumusdecken und die Podsolierung der Böden fördern können. Wie haben sie sich auf den mäßig basenhaltigen Gesteinen des Südergebirges ausgewirkt?

Um auf diese Frage eine zuverlässige Antwort zu finden, ist zweierlei notwendig: einmal die Kenntnis der heutigen Bodenbildungen unter Buchenwald und zum anderen die Kenntnis der umgestaltenden Eingriffe des wirtschaftenden Menschen in den natürlichen Zusammenhang der bodenbildenden Faktoren.

Bodenprofile unter Buchenwäldern des Südergebirges haben R. Büker (1942) und F. Runge (1950) veröffentlicht. Danach und nach Beobachtungen des Verfassers sind Rohhumusdecken in manchen heute noch vorhandenen Resten des ehemals herrschenden Buchenwaldes festzustellen, aber nicht in allen Buchenwäldern. Um diese Erscheinung deuten zu können, müssen wir uns zunächst einmal eine Vorstellung von der Einwirkung des Menschen auf die umgebende Landschaft der Nachwärmezeit verschaffen, wobei wir die hierfür wesentlichen Tatsachen der Siedlungsentwicklung der Darstellung Müller-Wille's (1952) entnehmen.

### III. Menschliche Eingriffe und ihre Auswirkungen

**Ackerbau.** Konnten schon die Neolithiker und die Hügelgrableute bei der Ungunst der Landesnatur das Südergebirge nur schwach besiedeln, so wirkte sich die durch die Klimaverschlechterung verstärkte Siedlungsungunst der Nachwärmezeit noch weiter einengend aus. Die von Müller-Wille für die Zeit von 500 v. Chr. bis 500 n. Chr. vermutete Getreidebaukrise dürfte das Südergebirge wegen seines ohnehin stärker ozeanischen Klimacharakters besonders stark getroffen haben.

Wenn nach der bronzezeitlichen Siedlungsleere nunmehr in der Älteren Eisenzeit hauptsächlich die Massenkalklandschaften des Südergebirges von neuem besiedelt werden (Beck 1951), so kann sich in der Wahl dieser Plätze der Zwang zum Aufsuchen relativ trockener, durchlässiger Standorte infolge eines allgemein sehr feuchten Klimas ausdrücken. Diese Schlußfolgerung ist allerdings an die Voraussetzung geknüpft, daß die Ackerflächen dieser alteisenzeitlichen Siedlungen sich tatsächlich auf durchlässigen, flach- bis höchstens mittelgründigen Kalkgesteinsböden befunden haben und nicht auf den stellenweise tiefgründigen diluvialen Decklehmen, welche die Massenkalkgebiete weithin überziehen.

In der Jüngeren Eisenzeit blieben diese Gebiete schwach belegt, während an den Fundplätzen der Siegerländer Eisenerze Siedlungen von Waldschmieden und Köhlern, die ihr Gewerbe mit Waldnutzung, Ackerbau und Viehzucht verbanden, entstanden. Alle eisenzeitlichen Siedlungen des Südergebirges sind wohl nur denkbar mit Hafer- und vielleicht auch Roggenanbau. Möglicherweise hat das verhältnismäßig dicht besiedelte Siegerländer Eisengewinnungsgebiet auch Getreide im Austausch mit seinen gewerblichen Erzeugnissen eingeführt.

In den ersten nachchristlichen vier Jahrhunderten ist nach Beck (1951) nur ein kleines Siedlungszentrum an der unteren Lenne bezeugt, die Mitte und der Süden des Gebiets sind fundleer. Vom 5. bis zum 7. Jahrhundert fehlen überhaupt jegliche Besiedlungsspuren. So ist denn das Südergebirge wahrscheinlich nur sehr schwach oder fast gar nicht besiedelt gewesen, als die frühmittelalterliche Rodung durch die Westfalen und Engern in den weniger beregneten Landschaften des zentralen und östlichen Sauerlandes begann.

In dem Abschnitt der Nachwärmezeit, der von der Älteren Eisenzeit bis an den Beginn der frühmittelalterlichen Rodungen reicht und mehr als 1000 Jahre umfaßt, ist das unter dem Einfluß des feuchten und kühlen Klimas nun unter Vorherrschaft der Buche stark bewaldete Südergebirge vergleichsweise nur wenig den landschafts- und bodenverändernden Eingriffen des Menschen ausgesetzt gewesen. Eine Ausnahme bildet die etwa 300 Jahre währende jüngereisenzeitliche Besiedlung des Siegerlandes, die zu sehr starken Einwirkungen in das landschaftliche Gefüge geführt haben dürfte. Das Fundgut aus dieser Periode liegt zum Teil unter mächtigen Lehmschichten begraben, die als Folge der vom Menschen in Gang gesetzten Bodenerosion aufzufassen sind. Wie groß der vorgeschichtliche Anteil an diesen Vorgängen ist, bleibt noch aufzuklären.

Im Hochmittelalter wurden dann auch die niederschlagsreicheren westlichen Teile des Südergebirges in einer wahrscheinlich wärmeren und trockeneren Periode gerodet. Um 1200 hatte der Landesausbau mit vielen Weilern und dazwischen verstreut liegenden Einzelsiedlungen schon die wesentlichen Züge des heutigen bäuerlichen Siedlungsbildes Südwestfalens geformt.

Wir würden indessen ein falsches Bild von der mittelalterlichen Kulturlandschaft dieses Gebirges erhalten, wenn wir den heutigen Umfang und Zustand seiner landwirtschaftlichen Nutzfläche in jene Zeit zurückprojizieren wollten. Die mittelalterliche Landschaft hat ganz anders ausgesehen, und das Endstadium ihrer Entwicklung, das sich noch bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts erhalten und in alten Katastraleinschätzungen seinen Niederschlag gefunden hat, ist uns gut bekannt. Im folgenden seien kurz die Verhältnisse skizziert, wie sie in einer typischen Gemeinde (Eslohe) des Kernsauerlandes um das Jahr 1830 herrschten, und wie sie für weite Gebiete des Südergebirges gültig waren (vgl. W. Taschenmacher 1938).

Die Gehöfte liegen in lockerer Aufreihung an den Rändern der eigentlichen alluvialen Talsohle, die heute das Wiesenland trägt, welches — wenn auch nicht in vorgeschichtlicher Zeit, so doch wohl im Laufe des mittelalterlichen Landesausbaues — als Dauergrünland eingerichtet worden ist. Diese Talsohlen hatten früher den Auen- oder Bruchwald getragen, je nach dem Grade ihrer Durchfeuchtung. Durch Grabenentwässerung sind ihre Böden heute vielfach verbessert. Es darf aber nicht übersehen werden, daß diese Absenkung und Haltung eines möglichst gleichmäßigen Grundwasserstandes wohl in vielen Fällen nur eine vermeintliche Melioration ist. Eine Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse wird durch die künstliche Entwässerung der Talsohlen zweifellos gegenüber dem vorherigen Zustande erreicht, aber ist dieser der ursprüngliche, natürliche?

Müssen wir nicht vielmehr annehmen, daß die von den Talrändern ausgehende und immer weiter gegen die Hänge fortschreitende Rodung der Wälder die Ursache eines verstärkten Zustroms der Niederschlagswasser, die vom Ackerlande bei weitem nicht so stark zurückgehalten werden, zu den Talsohlen gewesen ist? So bedeutet die Melioration der Wiesenböden in den Tälern zum großen Teil nicht mehr als den Versuch, den durch die Rodung der angrenzenden Hänge verlorengegangenen, ursprünglich günstigeren Feuchtigkeitszustand der Talböden zurückzugewinnen.

An die Talaue schloß sich, auf den sanft auslaufenden Hängen gelegen und damit die besseren, weil tiefgründigen Böden einnehmend, das hofnahe Ackerland an. Es war das eigentliche Dungland, dem die geringen zur Verfügung stehenden Stalldüngermengen zugute kamen. Von der gesamten Ackerfläche machte es wenig mehr als den fünften Teil aus. Alle anderen Ackerländereien, also fast vier Fünftel des gesamten Ackerlandes, erhielten keinen Stalldung, sondern wurden durch das sogenannte Torfen gedüngt. Mit Hilfe von Reisigfaschinen wurde die umgebrochene Grasnarbe, die sich nach mehr oder weniger langen Jahren der Weidenutzung gebildet hatte, abgebrannt und die so ge-

wonnene Asche als Dung über den Acker gestreut. Nach dieser Prozedur blieb beispielsweise in Eslohe die schlechteste (5.) Ackerklasse, nachdem sie anschließend 3 Jahre lang mit Roggen, Hafer und Kartoffeln bestellt worden war, 16—20 Jahre als Hutung liegen.

„Haben wir uns nun weiter vom Hofe entfernt, das Dungland und die Wechselländer, von denen einige Stücke nach langjähriger Weidenutzung schon ein recht wüstes Aussehen haben, hinter uns gelassen, so gelangen wir ohne merklichen Übergang in die Heide hinein. Sie zieht sich die steilen Hänge herauf und findet größere Ausdehnung auf den Höhen. Aber hier und da, in kleinen Einmuldungen des Geländes oder flacheren Lagen, stoßen wir noch auf einige bearbeitete Parzellen. Es ist das sogenannte Schiffel- oder Schüffelland, ein regelrechter Vorposten der Ackerkultur gegen das Heideunland. Es wird nach dem Umbruch und dem Torfen nur 2 Jahre teils mit Roggen, größtenteils aber mit Hafer bestellt und bleibt nun darauf 30—40 Jahre als Hude liegen, wie es in dem Abschätzungsbericht heißt. Häufig liegt aber auch das Schiffelland in der Nähe der Gehöfte auf Berghängen, welche wegen ihrer Steilheit am liebsten durch langjährige Hutung genutzt werden.“ (Taschenmacher 1938).

Welche Auswirkungen auf die Entwicklung der betroffenen Böden kann man von dieser 1000jährigen Ackerkultur erwarten, die ihren Beginn mit den frühgeschichtlichen Rodungen nimmt, im Hochmittelalter eine ausgereifte Kulturlandschaft ausgebaut hat und uns noch am Beginn des 19. Jahrhunderts mit den überalterten und erstarrten Zügen des wohl nur wenig veränderten mittelalterlichen Bildes entgegentritt? Gegenüber dem Walde, der auch nach dem Mittelalter noch stärkeren Veränderungen von Seiten des Menschen unterworfen war, können wir vom späten Mittelalter ab eine gewisse Stetigkeit in den Formen der Ackerkultur annehmen. Auch die rein quantitativen Fluktuationen des Ackerlandes werden nach Abschluß der Wüstungen bis zum Beginn der modernen Zeit kein wesentliches Ausmaß mehr erreicht haben. Zugänge zur Ackerfläche waren in den alten Siedlungen hauptsächlich möglich durch Anlage und Vermehrung der Wildländereien oder Außenfelder, nicht aber durch Vergrößerung des Dung- oder Binnenfeldes. So können wir wohl mit Recht das hofnah gelegene Dungland auf den nur schwach geneigten Hangfüßen mit tiefgründigen Bodenprofilen als das zuerst gerodete, älteste Ackerland ansehen. Die Wildländereien oder Außenfelder werden umso jünger datiert werden können, je ungünstiger ihre Lage zum Wirtschaftshofe und je ungünstiger ihre Bodenverhältnisse sind, sofern es sich nicht um ehemalige Wüstungsfluren handelt.

Ehe wir an die Beantwortung obiger Frage herangehen, soll noch ein Landschaftselement behandelt werden, das seine Entstehung der Ackerkultur verdankt und im Zusammenhang mit dieser von der größten Bedeutung für die Beurteilung ihrer bodenverändernden Wirkung ist. Es handelt sich um die Terrassen, Böschungen oder Uferchen im Ackerlande.

Was man im gegenwärtigen Landschaftsbilde davon sieht, sind Überbleibsel eines früher offensichtlich stärker ausgebauten Systems. Da die Terrassen auf den geneigten Ackerflächen des Südergebirges die

Bodenabschwemmung hemmten, ist es wichtig zu wissen, wie lange dieser Bodenschutz wirksam gewesen ist.

Nach Hömberg (1938) ist das Ausmaß der Terrassenbildung in den altbesiedelten Landesteilen ungleich größer als in jenen Gebieten, die erst in neuerer Zeit eine stärkere Besiedlung aufweisen; schwächer entwickelt ist nach ihm auch das Hangstufensystem in jenen Fluren, die durch die Wüstungsbildung des Spätmittelalters eine langdauernde Unterbrechung der Besiedlung erfahren haben. Diese Erscheinung deutet darauf hin, daß die Ausbildung der Terrassen irgendwie mit dem Alter der Ackerkultur im Zusammenhang steht. Wenn wir also die Dauer der Schutzwirkung dieses heute seltener gewordenen Landschaftselements ergründen wollen, so kommen wir nicht darum herum, uns mit den Theorien seiner Entstehung zu befassen.

Hömberg denkt sich die Böschungen durch die Gewohnheit des Talwärtswerfens der Schollen beim Pflügen entstanden. Da nach ihm die Ackerparzellen im Sauerlande immer horizontal an den Berghängen entlanglaufen und immer nur parallel zu den Höhenlinien gepflügt worden sind, erfuhr der Boden am unteren Ende der Ackerstücke mit der Zeit eine Aufhöhung, die an der Parzellengrenze ihr Ende fand und so zur Ausbildung einer künstlichen Geländestufe führte. Da die Terrassierung der Hänge aber in hohem Maße von der Hangneigung, den Niederschlägen, der Anzahl der Baujahre innerhalb des Feldgrasystems, der Bodenart und anderen Faktoren abhängig ist, kann das Talabwärtswerfen der Pflugschollen nicht die einzige Ursache der Entstehung der Böschungen sein, zumal Hömberg selbst darauf hinweist, daß die Einführung unsymmetrischer (einseitig wendender) Pflüge in den westdeutschen Gebirgen erst sehr spät erfolgt ist und bis in die jüngste Vergangenheit hier und da auch noch ältere, den Boden nur aufwühlende Pflugformen in Gebrauch waren. Wir werden daher dem Hangabwärtswerfen der Pflugschollen nicht mehr als eine verstärkende Wirkung bei der Bildung der Böschungen zumessen können.

Eine umfassendere Erklärung der Entstehung von Terrassen hat G. Wandel (1950) nach neuen, vergleichenden Untersuchungen über den Bodenabtrag an bewaldeten und unbewaldeten Hängen in Nordrheinland versucht. Er ist der Meinung, daß nach der Rodung der Hangflächen die Grenzen der entstandenen Ackerparzellen mit Hecken bepflanzt worden sind. Jede Parzellenbreite stellt nun eine kurze Erosionsstrecke dar. Im Laufe der Zeit bewirkt die nach der Entwaldung einsetzende und durch die Ackerkultur geförderte Bodenabschwemmung in dem oberen Teil der Parzellenbreite ein Flacherwerden der Bodenkante und im unteren Teil eine Aufhöhung des Bodens, da die Hecken das abgeschwemmte Material zum großen Teil festhalten. Die Herauspräparierung der künstlichen Hangstufen geht also doppelseitig vor sich: am Böschungskopf wird der Boden abgetragen und die Böschung dadurch tiefer heruntergezogen, während der Böschungsfuß eine ständige Aufhöhung durch aufgefangenes Bodenmaterial der darüberliegenden Parzellen erfährt, durch welches die Hecke im Laufe der Zeit hindurchwächst. Mit fortschreitender Erosion wird die Krume im oberen Teil der Ackerbreiten und hier wiederum am meisten unmittelbar am Fuße der nächsthöheren Böschung immer flacher; der Pflug faßt schließlich in die oberste Verwitterungszone des festen Gesteins, lockert dieses auf und verstärkt damit das Tempo seiner Verwitterung. So wird allmählich eine fortschreitende Annäherung der Ackerfläche an die Horizontale erreicht, wenn auch auf Kosten der Gleichmäßigkeit des Bodens innerhalb des einzelnen Ackerstücks. Welches Ausmaß dieser Vorgang erreichen kann, hängt von vielerlei Faktoren ab, hauptsächlich von der Breite der mit den Höhenlinien verlaufenden Ackerstücke, der Steilheit der Hänge, der Regenmenge, der Bewirtschaftungsart, der Bodenart, der Festigkeit und Verwitterungsgeschwindigkeit des Gesteins usw.

Einen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie sieht Wandel in dem Vorhandensein von festen Gesteinssockeln im Aufbau der Böschungen, sofern diese auf Böden mit festen Muttergesteinen entstanden waren.

Demgegenüber möchte eine dritte Entstehungstheorie das Aufhäufen der von den Ackerbreiten abgelesenen Steine entlang der Grenzraine im Zusammenwirken mit der Bodenaufschwemmung für die Bildung der Terrassen verant-

wortlich machen. Im Grunde genommen werden wohl alle hier aufgezählten Ursachen irgendwie zur Entstehung der Terrassen beigetragen haben, die einen mehr, die anderen weniger. Dabei werden wohl die örtlichen Gepflogenheiten eine Rolle gespielt haben.

Wenn Wandel mit seiner umfassenden Erklärung der Entstehung der Terrassenbildung im großen und ganzen recht hat, dann steht der Annahme des Beginns ihrer Herausbildung im Anschluß an die mittelalterlichen Rodungen nichts im Wege. Auch Hömberg (1938) hält es für gesichert, daß die Entstehung der Terrassen bis in das Hoch- oder sogar Frühmittelalter zurückreicht. Wir dürfen damit annehmen, daß die im Mittelalter und auch späterhin noch gerodeten Hangflächen des Südergebirges im Laufe der Zeit einen immer wirksamer werdenden Erosionsschutz erhielten, der erst durch die um die Jahrhundertwende einsetzenden Umlegungen bis auf die heute noch bestehenden Überreste beseitigt wurde. In einer schematischen Zusammenstellung hat Wandel einen Überblick über die Hangflächenentwicklung und ihre Folgen für den Grundwasserhaushalt gegeben, die so instruktiv ist, daß ich mir nicht versagen kann, sie hier wiederzugeben:

#### **Die Hangflächenentwicklung**

- a) Anpflanzung von Hecken nach Rodung der Hänge in früheren Jahrhunderten.
- b) Bodenumlagerung von Hecke zu Hecke.
- c) Natürliche Terrassenbildung durch Boden- und Felsabtrag unterhalb und Bodenstauung oberhalb der Horizontalhecken.
- d) Wachsen der Böschungen nach unten und Überwucherung durch Hecken.
- e) Ausglättung des Stufenprofils durch systematische Beseitigung der Terrassen und künstliche Neuverteilung der aufgestauten Bodenmengen um die und seit der Jahrhundertwende.
- f) Erhöhung des Oberflächenabflusses und der Abtragungsenergie des Niederschlagswassers. Folge: Langsam, aber unaufhaltsam fortschreitender Bodenschwund und Verödung der Höhen und Hänge. Anreicherung des abgetragenen Bodens in Senken und am Hangfuß.

#### **Folgen für den Grundwasserhaushalt**

Durch Entwaldung der Hänge anfängliche Steigerung des Oberflächenabflusses von Regenwasser.

Nachlassen des Oberflächenabflusses mit zunehmender Verebnung der Feldflächen.

Vor der Flurbereinigung: geringer Oberflächenabfluß und gute Einsickerungsmöglichkeit im Stufenprofil.

Starke Grundwasserbildung.

Nach der Flurbereinigung: erhöhter Oberflächenabfluß und verminderte Grundwasserbildung infolge Verstärkung des Gefälles. Absinken der Grundwasserbildung infolge ständiger Verkleinerung der wasseraufnahmefähigen Benetzungsfläche auf ein Minimum. (Mehr oder weniger auch in benachbarten Waldgebieten je nach Größenverhältnissen nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren.)

Nachlassende Quellschüttung und teilweises Versiegen der Quellen im Haupteinzugsgebiet gefährden die Wasserführung der Flüsse.

In dieser Zusammenstellung spiegelt sich — so kann man wohl sagen — ein guter Teil der Landschaftsgeschichte auch des Südergebirges wieder. Sie zeigt die wesentlichen Züge der Einwirkung des Menschen auf Vegetation, Boden und Wasserhaushalt der Landschaft. Obwohl spezielle Untersuchungen über den Bodenabtrag im Südergebirge fehlen, können wir doch aus den hier beigebrachten siedlungsgeschichtlichen Tatsachen und den im benachbarten Nordrheinland gemachten Feststellungen über die Bedeutung der Terrassen für den Bodenabtrag unsere Schlüsse ziehen. Wir möchten demnach die durch die „Alte Ackerkultur“ auf den gerodeten Berghängen des Südergebirges verursachte Bodenerosion nicht

als so bedeutend ansehen, daß sie für die betroffenen Flächen eine ernste Gefahr bedeutet hätten. Der mittelalterliche Landesausbau, der hier in des Wortes wahrer Bedeutung ein wirklicher Ausbau des Landes gewesen ist, hatte durch die wahrscheinlich nach der Rodung allmählich sich entwickelnden Terrassen für einen sehr wirksamen Erosionsschutz gesorgt. Es kommt hinzu, daß das landwirtschaftliche Betriebssystem der Feldgraswirtschaft mit seinen langen Weidenutzungsjahren und seinen wenigen Ackerbaujahren ohnehin schon einen guten Erosionsschutz bot. Außerdem befand sich das Dungland, auf dem wir die meisten Feldbaujahre annehmen können, in der am wenigsten erosionsgefährdeten Lage am Fuße der Hänge. Je ungünstiger, erosionsgefährdeter die Lage der Wildländereien war, desto größer war die Aussicht, daß schon aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen die Weidenutzungsjahre möglichst lang ausgedehnt wurden. Wenn nun auch die Weidenutzung nicht etwa bedeutungslos für die Bodenerosion ist, so leistet sie ihr doch weniger Vorschub als der Ackerbau.

Diese Verhältnisse werden gut illustriert durch Zahlen, die Hömberg (1938) für das obere Sauerland aus dem 18. Jahrhundert angegeben hat. Nach ihm wurden in den besten Gemarkungen kaum mehr als 50 %, in den Bergtälern 40 % und in den Hochlagen des Gebirges nicht einmal ein Drittel der Ackerfläche eingesät.

Wenn wir nun zu der Frage zurückkehren, welche Auswirkung die viele Jahrhunderte alte Ackerkultur im Südergebirge haben konnte, so werden wir als Hauptkennzeichen eine weitgehende Differenzierung der Bodenmächtigkeiten annehmen müssen. Es ist geschildert worden, wie innerhalb der einzelnen Ackerbreiten solche Differenzierungen vor sich gegangen sind.

Neben diesen auffallendsten und die Quantität der Böden vor allem betreffenden Auswirkungen der „Alten Ackerkultur“ dürfen indessen die qualitativen Veränderungen nicht übersehen werden, die durch das Entfernen der Waldvegetation und die Beackerung, Düngung und Bepflanzung mit den Feldpflanzen — hauptsächlich Hafer — bewirkt worden sind. In dieser Hinsicht sind die Unterschiede in der Durchwurzelung der Böden wichtig, die durch die Rodung des Waldes und die Einführung des Ackerbaues hervorgerufen werden. Die Böden unter Wald sind infolge der gröberen Baumwurzeln stets besser mechanisch gelockert als die entsprechenden Ackerböden. Die feineren Wurzeln der Feldfrüchte vermögen die lehmigen, steinigen Böden des Südergebirges nicht in dem gleichen Maße mechanisch aufzulockern, abgesehen davon, daß sie mit ihrer Hauptmasse auf die Ackerkrume beschränkt bleiben. In den des schützenden Waldkleides beraubten Böden können die hohen Niederschläge nunmehr eine stärkere mechanische Durchschlammung der Feinstteilchen in tiefere Schichten des Bodenprofils bewirken. Aus diesen Ursachen finden wir die Ackerböden zu ihrem Schaden dichter gelagert als die Waldböden.

Einen nicht geringen Einfluß dürfte jedoch die Düngung auf die weitere Ausbildung der Böden gehabt haben. Stalldung stand wenig zur Verfügung, da das Vieh einen großen Teil des Jahres im Weidegang ernährt wurde. Außerdem war auch das Stroh knapp, das in erster Linie

für Futterzwecke und zum Decken der Dächer gebraucht wurde. Waldstreu und auch Wald- und Heideplaggen bildeten deshalb größtenteils die Einstreu und waren zur Düngerbereitung unentbehrlich. Damit aber sind Stoffe auf den Acker gelangt, die bei ihrer Zersetzung eine mehr oder weniger saure Reaktion entwickeln. Deshalb darf auch die Qualität des durch die „Alte Ackerkultur“ erzeugten Ackerhumus wohl nur als recht mäßig veranschlagt werden. In welcher Weise aber das „Torfen“ die Ackerböden beeinflusste, insbesondere, ob nachhaltige Veränderungen der Bodenbeschaffenheit durch diese Maßnahme hervorgerufen worden sind, darüber läßt sich für das Südergebirge nichts Genaues aussagen.

So, wie die ackerbaulichen Verhältnisse hier, von einer einzelnen Gemeinde ausgehend, für die Zeit vor dem Einsetzen der modernen Entwicklung des Ackerbaus geschildert worden sind, lagen sie nicht überall im ganzen westfälischen Südergebirge (vergl. Müller-Wille 1938). In den einzelnen Landschaften gab es Unterschiede sowohl hinsichtlich der Feldbausysteme als auch der Düngungsmethoden. Aber allen gemeinsam war der Charakter der extensiven Wechselwirtschaft; und die Düngewirtschaft, wie sie im einzelnen auch gehandhabt wurde, stand durchweg im Zeichen der Stalldüngerknappheit und der Verwendung von Surrogaten. Das sind für unsere Betrachtung, die den Einfluß dieser Methoden auf den Boden herausarbeiten möchte, die ausschlaggebenden gemeinsamen Merkmale.

Eine ganz neue Epoche in der Geschichte der durch den Menschen bedingten Bodenveränderungen und Landschaftsumformungen setzt mit der Entwicklung moderner Landwirtschaftsmethoden ein. So ist das 19. Jahrhundert der Schauplatz starker Kulturarten- und Nutzungsveränderungen, die in unserer Beispielsgemeinde  $\frac{1}{3}$  der Gesamtfläche betreffen. Aber auch die Nutzungsverhältnisse auf den anderen vier Fünfteln der Gemarkung bekommen ein ganz anderes Gesicht. Lassen wir die Forstwirtschaft zunächst außer acht und beschäftigen uns mit den Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzflächen, so stoßen wir auf eine Entwicklung, die sich in ganz anderer Weise als bisher auf den Boden auswirken muß.

Die Anwendung künstlicher Düngung, höhere Stroh- und Futterernten, in Verbindung damit das allmähliche Aufgeben der Waldweide, die Zunahme der Viehbestände und stärkerer Anfall von tierischem Dünger gestatten einen allmählichen Übergang zu intensiverer Bewirtschaftung, der auch den ehemaligen Außenfeldern zugute kommt. Die Anzahl der Baujahre innerhalb des Feld-Graswechsels nimmt zu. Das hofnah gelegene alte Dungland wird vielerorts zum permanenten Ackerland, und der Feld-Graswechsel beschränkt sich bald auf die ungünstiger gelegenen früheren Außenfelder. Das Ackerland dehnt sich aber auch aus, und zwar hauptsächlich auf Kosten der großen Heideflächen, von denen es in unserer Beispielsgemeinde den dritten Teil erobert. Damit dringt das Ackerland, intensiver genutzt und schon deswegen der Bodenerosion stärkere Möglichkeiten bietend, in immer ungünstigere Hanglagen vor. Wenn auch noch eine Flurbereinigung durchgeführt worden ist, welche die moderne Landwirtschaft, wenn sie zur vollen Entwicklung kommen will, schlecht entbehren kann, so verschwinden in deren Gefolge ein großer Teil der schützenden Terrassen, und am Ende dieser modernen

Entwicklung steht dann eine Erosionsbegünstigung, wie sie vom Mittelalter an die dem Ackerbau unterworfenen Flächen nicht gekannt haben. Neue Parzellengrenzen werden gezogen, größere Ackerflächen werden geschaffen, und dadurch entstehen längere Gefällestrecken für die ablaufenden Niederschlagswässer. Die sorgfältigere, intensive neuzeitliche Bearbeitung rührt den Boden stärker auf, der vermehrte Anbau von Hackfrüchten, all dies wirkt sich erosionsbegünstigend aus.

Ist im Laufe dieser Entwicklung die landwirtschaftliche Nutzfläche schon bis zur Grenze der von Natur gegebenen Möglichkeiten ausgedehnt worden, so hat die Landnot der letzten Jahrzehnte vielfach dazu geführt, diese Grenze zu überschreiten. Solche „Neukulturen“ werden von Jahr zu Jahr in immer steilere, erosionsbegünstigtere Hanglagen vorgetrieben, oftmals unter Ausnutzung der durch eine Umlegung eröffneten Rodungsmöglichkeiten (vergl. Taschenmacher 1938). Teils werden diese Flächen als permanentes Ackerland genutzt, teils als Wechselland, aber alle diese Ackerstücke, die auf Hängen angelegt sind mit einer wesentlich höheren Neigung als 1:5, werden nicht lange Bestand haben. Der Bodenabtrag wird dort bald ein Ausmaß erreichen, das zur Aufgabe dieser Ackerstücke führen muß. Werden sie nicht rechtzeitig in Dauergrünland überführt, so bleibt schließlich nichts anderes übrig, als sie wieder aufzuforsten, was dann unter Umständen auch noch schwierig ist.

Zusammenfassend lassen sich die durch den Ackerbau seit der mittelalterlichen Rodung eröffneten Erosionsmöglichkeiten auf eine kurze Formel bringen:

1. Periode der „Alten Ackerwirtschaft“, vom Mittelalter andauernd bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts: verhältnismäßig geringe Erosionsmöglichkeiten und guter Erosionsschutz.
2. Periode der „Modernen Ackerwirtschaft“, im Laufe des 19. Jahrhunderts sich entwickelnd: verstärkte Erosionsmöglichkeiten und verringerter Erosionsschutz.

Die heutzutage überall im Südergebirge zu beobachtenden Erosionsfolgen, die in einer mehr oder weniger starken Differenzierung der Bodenmächtigkeiten bestehen, sind darum zu einem großen Teil als eine ziemlich junge Erscheinung aufzufassen, welche auf die der Erosion günstige Entwicklung der Ackerkultur im letzten Jahrhundert zurückgeht. Die sehr unterschiedliche Mächtigkeit der Bodenprofile dieses Gebirgslandes ist in ihrem heutigen Ausmaß keine natürliche Gegebenheit; sie ist, soweit an Ackerflächen und Wechselländereien beobachtet, eine vom Menschen hervorgerufene Veränderung der Bodendecke, die in ihrem natürlichen Zustande eine weit größere Gleichförmigkeit aufweisen würde. Unter der natürlichen Waldbedeckung, die den besten Erosionsschutz bietet, wird die Substanz der Bodendecke auf den geneigten Flächen viel stärker erhalten, als dies bei der Ackerkultur der Fall sein kann. Unter natürlichen Verhältnissen, das heißt also vor der Rodung der Hangflächen, darf man sich die Hangböden weniger flachgründig und die Hangfuß- und Talböden weniger tiefgründig vorstellen. Die Änderung dieses Zustandes in der Richtung einer stärkeren Differenzierung der Bodenmächtigkeiten ist insgesamt gesehen eindeutig als eine anthropogene Verschlechterung der natürlichen Produktionskraft anzusehen;

dem Verlust an Bodensubstanz auf den Hängen gegenüber bedeutet die Zunahme der Bodenmächtigkeit in den Hangfuß- und Tallagen kaum einen Gewinn. Diese Böden sind ohnehin meist tiefgründig genug!

Wenn wir auch noch nicht über spezielle Untersuchungen zur Frage der Intensität und Verbreitung des Bodenabtrags im Südergebirge verfügen, so konnte hier doch im Rahmen der Entstehungsgeschichte der südwestfälischen Böden die Entwicklungslinie der anthropogen bedingten Bodendifferenzierung soweit herausgearbeitet werden, daß die Nutzanwendung aus diesen Erkenntnissen klar auf der Hand liegt:

1. Der südwestfälische Landwirt muß sich der Tatsache bewußt werden, daß die Flachgründigkeit seiner Hangböden nicht in vollem Umfang naturgegeben, sondern zum großen Teil durch die Art und die Dauer ihrer Bewirtschaftung hervorgerufen ist.
2. Es ist ein schwerer Fehler, anzunehmen, daß das heute zu beobachtende Ausmaß der Erosionsschäden in allen Fällen auf die stellenweise viele Jahrhunderte alte Bewirtschaftung der betroffenen Flächen zurückzuführen ist. Die heute immer spürbarer werdenden Schäden stehen vielmehr zu einem großen Teil im Zusammenhang mit der modernen Ackerwirtschaft, nicht zuletzt mit der übermäßigen Ausdehnung der Ackerflächen über die von der Natur gezogenen Grenzen hinaus.
3. Wenn die Begünstigung des Bodenabtrags und des Bodenauftrags durch die moderne Ackerkultur weiterhin anhält und keine wirksamen Schutzmaßnahmen in Anwendung gebracht werden, dann ist mit einer im raschen Tempo fortschreitenden Verflachung der Hangböden zu rechnen, die letzten Endes zur Aufgabe des Ackerbaus auf den betroffenen Bodenflächen zwingen wird. Vielfach sind diese dann auch nicht mehr in der Lage, Dauergrünland zu tragen und müssen aufgeforstet werden.
4. Die Begünstigung des Bodenabtrags durch den modernen Ackerbau kann weitgehend eingeschränkt werden, wenn die Ackerflächen auf die weniger erosionsgefährdeten Lagen beschränkt werden. Die stärker erosionsbegünstigten Hänge sollten als Dauergrünland genutzt werden, wenn sie nicht dem Walde vorbehalten bleiben müssen. Die Erörterung der betriebswirtschaftlichen Möglichkeiten solcher Umstellungen ist eine Untersuchung für sich und gehört nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Es ist also notwendig, in speziellen Untersuchungen einmal das Ausmaß der Erosionserscheinungen aufzudecken und zum anderen die betriebswirtschaftlichen Möglichkeiten der Umstellung auf weniger erosionsbegünstigende Wirtschaftsweisen zu klären.
5. Im Zusammenhang mit den Überlegungen, welche der heute bekannten Schutzmaßnahmen gegen die Bodenabschwemmung in dem einen oder anderen Erosionsgebiet zur Anwendung kommen sollten, stellt sich schließlich auch die Frage der Einleitung einer neuen Terrassenbildung. Dabei wird einmal zu prüfen sein, wie weit es möglich ist, die Terrassen in Linienführung und Abstand den Erfordernissen der modernen Ackerwirtschaft anzupassen, ohne ihre Funktion als Erosionsschutz wesentlich zu beeinträch-

tigen, und zum anderen wird im Einzelfalle die grundlegende Frage zu beantworten sein, ob eine Terrassenbildung heute überhaupt noch möglich ist. Es darf nicht übersehen werden, daß die Bodenverhältnisse sich seit der vermutlich mittelalterlichen Anlage der Böschungen manchenorts stark geändert haben. Unmittelbar nach der Rodung der Hangböden müssen diese noch so tiefgründig gewesen sein, daß die Ausbildung von Böschungen in der weiter oben geschilderten Weise überhaupt möglich war. Nach deren Beseitigung haben viele Flächen aber so viel Boden verloren, daß in manchen Fällen gar nicht mehr genügend Bodensubstanz vorhanden sein wird, um eine neue Stufenbildung zu erreichen. Bei der Behandlung dieser Frage wird wiederum deutlich, daß der ganze Komplex der durch die Bodenerosion aufgeworfenen Fragen nur nach eingehender Untersuchung der bodenmäßigen und betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen und eine auf deren Ergebnisse sich gründende sorgfältige Planung wirksam gelöst werden kann. Die Durchführung einer Umlegung (Flurbereinigung) in einem Erosionsgebiet bietet eine gute Möglichkeit hierfür.

Wir haben von den Bodenveränderungen, die auf die Einwirkung des Menschen zurückzuführen sind, bisher hauptsächlich die Umlagerung der Bodensubstanz als solche besprochen, und diese ist in der Tat einer der auffälligsten Züge in der Entstehungsgeschichte der südwestfälischen Gebirgsböden. Daneben haben wir der Veränderung der Böden durch die Düngung in der Periode der „Alten Ackerwirtschaft“ noch keine größere Bedeutung beigelegt. Die moderne Ackerwirtschaft reichert die Böden stärker mit Dung an. Die Verwendung von Surrogaten hat aufgehört, die Stalldüngerproduktion ist gestiegen. Die Voraussetzungen für eine Anreicherung der Ackerböden mit mildem Ackerhumus sind also von der betriebswirtschaftlichen Seite her günstiger geworden. Dennoch finden wir in den Ackerböden des Südergebirges nur schwache Krumen mit mäßigem Humusgehalt entwickelt. Es ist auch hier wieder die Bodenabschwemmung, welche die Ausbildung humuskräftiger Ackerkrumen verhindert. Dem Bemühen, die Ackerkrumen der Hangböden durch Stalldung und Gründüngung mit Humus anzureichern, steht die ständige Erosionswirkung gegenüber, die bei Jahresniederschlägen von 800 bis 1300 mm immer wieder die feinsten Bestandteile der Bodenoberkrume zur Abspülung kommen läßt. Zu einem Teil reichern die abgeschwemmten Humussubstanzen freilich die unterhalb gelegenen Böden an, aber sie sind durch den Transport aus ihrem strukturellen Verbands mit den Mineralteilchen des Bodens gelöst und müssen auch erst wieder biologisch aktiviert werden, ehe sie für die Fruchtbarkeit dieser Böden von Nutzen werden können. Jedenfalls kann man nicht sagen, daß die Verluste der Hangböden an mineralischen Bodenfeinteilchen, Humus und Nährstoffen durch den Gewinn der Hangfußböden an diesen Stoffen ausgeglichen werden. Viel Substanzverlust entsteht auch durch die Fortführung der erodierten Bodenfeinteilchen durch die Bäche und Flüsse.

**Landwirtschaftliche Nutzung des Waldes.** Auch die heute unter Waldnutzung stehenden Bodenflächen sind von dem Einfluß des Menschen nicht frei geblieben. In der Zeit der „Alten Ackerwirtschaft“, also vom

Beginn der Besiedlung an bis in das 19. Jahrhundert hinein, war eine von der landwirtschaftlichen Bevölkerung ausgehende Nebennutzung des Waldes die Viehweide. Daneben spielt auch die Nutzung der Waldstreu und der Waldplaggen als Einstreu eine Rolle. Die Beeinträchtigungen, die der Waldwuchs durch den Weidegang des Viehs und das Entfernen der Bodendecke erlitt, führten dazu, daß die am stärksten betroffenen Stellen sich allmählich in Gestrüpp und Heide umwandelten.

Über die Waldweide im Südergebirge schreibt Budde (1951):

„Aus den vielen Verordnungen können wir entnehmen, daß die Weideberechtigten ohne Unterlaß darauf bedacht waren, im Walde den Graswuchs zu fördern und die Heideflächen auszudehnen: Sträucher und Bäume wurden mit der Axt umgeschlagen, Eichen und Buchen durch Anbrennen und Krentzen zum Absterben gebracht, Feuer angefacht, um unliebsame Gewächse zu vernichten und das Gras neu aufsprießen zu lassen.“

Aber noch weitere Schädigungen durch Nutzungen für viehwirtschaftliche Zwecke hat Budde durch sorgfältiges Studium der einschlägigen Archivalien festgestellt:

„Aus den Holzordnungen erfahren wir, daß man sich im Walde nicht allein mit dem Gras für das Vieh begnügte, sondern auf die Bäume stieg, Gipfel und Zweige herunterhieb, das Laub abstreifte und es verfütterte. Als Stallstreu wurden seit altersher Heideplaggen, Laub und Moos benutzt. Da aber das Vieh bei dem ausgesprochenen Weidebetrieb nur eine verhältnismäßig kurze Zeit während der Wintermonate in den Ställen gehalten wurde, entwickelten sich die Schäden durch die Streuentnahme nur allmählich. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts müssen sie aber so angestiegen sein, daß sie in stärkstem Maße als walderstörend erkannt wurden.“

Aus diesen jahrhundertelangen Wirkungen der viehwirtschaftlichen Nutzungen des Waldes und der unregelmäßigen Holzentnahme läßt sich die Entstehung der Heiden, die zu Beginn des 19. Jahrhunderts, also zur Zeit des allmählichen Ausklingens der mittelalterlichen bäuerlichen Wirtschaft große Teile des Südergebirges bedeckten, zwanglos erklären. Hierbei ist der Mastnutzung durch den Eintrieb großer Schweineherden noch nicht gedacht, deren Folgen für den Boden nicht ohne weiteres klar sind.

Unter den heute noch vorhandenen Überresten der großen Heideflächen, die um 1800 als Hinterlassenschaft der alten landwirtschaftlichen Betriebssysteme beispielsweise das obere Sauerland nach Schätzung von Hömberg (1938) noch zu 25 % bedeckten, finden wir zwei verschiedene Typen: die Calluna-Heide mit Vorherrschaft des Heidekrautes und die besenginsterreiche Heide (*Sarothamnus scoparius*-Typ). Die letztere bezeichnet Büker (1942) als charakteristisch für mittlere Berglagen unter 700 m (Bergheide), während die erstere häufiger in Höhenlagen über 700 m vorkommt und hier auch als „Hochheide“ bezeichnet wird.

Die Calluna-Heide ist ein ausgesprochener Rohhumusbildner; in dem von Büker beschriebenen, ihr zugeordneten Bodenprofil hat sie die Reaktion unter pH 4 heruntergedrückt und Bleichungserscheinungen hervorgerufen, während die besenginsterreiche Heide keinen ausgesprochenen Rohhumus entwickelt. Ihr Boden ist lediglich mit trockenen Resten von *Deschampsia flexuosa*, *Sarothamnus*, *Agrostis capillaris* usw. bedeckt; seine Reaktion hält sich zwischen pH 4 u. 5, Podsolierungserscheinungen sind nicht erkennbar. In den beiden von Büker untersuchten Fällen handelt es sich um Böden auf Tonschiefer.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften und der Beschaffenheit ihrer Böden in den Heideresten finden ihre Begründung sowohl in natürlichen als auch in wirtschaftlichen Ursachen: Gestein, Höhenlage, Regenmenge, Exposition, Art, Dauer und Intensität der Beweidung, Plaggenstechen, gelegentliche Brandrodung zur Anlage von Schiffelland usw. sind als die differenzierenden Faktoren anzusehen. Wie unterschiedlich die Böden der heutigen und der ehemaligen Heideflächen auch sein mögen, im ganzen gesehen besteht kein Zweifel darüber, daß die Ausbildung der Heiden im Gefolge der mittelalterlichen Wirtschaft zu einer erheblichen Verschlechterung der betroffenen Böden geführt haben muß. Zwar kommt es in den lehmigen Gesteinsverwitterungsböden nicht zur Ausbildung des Ortsteins, der das Hauptkennzeichen der Heideböden in den nordwestdeutschen Sandebenen ist; aber auch die Tonschiefer- und Grauwackenböden verschlechtern sich unter dem Einfluß langdauernder Heidebedeckung. In den ungünstigeren Fällen wird die Bodenreaktion sehr stark sauer; die pH-Werte sinken unter 4, Podsolierungserscheinungen werden im Bodenprofil sichtbar, die Tonbildung aus den verwitternden Silikatmineralien des Muttergesteins wird unterbunden, und Tonzerstörung findet statt. Viele Bodenflächen degradierten unter Heide so weit, daß die Buche auf ihnen nicht wieder hochkommen konnte, während die Fichte gedieh. Infolgedessen wurde im Laufe des 19. Jahrhunderts der größte Teil der ehemaligen Heideflächen mit Fichten wieder aufgeforstet. Die so heftig umstrittenen Fichtenkulturen des Südergebirges sind demnach wohl nicht in allen Fällen wirtschaftlichem Denken entsprungen, sondern zu einem nicht geringen Teil auch bodenbedingt.

Daß die Böden, wie oben schon ausgeführt, unter den Heiden unterschiedlich ausgebildet waren, geht auch aus einer Angabe Hömbergs (1938) hervor, wonach ein Fünftel der ehemaligen Heideflächen in Acker- nützung überführt worden ist. Es müssen sich also auch bessere, noch ackerfähige Böden unter ihnen befunden haben. In der Gemeinde Eslohe (Kreis Meschede) war dieses Verhältnis noch günstiger: nach Taschenmacher (1938) wurde dort der dritte Teil der etwa zwischen 360 und 460 m gelegenen Heiden der landwirtschaftlichen Nutzfläche zugeschlagen und zum größten Teil in Dauerackerland verwandelt, während zwei Drittel mit Fichten aufgeforstet wurden.

Die nachteilige Wirkung der Heide ist vor allem auch darin zu sehen, daß sie der Fichtenkultur „den Boden bereitete“. Unter den Fichtenkulturen wurde die Rohhumusbildung und Tonzerstörung fortgesetzt. So konnte Taschenmacher (1938) in einem Aufschluß in der Gemeinde Eslohe unter etwa dreißigjährigen Fichten auf ehemaligem Heidegelände bis zu 2 m Tiefe reichende Bleichungserscheinungen in den lehmigen Füllmassen zwischen den aufgespaltenen Gesteinspaketen steilstehender Schiefer beobachten.

Hinsichtlich der Rohhumusbildung und Versauerung des Bodens ist die Fichte der Buche überlegen. Nach den weiter oben herangezogenen Versuchen von Reinmuth entwickelte nach vierjähriger Kompostierung Buchenlaub eine Reaktion von  $\text{pH}=5,8$ , während Fichtennadelkompost vergleichsweise eine Reaktion von  $\text{pH}=5,3$  erzielte. Auch in der Beschaf-

fenheit des Komposts zeigten sich Unterschiede: Das Buchenlaub war nicht erdig zersetzt, die Blätter waren vielmehr, wenn auch bereits angegriffen, doch noch in ihrer Struktur erkennbar. Die Nadeln der Fichte waren im allgemeinen verhältnismäßig wenig zersetzt und nur zum Teil schwach erdig. Wenn die Versuchsbedingungen Reinmuths auch nicht in allen Punkten den natürlichen Verhältnissen der Humusbildung entsprechen, so liefern sie doch ausgezeichnete Vergleichswerte, die in den hier wiedergegebenen Versuchsergebnissen die Überlegenheit der Fichtenadel über das Buchenlaub hinsichtlich der Rohhumusbildedefähigkeit und Säureproduktion demonstrieren. In der Natur wird die Rohhumusbildung unter Fichtenkulturen noch weitaus stärker durch die enge Stellung der Stämme und die damit verbundene Verdunkelung des Waldbodens gefördert. Die hier erreichten Säuregrade können unter pH 3 liegen. (Geol. Karte von Preußen, Erl. Blatt Arnsberg-Süd und P. Pfeffer und H. Udluft 1932).

Als Nachfolger der Heide nehmen die Fichtenforsten heute den weitest- aus größten Teil von deren ehemaliger Fläche ein und setzen die Bodenzerstörung, die der mittelalterliche Siedler unbewußt mit Waldweide und Streunutzung begonnen hat, fort. Vielfach sind diese Fichtenbestände heute schon zweite Generation. Wieviel weitere Generationen die Böden bei fortschreitender Podsolierung noch zu ernähren vermögen, wird schließlich auch von dem Erfolg der Maßnahmen abhängen, welche die Forstwirtschaft gegen die Rohhumusbildung anwenden kann.

**Gewerbliche Nutzung des Waldes.** In der Siedlungsgeschichte des Südergebirges gibt es zwei Perioden einer stärkeren Einwirkung des gewerblich wirtschaftenden Menschen auf die Landesnatur. Die erste dauerte von etwa 300 v. Chr. bis zur Zeitenwende, war wohl auf das Siegerland beschränkt und ist durch den Holzverbrauch der Köhlerei für die Zwecke der Eisengewinnung und durch Waldweide, weniger durch die Beanspruchung der Waldböden für den Ackerbau gekennzeichnet. Sie ist die schwächere Vorläuferin jener viel wirkungsvolleren gewerblichen Periode, die seit dem ausgehenden Mittelalter — wenn auch stellenweise mit zeitweiliger Unterbrechung — mit umfangreicher Köhlerei, Eisengewinnung und -verarbeitung in großem Ausmaß eine Verwüstung der Buchenwälder verband. Müller-Wille (1938) hat den Vorgang anschaulich beschrieben. Bis zum ausgehenden Mittelalter wurden Köhlerei, Eisengewinnung und Eisenverarbeitung mehr im Rahmen eines Kleingewerbes betrieben. Erst mit dem Aufkommen neuer technischer Verfahren im 15. Jahrhundert entwickelten sie sich zu einer bedeutenden Industrie, deren überaus starker Bedarf an Holzkohle aus den Buchenwäldern des Südergebirges gedeckt wurde und weite Flächen davon in Niederwald verwandelte.

Die Entstehung des Niederwaldes aus den Rotbuchenhochwäldern ist hauptsächlich durch die allmähliche Verkürzung der Umtriebszeiten infolge des steigenden Holzkohlenbedarfs zu erklären. In diesen Niederwäldern überflügeln Eichen und Birke, die den einstigen Buchenwäldern nur beigemischt waren, da sie leichter vom Stock wieder aus schlagen, die Rotbuche. Einmal entstanden, fanden die Eichen-Birken-Niederwälder auch ihre besonderen Nutzungsformen, die ihren Bestand

weiterhin konservierten, als ihre ursprüngliche Entstehungsursache längst nicht mehr wirksam war. Dieser Fall trat ein, als es gelang, die Steinkohle in den Schmelzprozeß und die technische Verarbeitung des Eisens einzuführen. Die Eisenindustrie wanderte nun an die Kohle heran. Diese Bewegung machte im westfälischen Südergebirge lediglich das Siegen-Olper Eisenindustriengebiet nicht mit, das sich so lange mit der Holzkohle behelf, bis der Bau einer Bahn (1860/61) die Versorgung mit Steinkohle ermöglichte.

Eine Hinterlassenschaft dieser Wirtschaftsperiode waren die großen Niederwaldflächen, die das Südergebirge in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bedeckten und zwar — der Verteilung der gewerblichen Standorte entsprechend — am stärksten im westlichen Teile, ohne aber im östlichen ganz zu fehlen. Buchenhochwälder kamen nur noch inselhaft vor; flächenhafte Bedeutung hatten sie mehr im östlichen Teil.

Versuchen wir nun, uns die Folgen der Niederwaldwirtschaft für den Boden klarzumachen. Müller-Wille (1938) hat die Einwirkung der verschiedenen Nutzungen des Niederwaldes auf den Boden bereits klar herausgestellt. In erster Linie ist es die Bodenabspülung, die durch die Niederwaldwirtschaft begünstigt wird. Durch den alle 15—20 Jahre, stellenweise aber auch in etwas längeren Perioden erfolgenden Abtrieb sind die Hangflächen in den ersten Jahren besonders erosionsgefährdet. Dazu trägt in den Gebieten mit Waldfeldbau auch der einmalige Anbau von Korn bei, zu welchem Zweck der Boden mit dem Hainpflug aufgewühlt wurde. In den späteren Jahren, beim Heranwachsen der Stockausschläge, war es das weidende Vieh, das an steileren Hängen durch Lostreten von Bodenteilchen der Erosion Vorschub leistete. Schließlich ist als schädlich auch noch das Laub- und Streurechen zu erwähnen, das den Boden seiner Schutzdecke beraubt, ganz abgesehen von den Humusverlusten, die es mit sich bringt. Nimmt man noch die Förderung der Grabenerosion durch hangabwärts laufende Abschlepprinnen (worauf Hesmer 1949 hingewiesen hat) hinzu, so läßt sich beim Niederwalde mit landwirtschaftlicher Zwischennutzung eine stärkere Erosionswirkung erwarten als im geschlossenen Hochwalde. Es ist darum auch nicht verwunderlich, daß in einem so ausgesprochenen Niederwaldgebiet wie im Siegerlande früheisenzeitliches Fundgut von mehr oder weniger mächtigen Lehmschichten überlagert war, die ihre Entstehung den starken Eingriffen des Menschen in den natürlichen Waldbestand verdanken.

Die bei den vergleichenden pflanzensoziologischen und bodenkundlichen Untersuchungen von bodensauren Laubwäldern im Sauerland von F. Runge (1950) ausgeführten Beschreibungen von Bodenprofilen<sup>1)</sup> lassen die unter Niederwald zu erwartenden Bodenverschlechterungen, insbesondere die Verflachung der Bodenkrumen, ziemlich deutlich erkennen. Darauf soll weiter unten noch eingegangen werden.

Runge unterscheidet bei den von ihm untersuchten Buchenhochwäldern im Ebbe- und Lennegebirge rohhumusfreie Farn-Buchenwälder und

1) F. Runge hat die Bodenprofile verschiedener Waldarten in Zusammenfassungen veröffentlicht; er stellte dem Verfasser in selbstloser Weise die den Zusammenfassungen zugrundeliegenden Einzelprofile, und zwar 21 Bodenprofile von Niederwäldern und 14 Bodenprofile von Buchenwäldern zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

rohhumusbildende Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwälder. Gewissermaßen als Übergang zwischen beiden steht der Waldschwingel-Buchenwald, der beginnende Rohhumusbildung zeigt. Farn-Buchenwälder und Waldschwingel-Buchenwälder nehmen nur ganz unbedeutende Flächen ein; das Gros der untersuchten Buchenwälder gehört dem Typ des Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwaldes zu.

Interessant ist eine gewisse Bindung an die Exposition, die auch Budde (1939) schon festgestellt hat. Sämtliche untersuchten Buchenhochwälder liegen an den „Winterseiten“, d. h. in NW- über NE- bis SE-Exposition. Den pflanzensoziologischen Unterschieden entsprechen auch solche bei den Bodenprofilen. Den besten Boden haben die Farn-Buchenwälder, weniger gut ist schon derjenige der Waldschwingel-Buchenwälder und noch geringer der Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwaldboden.

So hat zum Beispiel der Boden unter Farn-Buchenwald eine humose Oberkrume von durchschnittlich 13 cm (A 1-Horizont); sie ist stark humos, gut krümelnd (Wurmkotstruktur) und gut durchlüftet. Demgegenüber besitzt der A 1-Horizont unter Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald im Durchschnitt nur 3 cm Mächtigkeit; er ist zwar ebenfalls stark humos, es fehlt ihm jedoch die Wurmkotstruktur und die gute Krümelung, infolgedessen ist er auch weniger stark durchlüftet. Neben diesen auffallenden Quantitäts- und Qualitätsunterschieden ist noch die Uneinheitlichkeit der A 1-Horizonte unter Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald zu erwähnen. Sie steht im Gegensatz zu der Einheitlichkeit der gleichen Horizonte unter den Farn-Buchenwäldern. Auf diese Feststellung soll später noch eingegangen werden. Wichtig ist auch zu wissen, daß die Qualitätsunterschiede der hier verglichenen Böden nicht auf entsprechende Unterschiede in den Muttergesteinen zurückzuführen sind, wie Runge betont.

Solchen pflanzensoziologischen und bodenkundlichen Unterschieden bei den Buchenhochwäldern entsprechen ähnliche bei den Eichenniederwäldern. Auch hier sind Farn-Niederwälder von Waldschwingel- und Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwäldern zu unterscheiden. Auch hier haben die letzteren flächenhaft die größte Bedeutung, während Farn- und Waldschwingel-Niederwälder weit zurücktreten. Auch die Böden dieser verschiedenen Niederwaldarten zeigen ähnliche Unterschiede wie die der entsprechenden Buchenhochwälder.

Die durchschnittlichen Ausmaße der A 1-Horizonte sind fast genau die gleichen wie bei den Böden der entsprechenden Buchenhochwälder. Der Boden unter Farn-Niederwald ist ohne Rohhumus und der unter Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwald zeigt eine ähnliche Rohhumusdecke wie der des entsprechenden Buchenwaldes. Beide Waldarten weisen außerdem einen dünnen, mullartigen Übergangshorizont zwischen der Rohhumusschicht und dem A 1-Horizont auf, der den anderen Buchen- und Niederwaldarten fehlt. Auch die Böden des Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwaldes zeigen in den Ausmaßen ihrer A 1-Horizonte die Uneinheitlichkeit, welche ihre Pendanten unter den entsprechenden Buchenhochwäldern auszeichnen und sie in Gegensatz zu der Einheitlichkeit der humosen Oberkrumen unter den Farn-Buchen- und den Farn-Niederwäldern bringen.

Während die von F. Runge untersuchten Buchenhochwälder an die Winterseiten der Berge gebunden sind, kommen die Niederwälder in allen möglichen Expositionen vor, die Farnniederwälder jedoch sind wie die Buchenhochwälder an den Winterseiten gelegen.

Runge hält es für nicht ausgeschlossen, daß die Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwälder vor sehr langer Zeit aus den Farn- oder Waldschwingel- oder anderen Buchenwäldern hervorgegangen sind.

Budde (1951) stellt fest, daß alle von ihm im Astengebirge vorgefundenen Buchenwaldtypen durch die menschliche Wirtschaft in den waldbeerreichen Buchenwald (*Vaccinium-myrtillus*-Typus) übergehen können.

Die große Wahrscheinlichkeit der Entstehung waldbeerreicher Buchenwälder, von welchen der Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald Runge eine facies darstellt, durch menschliche Einwirkung in die natürlichen Buchenwaldtypen ist für unsere Betrachtung von solcher Bedeutung, daß wir noch einige Tatsachen und Zusammenhänge aufzeigen möchten, die geeignet sind, die Auffassung von der menschlich bedingten Entstehung eines großen Teils, vielleicht des überwiegenden Teils der waldbeerreichen Buchenwälder zu stützen.

1. Wenn der waldbeerreiche Buchenwald durch stärkere Lichtstellung sich aus den natürlichen Buchenwaldtypen entwickeln kann, wie dies Budde (1951) angibt, so können wir annehmen, daß dieser Typus, wo er nicht von Natur aus vorkam, im Zusammenhang mit der großen Waldverwüstung seit dem ausgehenden Mittelalter entstanden ist. Da die Waldbestände des Südergebirges jedoch weithin heruntergekommen waren, muß der waldbeerreiche Buchenwald, wenn die obige Annahme zu recht besteht, heute eine relativ große Verbreitung unter den dortigen Buchenwäldern aufweisen, da seine Rückverwandlung in die ursprünglichen Ausgangstypen infolge der durch ihn verursachten Bodendegradation nicht gut denkbar ist.

Die bisher vorliegenden pflanzensoziologischen Untersuchungen bestätigen diese Annahme. Nach Runge (1950) übertrifft der Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald die anderen Buchenhochwälder im mittleren Sauerland bei weitem an Ausdehnung. Nach Büker (1942) ist er der eigentliche Buchenwald des sauerländischen Berglandes, und Budde (1951) stellt fest, daß der waldbeerreiche Buchenwald im ganzen Astengebirge verbreitet ist und seine üppigste Entwicklung auf den Kuppen und Rücken hat, wo er aus dem bärlappreichen oder dem eichenfarnreichen Rotbuchenwald hervorgegangen ist.

2. Gegenüber den unter sich sehr einheitlichen Bodenprofilen der Farn-Buchenwälder als natürlichen Waldgesellschaften zeigen die Böden der Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwälder größere Verschiedenheiten, die sich aus den natürlichen Verhältnissen allein nicht erklären lassen. Sie gleichen in dieser Hinsicht vollkommen den Böden der entsprechenden Niederwälder. Sie können daher nur — wie diese — unter Mitwirkung wirtschaftlicher Einflüsse ihre heutige Form erhalten haben. Beginn, Dauer und Intensität der Waldevastierung oder der Niederwaldnutzung und die Verschiedenartigkeit der ausgeübten Nutzungen mußten zwangsläufig größere Verschiedenheiten der Bodenprofile zur Folge haben.
3. Wir möchten nicht verfehlen, noch auf eine weitere Erscheinung hinzuweisen, die geeignet ist, unsere Ansicht zu stützen. Unter ungestörten natürlichen Verhältnissen sind Unterschiede in der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften und der Böden je nach der Exposition die Regel. Wenn bei den von F. Runge untersuchten Bodenprofilen des Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwaldes und -Niederwaldes auch nicht die geringste Beziehung zwischen Bodenausbildung und Exposition zu beobachten ist, so ist das ein Beweis mehr, daß hier wirtschaftliche Kräfte am Werk gewesen sind, die je nach Art, Dauer und Intensität ihrer Einwirkung die natürliche Differenzierung der Böden durch die Exposition der Hanglagen aufgehoben haben.

Der waldbeerreiche Buchenwald ist im Südergebirge ein Rohhumusbildner. Soweit er durch menschliche Einwirkung aus anderen, natürlichen Buchenwaldtypen entstand — und es ist nach unseren Darlegungen kaum daran zu zweifeln, daß dies in größtem Umfange geschehen ist — sind auch seine Rohhumusdecken mit ihrer bodenschädigenden Wirkung auf das Konto des Menschen zu setzen, soweit der waldbeer-

reiche Buchenwald nicht aus einem Typus hervorgegangen ist, der, wie beispielsweise der bärlappreiche Buchenwald, selbst Rohhumusproduzent ist.

Wir kommen nun auf die bereits beschriebenen bodenschädigenden Folgen der Niederwaldwirtschaft zurück und greifen Beobachtungen Runges auf, die geeignet sind, die erosionsfördernde Wirkung der letzteren zahlenmäßig zu belegen. Nach den von Dr. F. Runge dem Verfasser freundlicherweise zur Verfügung gestellten Unterlagen, ist ein großer Teil der von dem ersteren untersuchten Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenhochwälder aus Stockausschlägen zurückentwickelt, hat also ein Niederwaldstadium durchlaufen. Wenn die These von der erosionsfördernden Wirkung der Niederwaldwirtschaft richtig ist, dann müssen — so folgern wir — die aus Niederwäldern zurückentwickelten Buchenhochwälder geringere Bodenmächtigkeiten aufweisen als diejenigen, deren Herkunft aus Niederwäldern nicht erkennbar ist. Die nachfolgende, auf Beobachtungen von F. Runge aufgebaute Tabelle erfüllt diese Erwartungen.

**Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwälder**  
(nach Angaben von F. Runge)

Bodenprofilmächtigkeit in cm	Exposition	Böschungswinkel	Seehöhe in m über NN	Entstehung des Waldes
6	N	ca. 10 °	480	höchstwahrscheinlich ganz oder teilweise aus Niederwald
7	NE	ca. 20 °	320—400	
8	ESE	ca. 30 °	290	
8	E-SE	wenig gen.	265	
9	SSE	ca. 15 °	260	
11	NE	ca. 10 °	515	
12	NNW	ca. 10 °	?	Niederwaldstadium nicht erkennbar
13,5	SE	ca. 25 °	360	
13,5	NNW	ca. 25 °	320—400	
15	NE	ca. 10 °	545	

Hier zeigt sich also sehr deutlich die geringere Mächtigkeit der Böden der aus Niederwäldern hervorgegangenen Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwälder. Sie kann nur die Folge längerer oder stärkerer Erosionswirkung sein. Eine Beziehung zwischen Bodenmächtigkeit und Exposition, Neigungsgrad oder Seehöhe ist nicht erkennbar. In den Zahlen der vorstehenden Tabelle drückt sich demnach nicht nur die bessere Schutzwirkung des Hochwaldes gegen die Bodenabspülung aus, sondern sie zeigen einmal mehr, daß die untersuchten Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwälder zum weitaus größeren Teil tiefgreifenden wirtschaftlichen Einflüssen unterlegen haben. Walddevastierung und Niederwaldwirtschaft können indessen nicht nur zu verstärkter Bodenerosion geführt, sondern auch den natürlichen pflanzensoziologischen Typ der Buchenwälder verändert und als das Endergebnis dieser Umwandlung im westlichen und mittleren Sauerland die Heidelbeere und die Drahtschmiele in den Vordergrund gebracht haben. Man kann ja auch nicht gut erwarten, daß Waldweide, Streu- und Plaggennutzung und schließlich häufig wiederholter übermäßiger Holzeinschlag, wenn sie jahrzehnte- und jahrhundertlang sich auswirken können, spurlos an dem natürlichen Gefüge von Pflanzengesellschaft und Boden vorübergehen. Sie verändern sowohl diesen wie jene.

Da die rohumusbildenden waldbearreichen Buchenwälder und die ebenfalls rohumusbildenden waldbearreichen Niederwälder unter den Buchenhochwäldern und Eichenniederwäldern die weitaus größten Flächenanteile einnehmen, so stehen noch heute weite Areale unter der vom Menschen hervorgerufenen bodenschädigenden Wirkung dieser Waldgesellschaften. Ehedem hatten die Niederwälder eine viel größere Ausdehnung; diese Waldwirtschaftsform ist gegenwärtig in der Auflösung begriffen. Sie hinterläßt einen Boden, der gegenüber seinem natürlichen Zustande sowohl in seiner Substanz als auch in seiner Qualität vermindert ist.

#### IV. Zusammenfassung und Ergebnisse

Nach der Erörterung der Wirkungen des Menschen auf die Entwicklung der Böden können wir nun zu der Ausgangsfragestellung zurückkehren und versuchen, die Folgen der Klimaverschlechterung der Nachwärmezeit, in der wir heute leben, für die Böden des Südergebirges klarzustellen.

Das Absinken der Temperaturen, die Zunahme der Niederschlagsmengen, geringere Verdunstung und die Ausbreitung der Buche können nicht ohne Folgen für die Böden des Südergebirges geblieben sein. Wir hatten bis zum Beginn der Nachwärmezeit das Vorhandensein von Braunerden auf den Tonschiefer- und Grauwackengesteinen angenommen, wahrscheinlich mit Unterschieden im Grade der Basensättigung, je nach der größeren oder geringeren Basenarmut der Muttergesteine. Wo immer die Einwirkung des Menschen gering geblieben ist, z. B. in den entlegeneren Buchenwäldern der höheren Regionen des Südergebirges, da finden sich auch heute noch Braunerden mit der ihnen natürlicherweise zugeordneten Mullbildung. Zweifellos sind diese Böden heute bereits basenarm, was man an ihrer überwiegend sauren Bodenreaktion und der geringen Stabilität ihrer krümeligen Strukturaggregate feststellen kann.

Wenn also heute, d. h. etwa 2500 Jahre nach dem Eintritt in die Nachwärmezeit, noch basenarme Braunerden sogar in den höheren Regionen des Südergebirges (etwa um 700 m) angetroffen werden können, so dürfen wir daraus schließen, daß die Braunerden der Mittleren Wärmezeit vielleicht eine mittlere Basensättigung aufzuweisen hatten, die durch das Klima in der Nachwärmezeit und seine floristischen Folgewirkungen zu einer geringeren Sättigungsstufe herabgedrückt worden ist. Nur wenige Böden des Südergebirges mögen eine Stufe hoher Basensättigung in ihrer nacheiszeitlichen Entwicklung durchlaufen haben, da dessen bodenbildende Gesteine überwiegend nur mäßig basenhaltig sind. Alle diejenigen Böden aber, die heute unter Moder- und Rohhumusdecken podsoligen oder gar podsolierten Typen angehören, können — mit Ausnahme vielleicht derjenigen der höchsten Lagen — als anthropogen degradiert angesehen werden.

Ein Ueberblick über die Entstehungsgeschichte der Böden des Südergebirges, der nach dem gegenwärtigen Stande der Kenntnis hier erstmalig versucht wurde, läßt das mehr oder weniger kräftige Eingreifen des

Menschen in den natürlichen Ablauf der Bodenbildung im Laufe des letzten Jahrtausends deutlich hervortreten. Schwächere Einwirkungen müssen bereits in vorgeschichtlicher Zeit stattgefunden haben. Der Anreicherung der Ackerböden mit mildem Ackerhumus, wie sie durch die moderne Ackerkultur erzielt wird, steht die Schaffung verstärkter Erosionsmöglichkeiten und damit eine verstärkte Differenzierung der natürlichen Bodenmächtigkeiten und Bodenqualitäten gegenüber. Vermittels der Bildung von Rohhumusdecken haben die ehemals großen Heideflächen und die ihnen nachfolgende Fichtenkultur, die zu waldbearreichen Buchenwäldern degradierten natürlichen rohhumusfreien Buchenwaldtypen und die waldbearreichen Niederwälder die natürliche Qualität der Böden gemindert. Aus ehemals besser gesättigten sind basenarme Braunerden, verborgen podsolige und podsolige, zum Teil sogar podsolierte Böden geworden. Die Niederwaldwirtschaft hat außerdem noch die Bodenerosion begünstigt. Dies alles ist Menschenwerk!

Zwar unterscheiden sich die vom Menschen hervorgerufenen Bodenverschlechterungen in ihrem Ausmaß infolge verschiedener Art und wechselnder Dauer und Intensität der Einwirkungen beträchtlich, aber es wird im ganzen Südergebirge wohl kaum noch eine nennenswerte Bodenfläche geben, die vom Einfluß des Menschen ganz frei geblieben ist.

Diese Feststellungen sind für den Bewirtschafter der Böden von großer praktischer Bedeutung. Die Entstehungsgeschichte zeigt ihm, daß er es nicht mit unveränderlichen Naturprodukten zu tun hat, sondern daß sein Eingreifen in das empfindlich reagierende Gefüge der natürlichen bodenbildenden Kräfte zu ungewollten, dauerhaften Schädigungen der Bodenproduktionskraft führt, wenn es ohne Kenntnis der natürlichen Zusammenhänge und ohne Bedacht geschieht.

## 2. KAPITEL

### Wesen und Bau der Böden

#### 1. Allgemeines über die Gebirgsböden

Die Erforschung der Böden Deutschlands und die Entwicklung der Lehre von ihrer Profilgestalt und Entstehung (Morphologie und Genetik) geschah vor allem in den großen, mit weichen Diluvialgesteinen erfüllten Ebenen. Dort konnte sich die bodenformende Kraft zweier Hauptfaktoren der Bodenbildung, des Klimas und der Vegetation am reinsten auswirken. In den Gebirgen hingegen, wo die Bodenbildung zumeist in härteren Gesteinen, die der Einwirkung der Atmosphärien stärkeren Widerstand entgegensetzten, stattfindet, zeigt sich die Entwicklung der Bodenprofile vielfach durch Abschlammungsvorgänge auf den geneigten Hangflächen gestört. Da der Mensch seit Jahrhunderten durch die Bewirtschaftung des Bodens in den Zusammenhang der natürlichen Bodenbildungsfaktoren eingegriffen hat, sind die Böden der Gebirgslandschaften oft schwer zu enträtselnde Gebilde, Ergebnisse sich durchkreuzender Entwicklungstendenzen.

Kein Wunder, daß die Forschung sich zunächst der einfacheren diluvialen Flachlandböden annahm, da hier Ursache, Wirkung und Ergebnis leichter in ihren Zusammenhängen zu erkennen waren. In das dort gewonnene System lassen sich die Gebirgsböden oft nur schwer einpassen, wenn man sie lediglich nach den Merkmalen ihrer äußeren Gestalt beurteilt. Ihr von dem der Diluvialböden häufig stark abweichender Gesteinscharakter kann ihnen ganz andersartige morphologische Züge verleihen, obwohl ihr Chemismus, ihre innere Dynamik den gleichen Gesetzen gehorcht.

Auch die Böden des Südergebirges, des westfälischen Anteils des Rheinischen Schiefergebirges, sind bisher wissenschaftlich nur wenig untersucht worden. Die geologische Landesaufnahme ging mit ihren älteren Kartierungen kaum auf den Boden ein. Erst die vom Beginn der 1930er Jahre ab erschienenen Erläuterungen zu den geologischen Spezialkarten geben einem schwachen bodenkundlichen Abschnitt Raum. Eine eingehendere Darstellung enthalten die seit etwa Mitte der 30er Jahre erschienenen Erläuterungen zu den seither im Gebiet des Südergebirges aufgenommenen Blättern. Eine Untersuchung des Chemismus einiger Tonschiefer- und Grauwackenböden fand zu Beginn der 30er Jahre in den Laboratorien der Preuß. Geol. Landesanstalt statt. Ihre Ergebnisse reichen noch nicht aus, die Vielfalt der Erscheinungen zu klären. Die Fortsetzung von Untersuchungen zur Aufhellung des Chemismus der verschiedenen Typen mit modernen Methoden und gefügekundliche mikroskopische Untersuchungen sind notwendig, um die inneren Eigenschaften der Gebirgsböden in ihrem Zusammenhang mit den äußeren Merkmalen zu erkennen.

In neuerer Zeit ist auch durch die von der Finanzverwaltung durchgeführte Bodenschätzung der landwirtschaftlichen Nutzflächen umfangreiches Material über die Bodenverhältnisse des Südergebirges beigebracht worden, wodurch in erster Linie die Kenntnis der flächenhaften Verbreitung der Böden nach den Merkmalen ihrer äußeren Gestalt und nach ihrem Wert für die landwirtschaftliche Produktion erweitert werden. Schließlich seien auch die standortkundlichen Untersuchungen der staatlichen Forstverwaltung erwähnt, welche die Kenntnis der Beschaffenheit der forstlich genutzten Böden gefördert haben. So sind zwar die Böden des Südergebirges nicht mehr ganz unbekannt, aber die Kenntnis ihrer individuellen und ihrer typischen Charaktere und der räumlichen Verbreitung<sup>1)</sup> der letzteren ist im ganzen gesehen doch noch sehr lückenhaft und unvollkommen. Eigene Erkundungen im Rahmen dieser Arbeit dienen hauptsächlich der Feststellung morphologischer Typen und genetischer Zusammenhänge.

1) Eine Bodenübersichtskarte von Nordrhein-Westfalen des Amts für Bodenforschung in Krefeld im Maßstabe 1:300 000 ist nach Abschluß dieser Arbeit erschienen.

**Kennzeichen.** Die Böden des Südergebirges zeichnen sich durch einen mehr oder weniger hohen Skelettanteil aus, doch ist dieser allein noch kein bestimmendes Merkmal der Gebirgsböden. Auch eine geringe Mächtigkeit des Bodenprofils ist nicht zwangsläufig auf die Gebirgsböden beschränkt. Geringmächtigkeit der Verwitterungstiefe und Steinhaltigkeit der Böden sind auf der Grundlage härterer Muttergesteine zuweilen auch in ebenen Lagen anzutreffen. Was die Gebirgsböden eigentlich von denen der Ebenen unterscheidet, ist ihre Hanglage und die ihnen innewohnende Möglichkeit stärkerer Bodenabschwemmung.

Der Relieffaktor ist eine ausgesprochen latente bodenbildende Kraft. Ob er zur Auswirkung kommt und in welchem Ausmaße, das hängt von der Schutzwirkung des Pflanzenkleides, von den Niederschlagsverhältnissen, von der Art der Bodenbewirtschaftung und schließlich auch von der Beschaffenheit des Bodens ab. Seine Auswirkung ist vor allem eine differenzierende. Zwei Möglichkeiten sind ihm gegeben. 1. Durch die Bodenabschwemmung (und Aufschlammung) werden die Böden in erster Linie nach ihrer Profilmächtigkeit differenziert, daneben aber auch in ihrer sonstigen Beschaffenheit in verschiedener Weise verändert. 2. Die Böden auf den Berghängen werden nach verschiedenen Himmelsrichtungen hin den Einwirkungen der bodenbildenden Kräfte ausgesetzt. Jede Exposition hat ihr Klima für sich, bildet einen besonderen Standort, und die durch die Neigungsrichtung bedingten standörtlichen Verschiedenheiten der Vegetation stehen in Wechselwirkung mit mehr oder weniger geringen Verschiedenheiten des Bodens.

So sorgt der Hangfaktor selbst bei eintönigen Gesteinsverhältnissen in den Bergländern und Gebirgen für die Entstehung unterschiedlicher Böden, wenn er die ihm innewohnenden Möglichkeiten der Differenzierung zur Auswirkung bringen kann. Die Folgen seiner Wirksamkeit lassen sich im Südergebirge allenthalben feststellen, und in dem Kapital über die Entstehungsgeschichte der Böden des Südergebirges ist deutlich gemacht worden, daß der Mensch einen wesentlichen Anteil an der Verwirklichung der latenten Differenzierungskraft des Reliefs hat.

**Mächtigkeit.** Die Böden des Südergebirges sind überwiegend mittelgründig, d. h. ihre Mächtigkeit liegt zwischen 30 und 60 cm. Außerdem kommen auch viele flachgründige (bis 30 cm) und tiefgründige (über 60 cm) Böden vor.

Diese Angaben über die Mächtigkeit bedeuten nicht, daß die durch oberflächliche Verwitterung und Organismen zu Böden umgebildete Lockerhaut der Gesteine in den angegebenen Tiefen ihr Ende findet. Der Übergang zum kompakten Gestein vollzieht sich vielmehr sehr allmählich. Eine scharfe Trennung, wie man sie in den Diluvialgebieten häufig zwischen Boden und unverändertem Muttergestein (C-Horizont) vornehmen kann, läßt sich bei den Verwitterungsverhältnissen der Gesteine des Südergebirges im allgemeinen nicht durchführen. Die Schiefer, Grauwacken und Sandsteine beginnen meist schon in einer Tiefe von einigen Metern sich allmählich aufzulockern. In welcher Weise hierbei Gesteinsklüfte, Schichtfugen, Schieferungsbahnen und Lagerungsverhältnisse sich auswirken, wurde bereits weiter oben geschildert. Durch eine

allmähliche Erweiterung aller entstandenen Spalten sondern sich zunächst dickere, dann, weiter zur Oberfläche hin, immer kleiner werdende Gesteinspacken, Platten oder Brocken ab. Auf den Spaltflächen setzt die Verwitterung ein, die Spaltenräume füllen sich mit dem Verwitterungsprodukt. Bei stärkerer Auflösung des kompakten Gesteins in kleinere Bruchstücke werden diese von der Oberfläche her auch im Inneren angegriffen und verändert, dies um so eher, je weicher und anfälliger das Gestein gegen die Verwitterung ist. Die Verwitterungsgeschwindigkeit der Muttergesteine ist dann auch mitbestimmend für die Tiefe, welche von den Bodenbildungen erreicht wird.

In dem Aufbau des Bodenprofils gibt es einen Horizont, oberhalb dessen das Verwitterungsprodukt die bereits stark zerkleinerten Reste des Gesteins an Masse überwiegt. Dies ist die eigentliche Bodenschicht, und der entstandene Boden erscheint uns als steinhaltig. Unterhalb der eigentlichen Bodenschicht setzt sich indessen das Verwitterungsprodukt als Füllmasse noch tiefer in die Gesteinsspalten hinein fort, an Substanz immer mehr abnehmend.

Die hier angenommene Grenze zwischen Boden und Gestein ist durchaus willkürlich und wird von den Waldbäumen z. B. nicht im geringsten respektiert. Gerade auf den wenig tiefgründigen Böden finden die Pflanzenwurzeln in den meist lehmigen Füllmassen der Gesteinsspalten willkommenen Wurzelraum, Wasser und Nährstoffe. Dies ist auch der Grund, warum wir bisweilen auf ganz flachgründigen Böden, die ihr Muttergestein kaum verhüllen, noch Bäume wachsen sehen.

Die Untersuchung der Böden des Südergebirges wird nur in seltenen Fällen bis zum Erreichen des kompakten, unveränderten Gesteins vordringen können. Zu diesem Zwecke wären häufig einige Meter tiefe Schürfgruben erforderlich. Da man bei bodenkundlichen Untersuchungen zumeist viele Profile miteinander vergleichen möchte, wird die Bloßlegung des vollen Bodenprofils in jedem Falle viel zu zeitraubend und kostspielig. Die Beobachtung der Profile in Steinbrüchen kann die frische Aufgrabung nicht voll ersetzen. An den Rändern der Steinbrüche ist das Bodenprofil in den meisten Fällen beschädigt und außerdem durch die seitliche Einwirkung der Atmosphärenteilchen verändert. So bleibt für massenhafte Untersuchungen nichts weiter übrig, als die üblichen Werkzeuge, Spaten und Bohrstock, anzuwenden. Aufgrabungen können mit Hilfe einer Spitzhacke etwas vertieft werden.

Die auf diese Weise festgestellten Bodenmächtigkeiten werden selten die volle Tiefe der Bodenbildungen einschließlich der mit dem Verwitterungsprodukt verfüllten Spalten bezeichnen. Mit Hilfe der genannten Werkzeuge wird vielmehr eine praktische Grenze erreicht, die durch die mögliche Eindringtiefe des Werkzeugs und die angewendete Kraft bestimmt wird. Die Werte für die Bodenmächtigkeit schwanken demnach bei gleichen Böden, je nachdem sie durch einfaches Aufgraben oder durch Vertiefung mit der Spitzhacke oder durch den Gebrauch des Bohrstockes erhalten worden sind und nach der Kraft, mit der das Werkzeug gehandhabt wurde. Am unzuverlässigsten ist der Bohrstock, weil er einerseits durch gröbere Skeletteile leicht aufgehalten werden kann, anderer-

seits aber in Gesteinsspalten tiefer eindringt, als der durchgängigen Bodenmächtigkeit entspricht.

Wenn man daher die Angaben über die Bodenmächtigkeit der Gebirgsböden in Vergleich setzen möchte, so ist das streng genommen nur mit solchen Werten möglich, die auf die gleiche Weise, das heißt, mit dem gleichen Werkzeug und durch die gleiche Person mit gleichbleibender Kraftanstrengung gewonnen wurden. Deshalb sind auch die von verschiedenen Autoren veröffentlichten Zahlen über die Mächtigkeit von Bodenprofilen des Südergebirges nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar. Dagegen sind z. B. die bei der Bodenschätzung durch die verschiedenen Schätzungsausschüsse gemachten Feststellungen über die Tiefe der Bodenbildungen ohne weiteres vergleichbar, da hierbei immer auf die gleiche Weise vorgegangen und die Gleichmäßigkeit des Vorgehens laufend überprüft wird.

In allen Fällen aber ist die Grenze zwischen Boden und Gestein, die mit Hilfe verschiedener Werkzeuge und mit unterschiedlicher Kraftanstrengung ermittelt werden kann, immer eine praktische Grenze, bestimmt durch Eindringtiefe des Werkzeuges und aufgewendete Kraft.

**Skelettgehalt.** Die aus dem Gesteinsverband gelösten, durch das lehmige Verwitterungsprodukt voneinander getrennten Gesteinsbruchstücke nennt man das Bodenskelett. Es ist, wie bereits bei der Besprechung der Bodenmächtigkeit auseinandergesetzt worden ist, unmittelbar über dem unveränderten Muttergestein am stärksten verdichtet und am größten ausgebildet, und es zerteilt und zerkleinert sich um so mehr, je näher es der Oberfläche kommt. Bei einem normal ausgebildeten Profil finden wir also in den oberen Horizonten viele kleinere und in den tieferen Schichten an Zahl geringere, aber größere Steine.

Der Skelettanteil der Gebirgsböden, der die Korngrößen über 2 mm umfaßt, ist sehr verschieden hoch. Dafür ist in erster Linie das Muttergestein, seine Beschaffenheit und Lagerung maßgebend. Leichter verwitterbare Gesteine hinterlassen nur wenig Skelett in der Verwitterungsmasse, härtere durchsetzen die Bodenmasse stärker mit ihren Bruchstücken. In sehr ausgereiften Böden, wie sie allerdings im Südergebirge weniger häufig anzutreffen sind, ist der Skelettgehalt meist gering, oder er fehlt ganz. Es hängt also auch von der für eine ungestörte Entwicklung der Verwitterung und Bodenbildung zur Verfügung stehenden Zeit ab, ob ein Boden mehr oder weniger Skelett enthält. Schließlich beeinflußt auch die Abschwemmung den Skelettgehalt. Durch die Erosion werden die feineren Bodenbestandteile in erster Linie erfaßt und abtransportiert, dadurch reichert sich das Skelett in der obersten Bodenschicht an. Geht die Abschwemmung so weit, daß eine wesentliche Verkürzung des Bodenprofils zustande kommt, so gelangen die unteren, stärker steinhaltigen Partien des Profils an die Oberfläche. Der Boden enthält dann an der Oberfläche gröbere Steine und einen stärkeren Volumanteil als bei ungestörter Entwicklung.

In den Böden des Südergebirges schwankt der Skelettgehalt infolge der unterschiedlichen Faktoren ziemlich stark. Bei manchen, gut ausgereiften Gesteinsverwitterungsböden tritt er ganz zurück. In den

humosen Oberkrumen der übrigen beträgt er etwa 5—20 %, kann aber auch hier, also in einer Tiefe bis zu höchstens 20 cm, gelegentlich schon 40 % erreichen. Die darunterliegenden Horizonte weisen Steingehalte von 20—50 % auf. Dabei gelten als Steine alle diejenigen festen mineralischen Bestandteile des Bodens, die einen Durchmesser von mehr als 2 cm haben; ist dieser kleiner und liegt zwischen 2 cm und 2 mm, so sprechen wir von Kies, wenn die Bruchstücke abgerundet, von Grus, wenn sie eckig sind. Bei dem an Ort und Stelle verbliebenen Verwitterungsmaterial handelt es sich immer um Grus, wenn in den Böden Bestandteile dieser Größenordnung auftreten. Die Abrundung zu Kies geschieht erst auf längerem Transport, zumeist durch fließendes Wasser.

Die Form der Skeletteile ist sehr verschieden und richtet sich stark nach dem Muttergestein. Die Schiefer liefern meist plattige Steine, die um so dünner und kleiner werden, je stärker die Verwitterung fortgeschritten ist und schließlich in Grus übergehen. Grauwacken zerfallen in unregelmäßigere, meist dickere Brocken. Bei den Gesteinsverhältnissen des Südergebirges ist zuweilen eine Täuschung nicht ausgeschlossen, wenn man aus der Beschaffenheit der Steine auf die Art des Muttergesteins schließen will. Da hier Tonschiefer häufig in Wechselagerung mit Grauwacken vorkommt, sind bei stärker ausgereiften Böden die Schiefer, namentlich die weicheren, völlig verwittert, während aus einer zwischengelagerten härteren Grauwackenbank stammendes Bodenskelett Grauwacke als Muttergestein vortäuscht. Eine Verwechslung ist um so eher möglich, als stärker ausgereifte Bodenbildungen mancher Tonschiefer sich von denen der Grauwacken kaum unterscheiden. Eine weitere Täuschung kann eintreten infolge der nicht selten vorkommenden Überrollungen durch Gesteinstrümmer von höher gelegenen Hangflächen, die aus anderen Gesteinen aufgebaut sind.

Die Bodenskelettstücke als abgesonderte Teile des Muttergesteins verwittern um so stärker, je mehr sie zerfallen und der Oberfläche angenähert sind. Sie können deshalb auch nicht als vollwertige Vertreter des C-Horizonts bewertet werden. Dies gilt vor allem auch hinsichtlich ihrer Nachlieferungsfähigkeit von Basen und Pflanzennährstoffen. Stark angewittert, haben sie zum Teil bereits ihre leichter löslichen Bestandteile verloren. Immerhin verkörpern diese Abkömmlinge des kompakten Muttergesteins, indem sie ständig weiter verwittern und neues Bodenmaterial produzieren, einen stark aufgelockerten C-Horizont, der mit einer stark vergrößerten Kontaktfläche die Bodenmasse durchsetzt. Je stärker die Gesteinsmassen sich auflockern und in immer kleinere Skeletteile zerfallen, desto größer werden bei gleichem Volumen die Oberflächen, die sie der Verwitterung darbieten. So hat die Natur gewissermaßen einen Ausgleich geschaffen für die schwere Verwitterbarkeit der härteren Gesteine, indem sie ihnen gestattet, durch Absonderung von Bodenskelett größere Oberflächen zu bilden. Im Gegensatz dazu ist die Kontaktfläche zwischen Boden und Muttergestein bei den Böden der weicheren Gesteine, die eine größere Verwitterungsgeschwindigkeit zulassen, viel geringer.

Der Steingehalt der Gebirgsböden hat eine erhebliche praktische Bedeutung nicht nur als mechanisches Hindernis bei der Bearbeitung der

Ackerböden; er verleiht vielmehr den fast durchweg feinsandigen bis schluffigen Verwitterungslehmen den Charakter einer leichteren Bodenart. Er tritt hierbei als Substitut der hier meist fehlenden Sandkomponente mittlerer und gröberer Körnung auf. Da das von den Steinen eingenommene Volumen für die Wasserspeicherung ausfällt, setzen sie die Wasserkapazität herab. Steinhaltige Böden sind daher bei gleicher Bodenart und gleichen Klimaverhältnissen immer trockenere Standorte als steinfreie. Auch als Nährstofflieferant für die Pflanzen fällt das von den Steinen eingenommene Volumen aus. Mit vollem Recht trägt daher die Bodenschätzung diesen Verhältnissen Rechnung, indem sie je nach dem Steingehalt die Lehm Böden des Südergebirges einer leichteren Bodenart zuweist. So werden z. B. feinsandige bis kräftige Lehme, wenn sie grusig und schwach steinig sind, als sandige Lehme (sL) klassifiziert und bewertet. Stärker steinige, feinsandige oder sandige Lehme können als stark lehmiger Sand (SL) angesprochen werden. Kommt ein starker Steingehalt eines sandigen Lehmes wegen der Flachgründigkeit des Bodenprofils zu besonders ungünstiger Auswirkung, so wird letzterer bei der Bodenschätzung praktisch als ein lehmiger Sand (IS) angesehen und bewertet.

Die Durchsetzung der lehmigen Verwitterungsböden mit Skelett wirkt sich aber nicht nur ungünstig aus. Durch die unregelmäßige Einlagerung verschieden geformter und verschieden großer Gesteinsbruchstücke wird die lehmige Grundmasse des Bodens aufgelockert. Der Steingehalt wirkt deshalb in vielen Fällen strukturverbessernd; dies gilt namentlich für die grusige Komponente, die dem lehmigen Verwitterungsboden vielfach eine bröckelige Struktur verleiht. Im Zusammenhang damit steht auch eine gewisse Erleichterung in der Wasserführung. Staunässeerscheinungen in steinigen Böden sind sehr selten.

**Farbe.** Die Muttergesteine der Böden des Südergebirges zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Farben. Die Farben der aus ihnen entstandenen Böden sind demgegenüber ziemlich eintönig. Diese Erscheinung steht damit im Zusammenhang, daß die den Bodenbildungsprozeß bewirkenden Faktoren den chemischen Umsetzungen eine gemeinsame Richtung geben, wobei aus unterschiedlichen Muttergesteinen im Endergebnis sehr ähnliche Böden entstehen können. Bei der Zersetzung der Mineralien in den verschiedenen Muttergesteinen werden die meisten Farbstoffe zerstört und der entstehende Boden durch die verschiedenen Nuancen des dreiwertigen Eisenhydroxyds gefärbt. Alle die bunten Farben der verschiedenen Tonschiefer z. B. sind in ihren ausgereifteren Bodenbildungen nicht mehr erkennbar und durch die gelben bis braunen Farbtöne des Ferrihydroxyds ersetzt. Als Ausnahme begegnet dem Verfasser im Südergebirge z. B. rötlich gefärbte Lehme, die aus der tiefgründigen Verwitterung von Keratophyren, paläovulkanischen Eruptivgesteinen, hervorgegangen sind, aber erst im B-Horizont auftreten.

Anders ist es an steilen Hängen, wo es entweder gar nicht zur Bildung ausgereifter Bodenprofile gekommen ist, oder wo ausgereifte Böden erodiert sind. Dort kann bei noch wenig fortgeschrittener Umwandlung des Muttergesteins dessen Farbe durch die dünne Bodendecke gewissermaßen hindurchschimmern.

Stammt der eine der beiden Hauptfarbbildner, das Eisenhydroxyd, aus der mineralischen Komponente des Bodens, so ist der andere organischen Ursprungs. Es sind die verschiedenen Abbaustoffe der organischen Substanz, die den Boden von der Oberfläche her mit ihren bräunlich-schwärzlichen Farbtönen bis zu einer gewissen Tiefe durchdringen. Meist ist die sichtbare Eindringtiefe der färbenden humosen Stoffe in den Böden des Südergebirges gering. Bei dem Typus der podsoligen Böden erreicht sie für gewöhnlich kaum 10 cm, und nur bei stärker ausgereiften Braunerden kann sie gelegentlich bis zu 30 cm betragen. — Dies gilt für Böden unter Wald; bei den Ackerböden ist der humusdurchmischte und humusgefärbte Horizont zumeist mit der Ackerkrume identisch, die in den Böden des Südergebirges zwischen 15 und 25 cm Mächtigkeit variiert, im Durchschnitt aber 20 cm mächtig ist. Wo wesentlich tiefere Humushorizonte angetroffen werden, da handelt es sich meist um Hangfußböden oder solche in Senkenlage, denen von höher liegenden Hangflächen humoses Material zugeschwemmt worden ist, oder um Lössböden.

Als weitere Farberscheinung ist noch die Ausbleichung geringer Bodenpartien durch organische Säuren zu erwähnen, die sich bei der Verwesung der organischen Substanz und der Entstehung der Humusstoffe bilden. Enthält der Boden nicht mehr genügend Basen, um diese Säuren zu neutralisieren, so greifen sie seine Mineralsubstanz an, zerstören die dunklen, färbenden silikatischen Mineralien und machen die Zersetzungsprodukte beweglich, so daß sie durch das Niederschlagswasser vom Orte ihrer Entstehung hinweggeführt werden und einen quarzreichen, farblosen, gegenüber seiner Umgebung bleich erscheinenden Horizont hinterlassen.

Der Bleichhorizont bildet sich in den Böden des Südergebirges vor allem unter Rohhumus, wird aber auch oft unter Moder angetroffen, wenn dieser mehr als etwa 0,5 cm dick ist. Er liegt meist unmittelbar unter der Rohhumus- oder Moderdecke, immer aber in der oberflächennahen Bodenschicht und ist meist nur einige Millimeter bis wenige Zentimeter mächtig. Selten ist die Farbe dieses Bleichhorizontes ein sehr helles Grau-Weiß, wie es des öfteren in den podsolierten Heidesandböden des Münsterlandes beobachtet wird; die Anfangsstadien zeigen lediglich geringe Verfählungen gegenüber den umgebenden Bodenpartien, bei deutlicherer Ausprägung wird der Lehm grau bis hellgrau. Der Bleichhorizont ist oftmals nicht durchgängig verfärbt, zuweilen treten nur mehr oder weniger zusammenhängende Bleichflecken auf. Der hier beschriebene Bleichhorizont, der bei der Profilbeschreibung als A 2-Horizont bezeichnet wird, unterscheidet sich genetisch von den Bleichflecken, die in tieferen Bodenhorizonten bei den gleichartigen Böden auftreten. Grundsätzlich handelt es sich um die gleiche Erscheinung, in dessen sind die Ursachen verschieden.

Auch die gleiartigen Böden mit Bleichungserscheinungen in den tieferen Horizonten kommen im Südergebirge vor, jedoch ist ihre Verbreitung mehr inselhaft im Vergleich zu dem flächenhaft weit verbreiteten Vorkommen der Böden mit A 2-Horizonten. Die Bleichflecken treten im Zusammenhang mit stauender Bodennässe auf und sind wahrschein-

lich durch Gerbsäureausscheidungen von Eichenwurzeln mitbedingt (vergl. Laatsch 1938).

Eigentümlich sind die sehr schwach rötlichen bis violetten Nuancen in den bräunlichen humosen Horizonten mancher, zumeist podsoliger Braunerden des Südergebirges. Es scheint, daß dieser Farbton im Zusammenhang mit den Anfangsstadien der Podsolierung auftritt; er steht entweder mit geringen Verfählungen einer beginnenden Bleichhorizontbildung in Verbindung, ist aber gelegentlich auch ohne diese zu beobachten. Zuweilen hat man den Eindruck, daß dieser Farbton von Infiltrationen sauren Humus ausgeht; aber es liegt noch zu wenig Beobachtungsmaterial, das vielleicht durch chemische Untersuchungen ergänzt werden könnte, vor, als daß man mehr als Vermutungen über den Ursprung dieser Erscheinung äußern könnte. Es sei in diesem Zusammenhang jedoch darauf hingewiesen, daß ins Violette schimmernde Farbtöne auch in manchen Podsolböden der Ebenen anzutreffen sind.

Alle bisher genannten Farbmerkmale unterscheiden die Gebirgsböden Südwestfalens nicht wesentlich von ähnlichen Bodenbildungen der Ebenen. Was sie von diesen stärker unterscheidet, ist der enorme Farbumschlag, der durch ihre Austrocknung hervorgerufen wird. Das durch die Austrocknung bedingte Hellerwerden sämtlicher Farbtöne des Bodenprofils ist ein Kennzeichen der mitteleuropäischen Braunerden, auch das stärkere Hervortreten der Bleichungserscheinungen bei der Austrocknung der Podsolböden dürfte allgemein bekannt sein. In den Schiefer- und Grauwackenböden des Südergebirges erreicht der Farbumschlag infolge Austrocknung jedoch Ausmaße, die leicht zu einer falschen Beurteilung ihres morphologischen Charakters führen können.

Bei den hohen Niederschlagsmengen des Südergebirges (nach Hellmann durchschnittlich 947 mm) und der hohen Luftfeuchtigkeit werden die Böden allerdings selten in ausgetrocknetem Zustande angetroffen. Dies gilt vor allem für die Waldböden, deren Feuchtigkeitsgehalt durch die vom Walde hervorgerufenen mikroklimatischen Verhältnisse vor unproduktiver Verdunstung geschützt wird. Dennoch hat man zuweilen Gelegenheit, auch hier teilweise abgetrocknete Bodenprofile zu sehen. Man findet sie an den Einschnitten der Waldwege. Auflagehumus und Wurzelgeflecht halten hier gemeinsam einen oberen Bodenhorizont fest, unter dem der weniger durchwurzelte, oft steil geböschte Boden abrutscht, so daß eine Art überhängenden Daches gebildet wird, das den darunterliegenden Teil des Bodenprofils bis zu einer gewissen Tiefe vor der Durchfeuchtung durch schwächere und weniger anhaltende Regen schützt.

Unter diesen überhängenden A-Horizonten findet man im Sommer den Boden häufig stark ausgetrocknet und von sehr hellgelblich-grauer Farbe, die oft einen mächtigen Bleichhorizont vortäuscht. Der Eindruck eines Podsolbodens wird auch dadurch verstärkt, daß der Unterboden meist bei genügender Durchfeuchtung seine gelblichen bis bräunlichen Farbtöne nicht verliert, so daß bei oberflächlicher Betrachtung der Eindruck eines ABC-Profils mit mächtigem Bleichhorizont entsteht. Wenn man aber Gelegenheit hat, hier und da einmal bis auf das Muttergestein vollständig ausgetrocknete Bodenprofile zu sehen, so kann man fest-

stellen, daß der gesamte Mineralboden in lufttrockenem Zustande eine sehr hellgelblichgraue Farbe annimmt, nach Durchfeuchtung aber wieder seine gelblichbräunlichen Farbtöne zurückerhält. Echte Bleichungserscheinungen gewinnen zwar durch Austrocknen der betreffenden Bodenpartie an Helligkeit und Deutlichkeit, sind aber in feuchtem Zustande ebenfalls, wenn auch schwächer ausgeprägt, als solche zu erkennen. Starke Bleichungserscheinungen, wie wir sie als Merkmale der Podsolböden kennen, und wie sie an Wegeinschnitten durch Austrocknung zuweilen vorgetäuscht werden, sind jedoch im allgemeinen auf den Grauwacken- und Schieferböden des Südergebirges nicht anzutreffen. Die hier vorkommenden echten Bleichungen halten sich vielmehr, von wenigen Ausnahmen abgesehen, im Rahmen der weiter oben angegebenen Größenordnung von wenigen Millimetern bis zu wenigen Zentimetern.

**Hanglage.** Betrachten wir zunächst einmal die Auswirkung der Hangneigung auf die Mächtigkeit der Bodenprofile, so können wir zwar allenthalben im Südergebirge ihre Ergebnisse in der mehr oder weniger flachen Gründigkeit vieler Böden feststellen, aber die Bodenverhältnisse auf den Hangflächen sind weit davon entfernt, überall jene strenge Regelmäßigkeit zu zeigen, die auf flacheren Hängen tiefer gründige und auf stärker geneigten flachere Profile fordert. Die Bodenprofilltiefe ist keine ungestörte Funktion des Neigungswinkels der Hänge.

Die Ausbildung der Bodenmächtigkeiten auf den Berghängen ist vielmehr von größter Unterschiedlichkeit und Mannigfaltigkeit und scheint zu dem Gesetz der Hangabtragung oftmals geradezu im Widerspruch zu stehen. Nicht selten kann man gerade an Steilhängen Böden von einer nicht erwarteten Tiefgründigkeit finden, während andererseits manche Flachhangböden sich durch besondere Flachgründigkeit auszeichnen. So fand der Verfasser beispielsweise an einem etwa 35 bis 40 Grad steilen Südwesthang an der Schmalenau im Arnsberger Wald unter hochstämmigen Fichten einen lößartigen Lehm von über 60 cm Mächtigkeit, obwohl der Lößlehm leicht erodierbar ist. Als Gegenbeispiel seien flachgründige Bodendecken auf Tonschiefer, Grauwacke und Grauwackenschiefer des Oberkarbons im Revier Bleiwäsche des Forstamts Wünnenberg genannt, die dort bei der forstlichen Standortkartierung festgestellt worden sind. Sie liegen zum Teil auf schwach geneigten Hängen, manchmal sogar fast eben. Interessant ist auch die Beobachtung, daß zuweilen gerade in abgelegenen, höheren Lagen des Gebirges auch an Hängen von 20 bis 30 Grad verhältnismäßig gut ausgereifte, mittel- bis fast tiefgründige Profile auf Grauwacken und Tonschiefern des Devon gefunden werden können.

Wie erklärt sich nun die scheinbare Regellosigkeit in der Auswirkung der Hanglage auf die Bodenmächtigkeit? Sie hat verschiedene Ursachen. Die erwähnten Beobachtungen und die im Kapitel über die Entstehung der Böden des Südergebirges aufgezeigten Zusammenhänge lassen erkennen, daß das Wirksamwerden der Hangneigung stark vom wirtschaftenden Menschen abhängig ist. Dafür gab es in der Vergangenheit und gibt es in der Gegenwart soviel abgestufte Möglichkeiten in der

Land- und Forstwirtschaft, daß man mit sehr verschiedenen Graden ihrer Auswirkung rechnen muß.

Wichtig ist vor allem die Dauer dieser Einflüsse. Wir wissen, daß die landwirtschaftliche Erschließung des Südergebirges und die Nutzung seiner Wälder nicht überall gleichzeitig eingesetzt haben. Schon daraus leiten sich stärkere Unterschiede in der Auswirkung des Relieffaktors ab. Steilere Hänge, die nicht beweidet werden konnten, und andere schwer zugängliche Lagen sind daher vielfach unter ständiger Waldbedeckung zu natürlichen Bodenerhaltungsgebieten geworden. Zum Studium möglichst wenig vom Menschen beeinflusster Bodenbildungen sind daher solche Gebiete besonders geeignet. Lange und intensiv beackerte Hänge zeigen dagegen meist eine Differenzierung der Bodenmächtigkeit in der Weise, daß mittelgründige Böden auf stärker geböschten Hangflächen und tiefgründige bei schwächeren Neigungswinkeln vorkommen.

Auch die Unterschiede in den jährlichen Regenmengen, die im Südergebirge etwa zwischen 800 und 1300 mm schwanken, spielen dabei eine Rolle. Die größten Unterschiede jedoch, soweit sie von Naturfaktoren hervorgerufen werden, erbringen die den verschiedenen Gesteinen und ihren Lagerungsverhältnissen innewohnenden Verwitterungsmöglichkeiten. So kommt es, daß der Relieffaktor in seiner Auswirkung keine gleichmäßigen Ergebnisse hervorbringen kann.

Ähnliches gilt für die Einflüsse, welche die Lage des Hanges zur Himmelsrichtung, die Exposition, ausübt. Die landläufige Meinung scheint eine tiefgründigere Ausbildung der Böden an den sogenannten Winterseiten der Berge (Nordwest- über Nord- bis Südost-Exposition) anzunehmen, aber diese Beziehung zwischen Exposition und Boden ist nach bisherigen Beobachtungen nicht eindeutig erkennbar. Die von Dr. F. Runge dem Verfasser zur Verfügung gestellten Profilbeschreibungen von 35 Niederwald- und Buchenwaldböden zeigen keine Abhängigkeit der Bodenmächtigkeit von der Exposition, und auch die eigenen Beobachtungen haben kein anderes Resultat ergeben.

Die gleiche Beziehungslosigkeit herrscht anscheinend zwischen der Exposition und dem Typus des Bodens, obwohl man gerade in dieser Hinsicht eine festere Bindung erwarten dürfte. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Sommerseiten der Berge wärmere und trockenere Standorte sind als die Winterseiten. Dies drückt sich auch in der Begünstigung der Eiche an den sommerseitigen Hanglagen aus, die von Budde (1939) für die Vergangenheit und von Runge (1950) für die Gegenwart konstatiert worden ist. Die lokalklimatische Besserstellung der Sommerseiten der Berge, die in der Vegetation ihren Niederschlag gefunden hat, kann auch auf die Ausgestaltung der Böden nicht ohne Einwirkung geblieben sein. Vielleicht ist dieser Einfluß unter natürlichen Verhältnissen nicht so tiefgreifend gewesen, daß es zur Herausbildung besonderer, den verschiedenen Expositionen zugeordneter Bodentypen gekommen ist, aber sicher ist, daß die Sommerseiten der Berge den siedelnden Menschen am stärksten angezogen haben. So sind denn wohl die zweifellos vorhandenen Beziehungen zwischen Boden und Exposition durch die Auswirkungen der wirtschaftlichen Tätigkeit des Menschen

gestört und überlagert, so daß sie heute im Südergebirge nicht überall klar erkennbar sind.

Es wäre jedoch erwünscht, die Auswirkung des Hangfaktors auf die Böden, wie sie sich unter natürlichen Verhältnissen vollzieht, kennenzulernen. Denn erst wenn es gelingt, unter natürlichen Verhältnissen entstandene, von jedem menschlichen Einfluß frei gebliebene Bodenbildungen in Hanglagen aufzuspüren und genetisch zu untersuchen, können wir zu gesicherten Beurteilungen des menschlichen Anteils an dem Wirksamwerden des Relieffaktors kommen. Solche Untersuchungen sind notwendig, wenn man einen festen Ausgangspunkt für die Beurteilung der durch den Menschen seit dem Beginn seiner Eingriffe in die natürlichen Zusammenhänge von Vegetationen und Boden hervorgerufenen Erosionsschäden gewinnen will.

## II. Die Böden unter Wald

Wenn man die Bodentypen dieses Waldgebirges kennenlernen will, so findet man sie am reinsten ausgeprägt unter Waldbedeckung. Die feineren Unterschiede der Bodenbildung, die sich zu einem großen Teil in den Merkmalen der obersten Bodenschicht kundtun, sind dort, wo die Böden in Ackerkultur genommen worden sind, durch den Pflug zerstört. Für die Feststellung des Bodentyps der Ackerböden sind wir deshalb in der Hauptsache auf diejenigen Merkmale angewiesen, die sich unterhalb der durch die Pflugkultur und Düngung hergestellten Ackerkrume feststellen lassen. Um einen festen Ausgangspunkt für die Beurteilung der Ackerböden zu gewinnen, ist es daher erforderlich, sich zunächst mit den Böden unter Wald zu beschäftigen.

Die klassische Bodentypenlehre, wie sie sich in den weiten Ebenen Rußlands entwickelte, legte großes Gewicht auf die Zusammenhänge zwischen Bodenentwicklung und Klima. Solche Zusammenhänge sind auch feststellbar, wenn man die Verbreitung der Bodentypen mit derjenigen der verschiedenen Klimatypen in einem weltweiten Rahmen vergleicht. Je mehr aber die Bodenbildungen Mitteleuropas und ihre räumliche Verbreitung untersucht und bekannt wurden, desto deutlicher zeigte sich, daß durch die lokalen Besonderheiten von Gestein, Höhenlage, Relief, Wasseransammlungen und Vegetation und nicht zuletzt durch die starken Eingriffe des wirtschaftenden Menschen die in großen Zügen bestehenden Beziehungen zwischen Boden und Klima in kleineren Räumen stark gestört und abgewandelt erscheinen konnten.

Das Südergebirge ist sehr niederschlagsreich und mit 800 bis 1300 mm durchschnittlicher jährlicher Niederschlagshöhe eines der feuchtesten Gebiete Deutschlands. Starke Bewölkung, häufiger Nebel und mit steigender Höhenlage bis auf etwa 5 Grad abnehmende durchschnittliche Jahrestemperaturen setzen die Verdunstung stark herab. Auch die Verdunstungskraft der überwiegend aus westlichen Richtungen wehenden Winde ist infolge ihres Feuchtigkeitsgehalts verhältnismäßig gering. Unter diesen Umständen sind nach den klassischen Lehren der Bodentypenentstehung namentlich auf der Grundlage basenärmerer Muttergesteine mindestens in den höheren Lagen des Gebirges Podsolierungs-

erscheinungen zu erwarten. Solche kommen, wie wir sehen werden, auch vor, aber sie sind im allgemeinen geringfügig und lassen meist deutlich ihren Zusammenhang mit den Bodenbewirtschaftungs- und Nutzungsmethoden erkennen.

Die am weitesten verbreiteten Muttergesteine des Südergebirges, Tonschiefer und Grauwacken, sind im allgemeinen mäßig basenhaltig; auf ihnen ist es weithin zur Ausbildung von mäßig entwickelten Braunerden gekommen, die wir nach ihren morphologischen Merkmalen vorwiegend dem Subtypus der mäßig entwickelten basenarmen Braunerden zuweisen müssen. Neben diesem Subtypus, der sich vorzugsweise unter Wäldern in den vom Menschen nur wenig beeinflussten Gebieten und natürlich auf den von Natur aus etwas kalkreicheren Gesteinen finden läßt, treffen wir Böden mit geringen Podsolierungserscheinungen an, die dem Typus der podsoligen Böden zugerechnet werden können und als beginnende Podsolierungsstadien in basenarmen Braunerden aufzufassen sind. Wir werden sie als podsolige Braunerden bezeichnen. Als Zwischenglied und Übergang zwischen diesen beiden Typen stehen die verborgenen podsoligen Braunerden.

Die basenarmen Braunerden, die verborgenen podsoligen und die podsoligen Braunerden und die ebenfalls vorkommenden podsolierten Böden unter Wald zeigen eine deutliche Beziehung zu den Humusbildungen an ihren Oberflächen. Wir finden in den Wäldern des Südergebirges Böden mit Mull, mit Moder und mit Rohhumus.

**Mullböden.** In den Wäldern mit Mullbildung findet man auf der Bodenoberfläche nur wenig Laub, im Höchstfalle nur den Bestandsabfall des Vorjahres. Dieser und gegebenenfalls die verwesenden Überreste von Gräsern und krautartigen Pflanzen bilden eine meist locker liegende dünne und sehr lückenhafte Decke, welche den Gasaustausch nicht behindert. Sie geht ohne scharfe Grenze in einen sehr lockeren, krümeligen, mit feinsten Mineralbestandteilen innig verbundenen, meist dunkelbraunen bis schwärzlichen Humus über, den wir Mull nennen. Bei genauerer Betrachtung kann man feststellen, daß stark zerkleinerte, abgestorbene Laub- oder Pflanzenreste in die oberste Schicht des Bodens hineingezogen worden sind. Schon mit bloßem Auge ist ein starkes Kleintierleben im Boden zu erkennen. Diesem entspricht eine ebensolche Intensität des unsichtbaren Mikrobenlebens. Wurm Kot ist in solchen Böden immer leicht zu finden, und beim Aufgraben stößt man zuweilen auch auf Regenwürmer. Alle diese Tiere der verschiedensten Größen bis herab zu den unsichtbaren Bodenbakterien besorgen die laufende Umwandlung der abgestorbenen organischen Substanz, die im Laufe eines Jahres auf den Boden fällt, zu Humus. Die Reaktion in diesen Böden ist schwächer sauer als in den übrigen Waldböden; sie gestattet (gerade) noch die Entwicklung einer genügend aktiven Bodenfauna, die eben noch ausreicht, den jährlichen Bestandsabfall zu Mull zu verarbeiten.

Die Mullschicht ist meist wenige Zentimeter mächtig, kann sich gelegentlich aber bis zu 2 oder 3 dm mit allmählich schwächer werdendem Humusgehalt in den Unterboden hineinziehen. Der Mull ist die eigentliche Humusform der Braunerden. Es ist bezeichnend für die allgemeine

Basenarmut dieses Typus im Südergebirge, daß Mullbildungen nur noch verhältnismäßig selten anzutreffen sind. Wo das Kleintierleben der Braunerden nicht mehr ausreicht, den Bestandsabfall laufend zu verzehren, kommt es zu Moderbildungen. Diese sind dann bereits ein Kennzeichen dafür, daß die Böden an der Schwelle zur Podsolierung stehen, oder daß Podsolierung bereits begonnen hat.

Das folgende Profil einer Braunerde mit Mullbildung liegt auf dem NNW-Hang des Schloßberges bei Küstelberg, Kreis Brilon, in einer Höhe von ca. 750 m mit einer Neigung von etwa 25 Grad. Der Boden trägt einen hohen, lichten Buchenbestand mit gut entwickelter Bodenflora bei Dominanz von *luzula nemorosa* (Hainsimse). (Aufnahme des Verfassers vom 25. 6. 1950):

Profil 1:

- A 0: 2—3 cm locker liegendes, abgestorbenes Gras, nicht humifiziert, keine Moder- oder Rohhumusbildung
- A: ca. 5 cm dunkelbrauner, sehr stark von feinen Graswurzeln durchsetzter, lockerer, krümeliger Mull, unregelmäßig übergehend in
- (B): ca. 50 cm lockeren, krümeligen, durchwurzelten, wenig steinhaltigen, hellbraunen Lehm
- C: nicht erreicht.

Dieser Braunerde aus dem Hochsauerland sei eine ähnliche aus dem westlichen Sauerland gegenübergestellt. Sie liegt an einem ca. 15 Grad geneigten Nordhang im staatlichen Forstrevier Bilstein in einer Höhe von ca. 420 m über NN. Der Waldbestand ist aus Eichen und Buchen gemischt mit Überwiegen der Eichen. Kein Bodenbewuchs in der näheren Umgebung der Profilgrube (Aufnahme des Verfassers vom 19. 7. 1950):

Profil 2:

- A: 5 cm dunkelbrauner, gut gelüfteter, gut durchwurzelter Mull, unregelmäßig übergehend in
- (B 1): ca. 25 cm braunen, gut durchwurzelten, lockeren, steinigen Lehm, unregelmäßig übergehend in
- (B 2): ca. 10 cm bräunlichgelben, steinigen Lehm
- C: nicht erreicht (dunkle, gebänderte Tonschiefer mit einzelnen Sandsteinbänken der Wissenbacher Schichten).

Unter den von R. Büker (1942) veröffentlichten Profilbeschreibungen befinden sich zwei Braunerden mit Mullbildung, die nachfolgend unter Berichtigung der Horizontbezeichnung wiedergegeben seien. Die sorgfältigen Beschreibungen Bükers sind besonders aufschlußreich, weil ihnen die Ergebnisse von Bodenreaktionsmessungen beigegeben sind:

Fagetum *cardaminetosum bulbiferae*, Zahnwurz-Buchenwald. Vorderer „Hoher Knochen“ beim Kahlen Asten, 20 Grad NW, Hangfuß, 20. 6. 1939:

Profil 3:

- A 0: 2 cm lockere Buchenstreu mit feinen Ästen, pH = 5,16
- A: 5 cm grauschwarzer, sehr lockerer, krümeliger Verwitterungslehm mit zahlreichen Schieferplättchen, stark humos, gut durchwurzelt. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer = 30,5 %, pH = 5,15
- A (B): 8 cm schwarzbrauner bis sepiabrauner Verwitterungslehm mit zahlreichen Gesteinstrümmern, ziemlich fest, krümelig zerbröckelnd, mit Nadelstichporen, mäßig schwach humos (Humusgehalt von oben nach unten abnehmend), stark durchwurzelt (mittlere und feinere Wurzeln), Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer = 29,6 %, pH = 4,99

(B): 50 cm gelbbrauner Verwitterungslehm mit zahlreichen feinen und mittleren Steinchen, ziemlich fest, unregelmäßig zerbröckelnd, zahlreiche Nadelstichporen, von älteren Buchenwurzeln mäßig durchwurzelt. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer = 33,7 %, pH = 4,75

C: allmählich von (B) in C übergehend.

Die andere, von R. Büker beschriebene Braunerde liegt unter einem Waldschwingel-Buchenwald, ebenfalls, wie die vorhergehende, im Hochsauerland.

Fagetum-festuceto-dryopteridetosum montanae. Jagen 149, südlich der Kappe bei Winterberg, 720 m über NN, Schiefergestein, 20 Grad N. 21. 6. 1939:

Profil 4:

A 0: 3 cm sehr lockere Buchenstreu, nach unten etwas filzig werdend, von feinen Wurzeln und Pilzmyzel stark durchflochten, mit Resten von *festuca sylvatica* = Blättern (der größte Teil der Laubstreu ist bereits zersetzt); pH = 4,79

A: 6 cm sehr lockere, schwarze Humuserde, mit Verwitterungslehm untermischt, gut gekrümelt, mit zahlreichen feinen und einzelnen größeren Schieferplättchen, von feinen Wurzeln stark durchsetzt, Regenwürmer und andere Würmer vorhanden. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer = 35,9 %, pH = 4,21

A (B): 11 cm sepia brauner Verwitterungslehm mit vielen mittleren und kleinen Schieferplättchen, ziemlich locker, grobkrümelig mit kleinen und großen Poren, mäßig humos, mäßig durchwurzelt (mittlere und feine Wurzeln). Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer = 21,9 %, pH = 4,73

(B): 40 cm gelbbrauner Verwitterungslehm mit reichlich mittleren und feinen Gesteinstrümmern, ziemlich locker-krümelig, zahlreiche feine Poren, von feinen Baumwurzeln mäßig durchsetzt, in alten Wurzelröhren humose Substanzen vorhanden. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer = 29,1 %, pH = 4,79

C: (B) allmählich in plattige Schiefer übergehend.

Die nachfolgend beschriebene Braunerde ist im Auftrage des Forsteinrichtungsamtes Düsseldorf durch Forstmeister von Eichel-Streiber unter einem 23jährigen Eichen-Birken-Stockausschlagwald in der Jahnschaft Rhonard bei Olpe aufgenommen worden. Im Bodenbewuchs sind Hain-simse und Heidelbeere kennzeichnend. Das Profil liegt in 430 m Seehöhe an einem ESE-Hang mit 7° Neigung. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt 1200 mm, das Muttergestein bilden eisen-schüssige Grauwackenschiefer der Siegener Schichten:

Profil 5:

A: 5 cm lockerer, schwärzlichbrauner Mull, pH = 4,6

A(B1): 10 cm lockerer, krümeliger, dunkelbrauner, humoser, feinsandiger, mitteldurchwurzelter Lehm mit ca. 5 % Steinen, pH = 4,8

(B 2): 50 cm lockerer, gelbbrauner, feinsandiger Lehm mit ca. 50—70 % Steinen, Steingehalt von oben nach unten zunehmend, mittel bis gering durchwurzelt

C: rauhschiefriges Grundgestein in senkrechter Lagerung.

Die vorstehend beschriebenen fünf Profile von Braunerden zeigen viele gemeinsame und wenig unterscheidende Merkmale. Allen gemeinsam ist der 5—6 cm mächtige Mullhorizont, der meist dunkelbraun ist, in anderen Fällen aber auch als schwarz oder grauschwarz bezeichnet wird. Er ist stets locker, krümelig, meist von feinen Wurzeln durchsetzt und trägt häufig eine wenige cm mächtige, lockere Auflage von Laubstreu oder abgestorbenem Gras.

In der Buchenstreu erhielt R. Bükér pH-Werte von 5,16 bzw. 4,79, in den dazugehörigen Mullschichten lagen sie mit pH = 5,15 bzw. 4,21 noch niedriger. Der Mull der Braunerden von Rhonard steht mit pH = 4,6 zwischen diesen beiden Werten.

Der Mullhorizont geht mit einem etwa 1 dm mächtigen Übergangshorizont, der hier mit A (B) bezeichnet wird, in den eigentlichen (B)-Horizont der Braunerde über. Um diesen von dem echten Illuvialhorizont der Podsolböden zu unterscheiden, wird er nach einem Vorschlag von W. Laatsch (1938) durch ein eingeklammertes (B) dargestellt. Der Übergangshorizont ist zumeist von brauner Farbe und hat noch einen gewissen Humusgehalt, der nach der Tiefe zu allmählich abnimmt. Die Übergänge von A zu A (B) zu (B) sind nie scharf. Wie die Profilbeschreibungen ausweisen, ist der A (B)-Horizont meist locker gelagert und gut durchwurzelt. Die für ihn angegebenen pH-Werte liegen hier zwischen 4,73 und 4,99, wobei der Boden von Rhonard auch mit diesem Horizont wieder eine mittlere Stellung hinsichtlich der Reaktion einnimmt.

Der nach unten hin allmählich abnehmende Humusgehalt des A (B)-Horizontes ist durch die Tätigkeit der bodenbewohnenden Kleintiere und durch die Umwandlung abgestorbener Wurzeln, in manchen basenarmen Braunerden wohl auch schon durch Humusinfiltration aus dem A-Horizont entstanden. Sind nur die beiden erstgenannten Ursachen für die Entstehung des Humusgehaltes des Übergangshorizonts wirksam, so ist dieser nichts weiter als ein allmählich nach der Tiefe des Profils hin verblässender Mullhorizont. Bei der im Mullhorizont herrschenden sauren Reaktion können von der basenarmen Mineralsubstanz nicht immer alle Humusstoffe im Oberboden festgehalten werden, es mag deshalb auch schon in manchen Böden mit Mullbildung zu geringen Humuseinwaschungen in den Unterboden kommen.

Die verschiedenartige Entstehung des Humusgehalts der A (B)-Horizonte der Mullböden ist morphologisch nicht immer leicht zu erkennen. Die Humusinfiltrationen rufen leicht eine intensivere Braunfärbung dieses Horizonts hervor, der Übergang in den (B)-Horizont zeigt sich häufig etwas weniger unsharp, die Struktur kann schon etwas klumpig werden, aber alle diese Merkmale sind meist wenig deutlich. Im großen und ganzen sind die Braunerden des Südergebirges mit ausgesprochener Mullbildung frei von diesen Erscheinungen. Wo nach den am Bodenprofil wahrnehmbaren Merkmalen solche Humusinfiltrationen in den A (B)-Horizont angenommen werden können, da dürfte es sich wohl meist um Mullbildungen handeln, die schon an der Grenze zum Moder stehen. Wenn man auch durchweg die Mulle an gemeinsamen Merkmalen als solche erkennt, so können sie doch im einzelnen recht verschieden sein und in manchen Fällen sich in ihrer Beschaffenheit und Auswirkung schon der Grenze zum Moder nähern.

Der (B)-Horizont der basenarmen Braunerden des Südergebirges hat eine charakteristische, gelbbraune bis höchstens bräunlichgelbe Farbe. Er ist meist locker, durchwurzelt und von bröckeliger bis krümeliger Struktur. Die lockere und bröckelige Beschaffenheit wird zum großen Teil von der Durchwurzlung und der Durchsetzung mit Gesteinstrümmern hervorgerufen. Die Bodenart ist meist ein sehr feinsandiger bis schluffiger, milder Lehm von mäßigem Tongehalt. Ausscheidungen

von solfförmig gewandertem Humus, wie man sie in den B-Horizonten basenarmer Braunerden auf Geschiebemergel in Wurzelröhren und auf den Absonderungsflächen der einzelnen Strukturkörper antreffen kann, sind in den lehmigen (B)-Horizonten der Braunerden des Südergebirges bisher nicht beobachtet worden. Die Färbung ist stets sehr gleichmäßig; irgendwelche fleckenhaften Ausscheidungen oder auch Konkretionen kommen nicht vor. Der (B)-Horizont geht in der schon im Abschnitt über die Bodenmächtigkeit beschriebenen Weise sehr allmählich in den C-Horizont über. Die Reaktionsmessungen R. Bükers (1942) zeigen, daß die (B)-Horizonte der von ihm beschriebenen basenarmen Braunerden mit  $\text{pH} = 4,75$  und  $4,79$  ebenfalls sauer sind.

Die Bodenreaktionen der Braunerden des Südergebirges liegen demnach im großen und ganzen im sauren Bereich. Man kann deshalb annehmen, daß diese Böden basenarm sind. Die geringe Sättigung des adsorbierenden Bodenkomplex mit Basen hat vielfach Vorgänge zur Folge, die sich in gewissen morphologischen Profilmerkmalen ausdrücken. So ist nach Laatsch (1938) Huminsäuredurchschlammung ein häufiges Kennzeichen der Braunerden geringen Sättigungsgrades. Es wurde aber bereits festgestellt, daß sie in den hier betrachteten Böden eine nur geringe Rolle spielt, und daß Huminsäureinfiltrationen höchstens einmal in dem Übergangshorizont A (B) vermutet werden können, nur wenige Zentimeter vom Orte der Entstehung der Huminsäure entfernt.

Auch die in basenarmen Braunerden zuweilen vorkommende mechanische Durchschlammung schluffiger oder gröberer, nicht kolloidaler Bodenteilen aus der Oberkrume in tiefere Bodenschichten und dadurch hervorgerufene Verdichtungen sind bei den basenarmen Braunerden des Südergebirges unter Wald noch nicht beobachtet worden. Hinzu kommt die vielfach recht günstige, lockere Lagerung der lehmigen Bodenmasse und ihre bröckelig-krümelige Struktur. Das sind nicht gerade Profilbilder, die eine ausgesprochene Basenarmut des Bodens anzeigen. Man könnte bei guter Mullbildung, Fehlen von Durchschlammungserscheinungen und von Verdichtungen und bei krümeliger Struktur leicht geneigt sein, für solche lehmigen Braunerden einen mittleren Basensättigungsgrad anzunehmen. Ein solcher kommt jedoch nach meiner Meinung im Südergebirge seltener vor, vielleicht auf etwas kalkreicheren Schieferen, die von dem überwiegend nur mäßigen Basengehalt der devonischen Gesteine (mit Ausnahme des Massenkalks) abweichen. Für die Basenarmut der Braunerden des Südergebirges sprechen indessen folgende Gründe:

1. Das Fehlen stärkerer, morphologisch erkennbarer Durchschlammungserscheinungen kann nicht als Kennzeichen für eine stärkere Basensättigung der Bodenkomplexe gewertet werden, denn sie sind selbst bei den podsoligen Böden auf gleichen Gesteinen nicht zu erkennen. Möglicherweise sind sie analytisch bereits feststellbar.
2. Die lockere, bröcklige Struktur der Braunerden des Südergebirges unter Wald ist zum großen Teil eine Folge ihrer Durchwurzelung und ihres Gehaltes an verschiedenen großen Gesteinstrümmern. Wo in diesen Böden krümelige Strukturen beobachtet werden können, sind sie meist von geringerer Stabilität! Das zeigt sich besonders beim Austrocknen. In trockenem Zustande zerfallen die Krümel leicht und gehen in Einzelkornstruktur über.

Es bleibt schließlich noch die Frage zu beantworten, ob bei der sauren Reaktion der basenarmen Braunerden des Südergebirges die Tonbildung unterbunden ist oder noch fortschreiten kann. Nach Laatsch (1938) ist eine Tonbildung auch in Böden mit saurer Reaktion etwa bis zur Grenze von  $\text{pH} = 4,0$  noch möglich, wenn in ihnen genügend primäre Silikate vorhanden sind, die bei ihrem Zerfall ständig zweiwertige Kationen an die Bodenlösung abgeben, unter deren Schutz und Mithilfe aus den Bausteinen der zerfallenden primären Silikate dann ein Aufbau sekundärer Tonmineralien stattfindet.

Diese Verhältnisse dürften bei den hier betrachteten Böden vorliegen. Bei der sauren bis stark sauren Reaktion der Bodenlösung und der ständig hohen Durchfeuchtung unterliegt das Bodenskelett starker Verwitterung. Wenn auch die Skelettanteile des Bodens meist fast frei von Calciumverbindungen sind, so scheint doch die Basennachlieferung aus dem Zerfall der silikatischen Mineralien (Serizit und Chlorit bei den Tonschiefern, Feldspäte und andere bei den Grauwacken) auszureichen, um das Fortschreiten der Tonbildung zu ermöglichen.

Die hier betrachteten Braunerden stehen an der Grenze der Mittel- zur Tiefgründigkeit. Dennoch sind sie keine vollständig ausgereiften Böden, das zeigt ihr mehr oder weniger hoher Skelettgehalt. Diese Gesteinstrümmer, obwohl bereits schwächer oder stärker angewittert, liefern immer noch wieder neues Material für den weiteren Aufbau des Bodens im Verlauf ihres ständig fortschreitenden Zerfalls. Solange diese als Typus deutlich ausgebildeten Braunerden in ihren (B)-Horizonten und sogar in ihren A-Horizonten noch beträchtliche Anteile von Gesteinstrümmern besitzen, sind sie etwa als mäßig entwickelte Böden anzusprechen. In diesem Zustande können sie bei nur wenig fortschreitender Hangabtragung durch eine in die Tiefe fortschreitende Gesteinsverwitterung gehalten werden. Das Gleichgewicht zwischen der in die Tiefe fortschreitenden Verwitterung des Muttergesteins und einer geringen Hangabtragung ist im Südergebirge allerdings weithin durch die Eingriffe des Menschen gestört worden. Die Folge ist dann eine Verkürzung des Bodenprofils, also eine Rückbildung des Bodens zu weniger entwickelten Formen.

Die mäßig entwickelte Braunerde des Südergebirges ist als eine verhältnismäßig günstige Entwicklungsstufe anzusehen. Würde diese basenarme Braunerde in den Zustand vollständiger Ausreifung gelangen, ihr Gehalt an basenachliefernden Skeletteilen mithin sehr gering oder ganz verbraucht werden, so ist damit zu rechnen, daß sie unter den obwaltenden Bodenbildungsbedingungen diesen Zustand nicht lange beibehalten wird. Ihre geringen Basenvorräte würden in Zeiträumen, die man bei dem Geschehen der Bodenentwicklung als verhältnismäßig kurz ansprechen kann, verbraucht und der Boden in gealterte Formen überführt werden; das bedeutet den Übergang zu podsoligen oder gleiartigen Böden. Solche Böden sind im Südergebirge auch vielfach anzutreffen, aber sie verdanken ihre Entstehung durchaus nicht immer dem normalen Fortgang des natürlichen Bodenentwicklungsprozesses, sondern zumeist den störenden Eingriffen des Menschen in den natürlichen Ablauf der Bodenbildung.

**Moderböden.** Ist die biologische Aktivität eines Bodens unter Wald nicht mehr stark genug, die Mullbildung zu erreichen, so entsteht aus dem Bestandsabfall eine schwärzliche, entweder dichte oder auch etwas lockere, in feuchtem Zustand schmierige organische Substanz, die man — wie ihren typischen Geruch — Moder nennt. Der Moder ist meist nicht ganz frei von mineralischen Beimengungen, aber die mehr oder weniger feinen Mineralkörnchen sind ihm nur lose beigemischt, nicht innig verbunden wie im Mull. Gegen den Mineralboden bildet der aufliegende Moder im Gegensatz zum Mull eine scharfe Grenze. Häufig ist die Moderschicht stark durchwurzelt.

Moderbildungen können stellenweise auch auf Mullböden gefunden werden. Tritt die Moderbildung durch eine Verschlechterung der Humifizierungsbedingungen auf einer Braunerde mit Mull ein, so überzieht sie diesen an der Oberfläche zunächst mit einer dünnen Schicht, unter welcher der Mullhorizont noch einige Zeit weiterbestehen kann, nicht ohne seine lockere Struktur allmählich zu verlieren. Daneben findet man auch Übergangsformen, die aus einem moderartigen Mull und dann schließlich aus einem mullartigen Moder bestehen.

Sind die Faktoren, welche die Moderbildung begünstigen, noch nicht lange in Wirkung, so bleiben die Braunerden unter ihnen zunächst morphologisch noch unverändert. Hierfür folgendes Beispiel:

**Profil 6:**

Forstrevier Bilstein, ca. 440 m über NN, sandsteinreiche Zone der Wissenbacher Schichten. Muttergestein: dunkle gebänderte Tonschiefer mit einzelnen Sandsteinbänken, Nordhang 5—10°. Hohe Eichen und Buchen, keine Kraut- oder Grasschicht (Aufnahme des Verfassers vom 19. 7. 50):

- A 01: 1 cm lockeres Buchen- und Eichenlaub
- A 02: 2—5 mm braunschwarze, modrig riechende, schmierige, mineralvermischte Moderschicht
- A (B): 12—13 cm dunkelbraune, humose, gut durchwurzelt, gut gelüftete, krümelige Lehmschicht, mit Grus und kleinen Steinchen durchsetzt
- (B): bräunlicher, steiniger Lehm, nur wenige cm ergraben.

In diesem Profil, das übrigens flachgründig ist, hat sich der Charakter der Braunerde äußerlich noch vollständig erhalten. Auch das nächste Profil, das von Forstmeister von Eichel-Streiber und dem Verfasser in der Jahnschaft Olpe aufgenommen wurde, zeigt noch keine sehr wesentlichen Änderungen des morphologischen Charakters der basenarmen Braunerden:

**Profil 7:**

Unter 22jährigem Aufwuchs von Buchen und Birken aus Pflanzung, wenig Drahtschmiele; Hanglage NW bei 8° Neigung, Seehöhe 370 m:

- A 01: 2 cm in Zersetzung begriffene 2jährige Buchenstreu, filzig, durchwurzelt, etwas durchlüftet
- A 02: 2 cm stark durchwurzelter braunschwarzer Moder, pH = 4,5
- A (B): 10 cm lockerer, dunkelbrauner, humoser Lehm, krümelig mit ca. 5% Steingehalt, mitteldurchwurzelt, pH = 4,7 in 5 cm Tiefe
- (B): 70 cm bräunlichgraugelber, lockerer Lehm, in der oberen Hälfte des Horizonts stark durchwurzelt, Steingehalt von ca. 10% auf 60% nach der Tiefe zunehmend
- C: Grauwackenschiefer in waagerechter Lagerung.

Obwohl hier die Moderdecke bereits 2 cm stark ist, zeigt die Bodenreaktion doch noch ähnliche pH-Werte, wie sie auch in den übrigen basenarmen Braunerden vorkommen. Der A(B)-Horizont scheint z. T. durch Humusinfiltration entstanden zu sein. Die Farbe des (B)-Horizontes weicht mit ihrem mehr ins Graugelbe spielenden Farbton etwas von dem üblichen Gelblichbraun bis Bräunlichgelb der (B)-Horizonte der basenarmen Braunerden ab. Wenn in diesem Boden auch noch keine Bleichungserscheinungen erkennbar sind, so steht er doch dem podsoligen Typus näher als der vorhergehend beschriebene Boden von Bilstein. Interessant ist in diesem Zusammenhange, daß der Boden von Olpe als Vorbestand 70jährige Fichten (1. Generation) trug.

Die beiden Beispiele zeigen, daß manche Braunerden des Südergebirges schwache und gelegentlich auch stärkere Moderdecken zeitweilig „ertragen“ können, ohne sich in ihrem morphologischen Bilde wesentlich zu ändern. Das Profil aus der Jahnschaft Olpe zeigt zudem, daß die pH-Werte trotz einer Moderdecke von 2 cm nicht aus dem Rahmen derjenigen der basenarmen Braunerden mit Mullbildung herausfallen. Sicher sind diese Böden mit Moderbildung wie auch wohl ein großer Teil der Mullböden des Südergebirges schon zu den verborgen podsoligen Braunerden zu stellen. Diese verborgen podsoligen Böden zeigen bereits die Tendenz zur Podsolierung, obwohl die letztere in den sinnlich wahrnehmbaren gröberen Merkmalen der Profilgestalt noch keinen Ausdruck gefunden hat.

Sind diese Übergangsbildungen, wie das häufig bei Übergangsformen der Fall ist, schwierig zu beurteilen, so zeigen die nachfolgend beschriebenen Böden am Bodenprofil deutlich erkennbare Bleichungen im Zusammenhang mit Moderdecken und lassen eine eindeutige Aussage über ihren Zustand zu.

#### Profil 8:

Markenwald der Gemeinde Küstelberg im Hochsauerland, aus Niederwald durchgewachsene, alte Buchen, Bodenprofil an einer Stelle ohne Bodenflora, NW-Hang mit etwa 20° Neigung. Aufnahme des Verfassers vom 26. 6. 50.

A 01: Wenige mm unzersetztes Buchenlaub

A 02: 0,5 cm verfilztes, zerkleinertes Buchenlaub, Fruchtbecher und Knospenschuppen der Buchen, beginnende Durchwurzelung

A 03: 2,5—3 cm lockere, zunehmend vermoderte, stark durchwurzelte Auflagehumusschicht

A 04: 1 cm plattig dichte Moderschicht, darin keine lebenden Wurzeln

A 2: 2 cm schwach gebleichter, fahlgelbbraunlicher Lehm

A B: 3 cm fast violettbrauner, humoser, krümelbarer Lehm (Humusinfiltrationsschicht)

B: 30 cm dunkelgelber, ziemlich dichter Lehm

C: nicht erreicht.

#### Profil 9:

Arnsberger Wald, flache Stufe am Nordwesthang des Hamelsberges, fast ebene Lage. Ca. 12 m hohe, weitständige Buchen, keine Kräuter, locker gestellte Horste eines nicht näher bestimmten, feinblättrigen Waldgrases. Aufnahme des Verfassers vom 23. 6. 50.

A 01: ca. 0,5 cm größtenteils unzersetztes Buchenlaub

A 02: wenige mm Knospenhülsen und Fruchtbecher der Buchen, zerkleinerte Blätter, darunter

- A 03: 0,5 cm schmieriger, sehr dunkler, kohlig humoser, sehr stark riechender Moder mit wenigen gebleichten feinen Sandkörnern. Sehr stark durchwurzelt von feinen Graswurzeln
- A 1: 1,5 cm schwärzlich-humoser, dichter Lehm, sehr gut durchwurzelt von feinen Graswurzeln, unregelmäßig übergehend in
- A 2: 3,5 cm teils bräunliche, teils grau gefleckte Bleichschicht. Fast gar nicht durchwurzelter, dichter horizontalschichtiger Lehm
- B: 15 cm hellgelber Lehm mit Steinen
- C: Grauwacken der Arnsberger Schichten.

Gegenüber den basenarmen Braunerden mit Mullbildung zeigen diese beiden Böden mit Moder mehr oder weniger deutlich wahrnehmbare Unterschiede, deren auffallendster die Bleichungserscheinungen sind. Sie treten hier erst schwach auf; die gebleichte Schicht (A 2-Horizont) ist nur wenige cm mächtig, die Intensität der Bleichung gering. Häufig ist der A 2-Horizont nicht durchgängig gebleicht, sondern nur fleckig ausgefahlt.

Eine feste Beziehung zwischen der Mächtigkeit und Beschaffenheit der Moderauflage und der Mächtigkeit und Intensität der Bleichungserscheinungen ist bei den hier beschriebenen Bodenprofilen und nach weiteren Beobachtungen des Verfassers im Südergebirge nicht festzustellen, obwohl nichts näher liegt, als unter ungestörten natürlichen Verhältnissen solche Zusammenhänge zu vermuten. Daß auch in Böden, die aus gleichen Muttergesteinen hervorgegangen sind, die Stärke der Moderbildungen nicht mit derjenigen der Bleichungserscheinungen korrespondiert, kann eine verschiedene Einwirkungsdauer des Moders zur Ursache haben. Sicher sind viele klimatisch ungünstige Lagen des Südergebirges unter dem heutigen Klima zur Moderbildung prädisponiert, aber ihr Eintritt wird vielfach durch forstwirtschaftliche Maßnahmen bedingt sein. Es ist durchaus möglich, daß Moderbildungen gleicher Mächtigkeit ein verschiedenes Alter und damit auch eine verschieden lange Einwirkungsdauer auf die ihnen unterliegenden Böden haben.

Bleichungserscheinungen und die Tonzerstörung, die sie andeuten, sind nicht die einzigen Merkmale, welche die hier zuletzt beschriebenen beiden Böden mit Moderbildungen von den Braunerden mit Mull unterscheiden. Die Strukturen dieser Böden zeigen deutliche Verschlechterung. Die krümelige Beschaffenheit des Bodenmaterials ist schon mehr oder weniger verlorengegangen zugunsten einer mehr dichten Lagerung, der Lehm erscheint kompakter.

Sehr auffallend ist auch die Verkürzung der noch humosen Übergangshorizonte AB. In den Braunerden weisen diese noch Mächtigkeiten von rund einem dm auf, hier sind sie auf einige cm zusammengeschrumpft. Ihr Übergang in den B-Horizont ist schärfer konturiert, ihr Humusgehalt häufiger durch Infiltration von kolloidalem Humus aus den darüber liegenden stärker humosen Schichten zustande gekommen. Violette Farbnuancen treten hier des öfteren auf.

Der B-Horizont dieser gebleichten Moderböden ist nicht nur kompakter, er hat meist auch eine andere Farbe als derjenige der Braunerden. Während der (B)-Horizont der letzteren von bronzebrauner, vollbrauner, hellbrauner oder auch gelblichbrauner Farbe sein kann, ist der B-Horizont der gebleichten Moderböden mehr gelblich gefärbt.

Bräunlichgelb, Dunkelgelb, leuchtend Gelb und Hellgelb kommen vor. Auch diese Horizonte sind wie die entsprechenden der Braunerden einfarbig, homogen durchgefärbt.

Alle diese Farb- und Strukturmerkmale zeigen an, daß hier unter Moderschichten podsolige Braunerden vorliegen, d. h. also Böden mit beginnender Tonzerstörung und Verschlechterung der Humus- und Strukturverhältnisse. Die Durchwurzelung der Unterböden (B-Horizonte) dieses Typus ist geringer als bei den Braunerden; zuweilen sind nur die mit Humus durchsetzten (A- und A B-) Horizonte des Mineralbodens von Wurzeln durchzogen. Stark ist dagegen häufig die Durchwurzelung der Moderschichten und zwar sowohl von der Bodenflora als auch vom Baumbestand herrührend. Die der Pflanzenernährung dienende Bodenschicht erscheint mithin in vielen Fällen beim Subtypus der podsoligen Braunerden bereits etwas eingeeengt und auf die oberen Bodenschichten zurückgedrängt. Der Nährstoffkreislauf beginnt sich zu verkleinern.

Wenn infolge des Podsolierungsvorganges der B-Horizont einer podsoligen Braunerde sich so weitgehend verdichtet, daß die Versickerung des Niederschlagswassers aufgehalten wird, so kann es zur Ausbildung eines gleiartigen Unterbodens kommen, wie das folgende Bodenprofil aus dem Revier Bleiwäsche des Forstamtes Wünnenberg am Nordostrand des Südergebirges zeigt:

**Profil 10:**

Seehöhe 350 m über NN, SE-Exposition, Neigung 5°, Eichen-Überhälterhorst mit Fichtenanflug, *Aira flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*, *luzula nemorosa*.

(Aufnahme des Forsteinrichtungsamtes vom 6. 8. 49.)

A 0: 2 cm Moder

A: 1 cm dunkelgrauer, humoser Lehm

B 1: 20 cm gelber, schluffiger Lehm, mäßig locker, 5 % Steine

B 2: 20 cm gelber, schluffiger Lehm, mäßig dicht, 10 % Steine

B (g): 50 cm gelbbrauner, schluffiger Lehm, dicht, nach unten grau und rostfleckig.

Solche gleiartigen podsoligen Braunerden sind hauptsächlich in schwach geneigten bis ebenen Lagen anzutreffen, wo nur ein geringerer Teil des Niederschlagswassers oberflächlich abläuft. Im ganzen gesehen, dürfte ihr Vorkommen im Südergebirge flächenmäßig nicht allzu bedeutend sein, da sie schwache Neigungsverhältnisse und, wie das obige Profil zeigt, verhältnismäßig tiefgründige, wenig steinhaltige Böden voraussetzen.

Die podsoligen Braunerden des Südergebirges sind aus dem Stadium mäßiger Entwicklung, worin sie sich als basenarme Braunerden befanden, in den Zustand beginnender Alterung überführt worden. Ihr weithin vorhandener Steingehalt zeigt, daß sie in den meisten Fällen das Reifestadium gar nicht durchlaufen haben. Dieser Sachverhalt deutet darauf hin, daß die natürliche Fortentwicklung dieser Böden, die wenigstens in den erosionsungünstigen Lagen bei ständiger Waldbedeckung mit der Zeit zu vollreifen basenarmen Braunerden mit tiefgründigem, zumindest im Oberboden steinfreien Profil führen müßte, gestört worden ist. Die bei der Entstehung der Böden geschilderten Eingriffe des Menschen in den natürlichen Bestand der Wälder berechtigen zu der Annahme, daß viele podsolige Braunerden infolge der Begünstigung der Bildung von Moderdecken anthropogen sind.

**Rohhumusböden.** Viele Waldböden des Südergebirges tragen heute Rohhumusdecken. Es sind die mehr oder weniger zersetzten Überbleibsel des Bestandsabfalls, die, weil die biologische Aktivität des Standortes nicht ausreicht, sie gänzlich in Humus zu überführen und dem Mineralboden einzuverleiben, sich Schicht um Schicht auf ihm anhäufen. Die mangelnde biologische Aktivität des Standortes kann mit der Basenarmut des Mineralbodens zusammenhängen, dessen saure Reaktion und Dichtlagerung den Kleintieren und Bakterien keine ausreichenden Lebensmöglichkeiten mehr bieten, oder durch die Art der Forstwirtschaft bedingt sein (z. B. Engstellung der Fichten). In vielen Fällen sind beide Ursachen wirksam.

Die Mächtigkeit und Beschaffenheit der Rohhumusdecken im Südergebirge ist verschieden. Stellenweise sind sie dicht gelagert, filzig oder plattig, stellenweise locker, manchmal sogar fast krümelig. Immer aber enthält der Rohhumus noch erkennbar unzersetzte, figurierte organische Substanz. Unterschiede treten auch in seinem Vertikalprofil auf. Gewöhnlich nimmt der Zersetzungsgrad nach der Tiefe hin zu; vielfach geht die Auflage an ihrer Basis in amorphe Humussubstanz über; entsprechend wechseln die Farben von einem manchmal fast hellen Braun bis zum kohligen Schwarz. Zuweilen findet man den Rohhumus stark durchwurzelt, in anderen Fällen wiederum ist er wurzelleer.

Die folgende Profilbeschreibung des Bodens eines Bärlapp-Buchenwaldes vom Kahlen Asten, der nach Budde (1951) hauptsächlich in Höhenlagen über 700 m vorkommt, zeigt eine podsolige Braunerde mit einer vertikal gegliederten Rohhumusbildung.

**Profil 11:**

Kahler Asten, 820 m, Nordhang 5°. Bärlapp-Buchenwald. Aufnahme von R. Büker vom 18. 6. 39 (Horizontbezeichnungen vom Verf. geändert).

A 01: 2 cm lockere Buchenstreu

A 02: 4 cm filzig plattiger, schwarzbrauner Rohhumus, sehr schlecht zersetzt, gut durchwurzelt, pH = 3,78

Grenze zwischen A 02 und A 03 sehr scharf

A 03: 4 cm gut zersetzter, tiefschwarzer, kohliges Humus, etwas schmierig, mit Lehm untermischt. Einzelkornstruktur, ziemlich locker, gut durchwurzelt. Gewichtsanteil der Wurzeln und Steine = 2,3 %, pH = 3,68

A B: 3 cm violettbrauner Verwitterungslehm, mäßig humos, Humusgehalt nach unten abnehmend, Einzelkornstruktur, kompakter als A 03. Gewichtsanteil der Wurzeln und Steine = 5,2 %. Von Baum- und Strauchwurzeln mäßig durchzogen, pH = 3,79

B: 19 cm leuchtend gelbbrauner Verwitterungslehm mit vielen kleinen und einzelnen größeren Schieferplättchen, schwach krümelig, wenig Nadelstichporen. Gewichtsanteil der Gesteinstrümmer = 21,78 %, wenig durchwurzelt, pH = 4,43

C: B allmählich in C-Horizont übergehend.

Ein anderer, im Südergebirge ungleich viel stärker verbreiteter Buchenwaldtyp, der Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald Runges, ist dort ebenfalls Rohhumusbildner. Eine zusammenfassende Beschreibung der Böden unter diesem Waldtyp von F. Runge (1950) sei hier auszugsweise wiedergegeben:

#### Profil 12:

Die Muttergesteine sind verschiedenfarbige Tonschiefer oder Grauwackenschiefer oder Grauwackensandstein des Unterdevon oder des unteren Mitteldevon. Unterschiede in der Fazies zeichnen sich in der Vegetation nicht ab. Ganz verschiedenes Gestein kann manchmal ein und denselben Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald tragen.

- A 01: durchschnittlich 2 cm Streu, vor allem aus Laub, Zweigstücken, Knospenschuppen, Fruchtbechern und Früchten der Buche, stets sehr locker und abhebbbar
- A 02: durchschnittlich 2½ cm Rohhumus; die Höhe der Rohhumusaufgabe steht zu der Menge der Heidelbeere in enger Beziehung, Rohhumus dunkelbraun bis schwarz, immer sehr schwach durchlüftet, stark bis sehr stark durchwurzelt, meist mit Pilzfäden, darunter fast stets solche von gelber, meist zitronengelber Farbe
- A 03: durchschnittlich nicht ganz 1 cm mullartig-modriges Gemisch von Rohhumus und Mineralboden, stets gleichfarbig schwarz, sehr stark humos, stark bis sehr stark durchwurzelt, locker, aber durch die Wurzeln fest verwebt
- A 1: 2—4 cm Lehm mit kleinen Steinen, meist gleichmäßig dunkelgraugelb, ohne Flecken, immer stark humos und klumpig-krümelig. Keine Wurmkotstruktur, stark bis sehr stark durchwurzelt, stets ohne scharfe Grenze in B 1 übergehend
  - B: mehr als 30 cm gleichfarbig gelber Lehm mit kleinen und größeren Steinen, aber ganz oben meist etwas grau, sehr schwach oder überhaupt nicht humos, mit schwach polyedrisch klumpiger Struktur, stets schwach durchwurzelt, ziemlich fest
  - C: verschiedene Muttergesteine.

Die Merkmale des von Runge beschriebenen Durchschnittsprofils weisen diese Böden unter den Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwäldern des mittleren und westlichen Südergebirges als podsolige Braunerden aus. Auch Eichen-Niederwälder sind in der Lage, Rohhumus zu bilden. Nach Runge (1950) besitzt der Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwald die weiteste Verbreitung von allen Laubwäldern im mittleren und westlichen Südergebirge. Er ist hier Rohhumusbildner. Seine Böden hat Runge mit ihren wesentlichen Merkmalen zusammenfassend beschrieben, das Durchschnittsprofil soll hier ebenfalls auszugsweise wiedergegeben werden.

#### Profil 13:

- A 01: durchschnittlich 1 cm Streu, in erster Linie aus vorjährigem, sehr stark zersetztem Laub der Birke und Eiche
- A 02: durchschnittlich 2 cm Rohhumus, schwarzbraun bis gelbgrau, immer schwach durchlüftet, stets stark bis sehr stark durchwurzelt, meist von Pilzfäden durchsetzt, darunter fast stets solche von gelber Farbe
- A 03: 1 mm bis 1 cm mächtige Übergangszone aus einem Gemisch von Rohhumus und Lehm, stark mullartig-modrig und oft von kleinen Steinen durchsetzt, einfarbig schwarz, sehr stark humos, klumpig, stark bis sehr stark durchwurzelt und durch die Wurzeln fest verwebt, meist schwach gekrümelt und schwach durchlüftet, im allgemeinen ohne scharfe Grenze übergehend in
- A 1: durchschnittlich etwas über 3 cm meist dunkelgelbgrauen Lehm oder schwach sandigen Lehm, stets stark, manchmal sogar sehr stark humos, klumpig bis schwach polyedrisch, schwach bis gut gekrümelt, schwach bis gut durchlüftet, stark bis sehr stark durchwurzelt, meist ohne deutliche Abgrenzung übergehend in
  - B: über 14 cm gleichfarbig gelben Lehm mit kleineren und nach unten zu größeren Steinen, oben meist etwas grau, schwach oder sehr schwach humos, mit ausgesprochen polyedrisch-klumpiger Struktur, schwach gekrümelt, schwach durchlüftet, stets schwach durchwurzelt, ziemlich fest
  - C: verschiedene Gesteine des Unterdevon und Unteren Mitteldevon.

Die Böden unter den Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwäldern und den Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwäldern unterscheiden sich nach den obigen Profilbeschreibungen im großen und ganzen nur wenig. Sie gehören dem Subtypus der podsoligen Braunerde an oder — wenn man die grauen Farbeinschläge im A 1-Horizont und oberen Teil des B-Horizontes nicht als beginnende Bleichungserscheinungen werten will — den verborgenen podsoligen Braunerden. Die geringe Mächtigkeit des A 1-Horizontes (diese schwankt nach Angabe von Runge bei den beobachteten Profilen ziemlich stark), das Vorherrschen klumpiger Struktur, die gelbe Farbe der B-Horizonte kennzeichnen dieses Degradationsstadium der Braunerde. In dem Durchschnittsbodenprofil der Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwälder sind diese Merkmale ein wenig deutlicher ausgeprägt; wir möchten dieser Waldart demnach eine etwas stärker degradierende Wirkung zuerkennen, indessen läßt sich solch eine Aussage mit Sicherheit nur auf Einzelbeobachtungen von Bodenprofilen beider Waldarten gründen unter der Voraussetzung, daß deren Einwirkungsdauer auf den Boden bekannt ist.

Weitaus am verbreitetsten sind die Rohhumusbildungen in den Fichtenforsten des Südergebirges. Das hierunter beschriebene Bodenprofil ist im Auftrage des Forsteinrichtungsamtes Düsseldorf von Forstmeister von Eichel-Streiber aufgenommen. Es liegt unter etwa 50jährigen Fichten, die als erste Generation einem Eichenniederwald folgten, der in Haubergsbewirtschaftung stand.

**Profil 14:**

Seehöhe 390 m, W-Hang, Neigung 21 °, Jahresniederschlag 1200 mm (Jahrschaft Heid, Kreis Olpe).

- A 0: 2 cm grauschwarzer Rohhumus, filzig, Durchwurzelung mittel, in mäßiger Zersetzung, pH = 4,3
- AB: 15 cm dunkelbrauner, humoser, sandiger Lehm, 20 % Steine, locker, krümelig, Durchwurzelung mittel, in 5 cm leichte Auswaschungserscheinungen, pH = 4,6
- (B): 50 cm gelbbrauner, sandiger Lehm, 40 % Steine, locker, Durchwurzelung gering
- C: gebänderte Tonschiefer mit Grauwacken (Herdorfer Schichten, Unterdevon) Grundgestein in senkrechter Lagerung, schiefrig, Durchwurzelung vereinzelt, in den Schichtfugen Verwitterung.

Dieser Boden ist durch die verhältnismäßig schwache Rohhumusbildung der aufstockenden ersten Fichtengeneration noch nicht wesentlich verändert; er mag als verborgenen podsolige Braunerde angesprochen werden.

Stärkere Einwirkung des Rohhumus zeigt das folgende Bodenprofil aus den Markenwäldungen von Küstelberg, Kreis Brilon. Es ist vom Verfasser an einem frischen Wegeeinschnitt auf einer Hangstufe auf halber Höhe des Hanges unter mäßig hohen Fichten aufgenommen worden. Höhenlage etwa 700 m über NN.

**Profil 15:**

- A 01: ca. 3 cm Fichtenrohhumus
- A 02: 3—5 mm amorphe Humusschicht. Zwischen A 02 und A 2 ein starkes, horizontales Wurzelgeflecht aus Wurzeln von wenigen mm Dicke, die stärkste hat noch nicht Bleistiftstärke
- A 2: ca. 5 cm fahlgrau gebleichter Lehm, wenig durchwurzelt, mit wenig kleinen Steinen
- B: 70 cm gut gekrümelter, bröckeliger, gelbbrauner Lehm, feucht, gut durchwurzelt, mit wenig kleinen Steinen
- C: nicht erreicht.

Hier liegt eine deutlich schwach gebleichte, also podsolige Braunerde vor. Interessant ist die starke Durchwurzelung der amorphen Humusschicht; eine dicht verflochtene horizontale Wurzelmatte liegt in dieser Schicht dem Mineralboden unmittelbar auf. Die Fichte nährt sich hier also zum Teil aus den am stärksten zersetzten und humifizierten Bestandteilen ihres Auflagehumus. Tritt dieser in stärkerer Mächtigkeit auf, dann kann auch eine Lößbeimischung die stärkere Ausbildung von Bleichungserscheinungen nicht hindern, wie das folgende Profil aus dem Revier Bleiwäsche des Forstamtes Wünnenberg zeigt. Es ist am 5. 8. 1949 im Auftrage des Forsteinrichtungsamtes Düsseldorf aufgenommen worden.

**Profil 16:**

Unter 85jährigen Fichten, 385 m über NN, SE-Hang, 10° Neigung

A 0: 8 cm Rohhumus, stark durchwurzelt

A 1: 5 cm dunkelbrauner, humoser, feinsandiger Lehm

A 2: 10 cm grauer, feinsandiger, lockerer, schwach steiniger Lehm (5 % Steine)

B 1: 15 cm gelbbrauner, lößhaltiger Lehm, locker (10 % Steine)

B 2: 30 cm gelber, schluffiger Lehm, mäßig locker (10 % Steine)

BC: 30 cm grauer, grusiger Lehm, dicht (50 % Steine).

In diesem Boden erreicht der Bleichungshorizont bereits eine Mächtigkeit von 10 cm, und damit ist ein stärkerer Podsolierungsgrad gekennzeichnet. Der Boden wird demnach als ein mäßig (sekundär) podsolierter zu bezeichnen sein.

Bei schwächeren Neigungen und herabgesetzter Verdunstung (Nordhängigkeit) gehen solche Böden infolge der eintretenden Verdichtungen des B-Horizontes leicht in gleiartige Typen über, wovon das folgende Bodenprofil Zeugnis ablegt:

**Profil 17:**

Forstamt Wünnenberg, Revier Bleiwäsche, 345 m über NN, Nordhang, 5 Grad geneigt. Fichtenkultur, 2. Generation.

A 0: 4 cm Grasfilz

A 1: 3 cm dunkelgrauer, humoser, sandiger Lehm

A 2: 17 cm grauer, feinsandiger Lehm, steinig, locker, feucht

B (g): 40 cm graubrauner, grusig-steiniger Lehm, locker, eisen- und mangan-fleckig

g: 30 cm grauer, steinhaltiger Lehm, naß

C: Grauwacke.

Der ursprünglich vorhandene Rohhumus dürfte beim Abtrieb der ersten Fichtengeneration und bei der Anlage der neuen Fichtenkultur zerstört worden sein. Die Auswirkung der stauenden Nässe wird im Bodenprofil an der fleckigen Ausscheidung von Eisenhydroxyd und Mangansuperoxyd erkennbar, außerdem an der grauen Nuance des an sich noch braunen B (g)-Horizonts. Während der B (g)-Horizont noch eine Zone wechselnder Vernässung und Austrocknung darstellt, in welcher noch Oxydation möglich ist, ist der darunter liegende graue g-Horizont überwiegend naß und die meiste Zeit des Jahres von der Durchlüftung ausgeschlossen. Das sauerstoffarme, mit Humussäuren aus dem Oberboden beladene Stauwasser bringt die graue Reduktionsfarbe dieses Horizonts hervor.

Noch stärkere Wirkung von Stauwasser und Rohhumus zeigt das nächste Bodenprofil aus dem Revier Bleiwäsche des Forstamtes Wünnenberg, das bereits als Hangnässeglei anzusprechen ist:

Profil 18:

Fichtenabtriebsfläche, stark mit Bodenflora bedeckt. *Senecio*, *Digitalis*. *Aira caespitosa*, *Holcus lanatus*, *Juncus conglomeratus*, *Aira flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*. Himbeere, Dornfarn. NE-Hang, Neigung 10°, Seehöhe 350 m.

A 0: 5 cm Rohhumus, stark durchwurzelt

A 1: 3 cm schwarzer, humoser Lehm

A 2: 12 cm dunkelgrauer, schluffiger Lehm

g 1: 20 cm hellgrauer, schluffig-grusiger Lehm, mäßig dicht eisen- und manganfleckig

g 1: 15 cm grau-gelber, grusig-steiniger Lehm, dicht rostgefleckt (ab 40 cm Tiefe kalkarmes Stauwasser).

In diesem Profil ist von einer Braunerde nichts mehr zu erkennen. Der A 2-Bleichhorizont des Oberbodens, durch Podsolierung von oben her, d. h. durch Einwirkung organischer Säuren, die mit dem Sickerwasser nach unten gewandert sind, zustande gekommen, liegt unmittelbar über z. T. noch stärker gebleichten g-Horizonten, welche durch die Podsolierungsenergie des humussäuren, sauerstoffarmen Stauwassers entstanden sind. Die Ausbildung des A 2-Horizontes dürfte derjenigen der gleiartigen Horizonte vorausgegangen sein und durch die Verdichtung des Bodenmaterials die Entstehung des Stauwassers im ehemaligen B-Horizont gefördert haben. A 2- und g 1-Horizont zeigen in Auswirkung der durch die Podsolierung hervorgerufenen Tonzerstörung das stärkere Hervortreten der schluffigen Komponente des Lehmes. Daß auch dieser Hangnässeglei gelegentlich noch durchlüftet wird, zeigt das Vorhandensein von Ferrihydroxyd- und Mangansuperoxydflecken.

Für den Pflanzenwuchs sind diese gleiartigen Böden recht ungünstig. Die Wurzeln meiden die staunassen Horizonte. Dadurch wird der Wurzelraum beispielsweise des oberen Stauwassergleis praktisch auf den Rohhumus und die oberen 3 cm des Mineralbodens beschränkt, denn auch die A 2-Horizonte können den Wurzeln nichts bieten. Schwächere Ausbildungsgrade des gleiartigen Bodens mit noch nicht gänzlich umgeformtem B-Horizont gewähren den Wurzeln noch Zutritt in den Unterboden. So ist beispielsweise der B (g)-Horizont des gleiartigen Bodens von Wünnenberg noch bis zur Hälfte durchwurzelt.

Ebene Lagen oder nur schwache Neigungsverhältnisse, die auf den winterseitigen Hangflächen herabgesetzte Verdunstung, die hohen Niederschläge des Südergebirges sowie Auflagehumus begünstigen die Entstehung der gleiartigen Böden.

Soweit Rohhumusdecken maßgeblich zu ihrer Bildung beigetragen haben und durch die Fichtenkultur und überhaupt durch das Eingreifen des Menschen in die natürliche Waldvegetation verursacht worden sind, ist die Entstehung anthropogen. Im Südergebirge dürfte demnach der weitaus überwiegende Teil der dort (im übrigen nicht sehr ausgedehnt) vorkommenden gleiartigen Böden die Folge menschlicher Eingriffe in den natürlichen Ablauf der Bodenbildung sein.

Ausgenommen von dieser Entstehungsweise sind diejenigen (fossilen) gleiartigen Böden, deren Bildung bereits in prädiluvialer Zeit, wahrscheinlich im Tertiär, stattfand. P. Pfeffer (1939) und E. Mückenhausen (1950) haben solche Böden auf alten Landoberflächen im Rheinischen Schiefergebirge gefunden, aber in dessen westfälischem Anteil sind sie bisher noch nicht nachgewiesen. Es ist jedoch zu vermuten, daß auch auf

den wenigen, von stärkerer Erosion verschonten Hochflächen des Südergebirges solche fossilen gleiartigen Böden zu finden sind.

Da die Fichtenforsten, waldbearreichen Buchenwälder und die Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwälder den größeren Teil der Holzbodenfläche des Südergebirges bestocken, liegen dessen heute noch von Wald bestandene Böden überwiegend unter Rohhumusdecken. Diese lehmigsteinigen Gebirgsböden auf Tonschiefer- und Grauwackengestein gehören mithin in der Hauptsache den Typen der podsoligen Braunerde und — untergeordnet — des (sekundär) mäßig podsolierten Bodens an. Wo sich unter Rohhumus noch verborgen podsolige Böden finden, da ist entweder infolge stärker kalkhaltigen Muttergesteins der Boden basenreicher und somit gegen die Podsolierung widerstandsfähiger, oder die Rohhumusdecke ist nur schwach ausgebildet, oder sie wirkt noch nicht lange auf den Boden ein.

Die aus ursprünglich basenarmen, mäßig entwickelten Braunerden unter Überspringung des Vollreifestadiums in die erste Alterungsstufe eintretenden podsoligen Braunerden haben in den meisten Fällen die Merkmale der mäßig fortgeschrittenen Entwicklungsstufe ihrer Ausgangsböden, einen gewissen Skelettanteil und manchmal auch eine nur mittelgründige Ausbildung des Bodenprofils noch nicht verloren. Sie sind daher nicht im Zuge eines langdauernden, natürlichen Reifeprozesses über die Entwicklung des Vollreifestadiums der basenarmen Braunerde in die ersten Alterungsstufen eingetreten, sondern vergleichsweise plötzlich, durch eine gewaltsame Überstürzung des natürlichen Ablaufs der Bodenentwicklung. Die Ursache ist in der Förderung der Entstehung von Rohhumusdecken durch die Eingriffe des Menschen in die natürliche Zusammensetzung der Waldvegetation zu sehen. Insofern sind diese podsoligen Braunerden und wohl auch die sekundär mäßig podsolierten Böden anthropogen.

Stärkere Podsolierungsgrade scheinen auf Tonschiefer und Grauwacken kaum vorzukommen. Auf Felsokeratophyr fand der Verfasser jedoch ausgesprochene Podsolböden unter Fichtenrohhumus, etwa von der Art des nachstehend beschriebenen:

Profil 19:

Horst von etwa 85—90jährigen Fichten am Fuß eines etwa 5° NW geneigten Hanges unweit der Försterei Einsiedelei im Forstamt Olpe.

A 0: 5 cm Fichtenrohhumus

A 2: 25 cm Bleichschicht, mittelgrauer, sandig-kleinsteinig Lehm

B: 70 cm rötlich ockerfarbener Lehm mit vielen größeren und kleineren Steinen

C: nicht erreicht.

Hier handelt es sich um einen voll ausgeprägten Podsolboden mit mächtiger, infolge der humus-sauren Tonzerstörung und Umlagerung deutlich versandeter Bleichschicht. Wenig entfernt von diesem Podsolboden findet sich unter 110jährigen Buchen kein Rohhumus und keine Bleichung über dem rötlich lehmigen (B)-Horizont auf dem gleichen Gestein. Allerdings liegt dieser letztere Boden an einem etwa 7—8 Grad geneigten Nordhange und wird somit etwas weniger durchfeuchtet als der oben beschriebene Podsol in Hangfußlage.

Rohhumusbildungen kommen auch in den Hochheiden des Sauerlandes vor, wo sie die Bodenreaktion stark nach der saueren Seite herabdrücken, wie das folgende, von R. Büker (1942) aufgenommene Bodenprofil zeigt.

**Profil 20:**

Callunetum vaccinietum typicum, Kahler Asten, 830 m über NN, 5° W, Hochheide, 18. 6. 1939.

- A 0: 5 cm plattig-filziger, kaffeebrauner Trockentorf, aus schlecht zersetzten Rückständen der Vegetationsdecke (Vaccinium-Arten, Calluna usw.) bestehend. Schlecht durchwurzelt von den größeren Wurzeln von Calluna und Vaccinium, pH = 3,67
- A 1: 3 cm violett-graubrauner, stark humoser Verwitterungslehm, Einzelkornstruktur, stark durchwurzelt von größeren und feineren Wurzeln. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer 7 %, pH = 3,84
- A 2: 5 cm graubrauner Verwitterungslehm, schwach humos, Einzelkornstruktur, gut durchwurzelt. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer 13,9 %, pH = 3,93
- B: 12 cm gelbbrauner Verwitterungslehm mit zahlreichen kleinen und größeren Schieferstückchen, Anzahl nach unten zunehmend. Plattig-klumpige Struktur, von feinen Wurzeln schwach durchwurzelt. Gewichtsanteil der Wurzeln und Gesteinstrümmer 66,8 %, pH = 4,47, allmählich in C übergehend
- C: devonische Schiefer.

Trotz der stark sauren Reaktion des Oberbodens ist eine stärkere Podsolierung doch noch nicht erreicht worden. Es handelt sich hier ebenfalls um eine podsolige Braunerde. Das Profil ist, obwohl nur schwach geneigt, flachgründig; der Skelettanteil ist hoch. Die Einwirkungsdauer des Rohhumus ist unbekannt. Auch hier dürfte es sich um eine Bildung handeln, die durch menschliche Eingriffe in das natürliche Gefüge der standörtlichen Kräfte entstanden ist. Ein eindrucksvolles Beispiel dafür fand der Verfasser in einer Hochheide bei Küstelberg, Kreis Brilon, wo sich an einem verhältnismäßig steilen Südhang in einer Höhenlage von etwa 700 m unter Heidekraut und Heidelbeere ein 10 cm starker, brauner, sehr stark durchwurzelter Rohhumus gebildet hatte. Das Bodenprofil wies einen podsoligen Boden aus, dessen A-Horizont jedoch deutlich von der Ausprägung, wie sie sonst bei den podsoligen Braunerden des Südergebirges üblich ist, abwich. Es zeigte sich unter dem Rohhumus ein nicht unterteilbarer, fahlbräunlichgrauer, schwach humoser, lehmiger, 30 cm mächtiger A-Horizont, der im oberen Teil etwas krümelig war und allmählich in den zähen, dichten, gelben Lehm des B-Horizontes überging. Die Vermutung, daß es sich um einen früher landwirtschaftlich genutzten Boden handelte, wurde durch die Auffindung dreier wohlausgebildeter Terrassen in dem Hochheidehang bestätigt. Diese Hochheide ist auf einem ehemaligen Acker entstanden, der infolge der Steilheit des Hanges oder aus anderen Gründen aufgegeben wurde.

**Chemismus und Reaktion.** Die Untersuchung des Chemismus der Verwitterungsböden des Devon und Karbon stößt infolge der Eigenart der Muttergesteine auf beträchtliche Schwierigkeiten. Wo die Verwitterungsprodukte über geschichteten Gesteinen rasch wechselnder Zusammensetzung liegen, ist die Aufhellung der genetischen Beziehungen zum Muttergestein oft recht schwer. Hinzu kommt noch die in dem mehr oder weniger hängigen Gelände weit verbreitete Möglichkeit der

Vermischung mit ortsfremdem Material und das Überwiegen unausgereifter Profile. Daher erschien auch der erste Versuch einer Aufklärung des Chemismus der Verwitterungsböden des Devons und Karbons im nordöstlichen Sauerlande den Verfassern (W. Paeckelmann, P. Pfeffer und H. Udluft, 1931) so wenig befriedigend, daß sie einen zweiten an Hand von Bodenprofilen unternahmen, deren Lage eine Überfremdung des autochthonen Verwitterungsmaterials nach Möglichkeit ausschließen sollte. Die Auswertung der Ergebnisse der Salzsäure- und Schwefelsäure-Aufschlüsse P. Pfeffer's und H. Udluft's (1932) wurde von R. Ganssen und K. Utescher (1934) auf eine neue rechnerische Grundlage gestellt. P. Pfeffer und H. Udluft (1932) untersuchten je einen Kulmtonschiefer- und einen Grauwackenboden unter 5—8 cm Rohhumus und ein Kulmgrauwackenprofil ohne Auflagehumus. Die beiden Rohhumusböden sind nach ihrer Profilbeschreibung einwandfrei als podsolige Braunerden zu erkennen; der Typus des auflagehumusfreien Kulmgrauwackenbodens ist nicht so eindeutig bestimmbar. Soweit die Profilbeschreibung eine Deutung zuläßt, kann man eine verborgen podsolige Braunerde annehmen.

Wenn nun auch die Ausdeutung der oben angeführten Untersuchungen sich nicht in allen Punkten mit unseren heutigen Anschauungen über die Art der Stoffwanderungen beim Podsolierungsvorgange deckt, so läßt sich aus ihnen doch folgendes entnehmen:

1. Die festgestellten Stoffumlagerungen bestätigen die stattgefundene Podsolierung und damit das morphologische Erscheinungsbild.
2. Die Podsolierungsvorgänge haben sich in Bodenhorizonten vollzogen, die gegenüber dem Muttergestein eine Tonanreicherung erkennen lassen, sind also sekundär.

Der Befund der chemischen Untersuchungen deckt sich demnach mit dem Ergebnis der morphologisch-genetischen Bestimmung des Bodentyps, wonach die Podsolierung der untersuchten Tonschiefer- und Grauwackenböden als ein sekundärer Vorgang in Braunerden mit fortgeschrittener Tonbildung aufgefaßt wird.

Ein sehr feiner Indikator für die innere Dynamik der Bodenprofile ist die Reaktion der Bodenlösung. Wenn diese einwandfrei bestimmt und zu den morphologisch unterscheidbaren Horizonten in Beziehung gesetzt wird, kann man Aufschlüsse über die Vorgänge im einzelnen Profil erhalten. Stehen mehrere derart gekennzeichnete Bodenprofile zur Verfügung, so dürfte bei einem Vergleich der einzelnen Profile untereinander die morphologisch erkennbare, genetische Stellung der Böden durch die Indikation der pH-Werte ihre Bestätigung finden.

In dieser Hinsicht lassen sich besonders gut die sorgfältigen Profilbeschreibungen und die mit ihnen verbundenen präzisen Reaktionsbestimmungen<sup>2)</sup> auswerten, die R. Büker (1942) an 6 Böden des Süder-

<sup>2)</sup> Ohne Angabe der Bestimmungsmethode, offenbar durch elektrometrische Bestimmung gewonnene Ergebnisse.

gebirges vorgenommen hat<sup>3)</sup>. Auf Grund der Bodenbeschreibungen Bükers konnte der Verfasser eine Bestimmung des morphologisch-genetischen Typus dieser Böden vornehmen und ihn zu den Reaktionsmessungen in Beziehung setzen. Dabei ergab sich eine überraschend feine Abstimmung der Bodenreaktion auf den morphologisch-genetischen Typus. Um solche Beziehungen sichtbar zu machen, darf man allerdings nicht die Reaktion in den humosen Horizonten der Böden miteinander vergleichen, denn diese ist zu labil, durch forstwirtschaftliche Maßnahmen leicht zu beeinflussen und jahreszeitlichen Schwankungen in verschiedenem Maße ausgesetzt. Beständiger und darum kennzeichnender sind dagegen die pH-Werte der B-Horizonte. Diese Überlegungen führten den Verfasser dazu, das Bükers'sche Material nach Bestimmung der Bodentypen in der folgenden Weise zu gruppieren:

Bodentyp	Waldtyp	Reaktion im B-Horizont	Höhenlage in m
Basenarme Braunerde	Waldschwingel- Buchenwald	pH 4,79	720
	Besenginsterreiche Bergheide	pH 4,78	540
	Zahnwurz-Buchenwald	pH 4,75	580
Verborgene podsolige Braunerde	Waldbeerreicher Buchenwald	pH 4,65	680
Podsolige Braunerde	Hochheide	pH 4,47	830
	Bärlapp-Buchenwald	pH 4,43	820

Die Reaktionsverhältnisse dieser Böden zeigen in ihren B-Horizonten keine sehr weite Spanne. Das entspricht auch ihrer genetischen Verwandtschaft. Die basenarme Braunerde ist das letzte Glied in der Reihe der Böden mit fortschreitendem Tonaufbau; sie geht über das Zwischenglied der verborgenen podsoligen Braunerde in die podsolige Braunerde, d. h. in das erste Podsolierungsstadium über. Die morphologisch erkennbare Absonderung der einzelnen Typen spiegelt sich deutlich in den Reaktionsverhältnissen ihrer B-Horizonte wider. Die drei basenarmen Braunerden halten sich mit ihren pH-Zahlen dicht beieinander und setzen sich mit einer deutlichen Cäsur gegen die Reaktion der verborgenen podsoligen Braunerde ab. Diese wiederum sondert sich noch etwas stärker von den pH-Werten der beiden podsoligen Braunerden, welche ihrerseits dicht beieinander liegen. Ihre genetische Zwischenstellung wird durch den pH-Wert ihres B-Horizontes erhärtet.

Ganz anders sieht es dagegen in den A-Horizonten dieser Bodentypen aus. Hier soll einmal die basenarme Braunerde des Zahnwurz-Buchenwaldes, welche die besten Reaktionsverhältnisse der sechs Böden

<sup>3)</sup> Die geringe Zahl der untersuchten Böden erlaubt zwar nicht, den nachstehenden Untersuchungsergebnissen Allgemeingültigkeit für die Bodenverhältnisse des ganzen Gebiets zuzuerkennen. Streng genommen gelten die hier aufgedeckten Beziehungen zwischen Waldgesellschaft, Bodentyp und Reaktion der B-Horizonte nur für die untersuchten 6 Standorte. Erst eine größere Zahl von Untersuchungen kann darüber Auskunft geben, ob die hier erkennbar gewordenen Beziehungen weiterreichende Geltung haben.

aufweist, der podsoligen Braunerde des Bärlapp-Buchenwaldes, welche die schlechtesten hat, gegenübergestellt werden:

Horizont	Basenarme Braunerde des Zahnwurz-Buchenwaldes	Podsolige Braunerde des Bärlapp-Buchenwaldes
A 0	pH 5,16 (Streu)	pH 3,78 (Rohhumus)
A 1 bzw. A 0	pH 5,15 (Mull)	pH 3,68 (Rohhumus)
A (B) bzw. A 2	pH 4,99	pH 3,79
(B) bzw. B	pH 4,75	pH 4,43

Ein Vergleich der pH-Werte in den verschiedenen Horizonten dieser beiden Typen zeigt klar, wo die Hauptunterschiede liegen. Während im B-Horizont unbeschadet der typenbedingten Differenzierung der Reaktion eine gewisse Annäherung der pH-Werte zu konstatieren ist, klaffen diese in den A-Horizonten weit auseinander. Es ist demnach ein deutlicher Zusammenhang der Unterschiede der Bodenreaktion mit den Humusarten zu konstatieren. In den humosen Horizonten der basenarmen Braunerde des Zahnwurz-Buchenwaldes sind die pH-Werte gegenüber dem mineralischen Unterboden erhöht, in denen der podsoligen Braunerde des Bärlapp-Buchenwaldes dagegen erniedrigt. Dem entsprechen auch die Humusformen dieser beiden Typen: In der basenarmen Braunerde hat sich unter dem Zahnwurz-Buchenwald Mull gebildet; auf der podsoligen Braunerde ist unter Bärlapp-Buchenwald Rohhumus zu finden.

In engem Zusammenhang mit den verschiedenartigen Humusarten und Reaktionsverhältnissen des Oberbodens steht auch die Wurzelbildung in beiden Böden. In der basenarmen Braunerde des Zahnwurz-Buchenwaldes ist die Bewurzelung gleichmäßig durch das Profil verteilt, A 1 und [A (B)], beide zusammen von 15 cm Mächtigkeit, sind gut (A 1) bzw. stark [A (B)] durchwurzelt, letzterer von mittleren und feinen Wurzeln. Der (B)-Horizont von 50 cm Mächtigkeit ist von älteren Buchenwurzeln mäßig durchwurzelt. In der podsoligen Braunerde des Bärlapp-Buchenwaldes sind A 0 und A 1 mit einer Gesamtmächtigkeit von 10 cm gut durchwurzelt, A 2 (6 cm mächtig) ist von Baum- und Strauchwurzeln nur noch mäßig durchzogen, und der B-Horizont, hier nur 19 cm mächtig, ist nur noch wenig durchwurzelt. Im Unterschied zum Zahnwurz-Buchenwald ist das Wurzelsystem des Bärlapp-Buchenwaldes mehr auf den Oberboden beschränkt, im ganzen, nach der Beschreibung Bükers zu urteilen, auch weniger stark ausgebildet. Der 60—80jährige Zahnwurz-Buchenwald vermag daher mit seinem stärker entwickelten und auch tiefer greifenden Wurzelsystem dem Unterboden mehr Basen zu entnehmen und sie im Oberboden anzureichern. Zweifellos ist dies nicht nur eine Folge des an sich dem Zahnwurz-Buchenwald zur Verfügung stehenden größeren Wurzelraumes, denn der 80—140jährige Bärlapp-Buchenwald nutzt den seinigen, der wesentlich kleiner ist, vergleichsweise geringer aus. Etwas günstiger gestellt ist der Zahnwurz-Buchenwald auch hinsichtlich der Reaktion des Unterbodens, dessen pH-Zahl eine im Vergleich zu derjenigen des B-Horizonts des Bärlapp-Buchenwaldes etwas geringere Basenarmut indiziert.

Es ist deutlich erkennbar, daß die Pflanzengesellschaften, die Reaktionsverhältnisse im Bodenprofil, die Ausbildung der Humusarten und die Bewurzelung bei den hier betrachteten Standorten in einem gewissen Zusammenhang miteinander stehen. In der podsoligen Braunerde ist der Basen- und Nährstoffkreislauf ein engerer; in seiner stärkeren Beschränkung auf den Oberboden erschöpft er diesen fortschreitend, die im Unterboden noch vorhandenen Basen- und Nährstoffreserven werden nicht mehr genügend in den Kreislauf mit einbezogen.

Die starke Versauerung des Oberbodens in der podsoligen Braunerde des Bärlapp-Buchenwaldes steht aber auch in einer deutlich erkennbaren Beziehung zu dem Skelettanteil des lehmigen Bodenmaterials. Wir haben in den vom Muttergestein abgelösten, zerkleinerten und meist mehr oder weniger stark angewitterten Gesteinsbrocken stets eine Reserve an Nährstoffen und Basen gesehen, die durch stärkeren Wasserstoffionen-Angriff noch mobilisiert werden kann. Wenn starke Humussäuren lange Zeit auf die von ihnen erreichbaren mineralischen Schichten einwirken, dann muß dies schließlich zu einer Dezimierung des verwitterbaren Bodenskeletts führen. Diese Zusammenhänge lassen sich ebenfalls sehr instruktiv an den von Bükler (1942) beschriebenen Bodenprofilen demonstrieren. Bükler hat in den einzelnen Bodenhorizonten den Anteil des Skeletts zusammen mit dem Wurzelanteil an der Bodenmasse festgestellt. Obwohl demnach der Skelettgehalt der Bodenhorizonte nicht isoliert in den nachstehenden Zahlen zum Ausdruck kommt, läßt sich eine eindeutige Beziehung zu den Reaktionsverhältnissen doch klar erkennen.

Horizont	Basenarme Braunerde des Zahnwurz-Buchen- waldes	Podsolige Braunerde des Bärlapp-Buchen- waldes
A 1	(pH 5,15) 30,5 % Wurzeln und Steine	(pH 3,68) 2,3 % Wurzeln und Steine
A (B) bzw. A 2	(pH 4,99) 29,6 % Wurzeln und Steine	(pH 3,79) 5,2 % Wurzeln und Steine
B	(pH 4,75) 33,7 % Wurzeln und Steine	(pH 4,43) 21,8 % Wurzeln und Steine

Wenn man sich bewußt bleibt, daß die hier erkennbaren Beziehungen zwischen Skelettgehalt und pH-Wert der Bodenhorizonte durch den in den Prozentzahlen enthaltenen Wurzelanteil undeutlich gemacht werden, so läßt sich doch ohne Mühe feststellen:

1. In der basenarmen Braunerde ist der Steingehalt der Horizonte gleichmäßiger ausgebildet. Da nach der Profilbeschreibung der Wurzelanteil in den A-Horizonten stärker ist, muß der Steingehalt zur Oberfläche hin etwas abnehmen.
2. In der podsoligen Braunerde ist der Steingehalt in den A-Horizonten bedeutend geringer. Im wesentlichen dürfte hier in den angegebenen Daten der Wurzelanteil enthalten sein.

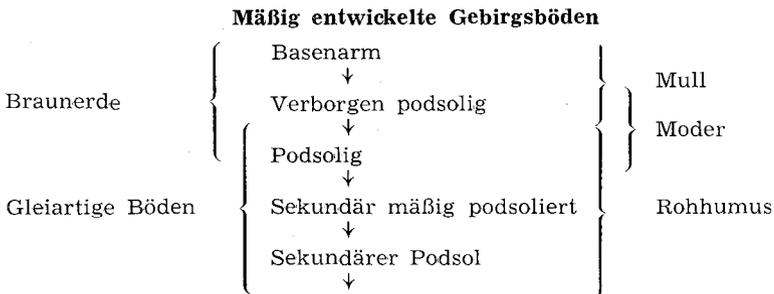
Die Minderung des Skelettanteils tritt in denjenigen Horizonten auf, worin der pH-Wert unter 4 gesunken ist. In dieser Hinsicht sind die Verhältnisse in den hier wiedergegebenen Profilen repräsentativ für sämtliche von R. Bükler untersuchten Böden. Sie verhalten sich in dieser Beziehung vollkommen gleichsinnig; auch in der podsoligen Braunerde

der Hochheide zeigt sich eine wesentliche Verminderung des Skelettanteils in den A-Horizonten bei einer Bodenreaktion unter pH 4, während sie bei der basenarmen Braunerde des Waldschwingel-Buchenwaldes nicht eintritt<sup>4)</sup>. Die verborgen podsolige Braunerde nimmt auch in dieser Beziehung eine Mittelstellung ein.

Offenbar dauerte die Einwirkung starker Humussäuren in die A-Horizonte der podsoligen Braunerden bereits so lange an, daß sie zu stärkerer Auflösung des Bodenskeletts geführt hat. Da der Skelettanteil des B-Horizontes (bei geringer Durchwurzelung) etwa ein Fünftel der Bodenmasse beträgt, ist bewiesen, daß es sich nicht um ein an sich skelettarm verwitterndes Gestein handelt.

In den A-Horizonten der podsoligen Braunerden dürfte bei pH-Werten unter 4,0 eine Tonbildung nicht mehr stattfinden. Die Silikatreserven, die noch im Skelettanteil steckten, sind aufgezehrt. Bei dem engen Basen- und Nährstoffkreislauf, der — in der Hauptsache — nur die obersten Horizonte des Mineralbodens mit einbezieht, kann der Basenvorrat, der bei der stark sauren Reaktion sehr beweglich ist und leicht ausgewaschen wird, nicht mehr genügend ergänzt werden, was zu einer progressiven Versauerung und Rohhumusanhäufung führen muß. So wird es in diesen Böden allmählich zu stärkeren Podsolierungserscheinungen kommen.

**Genetische Zusammenhänge.** Die im Vorhergehenden an Hand von Profilbeschreibungen dargestellten, im Südergebirge unter Wald hauptsächlich vorkommenden Bodenbildungen sollen hier in einer schematischen Übersicht, die ihre genetischen Zusammenhänge und die Zuordnung ihrer Humusarten erkennen läßt, zusammengestellt werden.



Das vorstehende Schema gibt die Entstehungsfolge der im Südergebirge vorherrschenden Bodentypen wieder, ist also räumlich auf dieses Gebiet und die ihm eigenen Bodenbildungsbedingungen beschränkt und besitzt keine Allgemeingültigkeit. Es ist nur ein Schema und berücksichtigt infolgedessen zugunsten der Übersichtlichkeit nicht die Vielfalt der Erscheinungen. Als Ausgangstypus ist die basenarme Braunerde hingestellt worden, die noch heute in guter Ausprägung mit Mull zu finden ist. Aus ihr haben sich teils natürlicherweise, zum größten Teil aber wohl unter dem Einfluß menschlicher Eingriffe die abgeleiteten Bodentypen

<sup>4)</sup> Für die basenarme Braunerde der besenginsterreichen Bergheide sind die Stein- und Wurzelanteile nicht festgestellt worden.

entwickelt. Ihre Entstehungsweise und ihr Bau sind im einzelnen soeben beschrieben worden; soweit der Mensch als Mithelfer oder Verursacher ihrer Bildung eine Rolle spielt, sind dessen Einwirkungen im ersten Kapitel behandelt worden. In praktischer Hinsicht sind die hier aus der basenarmen Braunerde abgeleiteten Typen als Degradationen zu betrachten. Mit zunehmender Entfernung vom Ausgangstypus erleiden sie eine fortschreitende Wertminderung, die sich in vielerlei Merkmalen kundtut.

Neben diesen Bodentypen, die eine lange, postglaziale Entwicklung und Umformung hinter sich haben, gibt es aber im Südergebirge — flächenmäßig eine geringe Rolle spielend — Böden im ganz jungen Entwicklungsstadium. Sie treten überall dort auf, wo an Steilhängen die ursprüngliche Verwitterungsschicht abgerutscht oder erodiert ist, oder wo aus anderen Gründen unverwittertes Gestein zutage tritt. Liegen diese Bodenbildungen an steilen Hängen, wo sie starker Erosion ausgesetzt sind, so kommen sie über die Anfangsstadien der Entwicklung nicht hinaus, da sie immer wieder von neuem abgetragen werden. Ein Initialstadium der Bodenbildung auf einem Tonschieferfels, der durch Erosion auf einer Bergnase bloßgelegt worden ist, untersuchte der Verfasser am Rande eines kaum mehr benutzten Weges südwestlich Kirchweisdede, Kreis Olpe.

Der bloßgelegte Tonschieferfels der Cultrijugatuszone tritt in fast ebener Lage als eine ganz flache, rundliche Erhebung aus der Bodendecke heraus und ist randständig mit einem harten, kurzen Gras bewachsen, das freundlicherweise von Herrn Dr. Heinz Müller, Münster, mikroskopisch als *festuca ovina* (Schafschwingel) bestimmt wurde. Der etwas erhabene, trockenere Felsbuckel ist mit Moos überzogen, worin hier und da noch einige Schafschwingelhorste stehen. Unter dem Moose findet sich stellenweise etwas grauer, trockener Staub; wenn man mit dem Spaten versucht, das Gestein zu lockern, entsteht ein ebenfalls graues Zerreibsel, obwohl die einzelnen Gesteinsbrocken im Bruch dunkel sind.

Unter den Horsten von *festuca ovina*, und zwar hauptsächlich in den randlichen Felspartien, hat sich bereits ein dunkelbrauner Humus von etwa 2–3 cm Mächtigkeit entwickelt, der zwar krümelig ist, sich aber noch nicht recht tonig anfühlt. Hier und an den Stellen, wo einzelne Grashorste stehen, läßt sich der Fels mit dem Spaten leicht aufbrechen. Er sondert sich in einzelne größere und kleinere Stückchen, wie sie auch überall in den ausgereifteren Bodenbildungen als Skelett anzutreffen sind. Dazwischen aber hat sich ein lebhaft braunes Material gebildet, das sich von dem Humus durch einen stärker rostbraunen Farbton abhebt. Diese sattrostbraune Füllmasse ist von einem dichten Netzwerk feinsten Graswurzeln durchzogen, und man hat den Eindruck, daß diese Bodenbildung geradezu unter dem Einfluß der Graswurzeln zustande gekommen ist. Soweit man mit dem Spaten das Gestein auflockern kann, und zwar bis zu etwa 10 cm Tiefe, reicht auch das Wurzelwerk. Obwohl das Bodenmaterial zunächst nur als Füllmasse schmaler Gesteinsfugen bis zu kaum 10 cm Tiefe entwickelt ist, wurde doch schon ein Regenwurm darin gefunden. Wenn man den dunkelbraunen Humushorizont und die mehr rostbraune Füllmasse zwischen den Fingern prüft, hat man den Eindruck, daß kaum etwas Ton gebildet worden ist. Nachdem der Boden eine halbe Stunde an der Luft gelegen hatte, wurde er graubraun.

Zweifellos haben wir hier ein jugendliches Entwicklungsstadium der Bodenbildung auf Silikatgestein vor uns, das den von Kubiena (1948) beschriebenen „Rankern“ nahesteht. Aber unter den gegenwärtig herrschenden klimatischen Bodenbildungsbedingungen wird hier unter *festuca ovina* das Rankerstadium so schnell durchlaufen, daß fast gleichzeitig mit der Entstehung eines dunkelbraunen, mullartigen Humushorizontes auch schon ein in der Farbe deutlich rostbraun abgesetzter B-Hori-

zont vorhanden ist. In dem hier vorliegenden Falle ließ sich nach den äußeren Merkmalen nicht entscheiden, ob der entstehende Boden in seiner weiteren Entwicklung einer basenarmen Braunerde oder einem Podsol zustreben wird. Die Klärung der Frage, welche Entwicklungsrichtung die gegenwärtig im Südergebirge neu entstehenden Böden nehmen, ist jedoch für die Beurteilung der Gesamtsituation der Bodenentwicklung in diesem Gebiet so wichtig, daß spezielle Untersuchungen der Jugendstadien der Bodenbildung wünschenswert erscheinen, obwohl ihnen flächenmäßig nur eine geringe Bedeutung zukommt.

### III. Die Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung

Mit der Rodung und Inkulturnahme hat der Mensch die vorher durch eine Waldvegetation geschützten Böden unter wesentlich neue Bedingungen gestellt. Die vom Walde befreiten und in landwirtschaftliche Nutzung genommenen Böden geraten sozusagen unter ein anderes Klima. Sie sind nun den Schwankungen der Witterung stärker ausgesetzt, und zwar gilt dies sowohl hinsichtlich der Niederschläge als auch der Temperaturen. Kein Kronendach und keine Auflagehumusdecke schützen sie mehr vor dem Aufprall der Regen, und so ist der Wasserhaushalt der Böden in landwirtschaftlicher Nutzung wesentlich unausgeglichener und stärkeren Schwankungen unterworfen. Die extremen Zustände, Austrocknung einerseits und stärkere Durchfeuchtung andererseits, werden sich öfter einstellen und auswirken, der erstere wegen der hohen Niederschlagsmengen im Südergebirge allerdings seltener. Hinzu kommt der erhöhte oberflächliche Wasserabfluß als Folge der Rodung. Er begünstigt die Erosion der Ackerböden.

Eine weitere wesentliche Änderung erfährt die Durchwurzelung des Bodens. Die Bäume des Waldes haben vorzugsweise ein extensives Wurzelsystem, d. h. sie durchwurzeln einen größeren Bodenraum, aber die Dichte der Bewurzelung ist im Verhältnis zu derjenigen der Gräser, die mit einem intensiven Wurzelsystem einen kleineren Bodenraum stark durchdringen, gering. Infolgedessen erschöpfen die Gräser — und hierzu gehören auch die Getreidearten — einen verhältnismäßig kleinen Bodenraum, im wesentlichen die humose Oberkrume, in verhältnismäßig kurzer Zeit stark, während die Waldbäume in gesunden Böden auch mehr oder weniger große Teile des mineralischen Untergrundes in den Wasser- und Nährstoffverbrauch miteinbeziehen. Durch die Ausbildung größerer Wurzeln der Waldbäume wird der Boden auch im mineralischen Untergrunde stärker gelockert und kanalisiert. Diese Vorteile eines gleichmäßigen Wasserhaushaltes, einer tieferen Lockerung und Durchlüftung und eines tiefgreifenden Nährstoffumsatzes gehen nach der Umwandlung der Waldböden in landwirtschaftlich genutzte allmählich verloren. Die längere Zeit landwirtschaftlich genutzten Böden sind daher im Verhältnis zu den Waldböden dichter gelagert, schlechter durchlüftet und werden im humosen Oberboden durch den Entzug der Ernten an Nährstoffen stärker erschöpft. Sie müssen gedüngt werden.

Durch die Ackerkultur wird der morphologische Bau des Oberbodens der ehemaligen Waldböden mit der Zeit vollständig verändert. Der Auflagehumus, sofern er vorhanden war, wird nun durch das Pflügen mit

dem Mineralboden vermischt, neuer Auflagehumus kann sich nicht mehr bilden. Die Bleichhorizonte der podsoligen Böden liegen im Südergebirge durchweg so hoch, daß sie auch bei geringer Pflugtiefe erfaßt und mit dem Bodenmaterial der entstehenden Ackerkrume vermischt werden. Die Humifizierung der Mineralböden des Südergebirges reicht höchstens bei den gut entwickelten Braunerden tiefer herab als die Ackerkrume mächtig ist, d. h. unter etwa 20 cm. Solche tief humifizierte Braunerden sind auch dann noch, wenn sie sich schon in Ackerkultur befinden, als solche zu erkennen, vorausgesetzt, daß sie nicht der Erosion unterliegen. Da dies aber zum großen Teil der Fall ist, findet man im Südergebirge heute nur noch selten Ackerböden, die unterhalb ihrer Ackerkrume noch tiefer herunterreichende Reste des ehemaligen, unter Wald gebildeten humosen A- oder des ebenfalls noch humosen Übergangshorizontes A (B) aufweisen (s. Profile Nr. 23 und 25, S. 80, 83).

So ist denn der größte Teil der Ackerböden des Südergebirges morphologisch beträchtlich verändert. In den meisten Fällen sind diejenigen Merkmale des Oberbodens, welche für das Erkennen des Bodentypus von Bedeutung sind, verschwunden. Der Ackerbau mit seinen im großen und ganzen gleichartigen Methoden der Pflugkultur hat die ihm unterworfenen Böden in ihren Oberkrumen stark uniformiert. Aber auch die Unterböden, Rohböden, B-Horizonte sind nicht unverändert geblieben. Weiter oben wurde bereits ausgeführt, daß sie infolge des Verlustes der bodenlockernden Wirkung der Baumwurzeln dichter gelagert sind. Dessen ungeachtet ist aber eine zeitweilig verstärkte Durchsickerung der Bodenprofile möglich, weil sie den Niederschlägen freier ausgesetzt sind. Die periodisch wiederkehrende Lockerung der Ackerkrume begünstigt eine verstärkte Durchschlammung feiner Bodenteilchen mit dem Sickerwasser. Dadurch kann es zu weiteren Verdichtungen unterhalb der Ackerkrume kommen. Die dem Ackerbau unterworfenen Böden erleiden nach allem auch unterhalb der Ackerkrume sichtbare Veränderungen, hauptsächlich hinsichtlich ihrer Struktur und Textur.

Die unter Wald ausgebildeten Bodentypen, die an vielen Profilmerkmalen — mehr oder weniger deutlich gegeneinander abgegrenzt — zu unterscheiden waren, sind als Ackerböden nicht mehr so fein gegliedert. Wenn der Ackerbau auch durch die Auslösung der Bodenerosion eine stärkere Differenzierung der Profilmächtigkeiten bewirkt, so bringt er doch zunächst einmal eine erhebliche Uniformierung der sinnlich wahrnehmbaren Bodenmerkmale der Profiltypen zustande.

Im Zusammenhang mit den Umwandlungsvorgängen in den humosen Oberkrumen ändert sich meist auch deren Reaktionszustand. Solange noch Waldstreu und Heidplaggen als Düngersurrogate benutzt wurden, wird sich die Bodenreaktion in den Ackerkrumen unter dem Einfluß zeitweilig besserer Durchlüftung vielleicht nur wenig verändert haben, aber mit dem Aufkommen der Kalkung und der Stalldüngewirtschaft mit Stroheinstreu haben sich die Reaktionsverhältnisse in den Ackerkrumen der meisten ehemaligen Waldböden des Südergebirges verbessert.

Wo es sich um altes Dungalnd in hofnaher Lage handelt, oder wo schon frühzeitig mit der Kalkung der Äcker begonnen und diese regelmäßig fortgesetzt worden ist, da mag auch der Reaktionszustand des Roh-

bodens nicht unbeeinflusst geblieben sein. Jedenfalls findet man gegenwärtig unter den Ackerböden des Südergebirges manches Bodenprofil, dessen pH-Zahlen auch im Rohboden Werte zeigen, die wir heute in gleicher Profiltiefe unter seinen Waldböden kaum finden. Die weiter unten angegebenen Reaktionszahlen werden diese Verhältnisse kennzeichnen; dennoch ist in der Ausdeutung der Daten in dieser Richtung Vorsicht geboten, weil Vergleichsprofile auf gleichen Gesteinen unter Wald fehlen. Zudem sind die pH-Werte der Ackerböden in einer 7,5prozentigen KCl-Ausschüttelung elektrometrisch bestimmt<sup>5)</sup>, während die für die Waldböden angegebenen in wässrigem Auszuge z. T. kolorimetrisch ermittelt wurden.

Wie schon erwähnt, wird durch die Umwandlung der Wald- in Ackerböden unter den Relief- und Niederschlagsverhältnissen des Südergebirges die Bodenerosion stark begünstigt. Sie ist auch allenthalben in den hierfür prädestinierten Lagen zur Auswirkung gekommen und zwar anscheinend in den jüngeren Ackerböden oft stärker als in den älteren. Diese eigenartige Erscheinung dürfte damit zusammenhängen, daß bei der frühmittelalterlichen Rodung zunächst die günstig gelegenen, weniger erosionsanfälligen Hangfußlagen gerodet und beackert wurden. Erst bei zunehmendem Landbedarf ging man dazu über, auch stärker geneigte Hänge zu roden. Eine wesentliche Förderung der Erosionsmöglichkeiten brachte der Übergang der überlebten mittelalterlichen Ackerkultur in die moderne Ackerwirtschaft im Laufe des 19. Jahrhunderts. In ihrem Gefolge wurden allmählich die alten Extensivflächen, die zum großen Teil reliefmäßig ungünstig gelegen waren, in die intensivere Kultur miteinbezogen, was zu stärkerer Erosionsbegünstigung führte. Hinzu kommt noch, daß die älteren, im Mittelalter entstandenen Ackerflächen zumeist durch Böschungen geschützt und als Wechselland genutzt wurden, während in neuerer Zeit vielfach auf diesen Erosionsschutz verzichtet wurde.

Beide Formen der Wassererosion, die Grabenerosion und die Schichterosion, kommen im Südergebirge vor, aber es fehlen bisher noch spezielle Untersuchungen über das erreichte Ausmaß in horizontaler und in vertikaler Richtung. Obwohl die Grabenerosion die auffälligere Form ist, bleibt die Schichterosion, auch Flächenerosion genannt, doch die wirksamere. Es ist hier nicht der Ort, über die an dem Zustandekommen der Erosion beteiligten Faktoren zu berichten, vielmehr sei dargestellt, in welcher Weise die Bodenprofile durch sie verändert werden. Die Grabenerosion spült den humosen Oberboden und bei stärkerer Eintiefung auch den Unterboden rinnenartig aus, die Schichterosion trägt langsam, unmerklich, flächenhaft, in ganz kleinen Quanten das die Oberfläche bildende Bodenmaterial ab, hierbei die feineren Korngrößen bevorzugend. Bei lange andauernder Schichterosion wird also die humose Oberkrume in ihrer Mächtigkeit ständig vermindert. Schreitet die Schichterosion, wie das im allgemeinen der Fall ist, langsam fort, so führt dieser Vorgang nicht zum Verlust der Ackerkrume, da das Quantum der sehr geringen, jährlich erodierten Oberflächenschicht bei gleichbleibender Pflugtiefe immer wieder durch die Einverleibung einer entsprechenden, dünnen Schicht des Rohbodens in die Ackerkrume ersetzt wird. Da es

<sup>5)</sup> Nach Mitteilung des Bayrischen Geolog. Landesamtes, wo die Reaktionsbestimmungen der Ackerbodenproben ausgeführt wurden.

sich im allgemeinen um sehr geringe Beträge handelt, verläuft dieser Vorgang meist unmerklich. Er ist indessen mit einem doppelten Humusverlust verbunden. Es geht nicht nur die zusammen mit den Mineralteilchen jeweils abgespülte Humusmenge verloren, sondern der Humusgehalt der Ackerkrume, deren Mächtigkeit durch die Pflugtiefe konstant gehalten wird, erfährt außerdem eine Verdünnung durch die neu hinzugekommene, in den meisten Fällen humusfreie Mineralsubstanz. Die der Erosion unterliegenden Böden sind darum Humusverschwender.

Durch den Vorgang der Schichterosion werden bei gleichbleibender Pflugtiefe die Ackerkrumen ganz allmählich immer mehr in den Rohboden eingetieft. Da in den Südergebirgsböden der Skelettgehalt im allgemeinen nach der Tiefe des Profils hin zunimmt, werden im Laufe der Zeit immer skelettreichere Partien des Bodenprofils in die Ackerkrume einbezogen. Der Skelettanteil nimmt aber noch aus einem anderen Grunde in den der Erosion unterliegenden Ackerkrumen zu. Weil diese vorwiegend die feineren Korngrößen von der Bodenoberfläche hinwegführt, reichern die gröberen Bestandteile sich in ihr an. Dazu gehört vor allem auch der Skelettgehalt der Oberkrume.

Natürlich laufen die Erosionsvorgänge nicht durchweg so langsam ab, wie das hier an ihren Folgewirkungen auf das Bodenprofil gekennzeichnet wurde. Sie können in erosionsgünstigen Lagen auch in der Form der Schichterosion stürmisch auftreten und dann zu einer Verkleinerung der Ackerkrume führen, weil die ursprüngliche Pflugtiefe bei ungenügendem Ersatz des verlorengegangenen Humus nicht mehr durchgehalten werden kann. Solche Ackerstücke werden dann am besten in Dauergrünland umgewandelt.

Verändert werden durch die Erosionsvorgänge auch diejenigen Böden der Hangfüße und der tieferen Lagen, welche einen Teil des erodierten Materials festhalten. Sie erhalten einen Zuwachs von Mineralbestandteilen und von Humus, die sich durch den Transport aus ihrem ehemaligen strukturellen Verbands gelöst und gesondert haben. Im allgemeinen ist das zugeflossene Bodenmaterial verhältnismäßig nährstoffreich, aber es wird in Einzelkornstruktur sedimentiert und muß durch ackerbauliche Maßnahmen erst wieder biologisch aktiviert und in Krümelstruktur gebracht werden. Entstanden die zugewanderten Substanzen schichterosierten Hängen, so bereitet dies bei der Langsamkeit des Vorganges keine Schwierigkeiten. Hin und wieder kommt es aber auch zu plötzlichen stärkeren Überschlammungen tiefelegener Bodenoberflächen, die meist mit der Grabenerosion in Verbindung stehen und durch Abfahren wieder beseitigt werden müssen, wenn ihre Inkulturnahme den größeren Aufwand bedeuten würde.

Letzten Endes läuft die übermäßige, kulturbedingte Erosion auf einen vollständigen Abtrag des Bodenprofils von seiner Gesteinsunterlage hinaus. Auf dem Wege zu diesem Ziel setzt eine zunächst unmerkliche, progressiv spürbarer werdende Wertverminderung des betroffenen Bodens ein. Die durch die Fortschritte in der modernen Ackerkultur und im Pflanzenbau erzielten Ertragserhöhungen mögen das schleichende Übel der Schichterosion noch längere Zeit überdecken, aber eines Tages wird es — hier früher und dort später — zutage treten und radikale Umstel-

lungen in der Benutzung des Bodens erforderlich machen. Der Substanzverlust und damit der Verlust an Bodenkapital können indessen von der natürlichen Verwitterung in den Zeiträumen, mit denen wir hier rechnen, nicht eingeholt werden.

Von den Erosionsvorgängen werden die unter einer permanenten Grasdecke liegenden Böden der Dauerweiden ungleich viel weniger betroffen. Wird an den Hängen Feldgraswirtschaft betrieben, spielt die Dauer der Grasnutzungsjahre eine ausschlaggebende Rolle in der Beurteilung der Erosionsbegünstigung durch dieses Nutzungssystem. Die Verkürzung der Grasnutzungsdauer vermindert seine Schutzwirkung.

**Schwach geneigte Hangböden.** Nach dem Gesetz vom 16. Oktober 1934 sind die landwirtschaftlichen Nutzflächen des Südergebirges durch die Finanzverwaltung geschätzt worden. Die Ergebnisse dieser Bodenschätzung sind auf Schätzungskarten und in Schätzungsbüchern festgehalten; das umfangreiche Material ist bisher noch nicht zu Übersichten verarbeitet, die einer Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Böden zugrunde gelegt werden könnten. Diese kann sich jedoch mit Vorteil auf die Beschreibung der sogenannten Musterstücke stützen, welche zu dem Zweck, die Gleichmäßigkeit und Sicherheit der Bodenschätzung zu fördern, für die wichtigsten Böden des Gebietes angelegt worden sind. Vielen Musterstücken sind neben der Beschreibung des Bodenprofils auch die Ergebnisse von Reaktionsmessungen und Korngrößenanalysen beigegeben; von manchen ist auch der Humusgehalt bestimmt worden. Die Untersuchungen wurden im Bayrischen Oberbergamt<sup>6)</sup> in München durchgeführt.

Die Profilbeschreibungen der landwirtschaftlich genutzten Böden werden hier mit den Abkürzungen wiedergegeben, wie sie bei der Bodenschätzung durch die Finanzverwaltung üblich sind; einer Zusammenstellung im Anhang sind ihre Bedeutungen zu entnehmen. Zur Darstellung der Böden wird im Folgenden auch das sogenannte „Klassenzeichen“ gebraucht. Es ist eine Formel, welche mit wenigen Symbolen die Beschaffenheit des Bodens in ihren wesentlichen Zügen kennzeichnet und seine Bewertung feststellt. Eine Erklärung der Bedeutung der einzelnen Symbole und der Wertzahlen ist im Anhang gegeben.

Da die Neigungsverhältnisse der Musterstücke nicht in allen Fällen durch Messungen festgestellt worden sind, wurden zu deren Kennzeichnung die „Geländeabschläge“ benutzt, durch welche die mit der Hanglage und Hangneigung des Bodens zusammenhängenden Erosionsmöglichkeiten, Wirtschafterschwerpunkte, lokalklimatische Einflüsse usw. erfaßt werden sollen. Die Geländeabschläge sind in Prozentzahlen ausgedrückt, welche von dem Wert des in ebener Lage gedachten Bodens (Bodenzahl) abgerechnet werden. Es handelt sich bei den Geländeabschlägen um Schätzungen, deren Gleichmäßigkeit und Sicherheit durch ein besonderes Hilfsmittel (Richtsätze) angestrebt worden ist. An Hand der in den Geländeabschlägen konkretisierten Wertminderung der Böden durch ihre Lageverhältnisse läßt sich eine Gruppierung der Musterstücke vornehmen, welche deren Wirkung gut zum Ausdruck bringt. Teilt man beispielsweise die für das Ackerland typischen Musterstücke ein in solche mit einem Geländeabschlag bis zu 6% (einschließlich) und solche mit einem höheren, so finden sich in der ersten Gruppe in der Hauptsache die Ackerböden der schwach geneigten Lagen ( $\pm 5^\circ$ ) des Südergebirges vertreten.

Die schwach geneigten Hänge und Hangfüße und die weniger verbreiteten ebenen Flächen sind die eigentlichen Ackerbodenlagen des Südergebirges, sofern sie eine Höhengrenze, die etwa bei 400 bis 450 m liegt, nicht überschreiten. Oberhalb dieser Höhengrenze kommen zwar auch ackerwürdige Böden vor, aber die Ungunst des Klimas schränkt den Ackerbau hier stark ein. So findet sich die Hauptmasse der Ackerböden des Südergebirges in den schwach geneigten Lagen unterhalb der erwähnten Höhengrenze, und dort dürften auch die ältesten, bei der mittelalterlichen Besiedlung zuerst in Kultur genommenen Flächen anzutreffen sein.

<sup>6)</sup> Jetzt Bayrisches Geologisches Landesamt.

Was bei der Betrachtung der schwach geneigten Ackerböden zunächst ins Auge fällt, ist eine starke Bevorzugung der sommerseitigen Hanglagen: die Süd- bis Südwest- bis Südost-Expositionen überwiegen. In diesem regenreichen, luftfeuchten und sonnenscheinarmen Gebiet sind die der Sonne zugekehrten Hänge die gesuchten Ackerbaulagen, besonders dann, wenn sie sich, wie das bei schwacher Neigung zumeist der Fall ist, mit tiefgründigen Bodenprofilen verbinden. Diese tragen viele gemeinsame Züge; überwiegend sind es stärker ausgereifte Verwitterungsböden (V-Böden), und wenn auch solche mit höherem Steingehalt und weniger mächtigen Profilen (Vg-Böden) nicht fehlen, so sind sie doch seltener anzutreffen. Im allgemeinen ist die Verwitterung der Böden der schwach geneigten und ebenen Lagen tiefgründig (über 60 cm), doch wird die Mächtigkeit des Bodenprofils nicht in allen Fällen allein durch die Verwitterung des Anstehenden, sondern vielfach auch durch Aufschlammung von Bodenmaterial aus höher gelegenen Hangpartien zustande gekommen sein, besonders in Hangfußlagen.

Unter den von der Bodenschätzung als Verwitterungsböden (V) angesprochenen Profilen der schwach geneigten Lagen werden sich auch manche Bodenbildungen in den Gehängelehmen finden. Obwohl diese diluvial (aber nicht glazial) entstanden sind, haben ihre Böden doch stärkere Verwandtschaft mit den Verwitterungsböden derjenigen Gesteine, aus deren in der Hauptsache periglazial abgeflossenem Verwitterungsmaterial die Gehängelehme hervorgegangen sind. Vielfach sind ihre Böden jedoch schwer durchlässig, darum wasserstauend und werden häufig als Grünland genutzt.

Ihrem bodenartigen Gesamtcharakter nach sind die Böden der schwach geneigten Lagen in der Hauptsache sandige Lehme. Kennzeichnend für ihr ausgereifteres Bodenprofil ist die Zustandstufe 4. Das typische Klassenzeichen der Ackerböden dieser Lagen ist daher sL4V. Die nachfolgenden Beschreibungen von vier Ackermusterstücken aus verschiedenen Gegenden und Höhenlagen des Südergebirges, denen eine schwach geneigte Lage gemeinsam ist, stehen darum unter diesem Klassenzeichen.

**Profil 21:**

**Asbeck, Ennepe-Ruhrkreis (Hattinger Hügelland 7)**

Höhenlage 200 m, durchschnittl. Jahresniederschlag 970 mm, Jahrestemperatur 8,4 °  
s L 4 V 55/51, Geländeabschlag -2 %, Klimaabschlag -6 %

Profilbeschreibung: h (gru') fs L 2,0  
gru' fs L 5,0  
Ton-Schi-Verw.

**Profil 22:**

**Westenfeld, Krs. Arnsberg (Hellefelder Ausräum)**

Höhenlage 300 m, Jahresniederschlag 960 mm, Jahrestemperatur 7,6 °  
sL 4 V 58/49, Gel.W. -2 %, Klima -14 %

Profilbeschreibung: h - h' (gru') fs-fsL 2,0 -2,5 pH 5,4 Humusgehalt 2,7 %  
gru' fs-fsL 3,0 -4,0 pH 5,0  
r' gru' fsL 2,0 -3,0 pH 5,3  
r' -rgr st fs L

7) Für die Angabe der geographisch bestimmten Landschaft wurde die naturland-schaftliche Gliederung von W. Müller-Wille (1942) zugrunde gelegt.



und staubsandigen Bestandteilen gegenüber dem Rohboden deutet diesen Tatbestand an. Der Boden von Westenfeld (22) dagegen, am Unterhang, aber noch nicht auf dem Hangfuß gelegen, hat toniges Material und Staubsand aus seiner Oberkrume verloren. Er unterliegt der Erosion, die seine feineren Bestandteile hinweggeführt und dadurch — gegenüber dem Rohboden — eine relative Erhöhung der Fein- und Grobsandkomponente in der Ackerkrume bewirkt hat. Durch die Erosionsvorgänge wird das Bodenprofil also nicht nur allmählich in seiner Gesamtmächtigkeit verkürzt, sondern es versandet auch leicht in der Ackerkrume. Eine Versandung der Oberkrume durch vertikale Umlagerung toniger Bestandteile infolge Podsolierung oder mechanischer Durchschlammung kann hier nicht angenommen werden, da diese sich in einer Erhöhung des Anteils der tonigen Fraktion im Rohboden gegenüber dem tieferen Untergrunde bemerkbar machen würde, was hier nicht der Fall ist. Der höhere Anteil an Bodenskelett kann bei der Lage dieses Bodens ebensowohl durch Überrollung vom Oberhang her, als auch durch die Erosion hervorgerufen sein, denn durch die Verminderung des Feinbodens muß sich der Anteil des Bodenskeletts relativ erhöhen. Am Beispiel des Bodens von Westenfeld (22) zeigt sich, wie die mechanische Analyse in manchen Fällen als ein gutes Hilfsmittel zur Feststellung von Erosionsvorgängen dienen kann.

In der Profilbeschreibung von Westenfeld taucht erstmalig die Bezeichnung „roh“ bzw. „schwach roh“ auf. Damit ist ein Bodenzustand gemeint, der sich durch ein eigentümliches, eben „rohes“ Aussehen des Bodenmaterials von den satteren, volleren Farben der „gesunden“ Böden unterscheidet. Vielfach beginnt in den so bezeichneten Horizonten auch schon die sonst einheitliche Färbung sich ganz schwach in etwas fahler und etwas kräftiger gefärbte Partien zu sondern, ohne daß man schon von einer ausgesprochenen Fleckigkeit des Bodens sprechen könnte. Es ist ein Erscheinungsbild, das den Beginn von Veränderungen im Bodenprofil ankündigt, die entweder im Zusammenhang mit Podsolierung auftreten oder aber zur Ausbildung eines gleiartigen Bodens hinführen.

In dem hier vorliegenden Boden erscheint dieses Merkmal — schwach ausgeprägt — erst in einer Tiefe von 50—65 cm. Es dürfte im Zusammenhang mit Wasserstauungen in dieser Schicht und im tieferen Untergrunde stehen und auf gleiartige Veränderungen des Bodens hindeuten. Die Beziehung zu einer wasserstauenden Schicht wird in diesem Profil nicht so deutlich erkennbar wie in anderen, noch folgenden, weil die eigentlich stauende Schicht etwas unterhalb des beschriebenen Profils zu liegen scheint. Wir werden deshalb am Beispiel anderer Böden noch näher auf diese Zusammenhänge eingehen.

Die Mächtigkeit der humosen Ackerkrumen beträgt ziemlich einheitlich 2 dm, der durch Analyse festgestellte Humusgehalt liegt zwischen 2,7 % und 3,6 %; die Analysenergebnisse werden mehr oder weniger von dem jeweiligen Düngungszustand der Ackerböden beeinflußt sein. Stärker klaffen die Ergebnisse der Reaktionsbestimmungen auseinander; lediglich der Boden von Berghausen reagiert neutral bis schwach alkalisch, die Böden von Westenfeld und Osthelden zeigen Reaktionen im schwach und stark sauren Bereich. Hier zeigt sich bereits ein deutlicher Unter-

schied gegenüber den Reaktionsverhältnissen der Waldböden. Während in den Waldböden des Südergebirges, besonders in denjenigen mit Moder und Rohhumusbildungen, der pH-Wert der Oberkrume zumeist niedriger ist als im Rohboden, ist es in den Ackerböden zumeist umgekehrt. Wenn demnach auch das Gesamtniveau der pH-Werte in den Ackerbodenprofilen recht gering ist, so zeigt sich doch in den relativ höheren Werten der Ackerkrumen der Einfluß der Ackerkultur.

Für die Erklärung der Reaktionsunterschiede in den hier vorgestellten Bodenprofilen fehlen die Beurteilungsgrundlagen. Aus den Daten der zugehörigen mittleren Jahresniederschläge und der Jahresdurchschnittstemperaturen läßt sich jedoch leicht ersehen, daß diese klimatischen Faktoren offenbar keinen entscheidenden Einfluß auf das Zustandekommen der Reaktionsunterschiede ausgeübt haben. Die Ursachen werden vielmehr in etwaigen (nicht näher bekannten) Abweichungen in der Zusammensetzung der Ausgangsgesteine und in dem Gang der Entstehung, insbesondere der Dauer und Intensität der Kultur dieser Böden zu finden sein. Es läßt sich auch nicht präzise die Frage beantworten, welchen morphologisch-genetischen Typen diese Böden zuzuordnen sind. Wie bereits weiter oben ausgeführt, verschwinden durch die Pflugkultur die feineren Unterscheidungsmerkmale des Oberbodens. Für die Beurteilung des Rohbodens fehlen dagegen Angaben über seine Farbe und Struktur. So wird aus den vorhandenen Unterlagen nicht ersichtlich, ob diese Böden Braunerden von mittlerer oder geringer Basensättigung oder podsolige Braunerden sind. Es entfällt damit auch die Möglichkeit einer Beurteilung der kulturellen Leistung, die sich in einer Umstimmung der Bodenreaktion gegenüber ihren möglichen Ausgangswerten kundtun würde. So ist z. B. nicht erkennbar, ob die neutrale Reaktion des Rohbodens von Berghausen auf natürliche Ursachen oder auf lange und intensive Einwirkung der Ackerkultur zurückzuführen ist.

Streng genommen ist nicht einmal die oben erwähnte, in allen vier Profilen zu beobachtende Erhöhung der pH-Werte in den Ackerkrumen gegenüber dem Rohboden eindeutig als kulturbedingt zu betrachten, denn es gibt noch heute im Südergebirge Böden, deren Reaktion im humosen Oberboden einen höheren pH-Wert zeigt als im Unterboden. Das ist beispielsweise, wie im Abschnitt über die Bodentypen unter Wald gezeigt wurde, bei der von R. Bükler beschriebenen Mull-Braunerde des Zahnwurz-Buchenwaldes der Fall. Wir kennen nicht den pflanzensoziologischen Typ der Wälder, die den früh- und hochmittelalterlichen Rodungen in den schwach geneigten Lagen zum Opfer fielen, aber wir haben Ursache, anzunehmen, daß es sich wenigstens zum Teil um höherwertige Typen mit entsprechenden Böden handelte als die vielfach kulturgeschädigten der gegenwärtigen Waldrückzugsgebiete. Es ist daher auch nicht ausgeschlossen, daß die höheren pH-Werte der Ackerkrumen in manchen Fälen von den Ausgangsböden unter Wald „übernommen“ und konserviert worden sind. Dies gilt vor allem für die günstig situierten Böden der ersten frühmittelalterlichen Rodungen.

Aus den Wertverhältnissen der hier besprochenen vier Böden, welche die eigentlichen Ackerböden der schwach geneigten Lagen des Südergebirges repräsentieren, ist mit voller Deutlichkeit die schlechte Eignung



Aber auch schlechter ausgeprägte Verwitterungsböden kommen in den schwach geneigten Lagen vor. Für sie ist die Zustandsstufe 5 kennzeichnend. Dafür das folgende Beispiel:

Profil 26:

**Grundschöttel, Ennepe-Ruhrkreis (Hattinger Hügelland)**

Höhenlage 230 m, Jahresniederschlag 930 mm, Jahrestemperatur 8,2 °

L 5 V 49/43, Gel.N —4 %, Klimaabschlag —8 %

Profilbeschreibung: h' st' fsL 1,5 —2,0  
 r' st' s' -kr L 2,0  
 st kr L — St

Die Profilausbildung dieses Bodens ist nur noch mittelgründig. Er leitet damit schon über zu den weniger mächtigen Böden der härteren Gesteine oder der stärker hängigen Lagen. Die Ackerkrume ist etwas schwächer entwickelt als diejenige der vorher besprochenen Böden; dicht unter der Ackerkrume taucht hier auch bereits die Bezeichnung „schwach roh“ auf. Es ist kein Zufall, daß der hier in Rede stehende Boden im Gegensatz zur Mehrzahl der Ackerböden des Südergebirges eine nordhängige Lage aufweist. In Verbindung mit dem kräftigen Lehm, der die Durchlässigkeit des Profils vermindert, kann die geringere Verdunstungskraft der Nordhänge eine Wasserstauung bewirken, die bei längerer und intensiver Einwirkung zum Erscheinungsbild des gleiartigen Bodens mit seinen fahlen Reduktions- und intensiven Oxydationsfarben überleitet. So weit ist es im vorstehenden Profil allerdings noch nicht gekommen, aber mit der Bezeichnung „schwach roh“ ist doch schon der erste Schritt in dieser Richtung festgestellt. Diese kalten Böden werden in nordhängiger Lage im allgemeinen als Wechselland genutzt.

In dem stark bewegten Relief des Südergebirges ist die relative Gunst der schwach geneigten Lagen für den Ackerbau so zwingend, daß auch mittel- und flachgründige, steinreiche Verwitterungsböden (Vg) unter den Pflug genommen worden sind. Dementsprechend finden wir ihren bodenartigen Gesamtcharakter durchweg leichter angesprochen, als dies bei den ausgereifteren, steinärmeren, tiefgründigen Verwitterungsböden der Fall ist. In den Klassenzeichen tauchen daher auch häufiger SL, ja sogar IS als Bodenartenbezeichnung auf; der geringeren Mächtigkeit der Bodenprofile entsprechen die Zustandsstufen 5, 6 und 7. Die Darstellung dieser Böden soll beginnen mit einem Profil aus dem Massenkalk, das mit seiner höheren Wertigkeit einen Übergang zu den geringwertigen Böden der Vg-Gruppe bildet.

Profil 27.

**Deilinghofen, Krs. Iserlohn (Iserlohner Kalksenke)**

Höhenlage 265 m, Jahresniederschlag 920 mm, Jahrestemperatur 8,2 °

sL 4 Vg 48/44, Gel.S —4 %, Klimaabschlag —4 %

Profilbeschreibung: h fs (st') kaL 1,5                      pH > 7  
 st ka sL 3—4    pH > 7  
 sL Ka Scho — Ka St

In diesem Vg-Boden zeigt sich bereits ein charakteristisches Merkmal der Ackerböden dieser Gruppe. Die Ackerkrume, die in den tiefgründig verwitterten Böden der schwach geneigten Lagen des Südergebirges durchschnittlich eine Mächtigkeit von 20 cm aufweist, ist hier nur 15 cm

stark. Wir werden diese Verflachung der Ackerkrumen in allen Vg-Böden antreffen; sie steht im Zusammenhang mit dem hohen Steingehalt des Verwitterungsmaterials, der unmittelbar unter der Ackerkrume ihrer weiteren Vertiefung eine Grenze setzt. Es ist dies einer der großen Nachteile der weniger ausgereiften Verwitterungsböden, der sie für eine Verwendung als Ackerböden sehr ungeeignet erscheinen läßt, denn gerade diese Böden benötigen wegen der geringen Mächtigkeit des Bodenprofils und ihres hohen Steingehaltes eine gut humifizierte und tief ausgebildete Ackerkrume, welche die mangelhafte Speicherfähigkeit des Untergrundes für Wasser und Nährstoffe ausgleichen hilft!

Das Bodenprofil ist aber noch in einer anderen Beziehung interessant. Es zeigt, daß sein lehmiges Material kein reines Produkt einer autochthonen Verwitterung sein kann; und diese Erscheinung ist für viele Kalksteinverwitterungsböden charakteristisch. Die nachstehende mechanische Analyse läßt das deutlich erkennen:

Entnahmetiefe in dm	Bodenskelett > 2 mm in v.H. des Gesamt- bodens	Korngrößenzusammensetzung in v.H des Feinbodens			
		Grobsand 2,0—0,1 mm	Feinsand 0,1—0,05 mm	Staubsand 0,05—0,01 mm	Toniges 0,01 mm
(27) 0,5—1	4	4,8	9,6	53,6	32,0
4 —5	66	6,0	14,0	55,2	24,8

Bei der Verwitterung des Kalkgesteins wird der kohlen saure Kalk, aus dem es zum größten Teil besteht, aufgelöst und verschwindet mit dem Sickerwasser im Untergrund. Bodenbildend können nur die mineralischen Nebenbestandteile wirken, die als Verunreinigung in dem Kalk auftreten. Selbst wenn man nun annimmt, daß der bei der mechanischen Analyse in der lehmigen Schicht unmittelbar über dem aufgelockerten Kalkgestein festgestellte Prozentsatz an tonigen Bestandteilen aus dem anstehenden Gestein stammt, so ist doch eine weitergehende Ver-tonung, wie sie sich in dem höheren Prozentsatz an tonigen Bestandteilen in der Oberkrume auszudrücken scheint, bei einer Bodenreaktion über pH 7 und der Kalkhaltigkeit des Bodens gar nicht möglich. Der höhere Ton-gehalt der Oberkrume muß also eine andere Ursache haben.

In der Reihenfolge der für den Ackerbau der schwach geeigneten Lagen zunehmend ungünstiger gebauten Bodenprofile soll hier ein kaum noch mittelgründiger Vg-Boden der 5. Zustandsstufe herausgestellt werden:

Profil 28:

**Dahl, Ennepe-Ruhrkreis (Volmetal)**

Höhenlage 355 m, Jahresniederschlag 970 mm, Jahrestemperatur 7,6 °

SL 5 Vg 36/31, Gel. —2 %, Klima —12 %

Profilbeschreibung: h' st' fs L 1,5

st-st s L 2,0

st sL -St

Mit diesem und ähnlichen Profilen sind wir an der Grenze der für einen volkswirtschaftlich lohnenden und privatwirtschaftlich rentablen Ackerbau geeigneten Vg-Böden der schwach geeigneten Lagen des Südergebirges angelangt. Wenn darüber hinaus auch in Wirklichkeit noch

flachgründige Vg-Böden der 6. und mitunter sogar der 7. Zustandsstufe beackert werden, so hat das mit einer der Eignung und Leistungsfähigkeit dieser Böden angepaßten Nutzung nichts mehr zu tun. Die Notwendigkeit der diesen Böden aufgezwungenen Ackernutzung wird dann in wirtschaftlichen Umständen begründet sein, die außerhalb der hier zu untersuchenden Zusammenhänge liegen.

In den schwach geneigten Lagen kommen außer den ausgereiften und schwächer entwickelten Gesteinsböden auch noch Lößböden vor, hauptsächlich am nördlichen Rande des Südergebirges. Der Löß ist ein leicht erodierbares Gestein, deshalb ist er in seiner ursprünglichen Verbreitung am besten in den ebenen Lagen erhalten. Aber auch unter schwächeren Neigungsverhältnissen sind noch Überreste seines ehemals hier wohl verbreiteteren Vorkommens zu finden. Als Lößbeimischung haben wir sie bereits in einigen Bodenprofilen kennengelernt. Es haben sich aber auch noch reine Lößbodenprofile in schwach geneigten Lagen erhalten; dafür zwei Beispiele:

**Profil 29:**

**Esborn, Ennepe-Ruhrkreis (Hagener Terrassenplatte)**

Höhenlage 145 m, Jahresniederschlag 890 mm, Jahrestemperatur 8,8 °  
L 4 Lö 66/62, Gel —2 %, Klima —4 %

Profilbeschreibung: h' — h fs L 2 — 2,5  
fs' L 3,0  
r fs' L 2—3,0  
gru' s' — kr L

**Profil 30:**

**Volkringhausen, Krs. Arnsberg (Hachener Bergland)**

Höhenlage 230 m, Jahresniederschlag 930 mm, Jahrestemperatur 8,2 °  
L 4 Lö V 62/56, Gel.S —4 %, Klima —6 %

Profilbeschreibung:	h' hfs —fs L 2,0	pH 5,4	Humusgehalt 2,1 %
	(r')fs L 2—3	pH 5,4	
	r' -rfs-kr L 4—5	pH 5,7	
	Ka St		

Der Boden von Esborn (29) zeigt eine Lößlehmauflage von 70—85 cm auf einem kräftigen Verwitterungslehm, welcher wasserstauend wirkt. Infolgedessen tritt in dem unteren Teil der Lößlehmschicht die Bezeichnung „roh“ als Kennzeichen des Stauwassereinflusses auf. Durch die hohen Niederschlagsmengen ist das Lößprofil entkalkt und in einen milden Lößlehm umgebildet. Im Bodenprofil von Volkringhausen (30) ist die reine Lößlehmauflage nur 40 bis 50 cm mächtig über einer ebenso mächtigen Schicht kräftigeren Lehms, welcher abdichtend dem Kalkgestein aufliegt. Auch hier deutet sich ein Stauwassereinfluß an, der bereits unter der Ackerkrume des Lößlehms schwach beginnt. Der Kulturzustand der Ackerkrume ist nicht so weit gehoben, daß ein Unterschied gegenüber der schwach sauren Reaktion des Rohbodens eingetreten wäre. In beiden Fällen erscheinen die Oberkrumen relativ feinsandiger als die Rohböden, was als Verlust an tonigen Bestandteilen gedeutet werden kann, der entweder durch vertikale Umlagerung oder horizontale Fortführung (Erosion) möglich ist.

Unter den Ackerböden der schwach geneigten Lagen des Südergebirges zählen die Lößböden zu den günstigsten. Sie sind jedoch zu-

meist, wie die beiden hier vorgestellten, dränagebedürftig und, wenn sie tiefgründig genug sind, auch dränagefähig.

Die wechselnd als Acker und als Grünland genutzten Böden beginnen mit stärkerer Verbreitung dort, wo infolge der klimatischen Ungunst der Höhenlage reine Ackernutzung unsicher und unrentabel wird. Wir treffen sie auf den schwach geneigten Hanglagen des Südergebirges daher vorzugsweise in Höhen von etwa 350 bis 450 m an. In den niederen Höhenlagen verlieren sie sich allmählich zugunsten des hier klimatisch besser gestellten Dauerackerbaus; in den höheren Regionen des Gebirges gewinnt allmählich die Dauergrünlandnutzung flächenmäßig die Oberhand, wenn dort nicht schon der Wald auch die schwach geneigten Lagen innehat.

Bevorzugt der Dauerackerbau im Südergebirge bei schwachen Neigungsverhältnissen die sommerseitigen Hanglagen, so zeigt sich bei der Wechselnutzung ein Überwiegen auf den winterseitigen Hängen. Diese Sonderung der Nutzungsarten steht demnach in erster Linie im Zusammenhang mit den lokalklimatischen Auswirkungen der Exposition. Es soll jedoch untersucht werden, wie weit sie auch durch den Boden mitbedingt ist.

Bei der Bodenschätzung ist unterschieden worden, ob beim Wechselnde die Dauer der Ackernutzungsjahre oder diejenige der Grasnutzungsjahre überwiegt. Im ersteren Falle werden die der Wechselnutzung unterliegenden Böden mit AGr, im zweiten Falle mit GrA bezeichnet. Die ersteren werden nach dem Ackerschätzungsrahmen beurteilt und erhalten ein Ackerklassenzeichen, die letzteren werden nach dem Grünlandrahmen eingeschätzt und mit einem Grünlandklassenzeichen versehen.

Eine zunächst überschlägliche Betrachtung der wechselgenutzten Böden der schwach hängigen Lagen zeigt, daß sie in den Grundzügen ihres Baus, wie sie durch das Klassenzeichen sichtbar gemacht werden, sich nicht wesentlich von den permanenten Ackerböden der gleichen Hangneigungskategorie unterscheiden. In der Hauptsache sind es, wie jene, sL4 V-Böden. Die Profilbeschreibungen zeigen indessen in vielen Fällen das Auftreten der Bezeichnung „roh“, die auf das Vorhandensein gleiartiger Zustände hindeutet. Wir haben solche Böden bei nur schwacher Neigung und Südexposition auch in niederen Lagen kennengelernt. Dort kommen sie aber seltener vor bei auffälliger Bevorzugung der lößvermischten und Lößböden.

Den Ackerböden der schwach geneigten Lagen mit einem Geländeabschlag bis zu 6 v.H. entsprechen die wechselgenutzten Böden mit einem solchen bis zu 4 v.H. Dieser Unterschied erklärt sich aus der geringeren Wirtschafterschwernis, den geringeren Möglichkeiten der Bodenerosion infolge der Grasnutzungsjahre. Hier seien zunächst die am häufigsten vorkommenden SL4 V-Böden durch zwei Beispiele belegt.





da weder Steingehalt noch Hangneigung hier der Ausbildung einer Krumentiefe von 20 cm im Wege stehn. Unterhalb der Krume ist der Boden in trockenem Zustande dicht gelagert, in feuchtem kalt; die Reaktion wird durch die Auswirkung der Staunässe stark nach der sauren Seite herabgedrückt, eine Erscheinung, die in Verbindung mit nur schwachem Stauwassereinfluß nicht beobachtet werden konnte.

Was das Grünlandklassenzeichen nicht erkennen läßt, deckt die Korngrößenanalyse dieses Bodens auf: es handelt sich um eine Bodenart von Lößlehmcharakter mit hohem Staubsandanteil.

Entnahmetiefe in dm	Bodenskelett > 2 mm in v. H. des Gesamtbodens	Korngrößenzusammensetzung in v. H des Feinbodens			
		Grobsand 2,0—0,1 mm	Feinsand 0,1—0,05 mm	Staubsand 0,05—0,01 mm	Toniges < 0,01 mm
Profil 36					
0—1	—	1,2	8,4	60	30,4
3—3,5	—	1,6	8,4	59,6	30,4
6,5—7,5	44	13,6	13,2	50,8	22,4

Auch hier zeigt sich wieder die starke Neigung der staubsandreichen Böden zur Wasserstauung, die im Südergebirge durch hohe Niederschlagsmengen und herabgesetzte Verdunstung, besonders in winterseitiger Exposition, begünstigt wird.

**Mäßig geneigte Hangböden.** Es ist erstaunlich, wie weit im Südergebirge die landwirtschaftliche Nutzung und besonders auch die Acker-  
nutzung über die schwach geneigten Lagen hinausgeht. Auf den mäßig geneigten Hängen, das sind solche mit einem Böschungswinkel um 10°, ist noch viel Ackerbau, namentlich in sommerseitiger Exposition, anzutreffen. Es darf dabei nicht übersehen werden, daß die stärkere Neigung der Hangflächen neben den bekannten Nachteilen der Wirtschafterschwernis und der Erosionsbegünstigung auch den Vorteil der stärkeren Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung bietet, ein Vorteil, der sich stärkstens in den sommerseitigen Lagen bemerkbar machen muß, und der gerade in den höheren, feuchteren und kühleren Regionen des Gebirges zur Geltung kommt.

Bei der Bodenschätzung durch die Finanzverwaltung sind die Ackerböden der mäßig geneigten Lagen durch Geländeabschläge von 8—12% von der Bodenzahl gekennzeichnet worden. Während der typische Ackerboden der schwach geneigten Lagen des Südergebirges ein tiefgründiges (>60 cm) Bodenprofil der 4. Zustandsstufe aufweist, begegnen wir bei mäßiger Hangneigung hauptsächlich mittelgründigen Böden (40—60 cm) und damit der 5. Zustandsstufe.

Profil 37:

**Olsberg, Krs Brilon (Mescheder Bergland)**

Höhenlage 450 m, Jahresniederschlag 1050 mm, Jahrestemperatur 7,2°  
sL 5 V 48/36, Gel.S —8%, Klima —16%

Profilbeschreibung: h' -h gru' sL 1,5                      pH 6,8              Humusgehalt 3,5%  
gru st' sL 3,0  
verw.T Schi (Lenneschiefer)

Profil 38:

**Schameder, Krs. Wittgenstein (Berleburger Kammer)**

Höhenlage 510 m, Jahresniederschlag 1180 mm, Jahrestemperatur 6,2 °  
sL 5 V 47/29, Gel.NW -8 ‰, Klima -30 ‰

Profilbeschreibung: h gru' s' L 2,0-1,5	pH 4,8	Humusgehalt 7,6 ‰
gru st' s' L 3,0	pH 4,5	
gru st sl Schi-V	pH 4,4	

Profil 39:

**Cobbenrode, Krs. Meschede (Reister Senken)**

Höhenlage 390 m, Jahresniederschlag 1040 mm, Jahrestemperatur 7,2 °  
sL 5 V 48/35, Gel.W -12 ‰, Klima 16 ‰

Profilbeschreibung: h' gru' -gru s' L 2,0	pH 6,6	Humusgehalt 3,4 ‰
gru s' L 3-4	pH 4,9	
sl Schi-V	pH 6,8	

Diese drei Ackerböden unterscheiden sich von den Schieferverwitterungsböden der schwach geneigten Lagen in der Hauptsache durch ihre geringere Profilmächtigkeit. Dabei befinden sich die Böden Nr. 38 und 39 in Hangfußlage; Boden Nr. 37 liegt an einem Mittelhänge, der oberhalb von Wald geschützt ist. Die mäßig geneigte Hangfußlage wirkt sich hinsichtlich der Erosionsmöglichkeiten verschieden aus, je nach den die Erosion beeinflussenden Verhältnissen oberhalb des Hangfußes. So findet sich in den Korngrößenanalysen dieser Bodenprofile im Falle Cobbenrode in der Erhöhung des Anteils der tonigen Komponente in der Oberkrume ein Hinweis darauf, daß dieser Boden überschlemmt worden ist, im Falle Schameder dagegen hat die Ackerkrume einen geringeren Anteil an tonigen Bestandteilen als der Unterboden. Infolge der stärkeren Erosionsgefahr der mäßig geneigten Lagen werden im allgemeinen die Hangfüße für den Ackerbau bevorzugt.

Die stärkere Hängigkeit der hier besprochenen Ackerböden und die damit im Zusammenhang stehende Wirtschafterschwernis und gegebenenfalls kräftigere Erosion kommen häufig auch in einer geringeren Mächtigkeit der Ackerkrume zum Ausdruck. In diesen immer noch verhältnismäßig gut ausgereiften Verwitterungsböden hemmen weder ein hoher Steingehalt noch eine Vernässung des Rohbodens die Ausbildung einer normalen Ackerkrume, die in den schwach geneigten Lagen meist 2 dm Mächtigkeit erreicht, hier indessen aus den angegebenen Gründen auf 1,5 dm beschränkt bleibt.

Traten in den Ackerböden der schwach geneigten Lagen noch Lößbeimengungen oder gar Lößüberdeckungen auf, so fehlen sie in den Ackerböden der um 10 ° geneigten Hänge fast ganz. In dieser Hangneigungskategorie kann sich ein so leicht erodierbarer Boden wie der Lößlehm unter lang andauernder Ackerkultur schlecht halten, am ehesten noch, wenn er als Beimischung zum anstehenden Verwitterungsboden vorkommt.

Auch die Kennzeichnung „roh“, die bei den Böden der schwach geneigten Lagen unter den Klimaverhältnissen des Südergebirges meist im Zusammenhang mit Staunässeerscheinungen im Bodenprofil auftritt, ist in den Ackerböden der mäßig geneigten Hänge nicht mehr zu finden. Infolge stärkerer Neigung läuft hier bereits ein größerer Anteil des Niederschlagswassers oberflächlich ab, und das Fehlen des hohen Staub-

sandanteils der Lößbeimengungen wirkt sich günstig auf die Durchlässigkeit des Bodenprofils aus.

Die heute noch mittelgründigen Böden der mäßig geneigten Lagen sind bei ihrer gegenwärtigen Profilmächtigkeit noch als Ackerböden zu gebrauchen, aber ihre Nutzer müssen sich darüber klar sein, daß in erosionsgünstig gelagerten Fällen der Verlust an Bodensubstanz fortschreitet, wenn die Ackernutzung ohne Schutzmaßnahmen fortgesetzt wird. Die Verringerung der Bodenmächtigkeit kann so weit gehen, daß die Ackernutzung fragwürdig wird. Bei dem nun folgenden Boden ist die Grenze der Ackerfähigkeit bereits erreicht oder besser gesagt schon überschritten.

Profil 40:

Wiblingwerde, Krs. Altena (Wiblingwerder Hochfläche) Neukultur 1934

Höhenlage 350 m, Jahresniederschlag 950 mm, Jahrestemperatur 7,4 °  
SL 6 Vg 20/14, Gel.NW -12 %, Waldschatten NW -4 +, Klima -14 %

Profilbeschreibung:	h' st s' L 1,0	pH 5,5
	r st s' L 1-2	pH 4,6
	s' L SchIV	

Diese Neukultur des Jahrganges 1934 war ein Schritt über die dem Ackerbau von der Natur gezogene Grenze. Der flachgründige, stark steinhaltige Vg-Boden liegt an einer 15 ° geneigten Hangschulter und ist in seinem gegenwärtigen Zustande als Erosionstorso einer normalen Schieferverwitterung anzusehen. Der starke Steingehalt läßt den bodenartigen Gesamtcharakter als stark sandigen Lehm erscheinen und hat die Ackerkrume auf 1 dm beschränkt; die Flachgründigkeit des Profils ist in der Zustandsstufe 6 ausgedrückt. „Roh“ ist in diesem Falle der fast bis auf das Muttergestein zurückgeschnittene Unterboden; Stauässe liegt nicht vor. Die Ackernutzung dieses Bodens ist verfehlt; er dürfte kaum noch eine Dauergrasnutzung erlauben.

Noch mehr als in den schwach geneigten Lagen ist bei stärkeren Neigungsverhältnissen unter den klimatischen Bedingungen des Südergebirges, um die Erosion zu erschweren, die Wechselnutzung angebracht. Sie findet sich auch in dieser Neigungskategorie hauptsächlich auf den winterseitigen Hängen. Die Böschungswinkel um 10 °, bei den Ackerböden durch Geländeabschläge von 8—12 % gekennzeichnet, bewirken bei den wechselgenutzten Böden solche von 4—8 %.

Wie in den schwach geneigten Lagen, so sind auch unter mäßigen Neigungsverhältnissen die Bodenprofile der wechselgenutzten Böden denen der permanent beackerten ähnlich. Daher finden wir sie ebenfalls unter dem Klassenzeichen sL 5 V. Man sollte annehmen, daß die Wechselnutzung in mäßig geneigten Lagen gegenüber der Dauerackernutzung die größere Verbreitung hat, weil Wirtschafterschwernis und Erosionsbegünstigung sie fordern; eine Übersicht über die wirkliche Ausdehnung dieser Nutzungsart ist jedoch zur Zeit noch nicht zu erlangen.

Die wechselgenutzten Böden der mäßig geneigten Lagen zeigen immerhin einige Abweichungen von denen der schwach geneigten Hänge. Waren dort noch Böden mit Stauwassereinfluß anzutreffen, so gehören sie hier zu den Seltenheiten, denn die stärkere Neigung läßt einen





der Hängigkeit die Abschlämmung bisher noch keine große Rolle gespielt hat. Entweder ist dieses Profil erst verhältnismäßig kurze Zeit ein Ackerboden, oder es liegt sehr erosionsungünstig. Die Bodenmächtigkeit von Nr. 46 ist bereits so stark verkürzt, daß der dadurch erhöhte Skelettanteil zur Bildung eines leichteren bodenartigen Gesamtcharakters (SL) geführt und die Ackerkrume auf 1,5 dm beschränkt hat. Beide Böden werden bei Fortsetzung der Ackernutzung der Erosion unterliegen, die bei Nr. 46 schon lange wirksam geworden ist.

Auch die Wechsellnutzung geht gelegentlich weit über die mäßige Neigung der Hänge hinaus, wie das folgende, an einer 20° geneigten Hangschulter gelegene Musterstück zeigt:

**Profil 47:**

**Grevenstein, Krs. Arnsberg (Homert) A GR**

Höhenlage 410 m, Jahresniederschlag 1030 mm, Jahrestemperatur 7°  
 sL 5 V 44/20 Gel.O —18%, Waldschatten S u. Bergschatten W —16%, Klima —20%

Profilbeschreibung: h' -h gru st' fs'-krL 1--1,5 pH 6,2 Humusgehalt 4,1 %  
 gru st' fs'-krL 4,0 pH 5,5  
 sl Schi V pH 4,5

Die Feldgrasnutzung hat diesem Boden seine verhältnismäßig tiefe Gründigkeit erhalten, wenn auch die Schlämmanalyse den Anteil der tonigen Bestandteile der Oberkrume mit 37,5% gegenüber 41,8% im Unterboden angibt. Nach der Geländelage dieses Bodens ist ein Erosionsverlust wahrscheinlich, der bei ständiger Beackerung ein rascheres Tempo annehmen würde.

Von solchen Ausnahmen abgesehen, werden die Böden der steileren Hänge meist als Dauergrünland genutzt und haben dann ihre ursprüngliche Profiltiefe verhältnismäßig gut bewahrt. Dies scheint im Südergebirge überwiegend der Fall zu sein. Daneben kommen aber auch Weiden auf Böden vor, für welche nach starken Abschwemmungsverlusten die Grünlandnutzung der vorletzte Ausweg war; der letzte ist dann die Aufforstung.

Der Zusammenhang der Hangweiden mit dem Bodenprofil und den Lageverhältnissen soll im folgenden an 5 Beispielen erläutert werden.

**Profil 48:**

**Astenberg, Krs. Brilon (Astenhöhen)**

Höhenlage 770 m, Jahresniederschlag 1300 mm, Jahrestemperatur 5,2°  
 lS III d 2--22/20, Gel.S —4%, Heutrocknung —6%

Profilbeschreibung: h' (st') s' L 1,5  
 r' st-st s' L 2--3  
 sl Schi V u. St

Der Geländeabschlag von 4% ist hier einem Böschungswinkel von etwa 10° zugeordnet. Bei dem durch die Höhenlage und die angegebenen Daten für den durchschnittlichen Jahresniederschlag und die durchschnittliche Jahrestemperatur gekennzeichneten Klima bereitet die Heutrocknung bei einer etwaigen Nutzung als Mähweide Schwierigkeiten, die durch einen Abschlag von 6% von der Grünlandzahl bewertet worden sind. Das mittelgründige Schieferverwitterungsprofil weist bereits einen so hohen Skelettanteil auf, daß sein bodenartlicher Gesamtcharakter als ein lehmiger Sand erscheint. Es ist durch Erosion soweit verkürzt, daß es als ein Boden geringer Entwicklungsstufe angesehen werden kann. Das



Abschließend sei noch ein Weidehangprofil mit einem Böschungswinkel von fast 40° beschrieben.

Profil 52:

**Beringhausen, Krs. Brilon (Padberger Bergland)**

Höhenlage 330 m, Jahresniederschlag 900 mm, Jahrestemperatur 6,8°

IS III e 3—23/16, Gel.N —26 ‰, Verschießen —4 ‰

Profilbeschreibung: h' gru st' fs L 0,5—1,0

gru st fs L u. Schi

Die Grünlandnutzung dieser durch Abtragung vollständig verstümmelten Schieferverwitterung ist eine Verlegenheitsmaßnahme. Eine gute, geschlossene, ausdauernde Grasnarbe kann ein solcher Boden nicht ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgen. Was diesem Bodenrest zukommt, ist die Aufforstung.

Die hier vorgestellten, Dauergrünland tragenden Hangböden sind zumeist solche, deren Grasnutzung sowohl wegen der Bodenerhaltung wie teils auch aus klimatischen Gründen notwendig ist; zudem schließt auch die mit der stärkeren Hangneigung verbundene Wirtschafterschwernis die permanente oder zeitweilige Ackernutzung aus. Auf den verhältnismäßig tiefgründigen Böden der steileren Hänge in den höheren Lagen ist deshalb die Dauergrünlandnutzung besonders gut begründet. Hier spielt die Exposition für die Wahl der Kulturart kaum noch eine Rolle, da die Ackernutzung sich auch in Südlagen wegen der Steilheit der Hänge verbietet. Daneben lernten wir Grünland auf den Überresten mehr oder weniger stark erodierter Böden kennen, welches z. T. mehr die Aufgabe eines Erosionsschutzes, als die einer voll produktiven Kulturart erfüllt. Im letzteren Falle werden die (flachgründigen) Böden besser durch Wald ausgenutzt, da die Waldbäume vermittels eines tiefgreifenden Nährstoffkreislaufes eher zu einer Regeneration der verarmten Profile fähig sind.

**Ebene Böden.** Ebene Lagen kommen im Südergebirge selten vor und haben flächenmäßig keine große Bedeutung. Ihre landwirtschaftliche Nutzung beschränkt sich auf die Talböden der Flüsse und größeren Bachtäler und die Ebenheiten einzelner Hochflächen. Auf den Talböden herrscht die Grünlandnutzung vor, die Ebenheiten der Hochflächen werden zumeist beackert, doch trifft man in höheren und regenreichen Lagen auch Dauergrünland an.

Sind in den schwach geneigten Lagen des Südergebirges noch manche Lößböden und Lößbeimengungen zu finden, so haben sie sich auf den ebenen Flächen einer breiten nördlichen Randzone in noch größerem Umfange erhalten. Sie werden hier in Höhenlagen bis zu 450 m angetroffen und beackert. Dieser Umstand weist darauf hin, daß das Südergebirge durch Erosion viel Löß von seinen Hangflächen verloren haben muß. In den wirklich ebenen Lagen der Hochflächen werden außer Lößböden nur in geringem Umfange Verwitterungsböden des Anstehenden als Acker genutzt. An den in verschiedener Höhenlage auftretenden ebenen Lößböden läßt sich gut die Frage des Einflusses der Höhenlage mit ihren klimatischen Auswirkungen auf die Ausbildung des Bodenprofils studieren.



Die Profilbeschreibung ist nicht bis auf das Untergrundgestein fortgesetzt, aber es kann nicht mehr weit entfernt sein, weil es sonst nicht in das Klassenzeichen aufgenommen worden wäre. Wir können daher ohne den Verhältnissen Zwang anzutun, die Tatsache der Erhaltung einer hohen Basensättigung dieses Profils den tiefreichenden Baumwurzeln seines ehemaligen natürlichen Waldbestandes zuschreiben, welche den Kalk des Untergrundgesteins in den Basenkreislauf hereinnahmen und so einen ständigen Ersatz der durch das Klima bedingten Basenverluste der Lößbraunerde bewirkten. Sobald durch den Ackerbau auf diesem Boden Basenverluste eintreten, müssen sie durch Kalkdüngung wettgemacht werden.

Das Kennzeichen r' in der untersten Schicht des Lößlehms deutet darauf hin, daß der Massenkalk — wie das häufig der Fall ist — mit einer tonig-lehmigen Rinde gegen die Lößdecke abschließt, welche eine geringe Wasserstauung in dieser hervorgerufen haben mag. Wird der Lößlehm in ebener Lage von sehr wasserundurchlässigen Schichten unterlagert, oder verdichtet er sich selbst infolge Podsolierung, so kommt es zur Ausbildung von mehr oder weniger stark gleiartigen Böden, wobei auch die Höhe des Niederschlags und die Verdunstung eine Rolle spielen. Die beiden folgenden Lößbodenprofile sind dafür beispielhaft.

Profil 56:

**Schwitten, Krs. Iserlohn (Lürwald)**

Höhenlage 150 m, Jahresniederschlag 850 mm, Jahrestemperatur 8,6 °  
L 5 LÖV 50/44, Klima —4 %, Waldschatten O u. N —8 %

Profilbeschreibung:	h' fs L 2,0	pH 6,9	Humusgehalt 2,1 %
	r' ei fs L 3—4	pH 4,4	
	1T schi-V	pH 4,0	

Profil 57:

**Madfeld, Krs. Brilon (Briloner Hochfläche)**

Höhenlage 450 m, Jahresniederschlag 930 mm, Jahrestemperatur 7,0 °  
L 5 Lö 56/46, Klima —18 %

Profilbeschreibung:	h fs L 2,5	pH 6,8
	gb' ei' fsL 1,5	pH 5,7
	fl e fsL	pH 5,6

In dem Lößlehm von Schwitten hat die in 50—60 cm Tiefe unterlagerte lehmig-tonige Schieferverwitterung das Niederschlagswasser zeitweilig gestaut und zur Ausbildung eines gleiartigen Horizontes beigetragen, der sich unter der Bezeichnung r' (schwach roh) und ei (eisen-schüssig oder -fleckig) verbirgt. Die Bodenreaktion des gleiartigen Horizonts ist in den stark sauren Bereich herabgedrückt.

Beim Boden von Madfeld ist eine wasserstauende Unterlage nicht angegeben, dagegen ein schwach gebleichter Horizont von 1,5 dm Mächtigkeit unter der Ackerkrume, der gleichzeitig auch schwach eisenfleckig ist. Darunter ist der Boden stark fleckig. Diese Merkmale kennzeichnen einen stärker gleiartigen Zustand, als er in Profil Nr. 56 vorliegt.

Entnahmetiefe in dm	Bodenskelett > 2 mm in v.H. des Gesamtbodens	Korngrößenzusammensetzung in v.H. des Feinbodens			
		Grobsand > 2,0—0,1 mm	Feinsand 0,1—0,05 mm	Staubsand 0,05—0,01 mm	Toniges < 0,01 mm
Nr. 57					
1—2	—	0,8	4,4	56,8	38,0
4—5	—	0,4	3,0	56,0	40,6
		0,8	5,8	60,8	32,6

Über eine der Ursachen, welche die Wasserstauung in dem Lößlehm von Schwitten bewirken, klären die Ergebnisse seiner Schlämmanalyse auf. Es ist der verhältnismäßig hohe Anteil an Bestandteilen unter 0,01 mm, der im Verein mit dem gleichfalls hohen Staubsandanteil wasserstauend wirkt. Aber diese Korngrößenzusammensetzung ist nicht die alleinige Ursache der Anstauung von überschüssigem Sickerwasser im Boden. Dieses Material würde auch 930 mm Niederschlag im Jahre durchlassen, wenn es sich in guter Krümelstruktur befände. Das ist hier aber offenbar nicht der Fall. Was diesen staubsandreichen Lößlehm zur Wasserstauung befähigt haben mag, ist wahrscheinlich eine Strukturverschlechterung, die bereits im Stadium einer basenarmen Braunerde einsetzen kann und zur Dichtlagerung des Materials führt. Das Klima, dessen Einwirkung dieser ebene Boden in einer Höhenlage von 450 m unterliegt, wird seine Entbasung begünstigt haben, aber es ist doch sehr fraglich, ob er, von menschlichen Eingriffen verschont, in seinen heutigen, gleiartigen Zustand geraten wäre.

Auch die lößfreien Verwitterungsböden sind in ebener Lage meist gleiartig ausgebildet, weshalb sie auch seltener als Acker anzutreffen sind. Hierfür das folgende Beispiel:

Profil 58:

**Holzen, Krs. Arnsberg (Hachener Bergland)**

Höhenlage 360 m, Jahresniederschlag 930 mm, Jahrestemperatur 7,4 °  
L T 5 V 43/35, Klima —18 %

Profilbeschreibung: h — h' fs — krL 2,0  
r' — r st' kr L 2—3

st — st r sch l t L u. t gs L

Nicht nur das hier vorgestellte, sondern auch viele andere lößfreie Profile in ebener Lage sind in der Bodenart kräftiger als die Verwitterungsböden der an den Hängen des Südergebirges anstehenden Gesteine, weshalb der bodenartige Gesamtcharakter sandiger Lehm (sL) in ebener Lage selten auftritt. Hier findet man mehr Lehmböden (L) und zwar sogar schwere (LT), die wegen ihrer wasserstauenden Eigenschaften und gleiartigen Ausbildung meist der Zustandsstufe 5 angehören. Die kräftigeren Bodenarten der ebenen Lagen lassen sich mit der intensiveren Verwitterung des Verwitterungsmaterials infolge stärkerer Durchfeuchtung erklären, da den Bodenprofilen weniger Sickerwasser durch den oberflächlichen Abfluß der Niederschläge verlorengeht. Es ist indessen nicht ausgeschlossen, daß z. B. in den ebenen Lagen der Hochflächen auch ältere, prädiluviale Bodenbildungen unter der Entstehungsart V oder D bei der Bodenschätzung erfaßt worden sind.







Außerhalb der Fluß- und Bachtäler findet sich Dauergrünland in ebenen oder wenig geneigten Lagen hauptsächlich in den höheren Regionen, wo diese aus klimatischen Gründen für den Ackerbau nicht ausgenutzt werden können. Dafür ein Beispiel:

Profil 68:

**Winterberg, Krs. Brilon (Winterberger Hochmulde)**

Höhenlage 635 m, Jahresniederschlag 1150 mm, Jahrestemperatur 5,6°

L III d 3—20/19, Heutrocknung —6 %

Profilbeschreibung: h' (gru') fs L 1,5  
r' gru' fs' L 2—3  
sl Schi V

Vielfach sind aber auch gleichzeitig die Böden infolge der hohen Niederschläge, der geringen Verdunstung und der ebenen Lage durch Stauwasser gleiartig ausgebildet und dem Ackerbau wenig zuträglich.

**Zusammenfassung.** Die Untersuchung der landwirtschaftlich genutzten Böden an Hand der für die Bodenschätzung ausgewählten Musterstücke führte zu einer Einteilung nach den für die Ausprägung der Bodenprofile bestimmenden Neigungsverhältnissen. Es zeigte sich, daß die schwach geneigten Hänge (um 5°) die eigentlichen Ackerbodenlagen des Südergebirges sind. Hier finden sich überwiegend tiefgründige Bodenprofile (über 60 cm) der 4. Zustandsstufe. Ihr Reifezustand ist dementsprechend ein fortgeschrittener; Steingehalt ist selten verzeichnet, wenn er vorkommt, ist er nur gering. Im an sich geringeren Skelettgehalt ist die grusige Komponente vorherrschend. Der bodenartige Gesamtcharakter der Ackerböden ist durchweg ein sandiger Lehm. In den nördlichen Randpartien des Südergebirges verleihen die in dieser Neigungskategorie noch auftretenden Lößdecken oder Lößbeimischungen den Lehmen häufig feinsandigen Charakter.

Die schwach geneigten Lagen sind trotz der ziemlich einheitlichen Ausprägung ihrer Bodenprofile, abgesehen von den Unterschieden der Höhenlage und der Exposition, doch noch keine einheitlichen Standorte. Es konnte nachgewiesen werden, daß einige ihrer Böden der Erosion unterliegen, andere wiederum eine Zufuhr von Bodensubstanz erhalten. Diese Wahrnehmung deutet darauf hin, daß auch die bodenmäßig so einheitlich erscheinenden schwach geneigten Lagen noch weiter aufgegliedert werden müssen in Standorte, die hinsichtlich der Auswirkung des Reliefaktors verschieden zu beurteilen sind. Abtrag im einen und Zufuhr von Bodensubstanz im anderen Falle erweisen die Verschiedenartigkeit des Wasserhaushaltes dieser Standorte. Die einen erhalten einen Abzug von den jährlich fallenden Niederschlagsmengen, die anderen einen Zuschuß.

Diese Unterschiede im Wasserhaushalt dürften auch eine Rolle spielen bei der Hervorbringung von Staunässeerscheinungen in manchen Böden der schwach geneigten Lagen, für die ebenfalls Beispiele erbracht wurden. Im übrigen wurden feinsandig-schluffige Korngrößen, wie sie beispielsweise durch Lößbeimischungen in die Gebirgsböden gebracht worden sind, und schwer durchlässige Schichten des Untergrundes sowie winterseitige Exposition als weitere Verursacher der Staunässe und der von ihr hervorgerufenen gleiartigen Ausbildung des Bodens erkannt.

Die Ackerkrume der Böden der 4. Zustandsstufe der schwach geneigten Lagen sind recht einheitlich 2 dm mächtig. Abweichungen von der gekennzeichneten Ausbildung kommen sowohl nach der einen wie nach der anderen Seite vor. Eine Braunerde mit noch unterhalb der Ackerkrume erkennbarem Humushorizont wurde als Beispiel für einen höherwertigen Boden der 3. Zustandsstufe herausgestellt (Boden Nr. 25). Andererseits konnte gezeigt werden, wie die relative Ackergunst der schwach geneigten Lagen dazu verführt, mittelgründige und sogar steinreiche Böden minderer Ertragsfähigkeit unter den Pflug zu nehmen. Ihre Ackerkrumen sind unterdurchschnittlich entwickelt.

Kommen solche Böden in Höhen vor, die den Ackerbau aus klimatischen Gründen schon sehr erschweren, so erfolgt zunächst ein Ausweichen in die Feldgrasnutzung, vor allem dann, wenn es sich um winterseitige Lagen handelt. In diesen Fällen zeigt sich ebenfalls eine schwache Entwicklung der Ackerkrume, die in einem der angeführten Beispiele sogar auf 10 cm Mächtigkeit beschränkt bleibt. Auch die staunassen Böden schränken bei stärkeren Ausprägungsgraden und vor allem bei hochsitzender Staunässe die Tiefenentwicklung der Ackerkrume ein. Ihre Feldgrasnutzung leistet der mangelhaften Ausbildung der Ackerkrume Vorschub.

In Auswirkung der stärkeren Hängigkeit der um 10° geneigten Flächen zeigen sich ihre Ackerböden im Durchschnitt nur mittelgründig. Dieser Tatsache wird durch ihre Einreihung in die Zustandsstufe 5 bei der Bodenschätzung Rechnung getragen. Die Verkürzung des Bodenprofils ist indessen noch nicht so weit fortgeschritten, daß eine wesentliche Erhöhung des Skelettanteils durch „Herauswachsen“ der skelettreicheren Partien des Untergrundes erfolgt wäre. Demzufolge bezeichnet der sandige Lehm auch für diese Böden (noch) den bodenartigen Gesamtcharakter. Lößlehm als Decke oder Beimischung kommt auf den mäßig geneigten Flächen selten vor, da er der Erosion leicht zum Opfer fällt.

Hinsichtlich ihres Wasserhaushaltes und der Substanzbewegungen sind auch die mäßig geneigten Lagen noch keine einheitlichen Standorte. Auch sie unterscheiden sich nach Wasserablauf und -zulauf, Bodenabtrag und -zufuhr, wengleich auch Wasserverlust und Bodenerosion in dieser Hangneigungskategorie überwiegen. Infolgedessen sind Staunässeerscheinungen und gleiartige Ausprägungen hier kaum mehr anzutreffen.

Die Ackerkrumen der Böden in den mäßig geneigten Lagen zeigen begrifflicherweise die Tendenz zu schwächerer Entwicklung. Weniger ausgereifte, skelettreiche Böden, seien sie nun schwächere Entwicklungsgrade auf widerständigen Gesteinen oder Erosionsreste, verbieten die Ackernutzung bei mäßiger Hangneigung. Die wechselgenutzten Böden unterscheiden sich nur wenig von den Dauerackerböden, zeigen aber — wie diese — einige Abweichungen von dem Profilbau gleich genutzter Böden in schwach geneigter Lage. Stauwassererscheinungen und gleiartige Ausprägungen, dort noch stärker verbreitet, gehören hier zu den Seltenheiten, ebenso die Lößbeimengungen, welche die Entstehung der ersteren begünstigen. Der den Böden durch die Einschaltung länger andauernder Grasnutzung gewährte Erosionsschutz macht sich in einer durchschnittlich leichten Überlegenheit ihrer Profiltiefe gegenüber der-

jeningen der permanent beackerten Böden bemerkbar, was unter schwächeren Neigungsverhältnissen nicht beobachtet werden konnte. Wo jedoch die Bodenmächtigkeiten bereits stärker geschwunden sind oder von Natur aus nicht stärker entwickelt waren, da findet sich eine Zunahme der Grasnutzungsjahre, die zu einer Überlegenheit der Grasnutzungsdauer über die Ackernutzung führt und einen Übergang zum Dauergrünland bildet. Typisch für die wechselgenutzten Böden der mäßig geneigten Lagen ist die geringe Mächtigkeit der Ackerkrumen.

Bisweilen findet der Ackerbau auch bei stärkerer Neigung noch ausreichende Bodenmächtigkeiten vor. Permanent beackerte Böden sind sogar an Hängen über  $15^\circ$  festgestellt worden. Der Ackerbau bevorzugt hier aber die günstiger gelegenen unteren Hangpartien. Auf die Dauer wird Ackernutzung diese erosionsgefährdeten Böden jedoch ruinieren. Auch die Feldgrasnutzung bietet an solchen Steilhängen keinen ausreichenden Schutz. Infolge zunehmenden Skelettreichtums bei erosiver Verkürzung der Bodenprofile zeigt sich die Tendenz zur Bildung leichterer bodenartlicher Gesamtcharaktere. Die den Steilhängen angemessene landwirtschaftliche Nutzung ist das Dauergrünland, sofern sie sich nicht überhaupt verbietet. Es bewahrt seine Böden so gut vor dem Abtrag, daß sie denjenigen der mäßig geneigten Hänge an Gründigkeit im großen und ganzen nicht viel nachstehen, abgesehen von flachgründigen Erosionsresten oder an sich flachgründigen Böden, die besser aufgeforstet werden sollten.

Die humosen Oberkrumen der Dauergrünlandböden der steilen Hänge sind flacher als die der Ackerböden. Ihre Mächtigkeit liegt zwischen 5 und 15 cm. Diese Standorte sind hinsichtlich des Wasserhaushaltes und der Substanzbewegungen nicht mehr grundsätzlich, sondern nur dem Grade nach verschieden.

Ebene Lagen nehmen im Südergebirge nur verhältnismäßig geringe Flächen ein; sie beschränken sich auf die überwiegend grünlandgenutzten Talböden der Flüsse und größeren Bäche und die vorwiegend beackerten Ebenheiten der Hochflächen. In einer breiten nördlichen Randzone kommt bis in größere Höhen auf ebenen Flächen viel Lößlehm vor und wird beackert. Das einheitliche Gestein und die fehlende Einwirkung des Reliefs gestatten, den Einfluß der mit der Höhenlage wechselnden klimatischen Bedingungen auf die Bodenbildung zu studieren, soweit diese nicht durch die Nutzungsweise des Menschen in ihrem natürlichen Ablauf gestört worden ist. Es zeigte sich, daß noch in 420 m Höhenlage bei 1020 mm Jahresniederschlag und  $7^\circ$  mittlerer Jahrestemperatur eine basengesättigte Lößbraunerde vorkommt, die ihren Basengehalt allerdings vermutlich aus dem Kalkgestein des Untergrundes ergänzen konnte. Im übrigen wächst mit den klimatischen Bedingungen der zunehmenden Höhenlage die Neigung zur Ausbildung gleiartiger Zustände, die durch Podsolierung verstärkt wird. Die Begünstigung dieser Vorgänge infolge Veränderung des natürlichen Vegetationsgefüges durch den Menschen ist wahrscheinlich.

Die Bodenarten auch der lößfreien Verwitterungsböden sind in ebener Lage kräftiger ausgebildet; das Material ist stärker vertont, von den Niederschlägen geht nur wenig durch Oberflächenabfluß verloren. Damit

sind wesentliche Voraussetzungen für die Ausbildung gleiartiger Bodenprofile gegeben, die denn auch in den ebenen Lagen stärker verbreitet sind. Die Ackerkrumen sind in ebenen Lagen im allgemeinen 20 cm mächtig; die Lößböden erreichen meist solche von 25 cm Stärke.

Das Dauergrünland der Täler liegt zum Teil auf Auenböden, die in Profilbau und Dynamik den Braunerden ähnlich sind. Das sind Böden, die auch beackert werden können, wenn sie nicht Überschwemmungen ausgesetzt sind oder einen zeitweilig zu hohen Grundwasserstand haben. Ihre Bodenart ist meist kräftiger als die der Hangböden. Das absolute Grünland ist den ehemaligen Bruchwaldböden der Täler zugeordnet. Darunter finden sich echte Grundwassergleie und auch Grundwassergleipodsolen. Die letzteren sind den Auenböden auch in der Grünlandnutzung wertmäßig unterlegen. — Die ebenen Böden der Hochflächen tragen Grünland in den höheren Regionen, wo die Ackernutzung aus klimatischen Gründen nicht mehr angebracht ist. Vielfach sind sie gleiartig ausgebildet.

**Reaktions- und Humusverhältnisse.** Gegenüber den Böden unter Wald zeigen die landwirtschaftlich genutzten starke Abweichungen in den Reaktions- und Humusverhältnissen. Auf diesen Tatbestand wurde bereits kurz bei der Schilderung der Folgen der Umwandlung der Waldböden in Ackerböden hingewiesen. Hier soll etwas näher auf die Reaktions- und Humusverhältnisse in den landwirtschaftlichen Nutzböden eingegangen werden, soweit es die in den Profilbeschreibungen beigegebenen Ergebnisse von Reaktionsmessungen gestatten. Da die Bestimmungen, wie an anderer Stelle bereits angegeben, in einer 7,5 %igen KCl-Ausschüttelung vorgenommen wurden<sup>8)</sup>, ist in den pH-Werten nicht nur der aktuelle Bestand an Wasserstoffionen in der Bodenlösung gefaßt, sondern auch die mit KCl aus den Komplexen austauschbaren. Die für die landwirtschaftlich genutzten Böden angegebenen Werte können also nicht unmittelbar mit den pH-Werten aus dem wässrigen Auszuge der Waldböden verglichen werden, aber das Vorhandensein von 2 bis 3 Bestimmungen aus verschiedenen Horizonten des Vertikalprofils läßt in den Waldböden einerseits und in den landwirtschaftlichen Nutzböden andererseits typische Reaktionsgefälle erkennen, die man unter Vorbehalt<sup>9)</sup> miteinander vergleichen kann.

Während bei den Waldbodenprofilen der höchste pH-Wert im allgemeinen im tieferen B-Horizont gelegen ist und von da ab die Wasserstoffionenkonzentration zur Oberfläche hin zunimmt und in den humosen Horizonten ihren größten Wert (kleinste pH-Zahl) erreicht, liegen die Reaktionsverhältnisse in den Ackerböden ganz anders. Deutlich lassen sich zwei Reaktionstypen unter den Bodenprofilen der landwirtschaftlichen Nutzböden des Südergebirges unterscheiden. Der erste Typus gleicht zunächst den Waldböden darin, daß ein relativ höherer pH-Wert (also die geringere Wasserstoffionenkonzentration) in den tieferen Partien der B-Horizonte anzutreffen ist. Zur Oberfläche hin nimmt er dann, wie in

<sup>8)</sup> Durch das Bayrische Geologische Landesamt mit dem Elektro-Jonometer nach Trenel.

<sup>9)</sup> Würde statt der aktuellen die Austauschazidität der Waldböden bestimmt worden sein, so könnte sich u. U. auch ihr Reaktionsgefälle anders darstellen.

den Waldböden, ab, um in der Ackerkrume einen mehr oder weniger starken Anstieg zu erfahren, der ihn häufig noch über den pH-Wert des tieferen Rohbodens hinaushebt. Dieser Reaktionstypus läßt sich demnach leicht als ein durch die landwirtschaftliche Kultur in der humosen Oberkrume verbesserter ehemaliger Waldboden erkennen. Ihm gehören die Bodenprofile Nr. 22, 23, 25, 30, 32, 35, 39, 43, 51, 59, 61 an. Der zweite Typus hat seinen höchsten pH-Wert in der humosen Oberkrume; von dort fällt dieser ständig ab und erreicht in den tieferen Partien des B-Horizontes seinen niedrigsten Wert. Durchschnittlich liegen die Reaktionsdaten des zweiten Typus höher als die des ersten. Ihm gehören die Bodenprofile Nr. 24, 36, 38, 45, 47, 49, 54, 55, 56, 57 an. Seine Reaktionsverhältnisse sind also denen der meisten Waldböden des Südergebirges entgegengesetzt. Sie gleichen indessen dem Reaktionsgefüge der basenarmen Braunerde des von R. Bükler aufgenommenen Zahnwurz-Buchenwaldes vom „Vorderen Hohen Knochen“ im Astengebirge. Zeigt sich hier ein Ausgangspunkt für die Aufklärung des Zustandekommens dieses Reaktionstypus? Handelt es sich hier vielleicht um Profile, deren ehemalige natürliche Waldgesellschaften aus dem Untergrunde heraus die Oberböden mit Basen angereichert haben, oder beginnt in diesen Böden die landwirtschaftliche Kultur nach Neutralisierung der Oberkrume sich auch auf die ihnen zunächst gelegenen Partien der Unterböden auszuwirken? Diese Frage läßt sich nach dem heutigen Stande der Untersuchung der Böden des Südergebirges noch nicht beantworten. Indessen kann man schon feststellen, daß die beiden Reaktionstypen in den landwirtschaftlich genutzten Böden weder zu den Kulturarten, noch zu den Lageverhältnissen, noch zu den Zustandsstufen (die ja bei den Gebirgsböden mehr ein Ausdruck für die Profiltiefe sind) irgendeine Beziehung haben. Auch die Erosionsverhältnisse sind ohne Einfluß.

Betrachtet man die Reaktionsverhältnisse in den humosen Oberkrumen für sich, so zeigt sich eine eindeutige Beziehung zu den landwirtschaftlichen Kulturarten. Die höheren pH-Werte werden in den Krumen der ständig beackerten Böden gefunden; wechselgenutzte und Dauergrünlandböden haben etwas niedrigere Werte. Es versteht sich von selbst, daß die Reaktion in den Oberkrumen der landwirtschaftlich genutzten Böden infolge ihrer natürlichen Qualitätsunterschiede und wirtschaftlich unterschiedlicher Behandlung eine starke Streuung der pH-Werte aufweist. Die Reaktionen der Ackerböden auf den paläozoischen Gesteinen des Südergebirges umfassen im großen und ganzen den schwach sauren und den neutralen Bereich. (Für die in 7,5 %iger KCl-Ausschüttelung gewonnenen Werte gelten als schwach sauer: pH 5,1—6,1, als neutral: pH 6,2—6,5). Dagegen liegen die Reaktionen der feldgrasgenutzten Böden und des Dauergrünlandes überwiegend im schwach sauren Bereich. Ausgesprochen saure Oberkrumen (pH 4,5—5,0) kommen in landwirtschaftlicher Nutzung selten vor. — Eine Sonderstellung nehmen im Südergebirge die Lößböden ein, die bessere Reaktionsverhältnisse in ihren Ackerkrumen aufweisen. Ihre pH-Werte liegen häufig im schwach alkalischen Bereich (pH 6,6—7,0).

In den Reaktionsdifferenzen zwischen den humosen Oberkrumen und den Unterböden drückt sich die bodenkulturelle Leistung der Landwirtschaft aus. Diese ist um so größer, je stärker die Differenz an sich ist

und je tiefer sie in den sauren Bereichen der Reaktion liegt, denn die Wasserstoffionenkonzentration steigt mit dem Abnehmen der pH-Werte nicht linear, sondern in der Potenz. Damit ist gesagt, daß viel größere Aufwendungen erforderlich waren, die Reaktion der sauren oder auch nur schwach sauren Böden der paläozoischen Gesteine in den neutralen Bereich zu heben, als zu der geringfügigen Erhöhung der an sich schon höher liegenden pH-Werte der Lössböden. Die aus den mitgeteilten Daten der verschiedenen Bodenprofile ersichtlichen Differenzen zwischen den pH-Werten der Unterböden und der Oberkrume demonstrieren sehr augenfällig die Schwierigkeit der Landwirtschaft auf den Verwitterungsböden der paläozoischen Gesteine und die Notwendigkeit vergleichsweise höherer Aufwendungen gegenüber den Lössböden.

Von 21 der in diesem Abschnitt veröffentlichten Bodenprofile landwirtschaftlich genutzter Böden in verschiedener Höhen- und Hanglage sind die Ergebnisse der Untersuchung des Humusgehalts der Oberkrumen mitgeteilt. Damit läßt sich ein erster, allerdings noch lückenhafter und undeutlicher Überblick über die Humusverhältnisse der landwirtschaftlichen Nutzböden des Südergebirges gewinnen. Wenn im folgenden von dem Humusgehalt der Böden die Rede ist, so ist damit die Gesamtheit der organischen Stoffe gemeint. Sie umfaßt nicht nur die echten Humusstoffe, sondern auch die Vorstufen der Humusbildung, die ersten Abbauprodukte des organischen Ausgangsmaterials und dieses selbst soweit es noch vorhanden ist<sup>10)</sup>.

Aus den Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß der Humusgehalt in den landwirtschaftlich genutzten Böden des Südergebirges örtlich sehr verschieden ist. Er schwankt zwischen weniger als 2 % und mehr als 7 %. Das ist bei den unterschiedlichen Höhen-, Boden- und Klimaverhältnissen, die durch die Verschiedenartigkeit der Bewirtschaftung noch weiter differenziert werden, auch zu erwarten. Obwohl die Anzahl der hier zur Verfügung stehenden Untersuchungsergebnisse gering ist, läßt sich doch hinreichend deutlich eine Beziehung zwischen der Höhe des Humusgehalts und der landwirtschaftlichen Kulturart feststellen. Den geringsten Humusgehalt weisen die Ackerböden auf; er schwankt um 3 %. Fast doppelt so hoch ist derjenige des Grünlandes der feuchten Talböden; die wechselgenutzten Böden nehmen hinsichtlich ihres Humusgehalts eine mittlere Stellung ein. Vom Dauergrünland der Hangböden und der Hochflächen liegen nicht genügend Untersuchungen für eine für das Südergebirge allgemein gültige Aussage vor.

In den jahrhundertlang landwirtschaftlich genutzten ehemaligen Waldböden des Südergebirges ist der Humus der vom Pflug erfaßten Oberkrume ein Neubildungsprodukt. Wenn dabei die mittelalterlichen Düngungsmethoden den Böden mit dem Stallmist organische Substanzen zuführten, die zur Einstreu in den Stall größtenteils noch dem Walde oder der Heide entnommen waren, so trat im Zuge der neueren Landwirtschaft mit stärkerer Viehhaltung allmählich und überwiegend der Strohmist als Ausgangsstoff der Humifizierung an deren Stelle. Es darf aber nicht übersehen werden, daß der Abbau dieser organischen Sub-

<sup>10)</sup> Die Bestimmung der Humusgehalte erfolgte entweder oxydimetrisch-titrimetrisch nach Alten oder durch nasse Verbrennung nach Springer im Bayerischen Geol. Landesamt.

stanzen auch dem Einfluß der Standortbedingungen unterliegt. Die Beschaffenheit der mineralischen Komponente des Bodens, das lokale Klima, dessen Einfluß er untersteht, und vielleicht auch die Auswirkungen der Hangneigung beeinflussen nach wie vor Richtung und Tempo der Humifizierungsprozesse und lassen die Struktur der organischen Substanz als Resultante aus den Bemühungen des Landwirts, günstige Voraussetzungen für die Humifizierung zu schaffen, und aus den Einwirkungen der Standortkräfte hervorgehen. So kommt es zu den Unterschieden, die sich schon bei der quantitativen Erfassung der gesamten organischen Substanz, des Humusgehaltes, zeigten. Dazu treten dann noch qualitative Unterschiede, die sich nach dem Humifizierungsgrad und nach der Qualität der echten Humusstoffe — Huminsäuren — bemessen.

Durch die landwirtschaftliche Kultur werden die Humifizierungsbedingungen in den Bodennutzungsarten Acker, Wechselland, Dauergrünland in verschiedenem Grade und in verschiedener Weise vom Landwirt gesteuert. Den stärksten Einfluß kann er in den Ackerböden ausüben, indem er durch Stall- und Gründünger die organischen Ausgangsstoffe in den Boden bringt und durch zweckmäßige Bodenbearbeitung und mineralische Düngung ein günstiges Medium für den Ablauf der Humifizierungsprozesse schafft. Demzufolge wird die Eigenart des Standortes der Humusbildung in den Ackerböden weniger ihren Stempel aufdrücken können als in den Dauergrünlandböden, wo die Einflußnahme auf die Humifizierung weit geringer ist. Dabei wird sich aber das Dauergrünland der grundwasserfreien Böden, also das von der klimatischen Feuchtigkeit lebende Grasland, wesentlich von dem der Naßböden unterscheiden. Die Humifizierungsbedingungen in den Naßböden können durch Regulierung des Grundwasserstandes zum Teil erheblich beeinflußt werden, während die Böden der auf klimatische Feuchtigkeit angewiesenen Grünländereien ihre Standorteigenart bei der Humusbildung stärker durchsetzen.

Die Wechselnutzung von Acker und Grünland, die überwiegend auf grundwasserfreien Böden stattfindet, nimmt hinsichtlich der Humusverhältnisse, wie das in der Natur der Sache liegt, eine Zwischenstellung ein. Die Maßnahmen der Ackerkultur führen zu einer mehr oder weniger schnellen Zersetzung und Umformung der in den Boden gebrachten organischen Substanz, und die in den Ackerböden gefundenen Humusgehalte sind kleiner als in den Grünlandböden, weil hier infolge der rascheren Zersetzung wahrscheinlich weniger Humusvorstufen neben dem echten Humus vorhanden sind. Die etwa doppelt so hohen Humusgehalte der Grünlandböden Nr. 65, 66, 67 erklären sich aus der diesen feuchten Standorten eigenen starken Hemmung des bakteriellen Abbaus der organischen Substanz. Es sind saure Böden.

Unterzieht man die Humusgehalte der Ackerböden einer näheren Betrachtung im Zusammenhang mit ihrer Höhenlage, so kann man feststellen, daß die unter dem Durchschnitt von etwa 3% liegenden Werte in Höhenlagen bis zu ungefähr 300 m vorkommen, die über dem Durchschnitt liegenden dagegen von etwa 300 m an aufwärts. Es ist jedoch nicht möglich, daraus eine Abhängigkeit des Humusgehaltes von der Höhenlage und ihrer klimatischen Situation bestätigt zu sehen, denn die unter-

durchschnittlichen Humusgehalte kommen fast ausschließlich in Lößböden oder lößvermischten Böden vor (Böden Nr. 22, 30, 45, 54, 56), die überdurchschnittlichen dagegen in lößfreien Böden. Hier kann also ebensogut eine Beeinflussung durch das mineralische Substrat vorliegen. Die Lößböden bieten der Humifizierung bessere Bedingungen, zudem werden sie meist intensiver bewirtschaftet. Infolgedessen kann es in ihnen zu einer schnelleren Umwandlung der organischen Ausgangssubstanz kommen, und sehr wahrscheinlich ist der Humifizierungsgrad, also der Anteil echter Humusstoffe, in den Lößböden höher als in den Verwitterungsböden der paläozoischen Gesteine. Untersuchungen in dieser Richtung liegen aus dem Südergebirge jedoch noch nicht vor, und so bleibt diese Frage einstweilen ungeklärt.

Die hier vorgenommene Aufgliederung der landwirtschaftlich genutzten Böden des Südergebirges nach den Neigungsverhältnissen ihrer Lage, also nach der Verschiedenartigkeit desjenigen Faktors, der die Ausprägung der Gebirgsböden am stärksten beeinflußt, war an die Möglichkeiten gebunden, die sich durch die Verwendung der Musterstücke der Bodenschätzung ergaben. Es wurde eine Aufteilung der Reliefverhältnisse gewählt, welche die ihnen zugeordneten Böden am ehesten in eine Verbindung zu den Tatsachen ihrer Nutzung bringen ließ. Die Unterscheidung von ebenen, schwach geneigten (um 5 °), mäßig geneigten (um 10 °) Lagen und steileren Hängen erwies sich als eine brauchbare Einteilung, welche sowohl Boden- als auch Nutzungsverhältnisse in ihrer gegebenen Differenzierung fürs erste genügend erfaßt, wenngleich auch die Abgrenzung der einzelnen Kategorien mit Ausnahme der eindeutig fixierten ebenen Lagen verschwommen ist. Es darf indessen nicht übersehen werden, daß die hier gefundene Einteilung, welche einen ersten Einblick in die Zusammenhänge von Geländegestalt, Boden und Nutzungsverhältnissen vermittelt, mehr eine von den verfügbaren Unterlagen her bestimmte Behelfslösung als eine wissenschaftliche Methode ist. Sie ist infolgedessen auch nicht entwicklungsfähig. Die notwendige weitere Erforschung der Böden des Südergebirges muß, wenn sie deren standörtliche Bindungen und Zusammenhänge mit den Reliefverhältnissen bis ins einzelne klarstellen will, andere Wege gehen. In dieser Hinsicht erscheinen beispielsweise die neueren Bestrebungen von geographischer Seite, kleinste Landschaftseinheiten, die sogenannten Physiotope, als formal geschlossene Bezirke gleicher anorganischer Konstitution herauszuarbeiten, erfolgversprechend. Der erste, aus dem Südergebirge vorliegende Versuch dieser Art sind die von H. Fraling (1950) untersuchten Physiotope der Lahntalung bei Laasphe. Es zeigt sich, daß der Bestand an anorganischen Bodenbildungsfaktoren wie Gestein, Reliefsituation, Wasserverhältnisse und Lokalklima das Bodenbildungsprodukt ziemlich fest in den Physiotop einbindet, aber die Vegetation als organische Bodenbildungskraft und die Nutzung durch den Menschen können es innerhalb gewisser Grenzen verändern. In seiner Ganzheit kann der Boden also durchaus den physiotropischen Bindungen entweichen; er ist von Natur aus vielmehr ein Element des Biotop, jener kleinsten Standorteinheit mit ursprünglich einheitlicher organischer Ausstattung. Die Biotope indessen, in ihrer organischen Komponente leichter verwundbar, sind vom Menschen vielfach zerstört und durch dessen Nutzungsweisen

unkenntlich gemacht worden. Dagegen haben die Physiotope vermöge ihrer vergleichsweise derberen Konstitution den Einwirkungen des Menschen besser standgehalten. Sie sind leichter erkennbar, dauerhafter und beherrschen vor allem im Gebirge bei Wirksamwerden des Relieffaktors das Bodenbildungsprodukt sehr merklich. Weitere Untersuchungen müssen erweisen, ob die Erforschung der Physiotope und ihre Kettenbildung eine geeignete Grundlage für eine verfeinerte Einteilung und Abgrenzung, vielleicht auch Nomenklatur der Gebirgsböden abgeben kann, die auch ihren praktischen Nutzungswert stärker hervortreten läßt. Damit würde auch ein Ordnungsprinzip für die bisher fast unmögliche Übersichtskartierung der Gebirgsböden gefunden werden.

Für ein solches Vorhaben ist freilich eine Ansprache der Böden nach ihrem morphologisch-genetischen Typus, der auch ihre Dynamik erkennen läßt, notwendig; die bisherigen Einteilungen und Nomenklaturen der Gebirgsböden beinhalten zu wenig, um in dieser Richtung zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Ihrer Überwindung dient auch die vorliegende Arbeit. Eine gewisse Hilfe werden die Flächenergebnisse der Bodenschätzung leisten können, wenn sie erst einmal zu einer übersichtlichen, kartenmäßigen Bodendarstellung im einheitlichen Maßstab verarbeitet sein werden.

## 3. KAPITEL

### Bodenrechte Nutzung

**Begriff und Prinzipien.** Die bodenrechte Nutzung ist ein bisher nicht formulierter Begriff. Darunter soll eine Nutzung des Pflanzen-Standortes (bestimmt durch Boden, Klima und Geländelage) verstanden werden, die unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Zweckmäßigkeit und unter Anpassung an die gegebene Eignung der Standortkräfte die Erhaltung oder Steigerung der Bodenproduktivität anstrebt. Von den Standortkräften Boden, Klima und Geländelage repräsentiert der Boden am eindrucksvollsten deren Gesamtheit, da Teilwirkungen des Klimas und der Geländegestalt in seiner Beschaffenheit zum Ausdruck kommen. Wenn im folgenden der Ausdruck „bodenrecht“ in Verbindung mit der Nutzung von Pflanzenstandorten gebraucht wird, so ist damit also stets eine Nutzungsweise gemeint, die den Eigenarten der Gesamtkräfte des Standortes gerecht wird und die ihnen innewohnenden Entwicklungsmöglichkeiten berücksichtigt. Einer Veränderung durch den Menschen sind alle drei Standortkräfte zugänglich, am stärksten jedoch der Boden. So ist es auch aus diesem Grunde gerechtfertigt, eine sich den Standortgegebenheiten anpassende und gleichzeitig die Erhaltung oder Steigerung ihrer Produktivität anstrebende Nutzung als bodenrecht zu bezeichnen.

Die Geschichte der Nutzungen des Bodens kennt viele Verstöße gegen das hier aufgestellte Prinzip. Demzufolge haben viele Landschaften der Erde einen Rückgang ihrer einst stärkeren Bodenproduktivität erfahren. Davon sind uns aber nur die auffälligsten Erscheinungen bekannt, wie die Verkarstungen in den Mittelmeerländern, die großen Erosionsschäden in Nordamerika und viele andere mehr. Es gab bisher auch kaum einen Maßstab für die Beurteilung der in den einzelnen Landschaften gegenwärtig vorhandenen Produktionskraft der Böden im Verhältnis zu der von Natur aus möglichen. Infolgedessen konnten Veränderungen in dem Zustande der Böden, die in Wirklichkeit auf Einflüsse des Menschen zurückzuführen sind, als solche auch nicht immer erkannt werden. So werden noch heute die Böden in den besiedelten Landschaften der Erde in ihrem gegenwärtigen Zustande von ihren Nutzern ganz überwiegend als naturgegeben angesehen, und nur Bodenschädigungen, die aus rasch sich auswirkenden groben Fehlern der Bodennutzung entstehen, werden gewöhnlich als solche erkannt.

Die Erkenntnis, daß bei stationärem und permanentem Ackerbau der Boden gedüngt werden muß, wenn er durch den andauernden Entzug pflanzlicher Substanz nicht verarmen soll, hat infolge der Anwendung sehr unterschiedlicher Düngungsmethoden im Laufe der Zeit zu sehr verschiedenartigen Ergebnissen geführt. Als Beispiel, wie stark ge-

benenfalls durch eine jahrhundertlang geübte Düngungsart die Bodenproduktivität ganzer Landschaften verändert werden kann, sei hier nur auf die Plaggenwirtschaft hingewiesen, die in großen Teilen Nordwestdeutschlands seit dem Mittelalter, zum Teil wohl auch schon seit frühgeschichtlicher Zeit bis in das 19. Jahrhundert hinein in Anwendung war. Sie hat zu einer enormen Anhäufung von mehr oder weniger sauren Humusstoffen auf verhältnismäßig kleinen Flächen geführt, deren Produktivität dadurch meist erhöht wurde. Diesen stehen um ein Vielfaches größere Flächen mit gesunkener Produktivität gegenüber, aus welchen die Plaggen entnommen wurden. Es ist dies der größere Teil der Heiden Nordwestdeutschlands, deren meist stark podsolierter Ortssteinboden der Rekultivierung große Schwierigkeiten bereitet.

Solche Zusammenhänge zwischen den Wirtschafts- und Düngungsmethoden in Vergangenheit und Gegenwart und dem gegenwärtigen Zustand der Böden beginnen erst langsam sich aufzuhellen, und erst der morphologisch-genetische Zweig der Bodenkunde und die neueren Vorstellungen von der Dynamik der Böden geben uns allmählich Maßstäbe für die Beurteilung des menschlichen Anteils an dem gegenwärtigen Zustand der Böden an die Hand. Das gleichzeitig rasche Fortschreiten der Erkenntnisse auf dem Gebiete der Pflanzensoziologie und der Entwicklungsgeschichte der Pflanzengesellschaften, die von der vor- und frühgeschichtlichen und der agrarhistorischen Forschung beigebrachten Tatsachen, die kultur- und agrargeographischen Erkenntnisse, die Urlandschaftsforschung und noch manche andere Zweige wissenschaftlicher Arbeit verschaffen uns nach und nach die Möglichkeit, die Umrisse einer Entstehungsgeschichte der Böden einzelner Landschaften herauszuarbeiten und dabei den Anteil des Menschen an dem gegenwärtigen Leistungsstande der Bodenproduktivität zu erkennen.

Die Frage der nachhaltigen Leistungssteigerung unserer Böden, die viel zu eng häufig als eine Düngungsfrage aufgefaßt wird, muß in einem viel weiteren, entwicklungsgeschichtlichen Rahmen gesehen werden. Wir müssen erkennen können, auf welcher Stufe der Boden im Verhältnis zu seinem von Natur aus erreichbaren Entwicklungsgrad gegenwärtig steht, wie weit der wirtschaftende Mensch ihn in seiner möglichen Entwicklung gehemmt, gefördert oder auf andere Entwicklungsbahnen geschoben hat und welche Möglichkeiten der Leistungssteigerung gegeben sind. Schon heute kennen wir die Grenzen der Entwicklungsmöglichkeit der Hauptbodentypen unter den Naturbedingungen ihrer Landschaften, aber ihre gegenwärtigen Zustände werden allgemein noch zu sehr als naturgegeben angesehen, während sie grade in den schon seit vor- oder frühgeschichtlicher Zeit besiedelten Landschaften zum Teil sehr starken Veränderungen durch den Menschen unterlegen sind.

Die vorliegende Arbeit stellt einen Versuch dar, nach einer Analyse des menschlichen Anteils an dem gegenwärtigen Zustand der Böden des Südergebirges eine Kritik ihrer gegenwärtigen Nutzung vom Standpunkt der Erhaltung oder Förderung der Bodenproduktivität zu eröffnen und Vorschläge für eine bodenrechte Nutzung zu machen. Die Neuartigkeit des Versuchs, die relative Unvollkommenheit und Uneinheitlichkeit der zur Verfügung stehenden Unterlagen und die Größe und Vielgestal-

tigkeit des Gebiets verbieten den Anspruch auf mehr als eine skizzenhafte Darstellung erster Ergebnisse.

Wenn die Ertragsleistungen der land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden diesen um den Preis ihrer Erosion oder Degradation abgerungen werden, so muß ein solches wirtschaftliches Verhalten im Laufe der Zeit einen ständig wachsenden Produktivitätsschwund zur Folge haben. Solche Entwicklungen gehen im allgemeinen langsam vor sich, ihre Folgen zeigen sich häufig erst nach vielen Jahrzehnten, in manchen Fällen auch erst nach Jahrhunderten, und die gegenwärtig wirtschaftende Generation ist meist infolge mangelnder Vergleichsmöglichkeiten nicht in der Lage, das Absinken der Ertragsleistungen zu bemerken. Hinzu kommt dann oft ein Vorgang, der geeignet ist, den wahren Leistungsstand der Böden im Verhältnis zu dem von Natur aus möglichen zu verschleiern. Ist ein Bodentyp durch eine, vom Standpunkt der Erhaltung seiner natürlichen Produktivität gesehene, fehlerhafte Nutzung degradiert, d. h. in einen Typ minderer Leistungsfähigkeit verwandelt oder auf andere Art geschädigt, so gelingt es dem wirtschaftenden Menschen zuweilen, durch Benutzung neuer Pflanzen oder neuer Züchtungen oder durch neuartige Düngungs- und sonstige Ackerbaumethoden sich den veränderten Bodenqualitäten anzupassen und deren gesunkene Ertragsleistungen scheinbar wieder zu heben, häufig sogar über den früheren Stand hinaus.

Ein gutes Beispiel für diese Entwicklung aus der Forstwirtschaft des untersuchten Gebietes bietet die Wiederaufforstung der großen Heideflächen, die als Hinterlassenschaft der mittelalterlichen Wirtschaftsweise noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts im Südergebirge vorhanden waren. Auf den durch die Waldverwüstung und die ihr als Endstadium folgende Verheidung degradierten Böden konnte der ursprüngliche Buchenwald oder Laubmischwald nicht mehr gedeihen. Statt dessen gelang die Aufforstung mit Fichten, die wirtschaftlich befriedigende Erträge lieferten. Die ursprüngliche Braunerde jedoch, die mit größter Wahrscheinlichkeit bereits unter der Heide zu dem Typus der podsoligen Braunerde degradiert worden war, hat sich auf dieser Stufe minderer Leistungsfähigkeit nicht nur erhalten, sondern ihre Degradation wird durch die seither geübte Art des Fichtenanbaus, die zur Rohhumusbildung führt, eindeutig fortgesetzt. So wird hier die Tatsache der langsam aber ständig absinkenden Produktivität der ehemals unter dem natürlichen Buchenwalde vorhandenen Braunerde durch die wirtschaftlich befriedigende Ertragsleistung der Fichte verdeckt. Wie lange noch? Die zuerst mit Fichten aufgeforsteten ehemaligen Heideflächen dürften heute ausnahmslos die zweite Generation tragen; hier und da mag vielleicht schon die Aufzucht der dritten versucht werden. Früher oder später werden sich — zunächst auf den am meisten degradierten Böden — Schwierigkeiten bei der Aufzucht einer neuen Generation zeigen und die Forstwirtschaft vor die Notwendigkeit neuer Anpassung an den Bodenzustand stellen, wenn sie es nicht vorzieht, die weitere Verschlechterung der Böden durch geeignete Maßnahmen abzustoppen.

Auf dem Sektor der landwirtschaftlichen Produktion kann das langsame, unmerkliche Fortschreiten der flächenhaften Bodenerosion im Südergebirge als Beispiel für die Verschleierung des Produktivitäts-

schwundes geneigter Ackerböden angeführt werden. Wo die der Flächen-erosion ausgesetzten Ackerböden noch genügend tiefgründig sind, wird der Verlust an Bodensubstanz in ihren Ertragsleistungen zunächst nicht erkennbar zutage treten. Wenn die in dem Abschnitt über die Entwicklungsgeschichte der Böden des Südergebirges dargelegte Auffassung zu Recht bestehe, daß die im Laufe des 19. Jahrhunderts allmählich sich herausbildende moderne Ackerwirtschaft die Abschlammung der Böden stärker begünstigt, dann haben wir heute im Südergebirge viele geneigte Ackerflächen, welche in beschleunigtem Tempo an ihren Oberflächen feinerdige Substanz verlieren. Dieser Verlust wird sich — abgesehen von krassen Fällen — in den Ertragsleistungen der betroffenen Böden lange Zeit nicht erkennen lassen, da er überlagert wird von den Ertragssteigerungen, welche durch die Düngungs- und Bodenbearbeitungsmethoden der modernen Ackerwirtschaft und durch Pflanzenzüchtungen hervorgerufen worden sind.

Es ist nun in der Landwirtschaft des Südergebirges nicht damit zu rechnen, daß die weiter fortschreitende Verminderung der Produktionskraft vieler Böden zu einem schlagartig einsetzenden Leistungszusammenbruch führt. Die Abschlammung eines großen Teiles der Böden des Südergebirges schreitet nach Lage der Dinge im einzelnen in ganz verschiedenem Ausmaß und Tempo fort. Sie hat auch nicht überall gleichzeitig eingesetzt. Infolgedessen wird der Zeitpunkt, in welchem die Ertragssteigerung durch die Mittel des modernen Ackerbaus den Verlust der natürlichen Bodenproduktionskraft nicht mehr zu überdecken vermag, also das Offenbarwerden eines latent schon lange bestehenden Produktivitätsschwundes, für die betroffenen Böden ein ganz verschiedener sein. Die Entwicklung kann so weit gehen, daß von der Erosion stark verkürzte Ackerbodenprofile aus der Ackernutzung ausscheiden müssen, weil die Erträge die Aufwendungen nicht mehr lohnen. Schon heute gibt es im Südergebirge solche Bodenflächen, und wenn die Ergebnisse der Bodenschätzung erst einmal zu Übersichten verarbeitet sein werden, wird man ihr Ausmaß feststellen können.

Die hier an je einem Beispiel aus der Land- und Forstwirtschaft des Südergebirges deutlich gemachte Minderung der natürlichen Produktionskraft seiner Böden durch ungeeignete Nutzungsweisen kann durch den Übergang zu bodenrechter Nutzung aufgehalten, aber nur zum Teil wiedergutmacht werden.

**Bodenrechte Forstwirtschaft.** Die Herabminderung der natürlichen Bodenqualität durch Rohhumus- oder Moderbildung ist im Südergebirge mit wahrscheinlich wenigen Ausnahmen vom Menschen ausgelöst worden, wie in der Entstehungsgeschichte seiner Böden auseinandergesetzt wurde. Die weitere Degradation der Böden kann aufgehalten werden, wenn es der Forstwirtschaft gelingt, diese schädlichen Auflagehumusarten in günstigere Humusformen umzuwandeln und ihre Neubildung zu verhindern. Dafür gibt es heute mit Hilfe der Kalkung geeignete Wege (Wittich 1952).

Die ursprünglich mehr oder weniger basenarmen Braunerden des Südergebirges sind unter Rohhumus- und zum Teil auch unter Moder-

decken größtenteils zu verborgen podsoligen und podsoligen Braunerden degradiert, das heißt, sie befinden sich noch in einem erst wenig fortgeschrittenen Zustande des Podsolierungsprozesses. In diesem Stadium ist die Basenverarmung in ihrer stärkeren Ausprägung noch auf eine verhältnismäßig flache Schicht des Oberbodens beschränkt, während die Unterböden immer noch eine Quelle für die Basenversorgung darstellen dürften, namentlich dann, wenn die Tonbildung noch nicht unterbunden ist. Eine bodenrechte Forstwirtschaft wird darum nicht darauf verzichten wollen, die wenn auch geringen Nährstoff- und Basenvorräte des Unterbodens für eine gewisse Regeneration des Oberbodens zu erschließen.

Da die durch Podsolierung bereits zerstörten tonigen Komplexe nicht wiederherstellbar sind, kann eine Teil-Regeneration der podsoligen Braunerden nur durch Bildung von mullartigem Humus erreicht werden, der einen gewissen Ersatz für die verloren gegangenen Tonkolloide bietet. Wenn der Podsolierungsgrad der degradierten Böden noch gering ist, die Tonzerstörung im Oberboden mithin noch nicht zur Auflösung sämtlicher tonigen Komplexe geführt hat, dürfte sich durch geeignete forstwirtschaftliche Maßnahmen eine Humusbildung von mullartigem Charakter erzielen lassen.

Die Nutzbarmachung des Untergrundes für eine allmähliche Regeneration der podsoligen Braunerde und die Erhaltung eines mullartigen Humuszustandes ist möglich durch den Anbau oder die Beimischung tiefwurzelter, wurzelintensiver Holzarten. Es dauert aber, wie neuerdings von Wittich (1952) dargelegt worden ist, sehr lange, bis auf diesem Wege genügend Basen in den Oberboden befördert worden sind. Mit Hilfe der Kalkung lassen sich die ungünstigen Auflagehumusarten dagegen verhältnismäßig schnell in günstige Humusformen umwandeln. Der im Südergebirge massenhaft verbreitete Reinanbau der Fichte fördert nicht nur die Rohhumusbildung, er verflacht auch den Nährstoff- und Basenkreislauf, indem er die Vorräte des Unterbodens (B-Horizont) nicht ausreichend mit heranzieht. Soweit die Monokultur der Fichte nicht auf bereits degradierten Böden, sondern auf noch intakten, wenn auch basenarmen Braunerden eingesetzt hat, vermögen diese die schädlichen Auswirkungen eines Fichtenreinbestandes eine gewisse Zeit hindurch abzupuffern, aber früher oder später setzt auch hier die Degradation ein. Die im Sauerlande bei Meschede durchgeführten Kalkdüngungsversuche in Fichtenreinbeständen haben gute Ergebnisse hinsichtlich der Verbesserung des biologischen Zustandes des Bodens erbracht. Die Kalkung erleichtert damit auch die Mischwaldbildung aus Fichtenreinbeständen (Lidl 1949). Nach Trümper (1949) wird die Fichte durch die der Kalkung folgende Veränderung des Bodenzustandes mindestens zur Ausbildung von tiefergehenden Herzwurzeln veranlaßt (vgl. auch Hesmer 1948). Die Fichtenreinbestände im Sauerlande sind demnach als dankbare Objekte für die Kalkung anzusehen. Die auf solche Weise eingeleitete Umwandlung der ungünstigen Rohhumus- und Moderdecken in mullartige Humuszustände kann als Vorstufe der Umwandlung der Fichtenreinbestände in Mischwald angesehen werden, denn erst die Beimischung von tieferwurzelter und wurzelintensiver Holzarten dürfte die weitestgehende Hebung der Leistungsfähigkeit der schwach degradierten Braunerden

des Südergebirges bewirken, während eine Verhinderung des Fortschreitens der Degradation unter Auflagehumusdecken schon durch eine für viele Jahrzehnte ausreichende Kalkung erreicht werden kann.

Als weiterer verbreiteter Rohhumusbildner wurde der Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwald beschrieben. Die Niederwaldwirtschaft, welche zudem die Bodenerosion begünstigt, ist bereits stark in der Auflösung begriffen; die vollständige Überführung ihrer Bodenflächen je nach Eignung in landwirtschaftliche Nutzung oder Hochwald entspricht daher dem Grundsatz einer bodenrechten Wirtschaft. Dabei muß allerdings vorausgesetzt werden, daß hier nicht der eine Rohhumusbildner durch einen anderen (Fichtenreinkultur) ersetzt wird, es sei denn, daß durch Kalkung dem Verlauf der Humusbildung eine andere Richtung gegeben werden kann.

Größere Schwierigkeiten bereiten der Forstwirtschaft diejenigen Böden, welche unter Rohhumus- oder Moderauflage auch gleiartige Veränderungen erlitten haben. Da diese Säure produzierenden Auflagehumusarten den Hauptanteil an der Verdichtung und Wasserstauung dieser meist nur wenig geneigten Böden haben, ist ihre Umwandlung und die Verhinderung ihrer Neubildung eine unerläßliche Maßnahme. Da man solche Böden in forstlicher Nutzung nicht wie die landwirtschaftlich genutzten dränieren kann, müssen dies die Waldbäume besorgen. Der Anbau tiefwurzelnder Holzarten ist daher auf den gleiartigen Böden besonders vonnöten (vgl. auch Hesmer 1948).

Die sekundär mäßig podsolierten Böden sind im Südergebirge weniger verbreitet. Sie haben bereits in stärkerem Maße in ihren Oberkrumen tonige Komplexe verloren; vielfach dürfte bei ihnen auch die Tonbildung im Unterboden unterbunden sein. Der Versuch einer Regeneration dieser Böden aus dem Untergrunde würde an der Basenarmut des letzteren scheitern. Hier kann es im wesentlichen nur darauf ankommen, das Fortschreiten der Podsolierung zu verhindern und den Auflagehumus in günstigere Formen umzuwandeln. Je stärker die Böden bereits degradiert sind, desto geringer ist der Anteil, den sie aus Eigenem mit Hilfe bodenpfleglicher Holzarten zur Verbesserung ihres Zustandes beitragen können und desto hilfreicher kann sich die Kalkung erweisen.

Die Zielsetzungen einer bodenrechten Forstwirtschaft im Südergebirge beruhen demnach auf dem einfachen Grundsatz, die durch ungeeignete Wirtschaftsweise hervorgerufene oder beschleunigte fortschreitende Degradation der Böden aufzuhalten und — wo es möglich ist — deren Leistungsstand wieder zu heben. Die Verschiedenartigkeit der Standorte erfordert ein unterschiedliches Vorgehen. Wo sich Moder- oder Rohhumusbildungen beispielsweise auf noch intakten oder höchstens verborgenen podsoligen Braunerden zeigen, da ist anzunehmen, daß der Bestand stärker an der Entstehung dieser den Boden degradierenden Auflagehumusarten beteiligt ist als der Standort. Die Degradation des Bodens kann in solchen Fällen verhältnismäßig leicht durch entsprechende forstwirtschaftliche Maßnahmen, die auf eine Umwandlung dieser Humusarten und die Verhinderung ihrer Neubildung abzielen, unterbunden werden.

Schwieriger sind diejenigen Fälle gelagert, wo durch eine langandauernde Einwirkung bodenschädigender Wirtschaftsweisen der Boden bereits soweit degradiert ist, daß er nunmehr selbst an der Bildung schädlicher Humusarten beteiligt ist. Ist die Degradation der Braunerden des Südergebirges noch nicht weiter vorangeschritten als bis zum Stadium der podsoligen Braunerden, so dürfte mit Hilfe der Kalkung nicht nur ein Abstoppen der weiteren Verschlechterung des Bodenzustandes, sondern darüber hinaus auch noch eine gewisse Basen-Regeneration aus dem Unterboden mit Hilfe tiefwurzelnder und wurzelintensiver Holzarten möglich sein. Dabei sind die zu ergreifenden Maßnahmen im einzelnen den durch Klima, Geländelage und Abweichungen in der Profilgestalt der Böden unterschiedenen Standorten anzupassen.

Die bereits mäßig oder stärker podsolierten Böden werden infolge ihres starken Basen- und Nährstoffmangels und ihrer ungünstigen strukturellen Beschaffenheit dem Anbau anspruchsvollerer bodenpfleglicher Holzarten Schwierigkeiten bereiten und die Bildung schädlicher Humusarten begünstigen. Die Forstwirtschaft auf solchen Standorten wird sich damit begnügen müssen, mit Hilfe geeigneter Praktiken (Kalkdüngung z. B.) den Fortgang der Podsolierung durch schädliche Humusarten zu unterbinden. Glücklicherweise sind diese Bodentypen im Südergebirge nicht sehr verbreitet.

Das gilt auch für die gleiartigen Böden und die Stauwassergleipodsole. Während die ersteren namentlich bei schwächeren Ausbildungsgraden noch Aussicht auf eine gewisse Regeneration bieten, sind die letzteren nur schwer in ihrer Entwicklung aufzuhalten, die in besonders ungünstigen Fällen bei der Moorbildung endet.

Es galt hier, vom bodenkundlichen Standpunkt aus Grundsätze für eine bodenrechte Forstwirtschaft im Südergebirge zu entwickeln. Dabei konnte es nicht Aufgabe des Verfassers sein, näher auf die Methoden einzugehen, welche die Forstwirtschaft kennt, um ihre Ziele zu erreichen. Die von der Forstwirtschaft angestrebte stärkere Anpassung an die Gegebenheiten des Standortes wird vermutlich auch noch manche neue Praktiken entstehen lassen, die ein bodenrechtes Wirtschaften erleichtern, wie dies gegenwärtig bei der Kalkung der Fall ist. Eine Anpassung der Wirtschaftsweise ist nur möglich, wenn die standörtlichen Gegebenheiten und ganz besonders der Zustand der Böden bekannt sind. Standorterkundungen, insbesondere auch eine Aufnahme der Beschaffenheit und des Entwicklungsgrades der Böden sind darum für die Planung einer bodenrechten Nutzung unerlässlich. Die staatliche Forstverwaltung (Forsteinrichtungsamt) geht in dieser Hinsicht beispielgebend voran, indem sie der Forsteinrichtung im Rahmen der Standorterkundung auch eine Bodenkartierung zugrunde legt.

Die kurze Skizzierung der Zielsetzungen, die sich für die Forstwirtschaft des Südergebirges aus dem Grundsatz der bodenrechten Nutzung ergeben, hat bereits deren notwendige Differenzierung in Anpassung an die Verschiedenartigkeit der standörtlichen Gegebenheiten aufgezeigt. Bei alledem darf nicht vergessen werden, daß die Forstwirtschaft wirtschaftliche Ziele zu verfolgen hat. Sie steht also vor der schwierigen Aufgabe, das Streben nach wirtschaftlichen Erträgen mit dem Grundsatz boden-

rechten Wirtschaftens in Übereinstimmung zu bringen. Von der erfolgreichen Lösung dieser Aufgabe wird die Erhaltung oder Verbesserung der Produktionskraft der forstlich genutzten Böden und ihrer Ertragsleistungen abhängen.

**Bodenrechte Landwirtschaft.** Das Südergebirge ist von Natur aus ein Waldgebirge mit feuchtem, kühlem Klima maritimen Typs. In langer postglazialer Entwicklung haben sich — vom Menschen nicht beeinflusst — aus seinen Gesteinen lehmige Braunerden gebildet, deren Skelettgehalt sie im großen und ganzen als mäßig ausgereifte Gebirgsböden kennzeichnet. Seit frühgeschichtlicher Zeit ist das Südergebirge in zunehmendem Umfange besiedelt und landwirtschaftlich genutzt worden. Die wechselnden Einwirkungen der Menschen auf diese Landschaft und ihre Folgen für die Bodenbildung wurden in längeren Ausführungen dargestellt. Wie ist nun die gegenwärtige landwirtschaftliche Nutzung des Südergebirges vom Standpunkt bodenrechten Wirtschaftens zu beurteilen, und welche Entwicklung ist gegebenenfalls zur Erhaltung oder Mehrung der Produktivität seiner Böden anzustreben?

Die Beantwortung dieses Fragenkomplexes hat notwendigerweise zu beginnen mit der Untersuchung, wie weit sich die Landwirtschaft durch eine treffende Kulturartenwahl den Standortbedingungen angepaßt hat. Im Gegensatz zu vielen anderen deutschen Landschaften, deren Naturbedingungen oft mehr oder weniger ausschließlich eine einzige landwirtschaftliche Kulturart begünstigen, steht der Landwirtschaft des Südergebirges die Wahl zwischen den drei Kulturarten Acker, Wechselland, Dauergrünland in verschiedenem Umfange offen. Dabei kann aber nach den Bodenverhältnissen und vor allem nach dem Klimacharakter des Südergebirges kein Zweifel darüber bestehen, daß die Standortverhältnisse dem Grünland in weitestem Umfange den Vorrang geben. Praktisch sind alle diejenigen Böden des Südergebirges, die sich nicht wegen der Steilheit ihrer Hanglage oder Flachgründigkeit überhaupt der landwirtschaftlichen Nutzung entziehen, grünlandfähig!

Nach W. Busch (1939) erhält das Südergebirge, wie das beste deutsche Weidegebiet, Eupen, 514 mm Sommerregen. Das Milchvieh hat um Hagen 170, im mittleren Sauerland 155 und auf den Hochflächen 140—120 Weidetage gegenüber 185 in Eupen. Das sind, verglichen mit anderen Mittelgebirgen, günstige Verhältnisse. Natürlich zeigen die Einzellandschaften des Südergebirges Unterschiede in ihrer klimatischen Ausstattung. So liegt nach W. Busch das mittlere Sauerland schon zwischen einem Getreide- und Grünlandklima. Nach den hier zusammen mit den Bodenprofilen veröffentlichten Klimadaten beginnen die mittleren Jahrestemperaturen in 100 m Höhenlage mit 9 ° und erreichen in 770 m nur noch 5,2 °. Bei zunehmender Höhenlage und abnehmenden Temperaturen wird auch die Grünlandnutzung beeinträchtigt, aber nicht so stark wie der Ackerbau. Die Regenmengen bewegen sich zwischen 840 und 1300 mm, sind in ihrer Verteilung und Höhe besonders dem Grünlande günstig und behindern mit ihren überdurchschnittlichen Beträgen den Ackerbau. Hohe Luftfeuchtigkeit und geringe Sonnenscheindauer begünstigen ebenfalls das erstere gegenüber dem letzteren.

Die Naturbedingungen, welche das Südergebirge zu einem Grünlandgebiet stempeln, benachteiligen — mit Unterschieden in den Einzellandschaften — den Ackerbau und schränken ihn durch Boden, Klima und Hanglage auch flächenmäßig stärker ein. Ihm stehen, wenn man von einigen nördlichen Randlandschaften absieht, nur wenige Kulturpflanzen zur Verfügung. Hafer und Roggen als Getreidearten, Kartoffeln und Runkeln als Hackfrüchte, Klee und Klee gras als Futterpflanzen beherrschen den Anbau. Darüber hinaus gibt es wenig Möglichkeiten. Die vielfach noch säurereichen ehemaligen Waldböden, abgünstige Klima- und Hanglagen zeigen dem Ackerbau, daß er im Südergebirge nicht sehr am Platze ist. In Höhen über 400—450 m hat er bereits mit Schwierigkeiten zu kämpfen, in den regenreicheren westlichen Teilen des Gebirges sogar schon in niedrigeren Lagen. Treten zu der klimatischen Feuchtigkeit noch staunasse Böden hinzu, so verstärkt sich die Ackerungunst; stärker geneigte Hangflächen erschweren das Wirtschaften und fördern die Bodenerosion.

Darüber hinaus ist klar zu erkennen, daß die Ackernutzung in ihrer extremen Ausweitung sich auf Standorte vorgewagt hat, wo sie sich entweder infolge allzu starker klimatischer Ungunst oder wegen zu steiler Hanglage oder wegen ungeeigneter Böden von selbst totläuft. Deshalb findet man im Südergebirge hier und da aufgegebene Ackerböden (vgl. W. Taschenmacher, 1938).

Auch wenn man von diesen extremen Fällen absieht, kann die Ackernutzung im Südergebirge bei weitem nicht in ihrem vollen Umfange als eine den Standortverhältnissen angepaßte, bodenrechte Kulturart angesehen werden. Sie geht sowohl über die ihr vom Klima wie auch von der Hangneigung und vom Boden gesetzten Grenzen z. T. erheblich hinaus. An der klimatischen Grenze wird eine Anpassung durch Übergang zu stärkerem Futterbau und durch Wechselnutzung mit Grünland zu erreichen versucht; die letztere wird auch als Anpassungsform an erosionsgefährdete Hanglagen angetroffen, ebenso auf staunassen, wechselfeuchten Böden. Das gewaltsame Andrängen der Ackernutzung gegen die ihr von der Natur gesetzten Grenzen führt also häufig zu der Zwischenlösung des Feldgraswechsels.

Während das Überschreiten der dem Ackerbau durch Boden und Klima gesetzten Grenzen zwar unbefriedigende Erträge nach sich ziehen kann, wird doch die Produktivität des Bodens als solche kaum geschädigt werden. Anders ist das bei der Mißachtung der von der Hangneigung gebotenen Beschränkung des Ackerbaus. Eine Grenzverletzung dieser Art setzt sofort die Flächenerosion und damit den langsam schleichenden, unmerklichen Verlust der wertvollen Oberkrumensubstanz in Gang, ohne daß dieser Vorgang in Ertragsminderungen alsbald erkennbar wird. Darin liegt seine Gefährlichkeit.

Wo aber liegt in dieser Richtung die Grenze für den Ackerbau? Der vorliegende erste Überblick vermag auf diese Frage noch keine erschöpfende Antwort zu geben, aber er führt bereits zu der Erkenntnis, daß durch die Angabe eines bestimmten Böschungswinkels eine Lösung nicht gefunden werden kann. Die Klärung dieser Frage ist einer schematischen Behandlung überhaupt weitgehend entzogen, denn für das Zustande-

kommen und Wirksamwerden der Bodenabtragung an den Hängen ist nicht der Böschungswinkel allein, sondern auch eine Reihe anderer Faktoren verantwortlich. Ein Ackerstück kann unter dem gleichen Neigungswinkel beispielsweise in ganz verschiedener Hangsituation vorkommen. Es ist aber für die Beurteilung der Erosionsmöglichkeiten bedeutungsvoll, ob dieses Ackerstück an einem Unterhang, Mittelhang oder an einer Hangschulter liegt, außerdem spielen bergwärtiger Bewuchs und Länge des Hanges eine Rolle. Hangfußflächen, Riedel und Mulden haben ebenfalls ihre Besonderheiten. Dies alles erklärt, warum in den schwach geneigten Lagen (um 5°) und in den mäßig geneigten Lagen (um 10°) sowohl Ackerböden mit Abtragungs- wie mit Aufschlammungserscheinungen gefunden werden. Aus diesem Grunde ist auch die durch Böschungswinkel, Höhenlage und Auftreten von Feuchtböden bestimmte Hangflächenklassifikation, der O. Lukas (1950) eine „optimale“ Bodennutzung für das Sauerland eingliedern möchte, zu schematisch, um den tatsächlichen Verhältnissen gerecht zu werden, ganz abgesehen davon, daß die Frage nach der optimalen Nutzungsart gar nicht gestellt wird. Letzten Endes kann bei Berücksichtigung aller sie verursachenden Faktoren die Tatsache der kulturbedingten Bodenerosion nur durch Untersuchung der Bodenprofile festgestellt werden. An solchen Untersuchungen aber fehlt es bisher im Südergebirge. Ehe sie nicht durchgeführt worden sind, läßt sich über Umfang und Ausmaß dieser Erscheinung nichts Endgültiges aussagen.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchung an Musterstücken der Bodenschätzung können jedoch einige Hinweise für die Begrenzung der Ackerfähigkeit an Hangflächen gegeben werden. Ein sehr deutliches Kriterium ist beispielsweise die Geringmächtigkeit der Ackerkrume, die häufig mit einem hohen Skelettgehalt bereits im Oberboden verbunden ist. Wo die Krumentiefe an Hangflächen nicht über 15 cm hinauskommt, da dürfte in den meisten Fällen die Bodenerosion im Spiel sein. Ackerböden mit einer derart geringen Krume werden nur einen geringen Nutzeffekt der in sie hineingesteckten Aufwendungen zulassen; sie können hohe Aufwendungen um so weniger lohnen, als sie ohnehin mit der Wirtschafterschwernis der Hanglage belastet sind. Ein weiteres Merkmal und zwar ein solches für bereits eingetretene stärkere Erosionsverluste ist der Steinreichtum mancher Hangböden. Sein Zustandekommen durch allmähliche Eintiefung der Ackerkrume in den skelettreicheren Untergrund wurde bereits beschrieben. In anderen Fällen kann ein hoher Steingehalt auch in primär nur schwach entwickelten Verwitterungsböden vorhanden sein. In jedem Falle aber kommt übermäßiger Skelettreichtum immer mit flach- bis höchstens mittelgründiger Profilausbildung vor. Obwohl es sich der Bodenart nach meist um sandige Lehme handelt, wird diesen Böden bei der Bodenschätzung wegen ihres Skelettreichtums der Charakter einer leichteren Bodenart im Gesamtprofil zuerkannt. Treten an Hangflächen Böden mit stark lehmigem Sand (SL) oder lehmigem Sand (IS) auf und wird dazu noch die Verwitterungsart als steinreich (Vg) bezeichnet, so haben wir es mit Böden zu tun, die besser nicht beackert werden sollten, da gerade die steinreichen, flach- bis mittelgründigen Böden wegen der mangelhaften Speicherefähigkeit des Bodenprofils für Wasser und Nährstoffe besonders gut mit Humus ausgestat-

tete, tiefe Ackerkrumen benötigen. Fast immer findet sich in diesen Böden aber die unternormale Ackerkrumenmächtigkeit.

Beispiele für die eindeutige Überschreitung der Grenze der Ackerfähigkeit an Hängen sind die Böden Nr. 28 (SL 5 Vg) und Nr. 40 (SL 5 Vg), die übermäßigen Skelettreichtum mit geringer Krumentiefe verbinden und erodiert werden. Aber auch die Ackerhangböden Nr. 37 (sL 5 V), Nr. 38 (sL 5 V) und Nr. 46 (SL 5 V) haben trotz mittelgründiger Profilausbildung und — bis auf Nr. 46 — normalem Skelettgehalt nur 15 cm starke Ackerkrumen. Das sind Grenzfälle der Ackerfähigkeit, die vielleicht nicht immer als solche erkannt werden. Wenn auch die Wirtschafterschwernis bei stärkerer Hangneigung sich fühlbar macht, so wird doch der Vorgang der flächenhaften Erosion selten bemerkt werden. Auf diesen Böden ist der rechtzeitige Übergang zur Grasnutzung angebracht, die in den angeführten Fällen — bis auf Nr. 40 — noch ausreichende Bodenbedingungen vorfindet.

Man wird an dieser Stelle vielleicht den Vorschlag vermissen, die bekannten Mittel des Erosionsschutzes auf Ackerflächen anzuwenden. Alle diese Maßnahmen, wie das Ziehen von Konturfurchen, die Anwendung des Streifenbaus erosionshemmender Kulturen usw., die nach den Erfahrungen in Nordamerika empfohlen werden, sind Notbehelfe für solche Gegenden, die aus klimatischen oder bodenmäßigen Gründen keine geschlossene Grasnarbe von nutzbarer Qualität hervorbringen können. Wo dies aber, wie im Südergebirge, möglich ist, sollte zumindest für die stärker gefährdeten Hangflächen der Übergang zur Grünlandnutzung als der bei weitem wirksamste Erosionsschutz durchgeführt werden, die Anwendung der ackerbautechnischen Schutzmittel dagegen auf die weniger gefährdeten Lagen beschränkt bleiben.

Wie schon erwähnt, geht der permanente Ackerbau an den ihm von Klima, Boden oder Hangneigung gesetzten Grenzen häufig in den Wechsel mit Grasnutzung über und versucht auf diese Weise, sein Areal zu erweitern. Dabei ergeben sich Variationsmöglichkeiten in dem Verhältnis von Feldbaujahren zu Grasnutzungsjahren; sie verleihen diesem System eine gewisse Anpassungsfähigkeit. Die Herabsetzung der Ertragsleistungen, die für den Ackerbau aus der Überschreitung seiner naturbedingten Grenzen resultiert, wird als solche durch den Feldgraswechsel wohl kaum gemildert, sondern nur zeitlich begrenzt. Wie weit etwa der Wechsel dieser beiden Kulturarten sie unter verschiedenen Boden- und Klimaverhältnissen gegenseitig in ihren Ertragsleistungen zu fördern vermag, darüber liegen aus dem Südergebirge noch keine Untersuchungen vor. Die Ackerkrumen der wechselgenutzten Böden sind jedenfalls, wo sie an Hängen liegen, noch flacher entwickelt als die der reinen Ackerböden in ähnlicher Lage; selten findet sich hier eine Krumenmächtigkeit von 20 cm. Das kann auch nicht anders erwartet werden. — Der Erosionsschutz durch das Feldgrassystem bemißt sich in seiner Wirksamkeit nach der Dauer der Grasnutzungsjahre. Auch in dieser Hinsicht ist die Wechselnutzung eine Kompromißlösung.

Der Wert der landwirtschaftlichen Kulturarten für den Aufbau einer bodenrechten Nutzungsstruktur kann erst dann voll erkannt werden, wenn ihr nachhaltiger Einfluß auf die Bodenproduktivität festgestellt

worden ist. Das ist ein sehr schwieriges Problem. Während in der Konservierung der Bodensubstanz der Hangböden dem Dauergrünland unbestritten der Vorrang vor der Ackernutzung gebührt, ist die Wirkung der beiden Kulturarten auf die weitere Entwicklung der Produktionskraft der Böden des Südergebirges noch nicht ausreichend geklärt. Wenn man von den sogenannten absoluten Wiesenböden, also von den in Grünlandnutzung stehenden Naßböden der Täler absieht, um die es in diesem Sinne keine Diskussion gibt, dann erhebt sich die Frage, in welcher Richtung die Bodenentwicklung unter Hang- und Hochflächengrünland von derjenigen in Ackernutzung abweicht. Darüber läßt sich etwa folgendes aussagen:

Der Verlust der kanalisierenden, lockernden Wirkung des Wurzelsystems der Waldbäume im Unterboden und ihres tiefgreifenden Nährstoffumsatzes wird durch das hauptsächlich in der Oberkrume stark verbreitete Wurzelsystem der Gräser nicht wettgemacht, ebenso wenig aber durch den Ackerbau, da Boden und Klima des Südergebirges die Tiefwurzler unter den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen weitgehend ausschließen. Daher beschränkt sich auch die Humusanreicherung durch die Gräser auf eine verhältnismäßig flache Oberbodenschicht und erreicht im großen und ganzen höchstens die Tiefen der Ackerkrumen. Der Humusgehalt dagegen scheint in den Ackerböden durchschnittlich geringer zu sein, was sich aus der durch den Ackerbau angeregten lebhafteren Bakterientätigkeit erklärt. Es ist jedoch anzunehmen, daß sich in den Grünlandböden eine andere Humusqualität bildet als in den Ackerböden, da die Wasserstoffionenkonzentration in ersteren im allgemeinen größer zu sein scheint. Dieser Fragenkomplex ist jedoch noch nicht hinreichend geklärt, und es bedarf dazu noch eingehender bodenmorphologischer und humuschemischer Untersuchungen. Nach den bisherigen Kenntnissen und Mutmaßungen kann jedenfalls eine eindeutige Überlegenheit der einen oder der anderen Kulturart im Hinblick auf die weitere Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit im Südergebirge nicht festgestellt werden. Auch die Bedeutung ihres Wechsels ist in dieser Hinsicht noch nicht genügend bekannt.

Ziehen wir aus den Erörterungen um die Frage der bodenrechten landwirtschaftlichen Nutzung für das Südergebirge die Konsequenz, so zeigt sich das Grünland als die der Landesnatur am besten angepaßte Kulturart und als Erhalter der Bodensubstanz. Diese Vorzüge befähigen es zur Vorrangstellung in einer bodenrechten Nutzungsstruktur des Südergebirges. Das Ackerland würde darin auf diejenigen Böden beschränkt bleiben, deren Hangsituation bei permanentem Ackerbau keine nennenswerte Erosion erwarten läßt, vielleicht sogar, bei entsprechenden wirtschaftlichen Voraussetzungen, dem Grünland günstigere Standorte überlassen. Das Prinzip der bodenrechten Nutzung, auf die Landwirtschaft des Südergebirges angewandt, würde schon nach den hier herausgearbeiteten Erkenntnissen eine nicht unwesentliche Wandlung seiner Nutzungsstruktur fordern. Eine kurze Betrachtung der Entwicklung zur gegenwärtigen Standortsituation der Kulturarten wird die Beurteilung ihrer gegenwärtigen und zukünftigen Leistungsmöglichkeiten erleichtern.

Noch vor 100 Jahren waren Dauerackerland und Dauerweide im Südergebirge so gut wie unbekannt. Das ganze Gebiet wurde noch in der Hauptsache vermittlems verschiedener Wechselsysteme bewirtschaftet (vgl. Müller-Wille, 1938), der größere Teil davon in einer sehr extensiven Feldgraswirtschaft. Ausgedehnte dürfelige Hutungen verwischten die Grenze der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die verhältnismäßig etwas intensiver als Dungland bewirtschafteten „Binnenfelder“ machten nur einen Bruchteil der gesamten Ackerfläche aus. In der Gemeinde Eslohe im relativ noch ackergünstig gelegenen mittleren Sauerland nahm das Dungland um 1830 beispielsweise nur etwa 20 % der gesamten Ackerfläche ein. Qualitativ war das Ackerland dem Wiesenlande unterlegen. In Eslohe z. B. war 1830 der beste Ackerboden nur mit der Hälfte des Wertes des besten Wiesenbodens eingeschätzt (Taschenmacher, 1938).

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts lösten sich dann allmählich die alten Nutzungen auf, und es entstanden Dauerackerland und Dauergrünland auf den weiten Hangflächen, während das Wiesenland auf den absoluten Wiesenböden der Täler seinen Standort behauptete. Wo die Feldgraswirtschaft erhalten blieb, konnte sie intensiviert werden. Im Zuge dieser Entwicklung wurde das Ackerland eindeutig bevorzugt. Von Ausnahmen und Unterschieden in den Einzellandschaften abgesehen, kann man feststellen, daß der Ackerbau sich im allgemeinen die auch für das Grünland von Natur aus günstigeren Standorte gesichert hat. Erst die neuere übermäßige Expansion treibt das Ackerland in immer ungünstigere Positionen vor.

Es kommt hinzu, daß alle die Errungenschaften, welche die Ertragssteigerung der Landwirtschaft im letzten Jahrhundert hervorgebracht haben, wie die Einführung der mineralischen Düngung, die Züchtung leistungsfähigerer Kulturpflanzen, die Erhöhung der Dungproduktion, bessere Bodenbearbeitung usw. in erster Linie den Ackerböden zugute gekommen sind. Das Unterliegen des Grünlandes in der Konkurrenz um die besseren Standorte hat dazu geführt, daß wir es im Südergebirge heute — mit Ausnahme der Wiesen — überwiegend in den klimatisch benachteiligten Höhenlagen und auf den bodenmäßig ungünstigen Steilhängen antreffen. Diese beiden Tatsachen sind geeignet, die Ertragsleistungen des Grünlandes in ein schiefes Licht zu rücken und die eingangs herausgestellte Begünstigung dieser Kulturart durch die Naturbedingungen des Südergebirges zu verschleiern. Da die Aufwendungen, welche die Landwirtschaft zur Sicherung ihrer Erträge machen muß, in erster Linie den Ackerböden zugute kommen und das Grünland namentlich in den klimatisch weniger ungünstigen Lagen ohnehin die schlechteren, von Natur aus weniger entwicklungsfähigen Böden besetzt, können wir eine Steigerung der Fruchtbarkeit dieser grünlandgenutzten Böden bei der gegenwärtigen Nutzungsstruktur kaum erwarten. Wohl aber zeigt sich das Grünland dem Ackerbau in der Erhaltung der Bodensubstanz auf den Hangflächen weit überlegen.

Wie bereits mehrfach bemerkt, wird der hier skizzierte Grundcharakter der Nutzungsstruktur des Südergebirges nach Boden, Klima und Reliefsituation in dessen Einzellandschaften mehr oder weniger differenziert. Die landwirtschaftliche Nutzung der Naturgegebenheiten hat aber ihre

kleinste wirtschaftliche Einheit im einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb, dem Böden, Oberflächenformen und lokalklimatische Lagen in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen zu eigen sind. Das Gesamtproblem der bodenrechten Nutzung im Südergebirge löst sich also auf in Tausende von Einzelproblemen, denn jeder landwirtschaftliche Betrieb fordert seine spezielle Lösung. Diese Lösungen müssen wirtschaftlich sein. Es wird daher noch vieler bodenkundlicher und betriebswirtschaftlicher Untersuchungen und Überlegungen bedürfen, um für die hier geforderte Erhaltung oder Mehrung der Bodenproduktionskraft durch eine bessere Anpassung der Nutzungsstrukturen geeignete wirtschaftliche Formen zu finden. Der wirtschaftliche Erfolg dieser Bemühungen kann nicht zweifelhaft sein, denn gegen die Natur wirtschaftet man teuer und verlustreich.

## Nachtrag 1955

Der Vorschlag, um der Erhaltung der Produktionskraft der Böden willen die Nutzungsstrukturen vieler landwirtschaftlicher Betriebe des Südeuropas der Eigenart der Standorte besser anzupassen, läßt scheinbar die wirtschaftlichen Erfordernisse der Gegenwart unberücksichtigt. Die Empfehlung, Ackerflächen von ungeeigneten Standorten zurückzuziehen, wird in Wirtschafts- und Preissituationen, welche den Ackererzeugnissen gegenüber den Grünlandprodukten den Vorrang geben, vielleicht auf Unverständnis stoßen. In solchen Situationen wird an der Ackernutzung von Standorten festgehalten, welche nur bei gegebener günstiger Preisrelation scheinbar noch eine höhere Rentabilität versprechen als Grünland oder forstliche Nutzung. Oft erweist sich das aber nach kürzerer oder längerer Zeit als Fehlschlag, da die Produktionskraft der — für den Ackerbau meist schlecht geeigneten — Standorte sich durch die Ackernutzung laufend vermindert, wie dies in gebirgigen Landschaften häufig der Fall ist.

Inzwischen hat in einer neueren Arbeit A. Henrichs \*) einen Weg gezeigt, wie es möglich gemacht werden kann, auch in Zeiten einer für die Ackerbauprodukte günstigeren Preisrelation ohne Rentabilitätseinbuße die Nutzungsverhältnisse der Standortseignung besser anzupassen oder angepaßt zu halten. Er weist darauf hin, daß beispielsweise bei der gegenwärtigen Wirtschaftslage die einseitige Vermehrung des Grünlandes zu Überangeboten von Viehprodukten mit nachfolgendem Preisdruck führen könne. Diese unerwünschten Folgen einer Standortanpassung, wie sie z. B. in der hier untersuchten Landschaft als notwendig erkannt worden ist, lassen sich nach Henrichs vermeiden, wenn die Änderungen der Nutzungsstruktur nicht einseitig vorgenommen werden. Allgemein durchgeführt, würden sie sich in den verschiedenen Landschaften kompensieren, da andererseits auch noch viel Ackerland aus standortsfremdem Grünland zu gewinnen sei und der Viehbestand in vielen Ackerbaubetrieben der ariden Gebiete, die zur Futterproduktion wenig geeignet sind, eingeschränkt werden könne.

Diese hier stark vereinfacht wiedergegebenen Überlegungen von betriebswirtschaftlicher Seite decken sich im Ergebnis mit den Folgerungen, welche in der vorliegenden Untersuchung mehr vom Standpunkt der Erhaltung der Produktionskraft der Böden für ihre Nutzung gezogen werden.

\*) A. Henrichs: Einige betriebswirtschaftliche Probleme der westdeutschen Landwirtschaft. Berichte über Landwirtschaft 1954, Band 32.

## Literatur

Zum 1. Kapitel

- Aaltonen, V. T.: Boden und Wald. Berlin u. Hamburg 1948.
- Beck, H.: Zur vor- und frühgeschichtlichen Besiedlung Südwestfalens. Westfalen, Hefte für Geschichte, Kunst und Volkskunde, Münster 1951.
- Budde, H.: Die ursprünglichen Wälder des Ebbe- und Lennegebirges im Kreise Altena. Decheniana, Bd. 98, Bonn 1939.
- Budde, H.: Geschichte und Vegetation der Wälder im Astengebirge und in den Massenkalkgebieten Südwestfalens. Unveröffentlicht (1951).
- Büdel, I.: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nichtvereiseten Teil Mitteleuropas. Ergänzungsheft 229 zu Petermanns Mitteilungen, Gotha 1937.
- Büker, R.: Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Bd. LXI, Abtlg. B, H. 3, 1942.
- Firbas, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Allgemeine Waldgeschichte, Bd. 1, Jena 1949.
- Hesmer, H.: Niederwald und Wasserwirtschaft. Schädliche Folgen einer alten Waldverwüstungsform. Grünes Blatt, Mitt. d. Schutzgemeinschaft Deutscher Wald E. V., 2. Jg. Nr. 5, 1949.
- Hömburg, A.: Siedlungsgeschichte des oberen Sauerlandes. Geschichtliche Arbeiten zur westfälischen Landesforschung, Bd. 3. Veröffentlichungen der Historischen Kommission des Provinzial-Instituts für westfälische Landes- u. Volkskunde, Münster 1938.
- Müller-Wille, W.: Der Feldbau in Westfalen im 19. Jahrhundert. Westfälische Forschungen, Bd. I, Münster 1938.
- Müller-Wille, W.: Der Niederwald im Rheinischen Schiefergebirge. Eine wirtschaftsgeographische Studie. Westfälische Forschungen, Bd. I, Münster 1938.
- Müller-Wille, W.: Westfalen. Landschaftliche Ordnung und Bindung eines Landes, Münster 1952.
- Reinmuth, E.: Untersuchungen über die Zersetzung verschiedener Laubarten. Forschungen und Fortschritte, 21./23. Jahrg. H. 25/26/27, Berlin 1947.
- Runge, F.: Vergleichende pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen von bodensauren Laubwäldern im Sauerland. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen, 13. Jahrg., H. 1, 1950.
- Spriestersbach, J.: Lenneschiefer, Abhandlungen des Reichsamts für Bodenforschung, Neue Folge, Heft 203.
- Taschenmacher, W.: Wandlungen einer Waldgebirgslandschaft und ihre Bedeutung für die Raumordnung. Raumforschung und Raumordnung, 2. Jahrg. H. 11/12. 1938.
- Wandel, G.: Neue vergleichende Untersuchungen über den Bodenabtrag an bewaldeten und unbewaldeten Hangflächen in Nordrheinland, mit Beiträgen von E. Mückenhausen. Geol. Jahrb. Bd. 65, Hannover-Celle 1950.

- Wegener, Th.: Geologie Westfalens, Paderborn 1926.
- Wolburg, J.: Das Devon im Gebiet der oberen Lenne, Abhandlungen der Preuß. Geol. Landesanstalt, Neue Folge, Heft 203.
- Geologische Karte von Preußen, herausgegeben von der Preuß. Geol. Landesanstalt mit Erläuterungen. — Blatt: Bochum, Witten, Hörde, Menden, Neheim, Arnsberg-Nord, Alme, Madfeld, Marsberg, Hattingen, Hagen, Hohenlimburg, Iserlohn, Balve, Arnsberg-Süd, Brilon, Adorf, Radevormwald, Lüdenscheid, Altena, Plettenberg, Endorf, Meinerzhagen, Herscheid, Attendorn, Altenhundem, Olpe, Kirhhundem, Wingeshausen, Berleburg, Wenden, Hilchenbach, Laasphe, Freudenberg, Siegen, Burbach.
- Mitteilungen aus den Laboratorien der Preuß. Geol. Landesanstalt: W. Paeckelmann, P. Pfeffer, H. Udluft: Untersuchungen an Verwitterungsböden des Devons und Karbons im nordöstlichen Sauerlande, Heft 13 (1931), 16 (1932), 18 (1939). Heft 20, Robert Ganssen und Kurt Utescher: Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Tonschiefer und Grauwackenböden von Madfeld und Brilon, Berlin 1934.
- Zum 2. Kapitel
- Budde, H.: Die ursprünglichen Wälder des Ebbe- und Lennegebirges im Kreise Altena. Decheniana, Bd. 98 B, Bonn 1939.
- Budde, H.: Geschichte und Vegetation der Wälder im Astengebirge und in den Massenkalkgebieten Südwestfalens. Unveröffentlicht (1951).
- Büker, R.: Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Bd. LXI, Abt. B, H. 3, 1942.
- Fraling, H.: Die Physiotope der Lahntalung bei Laasphe. Westf. Geographische Studien, Veröffentl. des Geograph. Inst. d. Univ. Münster u. der Geogr. Kom. im Prov.-Inst. für westf. Landes- und Volkskunde, Heft 5, Münster 1950.
- Keller, R.: Der Wasserverbrauch im Stromgebiet des Niederrheins. Decheniana, Bd. 103, Bonn 1948.
- Kubiens, W. L.: Entwicklungslehre des Bodens, Wien 1948.
- Laatsch, W.: Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden, Dresden und Leipzig 1948.
- Mückenhausen, E.: Über gleiartige Böden im Rheinland. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 50 (95.) Bd. Weinheim u. Berlin 1950.
- Müller-Wille, W.: Die Naturlandschaften Westfalens. Westf. Forschungen, Bd. V, Münster 1942.
- Pfeffer, P.: Verwitterungsstudien an Bodenprofilen auf alten Landoberflächen im Gebiete des Rheinischen Schiefergebirges, Jb. Pr. Geol. L.-A. 59, 1939.
- Runge, F.: Vergleichende pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen von bodensauren Laubwäldern im Sauerland. Abh. aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster, 13. Jahrg. H. 1, 1950.
- Stremme, H.: Die Böden des Deutschen Reiches und der Freien Stadt Danzig, Erl. z. Bodenübersichtskarte. Petermanns Mitt. Ergänzungsheft 226, Gotha 1936.
- Wolff, W.: Grundzüge der Bodenverhältnisse von Westfalen. Die Ernährung der Pflanze, Bd. 32, H. 23, Berlin 1932.

### Zum 3. Kapitel

- Busch, W.: Das Gefüge der westfälischen Landwirtschaft. Veröffentl. des Provinzialinstitutes für westfälische Landes- und Volkskunde. Reihe I, H. 2, Münster 1939.
- Lukas, O.: Optimale Bodennutzung im Sauerland. Mitteilungen der Landesplanungsgemeinschaft Westfalen, Münster 1950.
- Müller-Wille, W.: Der Feldbau in Westfalen im 19. Jahrhundert. Westfälische Forschungen, Bd. I, Münster 1938.
- Taschenmacher, W.: Wandlungen einer Waldgebirgslandschaft und ihre Bedeutung für die Raumordnung. In: Raumforschung und Raumordnung, 2. Jahrg., H. 11/12, Heidelberg/Berlin 1938.
- Hesmer, H.: Die Holzartenzusammensetzung des nordrheinisch-westfälischen Waldes, bisherige Wandlungen und künftige Entwicklungen. Decheniana Bd. 103, 1948.
- Lidl, O.: Eindrücke von den Forstkalkungsflächen in Meschede. Allgemeine Forstzeitschrift, 4. Jahrg. Nr. 41, 1949.
- Trümper: Der Wald braucht Kalk. Allgemeine Forstzeitschrift, 4. Jahrg. Nr. 41, 1949.
- Wittich, W.: Neue Gesichtspunkte für die Kalkdüngung im Walde. Allgemeine Forstzeitschrift, 4. Jahrg. Nr. 37/38 1949.
- Wittich, W.: Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde. Sauerländer, Frankfurt a. M. 1952.

## Anhang

### Bei der Bodenschätzung verwendete Begriffe und Abkürzungen

Die bei der Bodenschätzung durch die Finanzverwaltung gebrauchten Begriffe und Abkürzungen sind noch nicht allgemein bekannt. Soweit sie im Text Verwendung fanden, werden sie nachstehend erläutert.

**Die Bedeutung der Klassenzeichen.** In den Klassenzeichen findet die Bodenbeschaffenheit einen zusammenfassenden Ausdruck. Für Ackerböden und Grünlandböden sind verschiedenartige Klassenzeichen aufgestellt worden. Wechselland wird bei Überwiegen der Ackernutzungsjahre (A Gr) durch ein Ackerklassenzeichen, bei Vorherrschen der Grünlandnutzungsdauer (Gr A) durch ein Grünlandklassenzeichen gekennzeichnet.

Die Klassenzeichen beginnen mit der Feststellung der Bodenart durch eine einfache Buchstabenabkürzung. Folgende Bodenarten kommen in den Klassenzeichen vor:

- S = Sand
- Sl = anlehmiger Sand
- lS = lehmiger Sand
- SL = stark lehmiger Sand
- sL = sandiger Lehm
- L = Lehm
- LT = schwerer Lehm
- T = Ton
- Mo = Moor

Durch die Abkürzungen wird in den Klassenzeichen jeweils der bodenartige Gesamtcharakter bezeichnet. Damit ist also nicht nur die Bodenart der Oberkrume, sondern bei Bodenartenwechsel im Vertikalprofil dessen bodenartige Gesamtwirkung auf die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit festgestellt worden. Skelettreiche, steinige Böden werden in ihrer Wirkung auf die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit etwas leichter beurteilt, schluffige, leicht wasserstauende, etwas schwerer, als ihrer eigentlichen Korngrößenzusammensetzung entspricht.

Bei den in Schätzungsbüchern niedergelegten Profilbeschreibungen dagegen sind die Bodenarten nach ihrer wirklichen Beschaffenheit und bei mehrschichtigen Bodenartenprofilen für jede Schicht besonders festgestellt worden.

Als nächstes Kennzeichen steht in den Klassenzeichen die Zustandsstufe. Durch die Zustandsstufe sollen alle diejenigen Bodeneigenschaften erfaßt werden, welche außer der Bodenart und der Entstehungsart die Leistungsfähigkeit des Bodens bestimmen. Dazu sind beim Ackerlande

sieben Zustandsstufen im Gebrauch, die durch die Zahlen 1—7 bezeichnet werden, wobei 1 die beste und 7 die schlechteste Zustandsstufe darstellt. Die Zustandsstufen 1, 3, 5 und 7 sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

Stufe 1: Fehlen scharfer Grenzen in der oberen Bodenschicht, insbesondere allmählicher Übergang von der humusreichen Krume zu dem mehr oder weniger humus- und kalkhaltigen Untergrund; keinerlei Rostflecke und keine Anzeichen von Versäuerung; gute Krümelstruktur auch in größerer Tiefe; Grundwasserböden, die der Stufe 1 entsprechen, kommen nur als seltene Ausnahmen vor oder sind als solche wegen ihres Schwarzerdecharakters bei tief abgesenktem Grundwasser nicht mehr erkennbar.

Stufe 3: Krume weniger humushaltig als bei Stufe 1, weniger guter Übergang zum Untergrund, der vielfach schon fahle Flecke und eine graue Färbung aufweist; erste Anzeichen von Auswaschungen mit beginnender Versäuerung und Zunahme der Entkalkungstiefe.

Bei Grundwasserböden zeigt diese Stufe noch eine verhältnismäßig mächtige Übergangsschicht zwischen der Krume und dem Bereich des schwankenden Grundwassers (Grundwasserhorizont).

Stufe 5: Scharfes Absetzen der Krume, meist infolge Auftretens einer Bleichzone; erste Anzeichen einer Verdichtung des Untergrundes und beginnende Rostfärbung; häufig zunehmende Entkalkung und Versäuerung. Bei Lehm Böden in der Regel ein roher und untätiger Untergrund.

Die Grundwasserböden dieser Stufe haben nur noch eine schwache Übergangsschicht über dem rostigen und fleckigen, meist bindigen oder verdichteten Grundwasserhorizont.

Stufe 7: Scharfe Grenze zwischen Krume und Untergrund mit mehr oder weniger stark ausgeprägter Bleichzone; in der Regel starke Entkalkung und Versäuerung; im Untergrund ausgesprochene Verdichtung und Rostfärbung; bei Sandböden vielfach Orsterde- oder Orsteinbildung, bei Lehm Böden schluffige und lettige Schichten. Bei Grundwasserböden liegt unmittelbar unter der Krume der stark eisenschüssige, meist lettige Grundwasserhorizont; in besonders ungünstigen Fällen Raseneisensteinbildungen.

Aus der Beschreibung dieser Zustandsstufen ergeben sich als Übergänge die Merkmale der dazwischenliegenden Stufen 2, 4 und 6. Diese Zustandsstufen gelten für die mineralischen Ackerböden. Schließlich enthält das Ackerklassenzeichen, durch eine Buchstabenabkürzung ausgedrückt, noch die Entstehungsart des Bodens. Sie läßt erkennen, ob der Boden aus den weichen Ablagerungsgesteinen der Eiszeit (Diluvium = D), insbesondere dem Löß (Lö) oder aus den jüngsten Ablagerungen in den Flußtäälern und Seemarschen (Alluvium = Al) oder aus der Verwitterung älterer, festerer Gesteine (V) hervorgegangen ist. Steinreiche Verwitterungsböden werden durch Vg gekennzeichnet.

### Beispiele für Ackerklassenzeichen:

- sL 4 V = sandiger Verwitterungslehm, 4. Zustandsstufe  
L 3 Lö = Lößlehm, 3. Zustandsstufe  
SL 5 Vg = stark sandiger, steinreicher Verwitterungslehm, 5. Zustandsst.  
L 3 Al = alluvialer Lehm, 3. Zustandsstufe  
sL 4 D = diluvialer Lehm, 4. Zustandsstufe

Die Grünlandklassenzeichen sind etwas anders zusammengesetzt. Es werden nur vier mineralische Bodenarten unterschieden statt acht beim Ackerlande. Auch die Zustandsstufen des Ackerlandes sind zu drei zusammengefaßt.

Ackerbodenarten/Grünlandbodenarten	Ackerzustandsstufen/Grünlandzustandsstufen
S, Sl = S	1 kommt nicht vor
lS, SL = lS	2, 3 = I
sL, L = L	4, 5 = II
LT, T = T	6, 7 = III

Beim natürlichen Grünlande spielt das Wärmeklima eine große Rolle. Es ist in das Grünlandklassenzeichen folgendermaßen eingeführt worden:

- Wärmeklima a = 8,0 ° C mittlere Jahreswärme und darüber  
b = 7,9 °—7,0 ° C mittlere Jahreswärme  
c = 6,9 °—5,7 ° C mittlere Jahreswärme  
d = 5,6 ° C mittlere Jahreswärme und darunter.

Abschließend erfolgt in dem Grünlandklassenzeichen eine Kennzeichnung der Wasserverhältnisse; dabei ist die Wirkung der Niederschläge und des Grundwasserzustandes zusammengefaßt. Fünf Feuchtigkeitsstufen werden unterschieden, davon sind die Stufen 1, 3 und 5 beschrieben. Die Stufen 2 und 4 gliedern sich als Übergänge dazwischen ein.

Stufe 1: Frische, gesunde Lagen mit gutem Süßgräserbestand.

Stufe 3: Feuchte Lagen, aber noch keine stauende Nässe; weniger gute Gräser mit nur geringem Anteil an Sauergräsern. Trockene Lagen mit noch verhältnismäßig guten, aber härteren Gräsern.

Stufe 5: Ausgesprochen nasse bis sumpfige Lagen mit stauender Nässe; schlechte Gräser mit starkem Hervortreten der Sauergräser. Sehr trockene, dürre Lagen (häufig scharfe, leicht ausbrennende Südhänge) mit weniger guten und harten Gräsern.

### Beispiel eines Grünlandklassenzeichens:

- lS II b 3 = Grünland mit mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen auf lehmig sandigem Boden mittlerer Zustandsstufe bei einer Jahreswärme zwischen 7 ° und 7,9 ° C.

**Die Bedeutung der Wertzahlen.** Die den Ackerklassenzeichen angefügten Wertzahlen heißen Bodenzahl und Ackerzahl. Die erste ist die sogenannte Bodenzahl. Sie gibt an, in welchem prozentischen Wertverhältnis der betreffende Boden zu dem besten Boden Deutschlands (= 100) nach seiner Reinertragsfähigkeit steht. Dabei sind folgende Unterstellungen gemacht worden:

1. Für das Klima mittlere Verhältnisse, wie sie in großen Teilen Deutschlands häufig vorkommen, nämlich 8<sup>o</sup> Jahreswärme und 600 mm Jahresniederschlag;
2. für die Geländegestaltung eine ebene bis schwach geneigte Lage;
3. für die wirtschaftlichen Ertragsbedingungen, insbesondere für die Verkehrs- und Absatzlage, die Verhältnisse der Hildesheimer Börde.

Bei Abweichungen von den unterstellten Klima- und Geländebeziehungen und sonstigen natürlichen Besonderheiten werden diese durch Ab- bzw. Zurechnungen, von der Bodenzahl ausgehend, berücksichtigt. Auf diese Weise entsteht ein Ausdruck für die natürlich bedingte Ertragsfähigkeit der Ackerböden. Abweichungen von den unterstellten wirtschaftlichen Ertragsbedingungen werden erst bei der Feststellung des Einheitswertes berücksichtigt. Ist dem Klassenzeichen nur eine einzige Wertzahl angefügt, so sind Bodenzahl und Ackerzahl gleich.

Beim Grünland heißen die entsprechenden Wertzahlen Grünlandgrundzahl (entsprechend der Bodenzahl) und Grünlandzahl (entsprechend der Ackerzahl). Beim Grünlande kommt es öfter vor, daß Grünlandgrundzahl und Grünlandzahl gleich sind, weil das allgemeine Klima bereits in der Grünlandzahl berücksichtigt ist und Ertragsabweichungen aus besonderen klimatischen Ursachen seltener sind.

**Abkürzungen** (aus W. Rothkegel: Landw. Schätzungslehre, Stuttgart 1947)

**Bodengefüge**

1. s, S	sandig, Sand	24. ra, Ra	raseneisensteinhaltig, Raseneisenstein
2. l, L	lehmig, Lehm		
3. t, T	tonig, Ton	25. let, Let	lettig, Letten
4. ka, Ka	kalkhaltig, Kalk	26. kn, Kn	knickhaltig, Knickbildung
5. me, Me	mergelig, Mergel		
6. mo, Mo	moorig, Moor	27. n	neutral
7. Nmo	Niederungsmoor	28. sa	sauer
8. Hmo	Hochmoor	29. g	grob
9. Ümo	Übergangsmoor	30. f	fein
10. to, To	torfig, Torf	31. mi	mild
11. h, H	humushaltig, Humus	32. schl	schluffig
12. ma, Ma	marschhaltig, Marsch	33. kr	kräftig
13. schli, Schli	schlickig, Schlick	34. sch	schwer
14. gr, Gr	grandig, Grand	35. str	streng
15. ki, Ki	kiesig, Kies	36. r	roh
16. gru, Gru	grusig, Grus	37. mg	mager
17. st, St	steinig, Stein	38. erd	erdig
18. scho, Scho	schotterig, Schotter	39. zer	zersetzt
19. Ge	Geröll	40. gb	gebleicht
20. fe, Fe	felsig, Fels	41. v	verdichtet
21. schi, Schi	schieferig, Schiefer	42. br	braun
22. ei, Ei	eisenhaltig, eisen-schüssig, Eisen	43. rost	rostfarben
23. ort, Ort	ortsteinhaltig, Ortstein	44. glb	gelb
		45. Ne	Nester
		46. Bä	Bänder

## Wasserverhältnisse

1. fr	frisch	6. WaÜ	Überschwemmung, Überflutung
2. Wa +	zuviel Wasser = naß	7. WaD	Druckwasser, Qualm- wasser, Rückstau
3. Wa —	zuwenig Wasser = trocken	8. RiWa	Rieselwasser
4. Wa gt	Wasser besonders günstig	9. Dr, dr	Dränageanlagen, dräniert
5. WaSt	Naßstellen, quellige Stellen		

## Besonderheiten

1. Gel	Geländegestaltung
2. Gel N	nordhängig (entspre- chend Gel S, Gel O, Gel W)
3. w	wellig
4. be	bergig
5. Ver	Verschießen
6. Wld	Waldschatten, Waldschaden
7. Htr	Heutrocknung
8. Hw	Heuwerbung
9. Bw	Bodenwechsel

## Kulturarten

1. A	Ackerland
2. Gr	Grünland
3. G	Gartenland
4. GrW	unbedingtes Wiesenland
5. AGr	Acker-Grünland
6. GrA	Grünland-Acker
7. GrHu	Hutung
8. Gr Str	Streuwiese

## Sonstige Abkürzungen

T	(nur von Flurstücksbezeich- nungen) = teilweise
gt	gut
m	mittel
ge	gering
u	und
—	bis
( )	einschränken, z. B. (h') = nur z. T. schwach humos
„	(neben Abkürzungen) schwach, sehr schwach, z. B. 1' = schwach lehmig

— (über Abkürzungen) stark,  
sehr stark, z. B. 1 = stark  
lehmig  
= scharf abgesetzt (Doppellinie  
an Stelle einer einfachen  
Linie zur Abgrenzung benach-  
barter Bodenschichten.)

D	Diluvium
Lö	Löß
Al	Alluvium
V	Verwitterung



# Bodenprofile

(siehe Karte)

## Mullböden

- Schloßberg bei Küstelberg, VI
- Staatliches Forstrevier Bilstein, VIII
- Hoher Knochen, VI
- Jagen 149, südlich Winterberg, VI
- Jahnschaft Rhonard, VIII

## Moderböden

- Forstrevier Bilstein, VIII
- Jahnschaft Olpe, VIII
- Markenwald Küstelberg, VI
- Hamelsberg, III
- Revier Bleiwäsche, III

## Rohhumusböden

- Kahler Asten, VI
- Durchschnittsböden unter Drahtschmiele-Heidelbeer-Buchenwald
- Durchschnittsböden unter Drahtschmiele-Heidelbeer-Niederwald
- Jahnschaft Heid, VIII
- Markenwald Küstelberg, VI
- Revier Bleiwäsche, III
- Revier Bleiwäsche, III
- Revier Bleiwäsche, III
- Försterei Einsiedel, VIII
- Kahler Asten, VI

## Schwach geneigte Hangböden

- Asbeck, I
- Westenfeld, V
- Osthelden, X
- Berghausen, V
- Velmede, V
- Grundschöttel, I
- Deilinghofen, II
- Dahl, IV
- Esborn, I
- Volkringhausen, V
- Lüdenscheid-Land, IV

- Ihmert, IV
- Breckerfeld, IV
- Frönsberg, IV
- Oedingen, VIII
- Wiblingwerde, IV

## Mäßig geneigte Hangböden

- Olsberg, V
- Schameder, IX
- Cobbenrode, V
- Wiblingwerde, IV
- Wenden, VIII
- Neuenrade, IV
- Letmathe, II
- Kierspe, IV

## Steilhangböden

- Berchum, II
- Wemlinghausen, IX
- Grevenstein, V
- Astenberg, VI
- Reiste, V
- Oberndorf, X
- Brunskappel, VI
- Beringhausen, VII

## Ebene Böden

- Ende, II
- Meschede-Land, V
- Brilon, III
- Schwitten, II
- Madfeld, III
- Holzen, V
- Warstein, III
- Halden, II
- Eversberg, V
- Halden, II
- Holthausen, IV
- Wenden, VIII
- Wiederstein, X
- Seelbach, X
- Winterberg, VI

