

Mikromorphologische Untersuchungen in der Meliorationsforschung

A. GORA

*Institut für Meliorationswesen und Grünland der Friedrich-Schiller-Universität,
Jena, D.D.R.*

EINLEITUNG

Im Institut für Meliorationswesen und Grünland der Friedrich-Schiller-Universität in Jena werden seit 1960 Forschungsaufgaben bearbeitet mit dem Ziel, die physiko-chemischen als auch die Luft- und Wasserverhältnisse staunasser Bodenformen nachhaltig zu verbessern. Im Vordergrund dieser Arbeiten stehen gezielte und rationelle meliorative Eingriffe in das Bodenprofil. Sie basieren auf einer umfassenden Ermittlung der den empfindlich gestörten Profilaufbau dieser Bodenformen ursächlich bedingenden Faktoren.

Bei den hier untersuchten und einer näheren Betrachtung zu unterziehenden azidischen Staugleyen sind die Leistungsbegrenzungen primär in dem durch mehrfache Umlagerung bereits potentiell geminderten bodenbildenden Substrat zu sehen. Ihre dadurch ausgelösten profilbedingten Schwächen werden durch klimatische und reliefbedingte Einflüsse noch verschärft. Die Folge davon ist ein hoher Grad an Wechselfeuchtigkeit, der in der Naßphase neben dem zumeist relativen Wasserüberschuß auch zu akutem Luftmangel führt. Unter diesen anaeroben Verhältnissen kommt es aufgrund steckengebliebener und/oder ungünstiger chemischer Reaktionen zur Anreicherung niedermolekularer organischer Säuren, die nicht nur die Aziditätsverhältnisse weiter verschlechtern, sondern auch bereits vorhandene chemische Verbindungen lösen bzw. zerstören. Die davon auch betroffenen Verbindungen des Eisens und Aluminiums wirken dann nicht nur toxisch auf das Pflanzenwachstum, sondern auch als Kittsubstanz für Bodenteilchen bzw. Gefügekörper und führen über die Ausbildung des für Wasser, Luft und Pflanzenwurzeln unwegsamen kohärenten Gefüges zur weiteren Verschlechterung der Ertragsleistung. Über den Profilaufbau zweier Staugleye aus unterschiedlichen geologischen Substrat gibt die Abb. 1 Auskunft.

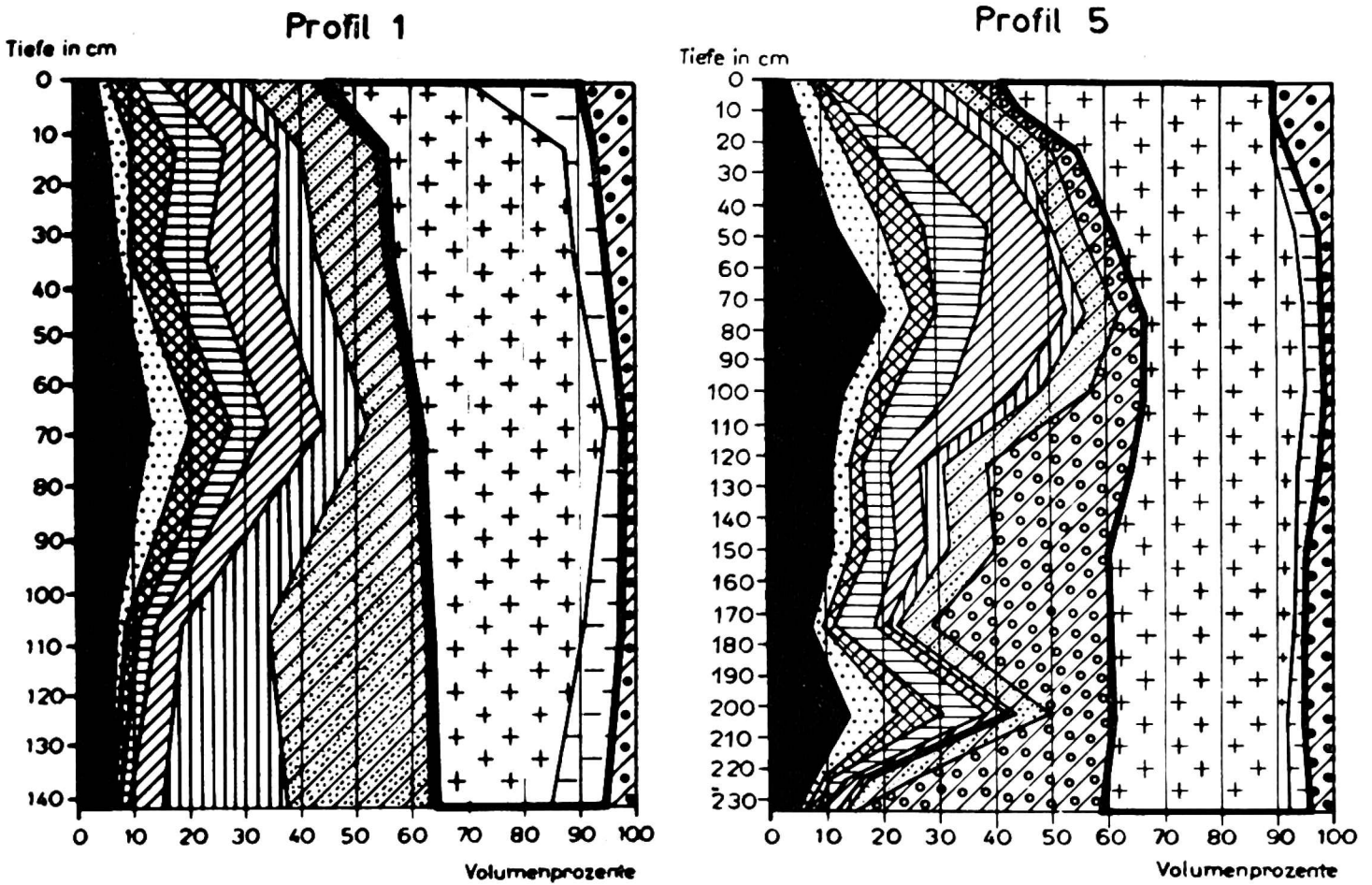


Abb. 1. Profilaufbau zweier Staugley-Standorte; links Sandstaugley-Standort A, rechts Lehmstaugley-Standort B.

DIE LEISTUNGSBEGRENZUNGEN

Einen Einblick in die chemischen Parameter der untersuchten Staugleye vermittelt die Tabelle. Aus ihr geht hervor, daß die *Aziditätswerte* der ausgewählten Profile bis zur aufgenommenen Tiefe im stark sauren Bereich liegen. Die absolut niedrigsten Werte sind aber mit pH 3,5-3,8 im Stauhohizont anzutreffen. Hieraus wird die durch mehrfache Umlagerung des bodenbildenden Substrates verursachte weitgehende Entbasung deutlich. Darüber hinaus ist auch die durch anaerobe Bedingungen ausgelöste potentielle Versauerung unverkennbar.

Die *T-Werte* lassen entsprechend ihrer Größenordnung von ϕ 10 bzw. 13 mval/100 g Boden darauf schließen, daß es sich neben der organischen



Texturverteilung

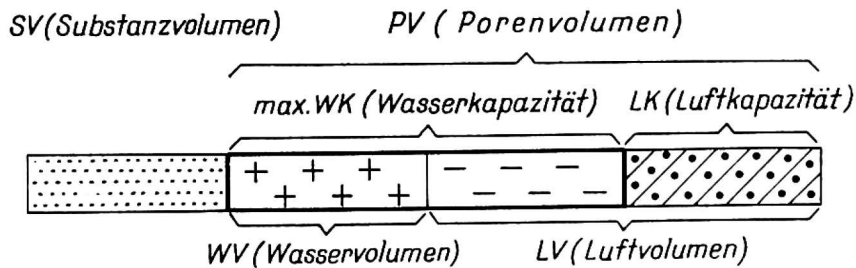
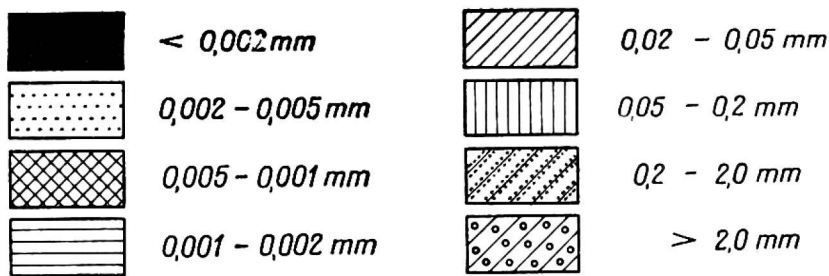


Abb. 2. Textur- und Strukturdiagramm zweier Staugley-Standorte; links Standort A, rechts Standort B.

Sorptionskomponente im Hauptwurzelbereich um ein Illit-Kaolinit-Gemisch handelt. Durchgeführte DT- und Röntgenanalysen bestätigen diese Annahme. Die niedrige Basensättigung von weniger als 5% bis maximal 28% in Verbindung mit dem geringen Vorrat an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Bereich der Stauzone und des Stauhizontes sind ein weiterer Beweis für das stark geminderte chemische Leistungspotential dieser Standorte. Untermauert werden diese Ergebnisse noch durch den hohen Anteil an freien Eisen- und Aluminiumoxyden.

Tabelle. Chemische Parameter

	Meßtiefe cm	pH- Wert n/10KCl	h.A. y ₁	T-Wert mval/ 100g B	V-Wert %	org. Subst. %	CaO %
A							
Im Ostteil des	0-10	4,7	17,5	13,0	12,3	4,21	0,20
Thür. Buntsand-	10-30	4,0	17,1	12,6	11,9	4,16	0,20
steingebietes	30-40	3,7	19,3	12,9	3,1	0,53	0,10
(bsm) (Acker-	60-70	3,5	21,0	14,2	4,3	0,29	0,08
nutzung)	100-110	3,7	21,8	15,2	5,5	0,15	0,05
	130-140	3,6	15,9	11,2	3,5	0,14	0,05
B							
In Ostteil	0-10	4,3	17,8	13,7	13,9	4,85	0,33
des Thür.	10-20	4,0	13,9	10,1	10,8	2,27	0,37
Schiefer-	30-40	3,7	12,3	8,7	9,2	0,93	0,24
gebirges	60-70	3,7	12,3	10,7	25,3	0,34	0,20
(Grün-	90-100	3,8	13,5	12,2	27,9	0,24	0,14
land-	120-130	4,1	8,8	11,5	50,4	0,19	0,19
nutzung)	150-160	4,4	8,9	12,0	51,7	0,22	0,24
	180-190	4,3	5,9	8,4	54,8	0,21	0,21
	200-210	4,3	5,8	7,0	45,7	0,23	0,19
	220-230	4,2	6,6	8,5	48,8	0,26	0,21

Die beachtlich höhere Basensättigung von ϕ 50% unterhalb 1,20 m u.F. des Standortes (B) ist durch feinsten Gesteinsdetritus im Feinboden, der aufgrund der Illitkomponente einen noch relativ hohen Gehalt an Kali-Ionen besitzt, begründet. Zurückzuführen ist diese Erscheinung auf die Tatsache, daß dieser Horizont als würmzeitlicher Dauerfrostboden von dem im letzten Interglazial erfolgten Umlagerungsprozeß unberührt blieb.

Über die *texturelle Zusammensetzung* des Bodensubstrates sowie dessen *Hohlraumausstattung* in den verschiedenen Horizonten der untersuchten Standorte gibt die Abb. 2 Auskunft. Bemerkenswert ist bei beiden Standorten der beachtlich höhere Anteil an Feinboden $< 0,02$ mm im Bereich des Stauhizontes mit seinen Folgewirkungen auf die Hohlraumverhältnisse. Sie finden in dem niedrigen Gesamtporenraum von 33% bzw. 38% und dem sehr geringen Anteil an schnell dränenden Poren von 2% bzw. 5% ihren Niederschlag. Einen weiteren Einblick in die qualitative Aufteilung des Porenraumes gestattet die *Porengrößenverteilung* in Abb. 3. Sie gibt zu erkennen, daß der bis pF 2,5 vorhandene Porenraum keine ausreichende Luftzirkulation und Sickerwasserbewegung ermöglicht. Die Folgen davon sind Staunässebildung und die bereits erwähnten anaeroben Verhältnisse, die zu Reduktionsvorgängen sowie Sauerstoffmangel für Pflanzenwurzeln und Mikroben führen. Des weiteren läßt der geringe

zweier Staugley-Standorte

P ₂ O ₅	mg/100 g B		mg/100 g B		Al ₂ O ₃	% Na OH		Fe ₂ O ₃	% dithio.		SiO ₂	% NaOH	
	ges.	laktatl.	ges.	laktatl.		ges.	lösl.		ges.	lösl.		ges.	lösl.
100	13		46	16	6,40	2,45	1,05	0,90	78,50	1,42			
107	10		43	19	6,10	2,18	1,30	1,10	79,35	1,50			
83	1		79	8	7,23	3,65	2,75	2,19	77,18	1,64			
80	1		76	6	8,25	3,92	3,05	2,68	81,42	1,71			
64	1		69	4	8,72	3,85	2,78	2,52	80,65	1,68			
78	1		60	4	8,40	3,12	3,95	2,95	79,55	1,55			
155	4		95	9	9,24	2,42	2,86	2,75	70,32	1,85			
80	2		72	5	9,63	2,18	3,32	2,60	70,64	1,96			
52	1		80	5	10,18	3,57	4,25	3,18	69,95	1,72			
70	1		110	5	10,45	3,80	4,68	3,70	69,25	1,80			
75	1		116	5	12,22	3,62	4,13	3,32	72,42	2,15			
78	2		55	5	14,38	3,35	3,89	3,28	71,19	2,23			
81	2		47	5	15,72	3,82	2,24	1,95	73,44	2,07			
79	3		45	4	14,10	3,15	2,05	1,92	73,10	2,31			
93	1		38	4	10,30	3,95	2,17	1,98	71,62	1,92			
103	2		23	5	14,25	3,67	2,36	1,92	72,54	2,12			

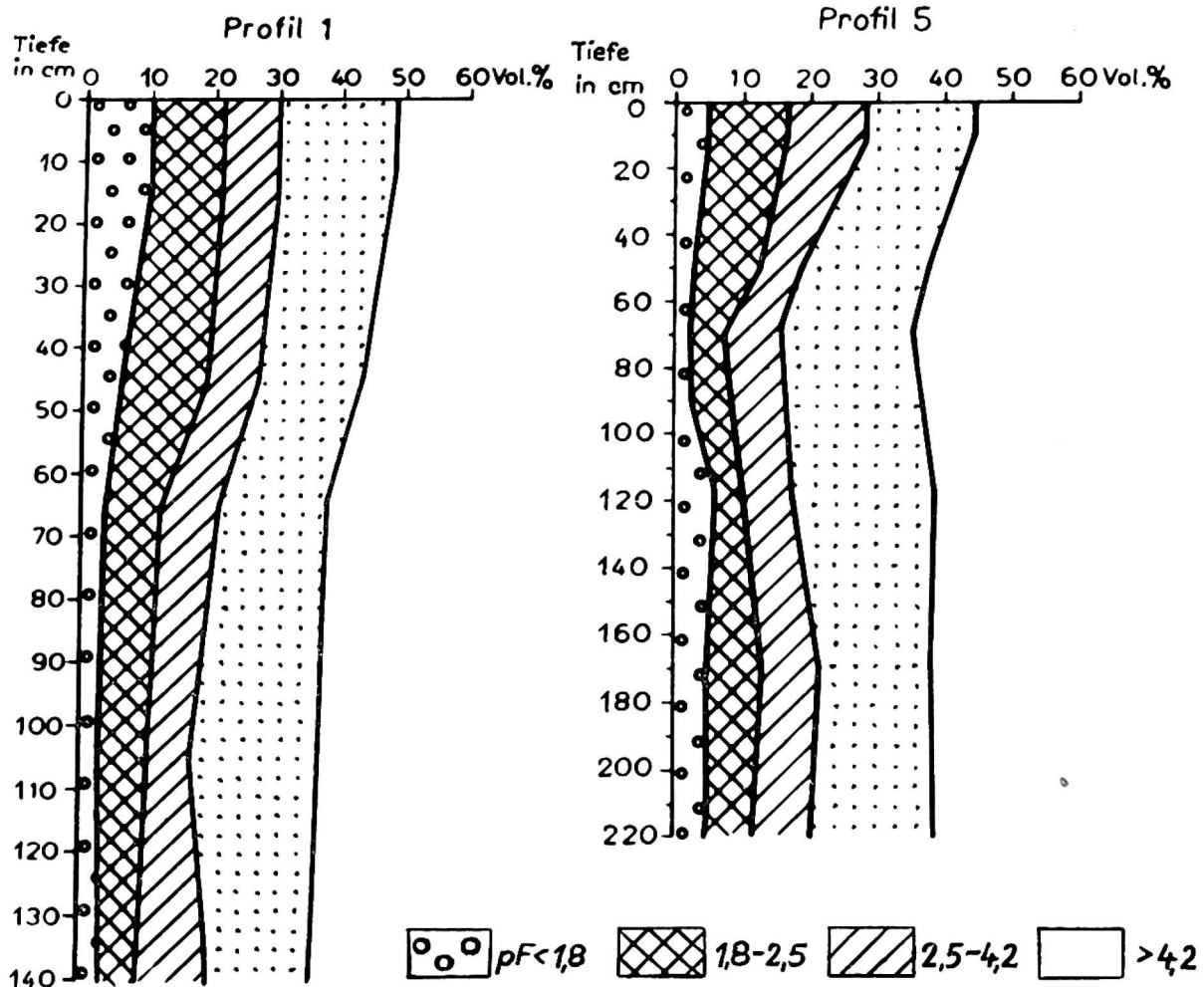


Abb. 3. Porengrößenverteilung zweier Staugley-Standorte; links Standort A, rechts Standort B.

nutzbare Feuchtespeicherraum — pF 2,5-4,2, der für den Standort (A) bis 0,7 m u.F. mit 142 mm und für den Standort (B) mit 126 mm veranschlagt werden kann, die unzureichende Wasserversorgung und dadurch eingeschränkte Ertragsleistung deutlich werden. Der dagegen recht hohe Anteil an Mikroporen (pF > 4,2) ist mit ϕ 19% für den Standort (A) und ϕ 22% für den Standort (B) einerseits ein Maßstab für den Totwasseranteil und andererseits als ein Ausdruck für die ungünstigen Gefügeverhältnisse zu werten.

Zur weiteren physikalischen Kennzeichnung dieser Standorte und zur Ergänzung der Ergebnisse über die Hohlräumstruktur wurden noch die Wasserkapazität, die Wasserpermeabilität, die Bodenfeuchtedynamik, die Bodendichte und die Aggregatstabilität ermittelt sowie mikromorphologische Untersuchungen durchgeführt. Da letztere unter Berücksichtigung einer toleranten Probenentnahme zur Aufklärung gefügekundlicher Fragen besonders geeignet erscheinen, wurden sie auch zur Ergänzung und Untermauerung der durch Beobachtung und Analyse gewonnenen bodenphysikalischen Ergebnisse herangezogen.

Das hierfür zur Untersuchung gelangende Probenmaterial bestand aus Gefügebruchstücken von etwa $3 \times 3 \times 3$ cm der Horizonte A_h , g_1 und g_2 . Die Dünnschliffe wurden nach der Methode Altemüller [1] hergestellt und unter Auflicht 12,5-fach vergrößert.

Im einzelnen charakterisieren die Präparate der Abb. 4 und 5 die Stauzone der beiden Standorte in ihrem oberen Bereich (A_h -Horizont). Sie weist hier ein feinporöses Aggregatgefüge mit einigen dichteren Zonen auf. Zahlreich vorkommende Fe-Konkretionen sind als formlose dunkle Partikel in der mit organischer Masse angereicherten karbonatfreien Grundsubstanz eingestreut. Das Hohlräumssystem ist durch unregelmäßig

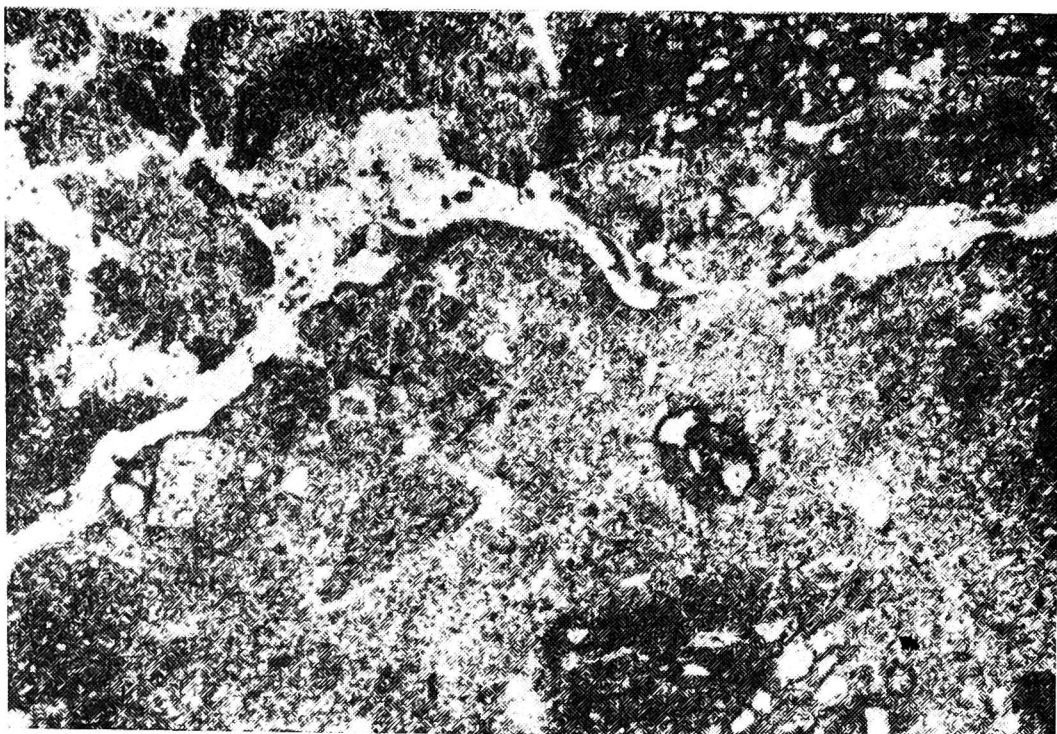


Abb. 4. A_h -Horizont 10-20 cm, Standort A, locker.

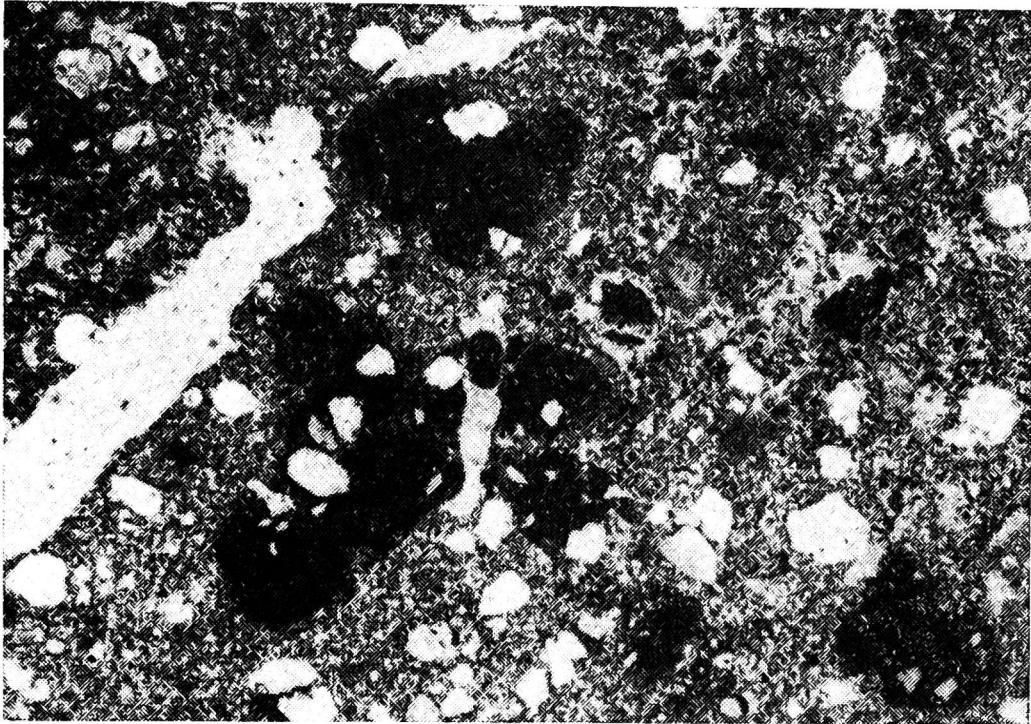


Abb. 5. A_h -Horizont 10-20 cm, Standort B, locker.

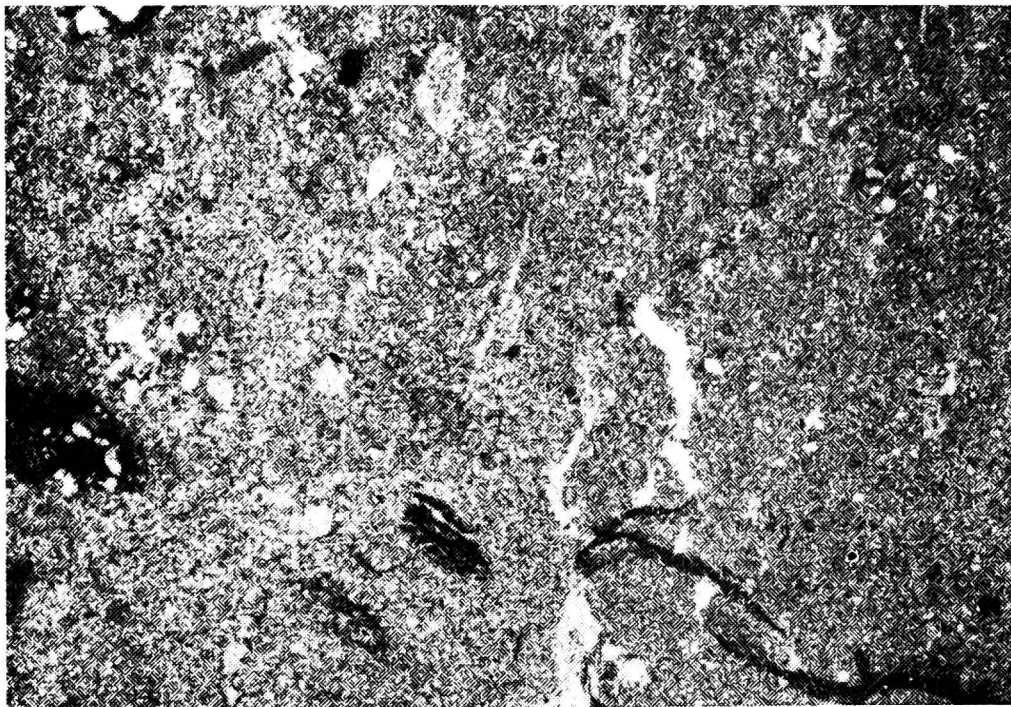


Abb. 6. g_1 -Horizont 30-40 cm, Standort A, dicht.

verlaufende Risse, Wurzel- und Wurmkanäle, zumeist in vertikaler Richtung orientiert, gekennzeichnet.

Die Abb. 6 und 7 stammen aus dem Basisbereich der Stauzone (g_1 -Horizont). Hier sind in der wenig gegliederten schmutzig-grauen, karbonatfreien Grundmasse zahlreiche schwarz-braune Fe- und Mn-Konkretionen in mannigfachen Formen eingeschlossen. Die unterschiedlich großen Skelettpartikel sind häufig von der Grundmasse umhüllt. Der organische Anteil ist stark reduziert. Das Hohlraumsystem beschränkt sich fast ausschließlich auf feine Risse und Faserwurzelkanäle. Sie sind häufig mit einem dünnen Film aus Eisenhydroxyd ausgekleidet.

Die Abb. 8 und 9 charakterisieren den Staukörper (g_2 -Horizont). Seine

stark verwittrte, gelblich-braune, karbonatfreie dichte Grundmasse enthält kleinere und gröbere Skeletteile eingebettet. Sehr formenreich wird sie von Fe- und Mn-Konkretionen sowie deren Gelniederschläge fleckhaft durchsetzt. Des weiteren sind feine Spaltrisse, die nicht selten dünne Tonüberzüge erkennen lassen, und nadelstichartige Poren erkennbar.

NOTWENDIGE MELIORATIONSMASSNAHMEN

Es ist verständlich, daß auf derartigen Standorten eine ausreichende Regulierung des Luft- und Wasserhaushaltes und darüber hinaus eine Verbesserung des Bodenchemismus nur durch solche Meliorationsmaßnah-

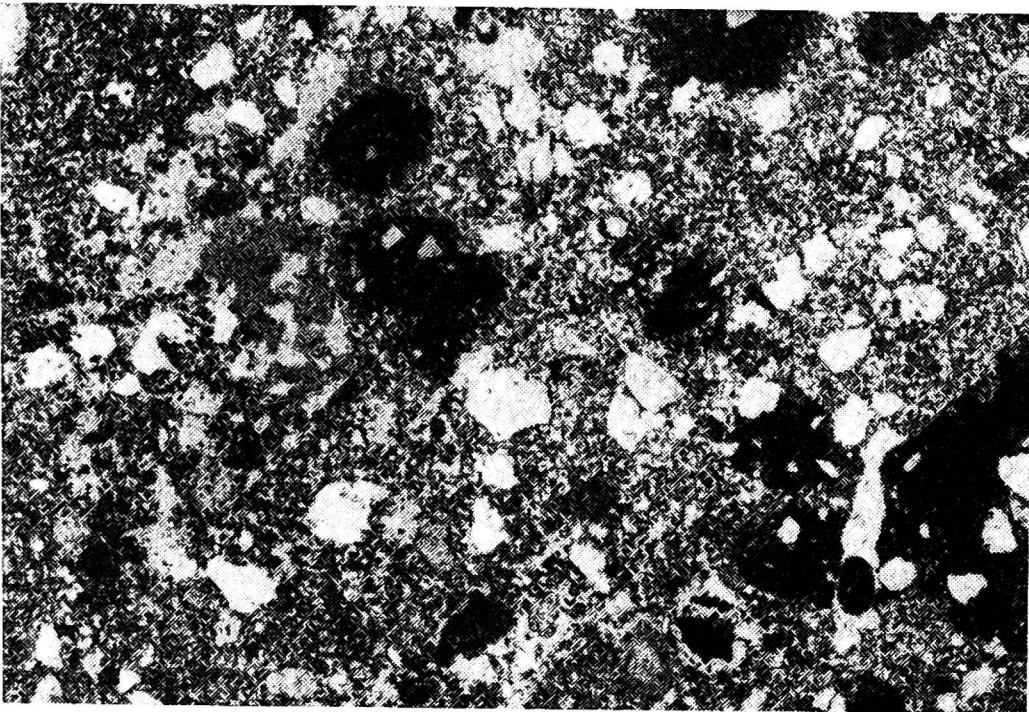


Abb. 7. g_1 -Horizont 30-40 cm, Standort B, dicht.

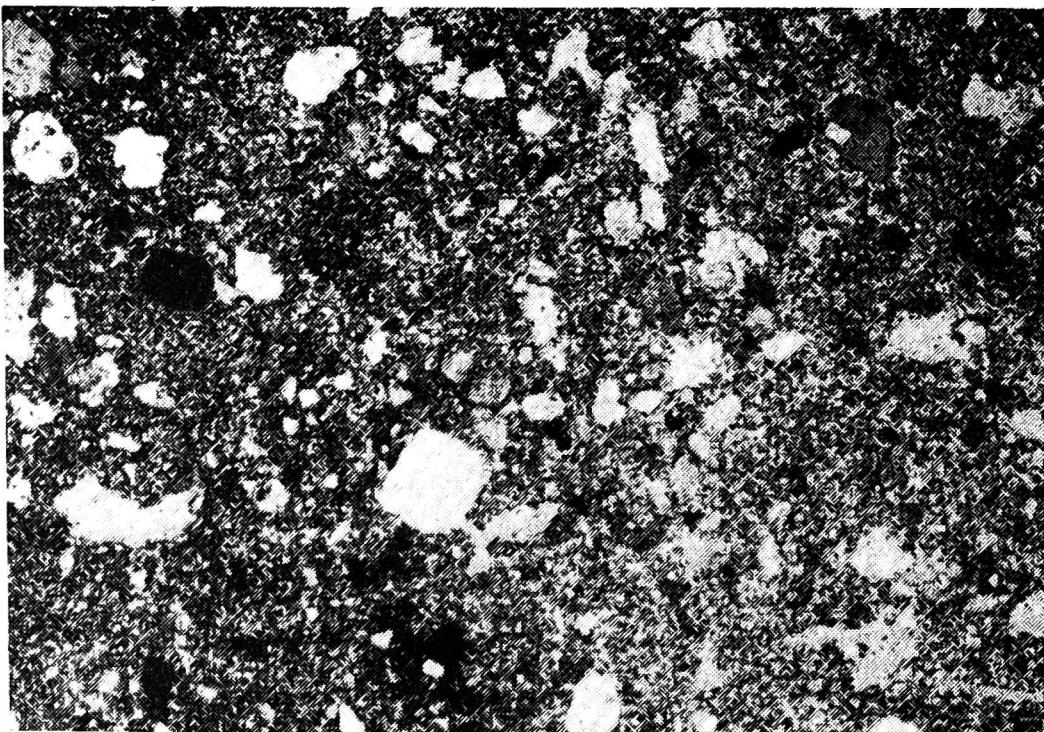


Abb. 8. g_2 -Horizont 50-60 cm, Standort A, sehr dicht.

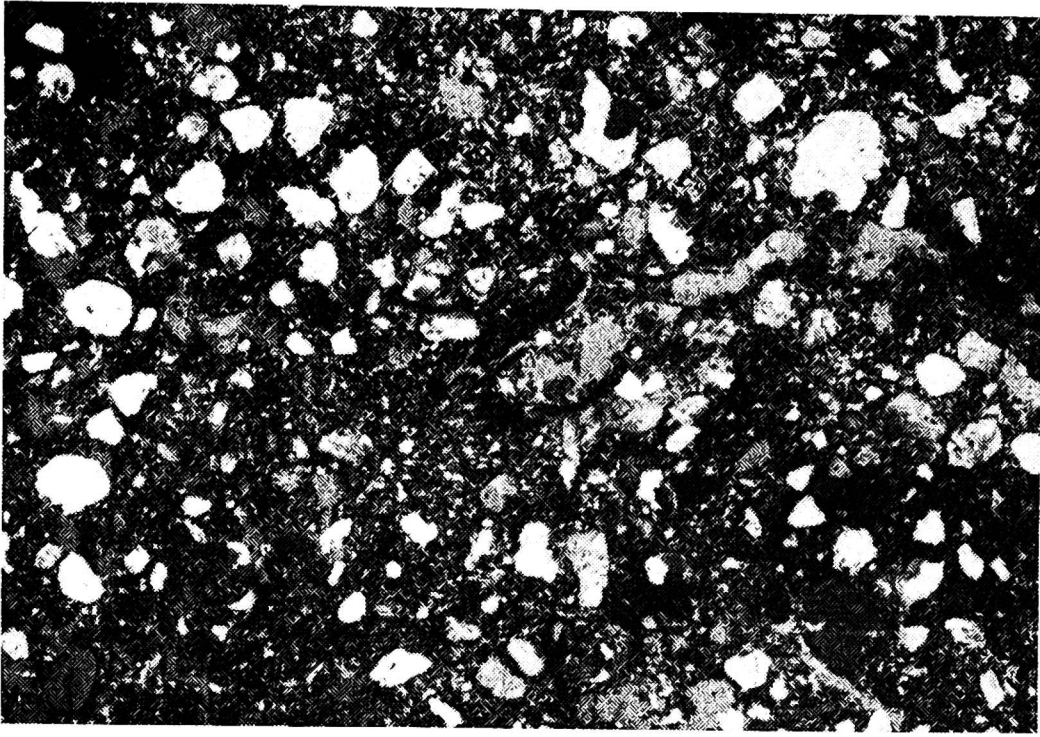


Abb. 9. g_2 -Horizont 50-60 cm, Standort B, sehr dicht.

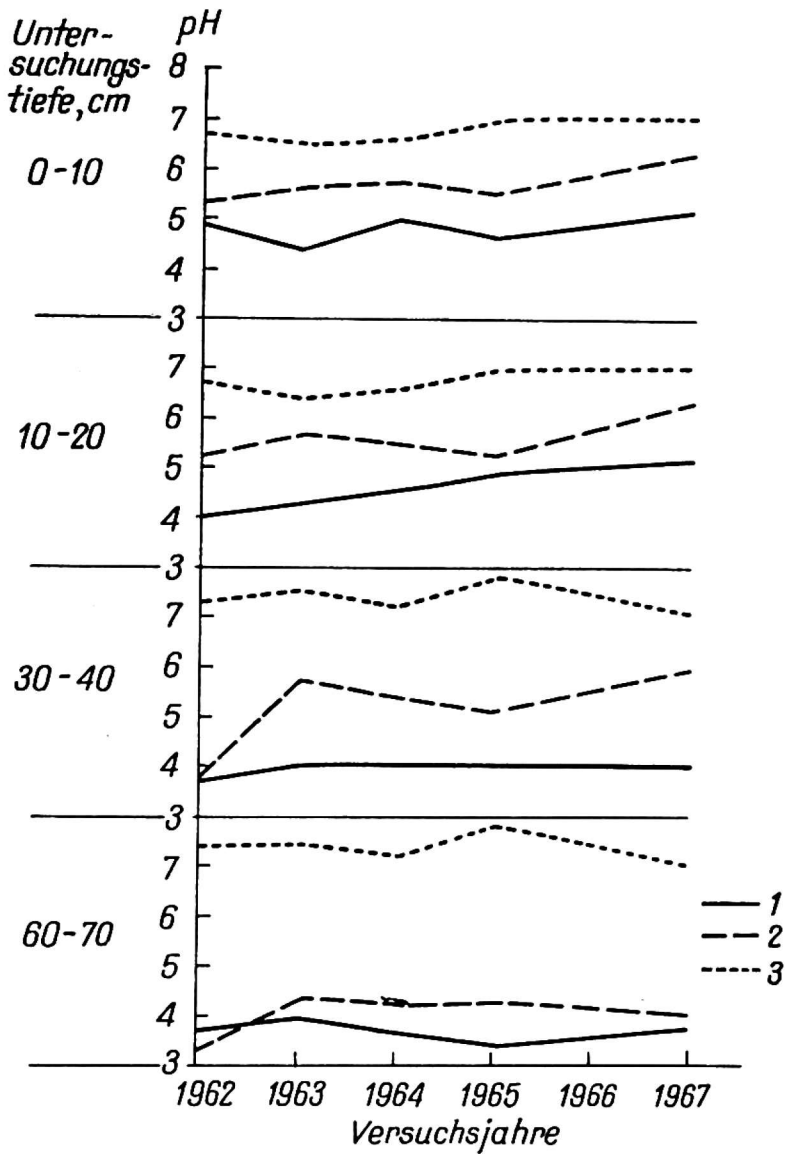


Abb. 10. Durch Gefügemelioration positiv veränderte Aziditätsverhältnisse des Standortes B. 1 — Unbehandelt, 2 — Tieflockerung mit 30 dt/ha Krümenkalkung, 3 — Tieflockerung + 250 dt/ha Tiefkalkung.

men möglich ist, die die Schadensquellen auszuschalten vermögen. Daraus folgt entsprechend den Ergebnissen über die leistungsbegrenzenden Bodenkennwerte, daß der wenig bzw. undurchlässige Stauhorizont aufzubrechen und der erzielte Lockerungseffekt unter Einbeziehung des Bodenchemismus nachhaltig zu stabilisieren ist. Eine erfolgversprechende Meliorationsmaßnahme hierfür ist in dem in Jena entwickelten kombinierten Tieflockerungs- und Tiefkalkungsverfahren zu sehen [3]. Dieses Vorgehen ermöglicht darüber hinaus bei Verwendung geeigneter Lockerungswerkzeuge auch eine sich auf mehrere cm Tiefe erstreckende Homogenisie-

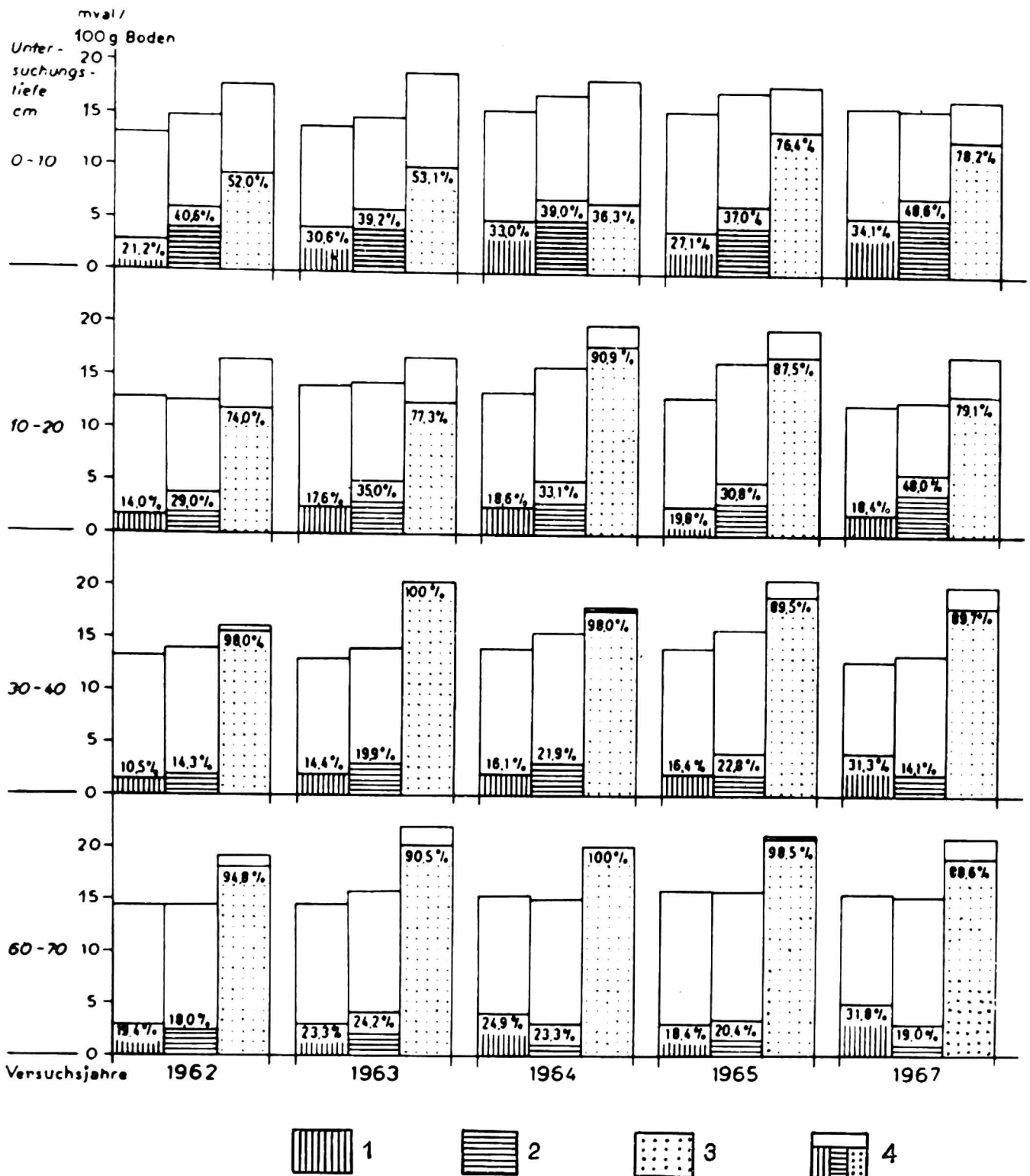


Abb. 11. Durch Gefügemelioration positiv veränderte Sorptions- und Basensättigungsverhältnisse des Standortes B. 1—S + V-Werte Unbehandelt, 2—S + V-Werte Tieflockerung mit 30 dt/ha Oberflächenkalkung, 3—S + V-Werte Tieflockerung + 400 dt/ha Tiefkalkung, 4—T-Wert.

rung des Bodenprofiles. Auf diese Weise wird bereits der durch den periodischen Staunässeinfluß an mineralischen und organischen Sorptionsträgern stark verarmte und im Gefüge sehr instabile g_1 -Horizont, wie durch bodenkundliche Untersuchungsergebnisse eines Nur-Tieflockerungsversuches belegt werden kann, geringfügig aufgebessert.

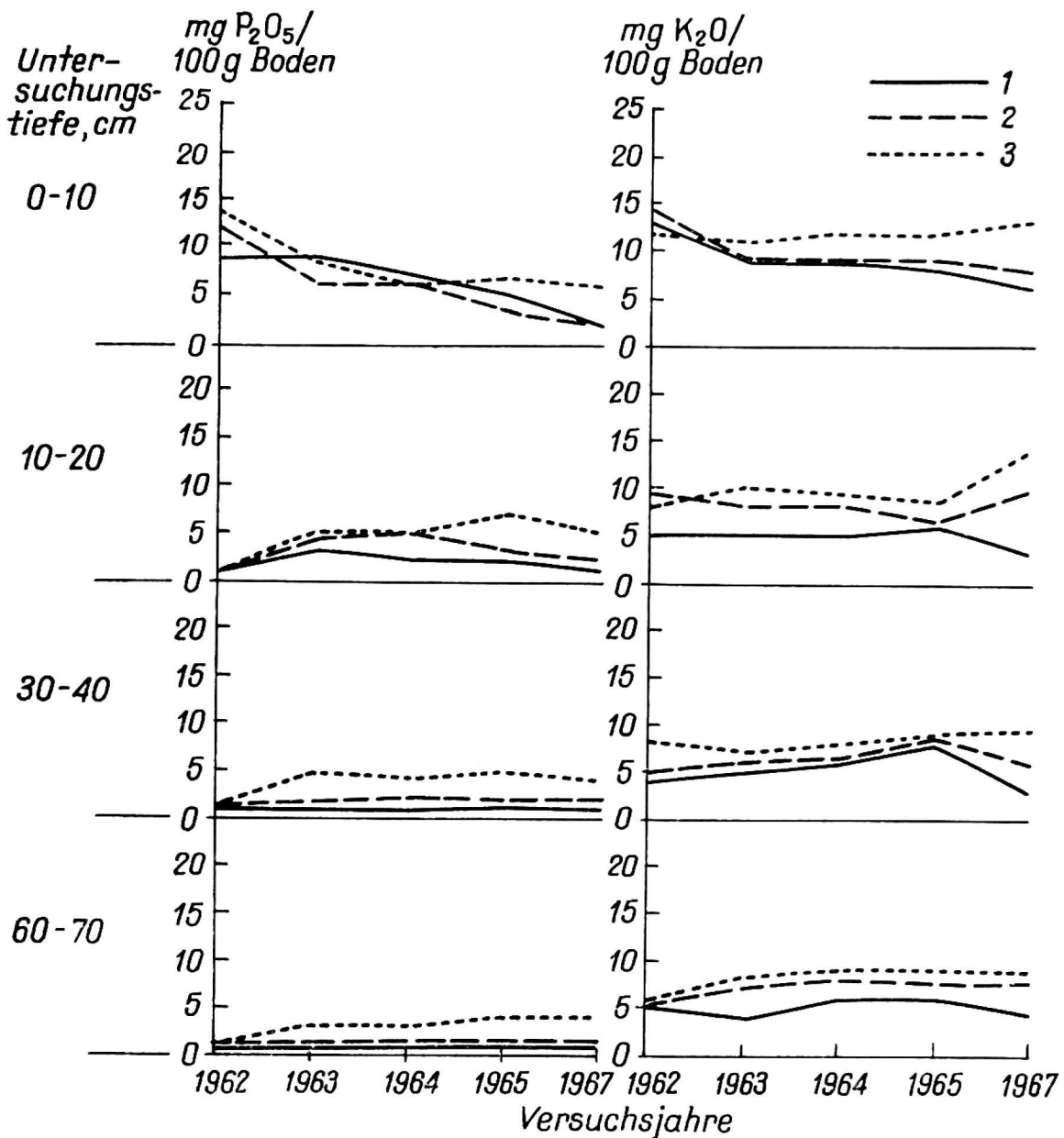


Abb. 12. Durch Gefügemelioration positiv veränderte Nährstoffverhältnisse des Standortes B. 1 — Unbehandelt, 2 — Tieflockerung mit 30 dt/ha Oberflächenkalkung, 3 — Tieflockerung + 400 dt/ha Tiefkalkung.

Die durch weitere meliorative Eingriffe, wie: Tieflockerung 70 cm plus 30 dt/ha Oberflächenkalkung und Tieflockerung 70 cm plus 250 dt/ha bzw., 400 dt/ha Tiefkalkung, veränderten Bodenkennwerte sind im folgenden Gegenstand eingehender Erörterungen.

ERZIELTE ERGEBNISSE

Sie werden aus gegebener Veranlassung und aufgrund der Tatsache, daß die Meliorationswirkung auf beiden Standorten einen gleichsinnigen Verlauf erkennen läßt, hier nur für den Standort (B) wiedergegeben.

Im allgemeinen ist den Abb. 10-13, die 6-jährige Untersuchungsergebnisse beinhalten, zu entnehmen, daß die *chemischen Parameter* durch Tieflockerung und Oberflächenkalkung im oberflächennahen Bereich zwar merklich, im Unterboden jedoch nur unwesentlich aufge bessert wurden. Hieraus ist zu folgern, daß die nach der hydrolytischen Azidität bemessene Oberflächenkalkung für die vorgestellten Standorte als zu gering anzusehen ist, um in ihrem Wirkungsbereich die vorhandene Bodensäure zu neutralisieren und eine optimale Basensättigung zu ermöglichen.

Erst die mit der Tieflockerung kombinierte Tiefkalkung von 250 dt/ha auf dem Standort (A) bzw. von 400 dt/ha auf dem Standort (B) führte in ihrem Wirkungsbereich zu einer durchgreifenden Verbesserung des Bodenchemismus. Sie äußert sich in einer positiven Beeinflussung folgender Kenngrößen:

- (1) der Verlagerung der aktuellen Azidität in den ganz schwach sauren bzw. schwach alkalischen Bereich (Abb. 10),
- (2) der Erhöhung der Sorptionskapazität um ϕ 6 mval/100g Boden,
- (3) der fast vollständigen Basensättigung durch Ca-Belegung des Sorptionskomplexes (Abb. 11),
- (4) der Aufbesserung des laktatlöslichen Nährstoffpotentials bei K_2O und P_2O_5 um ϕ 3 mg/100g Boden (Abb. 12).

Darüber hinaus konnte ein Rückgang bei den freien Sesqui- und Silizium-Oxyden festgestellt werden.

Die *physikalischen Parameter* lassen in dem gleichen Zeitraum eine ebenso positive Veränderung erkennen. Sie findet ihren Niederschlag, wie aus Abb. 13 hervorgeht, in einem um 10-15% größeren *Gesamtporenraum* und in dessen sehr bedeutsamen qualitativen Beeinflussung. Die daraus resultierende verbesserte Luft- und Wasserzirkulation sowie die Zunahme des Wasserspeichervermögens durch Vergrößerung des Meosoporenraumes erscheint für den anzustrebenden Ausgleich der extremen Wechselfeuchtigkeit sehr bedeutsam.

Ihren weiteren Niederschlag finden die veränderten Porenraumverhältnisse auf den Tiefkalkungsvarianten in dem um mehr als zwei Zehnerpotenzen, von 10^{-6} auf 10^{-3} cm/s, vergrößerten Kf-Wert, in der geringeren Bodendichte und in dem beachtlich höheren Anteil wasserstabiler Aggregate.

Zur Ergänzung der durchgeführten Bodenuntersuchungen und zur Untermauerung ihrer Ergebnisse wurden wiederum mikromorphologische Untersuchungen herangezogen. Auch hiervon werden infolge der auf beiden Standorten sehr ähnlich verlaufenden Gefügeausbildung wiederum nur die Ergebnisse der Tieflockerungs- und -kalkungsvariante des Standortes (B) vorgestellt. Die Abb. 14-16 beinhalten Schliffbilder des A_h -, g_1 - und g_2 -Horizontes 4 Jahre nach der Melioration.

Das Gefügebild des A_h -Horizontes (Abb. 14) dieser Variante zeigt ge-

genüber Unbehandelt eine deutliche gefügebauliche Verbesserung. Sie äußert sich in einer durch biogene Tätigkeit ausgelösten Erhöhung stabiler Gefügekörper von unterschiedlicher Form und Größe. Darüber hinaus findet sie ihren Niederschlag in dem durch Bodentiere und Pflanzenwurzeln begründeten weitverzweigten Hohlräumssystem.

Das Schliffbild des g_1 -Horizontes (Abb. 15) läßt gegenüber Unbehandelt eine sehr heterogene graubraune bis schwarzbraune Färbung erken-

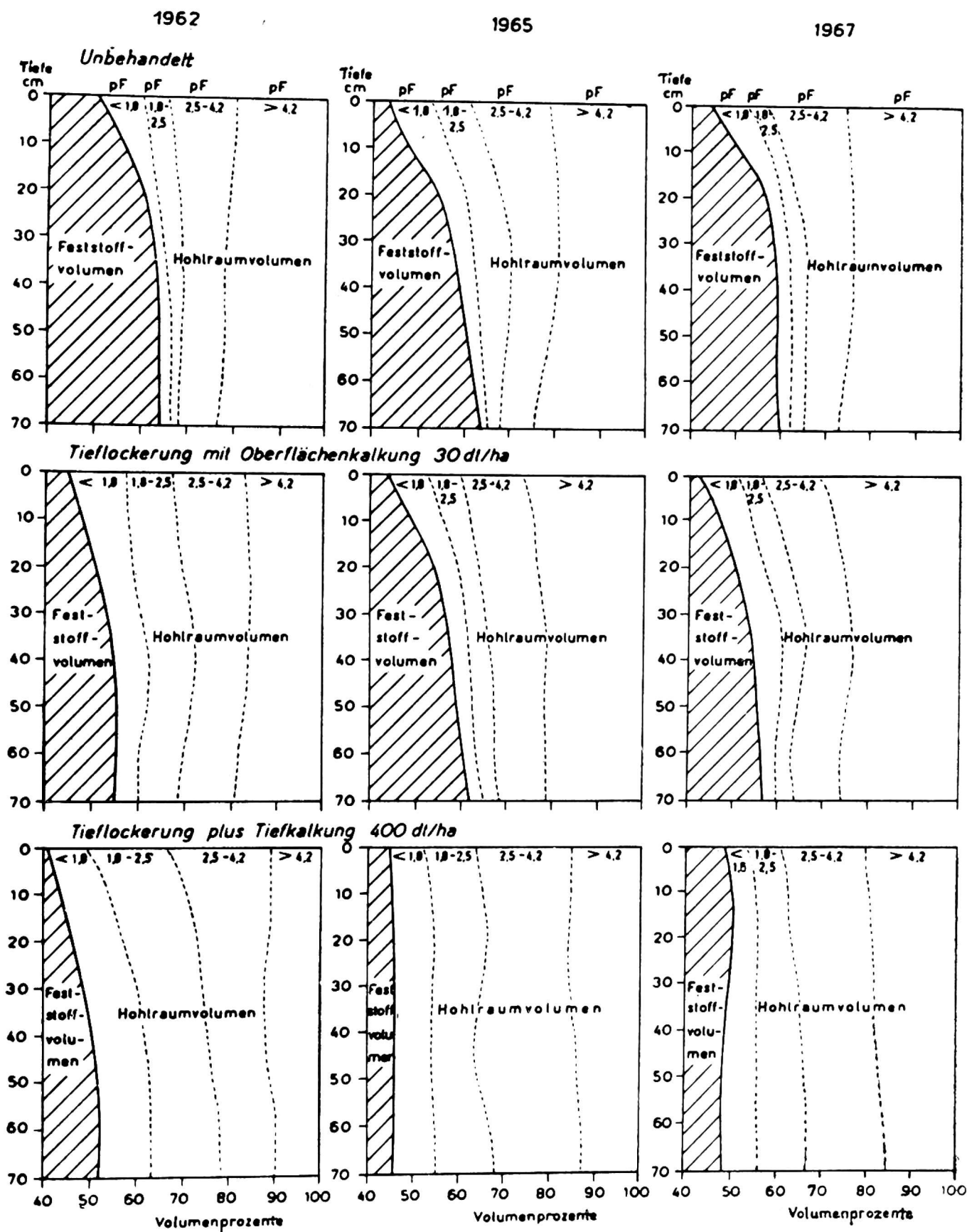


Abb. 13. Durch Gefügemelioration verbesserte Hohlräumstruktur des Standortes B.

nen. Die schluffig-graue Grundsubstanz ist bereits teilweise mit eingemischtem Material des A_h -Horizontes durch die Bodenfauna zu Gefügeteilen unterschiedlicher Größe und Stabilität verbaut. In sie sind nicht selten ältere Fe- und Mn-Konkretionen eingeschlossen. Ihr Hohlräumsystem ist ebenfalls durch Bodentiere und Pflanzenwurzeln vorgeprägt und stabilisiert.

Das aus dem g_2 -Horizont (Abb. 16) stammende Schliffbild ist durch eine regellose Anordnung von durch die Lockerung entstandener Gefügestückchen, Skeletteilen und Konkretionen gekennzeichnet. Dieser räumliche Zustand erklärt auch den hier sehr hohen Hohlräumanteil. Seine

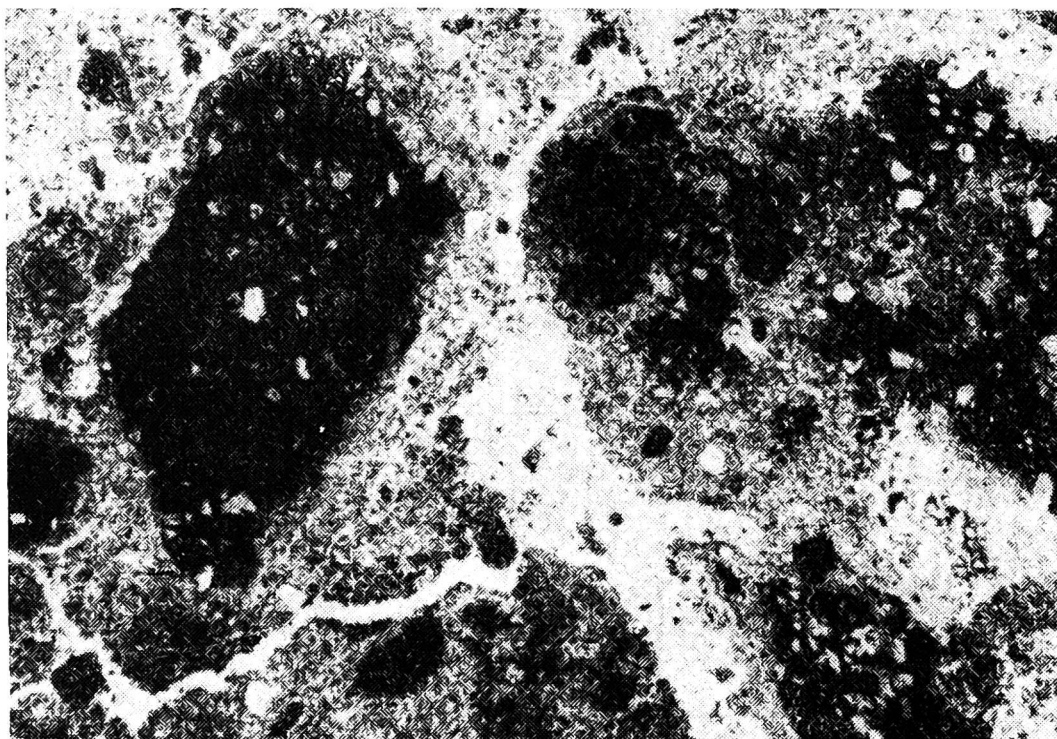


Abb. 14. A_h -Horizont 10-20 cm, Standort B, 4 Jahre nach der Melioration.

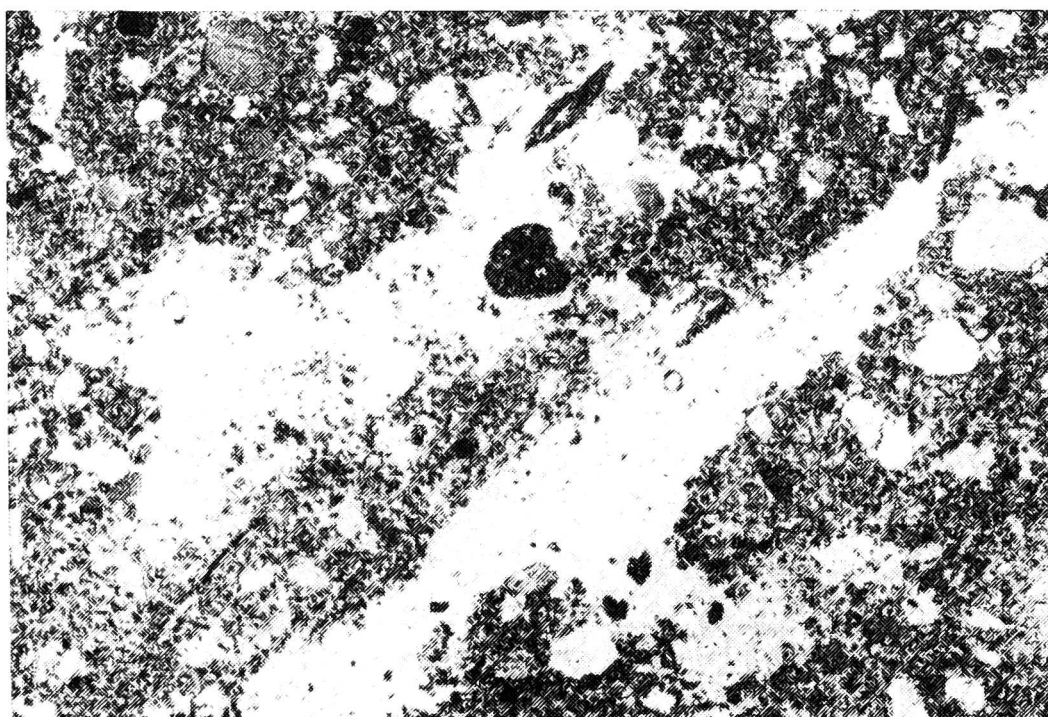


Abb. 15. g_1 -Horizont 30-40 cm, Standort B, 4 Jahre nach der Melioration.

Stabilität beruht in erster Linie auf einer chemisch-mechanischen Verfestigung der Gefügebruchstücke durch das Kalk-Ton-Gemisch. Ihn auch biologisch zu stabilisieren, ist über den Anbau von Tiefwurzlern und einer damit verbundenen Erhöhung der biologischen Aktivität, wie aus diesbezüglichen Untersuchungsergebnissen Goras [5, 6] hervorgeht, durchaus möglich.

Insgesamt gesehen erweisen sich die Ergebnisse der mikromorphologischen Untersuchungen als wertvolle Ergänzung zu den physikochemischen Untersuchungsergebnissen. Es soll jedoch an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die an so kleinen und lokal begrenzten Proben gewonnenen Ergebnisse, wie im vorliegenden Fall und wie es noch vielerorts gebräuchlich ist, auch wenn ihre Entnahme weitgehend frei von subjektiven Einflüssen erfolgt, für eine Profilcharakteristik unzureichend sind. Aus dieser Erkenntnis heraus erwächst die Notwendigkeit, größere Bereiche eines Bodenprofils — etwa einen Horizont bzw. eine Schicht — nach dem methodischen Vorgehen von Borchert im Schlibfbild zu erfassen.

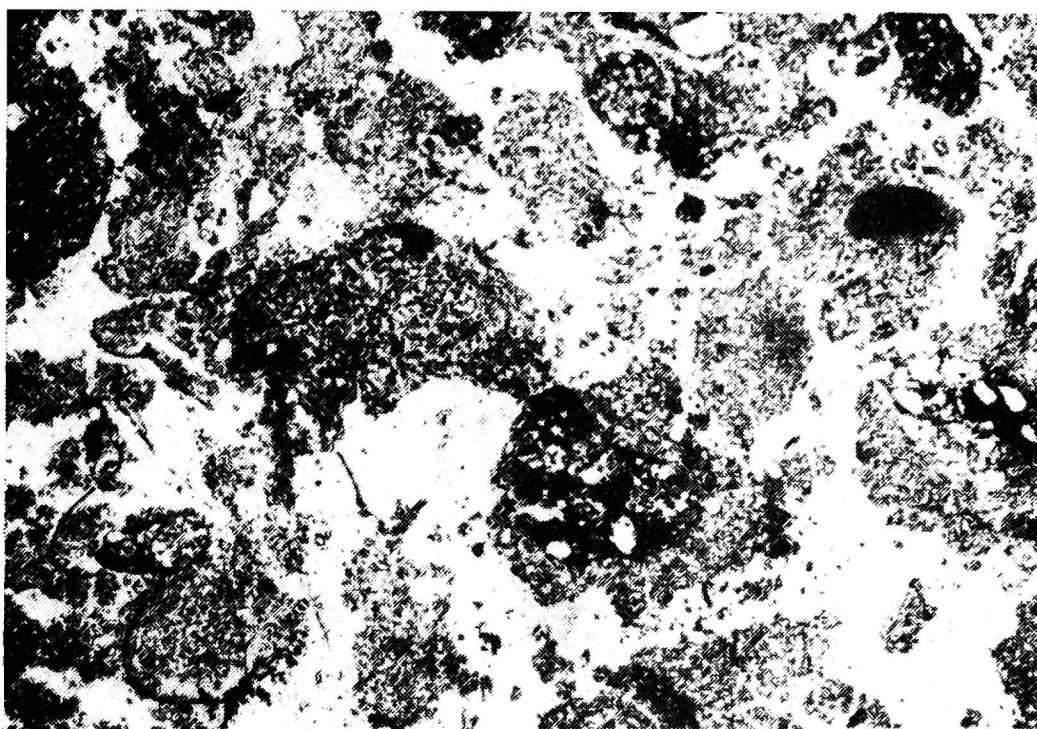


Abb. 16. g_2 -Horizont 50-60 cm, Standort B, 4 Jahre nach der Melioration.

Die sich daraus ergebenden Vorteile dürften der Mikromorphologie in der bodenkundlichen und meliorationskundlichen Forschung weitere Einsatzgebiete erschließen. Sie liegen sowohl in den Grundlagendisziplinen als auch im angewandten Forschungsbereich. Für erstere wäre es durchaus denkbar, mit einer den Anforderungen entsprechenden Untersuchungs- und Auswertungsmethodik, neben der Aufklärung spezieller gefügekundlicher Fragen, auch die Voraussetzungen für die Ermittlung der Feststoff-Hohlraumverteilung, die Bestimmung der Porengrößenklassen und der Wasserpermeabilität zu schaffen. Den verschiedenen Disziplinen der angewandten Forschung könnten die mikromorphologischen Untersuchungs-

ergebnisse wertvolle Hinweise für die Leistungsbegrenzungen eines Standortes, die Anwendung spezifisch wirksamer Meliorationsverfahren, aber auch für die Standortkartierung geben. Daß sie darüber hinaus auch eine elegante Möglichkeit der Dokumentation sein können, soll hier nur angedeutet werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über die leistungsbegrenzenden Ursachen azidischer Staugleye und die Möglichkeiten ihrer Melioration berichtet. Des weiteren werden mehrjährige bodenkundliche Ergebnisse, die durch Anwendung des in Jena entwickelten Tieflockerungs- und Tiefkalkungsverfahrens auf diesem Bodentyp erzielt wurden, mitgeteilt und diskutiert. Auf die Bedeutung der mikromorphologischen Untersuchungen zur Ergänzung und sicheren Ausdeutung der durch Beobachtung und Analyse ermittelten Ergebnisse wird hingewiesen. Darüber hinaus werden Möglichkeiten, die sich aus einer weiterentwickelten Untersuchungsmethodik für die Grundlagen- und angewandte Forschung ergeben, erörtert.

LITERATUR

1. Altemüller H.-J., 1956. Neue Möglichkeiten zur Herstellung von Dünnschliffen. Zeitschrift f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 72 (117).
2. Borchert H., 1962. Die Herstellung von Bodendünnschliffen mit dem Festigungsmittel Plexigum M 7466. Zeitschrift f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 99 (144), 2/3.
3. Gora A., 1964. Feld- und Laboruntersuchungen an Pseudogleyen verschiedenen geologischen Ausgangsmaterials als Grundlage für deren standortgerechte Melioration. Zeitschrift Albrecht-Thaer-Archiv 8, 6/7, 551-565.
4. Gora A., 1965. The Jena deep-loosening and liming method for land improvement and its combination with drainage under the particular site conditions of waterlogged mineral soils. Czechoslovak-Scientific and technical society, agriculture and forestry section, Praha.
5. Gora A., 1966. Erforschung der Ursachen für die Leistungsschwäche ausgewählter Thüringer Standorte im Buntsandstein und Schieferverwitterungsgebiet und Überprüfung standortspezifischer Meliorationsverfahren zu ihrer Leistungssteigerung. Forschungsabschlußbericht 4504-60-5-05/1.
6. Gora A., 1967. Untersuchung der leistungsbegrenzenden Kennwerte azidischer sekundärer Pseudogleye aus verschiedenem geologischem Substrat und von Maßnahmen zu ihrer Regulierung unter besonderer Berücksichtigung der Gefügemelioration. Diss.: Jena.
7. Jung L., 1963. Einfluß der Unterbodenkalkung auf Tonschieferverwitterungsböden. 17. Sonderheft zur Zeitschr. "Landwirtschaftl. Forschung" Sauerlander's Verlag, Frankfurt a. M., S. 124-125.
8. Kuron H., Jung L., 1962. Unterbodenkalkung auf Tonschieferverwitterungsböden. Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau 115, 2, 119-123.
9. Machold O., 1962. Die Pflanzenaufnehmbarkeit des "labilen" Phosphats im Boden. Zeitschrift Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 98, 99-102.

10. Machold O., 1963. Über Bindungsformen des "labilen" Phosphats im Boden. Zeitschrift Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 103, 132-138.
11. Schwarz K., 1966. Zur Bodengefügemelioration auf Standorten mit pedogenen und gesteinsbedingten Leistungsbegrenzungen. Tagungsberichte No. 82 der DAL zu Berlin, S. 169-175.
12. Schwarz K., Aufgaben und Probleme der Komplexmelioration in der Kooperationsgemeinschaft Berlestedt. Tagungsberichte der DAL zu Berlin, im Druck.
13. Schwarz K., Grundlagen der Komplexmelioration auf verschiedenen Standorttypen. Wiss. Zeitschr. der Friedrich-Schiller-Univ. Jena, im Druck.
14. Schulte-Karring, 1967. Struktur- und Typwandel eines meliorierten Graulehms. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellsch. 4, 237-252.
15. Schulte-Karring, 1966. Technische Fragen der Untergrundlockerung und Tiefdüngung. Vortrag auf der Tagung über Unterboden und Tiefenbearbeitungsmaßnahmen, Gießen, 18.2.1966.
16. Schulte-Karring, 1968. Die Melioration der strukturkranken Böden. Zweijahresbericht der LLVA Ahrweiler, S. 82, 84, 90.

Micromorphological investigations in the melioration research work

Summary

In the first place it is reported on the investigation of the factors causally conditioning the disarranged household of the soil air and the soil water with regard to the acidic staugley. In this occasion the centre of gravity is concentrated on the registration of the physico-chemical characteristic values of the soil as complete as possible. By means of the results of the researches obtained thereby informations are given concerning the constitution and the functional nature of the structure within the different soil strata in addition to the actual and potential efficiency of the location. Beyond it meliorative operations being specifically effective may be systematically put into action on the basis of the results of the researches in view of the profile of the soil for an enduring elimination of the causes of the defects.

Furthermore results of the researches of several years are communicated and discussed, obtained by applying a melioration procedure and being developed in Jena for acidic staugley. The characteristic values of the soil being considerably improved and being obtained by means of deep breaking up the soil and deep liming are demonstrated in the light of comparing several variants.

The acidic and basic ratios of saturation being remarkably improved, but also the ratios of sorption and nutritive substances being positively influenced are especially to be mentioned among the chemical parameters. The most essential physical parameter as pore space being drained and being suitable for accumulation of water being available for plants, air capacity, permeability, and stability of condition, could be positively improved in addition to an expansion of the total pore space by 12...15%.

The micromorphological results of the researches are especially suitable for registrating the improvements of soil in its different entities. The results may be clearly demonstrated and with the help of these results the values being obtained by analysis may be emphasized. The application of the researches within the scope of the investigational methods for pointing out the limits of productive capacity as well as for proving the efficiency of the used arrangements of melioration should be taken in consideration more and more by continuously improving the methodics.

Finally the production results of several years are presented, too, for further discussion of the efficiency and the permanence of the above mentioned procedure.