

Z 81/12

Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen

Mitteilungen
der
Deutschen Bodenkundlichen
Gesellschaft

Gemeinsame Tagung von Kommission V und VI
der

Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft
in Stuttgart - Hohenheim
8.-10. September 1971

Kurzfassungen der Vorträge

Bd. 12

1971

MITTEILUNGEN

der

DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

Gemeinsame Tagung von Kommission V und VI

der

Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft
in Stuttgart - Hohenheim
8. - 10. September 1971

Kurzfassungen der Vorträge

Bd. 12

1971

I N H A L T	Seite	
Schlichting	Pseudogleye und Gleye - Genese und Nutzung hydromorpher Böden	1
Bloomfield	Some chemical processes involved in the formation of gley soils	4
Marshall	Physical properties and water relations of hydromorphic soils	6
Brümmer	Redoxreaktionen als merkmalsprägende Prozesse hydromorpher Böden	7
Ottow	Bacterial mechanism of iron reduction and Gley formation	10
Fischer	Die Wirkung von zweiwertigem Eisen auf Auflösung und Umwandlung von Eisen(III)-hydroxyden	12
Schwertmann et al.	The Transformation of Lepidocrocite to Goethite	13
Miehlich et al.	Einfluß des Fichtenreinanbaus auf die Eisen- und Mangandynamik eines Lösslehm-pseudogleys	16
Cirić et al.	Die diagnostische Bedeutung der Eisen-Mangan-Konkretionen in einigen Pseudogleyen Jugoslawiens	20
Fanning et al.	Soil Morphology, Water Tables, and Iron Relationships in Soil Drainage Sequences on Loamy Coastal Plain Sediments in Maryland	22
Habibullah et al.	The Forms of Iron and Aluminium Oxides in some Seasonally Flooded Soils from East Pakistan and their Significance in Phosphate Sorption	25

Grunwaldt et al.	Modellversuche zur Sulfat- und Carbonatmetabolik hydromorpher Böden	28
Hardan et al.	Mechanisms of Accumulation and Distribution of Calcium Carbonate in Marsh Soils of the Lower Mesopotamian Plain	31
Müller, S.	Die Entwicklung hydromorpher Böden aus sulfatreichen Tonmergeln in Süddeutschland	33
Scoppa	Evolution of Clay Minerals in an Hydromorphic Soil of the Pampean Region of Argentina	35
Mückenhausen	Pseudogleye und Gleye in der Bodengesellschaft der kühltemperierten Klimaregion	39
Schelling et al.	Soil Pattern and Genesis	42
Smeck et al.	Factors influencing Profile Development exhibited by some Hydromorphic Soils in Illinois	46
Schweikle	Die Stellung der Stagnogleye in der Bodengesellschaft der Schwarzwaldhochfläche auf s_0 -Sandstein	48
Blume	Genese und Ökologie von Hangwasserböden	50
Bunting	Site Relationships Properties and Morphology of High Arctic Hydromorphic Soils on Devon Islands, N.W.T.	51

McKeague et al.	Properties and Development of Hydromorphic Soils in various Regions of Canada	53
Zonn	Pseudopodzolization and its Manifestation in the Soils of the USSR	57
Laing	Gley Morphology of Soils with Impeded Drainage in Central Scotland	61
Walsh et al.	Study of Soils in the Drumlin Belt of North-Central Ireland	65
Bridges	Some Characteristics of Alluvial Soils in the Trent Valley, England	69
Grube et al.	Interpretations of Mottled Profiles in Surficial Ultisols and Fine-grained Pennsylvanian Age Sandstones in Northern West Virginia / USA	71
Lüders	Verbreitung und Eigenschaften von Pseudogleyen und Gleyen aus Kalken der Oberkreide und deren Umlagerungs- produkten am Stadtrand von Hannover	75
Pelíšek	Genetische Verhältnisse und Klassi- fikation hydrogener Böden der Tschechoslowakei	77
Le Tacon et al.	Note sur la Pédogénèse des Sols lessivés à Pseudogley sur limons anciens des Basses-Vosges et de Lorraine	79
Fedoroff	Les sols lessivés hydromorphes sur limons quaternaires en France	80
Begon et al.	Sur la Génèse de sols limoneux hydromorphes en France	83

Orleanu et al.	Les sols lessivés à Pseudogley des terrasses de Tîrnava Mare	86
Conea et al.	Comparative Study on Planosols with special Regard to the Romanian Ones	88
Carvalho Cardoso et al.	Planosols of Portugal	91
Irmak et al.	Pseudogleyvorkommen in Waldgebieten Ostthraziens	94
Dudal	Planosols	95
Kaloga	L'hydromorphie dans les régions tropicales à climat Soudanien en Afrique Occidentale	97
van Wambeke	Hydromorphie et Formation de Plinthite dans les sols des Plaines Herbeuses de Colombie	100
Fölster	Pseudovergleyung in Ferrallitischen Böden aus metamorphen Gesteinen	105
Yaalon	A Comparison of Active and Ante- cedent Pseudogley Features	107
Otowa	Morphological Changes of Soils by Paddy Rice Cultivation	108
v.Wallenburg	Hydromorphic Soil Characteristics in Connexion with Soil Drainage	111
de Bakker	Hydromorphic Soils in the System of Soil Classification for the Netherlands	114

Schroeder	Zur Stellung der Gleye und Pseudogleye in verschiedenen Klassifizierungssystemen	118
Zrubec et al.	Energy Relationships of Water in Hydromorphic Soils as Influenced by Free Iron	120
Becher et al.	Der Einfluß von Wassersättigung und Wasserdruckgradient auf den Transport von Feinmaterial im Bodenprofil	121
Benecke	Ermittlung der Tiefensickerung aus Pseudogleyen	123
Kowalik	Physical Theory of Depth of Gleysation	125
Vlahinić et al.	Characteristics of the Regime of Runoff on Pseudogley	127
Resulović et al.	Characteristics of the Moisture Regime in Pseudogley Determined by the Gamma-Meter	129
Sunkel	Über den Wasseraufstieg aus dem Grundwasser in den Wurzelraum	131
Troll et al.	Langjährige Ermittlung des Bodenfeuchteverlaufs eines Gleys mit abgesenktem Grundwasser; Vergleich zwischen Wassergehaltsmeßwerten und den aus meteorologischen Daten errechneten Werten	134
Thomasson	Factors Influencing the Water Regimes of Gleyed Clayey Soils in Cool-temperate Regions	136

Renger et al.	Über den Wasser- und Lufthaushalt von stau- und grundwasserbeeinfluß- ten Zweischicht-Bodenprofilen	139
Stahr	Der Einfluß eines Fe-Bändchen- Mikrohorizonts (thin-iron-pan) auf den Wasser- und Lufthaushalt von Mittelgebirgsböden	141
Wittmann	Der Wasserhaushalt von Pseudogleyen unter Grünlandnutzung in verschie- denen Klimabezirken Bayerns	144
Marschner	Einfluß der O ₂ -Versorgung der Wurzeln auf Mineralstoffaufnahme und Pflan- zenwachstum	147
Geisler	Morphogenetische Wirkungen der O ₂ - und CO ₂ -Konzentration im Boden auf das Wurzelsystem unter Berücksichti- gung des Bodenwassergehaltes	149
Haans et al.	Properties of Hydromorphic Sandy Soils in Relation to Root Growth	151
Ulrich et al.	Zum Bioelement-Haushalt von Wald- Ökosystemen auf wechselfeuchten Standorten	154
Weller	Vergleichende Untersuchungen zur ökologischen Beurteilung von Pseudo- gleyen für die obstbauliche Nutzung	157
Crampton	The Productive Use of Gleys in Canadian Maritime Forestry	160
Chirița	Sylviculture on Pseudogley Soils in Romania	163

Krämer et al.	Der Bodenwasserhaushalt und die Ertragsfähigkeit von Gleyen aus tonig-schluffigem Auelehm bei meliorativer Grundwasserstandsregelung und tiefer Grundwasserabsenkung	166
Canarache et al.	Soil Properties as a Criterion to Forecast the Effects of Trenching on Lessive-Pseudogley Soils	168
Müller, W. et al.	Zur Kennzeichnung und Melioration staunasser Böden	171
Pyatt	The Nature, Extent and Prospects for Improvement of Pseudogley Soils on Indurated Materials in Forests of North-East Scotland	174
Harrach et al.	Der Einfluß der Unterbodenmelioration auf die physikalischen Eigenschaften von Pseudogleyen	176
Grass	Der Einfluß der Tiefenbearbeitung und Tiefendüngung auf pseudovergleyte Braunerden	179
Grubb	Sward Improvement, Establishment, and Production on a Pseudogley in North-Central Ireland	182
Mihalić et al.	Einige Erfahrungen bei Melioration von Pseudogleyen in Jugoslawien	186
Stefanovits	Melioration der Pseudogleye in Ungarn	188
Akalan	Hydromorphic Alluvial Soils of Great Konya Basin and their Problems	190

Luthin	The Amelioration of Glei and Pseudo-Glei Soils	192
Staicu et al.	Can the Physical Properties of a Pseudogley be Improved by Alfalfa Cultivation?	194
Mulqueen	A Soil Mixing Reclamation Technique on a Pseudogley in North-Central Ireland	196
Nicolae et al.	Amélioration des sols à pseudogley du Sud de la Roumanie par des façons d'ameublissement profond	199
Zwicker	Untersuchungen über die Melioration von pseudovergleyten Parabraunerden und Pelosolen durch Dränung, Maulwurfdränung, Tieflockern und Tiefpflügen	202
Schmid et al.	Ein-, zwei- und dreistufige Meliorationen von Pseudogleyen	204
Müller, W. et al.	Nutzung und Melioration solonetzartiger Knick-Brackmarschböden	206
Baumann	Auswirkung technologischer Varianten auf die Dränfunktion in grundwasser-vernähten Marschböden	208
Levy	Influence de diverses modalités d'assainissement sur la reprise et la croissance initiale d'espèces resinueuses sur Pseudogley	211

- -	Exkursion A (Deutsch)	214
- -	Excursion A (English text)	216
- -	Excursion A (Version française)	218
- -	Exkursion B (Deutsch)	220
- -	Excursion B (English Text)	222
- -	Excursion B (Version française)	224
- -	Autorenverzeichnis	226



Pseudogleye und Gleye - Genese und Nutzung hydromorpher Böden

von E. Schlichting *)

Bereits die Pedologen des vorigen Jahrhunderts erkannten, daß rostfleckige Böden oft vernässet sind; sie nannten sie daher hydromorph. Daß auf solchen Böden viele Pflanzen erst nach Entwässerung gedeihen, ist jahrhundertealte Erfahrung, und daß Rosten Eisenoxydation ist, gehört heute zu jedermanns Wissen. Somit erscheinen Phänomen und Bedeutung als erkannt und geklärt. Was bleibt also auf einer IBG-Tagung zu tun?

Zunächst sind die Phänomene differenzierter zu betrachten. Die Feldarbeit der letzten Dezennien zeigte, daß es zumindest zwei Grundformen der Hydromorphie gibt: einerseits Böden mit "extravertierten" (zur Aggregatoberfläche und zum Oberboden zunehmenden) Oxydations- und "introvertierten" (Unterboden, Aggregatinneres) Reduktionszonen, die Gleye, andererseits solche mit "extravertierten" Bleich- und "introvertierten" Rostzonen, die Pseudogleye. Diese Profilmuster resultieren aus unterschiedlichen landschaftlichen Positionen: Gleye sind Senkenböden mit permanenter unterirdischer Vernässung durch laterale Zufuhr von (Grund-) Wasser mit Soluten aus dem umgebenden Einzugsgebiet und daher von diesem abhängig. Pseudogleye dagegen sind temporär durch (Oberflächen-) Wasser mit Soluten aus ihrem eigenen Pedon vernässte, mithin autonome Plateauböden. Abgesehen von den Überflutungsböden in Auen und Watten bzw. Mangroven gibt es aber offenbar Übergangs- und Mischformen, deren Profilmuster und bodensoziologische Positionen ein aktuelles Forschungsthema darstellen.

Auf diese Prozesse der Bodenbildung und mithin auch auf andere Merkmale ist aber aus der Verteilung der Fe-Oxide nicht hinreichend sicher zu schließen. Weitere Anhaltspunkte über deren Bildungsbedingungen können Mineralanalysen (z. B. Goethit in Gleyen, Lepidokrokit in Pseudogleyen)

*) Universität (LH) Hohenheim, Stuttgart 70, BRD.

und über die Umlagerungsmechanismen auf die Transportstrecke verteilte Analysen auf "Nebenbestandteile" erbringen, die auf Grund ihrer Ähnlichkeit (Mn, Al) oder Affinität (P, Mo) an entsprechenden Gradienten wandern oder gar die Mobilisierung bewirken (Chelatoren). Solche "Nebenbestandteile" (z. B. Carbonate) können zur Hauptsache werden, wenn die Hydromorphie sich infolge mangelnder Vorräte an mobilisierbarem Eisen in Landschaft oder Pedon kaum in Rostflecken äußert. Nähere Aufschlüsse vermitteln Experimente mit hinreichend bodenähnlichen Modellen, und Beweise liefern erst Umsatzmessungen in situ. Mit Hilfe von markierten Substanzen und probenahmelosen, möglichst registrierenden Messverfahren sind hier wesentliche Fortschritte zu erzielen.

Erforderlich sind solche Messungen, verbunden mit Detail- wie Übersichtskartierungen, auch für die Quantifizierung der Faktoren der Bodenbildung. Feldbeobachtungen erlauben zwar die Aussagen, daß die Hydromorphie an eine litho- oder pedogene Staulage unter (Gley) bzw. in dem Profil (Pseudogley) gebunden ist und bei Gleyen mehr von der geomorphen, bei Pseudogleyen mehr von der klimatischen Situation abhängt, aber Daten etwa über die Beziehung zwischen Pseudovergleyungsgrad einerseits und Alter der Landoberfläche, Höhe und Verteilung von Niederschlag und Evtranspiration unter verschiedener Vegetation sowie Wasserleitfähigkeit und Mineralbestand der Böden andererseits sind spärlich.

Die Aufklärung der Beziehung "Faktor-Prozess-Morphie" dient nicht nur pedologischer Erkenntnis, sondern auch deren Anwendung. Auf der Rekonstruktion vergangener Faktoren aus der Morphie beruht die Verwendung von Böden als erdgeschichtliche Urkunden. Da sich im Laufe der Landschaftsentwicklung oft Relief und/oder Klima änderten, ist z. B. die Identifizierung von Paläoböden als Gleye mit geomorphologischem oder als Pseudogleye mit klimatischem Zeigerwert belangreich. Bodenkundliche Gutachten zum Nachweis anthropogener Änderungen, z. B. des Grundwasserspiegels durch wasserbauliche Eingriffe in Landschaften, folgen demselben Prinzip. Umgekehrt wird es angewandt für Prognosen über langfristige Standortsveränderungen z. B. durch Eingriffe in die Vegetation. Die Bedeutung solcher Aussagen für die Nutzungs- und mithin Landesplanung liegt auf der Hand.

Auf der Verwendung diagnostischer Merkmale beruht auch die Beurteilung von Böden als Pflanzenstandorte. Dieses rationelle, unzählige Einzeluntersuchungen ersparende Verfahren findet aber seine Grenze in Fällen irreversibler Morphogenese und unzureichenden Kenntnisstandes. Generell quantifizierbar ist bisher allenfalls die Beziehung zwischen Wasserangebot sowie Gasaustausch (O_2/CO_2) und Hydromorphie, während diese sich auf das Angebot z. B. an N, S, P, Mo und Mn infolge unterschiedlicher Vorräte in Gleyen verschiedener Landschaften und in Pseudogleyen aus unterschiedlichen Gesteinen verschieden auswirken wird. Detaillierte Aussagen über die Standortseigenschaften erfordert natürlich eine sinnvolle Bodennutzung durch Anpassung oder Melioration. Grundsätzlich ist zwar die Aussage möglich, daß der den hydromorphen Böden gemeinsame Luftmangel bei den Wasserüberschuß-Gleyen durch Drainung und bei den nur durch schlechte Wasserverteilung gekennzeichneten Pseudogleyen durch Lockerung zu beheben ist. Damit ist aber nicht genügend ausgesagt über die Behandlung der verbreiteten Übergangsformen sowie über die im Einzelfall nötige Intensität und die zu erwartende Wirkungsdauer, ganz abgesehen von dem zweckmäßigen Meliorationsinstrumentarium, das der technischen Entwicklung folgt.

Auf der landschaftsgebunden starken Konzentrierung bestimmter Stoffe in Gleyen beruht deren Ausnutzung als Lagerstätten. Raseneisen wurde bis in neuere Zeit verhüttet oder als Filtermasse benutzt, Wiesenkalk als Meliorations- und beide als Baumaterial. Künftig werden Böden in steigendem Maße als "Ab-Lagerstätte" genutzt werden müssen, nämlich für städtische Abfallstoffe. Eine Aussage über die landschaftsökologische Auswirkung solcher "Düngungsmaßnahmen" muß natürlich basieren auf der Kenntnis von Stoffumsätzen und -transporten in den betroffenen Landschaftssegmenten, den Böden. Beiträge zur Kenntnis der Umweltelemente "Böden" sind damit schließlich auch potentielle Beiträge zum Umweltschutz.

Some chemical processes involved
in the formation of gley soils

C. Bloomfield⁺)

Gley soils have been described as coloured grey, blue, greenish, etc. The various colours seem to result from significant differences in the chemical compositions of the soils, and failure to distinguish between these can cause confusion.

The fundamental chemical process involved in gley formation seems to be the solution/reduction of ferric oxide; the ensuing loss of iron from the profile leaves the soil a neutral grey colour that does not change on exposure to the atmosphere. The grey colour is sometimes obscured by humose organic matter, as in peaty gleys. As well as iron, phosphate, manganese and several trace elements are also mobilised under these conditions, and flooding seems to cause a general increase in the availability to plants of several micronutrients.

This process is sometimes obscured, and to some extent counteracted, by what may be considered as secondary processes. The microbiological reduction of sulphate causes the precipitation of ferrous sulphide, quite small amounts of which colour the soil an intense black. Deposition of ferrous sulphide commonly occurs around decaying plant remains, although it may be distributed uniformly throughout the soil mass. In estuarine sites the formation

⁺) Rothamsted Exp.St., Harpenden, Herts., England.

of ferrous monosulphide is associated with the formation of the disulphide, FeS_2 , usually as pyrite but sometimes as marcasite. Although the concentration of monosulphide seems rarely to exceed 100 ppm, soils containing 5-6 % FeS_2 are not uncommon.

Vivianite (ferrous phosphate) is sometimes formed in gley soils, apparently always in association with ferrous sulphide; presumably depending upon the relative properties of the two, the colours of such soils range from bright blue to almost black. The precipitation of sulphides, and of vivianite, tends to limit the loss of iron from a gleyed profile.

Ferrous sulphide and vivianite are readily oxidised, and soils containing these compounds turn brown quite quickly on exposure. Pyrite suffers chemical and microbiological oxidation when the soil is aerated, and extremely acid conditions can arise when pyritic soils are drained, as in acid sulphate soils, or cat clays; pH values as low as 2.2 are not uncommon. The oxidation of pyrite is also responsible for one kind of ochre formation in field drains, and the blocking of drains by this phenomenon is a widespread occurrence. Relatively large concentrations of sulphate are produced in such soils; the sulphate is readily reduced to sulphide where the soil is anaerobic, and the pH not less than about 5. This gives rise to the possibility of H_2S toxicity, and also to clogging of porous drains by ferrous sulphide.

PHYSICAL PROPERTIES AND WATER RELATIONS
OF HYDROMORPHIC SOILS

T.J. Marshall^{+))}

The strength and plasticity of a soil and its adhesion to other bodies all depend upon its wetness. These relations in turn control the behaviour of soils when they are subjected to the treading of animals or to the operation of tillage implements.

Diffusion and convection of gases within soils are strongly dependant on water content which consequently greatly influences aeration of hydromorphic soils. Thermal diffusivity is another physical property affected by the amount of water in the soil.

In soils of moderate or high clay content, the seasonal changes in water content affect soil structure through their effect on shrinking and swelling. Structure is usually less massive if some drying occurs each year as in pseudogleys. Seasonally changing water content affects also the solution, movement, and deposition of material in the genesis of these soils.

Control of one or more of the various items of gains and losses of water at a site may be necessary for the amelioration of hydromorphic soils. The hydraulic conductivity of soil horizons, determined most satisfactorily in the field if the soil is saturated with water, is the basic property affecting response of the soil to artificial drainage.

^{+))} C.S.J.R.O., Div. of Soils, Adelaide, Australia

Redoxreaktionen als merkmalsprägende Prozesse

hydromorpher Böden

von

Gerhard Brümmer *)

Das alternierende Auftreten von oxydierenden und reduzierenden Bedingungen - in Pseudogleyen temporär und periodisch durch Stauwasser bedingt, in Gleyen und Marschen räumlich differenziert durch Grundwasser ausgelöst - führt zu den charakteristischen Merkmalen hydromorpher Böden. Wie anhand von Diapositiven gezeigt wird, können die Elemente Eisen, Mangan und Schwefel durch das Auftreten von Akkumulations- und Verarmungszonen für die morphologische Merkmalsausprägung dieser Böden bestimmend sein, so daß die durch Redoxprozesse ausgelöste Mobilisierung und Immobilisierung dieser Elemente und ihre Verteilung von grundlegender Bedeutung für hydromorphe Böden ist.

Mit abnehmenden Redoxpotentialen findet unter den in Böden und Sedimenten herrschenden Bedingungen zunächst eine Reduktion von höherwertigen Manganoxiden und -hydroxiden zu Mn^{2+} -Ionen, dann eine Umwandlung von Eisen(III)-Oxiden und -Hydroxiden zu Fe^{2+} -Ionen und zuletzt eine Reduktion von Sulfaten zu Schwefelwasserstoff statt:

Da in Böden eine Vielzahl von anorganischen und organischen Redoxsystemen vorliegt, die eine Deutung der gemessenen Redoxpotentiale erschweren, wurden zur Erfassung des Bildungsmechanismus von Mn^{2+} -Ionen aus Mn-oxiden, von Fe^{2+} -Ionen aus Fe-oxiden und von H_2S aus Sulfaten Modellversuche durchgeführt, in denen die oxydierten Ausgangssubstanzen isoliert mit verschiedenen Nährlösungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Konzentration versetzt wurden.

*) Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel, 23 Kiel, Olshausenstr. 40-60, BRD.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß entsprechend der theoretisch zu erwartenden Reihenfolge zuerst Mn^{2+} -Ionen und dann Fe^{2+} -Ionen gebildet werden, während H_2S zuletzt entsteht. Die chemischen Umsetzungen, die bei diesen Redoxprozessen ablaufen, werden diskutiert.

Die in den Versuchsgefäßen gemessenen E_h -Werte lassen keine Beziehung zu den vorher erwähnten anorganischen Redoxsystemen erkennen, sondern werden in den ersten Versuchsabschnitten durch organische Redoxsysteme der Mikroorganismen und/oder ihrer Abbauprodukte in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der verwendeten Nährlösung bestimmt. Damit findet die Bildung von Mn^{2+} - und Fe^{2+} -Ionen sowie von H_2S offenbar in der Weise statt, daß zunächst mikrobiell-induzierte organische Redoxsysteme zu stark erniedrigten E_h - (und pH-)Werten führen (bis -350 mV bei pH 6), durch die eine Reduktion von MnO_2 , $Fe(OH)_3$ und SO_4^{2-} ermöglicht wird.

Im weiteren Verlauf der Versuche findet ein Anstieg der E_h - und pH-Werte statt. Gleichzeitig tritt eine Differenzierung in den E_h -Werten der Mn-, Fe- und S-Versuchsglieder entsprechend der theoretisch zu erwartenden Reihenfolge auf (s.o.), die auf eine zunehmende Beeinflussung der gemessenen E_h -Werte durch die anorganischen Redoxsysteme hinweist. In verschiedenen Nährlösungen zeigen vergleichbare Versuchsglieder jedoch unterschiedliche E_h -Werte, so daß die Anwesenheit komplexer Redoxsysteme als wahrscheinlich erscheint.

Weitere Modellversuche (Bodensäulen mit eingestelltem Grundwasserstand) und Untersuchungen an Böden (Salzmarschen aus dem Deichvorland) zeigen, daß aus reduzierten Bodenbereichen ascendierende Porenlösungen einem positiven E_h -Gradienten folgend die Entstehung räumlich voneinander differenzierter Akkumulationsbereiche der Elemente Fe und Mn bedingen. Infolge der Bildung von Eisensulfiden durch Reaktion von H_2S mit Fe-Verbindungen tritt das Schwefelmaximum im SO_4 -Reduktionsbereich auf. Ab $+40$ mV (pH 7) konnte die Anwesenheit von Sulfiden im Boden festgestellt werden. Ihr Anteil am gesamten anorganischen

Schwefel steigt bis -200 mV (pH 7) an. Im Bereich des Eisenmaximums, das durch Oxydation ascendierender Fe^{2+} -Ionen und Immobilisierung als Fe(III)-Oxid und -Hydroxid entsteht, treten E_h -Werte von +220 mV (pH 7) auf, während die Immobilisierung ascendierender Mn-Ionen bei +400 mV (pH 7) stattfindet (vgl. AOMINE, 1962; PARR, 1969).

Unter dem Einfluß von Stau- und Grundwasser wurde in S- und G_o -Horizonten von Marschen eine Umverteilung des freien Eisens und Mangans festgestellt. Während diese Elemente in den marinen Ausgangssedimenten vorwiegend in der Tonfraktion vorliegen, findet in den Böden durch Bildung von Fe-Mn-Konkretionen unterschiedlicher Größe eine Akkumulation in den Schluff- und Sand-Fraktionen statt. Isolierte Konkretionen wiesen E_h -Werte von +350 bis +400 mV auf (pH 7), während die umgebende Bodenmatrix E_h -Werte zwischen 0 und +200 mV zeigte. Konkretionsbildung und -wachstum als Ursachen der Umverteilung des freien Eisens und Mangans sind auf ein stark variierendes E_h -Spektrum im Boden zurückzuführen. Dünnschliffuntersuchungen zeigen, daß Hohlräume (mit eingeschlossener Luft), hohlraumreiche biogene Schalen (Foreminiferen, Schnecken) und verwitternde Eisensilikate (z. B. Glaukonite), die an ihrer Oberfläche Eisenoxid-Abscheidungen aufweisen, als Kristallisationskeime für Konkretionen dienen.

BACTERIAL MECHANISM OF IRON REDUCTION
AND GLEY FORMATION

J.C.G. Ottow⁺⁾

Three differently gleyed soils were investigated for the presence of bacteria, capable of reducing ferric oxide. Based on the MPN (most probable number) method and various selective liquid media supplemented with powdered Fe_2O_3 , two groups of iron reducing bacteria were recognized. 1. Aerobic to facultative anaerobic bacteria belonging to the fermenting coli-aerogenes group (Enterobacteriaceae) and sporeforming bacilli (Bacillus sp.). 2. Obligate anaerobic, free nitrogen fixing Clostridia of the saccharolytic butyl-butyricum group. The population density of both groups of organisms decreased with increasing soil depth. A minimum of some thousand cells per g soil was detected in the gleyed horizons (G_r and S_d).

The presence of facultative anaerobic bacteria of the genus Bacillus and Pseudomonas in gleyed horizons was confirmed by isolation and identification experiments. For the development of Gley, however, nitrogen fixing Clostridia are thought to be more important than facultative anaerobic bacteria, as the former produce endospores, proliferate under anaerobic conditions and cover their nitrogen demand by fixing free atmospheric nitrogen.

+) Institute for Microbiology, Technical University,
61 Darmstadt, Schnittsphanstraße, BRD.

To investigate this hypothesis, nitrogen fixing, iron-reducing Clostridia were enriched by continuous subcultivation in a nitrogen-free mineral salt broth supplemented with 0.1 % finely powdered Fe_2O_3 . As a carbon source either glucose, starch or lactose was included. The three enrichment cultures - containing different combinations of nitrogen fixing Clostridia - were inoculated into a sterile, iron oxide containing soil, submerged with 2 % glucose solution and incubated anaerobically under N_2 atmosphere. All soil samples revealed first gley spots within three days. The gley formation increased with time. In pure culture, Clostridium pasteurianum, Cl. butyricum, Cl. sporogenes, Cl. tertium and Cl. welchii are capable of reducing iron from soil and from pure Fe_2O_3 .

Physiologically, Iron (III) seems to act as an alternative electron acceptor for biological oxidation processes. The iron reducing capacity of several facultativ anaerobic bacteria varied with each organism. No relationship was recorded between the amount of dissolved ferrous iron and the acidity of the medium. With increasing amounts of nitrate or chlorate in the medium, the quantity of reduced iron decreased, provided the enzyme nitrate reductase was present. Further, out of 71 isolated, iron reducing bacteria from gleyed horizons, 68 possessed the enzyme nitrate reductase. Since NO_3^- and ClO_3^- are known substrates (= hydrogen acceptor) for this enzyme, the same role was ascribed to iron (III). Nitrate reductaseless mutants (nit^-), selected from iron reducing bacteria, reduced considerable less iron, although this property was not eliminated entirely by the loss of this enzyme. Apparently, at least two iron reducing mechanisms exist, in one of which the enzyme nitrate reductase seems to be involved. The other mechanism(s) involved in the reduction of iron (ferri-reductase?) may quite well act as hydrogen donor in such organisms that lack the enzyme nitrate reductase.

Die Wirkung von zweiwertigem Eisen auf Auflösung
und Umwandlung von Eisen(III)-hydroxiden

von

W. R. Fischer *)

Unter reduzierenden (anaeroben) Bedingungen - Redoxpotential $E_{\text{kal}} \approx 500 \text{ mV}$ - liegt ein bedeutender Teil des freien Eisens im Boden zweiwertig vor. Soweit sich dieses Fe in Lösung befindet - dies umso mehr, je tiefer das pH - ist es imstande, die Auflösung von Eisen(III)-hydroxid durch organische Säuren (Komplexbildner) zu beschleunigen. Dies wurde in Gegenwart von Oxalat, wie es für die Fe-Extraktion verwendet wird (SCHWERTMANN 1964), an amorphem Eisenhydroxid - durch Fällung von Eisen(III)-salzlösung mit Alkalien dargestellt und aus Bodenproben und tertiären Sanden gewonnen - nachgewiesen. Dabei steigt die Lösungsgeschwindigkeit bei höheren Fe(II)-Konzentrationen als etwa 40 ppm, wie von LIESER und SCHROEDER (1962) gefunden, mit der Wurzel der Fe^{2+} -Konzentrationen. Auch die sonst unter den Bedingungen der Oxalatextraktion sehr geringe Auflösungsgeschwindigkeit von kristallinen Eisenoxiden (Hämatit, Goethit) wird durch Fe(II)-Zusatz beträchtlich erhöht. Als Folge davon wird aus natürlichem Material bei Fe(II)-Zusatz gewöhnlich mehr Fe gelöst als mit saurer Ammoniumoxalatlösung allein.

Unter Bedingungen, in denen dreiwertiges Eisen etwa durch zu hohes pH oder fehlende Komplexbildner nur in sehr geringem Maße löslich ist, bewirkt die Gegenwart von zweiwertigem Eisen die beschleunigte Bildung von Goethit aus amorphem Eisen(III)-hydroxid, wie 1962 von FEITKNECHT und MICHAELIS für Mischfällungen von Fe^{2+} - Fe^{3+} -hydroxiden angegeben wurde. In bodenähnlichen pH-Bereichen (4-9) wurde eine Beschleunigung der Goethitbildung durch zugesetztes zweiwertiges Eisen mit einem Maximum bei etwa pH 6 gefunden. Im gleichen pH-Bereich geht die Konzentration des Fe^{2+} in der Lösung stark zurück, so daß für den Mechanismus der Kristallisationsbeschleunigung eine beschleunigte Auflösung des amorphen Hydroxids und eine Begünstigung der Abscheidung durch vermehrte Goethitkeimbildung durch das zweiwertige Eisen in Frage kommen.

*) Institut für Bodenkunde der TU München,
8050 Freising, Weißenstephan, BRD.

The Transformation of Lepidocrocite to Goethite¹⁾

by U. Schwertmann²⁾ and R.M. Taylor³⁾

Lepidocrocite, the crystalline orange colored γ -form of FeOOH, often occurs in hydromorphic soils where it is an oxidation product of ferrous compounds. Since unstable with regard to goethite (α -FeOOH) a transformation into goethite should take place.

To understand the reason why this conversion seems to be retarded or inhibited in soils, synthetic lepidocrocite was converted to goethite under laboratory conditions. In the alkaline range the conversion rate increases with increasing temperature and alkalinity and decreasing particle size and crystallinity of the lepidocrocite. The reaction rate depends on the rate of various single reaction steps the most important ones being the dissolution rate of lepidocrocite and the nucleation as well as crystallization rate of goethite. In the acid range the conversion is considerably accelerated by ferrous iron in solution.

-
- 1) This research was carried out at the CSIRO Division of Soils, Adelaide S.A., Australia, During a research fellowship of one of us (U.S.)
 - 2) Present address: Institut für Bodenkunde, Technische Universität München, 8050 Freising-Weihenstephan, BRD
 - 3) CSIRO, Div. of Soils, Priv.Bag No.1, Glen Osmond, S.A. 5064, Australien

On the other hand in the alkaline range, even in M KOH a few ppm of silicate in solution drastically retards the conversion due to an inference during the nucleation stage.

The natural lepidocrocite which has been investigated was found in a Pseudogley on a steep slope (Hangpseudogley) of Mt. Wellington, Tasmania, formed from solifluction material which contains jurassic dolorite and old kaolinitic soil material formed from it. This latter material acts as an impermeable layer in which ferrous iron dissolved from the organic rich surface soil is oxidized. Iron pans are formed by this process containing 20-30 % dithionite soluble Fe present mainly as bright orange coloured lepidocrocite. Lepidocrocite was also found in many pseudogleys in similar as well as plateau situations under a cool humid climate in Tasmania and also in young alluvial clayey soils in river plains of the Launceston Tertiary Basin in N. Tasmania (Canola series).

The lepidocrocite of Mt. Wellington occurs in the clay fraction together with illite and large kaolinite flakes as elongated serrated laths of up to 0.5μ length rather similar in morphology to synthetic lepidocrocite.

In MKOH at 80°C most of the kaolinite is being dissolved resulting in high concentrations of Si and Al in solution. This almost completely inhibits the conversion of the lepidocrocite. If the equilibrium solution is replaced by fresh KOH then the conversion to needle like goethite proceeds rapidly (within a few days). In the presence of 0.025-0.1 M FeSO_4 solution at 80°C the conversion is considerably accelerated. This is believed to be due partly

to goethite nucleation from hydrolysis of FeSO_4 solution but more important due to an increase in solubility of the lepidocrocite. This among others shows that the conversion proceeds via solution. In the presence of FeCl_2 solution of the same concentration the conversion is completely inhibited. Experiments at 20°C are under way.

Einfluß des Fichtenreinanbaus auf die Eisen- und
Mangandynamik eines Lößlehmpseudogleys

von

G. Miehlich und H. W. Zöttl *)

Problemstellung

Die Auswirkungen von 120 Jahren Fichtenreinanbau auf die Gesamtgehalte und oxidischen Fraktionen von Eisen und Mangan sowie die Konkretionsbildung in einem sekundären Pseudogley sollten durch vergleichende Untersuchungen unter einem Fichtenbestand 2. Generation und unter einem Laubwald mit naturnah erhaltener Baumartenzusammensetzung erfaßt werden.

Das ausgewählte Standortpaar liegt im Bayerischen Alpenvorland auf Hochterrasse (RiB) mit 4-5 m Würmlößüberlagerung. Der rezente Pseudogley zeigt Merkmale einer früheren Parabraunerdephase.

Der Vergleich ist möglich, da die Waldgeschichte der Bestände bekannt ist, und primäre Unterschiede innerhalb des Ausgangsmaterials im Verhältnis zu den Auswirkungen des Fichtenreinanbaus sehr gering sind.

Methoden

Die Probenahme erfolgte auf unmittelbar nebeneinander liegenden Flächen von 30 x 40 m (im folgenden "Eiche/Buche" und "Fichte" genannt) an je 12 Profilen für 5 Horizonte (A_{h1} , A_{h2} , S_{w1} , S_{w2} , S_{d1}) bis 0,9 m Tiefe.

*) 2057 Reinbek, Schloß, BRD.

Aus diesen Proben wurden durch Sieben die Korngrößenfraktionen $> 2\text{ mm}$ (Skelett), $\leq 2\text{ mm}$ (Feinerde) sowie 2 - 0,2 mm gewonnen und ihre Gewichtsanteile bestimmt. Da die Fraktion 2 - 0,2 mm zu 96 - 99 Gew.% aus Fe-Mn-Konkretionen besteht, konnte der Anteil von Fe und Mn bestimmt werden, der in den Konkretionen $> 0,2\text{ mm}$ gebunden ist. Alle im folgenden als "konkretionär" bezeichneten Fe- und Mn-Anteile beziehen sich auf diese Fraktion.

In diesen Korngrößenfraktionen wurden bestimmt: durch HF-HClO₄-Aufschluß Gesamteisen (Fe_t) und Gesamtmangan (Mn_t); durch Dithionit/Citrat-Extraktion die "freien Eisenoxide" (Fe_d) und das dithionitlösliche Mangan (Mn_d); durch Oxalsäure/Oxalat-Extraktion das amorphe und organisch gebundene Eisen (Fe_o). Alle Analysenwerte sind ausgedrückt in Gew. % der humusfreien Feinerde.

Ergebnisse und Diskussion

Die hier aufgeführten Unterschiede sind alle gegen eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\leq 1\%$ gesichert.

Die Feinerdeproben (0 - 2 mm) zeigen für Gesamteisen, dithionit- und oxalatlösliches Eisen mit Ausnahme des A_{h1} nur geringe Unterschiede zwischen "Eiche/Buche" und "Fichte". Mangan, das in Feuchtphasen bei pH-Wert-Erniedrigung (A_{h1} : Fi 3,2, Ei/Bu 3,6) und gleichzeitig erhöhter Menge an organischer Substanz (A_{h1} : Fi 15 %, Ei/Bu 8 %) viel leichter mobilisiert werden kann, zeigt dagegen starke Beeinflussung durch den Fichtenreinanbau. Im A_{h1} finden sich unter Fichte nur noch 60 % des Gesamtmangans von "Eiche/Buche". Die Unterschiede nehmen nach unten ab.

Gleichzeitig ist der Gehalt an Konkretionen $> 0,2\text{ mm}$ in den Horizonten A_{h1} bis S_{d1} deutlich höher (im S_{w1} : Fi 76 %, Ei/Bu 51 %). Es wird angenommen, daß durch die höhere Mobilisierung während der Feuchtphase und durch die schärfere sommerliche Austrocknung unter Fichte mehr Eisen und Mangan konkretionär akkumuliert wird.

Die Konkretionen $> 0,2$ mm von "Eiche/Buche" und "Fichte" unterscheiden sich nur wenig im Gehalt an dithionitlöslichem und oxalatlöslichem Eisen. Ihr Aktivitätsgrad ($Fe_o : Fe_d$) ist hoch (0,6).

Der Anteil des in Konkretionen $> 0,2$ mm gebundenen dithionitlöslichen Eisens in der Feinerde ist, entsprechend der größeren Konkretionsmengen, in den Horizonten A_{h1} bis S_{w2} unter Fichte höher. Die stärkste Anreicherung findet sich im konkretionsreichsten Horizont S_{w1} (Fi 5,8 %, Ei/Bu 4,0 % der Feinerde). In diesem Horizont sind umgerechnet unter Fichte 51 % (Ei/Bu 38 %) des Fe_d der Feinerde in Konkretionsform enthalten. Die hellere Färbung der Horizonte S_{w1} und S_{w2} unter Fichte wird auf diese höhere Konzentrierung färbender Eisenoxide in den Konkretionen zurückgeführt.

Der Anteil des "konkretionären" oxalatlöslichen Eisens in der Feinerde erreicht in den Horizonten A_{h1} bis S_{w2} unter Fichte höhere Werte ($S_{w1} : Fi$ 3,3 %, Ei/Bu 2,4 %). Bezogen auf den Fe_o -Gehalt der Feinerde bleibt die Anreicherung jedoch auf die Horizonte S_{w1} und S_{w2} beschränkt. Dies bedeutet, daß relativ zum insgesamt vorhandenen Fe_o unter Fichte nicht mehr in Konkretionen $> 0,2$ mm akkumuliert wurde als unter Eiche/Buche.

Der Gehalt der Konkretionen im A_{h1} und A_{h2} an dithionitlöslichem Mangan ist entsprechend der hohen Gesamtverluste an Mangan deutlich geringer. Dennoch ist der "konkretionäre" Anteil des Mn_d am Mn_d -Gehalt der Feinerde in den Horizonten A_{h1} bis S_{w2} unter Fichte höher ($S_{w1} : Fi$ 64 %, Ei/Bu 45 %). Betrachtet man dagegen die Gehalte des "konkretionären" Mn_d in der Feinerde, so liegen die Werte in den Horizonten A_{h1} bis S_{w1} unter Fichte nicht höher, obwohl dort wesentlich mehr Konkretionen auftreten. Geht man davon aus, daß vor Einwirken des Fichtenreinanbaus in den Horizonten beider Flächen gleich viel und gleichartige Konkretionen vorhanden waren, so läßt sich dieser Befund nur deuten, wenn man annimmt, daß unter dem Fichteneinfluß auch ein Teil der Konkretionen mobilisiert und als Mn_d -ärmere Form wieder gebildet wurde.

Die Daten zeigen, daß im untersuchten Pseudogley insbesondere der Gehalt an Mangan, die Menge und Zusammensetzung der Konkretionen \rightarrow 0,2 mm sowie der Anreicherungsgrad von Fe_d , Fe_o und Mn_d in "konkretionärer" Form rasch und deutlich auf einen Wechsel der Vegetation reagieren.

Die diagnostische Bedeutung der Eisen-Mangan-Konkretionen
in einigen Pseudogleyen Jugoslawiens

von

M. Cirić *) und A. Škorić **)

Fe-Mn-Konkretionen, als charakteristisches morphologisches Merkmal der Pseudogleye, treten in Pseudogleyen Jugoslawiens sehr unregelmäßig und in verschiedenen Formen auf. Die Akkumulationszone der Konkretionen stimmt nicht immer mit der Zone der aktuellen Pseudovergleyung überein, d. h. daß sie oft reliktsch sind und ihre Form, chemische Zusammensetzung und Assoziationsweise auf verschiedene Entstehungsbedingungen hinweisen. Daraus entsteht die Frage nach der diagnostischen Bedeutung der Konkretionen in unseren Pseudogleyen.

Es wurden Konkretionen aus rezenter und fossiler Pseudogleyung in Böden aus pleistozänen Lehmen am Rande des Panonischen Beckens, sowie aus einer vermutlich tertiären Rotschicht mit lateritischen Elementen (Krusten und alveolare Konkretionen), die in der Basis des quartären Profils in Sočkavac liegt untersucht. Die Klassifikation der Konkretionen erfolgte auf Grund morphologischer, chemischer (Si, Fe, Al, Mn) und mineralogischer Merkmale.

Die Merkmale dieser drei Konkretionsgruppen sind folgende:

Rezente Konkretionen kommen überwiegend im g Horizont von Pseudogleyen vor. Sie sind meistens weich, ockerfarbig, bis 2 mm groß und rund. Der Gehalt an Fe und Mn ist am niedrigsten ($10-25\% \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4$). Die Eisenoxide sind meistens amorph, und nur in einem Profil (Pelagićevo) wurde Lepidokrokit festgestellt.

*) Sumarski fakultet, Sarajewo, Jugoslawien

***) Simunska c.25 Zagreb, Zavod za Pedologiju Poljoprivredni Fakultet

Konkretionen aus Fossil-Schichten in pleistozänen Sedimenten

kommen häufigst in 3 Tiefen vor (130-180, 200-290 und um 400-450 cm) und zwar entweder als autochtone Schichten oder in Form von Steinsohlen (stone lines). Sie treten in drei charakteristischen Formen auf: a) Fe-reich, rostgelb, schwach verhärtet; b) Mn-reich, schwarz, härter und c) rötlich, hart und oft ferromagnetisch. Die rostgelben Konkretionen sind an Oxydations-Mikrozonen marmorierter Tone gebunden, die Mn-reichen an reduktive. Die roten kommen seltener und vorwiegend in tieferen, älteren Schichten vor, wo sie oft zu Polykonkretionen verkittet sind.

Alle diese Konkretionen sind bedeutend reicher an Fe und Mn als die rezenten (30-40%), wobei die schwarzen bedeutend Mn-reicher als die roten sind, die roten aber, besonders die magnetischen, auch über 40 % Fe_2O_3 enthalten. Es überwiegt die amorphe Form des Eisens.

Konkretionen aus tropischen Verwitterungskrusten zeigen einen hohen Grad von Verhärtung und Kristallisation (vorwiegend Goethit und Hämatit) und sind bedeutend größer als die Übrigen.

Sie kommen in folgenden Formen vor: a) alveolare Eisenkonkretionen, b) alveolare Mangankonkretionen und c) rote, harte Konkretionen. Sie enthalten 50-80 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4$.

Diese drei Konkretionsgruppen können in einzelnen Pseudogleyen, wohin sie durch die Einwirkung verschiedener exogener Kräfte gelangt sind, identifiziert werden.

Aufgrund dieser Untersuchungen kann festgestellt werden, daß die Konkretionen in unseren Pseudogleyen oft reliktsch sind und daß man aufgrund ihrer Morphologie, chemischer und mineralogischer Zusammensetzung manchmal auf das Alter einzelner Pseudogleyschichten schließen kann.

Soil Morphology, Water Tables, and Iron Relationships
in Soil Drainage Sequences on Loamy Coastal Plain
Sediments in Maryland

by D.S. Fanning,⁺ R.L. Hall,⁺⁺ and J.E. Foss⁺

A main objective of the studies to be reported was to examine water table fluctuations in soils of the Sassafras drainage catena to determine whether the wetness of the soils, as evidenced by the length of time each year that water tables remained above specified depths, was correlated with the morphological evidence of wetness used in classifying these soils in the U.S. comprehensive soil classification system. A second objective was to determine whether the greater content of free iron compounds in well as opposed to poorly drained members of the drainage catena was related to greater release of iron from primary minerals in the well drained soils, or to the instability of free iron compounds in the poorly drained soils.

The subgroup classification of the 4 soil series that were examined, which ranged in natural drainage from well to very poor, were 1) Typic Hapludults, 2) Aquic Hapludults, 3) Typic Ochraquults and 4) Typic Umbraquults (or in some cases Typic Humaquepts). The soils were

⁺) Dept. of Agronomy, University of Maryland, College Park, Md. D.S. Fanning will present the paper.

⁺⁺) USDA Soil Conservation Service, La Plata, Md. USA

borderline in texture between the coarse loamy and fine loamy textural families, and most had sandy substrata. One 10-foot (3.05 m) and two 5-foot (1.52 m) wells (non-perforated downspouting in 7.5 cm auger holes) were observed bi-weekly for 2 years at each of 3 forested sites for each soil series in Worcester County, Maryland.

The iron studies were of the free iron (citrate-dithionite extractable) and of the primary mineral iron (in silicates, ilmenite etc.) in soils of the same classification, although most of the sampling sites were not the same as for the water table studies. In the iron studies all 4 soil series were sampled at a given location, in an attempt to control geographic parent material variability, whereas this was not done in the water table study. In some cases the primary mineral iron was determined for whole soils by determining total iron and subtracting the amount attributable to free iron. Other data is being accumulated on the primary mineral iron content of specific size fractions (after free iron removal). Iron determinations have been by X-ray fluorescence.

Analysis of variance on data for the percentage of the year that water tables stood above the 30 inch (66 cm) depth showed highly significant differences between (1) the two years, which differed in annual precipitation by about 10 inches (25 cm), (2) soil series, and (3) sites within soil series. In the wetter of the two years, which still had below normal rainfall, water tables stood above the 30 inch (66 cm depth) for 3, 13, 48 and 63 percent of the year (mean values for the soils ranging from well to very poorly drained). Good agreement was found between the data from the 5 and 10-foot wells.

Water tables were considerably higher in winter than in summer, attributable to greater evapotranspiration in summer than in winter since summer rainfall slightly exceeds winter rainfall in this area.

There were similar amounts or somewhat less primary mineral iron in the poorly drained as opposed to the well drained soils, but definitely more free iron in the well drained soils. Part of the difference toward a lower content in primary mineral iron in the more poorly drained soils may arise from differences in the texture. Further data are being collected to elucidate this possibility.

In conclusion, under natural conditions the morphological evidence of wetness used in the comprehensive classification system appears properly correlated with the water tables in these soils. When the poorly drained soils are artificially drained their morphology will no longer give a true indication of their wetness. Except for the decomposition of organic matter, which could change Umbraquults to Ochraquults, the color of the drained soils probably will not indicate improved drainage for a very long time, if ever. Data seem to indicate that as much or more iron has already been released from the primary minerals in the poorly drained soils as in the well drained soils, but instead of forming free iron compounds most of it has gone out in the drainage waters. Only low contents of primary mineral iron remains in any of the soils and much of this appears to be in ilmenite.

THE FORMS OF IRON AND ALUMINIUM OXIDES
IN SOME SEASONALLY FLOODED SOILS FROM EAST PAKISTAN
AND THEIR SIGNIFICANCE IN PHOSPHATE SORPTION

A.K.M. Habibullah, D.G. Lewis and D.J. Greenland⁺)

Samples of soils differing in site properties, such as drainage, duration of flooding and age, were collected to represent major soil series in East Pakistan. These have been described as young alluvial, juvenile groundwater laterite, groundwater laterite-latosol intergrade and surface-water gleis.

The clay fractions of these soils have been characterised by X-ray, DTA, IR spectroscopy and electron-microscope studies, surface area determination and total chemical analysis. To determine the importance of various surface reactive components in these soils, the phosphate sorption and charge characteristics were determined after each step of a series of chemical dissolution techniques performed as follows:

⁺) Department of Agricultural Biochemistry and Soil Science,
Waite Agricultural Research Institute,
University of Adelaide, Glen Osmond, South Australia.

Active Al oxides were extracted by 0.5M CaCl₂ solution at pH 1.5, which dissolves minimal amounts of Fe and Si but a-maximal amount of Al (Tweneboah, et al., 1967); iron oxides were removed by dithionite treatment in sodium acetate at pH 5.0 (Bromfield, 1965), and the amorphous alumino-silicates extracted by 5 % Na₂CO₃ treatment (Follett et al., 1965). Following these treatments all the samples were washed to dispersion and dialysed against double-distilled water for 2 weeks.

The extent of positive and negative charge over the pH range 3 to 8.5 was obtained for each soil before and after each of the above treatments by repeatedly washing with caesium chloride solutions at the desired pH until no change in pH was observed. The amounts of caesium and chloride retained by the samples were determined by X-ray fluorescence spectroscopy.

Phosphate sorption isotherms were obtained by equilibrating soils with various concentrations of phosphate solutions, the adsorbed P being determined either from the decrease in P³² activity in equilibrium solution or from the amount of P retained by the adsorbents (soils).

In young alluvial soils subjected to seasonal flooding for 6-8 months, the iron hydroxide was found to exist mostly in an amorphous form. In older soils the oxides tend to be crystalline, the amount of crystalline material increasing with the age of soils and the degree of improved drainage. In soils severely affected by restricted drainage, the Fe and Al exist mostly in a gel complex of Si, Fe and Al. The positive charges of the soils decreased progressively with successive removal of 'active' Al and Fe and of amorphous alumino-silicates. The phosphate

sorption decreased after removal of sorption sites, the reduction in P sorption being related to the surface reactive components in the soils and the positive charges carried by them. The adsorption isotherm obtained for untreated soils shows all the three regions of P sorption designated I, II and III, by Muljadi et al., (1966). After removal of active oxides and amorphous aluminosilicates Region III was no longer present. The active oxides removed by the various treatments thus seem to be responsible for phosphate sorption in Region III, i.e. phosphate sorption by an amorphous surface layer. The phosphate sorption remaining after the treatments is ascribed to reaction with Al ions associated with the edges of aluminosilicate minerals. The decrease in P sorption is also related to each of the adsorbents removed by chemical treatments. In a typical pseudogley, appreciable decrease in P sorption was observed after extracting with 0.5M CaCl_2 at pH 1.5, 'active' aluminium constituting the major component of the dissolved oxides.

Modellversuche zur Sulfat- und Carbonatmetabolik
hydromorpher Böden

von

H.S. Grunwaldt^{*)}, J. Günther^{**)} und D. Schroeder^{***)}

Um die Prozesse der Sulfat- und Carbonatmetabolik hydromorpher Böden, die aus Beobachtungen im Gelände und aus Analysen an Profilen vor allem von Marschen sowie von Auen und Gleyen indirekt erschlossen wurden, direkt aufzuklären, wurden in einer Perkolationsanlage unter kontrollierten Bedingungen Versuche an Modellsubstanzen durchgeführt, die aus einer Mischung von Sand (40 %), Ton (30 %), leicht umsetzbarer organischer Substanz (20 %), Calciumcarbonat (6,25 %) und Eisenhydroxid (3,75 % $\text{Fe}(\text{OH})_3$) bestanden. Im ersten Versuchsabschnitt von 45 Wochen (Reduktionsphase) wurden durch Überstauung und Perkolations mit synthetischem Meerwasser bzw. aqua dest. reduzierte künstliche Sedimente hergestellt. Im anschließenden zweiten Versuchsabschnitt von 30 Wochen (Oxydationsphase) erfolgte eine alternierende intensive Belüftung sowie Bewässerung mit aqua dest.. Die Sulfate des Meerwassers und das Calcium der Carbonate wurden mit den Isotopen S-35 und Ca-45 markiert, um zwischen dem Schwefel der Sulfate des Meerwassers und dem Schwefel der organischen Substanz bzw. zwischen dem Calcium der Carbonate und dem Calcium des Meerwassers und dem der organischen Substanz zu unterscheiden.

Die Veränderungen der Schwefelformen und -gehalte, die Carbonatumsetzungen, der Abbau der organischen Substanz sowie die Mobilität der Eisenverbindungen wurden bei beiden Versuchsgliedern und in beiden Versuchsabschnitten

*) Institut für Pflanzenernährung,
23 Kiel, N.Univ.Haus 41, BRD.

***) 6239 Diedenbergen, Gartenstr. 9, BRD.

***) Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde,
23 Kiel, Olshausenstr. 40-60, BRD.

durch die Untersuchung der Perkolate und Modellsubstanzen mit chemischen, elektrometrischen und radiometrischen Methoden verfolgt.

Intensive mikrobielle Zersetzungsprozesse an der organischen Substanz leiteten die **R e d u k t i o n s p h a s e** ein. Die pH-Werte sanken vom alkalischen in den schwach sauren Bereich. Zugleich nahmen die Redoxpotentiale stark ab. Dabei wurden Fe-Verbindungen und mit zeitlicher Verzögerung S-Verbindungen reduziert, aus deren Reaktionsendprodukten sich vorwiegend Monosulfide bildeten. Durch kontinuierliche Sulfatzufuhr erfolgte bei Perkolatation mit Meerwasser eine starke Schwefelanreicherung, wobei der Anteil reduzierter Schwefelverbindungen von 5 auf 75 % anstieg. Mehr als 80 % des Sulfid-Schwefels stammten dabei aus dem Sulfat des Meerwassers. Bei Perkolatation mit aqua dest. nahm der ausschließlich aus der organischen Substanz stammende Schwefel in geringem Umfange ab; der Anteil reduzierter Schwefelverbindungen erhöhte sich hierbei nur von 8 auf 32 %. Während der Reduktionsphase erfolgte bereits eine beträchtliche Ca-Freisetzung aus den Carbonaten. Bei Perkolatation mit Meerwasser war diese etwa halb so hoch wie bei der Behandlung mit aqua dest.. Die stärkste CaCO_3 -Auflösung erfolgte in den ersten Versuchswochen parallel zu den intensiven Zersetzungsprozessen an der organischen Substanz. In der Reduktionsphase wurden 45 % (Meerwasser) bis 75 % (aqua dest.) der organischen Substanz abgebaut und 20 % (Meerwasser) bis 30 % (aqua dest.) des ursprünglichen Gehaltes an Eisen ausgewaschen.

Die **O x y d a t i o n s p h a s e** wurde durch eine intensive Auswaschung der freien Salze eingeleitet. Mit ansteigenden Redoxpotentialen folgte eine intensive Oxydation der Sulfide, wobei durch die entstehende Schwefelsäure Carbonate in äquivalenten Mengen zerstört wurden. Das freigesetzte Calcium verdrängte beim Meerwasserversuchsglied zunächst Na- und K-Ionen, dann auch Mg-Ionen von den Austauschern bei gleichzeitiger starker Erhöhung des Ca-Sättigungsgrades. Mit zunehmender Ca-Sättigung der Austauscher stiegen die anfangs geringen Ca-Verluste durch Auswaschung erheblich an. Gleichzeitig nahmen die Schwefelgehalte infolge Sulfatauswaschung

stark ab. Die Carbonatauflösung betrug bei vorheriger Zufuhr von Meerwasser 21 % und von aqua dest. nur 2,5 % des ursprünglichen Gehaltes an Carbonaten.

Die Modellversuche zeigten, daß in einem Sediment, das neben silikatischen Bestandteilen auch leicht umsetzbare organische Substanz, Carbonate, mobilisierbare Eisenverbindungen und vor allem ausreichende Mengen an reduzierbaren Schwefelverbindungen enthält, in Abhängigkeit von den jeweils herrschenden Redoxpotentialen spezifische Prozesse ablaufen, durch die die Oxydationsstufen, die Bindungsformen und die Mobilität der Elemente Schwefel, Eisen, Calcium und Kohlenstoff charakteristisch verändert werden. Dabei sind die Voraussetzungen für eine starke Sulfideakkumulation, eine entsprechend hohe Schwefelsäurebildung und damit verbundene starke Carbonatauflösung nur bei einer Kombination der Ausgangssubstanzen gegeben, wie sie etwa im Schlick, dem Ausgangsmaterial der Marschen, vorhanden sind.

Die Vorgänge der Sulfatreduktion, Sulfidoxydation und Carbonatauflösung werden dabei von den Gehalten an reduzierbaren Sulfaten, leicht umsetzbarer organischer Substanz und Carbonaten sowie von der Dauer und Intensität der alternierend auftretenden Reduktions- und Oxydationsphasen gesteuert.

Für andere hydromorphe Böden - Gleye, Auen, Moore - haben die beschriebenen Vorgänge infolge geringer Gehalte an reduzierbaren Sulfaten bzw. organischer Substanz und weniger intensiven Wechsels von Reduktions- und Oxydationsvorgängen eine wesentlich geringere Bedeutung.

"Mechanisms of Accumulation and Distribution of Calcium
Carbonate in Marsh Soils of The Lower Mesopotamian Plain"

by Adnan Hardan and A. Kh. Abbas⁺)

Available literature on soils, geography, archaeology and hydrology of the lower Mesopotamian Plain indicates that the majority of its soils has been formed under the influence of hydromorphic conditions. More than 35.000 km² of the southern areas on this plain are considered permanent and flood marshes. The soils of the remaining areas are greatly influenced by ground water and may have been permanent or flood marshes at one time or another.

One of the main characteristics of these soils is their high content of precipitated carbonates. Thus, investigating the mechanisms of accumulation and distribution of carbonates is essential for the understanding of physico- and bio-chemical properties of such soils. Therefore, river waters, sediments, and selected profiles were periodically analysed. Laboratory and lysimetric studies were also established to demonstrate the role of some of the main mechanisms which are believed to influence the accumulation and distribution of lime under the hydromorphic conditions of Iraq. These studies

⁺) Director, Institute for Research on Natural Resources and Research Assistant, College of Agriculture, Abu-Ghraib, Iraq.

included the effects of (1) biological sulfate reduction, (2) CO_2 produced by the roots, (3) quality of surface water, and (4) depth and quality of ground water.

The main findings of this study are: (a) carbonate content of the river sediments, ratios of monovalent to divalent cations and $\text{Cl} + \text{SO}_4$ to HCO_3 of both Tigris and Euphrates river waters increase as they approach the Shatt El-Arab. Furthermore, the changes in ionic concentration and ratios of surface waters between flooding and nonflooding seasons are more than twofold; (b) biological SO_4 reduction process and CO_2 from the roots play a significant role in the formation and redistribution of carbonates; (c) the zone of carbonate accumulation from the evaporation of ground water is 25-35 cm above the ground water level. However, the location and the range of this zone is influenced by the activity of biological SO_4 reduction and by the vegetative cover.

To conclude, in addition to the high percentage of carbonates which is transported with river sediments, composition of surface and ground water, CO_2 from the roots, and biological sulfate reduction have a considerable role in the precipitation, distribution and redistribution of carbonates in the soils of the lower Mesopotamian Plain.

Die Entwicklung hydromorpher Böden aus sulfatreichen
Tonmergeln in Süddeutschland

von
S. Müller *)

Wo hohe Konzentration von Sulfat-Ionen und organischer Substanz im Boden zusammentreffen, setzen bei Luftabschluß anaerobe bakterielle Prozesse ein. In schweren Böden aus sulfatreichen Tonmergeln des Mesozoikums treten negative Redoxpotentiale schon bei kurzfristiger Vernässung auf. Die dabei ablaufenden bakteriellen Prozesse hinterlassen bläulich-graue Zonen mit kurzfristig vorhandenen Eisensulfiden und langfristig bleibender feinstverteilter organischer Substanz.

Dauermessungen der Redoxpotentiale in Versuchsteichen für ein Trinkwasser-Rückhaltebecken zeigten, daß bei subhydrischen Rohböden im Gipskeuper schon nach Tagen extrem niedrige Redoxpotentiale (-600 mV) auftreten. Kommen in solchen Teichen größere Mengen organischer Substanz hinzu, so setzt nach wenigen Wochen starke Schwefelwasserstoff-Entwicklung ein. Die subhydrische Bodenbildung führt hier unmittelbar zum Sapropel.

Beobachtungen an den Böden neu angelegter Stauweiher erweisen für die Vollentwicklung des Sapropels einen Zeitraum von einigen Jahren. Da bei Anmoorgley-Pelosolen die standörtliche Situation ähnlich ist, wird für die verbreitete hydromorphe Ausprägung dieser Typengruppe dasselbe Zeitmaß unterstellt.

Beobachtungen an kleinen Hydromorphie-Nestern in gartenbaulich genutzten Pseudogley-Pelosolen entwickeln sich ebenfalls in wenigen Jahren.

*) Geologisches Landesamt, 7 Stuttgart, Sängerstr. 5, BRD.

Im Besonderen wird über die Profilentwicklung in einem hallstattzeitlichen Grabhügel (ca. 2500 Jahre) berichtet, in dem über 20 000 cbm Krumenmaterial aus Pelosolen und Mergel-Pararendsinen des Mittleren Muschelkalke aufgeschüttet sind.

Nachdem die zentrale Grabkammer wohl schon sehr lange voll Wasser steht ist dieses ursprünglich graue und hellbraune Substrat heute ründ 2500 Jahre nach der Hügelchüttung durchweg hydromorph verändert. Es ist bläulichgrau verfärbt und über 4 m tief entkalkt.

Lignine sind wie manche Hölzer und sogar Moose ausgezeichnet konserviert, während die Leichen zahlreicher Nebenbestattungen im Hügel nahezu gänzlich aufgelöst sind.

Die hierin sich andeutende Differenzierung der bakteriellen Prozesse wird diskutiert. In Analogie zu verwandten Vorgängen bei Marschböden wird auch die ungewöhnlich starke Entkalkung in Zusammenhang mit den übrigen Prozessen gebracht, die sich für bodenkundliche Abläufe außerordentlich rasch vollziehen.

EVOLUTION OF CLAY MINERALS IN AN HYDROMORPHIC SOIL
OF THE PAMPEAN REGION OF ARGENTINA

C.O. Scoppa⁺⁾

The soil survey of the Pampean Region has covered up-to-date some 49.200 km². It has been done at a semi-detailed scale (1:50.000) and there were identified a total of 113 series. Even though many of them present a high degree of hydromorphism, none of them can be classified as typically gley. This is due to the fact that in this region the hydromorphic soils have present a high content of exchangeable sodium that includes them with the alkali soils rather than the gley ones.

The characteristics of only one of the 113 series are close to the concept of gley soils, or better pseudogley. This series is called LIMA, and has been classified as typical Argiacuoll.

This series is developed under gramineous and cyperaceous vegetation into small concave basins (< 2 ha) of loessical accumulation (Tricart, 1968) located in plain areas with slopes less than 0.5 % and normal/subnormal relief.

It is a very poorly drained soil. Even though the water table is deep (> 3 m) this soil remains covered with water during significative periods after each rain due to its very slow permeability (0.125/hour) and ponded runoff.

⁺⁾ Concordia 4051-3 B, Inst. Nac. de Tecnol. Agropecuaria INTA, Buenos Aires, Argentinien.

It is associated in the landscape with typical Argiudols and vertic Argiudols. The climate in its area of development is moderate humid (Thronwhaite) with medium temperatures of 23,2°C for the hottest month (January) and 9,5°C for the coldest (July). The medium annual precipitation is 890 mm.

This soil is slightly acid with an A horizon of silty clay loam texture, 30 cm thick, that constitutes a mollic epipedon. After an abrupt limit follows a strongly developed, hydromorphic B2t horizon. The clay relation B/A is 1.61, the texture is silty clay and its thickness of about 100 cm. The colors are close to 10 YR.

In this paper are presented the physico-chemical determinations for this soil, such as organic matter, mechanical analysis, moisture equivalent, CO₂Ca percentage, pH, conductivity, exchange cations, and S, T and H values.

The mineralogical analysis of the clay fraction was done by X-ray diffractometry on samples of all of the horizons. The fractions from < 2 μ to < 0.02 μ and their intermediates were studied and in all the cases the studies were done on non-treated, glycolated and calcinated samples. In some cases the infra-red absorption spectrum method was also applied.

The parent material of this soil is a loessic type sediment, typical of the Pampean Region and which is different from the one found in Europe and the United States.

The texture of the material in this soil is silty clay loam and the mineralogical content of the sand fraction is composed of 99 % of light minerals and 1 % of heavy

minerals. Among the first, the dominant one is volcanic glass (39 %), followed in decreasing order of importance by lithic fragments (26 %), quartz (18 %) and feldspars (15 %). The heavy minerals are represented by opaques (21 %), hornblende (20 %), epidote (11 %), followed by minor fractions of augite, hyperstene, biotite, turmaline and garnet.

In the mineralogical composition of clays, specifically in the fraction, $< 2 \mu$, the dominant one is illite followed by kaolinite, montmorillonite and mixed layer clay minerals.

It has been noted that down through the profile, montmorillonite increases its proportion in depth, as illite diminishes in the same sense. With respect to kaolinite it maintains a constant proportion in all of the horizons. The mixed layer clay minerals of an illite-montmorillonite nature 10-14 are more abundant in the upper horizons.

In the fraction, $< 0.5 \mu$, increases in the proportions of montmorillonite and mixed layer clay minerals have been observed but there are no changes with respect to the trends in distribution throughout the profile in relation with the aforementioned fraction.

These facts seem to indicate that in this soil there is a concentration of montmorillonite in depth, and that it diminishes towards the surface, completely disappearing in the upper horizons (A11 and A12).

This increment occurs at the expense of a decrease in the percentage of illite, and the passage is produced by means of mixed layer clay minerals of an illite-montmorillonite type.

The lixiviation of the finest fraction, which is generally richer in montmorillonite, could also contribute to the concentration of this mineral in the lower horizons.

Comparing these data with those of the well-drained soils (typical Argiudols) to which this one is associated, it has been observed that these are richer in montmorillonite - which also increases in depth - and illite. In these soils kaolinite also increases towards the surface and this makes a difference with respect to the Lima series in which this mineral maintains a constant proportion throughout the profile.

So, it is deduced that in the Lima soil a more intensive kaolinization process has occurred than in the well-drained associated soils.

The diminishing rate of montmorillonite towards the surface where it disappears completely in the A11 and A12 horizons and is very scarce in the B12, could indicate a transformation of montmorillonite to illite and kaolinite as the parent material is always rich in montmorillonite.

Then, it is observed that there is an evidente evolution of clay minerals all through the soil profile starting from a sediment rich in montmorillonite through a kaolinization process.

Pseudogleye und Gleye in der Bodengesellschaft der
kühltemperierten Klimaregion

von

E. Mückenhausen *)

Die Stauung des Niederschlagswassers im Pseudogley wird durch einen mehr oder weniger dichten Horizont (oder Schicht) im Unterboden (oder Untergrund) verursacht, der eine Stauwassersohle bildet. Oberhalb der Stauwassersohle ist in der Regel der Boden durchlässig; dieser Bodenbereich ist der Stauwasserleiter. Besitzt ein Boden keinen oder nur einen geringen spannungsfreien Porenraum, so wird das Wasser als schwach bewegliches Haftwasser gestaut. Abgesehen von den pedogenen Bedingungen hängt das Ausmaß der Ansammlung von Stauwasser und Haftwasser von der Menge und der Verteilung der Niederschläge (im Jahresablauf) sowie von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit (Verdunstung) ab.

Die Stauwassersohle kann verschiedener Entstehung sein. Sie kann primär durch die geologische Schichtung gegeben sein, wenn z. B. Sand oder Lößlehm toniges Substrat überlagert. Die Stauwassersohle kann aber auch einen dichten Horizont eines Paläobodens darstellen, dessen obere Horizonte abgetragen und anschließend fremdes, durchlässiges Material aufgetragen wurde. Schließlich entstehen viele Pseudogleye pedogenetisch sekundär im Zuge der Tonverlagerung im Bodenprofil, wodurch die aus den oberen Horizonten stammende Tonsubstanz den Illuvialhorizont mehr oder weniger dicht und wasserstauend macht.

Entsprechend den pedogenetischen und klimatischen Bedingungen für die Entstehung von Pseudogleyen ist deren Hauptverbreitung in folgenden Bodengesellschaften der kühltemperierten Klimaregion zu finden:

*) Institut für Bodenkunde, 53 Bonn, Nußallee 13, BRD.

- 1.) Im Bereich von Böden, die aus kalkhaltigen Substraten (Löß, Geschiebemergel und andere Mergel) hervorgingen und somit einer Tondurchschlämmung unterlagen. Diese Pedogenese führt zur Parabraunerde und bei langanhaltender Tonverlagerung zum Pseudogley. Der Pseudogley wird demnach um so mehr auftreten, je länger diese Pedogenese andauert (Altwürm-Löß).
- 2.) Im Bereich von Paläoböden (mit B_t -Horizont), die aus kalkhaltigen Substraten stammen, deren obere Horizonte umgelagert sind und deren fossiler B_t -Horizont wasserstauend wirkt (Riß-Moräne); vergesellschaftet sind saure Braunerden.
- 3.) Im Bereich dichter Sedimente mit einer Decke von durchlässigem Material (tonige Gesteine und alte, dichte Terrassen mit Lößlehmdecke); vergesellschaftet sind Parabraunerde und Braunerde.
- 4.) Im Bereich solifluktiver Substrate; vergesellschaftet sind Braunerden. Häufig staut eine tiefere, ältere Solifluktionsschicht.
- 5.) Im Bereich toniger Substrate (Mittlerer Muschelkalk, Keuper, Tertiär), aus denen Pelosole und Pelosol-Pseudogleye hervorgingen. Hier herrscht das kaum bewegliche Haftwasser vor.
- 6.) Im Bereich von umgelagerten Paläoböden mit hohem Kaolinitgehalt (Graulehm-Pseudogley), die mit saurer Braunerde vergesellschaftet sind.

Die Gleye entstehen unter dem Einfluß hohen Grundwassers. Man könnte eine ziemlich gleiche Einwirkung des Wassers vermuten, indessen haben sich viele Typen und Subtypen der Gleye gebildet. Entscheidend bei der Pedogenese der Gleye ist die durchschnittliche Höhe des Grundwasserspiegels und seine Schwankungsamplitude im Ablauf des Jahres sowie die vom Grundwasser mitgeführten und im Boden abgesetzten Stoffe. Böden, die nur kurze Zeit vom Grundwasser durchdrungen werden, aber doch meistens terrestrischen Prozessen unterliegen, nämlich die Auenböden, bleiben hier außer Betracht.

Entstehung und Vergesellschaftung der wichtigsten Gleys:

- 1.) Durch einen relativ hohen (etwa 0,4-0,8 m unter der Oberfläche) und wenig schwankenden Grundwasserspiegel (0,5-1,0 m) entsteht der typische Gley mit $A_h-G_o-G_r$ -Profil. Er ist weitverbreitet in schmalen Tälern und Niederungen.
- 2.) Ist das Grundwasser im Gley relativ stark bewegt und dadurch sauerstoffreich, wie z. B. in der Nähe der Wasserläufe, so unterbleibt die Bildung eines G_r -Horizontes; es liegt das A_h-G_o -Profil des sauerstoffreichen Gleyes vor.
- 3.) Trägt das Grundwasser aus kalkreichen Substraten und Böden viel Calciumhydrogencarbonat heran, das im Profil als Carbonat abgesetzt wird und dadurch eine starke Kalkanhäufung zustande kommt, so liegt der Kalk-Gley vor.
- 4.) Bringt das Grundwasser viel Eisencarbonat mit, das sich im Profil in Verbindung mit der Luft als Brauneisen niederschlägt und im Extrem Raseneisenstein entsteht, so sprechen wir vom eisenreichen Gley, der meistens mit Anmoor-Gley und Niedermoor vergesellschaftet ist.
- 5.) Steht das Grundwasser das ganze Jahr hoch (höher als 0,4 m unter Oberfläche) und schwankt es im Ablauf des Jahres wenig, so wird kein G_o -Horizont gebildet, vielmehr entsteht das A_h-G_r -Profil des Naß-Gleyes, der oft zusammen mit Anmoor-Gley auftritt.
- 6.) Bei noch intensiverem Grundwassereinfluß als beim Naß-Gley beginnt die Vermoorung; so entsteht der Anmoor-Gley.
- 7.) Im Gebiet der Podsole finden wir auf grundwassernahen, sandigen Substraten den gebleichten Gley.
- 8.) Steht das Grundwasser so tief, daß wenigstens in den obersten 0,4 m eine terrestrische Pedogenese ablaufen kann, so entstehen die Halb-Gleye, z. B. im Podsolgebiet der Podsol-Gley, im Braunerdegebiet der Braunerde-Gley.

SOIL PATTERN AND GENESIS

J. Schelling and B.A. Marsman⁺)

Problem

Soil genesis can be explained by models varying from catchment areas of entire rivers to models of microscopic size. Here, those from catchment areas of several small brook valleys to horizons of pedons will be considered. The problem is: can a recurring soil pattern be recognized, and explained genetically.

Method

The soil pattern in small brook valley in a sloping cover-sand landscape was studied in four detailed soil surveys (3-115 observations/ha). Recurring soil patterns were distinguished, which were related to the geomorphology of the surrounding landscape. An idealized soil pattern was constructed, and compared with the actual soil patterns. For the genetic explanation, measurements were made of groundwater level and potential, and redox potential.

Facts

The idealized soil pattern consists of 11 subdivisions (phases). The trend of the variation in characteristics within the idealized soil pattern is given in fig. 1.

⁺) Netherlands Soil Survey Institute,
Lawickse Allee 136, Wageningen, Nederlande.

Each line represents the variation of a characteristic along the centre-line of the brook valley.

It was possible to divide the brook valleys on the soil maps into sections, showing each at least several phases of the basic pattern in the given order. One section is indicated as the actual soil pattern. All sections contain 3 to 8 phases and at least one or more ferric phases. The longer ones always contain some spodic phases.

In wet periods the groundwater level (ref.datum level) is higher in the cover-sand ridges, and lower in the brook valleys. Groundwater potential always indicates downward movement in the ridges, and periodic upward or downward movement in the brook valleys. In the different phases of the pattern in the brook valleys, the groundwater movement is nearly equal.

The redox-potential in all phases has the same seasonal fluctuation, varying from high negative values in the whole profile in winter, increasing to a high positive redox-potential in the growing season.

The iron content of the ferric layers in phases 1-4 is high, usually 10-30 %, occasionally rising to 40-65 % Fe_2O_3 (in 10 % HCl). In the Cg-horizon the content is 0,3-0,5 %. In the downstream part the Fe content in the Al-horizon is usually 1 % Fe_2O_3 or less. In the surrounding hydromorphic humuspodzols Fe-contents are 0,1-0,3 % Fe_2O_3 .

Conclusions

A recurring soil pattern was observed in the surveyed areas of the brook valleys. The upstream part always consisted of ferric soils with high concentrations of iron oxides in the top layers. The downstream part contained spodic intergrades with low iron contents.

In the actual soil pattern not all the phases of the idealized soil pattern occur. This depends mainly on the local geomorphology.

The order of occurrence and the relation to geomorphologic position are, however, constant.

Only a very general genetic explanation can be given with the facts at our disposal. Iron is removed from the surrounding humuspodzols, and transported by the groundwater to the brooks. Periodic upward moving groundwater supplies iron to the soils. Within the pattern, iron oxide is deposited only in the upstream part, and not in the downstream part.

According to the redox-potential, iron oxide formation could occur throughout the pattern. The absence of iron oxide deposition in the downstream phases might be explained by a chelating agent in the form of organic substances. This is supported by the occurrence of weak humus-B-formation in these soils.

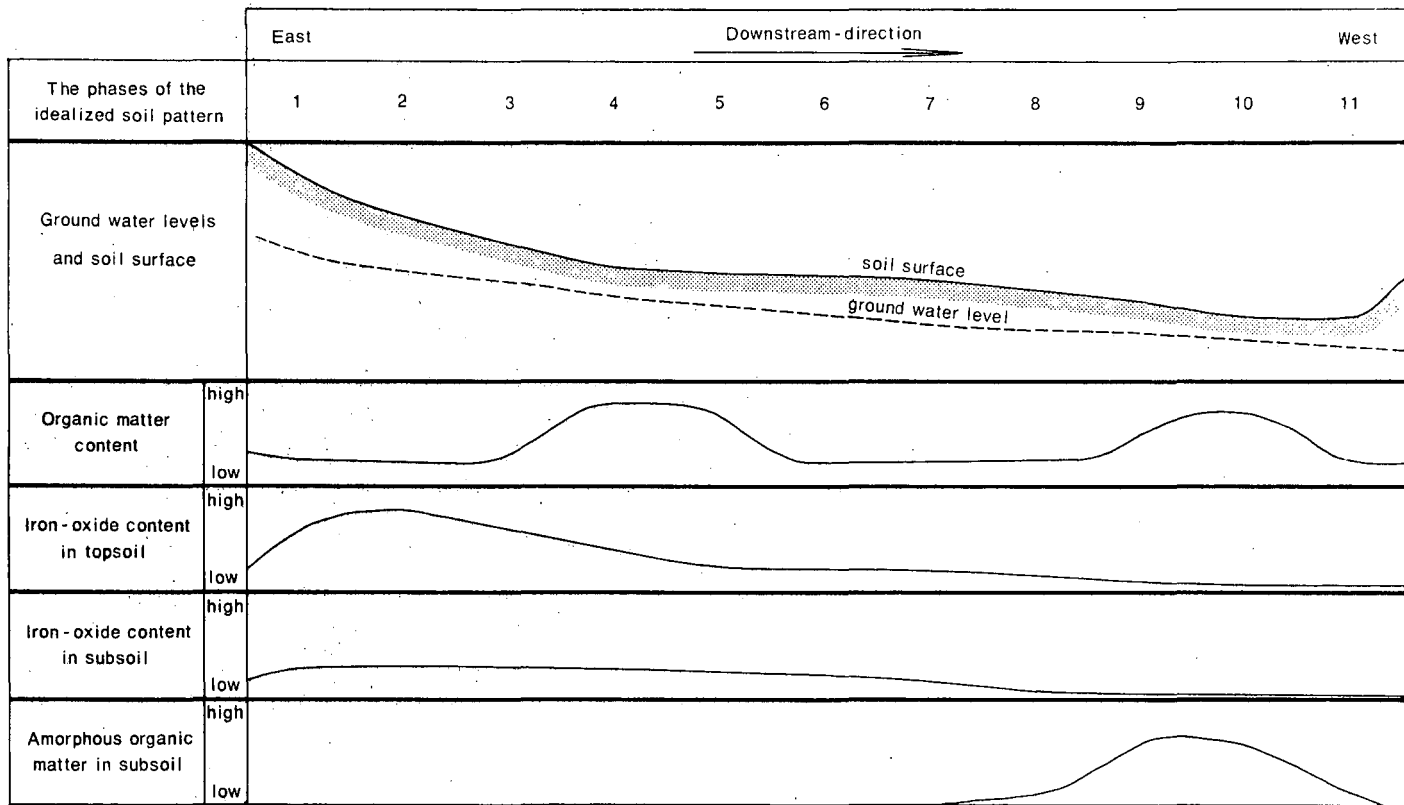


Fig. 1 The relative variations of some soil properties in the phases of the idealized soil pattern

FACTORS INFLUENCING PROFILE DEVELOPMENT EXHIBITED
BY SOME HYDROMORPHIC SOILS IN ILLINOIS

Neil E. Smeck⁺ and E.C.A. Runge⁺)

Mollic Albaqualfs occur on the Peoria-loess covered Illinoian till plain in two distinct landscape relationships. In south-central and southern Illinois, Cisne, a Mollic Albaqualf, dominates the nearly level to moderately sloping uplands. In contrast, Denny, a Mollic Albaqualf occurring in northwestern and west central Illinois, occurs only sporadically in small, shallow depressions commonly called "gray spots". Morphologically these soils are very similar. The objectives were to elaborate on processes responsible for the development of similar profile characteristics in different landscape positions and to explain the regional and local distribution of Mollic Albaqualfs in Illinois. It was hypothesized that organic matter production is limited in areas occupied by Mollic Albaqualfs resulting in destabilization of upper horizons with subsequent rapid development of eluvial and illuvial horizons.

A short transect, consisting of 3 to 6 profiles which comprise a development sequence, was sampled in each of these areas. End-members of the transects consist of a Mollic Albaqualf and the associated, less-well developed Mollisols in each area. Assuming that organic carbon

⁺) 103 Walster Hall, N. Dakota State University,
Fargo, North Dakota, USA.

content is a valid estimate of organic matter production, less organic matter is produced in areas occupied by Mollic Albaqualfs than in associated areas. Only minimal differences in available potassium content occur within the transects. As soil development encreases, pH decreases; however, only in Cisne soils are the reactions low enough to cause nutrient deficiencies and/or toxicities. Phosphorus is higher in Denny and lower in Cisne than the respective, weakly developed associated soils. In both areas, the depressional soils consistently contain the highest phosphorus content as a result of lateral movement in the landscapes. Vegetative growth is believed to be limited in Denny soils by detrimental variation in the moisture regime during the growing season. A model, derived to integrate the factors responsible for formation of Mollic Albaqualfs, indicates that soil development increases as loess depth decreases, as leaching intensity increases, and as organic matter production decreases. Regional distribution of Mollic Albaqualfs in Illinois is attributed to an interaction of all three variables. Local development of Mollic Albaqualfs is primarily a result of limited organic matter production due to nutrient deficiencies (Cisne) or a detrimental moisture regime (Denny). Areas occupied by Denny soils are also more intensely leached than slightly higher adjacent areas due to runoff.

Die Stellung der Stagnogleye in der Bodengesellschaft der
Schwarzwaldhochfläche auf s₀-Sandstein

von

V. Schweikle*)

Stagnogleye sind fast ganzjährig oberflächennah vernässte Böden. Der Oberboden ist verfaht, sauer und basenarm; der Unterboden relativ tonreich.

Die Ursache der Vernässung kann vom Gestein, vom Boden, vom Menschen und/oder von der topographischen Situation bedingt sein. Das Ausmaß der Vernässung wurde anhand von Wasser- und Lufthaushaltsdaten einer Stagnogleylandschaft beurteilt. Es sollte geprüft werden, ob die helle Farbe des Oberbodens - wie in der Regel - durch Wasseratau bedingt ist, oder durch Windsedimente (Löß) vorgetäuscht wird. Es sollte ferner festgestellt werden, welche Wirkung die Vernässung auf die Verwitterung von Tonmineralen und Sesquioxiden hat. Sollten tatsächlich Sesquioxide aus dem Stagnogley entfernt worden sein, so hätte sich das Interesse auf Richtung, Art, Intensität und Gradient des Transports und den Ort der Anreicherung zu richten.

Die Verteilung der Böden in der Landschaft wurde durch Übersichts- und Detailkartierungen bestimmt. In 2 Bodenlandschaften wurden an je einem Stagnogley, einer Braunerde, einem Boden mit Sesquioxidanreicherung und in einem Fall zusätzlich einem Pseudogley die Intensität von Prozessen gemessen. Dabei stützten und ergänzten sich die Ergebnisse aus beiden Untersuchungsmethoden gegenseitig. An Analysen wurden durchgeführt: Gesamtgehalte von Al, Fe, Mn, K, Ti, Zr und C; Gehalte von Al, Fe, Mn, P und C im Oxalateextrakt; Gehalte von Fe, Al und Mn im Wasserextrakt; pH; vierwöchentliche Messungen von E_H und Sauerstoffdiffusionsrate, Feldspat-, Quarz- und Glimmergehalte; Korngrößenverteilung; Wanderungsrichtung von metallorganischen Verbindungen und deren Identifikation; HTO und ^{14}C Dünnschliffe; Tonmineralanalysen; k_p -Werte und pF-WG-Kurven; 14-tägige Messungen von Stauwasserstand, Wassergehalt, Tension und Niederschlag.

*) 7241-Bildechingen, Brühlstr. 176, BRD.

Die Stagnogleyflächen sind hangabwärts von Böden mit hohem Sesquioxidgehalt (Ockererden) kragenförmig umgeben.

Die Ursache der Vernässung ist von Gestein und/oder vom Relief, nicht aber von der pedogenen Tonverlagerung bedingt. Die Böden sind schon seit etwa 2000 Jahren vernäßt.

Tension, Wassergehalt und der Stauwasserstand zeigen, daß bei gleichen Niederschlägen die Vernässung im Jahresablauf von der Braunerde zur Ockererde und zum Stagnogley zunimmt. Letzterer enthält im Meßzeitraum immer freies Wasser. Dies bedingt, daß die E_H -Werte und O_2 -Diffusionsraten mit zunehmender Vernässung abnehmen. Das Wasser fließt lateral aus dem Stagnogley zur Ockererde.

Die untersuchten Landschaften sind lößfrei. Mit zunehmender Vernässung nimmt die Tonmineralverwitterung insgesamt ab, aber im O_H/A_{heg} -Grenzbereich bleiben lithogene Gefügemerkmale erhalten, sinkt der pH-Wert um ca. 0,5 Einheiten, wird die Mobilität von Fe, Al und Mn erhöht und werden die Streuzersetzung und die Polymerisation kurzkettiger, aggressiver und mobiler organischer Stoffe gehemmt. Fe, Al und Mn werden vom Stagnogley in Chelatbindung, und evtl. auch ioner, zur Ockererde entlang einem E_H -Gradienten verlagert. In der Ockererde werden Fe, Al, Mn und organische Chelate gefällt und angereichert. Mit zunehmender Vernässung nimmt auch die biologische Aktivität ab und es kann sich kein Absonderungsgefüge bilden.

Die Ockererde ist eine Sonderform des Hanggleys.

Genese und Ökologie von Hangwasserböden

von
H.-P. Blume *)

Unter Hangwasserböden sollen Böden verstanden werden, deren Genese entscheidend durch oberflächennah und -parallel ziehendes Hangwasser (= Hangzugwasser) beeinflusst wurde. Hangzugwasser tritt in Hangböden mit zur Tiefe hin stark abnehmender Wasserleitfähigkeit auf, sobald Wassersättigung nahezu erreicht ist. Hangzugwasser induziert prinzipiell keine Prozesse, die nicht auch in Plateaulage auftreten; es vermag aber viele Prozesse wie Entsalzung und Versalzung, Entcarbonatisierung und Carbonatisierung, Entbasung und Neutralisation, Na-Abbleichung und Verockerung, Podsolierung sowie vielleicht auch Lessivierung erheblich zu intensivieren. Da hierbei auftretende Umlagerungen über die Grenzen eines Pedons hinausgreifen, entstehen oft Hangbodengesellschaften mit verarmten Ober- und angereicherten Unterhangböden. Je nach Gestein, Entwicklungszustand der Böden, den Umweltverhältnissen sowie der Bewegungsrichtung des Hangzugwassers im Vergleich zum Neigungswinkel des Hanges kommt es nur zu einer Verschiebung der Austauschionen-Verhältnisse oder aber zur verstärkten Bildung von Carbonat-, Fe/Mn- bzw. Ton-Akkumulationshorizonten.

Die ökologischen Einwirkungen des Hangzugwassers und seine pedogenetischen Folgen sind teils positiv, teils negativ.

Das Gesagte wird an mehreren Toposequenzen aus unterschiedlichem Gestein demonstriert. Bei manchen von ihnen wurden Richtung und Intensität des Hangzugwassers unter Einsatz tritiierten Wassers studiert, bei manchen die entstandenen stofflichen Veränderungen näher untersucht.

*) Institut für Bodenkunde, 1 Berlin 33, Engler Allee 19-21, BRD.

SITE RELATIONSHIPS PROPERTIES AND MORPHOLOGY
OF HIGH ARCTIC HYDROMORPHIC SOILS ON DEVON ISLAND, N.W.T.

B.T. Bunting⁺)

Hydromorphic soils may occur in a wide range of situations in higharctic latitudes despite prevailing low precipitation. Thaw of ground ice, snowmelt, summer rainfall, fog and spray are sources of soil moisture in lowland areas, while high organic matter contents of hemic or fibric character, intensively mixed with the mineral soil; shallow depth to impenetrable permafrost, high bulk density, high content of angular fine gravel and high silt percentage are some of the pedological features aiding hydromorphism. High soil moisture contents in summer in both organic surface and organo-mineral subsurface horizons above the liquid limit promote instability and lack of structural formation.

In addition to soils resembling the meadow tundra soils of Tedrow, hydromorphic soil units exist on compacted soliflual lobes, with subsoil bulk densities > 1.9 , and such soils are also associated with the matrices of polygonal-patterned ground and stone stripe terrain. Such microsites possess thin A horizons with weak subangular blocky structures in late summer dry periods, with pH < 6.5 and CEC > 20 , while lower soil material is alkaline in reaction of lower CEC and high conductivity.

⁺) Department of Geography McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada.

Hydromorphic soils associated with lowland sites on compacted materials show generally high colour values and low chroma which, in the area may be related to diffuse organic matter in association with high contents of carbonates. Very few occurrences of coherent mottling patterns were observed.

A markedly contrasted high arctic environment are the plateau desert areas with litholic or surface calcic-crusted soils among which linear patterns of hydromorphic soils are developed in snow gullies or snow-fed percolines and valley-head seepage hollows which are marked by development of vascular plant covers and intense algal growth. The mineral material is invariably organized in patterned ground features, especially stone lines and stony earth hummocks, and is thixotropic in character. Organic matter is of a sapric or wet hemic nature, of high conductivity. Such limited 'soil' areas are readily perceived on air/oblique photographs.

Techniques of study involve the determination of soil physical, textural, mineralogical and chemical characteristics, studies of the nature and properties of associated organic materials and of the conductivity and composition of leachates and drainage waters. Thin section studies of organic layers and of surface and compacted mineral layers complete the study.

General conclusions are that naturally ill-drained, thaw-prone or melt-water accumulative sites possess hydromorphic soils with shallow, ill-differentiated profiles characterised by development of organic layers and inclusion of organic matter. Other sites show induced hydromorphism through low porosity and high bulk density of soliflual or cryoturbic origin, though such sites do not show intense organic matter development or input. Both ecologically and from the point-of-view of traction and engineering use, differentiation of such hydromorphic soils is necessary at a high level of classification.

Properties and development of hydromorphic
soils in various regions of Canada

J.A. McKeague, J.H. Day and J.S. Clayton+)

The mineral soils of approximately 10 % of the land area of Canada are saturated to the surface and under reducing conditions for a significant period each year. These Gleysolic soils (Gleysols, FAO; Aqu Suborders, U.S.A.) are generally recognized by their colors of low chroma or by their prominent mottling, but position in the landscape and vegetation also help in the identification of them. Other soils, in which gleying is apparently subordinate to other processes, are classified as gleyed subgroups of the orders. Nearly $2/3$ of the approximately 800.000 km² of Gleysolic soils in Canada are believed to occur in northern areas (60°N) where few systematic surveys have been made.

Gleysolic soils in Canada are subdivided into 3 great groups: Humic gleysols (mainly Mollic Gleysols, F.A.O.; mainly Aquolls, U.S.A.) have well developed mineral-organic surface horizons; Gleysols (various Gleysols and some Fluvisols, FAO; mainly Aquepts, U.S.A.) lack well-developed mineral-organic surface horizons; Eluviated Gleysols (some Planosols, FAO; mainly Aqualfs, U.S.A.) have horizons of clay eluviation and illuviation. Many Gleysolic soils have peaty surface horizons. Peaty soils are not separated from others in the taxonomic system,

+) Soil Research Institute, Central Experimental Farm, Ottawa, Kanada.

but rather as phases. Subgroups of these 3 great groups are subdivided on the basis of several factors including: presence of carbonates at the surface, presence of rock within 50 cm, presence of a prominently rusty-mottled B horizon in which dithionite-extractable Fe has accumulated. Many soils of the latter subgroup would be called Pseudo-gleys in Europe.

The development of Gleysolic soils in several markedly different environments is illustrated by pictures of landscapes and soils and data for specific examples of these soils.

1. Rego Humic Gleysol (Mollic Gleysol, Aquoll) developed in very gently sloping loam alluvium overlying loam till in the Mackenzie River Valley at 66°N. The peaty surface layer overlies black silt loam which is underlain by dark grayish brown gravelly loam till that is somewhat mottled. The soil was frozen at 1 m. at the end of July. Presence of carbonates throughout the solum indicate the weak degree of development.

2. Cryic Orthic Gleysol (Tundric Gleysol, Aquept) developed in a nearly level sandy marine deposit in the Hudson Bay Lowland. The soil is saturated during the growing season and the subsoil is frozen at variable depths in August. The prominently mottled mineral surface horizon is underlain by olive gray sediment.

3. Orthic Humic Gleysol (Mollic Gleysol, Aquoll) developed on a clay plain meadow in sub-humid southern Manitoba. The thick, black mineral-organic surface

horizon is underlain by a mottled B horizon from which carbonates have been removed. The C horizon is calcareous, weakly mottled, slowly permeable clay. The soil is saturated for appreciable periods in the spring and after heavy rains.

4. Humic Eluviated Gleysol (Mollic Planosol, Albaqualf) developed in a shallow-closed depression in a hummocky till plain in a semi-arid region of Saskatchewan. The depression is flooded by runoff water from the spring snow melt for about 2 months and the surface 50 cm is usually dry in late summer. Carbonates are leached to a depth of a meter or more and clay is eluviated from the upper 30 cm and deposited below. Weathering of clay minerals is slight.

5. Fera Gleysol (Dystric Gleysol, Haplaquept) developed in level alluvial very fine sandy loam overlying clay in humid eastern Ontario. The water table fluctuates from the surface in April to a depth of 1 to 2 meters in September. Iron is eluviated from the upper horizons and accumulated in the prominently mottled B horizon mainly as goethite. Carbonates are removed from the upper 60 cm and some weathering of mica and montmorillonite to chloritized vermiculite has occurred in the acid A horizons.

6. Fera Eluviated Gleysol (Dystric Planosol, Ochraqualf) developed in till derived from red shale and sandstone in humid Nova Scotia. Marked eluviation of bases, clay and iron has occurred in the A horizon, and the B horizon is enriched markedly in iron (goethite and amorphous hydrous oxides) and less markedly in clay which occurs partly as argillans. Interstratified mica-montmorillonite in the A horizon developed, presumably, from mica and chlorite which are the main phyllosilicates in the B and C horizons.

The development of Gleysolic soils in the various regions of Canada is associated with the regional climate and with the local moisture regime as conditioned by topography and parent material.

Pseudopodzolization and its Manifestation
in the Soils of the USSR

by S.V. Zonn⁺)

Pseudopodzolization results from the textural profile differentiation started at the stage of illimerization. Pseudopodzolization is characterized by the change of seasonal periods of excessive moistening and drying in the upper layer.

Their manifestation is conditioned by the formation of the clayed-compacted Bt horizon enriched with free (active) forms of Fe.

This horizon contributes to the occasional alpha gley an oxidation under drying.

Mobilization of Fe under gleying intensifies the migration of its Fe forms in vertical (removal) and horizontal (segregation) directions; this results in the formation of an albic horizon. The formation of an albic horizon is conditioned not by the removal of Fe, but by the segregation of its mobile forms into crystallized ones under soil drying.

Bleaching occurs simultaneously with gradual increase of the silt content with the depth (leaching), no acid

⁺) Institute of Geography, USSR Academy of Science, Staromonetni 29, Moskau.

hydrolysis of minerals being observed. Hence, under pseudopodzolization their destruction does not occur or is slightly manifested, the accumulation of Si is not observed. One of the important diagnostic features is the increase of the content of active (crystallized, acc. to Mehra-Jeckson) forms of Fe through the entire profile.

The same diagnostic features may arise in soils formed on: a) double-layer deposits (the upper layer is lighter, the lower one is heavier), their replacement occurs not deeper than 1 m from the ground surface; b) concretionary or laterite blocks, i.e. layers allochthonously developed at earlier stages of soil formation.

Taking into consideration all these factors it becomes evident that the soils of pseudopodzolic type substantially differ from the soils of podzolic type formed in moderate-warm and subtropical climate under forest vegetation. This difference is best shown in the structure of profiles.

The soils of these types are distinguished by the following alternation of genetic horizons:

a) Pseudopodzolic

1. Brown pseudopodzolic (moderate-warm)

$A_0-A_1-A_2l(g)^+$ - $B_1t(g)-B_2-B_3-C$

2. Yellow pseudopodzolic (subtropical)

$A_0-A_1-A_2lf(g)-B_1f(g)-KL^{++})-B_2f-B_3f-BCf-C$

+) l - illimerization; f - content of Fe (segregation, concretion and cementing mineral mass); (g) - gleyzation as a result of atmospheric moistening.

++) concretionary-blocky (laterite) layer.

b) Podzolic

1. Soddy podzolic

$A_0-A_1-A_2-B_1-B_2-C$

2. Podzolic

$A_0-A_2-B_1-B_2-C$ or $A_0-A_2-B_{hf}-B_2-C$

In accordance with the change of horizons there are observed the differences in the distribution of mineral oxides, their various forms, as well as the percentage and composition of humus. When the B horizon ceases to filtrate, the pseudopodzolization is changed by pseudogleying that occurs against the background of increasing segregation of Fe into concretions and other forms. Besides that, we admit the formation of pseudogley soils without the pseudopodzolization stage, i.e. the development on ribbon clay layers.

Pseudopodzolization is most widely spread in the soils of the Baltic Republics, Byelorussia, Transcarpathians as well as of the Primorye Territory of the Far East. All these regions are characterized by the predominance of summer moistening and intensive decomposition of organic litter without formation of coarse humus. For the past decade the following soils have been distinguished in these regions: brown forest typical and lessivé soils as well as brown pseudopodzolic soils. These soils have originated from soddy podzolic, soddy podzolic-gley and podzolic soils and differ from them in the structure of profiles, composition and properties of mineral and humic parts.

Subtropical podzols found on the Black Sea Coast of the Caucasus in western Georgia correspond to the pseudo-

podzolic type of soils and are distinguished by such specific features as: ferrisiallitic composition of mineral part with predominance of $\text{Fe}(\text{OH})_3$, that gives the soils yellow colour; presence of more ancient allochthonous concretionary or blocky-laterite layers taken for illuvial-ferrous formations of podzolic soils.

Brown and brown-pseudopodzolic soils have been distinguished and described in many other piedmont-mountainous (the Caucasus, Altai, Sayany, Urals) and flat (the Moscow region, etc.) regions.

This has brought about new aspects in the genesis, geography and evolution of soils of the forest zone of the European part of the USSR as well as in some fragments of the forest zone in Siberia and the Far East. The notion of genesis and composition of soils in forest vertical belts of the Caucasus and other mountainous regions has significantly changed.

Gley Morphology of Soils
with Impeded Drainage in Central Scotland

by D. Laing⁺)

The scope of this paper is confined mainly to the agricultural regions of the Midland Valley of Scotland, a broad undulating lowland tract which stretches from north-east to south-west across the heart of the country. The underlying solid rocks consist of a succession of Old Red Sandstone and Carboniferous sediments gently folded and containing contemporaneous lavas and tuffs together with igneous intrusions of various ages. As a result of ice-movements which took place during the Pleistocene Period, over 13.000 years ago, the Midland Valley is now covered by glacial till or by fluvio-glacial and solifluction deposits. From these superficial deposits the main soil parent materials are derived.

Arable cultivation seldom extends above 300 m and, in some districts is restricted to much lower altitudes. Within this altitudinal range, the annual rainfall varies from 500 mm along the east coast of Angus to over 1.500 mm in Ayrshire at the western end of the Valley, while the mean average temperature ranges from 3.5°C in February to 15°C in July.

The principal soils with impeded drainage mapped by the Soil Survey of Scotland in this part of the country are shown in a table together with equivalent nomenclature used in Europe.

+) Soil Survey of Scotland, Macaulay Institute, Aberdeen.
Großbritannien

In Strathmore, towards the eastern end of the Midland Valley, there is an absence of true gley soils due mainly to the textures of the soil parent materials which result in the development of soils with imperfect rather than poor drainage. Developed on glacial till of loam to sandy clay loam texture derived mainly from Old Red Sandstone sediments, these soils are characterized by sub-angular blocky structures throughout, common ochreous mottles and fine grey coatings on ped faces. Requiring only occasional field drains, they have proved to be among the best agricultural soils in Scotland.

Further south, in the county of Fife, soils with imperfect and poor drainage are developed on till of clay loam texture derived mainly from Lower Carboniferous sediments. These soils have generally coarse angular blocky structures tending to prismatic in the poorly drained categories, many strong brown mottles and a dominance of grey coatings on ped faces. Artificial drainage is essential and because of their finer texture the soils require more careful agricultural management.

To the south-west, in the county of Stirling where the annual rainfall increases to over 1,000 mm, soils developed on till of clay loam to clay texture derived from Carboniferous sediments are generally surface-water gleys with poor drainage. The structure, which is coarse angular blocky in the upper horizon becomes massive in the lower Bg and in the Cg horizon. Strong brown mottles are rare in the Cg but grey gleying is prominent throughout.

In certain low-lying areas, more especially in parts of Ayrshire under a rainfall of over 1,100 mm, ground water

gley soils with poor and very poor drainage are formed on clay-textured parent materials derived from Carboniferous rocks.

Ground-water gleys with poor drainage occur more extensively along the estuaries of the Rivers Tay, and Forth where they are developed on low raised beach silts and clays. The main profile features are the dominantly grey colours and strong coarse prismatic structure of the Bg and Cg horizons, and the iron oxide concretions in the forms of "drain-pipes" occurring round root canals mainly in the Cg.

Under the system of classification at present in use on the Soil Survey of Scotland, imperfectly drained soils developed on Old Red Sandstone parent materials at the eastern end of the Midland Valley are Brown Forest Soils with gleying. Their gley characteristics are not sufficiently well-defined to warrant classing them as gley soils and it is suggested that, in European terms, they rank only as weak Pseudogleys, or, more correctly, transition forms between Pseudogley and Braunerde.

Further west, where the rainfall is higher and the parent materials are fine-textured tills derived from Lower Carboniferous rocks, imperfectly drained Brown Forest Soils with gleying are developed together with poorly drained non-calcareous surface-water Gleys. While the majority come within the Pseudogley category, some of the poorly drained soils are sufficiently gleyed to be classed as Mull Gleys.

In certain low-lying areas, especially in the extreme west, poorly and very poorly drained ground-water soils are well-developed Mull Gleys. The best examples of Mull Gleys are found along the estuaries of the Rivers Forth and Tay where Gleyed Warp Soils are developed on low raised beach silts and clays.

STUDY OF SOILS IN THE DRUMLIN BELT OF
NORTH-CENTRAL IRELAND

M. Walsh⁺) and F. De Coninck⁺⁺)

Introduction

The Drumlin Belt of the North-Central Ireland occupies an area of over 1 million hectares. Patches - 5 to 10 hectares - of undulating topography, locally known as "rockland", occur frequently among the drumlins. Proximity of bedrock to the surface and frequent rock outcrop clearly distinguish the "rockland" from the drumlins.

Carboniferous limestones, shales and sandstones, and Ordovician shales and sandstones form the main bedrock. These are largely mantled by glacial till which is moulded into well-formed drumlins. The petrographical composition of the till in the drumlins and in the "rockland" is essentially that of the underlying bedrock.

The climate is cool temperate oceanic - C f b of Köppen or AC'2fb₂ of Thornthwaite.

Problem

Fine-textured Haplaquepts occur on many of the till drumlins regardless of changes in parent material or slope. Soils on associated "rockland" generally have a better natural drainage and a wider variety of profile development.

⁺) An Foras Talúntais, Johnstown Castle, Wexford, Irland

⁺⁺) Geologisch Instituut, Rozier b. Gent, Staatl. Univ. Gent, Belgien

Previous work has highlighted the difficult problems of drainage and of soil management for agricultural purposes on till-drumlin Haplaquepts.

This study is an attempt to explain the genesis and soil characteristics of these poorly drained soils and to compare them with associated soils on "rockland".

Methods

Five soil profiles, three on till drumlins and two on associated "rockland" were described and sampled. The parent materials of the drumlin soils consist of till derived mainly from (a) calcareous shale (soil 1), (b) siliceous limestone (soil 2) and (c) interbedded shales and sandstones (soil 3). Soils 4 and 5 of the "rockland" are derived from parent materials (a) and (c). The "rockland" soil on parent material (b) is not included because of its similarity with soil 4.

Analytical data include: particle size distribution, C.E.C., pH, organic C, N and free Fe on the <2 mm fraction; free Fe and Al with total chemical analyses on the <2 micron fraction; x-ray analyses of the clay including Mg, and K saturation with gradual heating to 550°C and finally micromorphological examination of thin sections.

Discussion

The till drumlin soils are typic Haplaquepts with a rather similar horizonation and morphology.

Soil structure in the A horizons is very weak crumb and is massive, drying to coarse prismatic, in the B horizons.

The B horizons show a clay increase but, in the field, clay illuviation was observed only along prism faces.

Free Fe in the total soil and clay fraction increases in the B horizons.

The A horizons tend to have the lowest amount of weatherable minerals in the silt fraction. Quartz, illite, chlorite or interstratified minerals and lepidocrocite are present in the clay fraction.

The most striking micromorphological features of the A horizons are (a) unstable fecal pellets with aseptic plasmic fabric in agglomeroplasmic related distribution and (b) iron glaeboles originating from plant remains. The B horizons have Skel-vo-masepic plasmic fabric in porphyroskellic related distribution with many well-defined iron-rich and bleached areas. Plasma concentrations and separations are best preserved in the former areas whereas in the latter they are apparently in the course of disruption.

Soils 4 and 5, a lithic Haplaquept and a typic Haplorthod respectively, have textures similar to those of the associated drumlin soils but better structure development.

The mineral composition of the silt and clay fractions are generally similar to those of the associated drumlin soils. Unstable chlorites are abundant in soil 5.

Micromorphology shows clear differences with the drumlin soils. The A horizon of soil 4 has aseptic plasmic fabric with well formed, stable faecal pellets in agglomeroplasmic related distribution. The B horizon shows both weakly developed skel-vo-masepic plasmic fabric with porphyroskellic related distribution and aseptic plasmic fabric with agglomeroplasmic related distribution.

Soil 5 has agglomeroplasmic related distribution and evidence of strong biological activity throughout the profile.

Conclusions

The till drumlin and associated "rockland" soils have rather similar chemical and mineralogical but contrasting field characteristics.

The poor structure of the till drumlin soils is not due, as originally held, to the high amount of quartz in the clay fraction.

Micromorphology shows contrasting development of features such as plasmic fabric, related distribution and iron glaebules in the two groups of soils. The better developed sepic plasmic fabric is associated with the poorer drained soils.

Since slope is similar for all the soils it is thought that the differences in profile development are due to differences in internal drainage. These latter may be due partly to variations in intensity of the original packing of the till material and partly to the proximity of the bedrock to the surface in the "rockland" area.

Some Characteristics of Alluvial Soils
in the Trent Valley, England

E.M. Bridges⁺)

Previous studies of soils formed upon alluvium in Britain can be found in the Memoirs and bulletins of the Soil Survey of England and Wales. In particular, the surveys of the Cambridge district, Romney Marsh, and South West Lancashire have considerable sections upon alluvial soils. This account attempts to discuss the soils of the Trent alluvium in its geographical setting, giving attention to the role of gleying in some members of the soil association.

Alluvial soils in a landscape indicate the presence or former presence of moving water, usually a river. As the fluvial characters of a river are dependent upon the conditions within the drainage basin it is necessary to consider the development of the river system. In this manner, the origin and development of the different parent materials can be explained, as well as many of the characteristics of the soils which subsequently develop upon them. The rivers of Britain have evolved throughout the Tertiary and Pleistocene periods of geological history. Different sea or lake levels to which the rivers graded or aggraded their valleys, variable amounts of flow and the debris

⁺) University College of Swansea, Singleton Park,
Swansea SA2 8PP, England.

from melting ice sheets have all affected the accumulation of alluvia in British river basins. The presence of a wide range of geological deposits has provided many different materials for transport by the rivers. When deposited as alluvium and subsequently dissected to form river terraces, these materials have given rise to soils of contrasting characteristics.

The sorting of the parent materials by water has given these soils textural properties which reflect their mode of origin. Excluding material without any profile characteristics, the least mature soils are the anthropogenic soils of the Warplands at the mouth of the Trent. Secondly, large spreads of clayey alluvium are typical of much of the present-day flood plain. Thirdly, there are the various soils of the river terraces, which are situated above present alluvium, but can be considered still under the general heading of alluvial soils. Properties of soils in each of these locations will be examined.

Although often grouped with gley soils (ground-water gley soils) the soils of the alluvial areas have a wide range of drainage characteristics which depend upon the internal characteristics of the soil as well as the nature of the site upon which they have been developed. The profile characteristics as well as the chemical and physical composition of these soils indicate that they are distinct from soils of the surrounding interfluvial areas. They can be considered as an association of soils in a specific geographical location formed from a group of diverse parent materials which have a common origin.

INTERPRETATIONS OF MOTTLED PROFILES IN SURFICIAL ULTISOLS
AND FINE-GRAINED PENNSYLVANIAN AGE SANDSTONES IN NORTHERN
WEST VIRGINIA/USA

Walter E. Grube, Jr.), Richard M. Smith,
Rabindar N. Singh

Soil profiles believed to have developed from the Lower Mahoning Sandstone, a thick-bedded quartzwacke near the base of the Conemaugh Group of the Pennsylvanian Period, are classified on morphological properties as Dystrochrepts, Hapludults, or Fragiudults. By definition, only the Fragiudults, either Typic or Aquic, contain low chroma mottling indicative of impeded profile drainage. The Lower Mahoning Sandstone, within the range of sampling depth and lateral extent represented, is considered relatively uniform in textural, chemical, and mineralogical properties. Detailed investigations were conducted to determine whether local variations in this sandstone contributed to the development of soils representing three Great Groups. Characterization of low chroma mottles found in the Fragiudults was included.

This study involved not only the surficial soil profiles to depths approaching 100 cm, but also the properties of underlying weathered and unweathered rock to depths of 10 to 20 meters overlying the Upper Freeport coal horizon. Rotary drilling provided crushed rock columns which were sampled in depths increments of 32 cm to total depths of

+) Dept. of Agron. and Genetics, WVU, W. Virginia University, Morgantown, W. Va., USA.

9 to 18 meters at nine sites within a 65 square kilometer region in northern West Virginia. The crushed rock samples were supplemented by less intensive study of over fifty rock test cores from the same general region. Soils were sampled by morphological horizons and in 10 cm increments within certain horizons. Petrographic examination of thin sections of rock and soil was supplemented by chemical analyses for sulfur, base status, exchangeable aluminum, acidity, and total element constitution. Clay mineralogy was verified by X-ray diffraction analyses after removal of free oxides.

Where deeply buried, hence unweathered, the sandstone is consistently high in color value (>7) and low in chroma (<2). The textural particles are dominantly in the fine sand and silt sizes (0.250 to 0.002 mm) but include 10 to 20 percent clay (<0.002 mm). Mineralogy, from petrographic analyses, consists of quartz (dominant), kaolinite (as secondary books), muscovite mica, unidentifiable fines (minor), and pyrite (replacing other minerals along grain boundaries or hairline cracks).

Where Lower Mahoning Sandstone occurs immediately beneath the soil profile it differs from the deeply buried sandstone in color, differentiation of apparent bedding planes, and certain details of chemistry and mineralogy. Near the base of the weathered zone, 7 meters below the land surface, the rock is mottled predominantly with 10 YR 4 to 7 values and 4 to 8 chromas, contrasting with variable proportions of high values and low chromas of the unweathered rock. On fracture planes (if present) and some bedding planes, high chromas are evident to 20 meters, as well as prominent black or very dark brown stains and coatings.

The color contrasts and mottling of the weathering rock are similar to mottling and black coatings characterizing the diagnostic fragipan horizons of the Fragiudults. However, in the weathering rock at the seven meter depth, incidence of chroma is associated with oxidation of the ubiquitous pyrite and segregation of resulting ferric hydroxides.

No significant mottling occurs in the soil profiles of Dystrichrepts and Hapludults. Ferric hydroxides from pyrite weathering, initially, were variable in concentration corresponding with dissemination of the pyrite, but their concentration and color have become relatively uniform in these soils.

Mottling in the lower part of the fragipan of Fragiudults often reflects weathering of the parent material. In the upper part fragipan mottling is a result of soil forming processes, although typical colors may be similar to colors resulting from pyrite weathering and resultant variable staining of a low chroma rock with iron hydroxides.

On the relatively uniform Lower Mahoning Sandstone locally significant differences in grain size, exchangeable aluminum, sulfuric acid leaching in the weathering rock, and clay mineral suite contribute to the development of different soils, distinguished as indicated at the Order and the Great Group levels. Hydromorphic or pseudohydromorphic profile features in the Fragiudults are associated with genetic fragipan horizons with upper boundaries at depths of 45 to 60 cm. Low chroma mottles not inherited from rock weathering occur in the fragipans and in overlying B_{2t} horizons. Generally, the low chromas are a result of acid leaching along previously established channels provided

by ped faces. Dark brown or black stains, sometimes dendritic, occur as coatings on the walls of vesicular voids contributing significantly to total porosity of the fragipan. The dark stains whether black or brown, consist of iron oxides with little or no manganese.

Verbreitung und Eigenschaften von Pseudogleyen und Gleyen
aus Kalken der Oberkreide und deren Umlagerungsprodukten
am Stadtrand von Hannover

von

R. Lüders *)

Am östlichen Stadtrand von Hannover bilden Kalke der Oberkreide und deren Umlagerungsprodukte das Ausgangsgestein der Böden. Mit Ausnahme eines flachen Höhenzuges, des Kronsberges, ist das Gelände fast eben. Überwiegend wird es als Acker- oder als Grünland genutzt.

Die Böden sind zum großen Teil hydromorph und zeitweilig stark vernäßt. Dies ist unter den gegebenen klimatischen Bedingungen auf Staunässe und/oder Grundwassereinfluß zurückzuführen. Zur Bodenverbesserung sind deshalb unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Gezielt können sie nur dann angesetzt werden, wenn nicht nur die Ursache der Vernässung, sondern auch ihre, den Bodentypen zuzuordnende Verbreitung bekannt ist. Sie kann an Hand von Gesetzmäßigkeiten erfaßt werden, die bei einer Bodenkartierung auffindbar sind.

Das fast ebene Gelände läßt sich in drei Einheiten untergliedern. In der ersten Einheit beruht die Hydromorphie der Böden ausschließlich auf Staunässe, in der zweiten sowohl auf Staunässe als auch auf zeitweilig hohen Grundwasserständen, in der dritten ausschließlich auf dem starken Einfluß des Grundwassers.

Die erste Einheit wird ganz überwiegend als Acker genutzt. Die Ausgangsgesteine sind mergelige, nach unten zunehmend dichte Kalke, die zum Teil eine Geschiebelehmbedeckung aufweisen. Das ganz flach wellige Gelände bildet ein Mosaik von Rendzinen und Pseudogleyen sowie von

*) Niedersächs. Landesamt für Bodenforschung,
3 Hannover-Buchholz, Postfach 54, BRD.

Übergangsbildungen zu Braunerden und Parabraunerden. Die Rendzinen als tonreiche, steinarme bis steinfreie Böden nehmen die mittleren Geländehöhen ein. In den nur wenige Dezimeter tieferen Lagen sind Pseudogleye entstanden. Der entscheidende Wasserstau erfolgt bereits an der Basis der Krume durch eine Lage aus kalkfreiem Ton. Da diese Tonschicht auch bei deutlicher Geschiebelehmbedeckung die Grenze zum Mergelkalk bildet, kann sie als eine prä-saaleiszeitliche Verwitterungsbildung angesehen werden.

In den relativ höchsten Lagen dieser Einheit sind entweder Rendzinen aus reineren und härteren Kalken oder aber Böden aus Mergelkalken mit Geschiebelehmbedeckung anzutreffen. Geringmächtige Decken führen meistens zu Pseudogleyen, mächtigere Decken mit höherer Feldkapazität über der Staunässesole zu Übergangsbildungen mit Braunerde- und Parabraunerde-Charakter.

Die zweite Einheit wird zum Teil als Acker, zum Teil, insbesondere in den etwas tieferen Lagen, als Grünland genutzt. Die Ausgangsgesteine der Böden sind (wahrscheinlich kaltzeitlich) umgelagerte Kalke, häufig mit Beimengungen von Steinen und Kiesen nordischer Herkunft. Die Kalkgesteine sind locker und grundwasserführend. Die Böden stellen Übergangsbildungen zwischen Pseudogleyen und Gleyen dar. Ihr Oberboden ist stets kalkfrei und weist darunter, ähnlich wie in der ersten Einheit, eine kalkfreie, wasserstauende Tonschicht auf. Das Grundwasser ist zeitweilig gespannt. In den etwas tieferen Lagen nehmen sowohl Staunässe- als auch Grundwassereinfluß zu.

Die dritte Einheit wird ausschließlich als Grünland genutzt. Ihre Oberfläche ist völlig eben. Das Ausgangsgestein besteht aus umgelagertem kalkigem, schluff- und tonreichem Material, das zum Teil als Kalkmudde angesprochen werden kann. Es ist sehr gut wasserdurchlässig. Darüber sind geringmächtige, stark vererdete, kalkhaltige Niedermoortorfe entstanden. Die Niedermoore wechseln mit Anmoorgleyen ab. Begrenzende Faktoren für das Pflanzenwachstum sind nicht nur die hohen Grundwasserstände, sondern auch Disharmonien in der Nährstoffversorgung.

Die Eigenschaften der hydromorphen, aus Kalken und deren Umlagerungsprodukten entstandenen Böden werden diskutiert und mit Analysendaten belegt.

Genetische Verhältnisse und Klassifikation

hydrogener Böden der Tschechoslowakei

von

J. Pelisek *)

Die hydrogenen Böden der Tschechoslowakei kann man in 3 Grundkomplexe einteilen, und zwar: 1) hydrogene Böden, 2) semihydrogene Böden, 3) hydrogen- terrestrische Böden.

Hydrogene Böden entstehen hauptsächlich unter dem Einfluß des Grundwassers, das während des Jahres einen ständig oder in einem bestimmten Bereich schwankenden Wasserspiegel aufweist. Diese Böden werden in 3 Gruppen aufgeteilt: 1) Gleye oder Gleyböden, 2) Semigleye oder Semigleyböden und 3) vergleyte Alluvialböden.

Die Gleye oder Gleyböden werden unter dem Einfluß eines hoch liegenden Grundwasserspiegels (bis zur Bodenoberfläche) gebildet. Die Semigleye oder Semigleyböden entstehen unter dem Einfluß eines schwankenden Grundwasserspiegels in den Talgebieten. Die Semigleye werden nach der Tiefenlage der Obergrenze des Gleyhorizonts unter der Bodenoberfläche wie folgt eingeteilt: 1) Semigleye mit Gleyhorizont nahe der Oberfläche (30 - 50 cm), 2) Semigleye mit einem mitteltiefen Gleyhorizont unter der Oberfläche (50 - 100 cm) und Semigleye mit tiefem Gleyhorizont (100 - 150 cm). Die vergleyten Alluvialböden weisen Gleyhorizonte in einer Tiefe von mehr als 2 m unter der Bodenoberfläche auf.

Die genetische Reihe hydrogener Böden in den Auengebieten des Flachlandes der Tschechoslowakei ist folgende: 1) Subaquatische Gleye (unter Wasser), 2) Gleye, 3) Semigleye und 4) vergleyte Alluvialböden.

*) Lesnické fakulty VSZ, Brno, Zemědělské 3, ČSSR.

In den Talebenen längs der Flüsse in den Mittelgebirgen der Tschechoslowakei kommt diese genetische Reihe hydrogener Böden mit einem Übergang zu den semihydrogenen Böden vor:

1) Gleye, 2) Semigleye und 3) Gleypodsole.

Die semihydrogenen Böden entstehen unter der periodischen Wirkung des Oberflächengrundwassers (Stauwassers). Der Grundbodentyp ist der Pseudogley. Die genetische Reihe semihydrogener Böden ist folgende: 1) Pseudogley, 2) podsolierter Pseudogley, 3) vergleyter Podsol.

Die hydrogen- semiterrestrischen Böden entstehen durch zwei bodenbildende Prozesse und werden durch zwei Bodentypen vertreten. In den Niederungsgebieten kommt z. B. die Schwarzerde mit Vergleyung im tieferen Untergrund oder Brauner Waldboden mit vergleytem Untergrund vor. In den Gebirgsgebieten tritt z. B. der Humuseisenpodsol mit Vergleyung im tieferen Untergrund auf.

Note sur la Pédogénèse des Sols lessivés à Pseudogley
sur limons anciens des Basses-Vosges et de Lorraine

par F. Le Tacon, J.M. Hetier
et Ph. Duchaufour ^{x)}

Les sols sur limons anciens de Lorraine ont été jusqu'à présent classés comme sols lessivés à pseudogley. L'étude micromorphologique a permis de retrouver des phases pédogénétiques analogues à celles qui ont été décrites dans le Bassin Parisien: notamment la formation de B_t d'âge rissien et d'aspect glossique sur fond ocre; lessivage actuel ici assez discret.

Dans certains cas, la question s'est posée de savoir si les profils observés s'étaient formés à partir d'un seul matériel ou s'ils résultaient de la superposition de deux couches. En effet, l'étude granulométrique, confirmée par l'observation micromorphologique, prouve au moins pour certains profils, l'homogénéité du matériel originel.

Par contre, la morphologie du profil et les lames minces montrent une nette discontinuité au niveau du sommet du B_t. La partie supérieure de cet horizon est fortement perturbée, les argilanes anciennes sont cassées, déplacées et leurs fragments repris dans le fond matriciel. Dans la partie profonde, les revêtements sont en place, mais ils sont décolorés par un phénomène d'hydromorphie secondaire.

Il paraît probable que la partie supérieure de ces sols ait été homogénéisée par une forte cryoturbation, accompagnée ou non de solifluxions au cours de la période würmienne.

^{x)} Centre de Pédologie biologique, Vandoeuvre 54, Frankreich

Les sols lessivés hydromorphes^{x)} sur limons quaternaires
en France

par N. Fedoroff^{xx)}

Les sols lessivés hydromorphes sont communs dans la plupart des régions de la France.

Dans le Nord et le Nord-Est de notre pays, ce sont des sols lessivés glossiques hydromorphes. Le profil type se présente ainsi:

- un A₁ dans lequel, sous forêt, on peut observer un micropodzol;
- un A₂, beige clair à assemblage plasmique silasépique, pénétrant sous forme de langues gris-blanc dans le B₂tg; à sa base, on observe des concrétions noires fossilisant un assemblage de Bt;
- un B₂tg, pénétré par des langues de limon gris blanc qui se rétrécissent avec la profondeur et parsemé de taches de ce même limon, leur nombre décroît aussi avec la profondeur; du haut vers le bas, la texture des langues devient de plus en plus fine; le B₂tg, par lui-même est brun avec des imprégnations et des dépôts ferrugineux brun noir et noirs, il est parcouru par un réseau de cavités reliées par des fentes planes et déviées, tapissées de dépôts argileux jaunes; son fond matriciel est tassé;
- un B₃tg, souvent un fragipan, brun, à réseau polygonal vertical dont les mailles sont dans le prolongement des langues, elles correspondent à une zone déferri-

^{x)} Parabraunerde-Pseudogley (classification allemande)
Aqualfs et aquic udalfs (7ème approximation)

^{xx)} E.N.S.A., Lab. de Géol.-Pédol., Grignon, Frankreich

- fiée avec, dans sa partie axiale, un dépôt argileux gris, épais de quelques millimètres.

Dans le Sud-Cuest de la France, ce sont des sols hydromorphes lessivés, intergrades entre les sols lessivés glossiques et les planosols. Dans ces sols, le A_1 et le A_2 sont analogues à ceux des sols lessivés glossiques, mais le A_2 ne pénètre jamais sous forme de langues dans le B_{2tg} . On observe néanmoins dans ces sols un horizon de transition à nombreuses taches gris blanc dont l'assemblage plasmique n'est jamais silasépique, mais squel-insépique. Leur B_{2tg} est uniquement constitué d'une mosaïque de zones, les unes imprégnées d'oxydes de fer, les autres déferriées, mais conservant la majeure partie de leur plasma. Les dépôts argileux gris, épais, comme dans les lessivés glossiques, deviennent abondants à partir du B_{3tg} , mais leur distribution est irrégulière.

Dans des régions intermédiaires, comme le Sud du Bassin Parisien et les pays de la Loire, en position bien drainée (par exemple, sur une légère pente), on trouve des sols lessivés glossiques, tandis que là où le drainage est défavorable se sont développés des sols hydromorphes lessivés.

Dans tous les sols, le lessivage et l'hydromorphie sont les processus prépondérants.

La faunapédoturbation est faible dans les B. La gravipédoturbation y existe toujours; en effet, du limon lavé s'infiltré dans les pores grossiers des B.

Le fond matriciel des B est toujours compacté.

L'auto-brassage n'apparaît que dans les sols hydromorphes lessivés.

L'altération des minéraux argileux est réduite. On observe au plus une ouverture des minéraux illitiques qui peut aboutir à la formation de chlorites alumineuses qui peuvent à leur tour se dégrader en donnant de l'alumine amorphe.

L'hydromorphie dans ces sols peut, soit atteindre le même développement que le lessivage, c'est le cas des sols lessivés glossiques, soit le précéder, c'est le cas des sols

hydromorphes lessivés. Dans le premier cas, la déferrification, c'est à dire la réduction des oxydes ferriques et la mise en solution du fer sous forme de composés organo-ferreux, se fait en même temps que la mise en suspension des argiles. Dans le second cas, la déferrification précède la mise en suspension des argiles. L'hydromorphie est le facteur essentiel de différenciation de ces sols lessivés évolués.

L'évolution actuelle de ces sols ne peut être comprise en totalité que si l'on reconstitue leur histoire, en particulier les conditions de dépôts des limons. Dans le Nord et le Nord-Est de la France, les limons qui forment le matériau originel de ces sols se sont déposés en un milieu relativement bien drainé, mais leur tassement est immédiatement postérieur au dépôt. Dans le Sud-Ouest, les limons se sont déposés dans un milieu mal drainé, l'hydromorphie est donc primaire dans ces sols.

Sur la Génèse de Sols limoneux hydromorphes en France

par J.C. Begon et M. Jamagne x)

Introduction

Les formations limoneuses couvrent de grandes superficies dans les deux grands bassins sédimentaires français: le bassin de Paris et le bassin d'Aquitaine.

On peut observer au sein de ces dépôts de nombreux types de sols présentant des caractères d'hydromorphie marqués. Il nous est apparu que, malgré des origines, des évolutions génétiques et des contextes paysagiques sensiblement différents, on aboutissait, à un stade d'évolution donné de ces matériaux, à une convergence de faciès due précisément à ces conditions d'hydromorphie.

L'étude détaillée de la genèse et de la répartition des sols dans les deux grandes régions étudiées nous a permis de préciser les principales voies évolutives conduisant à cette convergence de faciès, sur la base de la morphologie des profils et de leur caractérisation analytique et micromorphologique.

Genèse des sols et origine de l'hydromorphie

La couverture limoneuse du bassin parisien, d'origine essentiellement éolienne, recouvre un ensemble de plateaux faiblement ondulés, à drainage externe lent.

Les limons du piémont pyrénéen résultent d'un tri et d'une altération après dépôt de matériaux arrachés aux pyrénées: formations de molasse et alluvions des grandes vallées.

Limons loessiques du bassin parisien

On peut y reconnaître les différents stades de la séquence chronologique évolutive sur limons épais: altération - illuviation - dégradation de l'horizon argillique avec appa-

x) CNRA, Route de Saint Cyr, Versailles, Frankreich

rition de conditions d'hydromorphie de plus en plus accentuées, liées à la formation d'un horizon compact du type fragipan. La nappe est perchée sur cet horizon de profondeur et l'hydromorphie apparaît donc comme typiquement secondaire et consécutive à l'évolution générale du sol.

Cette évolution poussée s'observe essentiellement sur des limons relativement anciens, de la base du "cycle récent". Le facteur temps, c'est à dire la durée d'évolution pédogénétique, apparaît donc ici comme prépondérant.

De tels sols sont du type "sol lessivé glossique à pseudogley". Dans des positions de légère dépression, où les phénomènes d'engorgement sont particulièrement importants, ces "glossisols" peuvent faire place progressivement à des "sols fortement lessivés hydromorphes" très proches des "planosols". Ce dernier type de sol peut également s'observer lorsqu'une couverture peu épaisse de limon repose sur un substrat imperméable, les conditions d'hydromorphie intervenant dès lors beaucoup plus tôt dans l'évolution pédogénétique.

Limons du Piémont pyrénéen

La séquence chronologique est encore la même, mais ici l'altération est nettement plus importante et l'hydromorphie est apparue beaucoup plus tôt dans l'évolution pédogénétique. L'étude de la répartition des sols sur des surfaces morphologiques d'âges différents - nappes de piémont ou terrasses alluviales - montre que le stade d'évolution pédologique du matériau n'est que secondairement lié au facteur temps. Cette répartition est - ou a été - en relation avec un certain nombre de "contextes paysagiques" où divers processus d'hydromorphie ont pu jouer avec une intensité et une durée variables, à des stades plus ou moins précoces de l'évolution. Dans les vallées alluviales les battements saisonniers de la nappe phréatique - hydromorphie primaire - ont pris un rôle essentiel dès les premiers stades. L'hydromorphie secondaire est liée ici à la fois à l'apparition de l'horizon illuvial et à une augmentation de la compacité du matériau en voie d'altération.

- Dans le cas de terrasses en pentes ou de limons particulièrement épais, la nappe phréatique

n'a joué qu'un rôle transitoire ou localisé à la base du profil. L'hydromorphie secondaire a tenu le rôle principal; les sols sont surtout des "sols lessivés glossiques à pseudogley".

- Dans le cas général les sols ont tous été des "amphigleys". La formation précoce d'un horizon concrétionné (ou "grepp") dans la partie supérieure du profil a ensuite considérablement aggravé ici les effets de l'hydromorphie secondaire. Le sol est ici un "planosol" typique.

Sur les molasses, l'hydromorphie secondaire s'est ajoutée aux effets d'une nappe perchée sur un substrat imperméable. Le sol est du type lessivé glossique "à tendance planosolique".

Conclusion

L'ensemble des observations effectuées permet de mettre en évidence:

- d'une part le rôle prépondérant du facteur temps dans l'évolution d'une couverture limoneuse épaisse de plateau, où l'hydromorphie est pratiquement toujours secondaire, c'est à dire la conséquence de processus d'illuviation marqués.
- d'autre part le rôle précoce, primaire, que peut jouer l'hydromorphie quand sont réunies des conditions particulières de paysage ou de matériaux.

L'effet de cette hydromorphie primaire va toujours dans le sens d'une accélération des processus d'évolution.

Les sols lessivés à pseudogley des terrasses de Tîrnava Mare.

par C.Orleanu, C.Papadopol, M.Cicotti, F.Popescu,
e. Dulvara et F. Vasilescu x)

L'étude présente les conditions naturelles de pédogenèse des sols lessivés à pseudogley, des terrasses de Tîrnava Mare du Plateau de Transylvanie (Tma = 7-9°C; Fma = 600-700 mm; végétation = forêt de *Quercus petraea* à clairière à *Nardus stricta*; relief = terrasse à alt. de 500-600 m; roche mère = argiles levantines avec graviers en base).

Les résultats des analyses (granulométrie, pH en eau et KCl, d'humus et composition d'humus, cations échangeables, oxydes libres, analyse totale du sol et de l'argile, rayons X, analyse thermique différentielle) d'un profil typique de ces sols, sont présentés en tableaux et diagrammes.

Les interprétations des analyses (20 profils) et la classification de ces sols dans les principaux systèmes de classification, ont été faits d'après le matériau original, le relief, le drainage naturel, la teneur en argile, sable et microsquelette (2-0,002 mm), de l'acidité et le degré de saturation en bases, de l'épaisseur, la couleur, la structure et la limite entre l'horizon éluvial et l'horizon illuvial, du type d'illuviation, de l'intensité du processus de pseudogleyification, et de l'état de fertilité.

Les données présentées montrent, que les sols lessivés à pseudogley des terrasses de Tîrnava Mare peuvent être encadrés dans les "planosols". Ces sols sont fortement lessivés. L'horizon éluvial d'approx. 40 cm, présente une

x) Institut Géologique, Sos. Kiseleff 2,
Bukarest, Roumânien

couleur claire à fréquentes concentrations ferrimanganésifères, une saturation en bases de 20-30 %, une forte acidité (pH en eau < 5, parfois même < 4), une teneur en argile < 20 % et une structure fortement lamellaire. L'horizon illuvial a une épaisseur de 60-80 cm, et une couleur fortement tachetée; les concentrations et les nodules ferrimanganésifères sont fréquents et grands (\emptyset 8-10 mm); la teneur en argile est de 50-60 % et la structure est polyédrique angulaire. La limite entre l'horizon éluvial et l'horizon illuvial est nette, tant du point de vue coloristique que textuel. Le type d'illuviation d'argile est celui d'une forte accumulation sur une petite profondeur. Le processus de pseudogleyification est présent de la surface et est exprimé par la présence des concentrations et nodules ferrimanganésifères.

La fertilité naturelle de ces sols est extrêmement basse à cause de l'argilosité élevée de l'horizon illuvial et du matériau originel, et du relief plat, qui permet la stagnation de l'eau.

COMPARATIVE STUDY ON PLANOSOLS
WITH SPECIAL REGARD TO THE ROMANIAN ONES

Ana Conea, C. Oancea, Angela Popovaț,
Camelia Rapaport and Irina Vintila^{+))}

Although the planosols have been described and recognized as a distinct taxonomic unit in U.S.A. more than 30 years ago, they have been only in recent years introduced in some European soil classifications. Because of the presence of a bleached eluvial horizon and of their hydro-morphic characteristics they have been commonly included either in the Bruns Lessivés and Lessivé soils or in Pseudogley. It is to be noticed a similar situation as regards planosol classification in Romania.

It has been agreed that the distinctive features of planosols are the abrupt boundary and the high textural differentiation between the A and the B horizons. The flat relief, the presence of impervious clayey subsurface horizons, as well as the alternance of wet and dry seasons determining the development of a temporary wetness in the upper part of the soil profile, are essential in their formation. In Romania, such conditions are to be found in regions where the mean annual rainfall ranges between 550 and 700 mm, and the mean annual temperature between

+))

Institute for Soil Science, Bd. Mărăști 61,
Bukarest, Rumänien.

8 and 10.5°C. In the more humid areas of the country the development of planosols is not possible since dry seasons are missing, while in the drier ones the limiting condition for their occurrence is the lack of flat relief covered with clayey head deposits.

In spite of the seasonal wetness of the upper part of the soil profile, the planosols are characteristic rather for a drier than for a humid climate. They are widespread especially in the piedmont platforms.

A comparative study as concerns the morphological, physical and chemical characteristics of planosols leads to the following:

- The clay content of planosols from different countries ranges from 5 to 30 % in A horizon and from 30 to 65 % in the B horizon. Increases in clay content of 2 up to 8 times are to be noticed. In the Romanian planosols the clay content is not less than 15 %, frequently between 20 and 30 %, and sometimes even higher. The clay content in the upper part of the B horizon usually reaches 60 to 65 %, occasionally exceeding 65 %. Generally, the differences in clay content between the A and B horizons are from 2 to 3 times.

- The base saturation degree is highly various, both Dystric and Eutric Planosols being recognized. In Romania, planosols exhibit a base saturation degree of about 65, frequently 70 %, in the upper part of the B horizon; in the A horizon it ranges between 20 and 65 % (the cultivated soils are more saturated). Therefore, Dystric planosols are not yet known.

- Cation exchange capacities of 35-50 m.e. and even higher for similar clay content prove differences in clay mineral composition of the B horizon of the Romanian planosols.
- The A horizon (A1 + A2) of the Romanian planosols is no more than 40 cm thick; the textural change between the A and B horizons takes place within a vertical distance of less than 10 cm.
- The high clay content in the B horizon seems to result both from translocation and from formation "in situ". The clay coatings on ped faces are not distinct. Clayey parent materials are characteristic for most of these soils.

In Romania, there are planosols with the upper part of the B horizon distinctly mottled. From the reclamation point of view they require either the total removal of temporary excessive moisture by drainage, or its partial storage in soil for the benefit of crops in the drier season, which, under these circumstances, is shorter. There are also planosols with no mottling because of the shortness of the wet period. They have either black vertic B horizon at a shallow depth (15-25 cm), or reddish B horizon, sometimes slightly mottled. Besides the control of temporary excessive moisture these soils rise the problem of crop supply with water during summer dry periods. Since the possibility of increasing the water storing capacity of these soils by reclamation measures is difficult, irrigation seems to be the most suitable method for improving their productivity.

PLANOSOLS OF PORTUGAL

J. Carvalho Cardoso and M. Teixeira Bessa⁺)

Planosols are soils with a bleached A2 horizon overlying a heavy argillic B horizon, showing features associated with wetness; the transitions between those two horizons is abrupt; in the A2, at least in its lower part, there is an accumulation of free iron, frequently in form of concretions.

The detailed soil survey of the country, which covers more than 4,000,000 hectares, has shown that Planosols occur in comparatively small areas of flat or slightly concave topography in the plains of the Pliocene or post-Pliocene deposits of Southern Portugal.

They are formed on clayey sandstones or conglomerates or claystones, under mediterranean climate. Due to the poor internal drainage and the presence of a perched water table during the wet season, natural vegetation is limited to herbaceous plants, mostly gramineous. In contrast to adjacent areas, trees do not grow on these soils.

Planosols have: a brown, sandy loam A1 horizon, 20-30 cm thick; a whitish brown or light yellowish brown sandy loam A2 horizon, 10-20 cm thick, with many iron concretions, at least in its lower part; and a yellowish brown clay B2 or B2g horizon, 20-60 cm thick, sometimes with grayish or bluish mottling, with coarse prismatic or massive structure.

+) Av. Duque D'Avila 32-2^o, Lisboa, Portugal, S.R.O.A.

Analytical data of selected profiles indicate that organic matter of the A1 is about 1 %, decreasing rapidly with depth; exchange capacity reaches the highest value in the B2 horizon and the lowest in the A2; Ca is the dominant cation, but Mg follows it rather closely, particularly in the B horizon, where it may represent about 40 % of the T value; Na increases slightly with depth; degree of saturation is rather high, above 75 %, and increases with depth, where pH is around 6.0; bulk weight is higher in the A2 horizon; permeability is very slow or nil in the B2; stability of microstructure is high; field capacity is medium to high.

Mineralogical studies of the sand fraction has shown that the light fraction is mostly made up of quartz and the heavy fraction, which amounts to 5-7 % of the total, has opaque minerals, and also tourmaline, zircon, sphene and staurolite; and indicate that there is no lithological discontinuity along the profile.

Clay fraction contains mostly montmorillonoids, illite and kaolinite.

Micromorphological studies reveal that the A2 horizon has an isobanded fabric; around the voids there are yellowish halos made up of iron brought up by ascending capillary water; iron concretions of different sizes are common; in the B2 there are clay cutans mainly around the coarser mineral grains and on the walls of pores, being rare on the faces of peds.

The clayey B2 horizon was formed mostly by formation of colloidal material "in situ", but accumulation of clay by argilluviation has also contributed to it. During the wet season the upper layers are saturated with water and

a perched water table is formed over the B2 horizon, inducing reduction and solubilization of iron. During the dry season the water evaporates or drains along preferential drainage-ways. Ferrous iron concentrates then, mostly around small roots and precipitates as ferric oxides, forming ferruginous mottles and concretions, mainly in the lower part of the A2. In a few cases solodization-like processes seem to contribute to the formation of Planosols.

This kind of pedogenesis is also evident in all argiluviated soils of Southern Portugal whenever drainage is imperfect. As a matter of fact, A2 horizons are never present in those soils well drained, but immediately appear when drainage conditions turn poorer. Thus the presence of an A2 horizon is a typical characteristic of all intergrades Argiluviated soils - Planosols in Southern Portugal.

Pseudogleyvorkommen in Waldgebieten Ostthraziens

von

A. Irmak und D. Kantarci *)

1. In den Waldungen von Bythinien und insbesondere von Thrazien und auch anderen Waldgebieten der Türkei sind Pseudogleye festgestellt worden. Von diesen wurden die Vorkommen im Belgrader Wald (bei Istanbul) und im Cilingöser Wald (an der Ostthrazischen Küste) näher untersucht.

Beide Waldgebiete liegen auf der alten "Thrazischen Festebene", die ein wellig hügeliges Relief aufweist.

2. Das maritime Klima dieser Landschaften ist nach Thorntwaite ein Übergang zwischen einem humiden, mesothermalen Klima mit Niederschlägen in allen Jahreszeiten und einem semihumiden, mesothermalen Klima mit Sommertrockenheit. Die jährliche Temperaturschwankung beträgt 17.2°C.

Im Verbreitungsgebiet der Pseudogleye bestehen die Ausgangsmaterialien, besonders im nordöstlichen, dem Schwarzen Meere zu geneigten Gebiet, vorwiegend aus neogenem Sand-Lehm-Ton-Wechsellagerungen. Außerdem treten eozäne Kalke und kristalline Gesteine wie Gneis, Glimmerschiefer, Quarzit sowie paläozoische Staubsandschiefer auf.

Pseudogleye bilden sich vorwiegend aus den neogenen Sedimenten, aber auch aus paläozoischen Staubsandschiefern. Die Böden, aus Kalkgestein, Gneis, Glimmerschiefer und Quarzit sind dagegen gut durchlässig.

4. In den meisten Fällen wurden die primären Pseudogleye auf tonreichem Substrat angetroffen. Böden mit einer undurchlässigen, tonigen Unterlage verursachen Wasserstau, so daß auch sandige und lehmige Böden je nach ihrer Unterlage pseudovergleyt sein können.

5. Entsprechend dem winterfeuchten und sommertrockenen Klima sind die Pseudogleye ausgeprägt wechselfeucht.

*) İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü
Büyükdere - İstanbul, Türkiye

P L A N O S O L S

by R. Dudal⁺)

The study of soils with strongly expressed textural differentiation revealed that textural profiles cannot always be ascribed to argilluviation only.

In 1938, the term "Planosol" was coined in the United States in order to separate these so-called "claypan soils". The name Planosol is connotative of level relief and restricted surface drainage which prevail in the areas where these soils are found.

On the basis of the strongly leached surface horizon overlying a layer of clay or cemented material at varying depth below the surface, a number of these soils have been considered to be "podzolic". Recent studies have shown however that Planosols are the result of a specific genetic process related to seasonal surface waterlogging. They deserve therefore to be separated at a high level of classification.

The factors which favour the formation of Planosols are those which induce poor external and internal drainage during some period of the year. As a result, they are generally found in level topography, on heavy textured or compacted materials and under climatic conditions which cause surface wetting alternating with drought. These conditions may be met in a wide range of environments.

⁺) FAC - AGL, ROM, Italien

Under different names, Planosols have been identified in mediterranean climates (e.g. Portugal), under cool temperate conditions (e.g. central France), in warm temperate regions (e.g. Bulgaria, Romania and Transcarpathian USSR) under strongly continental climates (e.g. W. Siberia), in grassland regions (e.g. Argentina, the United States, N.E. China and the maritime region of E. U.S.S.R.), in certain tropical areas (e.g. N.E. Thailand, Burma and E. Pakistan), in arid areas where surface wetting is caused by seasonal flooding (e.g. in the Chad basin). It should be noted that although overall climatic conditions in these regions are different, they all have a common soil climate characterized by an alternation of strong wetting and drying. In many instances, lithological discontinuities have been invoked to explain textural differentiation within soils. Although stratification may speed up the formation of "Planosols", the binary nature of parent materials is not an essential prerequisite for their development.

Planosols are known under a great many different names throughout the world. Through a study of literature and a great amount of field observations, it has been attempted to correlate these soils and to promote the adoption of a unified nomenclature for international use.

L'hydromorphie dans les régions tropicales à climat
Soudanien en Afrique Occidentale.

par B. Kaloga x)

Dans les régions tropicales à climat soudanien de l'Afrique Occidentale, les caractéristiques climatiques, géomorphologiques et pédologiques favorisent le développement de l'hydromorphie dans les sols.

L'intensité et l'expression morphologique de cette hydromorphie sont variables:

A. - Au Mali la nappe fluctue aussi bien dans les sols des dépressions que dans ceux des glacis quaternaires.

1. Sur les glacis quaternaires l'hydromorphie se traduit d'une part par un éclaircissement puis un blanchiment plus ou moins accentué de la couleur du sol, d'autre part par une ségrégation du fer sous forme de taches, nodules et même carapace et cuirasse: le sol morphoclimatique est le sol ferrugineux tropical lessivé à pseudogley de profondeur à taches et concrétions, et parfois carapace ou cuirasse.
2. Dans les dépressions et plaines alluviales, les sols sont soumis à un double engorgement par une nappe d'inondation en surface et par une nappe fluctuante en profondeur. Le premier est très temporaire, le second est plus persistant. L'expression morphologique de l'hydromorphie est d'une part le développement d'un pseudogley typique, d'autre part une structuration variable selon la texture des matériaux, l'intensité et la durée de l'engorgement:
 - a) engorgement persistant: sols à pseudogley modaux à structure grossière ou large de type prismatique ou cubique;

x) C.R.S.T.C.A., Dakar, Senegal

b) engorgement intense et temporaire:

- texture argileuse: sols à pseudogley structurés, structure petite de type polyédrique;
- texture légère, limoneuse à limono-argileuse ou sableuse à sablo-argileuse: sols à pseudogley modaux à structure massive, à cohésion d'ensemble forte;

c) engorgement faible et temporaire: sols à pseudogley à structure large ou massive, cohésion d'ensemble forte quelque soit la texture des matériaux constitutifs du sol.

On constate ainsi que la différenciation des sols à structure grossière, large ou massive, nécessite un amortissement de l'intensité des alternances de gonflement (à l'humectation) et de retrait. Par contre, l'engorgement d'inondation engendre, dans les matériaux argileux, une structure polyédrique petite à grossière, parfois grumeleuse, lorsque la nappe de profondeur ne fluctue pas trop près de la surface du sol.

B. - En Haute-Volta et au Sénégal Oriental (feuille de Dala-fi), dans les plaines d'inondation, la différenciation des sols hydromorphes à pseudogley est la même qu'au Mali. Par contre, sur les glacis quaternaires, la nappe fluctue rarement dans les sols; l'hydromorphie est alors essentiellement due à un engorgement sans action de nappe, à moins que ses manifestations morphologiques ne soient d'origine ancienne:

1. Lorsque les cuirasses anciennes ont été déblayées par l'érosion, les altérites kaolinitiques qui leur étaient sous jacentes peuvent avoir été plus ou moins épargnées. Elles constituent alors la base des sols ferrugineux tropicaux rémaniés et peuvent même affleurer, ou presque (recouvrement d'épaisseur faible). Elles ont souvent un faciès de pseudogley typique (matériau bigarré): grandes taches rouille ou rouges dominantes, anastomosées sur un fond rose pâle, blanc, gris clair plus ou moins blanchâtre.
2. Sur les matériaux d'apports récents argileux (kaolinite avec proportion variable de minéraux 2/1); dans les plaines

à pentes très faibles ou dans les bas de pentes, il se développent des sols à pseudogley de profondeur à taches et à structure petite (polyédrique petite à grossière ou prismatique très petite à fine) très bien développée.

3. Dans les sols du complexe d'altération montmorillonitique, seuls les sols à faciès de solonetz fréquemment un horizon à pseudogley. Dans les sols bruns eutrophes et dans les vertisols, l'expression de l'engorgement est le plus souvent d'ordre structural.

HYDROMORPHIE ET FORMATION DE PLINTHITE
DANS LES SOLS DES PLAINES HERBEUSES DE COLOMBIE

A. van Wambeke⁺)

A. Situation

La plupart des sols hydromorphes des plaines herbeuses qui s'étendent à l'Est de la Cordillère des Andes en Colombie présentent à une profondeur de 1 à 2 mètres des horizons fortement tachetés et gleyifiés. Ces horizons sont les plus caractéristiques dans les vastes régions à pente quasi nulle, où l'inondation périodique annuelle alterne avec une période de sécheresse de plusieurs mois. On estime que la superficie occupée par ces sols en Colombie dépasse largement les deux millions d'hectares (UNDP/FAO et al. 1964). On les trouve entre 2° et 7° de latitude N, à moins de 500 m. d'altitude.

Les sols hydromorphes des plaines Colombiennes s'observent sous climat tropical à saison sèche bien définie. Selon Koeppen-Geiger (1954) le climat appartient à la classe Aw. La région bénéficie en moyenne de 1600 à 2000 mm de pluies, tandis que le nombre de mois à précipitation inférieure à 50 mm varie de 1 à 4.

⁺) Geologisch Instituut, Rozier 44, Gent, Belgien.

La végétation rencontrée sur ces sols est principalement herbeuse; sa composition botanique est essentiellement définie par la profondeur moyenne des eaux d'inondations: la savane à *Leptocoryphium lanatum* domine aux endroits qui sont inondés annuellement sous moins de 10 cm d'eau, tandis que la Savane à *Mesosetum* s'établit sous des lames d'eau qui peuvent atteindre 40 cm. Il subsiste dans ces plaines quelques rares îlots à végétation arborée dense de faible hauteur, sans que des différences dans la constitution des sols ou du relief puissent expliquer le changement dans le couvert végétal.

B. Propriétés Essentielles des sols hydromorphes

Les matériaux dans lesquels se sont développés les profils proviennent de l'altération des roches sédimentaires qui forment la Cordillère des Andes. Il s'agit essentiellement de roches riches en quartz et argiles diverses. Ces produits d'altération ont été repris par les cours d'eau et transportés vers la plaine. Certains avancent l'hypothèse que le vent ait en partie repris les sédiments; en effet, les distributions granulométriques des terres évoquent un triage intense des particules.

La séquence d'horizons dans tous les profils est très régulière: la couche humifère de 30 cm d'épaisseur environ repose sur un horizon A₂ gris, sans taches de rouille. Il passe graduellement, vers 80 cm de profondeur, à un horizon devenant plus argileux (de 15 % dans l'A₂ à 30 % environ) dans lequel la proportion de taches rouges augmente avec la profondeur; vers 150 cm ils occupent 50 % du matériau et présentent des couleurs 10 R 4/6 à 4/8 qui contrastent nettement avec la teinte de fond grise (10YR6/1).

Certaines taches rouges sont dures et ne peuvent que difficilement être brisées entre les doigts. L'ensemble de l'horizon tacheté est ferme. Le sol peut aisément être travaillé à la pelle. On n'a pas constaté dans des profils fraîchement creusés des phénomènes d'induration irréversible qui affectent l'entièreté de l'horizon; le durcissement se limite aux concentrations d'oxydes de fer qui se présentent isolément et dont les dimensions ne dépassent que rarement 2 cm. Les propriétés analytiques et morphologiques seront données dans le texte définitif.

C. Les Niveaux Indures

La plaine inondable où se situent les profils décrits ci-dessus a localement été disséquée par des cours d'eau; ceux-ci ont creusé leur lit à une dizaine de mètres en dessous du niveau moyen de la plaine et ont provoqué aux abords immédiats des chenaux un abaissement permanent de la nappe phréatique. A ces endroits, l'horizon tacheté est complètement induré et se présente sous forme d'une cuirasse. Elle peut apparaître à la surface du sol après l'enlèvement des couches sus-jacentes par l'érosion.

La position des horizons à accumulation d'oxydes de fer non indurée dans le paysage s'avère être commandée par le niveau de la nappe phréatique. Cette accumulation de nappe se transforme en cuirasse lors de l'abaissement du niveau d'eau et la dissection du paysage par un réseau hydrographique. Les cuirasses se présentent d'abord en couronne à la limite des replats disséqués; ils gagnent de l'extension à l'intérieur du plateau au fur et à mesure que le niveau d'eau s'approfondit.

D. Interpretation

Les relations pédogénétiques ont été vérifiées lors la prospection de plus de 13 millions d'hectares dans les "Llanos" de Colombie. Sans vouloir exclure d'autres modes de formation, la position des sols à cuirasse dans ces plaines herbeuses semble confirmer que les accumulations ferrugineuses sont avant tout le résultat de l'action de nappes dans des paysages à relief plat, à évacuation des eaux difficile. L'induration ne se produit que lors de l'abaissement du niveau d'eau. Il en résulte que ces enrichissements en fer peuvent se produire dans des dépôts de composition très variée; d'autre part, ils ne sont pas exclusivement liés à des types de profils bien définis, d'horizons pédologiques, ou des modes d'altération spécifiques.

E. Conclusions

En ce qui concerne les aspects taxonomiques, il apparaît que les conditions hydriques favorables à la formation de la plinthite, et celles qui causent son induration sont très différentes. Les horizons indurés sont le produit d'un cycle pédogénétique posthume et ne sont donc que des relictés. Les niveaux non-indurés appartiennent au cycle d'évolution actuel. On comprend ainsi la nécessité d'utiliser les critères "plinthite non indurée" et "cuirasses indurées" à des niveaux hiérarchiques différents. Ils traduisent en effet des conditions écologiques diamétralement opposées.

D'un point de vue utilisation des sols, on doit considérer que la plinthite est le résultat de processus de formation de longue durée; les pratiques culturales agricoles mis à part le drainage artificiel, ne peuvent avoir que peu d'effet sur son déroulement. D'autre part, peu d'exemples sont connus où la simple élimination du couvert végétal entraîne une induration irréversible d'un horizon.

Du fait que les sols à plinthite sont géographiquement groupés dans certaines régions à caractères propres, une classification qui veut respecter ou se rapprocher de cette association naturelle, doit définir et utiliser ses critères de telle manière que les sols à plinthite se regroupent le plus possible dans une seule classe de niveau hiérarchique élevé.

Pseudovergleyung in Ferrallitischen Böden aus metamorphen

Gesteinen

von

H. Fölster *)

Stauwasservergleyung ist ein wichtiger und fast überall wirksamer Teilprozess der Pedogenese ferrallitischer Böden auf tonreicheren Substraten. Das durch sie hervorgerufene Erscheinungsbild weicht gerade dort von den aus gemäßigten Gebieten vertrauten Formen ab, wo bereits das Ausgangsmaterial der Bodenbildung gefleckt ist. Dies trifft auf die Saprolithe metamorpher Gesteine zu, in denen sich das freigesetzte Eisen auch bei fehlendem Grundwassereinfluß, d.h. unter gleichmäßig feuchten (aber ungesättigten) Verhältnissen, wegen der unregelmäßigen Verteilung der ferromagnesischen Minerale zu Flecken anordnet. Wie sich eine unterschiedlich starke Stauwasservergleyung auf die pedogene Veränderung dieses primären Fleckengerüstes auswirkt, ist Gegenstand dieses Berichtes, der sich auf morphogenetische Untersuchungen zahlreicher Hydro-Topo-Sequenzen der wechselfeuchten Tropen Afrikas stützt.

Zunächst werden die Grundprozesse ferrallitischer Bodenbildung und Profilgliederung aufgezeigt:

- a) Homogenisierung des Saprolithgefüges im Einwirkungsbereich von Wurzeln und Termiten.
- b) Lokale (mechanische und lösungschemische) Umverteilung des Eisens mit gleichzeitiger Verkleinerung und Zurundung der Primärflecken zu pseudokonkretionären Körpern.
- c) Vertikale Umverteilung des Eisens, zunächst aus dem homogenisierten Horizont in den Saprolith. Dadurch entsteht ein Horizont (Diffusionshorizont) reduzierter Kontraste, in den hinein sich mit zunehmendem Alter der Prozess b vorschiebt.
- d) Laterale Umverteilung des Eisens mit dem im Solum fließenden Hangwasser, aus der eine hangabwärts zunehmende Eisenakkumulation folgt.

*) Institut für Bodenkunde und Waldernährung, 34 Göttingen, Büsungenweg 2, BRD.

In gleichaltrigen Böden wirkt sich eine steigende Stauwasservernäsung zunächst in einer erheblichen Vertiefung des D-Horizontes und damit des Gesamtsolums aus. Der Eisenumsatz wird beschleunigt, wobei einmal der Goethit als Kristallform des wiederausgeschiedenen Eisenoxids einseitig bevorzugt wird, und zum anderen durch die intensivierte Umverteilung (Prozess b und c) die primären Kontraste im D-Horizont immer mehr verschwinden. Stattdessen bildet sich eine kontrastarme hydromorphe Feinfleckung aus. Gleichgerichtet wechselt die ursprünglich homogene Färbung der Pedisedimentaflagen und des Ho-Horizontes von rotbraun nach graubraun und wird feinfleckig, so daß in diesem Zustand die Unterscheidung von Ho- und D-Horizont nur noch auf mikromorphologischem Wege möglich ist.

Diese Hydro-Sequenz stellt sich am einfachsten als Funktion der Hangneigung dar, während in Hangsequenzen die Überlagerung durch lateral akkumuliertes Eisen in verstärktem Maße hinzutritt, und am Unterhang die Pseudogleye stets in stau- und grundwasserbeeinflusste Böden und schließlich in echte Gleye übergehen. Sepsolith-Textur sowie Textur und Schichtungsverhältnisse der Pedisedimente - beides kleinräumig wechselnde Größen - beeinflussen nicht nur die Intensität der Vernäsung, sondern vor allem auch die Tiefenlage der Zone längster Sättigung. Die Klimaabhängigkeit wird kompliziert durch die zu geringeren Niederschlägen und kürzeren Regenzeiten hin abnehmende Verwitterungstiefe. Ausgehend von ferrallitischen Böden des Übergangswaldes (1200-1500mm) verstärkt sich in Savannenböden die Neigung zu einer oberflächennahen Stauwasservergleyung mit starker episodischer Sättigungsfluktuation, während zu höheren Niederschlägen hin die Stauwasservernäsung gleichmäßiger wird und tiefer reicht. Die Ursachen des Wasserstaus werden anhand von Porenverteilungsdiagrammen diskutiert.

A COMPARISON OF ACTIVE AND ANTECEDENT
PSEUDOGLEY FEATURES

D.H. Yaalon⁺)

Nazaz (= pseudogley)⁺⁺) soils are found in the Mediterranean coastal plain of Israel on the lower footslope of the Hamra catena (Dan, Yaalon and Koyumdjisky, Geoderma 2, 1968/69). The soils are found on dune sand material which becomes enriched with fine eolian sediment. Coastal ridges with such catenary soils of different Quaternary age are found at various distance from the present sea shore. On some of them, subsequent erosion resulted in the reversal of the topography and the preservation of the nazaz soils on summits of small hillocks, thus interrupting and changing the normal seasonal moisture regime and waterlogging which led to the formation of the pseudogley features.

A macro- and micromorphologic comparison of active and antecedent Nazaz soils indicates that there is no essential difference between the two. The typical mottling and other macromorphological features seem to undergo little change, and our micromorphological study indicates good preservation of all main characteristics.

The examination of some buried Nazaz horizons also shows good preservation of the main features upon burial.

The study indicates that in a Mediterranean climate pseudogley features are well preserved in Nazaz soils also under conditions of a changed moisture regime.

+) Department of Geology, Hebrew University, Jerusalem/Israel

++) Mostly Albaqualfs according to the U.S.D.A. classification, or Eutric Planosols according to the F.A.C. classification.

Morphological Changes of Soils

by Paddy Rice Cultivation

by Michizo Otowa^{†)}

Problem and Method

In considering the classification of paddy soils, it is necessary to clarify the effect of paddy rice cultivation on the morphology of soils. In the classification schemes hitherto proposed this problem has remained unclarified.

The author examined paddy soils in Japan derived from various soils including Fluvisols, Gleysols, Andosols, Acrisols, Histosols and Lithosols. The results obtained are as follows.

Facts

1. Fluvisols

Surface gleying caused by submerging in summer is most evident in these soils. Pseudogley-like aspect is characteristic in subsoils.

2. Gleysols

Permeability influenced by the position of ground water, texture and etc. brings about various morphological changes.

^{†)} Hokkaido National Agricultural Experiment Station,
Hitsujigaoka, Sapporo, Japan

In some cases, we can hardly recognize morphological changes. But, generally, in the upper part of solum, bluish colours disappear owing to artificial drainage, and predominate grayish colours. Precipitated iron oxides impart brownish appearance.

In coarse-textured soils with low ground water table, illuviation of iron and manganese is significant. In extreme cases, profiles similar to gleyic podzols are formed. These soils are called "degraded paddy field" in Japan.

3. Andosols

In dark coloured surface horizons of Andosols, changes due to submerging are not distinguishable, moreover, gleying in subsoils seldom occurs. But in paddy fields under rice cultivation which extends over a long time, well-developed horizons of iron and manganese can be detected by chemical analysis.

4. Acrisols

4.1 Helvic Acrisols

These soils have a stronger tendency to surface gleying than Andosols, but less than Fluvisols. Subsoils are characterized rather by precipitations of iron and manganese than gleying.

4.2 Gleyic Acrisols

In solum, bluish tint becomes stronger, but other significant changes are not seen. Due to low permeability, illuviations of iron and manganese are slow.

5. Histosols

In these soils paddy rice cultivation is carried out only after top-dressing with mineral soil materials. Although organic layers become thicker year by year, in buried organic layers few changes are detectable.

6. Lithosols

As the vertical movement of irrigation water is impeded by the presence of bed rock, only surface gleying is observed.

Conclusions

Contrary to our anticipations, morphological changes of soils by paddy rice cultivation are slight. Therefore, it may be said that most paddy soils are considered to be land-use phases of original soils. But for soils having iron-manganese illuvial horizons developed beyond the certain limits, we need to consider "anthraquic" or "hydragric" subgroups.

Hydromorphic Soil Characteristics
in Connexion with Soil Drainage

by C. van Wallenburg⁺)

Problem

Most marine and fluviatile medium and fine textured soils in the Netherlands are hydromorphic soils. In the Dutch soil classification system they are defined and subdivided on the basis of certain characteristics associated with wetness (see paper of De Bakker). However, an important part of these soils are artificially drained. Therefore, within these hydromorphic soils, phases are distinguished in order to indicate actual soil drainage. These phases are defined with help of both the mean highest and the mean lowest groundwater level (MHW, MLW resp.) and are grouped in seven water-table classes.

The problem is to detect certain hydromorphic features other than the characteristics used in the classification system which are necessary to recognize a water-table class in the field.

Method

At many places in the country data are available of the depth of the groundwater and its fluctuation during the seasons. From these data the MHW and the MLW were calculated.

⁺) Netherlands Soil Survey Institute,
Lawickse Allee 136, Wageningen, Niederlande.

MHW varied between 20 and 100 cm and MLW between 80 and 250 cm below surface. At the same sites very detailed profile descriptions were made. Special attention has been paid to different gley phenomena in the "hydromorphic horizons".

Results

From the comparison between hydromorphological data (soil descriptions) and hydrological data (MHW and MLW) it appeared that it is not possible to use the same criteria in all soils studied.

The following difficulties have been encountered:

a) Many soils, especially in the marine district, have horizons which are never saturated with water or only during short periods, yet they do have the classical gley phenomena: brown mottles in a grey matrix. These mottles appeared during the ripening process. After reclamation of foreland and lake-bottom soils, the blue reduced mud changed into a grey, mottled soils and the heterogeneous aeration (into cracks and root channels) caused an irregular precipitation of the oxidized iron compounds.

b) Soils in fluviatile sediments tend to have redder hues than soils in marine parent material. As a consequence in the same water-table class mottles and matrix colours are unlike in different parent materials.

However, in general it can be inferred that:

- distinct to prominent brown mottles together with bluish grey mottles are always found between MHW and MLW,
- brown mottles with sharp boundaries usually occur in that part of the Cg-horizon, that is saturated with water for long periods,
- the upper side of a horizon with a combination of grey to bluish grey mottles and brown mottles with sharp boundaries often coincides with the MHW,
- sometimes a typical change of the matrix colour gives indications for MHW,
- the position of the G gives in many cases indications about MLW.

There are, however, many deviations from these inferences. Therefore it is impossible to give consistent criteria for all these alluvial soils. It has been proved that an experienced soil surveyor can make a reasonably good estimation of the MHW and MLW with help of both profile and landscape features.

Conclusions

1. In the Netherlands actual soil drainage is mapped with the help of 7 water-table classes.
2. These classes are defined by both depth and fluctuation of the groundwater.
3. The depth of the mean highest and mean lowest water-table can be estimated from specific detailed hydro-morphic characteristics, but these are not consistent over a large area.
4. Only a soil surveyor trained in recognizing different landscapes is able to identify and to map water-table classes in the field, even when soil characteristics are obscure.

Hydromorphic Soils in the System of Soil
Classification for the Netherlands.

by H. de Bakker⁺)

Problem

Due to the soil forming factors topography and climate many soils of the Netherlands have groundwater tables at a shallow depth. According to the Soil Map of the Netherlands, scale 1:200.000, only 20 % of the area is classified high (high soils: soils which are developed without influence of groundwater). Man has strongly influenced natural soil drainage; many marshy waste lands have been converted into well drained cultivated soils, e.g. drainage and reclamation of coastal marshes, heath fields and cut-over high moor lands. As a consequence a part of the hydromorphic characteristics of many soils is not in equilibrium with the actual depth of the fluctuating groundwater.

In our oldest surveys drainage classes were not mapped separately, but either were correlated with the physiographic mapping units (levee soils, well drained; basin soils, poorly drained), or qualitatively described as high, medium high or low. In the new system certain characteristics of the soil as such are chosen as diagnostic criteria to make classes for hydromorphic

⁺) Netherlands Soil Survey Institute,
Lawickse Allee 136, Wageningen, Niederlande.

and nonhydromorphic soils; these hydromorphic features are often related to former drainage conditions. Therefore it was necessary to draft a separate system to classify the actual hydrological situation acting as a kind of phase within the system of soil classification. Seven so-called water-table classes are distinguished, defined both on depth below surface and fluctuation of the water-table. The difficulties in recognizing these classes in the field and the kind of special hydromorphic characteristics used to identify the classes are discussed in this congress by Van Wallenburg, whereas the classification of the hydromorphic soils in the Dutch system of soil classification is the topic of this paper.

Method

A new system of soil classification (published in 1966) has been used since 1964. It was drafted mainly to use as a basis for the legend for the Soil Map of the Netherlands, scale 1:50.000. Compared with earlier work there are some important changes: the background which was chiefly physiographic is changed into a mainly pedogenetic one; the differentiating criteria are no longer based on external conditions, neither on geogenetic nor on soil forming factors; and classes are not described by their central concepts but by definitions of their boundaries. Based on earlier experience, hundreds of morphological descriptions and samples of many soils provided the ideas and data for the construction of the new system. Several criteria and combinations of criteria to be used for the separation of hydromorphic and nonhydromorphic soils were tested on many places in the field, i.e. checked against the physiographic units of the old legends.

Results

In sandy soils the absence of iron coatings on the sand grains and in clayey soils a combination of mottles and matrix colours are used as hydromorphic characteristics. Furthermore the occurrence of certain layers and horizons are used as diagnostic criteria, namely: a G-horizon (Gr), a non-ripened subsoil, a peaty topsoil, a thin peatlayer buried at shallow depth and peat in the subsoil. All these criteria are defined (thickness, o.m.-content, depth, colour, etc.).

According to absence or presence of these characteristics the four orders of mineral soils in the Dutch system (podzolic soils-Podzolböden, brick soils-Parabraunerden, earthsoils-A-C-Böden and vague soils-(A)-C-böden) are subdivided in hydromorphic soils. The organic soils (peat soils-Moorböden) are subdivided on basis of ripening of the peat (soft, watery, reduced peat opposed to rather firm, drained and oxydised peat). An analogous distinction was made within the vague soils in order to separate the soft, watery reduced foreland soils versus the firm, drained oxidised embanked soils of the polders.

The occurrence of thin peat layers and non-ripened subsoils were used to create intergrades on a lower level in the categorical system.

Conclusions

1. Different from other systems (Aubert, Ehwald, Kubiena, Mückenhausen and Nemecek) the hydromorphism is not used on the highest level, but on the next-highest level in the Dutch system.

2. In the soils of the Netherlands recent hydrological conditions may differ considerably from conditions during soil formation.
 - a) As a consequence in the classification system characteristics are chosen which correlate more with fossil than with recent circumstances.
 - b) Actual drainage is mapped in seven classes as a kind of phase with the aid of different characteristics which are not easily definable (see paper of Van Wallenburg).

Zur Stellung der Gleye und Pseudogleye in verschiedenen
Klassifizierungssystemen

von

Diedrich Schroeder *)

Basierend auf früheren Arbeiten (SCHROEDER 1966, 1967, 1969, 1970), in denen vorgeschlagen wurde, alle Böden, deren Morphe vorherrschend durch Grund- und Stauwasser-bedingte Prozesse und Merkmale geprägt wird, als h y d r o m o r p h e Böden in einer Kategorie eines m o r p h o g e n e t i s c h definierten Klassifizierungssystems einzuordnen, wird die Stellung der Gleye und Pseudogleye in verschiedenen Klassifizierungssystemen kritisch beleuchtet.

Es werden Argumente angeführt, die gegen die Aufteilung der hydromorphen Böden - speziell der Gleye und Pseudogleye - auf verschiedene Abteilungen, Ordnungen und Klassen (z. B. bei KUBIENA 1953; 7th Approximation 1960, 1967; MÜCKENHAUSEN 1962; de BAKKER und SCHÉLLING 1966; FITZPATRICK 1967; MUIR 1969) und für die Zusammenfassung dieser Böden in einer Kategorie des Klassifizierungssystems (z. B. bei AVERY 1956, VOLOBUYEV 1964, DUCHOUFOUR 1965; GRACANIN 1969, SCHROEDER 1969, 1970) sprechen.

Als entscheidendes zusammenfassendes Kriterium wird herausgestellt, daß in Gleyen und Pseudogleyen unter dem Einfluß von Grund- und Stauwasser im Prinzip gleiche Redox- und Diffusions p r o z e s s e ablaufen. Die Differenzierung dieser Prozesse nach Intensität, Dauer und Richtung in Grundwasser- und Stauwasserböden bedingt unterschiedliche Merkmale, die zur Trennung der Gleye und Pseudogleye i n n e r h a l b der Gruppe der hydromorphen Böden führen.

*) Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität, 23 Kiel, Olshausenstr. 40-60, BRD.

Im Zusammenhang mit den Gleyen wird die Sonderstellung der Marschen ("marine Gleye") diskutiert. Obwohl die Marschen wie die Gleye Grundwasserbildungen sind, erfordern spezielle Prozesse der Sulfat- und Carbonatmetabolik, die in sulfat- und carbonathaltigen marinen Sedimenten und Böden ablaufen, ihre Abtrennung von den Gleyen und Pseudogleyen.

ENERGY RELATIONSHIPS OF WATER IN HYDROMORPHIC SOILS

AS INFLUENCED BY FREE IRON

F. Zrubec and M. Kutilek⁺)

The influence of free (non siliceous) forms of iron in hydromorphic soils upon the soil water was judged by indirect methods analyzing the adsorption isotherms of water vapor and soil moisture retention curves of the original soil samples and of the soil samples after removing the free iron, respectively.

Free iron forms influence the soil specific surface according to their degree of crystallization, the amorphous forms having extremely high values of the specific surface. The adsorption energy of a monomolecular layer of water is increased due to the presence of free iron while in further molecular layers the structural arrangement of water molecules is disturbed by free iron. The wetting angle is increased due to the presence of free iron and the crystalline forms increase its value more distinctly. The capillary condensation of water vapor is therefore reduced by the presence of free iron and its crystalline forms induce the reduction to a higher extent than the amorphous forms. Wilting point (15 bars moisture) is influenced similarly, samples with free iron have lower values of WP than the samples after removal of free iron. The moisture retention curves show lower retention of water due to the presence of free iron because of the above mentioned facts and owing to the restricted swelling of clays.

⁺) Research Institute of Soil Science, Bratislava, and Technical University, Dept. of Irrigation and Drainage, Karlovo nám. 3, Prag 2, CSSR.

Der Einfluß von Wassersättigung und Wasserdruckgradient
auf den Transport von Feinmaterial im Bodenprofil

von

*) H. H. Becher und K. H. Hartge **)

In Lößmaterial kommen Parabraunerden und Pseudogleye sowie Übergänge zwischen ihnen oft auf kürzeste Entfernung nebeneinander vor. Von Felduntersuchungen anderer Autoren her ist bekannt, daß dabei die B_t -Horizonte in der Regel in größerer Entfernung vom Grundwasser- bzw. in hydrologisch höher liegenden Positionen auftreten. In den benachbarten, tiefer liegenden Positionen kommen sie dagegen nicht vor, so daß diese dann als Pseudogleye angesprochen werden.

Man darf wohl davon ausgehen, daß auf so engräumigen Flächen von wenigen a bzw. ha gleich viel Niederschläge fallen. Weiterhin darf man annehmen, daß der weitaus überwiegende Anteil, der die Bodenoberfläche trifft, - vor allem unter natürlicher Vegetation - am Aufschlagsort versickert, denn Kolluvien über den Pseudogleyen neben den Parabraunerden sind nicht die Regel.

Wenn man diese zwei Sachverhalte zugrunde legt, dann ist die Gesamtperkolation durch die höher gelegenen Parabraunerden etwa gleich der durch die tiefer gelegenen Pseudogleye.

Eine Erklärung für die unterschiedliche Durchschlammung bei gleicher Perkolation ergibt sich aus der Betrachtung der Wasserhaushalte und der von diesen verursachten Unterschiede in der Art der Infiltration: Während in den Parabraunerden eine vollständige Füllung des Porenvolumens mit Wasser praktisch nie vorkommt, tritt sie bei den Pseudogleyen regelmäßig auf. Vom Füllungsgrad des Porenvolumens ist aber die Wasserleitfähigkeit stark abhängig. Wenn die - wie anfangs begründet - gleichen Wasservolumina abtransportiert werden, dann ist

*) Institut für Bodenkunde, 8050 Freising, Weißenstephan, BRD.

**) Institut für Bodenkunde der TU Hannover,
3000 Hannover-Herrenhausen, Herrenhäuser Str. 2, BRD.

dazu wegen der verringerten Wasserleitfähigkeit in Parabraunerden ein entsprechend vergrößertes Druckgefälle notwendig. Damit steigt gleichzeitig die Fließgeschwindigkeit in den wassergefüllten Poren und somit auch die Transportkraft des Wassers. Dieser Sachverhalt muß sich sowohl auf gelöste als auch auf dispergierte Teilchen gleichermaßen auswirken.

Also ist die B_t -Horizontbildung zu einem erheblichen Teil eine Folge der Unterschiede in der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers. Diese Schlußfolgerung wird durch die Ergebnisse von Modellversuchen an künstlichen Ton-Sandgemischen sowie an gestörten Proben aus natürlichen Löß- und Sandböden gestützt.

Ermittlung der Tiefensickerung aus Pseudogleyen

von
P. Benecke *)

Am Beispiel einer in fast ebener Lage befindlichen Pseudogley-Lockerbraunerde des Buntsandstein-Mittelgebirges (Solling) werden Möglichkeiten einer kontinuierlichen Ermittlung der die Bodenzone senkrecht nach unten verlassenden Wassermenge diskutiert. In die zugehörigen Kalkulationen gehen in dichter Zeitfolge (2-3tägig) registrierte Saugspannungsmessungen ein, die mittels Tensiometern in 5 verschiedenen Bodentiefen durchgeführt werden. Zusätzlich stehen Ergebnisse aus Neutronensonde-Messungen und Tritiumversuchen zur Verfügung. Aufgrund einer großen Anzahl von Wiederholungsmessungen ist eine fehlerkritische Prüfung der Ergebnisse möglich. Die vorliegenden Daten erlauben unter den gegebenen, für Pseudogleye typischen Bedingungen die Aufstellung von Wasserhaushaltsbilanzen für beliebige Zeiträume. Hierbei stellt die Ermittlung der Sicker- bzw. Verdunstungsmenge das Hauptproblem dar. Je nach den herrschenden Bedingungen kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung. Beispielsweise können die oberhalb und unterhalb einer Ebene ohne Wasserbewegung ($\text{grad } \beta = 0$) eintretenden Wassergehaltsänderungen der Verdunstung bzw. der Versickerung zugeordnet werden. Voraussetzung ist, daß die unterirdische "Wasserscheide" unterhalb der Wurzelzone liegt.

So betrug z. B. innerhalb einer 54stündigen Periode Anfang September 1969 die Sickermenge 0,53 mm, während für die Verdunstung 11,63 mm verbraucht wurden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Durchlässigkeit als Funktion der Saugspannung zu ermitteln und unter Verwendung der Darcygleichung die Flußraten zu errechnen und über die Zeit zu integrieren.

*) Institut für Bodenkunde und Waldernährung, 3400 Göttingen-Weende, Büsgenweg 2, BRD.

Die Durchlässigkeit k nimmt im niedrigen Saugspannungsbereich ($-60 < \psi < 0$; ψ in cm WS) etwa um 2 Zehnerpotenzen ab. Zwischen der Lössdeckschicht und der liegenden Fließerde (Staukörper) bestehen für alle Saugspannungswerte innerhalb dieses Bereiches Durchlässigkeitsunterschiede von $1\frac{1}{2}$ Zehnerpotenzen. Für die Lösschicht gilt angenähert folgende Beziehung:

$$k = 16e^{-\psi/13} \text{ cm/Tag, } (-60 < \psi < -5).$$

Schließlich wird von der Möglichkeit Gebrauch gemacht - die sich übrigens auch zur zahlenmäßigen Kennzeichnung des durchschnittlichen Vernässungsgrades von Pseudogleyen anbietet - Gleichgewichts- oder Quasigleichgewichtszustände bei bestimmten Flußraten durch ein assoziiertes Saugspannungsgefälle zu charakterisieren. Letztere wurden für verschiedene Flußraten sowohl gemessen als auch mit Hilfe der aus der Darcy-Gleichung abgeleiteten Beziehung

$$z = \int_{\psi_1}^{\psi_2} \frac{d\psi}{\frac{-v}{k} - 1} \quad \begin{array}{l} z = \text{Höhe über Bezugsniveau} \\ v = \text{Filtergeschwindigkeit} \end{array}$$

errechnet. Ein Ergebnisvergleich zeigt gute Übereinstimmung. In dem im Vergleich zum Staukörper sehr viel durchlässigeren Löss unterschreiten die Werte des hydraulischen Gradienten die Fehlergrenze der Messungen.

PHYSICAL THEORY OF DEPTH OF GLEYSATION

P.Kowalik⁺)

Gley soils are in the lower parts of their profiles moist, sticky and gray, green or blue coloured. In soil chemistry usually a soil is called gleyed when: (redox pot./30) + pH 20, according to SERDOBOLSKI (cit. in (5)). Simultaneously, the concentration of free gaseous oxygen in soil air and soil water is near zero (2,6,8). For calculating L = depth of the beginning of gleysation diffusion coefficient of O₂ in atmosphere and soil air, the O₂-concentration in atmosphere and soil air, the respiration coefficient, the air filled pore space, and soil temperature are taken in account for using first FICK's law and conservation equation and assuming steady-state conditions. If diffusion coefficient of O₂ in soil air and the respiration coefficient are constant, L is simply calculated using a relationship according to ROMELL (7). For nonhomogenous soil profiles being often the case, the changing exchange relations for O₂ are taken in account for resulting in a quite complicated solving equation. The calculation is carried out for a homogenous profile showing that L depends on soil structure, compaction, and water content influencing the air filled pore space. Moreover, respiration coefficient depends on organic matter content, amount and type of microorganisms and soil temperature. The depth L of the beginning of gleysation, resp. the necessary

⁺) Technical University, Gdańsk, Polen.

groundwater table can be read from a graphic at known respiration and O_2 -diffusion coefficient for well and poorly structured soils. For preventing minimizing or eliminating gleysation there are two possibilities:

- 1) Increasing the O_2 -concentration in soil air by producing and keeping a deep well structured soil profile and drainage;
- 2) Decreasing the respiration coefficient; for high organic matter content and soil temperature increase the respiration coefficient and therefore decrease the O_2 -concentration in soil air.

Characteristics of the Regime
of Runoff on Pseudogley

by M. Vlahinić and H. Resulović⁺)

Abstracts

In agriculture we are interested in what happens to the water that falls on the arable land by precipitation; what quantity of the rainfall runs off unused, and what quantity is absorbed by the soil, remains in it and is used later for evapotranspiration. It is specially interesting when a type of soil, characteristic for certain areas as the pseudogley is, is in question. Pseudogley usually has slow water permeability in the plow layer and is almost impermeable to water in the subsoil layer.

This problem of the runoff was investigated on the experimental lots near Tuzla/North Bosnia, Yugoslavia. The investigation lasted for two hydrological years and was performed on the pseudogley with the basin surface of 21.7 ha by the measuring of the runoff.

On the experimental lot the water was previously drained partly by open channels and partly by subdrainage (tile, mole and cross drainage). The measuring of the runoff was done at the lowest point of the basin surface every day, by the waterlevel stick and by the Cipolletti's weir built into the main. The runoff was expressed in mm and l/sec/ha and the precipitations, registered on the rainfall recorder, in mm.

⁺) Poljoprivedni Fac., Zagrebacka 18,
Sarajevo, Jugoslawien.

The results of the two years' measuring show that the annual runoff coefficient is about 0.4, but that it changes during the year. It is biggest in the winter months January and February when soil is saturated by water or frozen, so that the complete rainfall runs of 1.0; in March, November and December it is about 0.5-0.7, and 0.1-0.3 in April, May, June and July. In August September and October there is no runoff (0.0), in this period precipitations are completely used for the regeneration of the water reserves of soil.

This proves that the coefficient of runoff, and by that the efficiency of the precipitations on the pseudogley in the area of investigation, must be treated differently during the year.

Characteristics of the Moisture Regime in Pseudogley

Determined by the Gamma-Meter

by H. Resulović, M. Vlahinić and DŽ.Bisić-Hajro⁺)

Abstracts

The investigations of moisture regime in the plain pseudogley were performed in the territory of the North Bosnia/Tuzla, Yugoslavia. We wanted to determine the conditions of moistening of pseudogley in natural conditions/meadow/, i.e., the influence of its own moistening only. We got the data about the relationship among the phases of the moisture regime.

For measuring in these investigations we used the gamma-meter/M-30 M/ with the radioactive Co 60/ the strength of the gamma-spring being $0.5 \times 10^3 \mu Ci$.

The control of the dynamic change of the moisture regime in the chosen areas of pseudogley was done in 4 repetitions. The measurements were taken every 10 days during the period of 16 months at the following depths:

0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm and 75-100 cm.

The results showed that the quantity of moisture oscillated in every layer of the soil in the following intervals:

⁺) Poljoprivredni fac., Zagrebačka 18,
Sarajevo, Jugoslawien.

0-25 cm: 23.54-45.59 vol.%	with the amplitude of variation of	22.05 %
25-50 cm: 35.01-66.57 vol.%	with the amplitude of variation of	31.56 %
50-75 cm: 34.89-64.28 vol.%	with the amplitude of variation of	29.39 %
75-100cm: 36.19-61.45 vol.%	with the amplitude of variation of	25.26 %

The greatest oscillations were in the depth from 25 to 75 cm. The moisture at the depth of 75-100 cm was very high even in the summer period as the result of the high rainfall (132.1 mm in July 1970).

These investigations showed the following relations among the wet, moist and dry phase, expressed in percentage of investigation time:

Depth in cm	Wet phase (% of investigation time)	Moist phase	Dry phase
0 - 25	17.00	83.00	0
25 - 50	70.59	29.41	0
50 - 75	58.82	41.18	0
75 - 100	47.06	52.49	0

As shown above, the longest wet phase occurred in the layer from 25 to 50 cm. During almost 3/4 of the period of examination the soil was saturated by water. On the other hand, the wet phase was the shortest in the surface layer.

The following conclusions can be drawn from these examinations:

- in the natural conditions pseudogley in the examined area is exposed to the very intense moistening;
- the greatest moistening was noticed in the layer from 25-50 cm;
- the same layer (25-50 cm) had the longest wet phase, it lasted for more than 75 % of the period of examination;
- the dry phase did not appear at all and that means that the basic problem of the drainage of pseudogley in this area is the removal of the surplus water.

Über den Wasseraufstieg aus dem Grundwasser in

den Wurzelraum

von R. Sunkel *)

Die Wasserversorgung der Kulturpflanzen ist unter mitteleuropäischem Klima auf leichten Böden nicht gesichert. In Niederungslandschaften hat das zusätzliche Wasserangebot aus dem Grundwasser entscheidende Bedeutung. Durchwurzelungstiefe und kapillarer Wasseraufstieg bestimmen den Grundwassereinfluß auf den Pflanzenertrag.

Aufstiegsgeschwindigkeit und damit auch transportierte Wassermenge sind abhängig vom Abstand zum Grundwasser. Diese Werte werden deshalb in verschiedenen Tiefen von 8 Grundwasserböden aus sandigem Ausgangsmaterial, die in verschiedenen Teilen des Münsterlandes (Nordwestdeutschland) liegen, mittels einer Apparatur von Czeratzki in sechs Wiederholungen in situ ermittelt. Unter Vakuum stehende 50-ml-Saugbecher werden dabei von oben auf den freigelegten Boden gesetzt und die je Zeiteinheit aufgenommenen Wassermengen mittels Büretten gemessen.

Neben dem kapillaren Wasseraufstieg werden im Gelände Wassergehalt und pF, im Labor pH, C, N, pF/WG-Kurven und Korngrößenverteilung ermittelt.

Bei den Böden handelt es sich ausnahmslos um pleistozäne Tal- und Terrassensande der Ems (0,2 - 4,2% Ton; 0,5 - 3,3% Schluff; nur 1 Boden 7,4% Schluff), die sich vorwiegend in der Zusammensetzung der Sandfraktion voneinander unterscheiden (10 - 90% Feinsand in der Sandfraktion).

*) Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz,
Essen, Wallneyer Straße 6, BRD.

Die durch die Apparatur von Czeratzki aufgenommene Wassermenge ist im Meßbereich der an der Kontaktstelle zwischen Saugbecher und Boden bestehenden Druckdifferenz proportional. Sie ist - bezogen auf die Ansprüche der Pflanzen - auch in vom Grundwasser nicht beeinflussten Schichten der Böden beträchtlich ($0,1 - 5 \text{ l/m}^2$. Tag bei einer Differenz von 100 cm WS) und nimmt nach einem anfänglich stärkeren Abfall über längere Zeit (gemessen bis zu 8 Stunden) nur noch wenig ab.

Bei Annäherung an den Grundwasserbereich in 10-cm-Schritten steigt die aufgenommene Wassermenge sprunghaft auf das etwa 100-fache an, bleibt über die Meßzeit konstant und zeigt damit an, daß nun ein kapillarer Wasseraufstieg vom Grundwasser her erfolgt. Dabei ist der Abstand vom Grundwasserspiegel bei den einzelnen Böden unterschiedlich und korreliert eng mit dem Mittel- und Grobsandgehalt des Bodens ($r = 0,80$; $0,01 < P < 0,05$) und vor allem mit dem Feinsandanteil der Sandfraktion ($r = 0,95$; $0,001 < P < 0,01$).

Bei bis zu 50 % Feinsand in der Sandfraktion beträgt die Aufstiegshöhe 25 - 35 cm, nimmt dann linear zu und erreicht bei 90 % Feinsand 70 cm. Der Boden mit diesem hohen Feinsandanteil hat gleichzeitig den mit Abstand höchsten Schluffgehalt, so daß die relativ große Aufstiegshöhe dadurch mit verursacht sein kann.

In dem durch die Möglichkeit des kapillaren Wasseraufstiegs abgegrenzten Einflußbereich des Grundwassers ist bei diesen reinen Sandböden die Beziehung zwischen Abstand vom Grundwasserspiegel und der Wasserspannung (in cm WS) sehr eng und streng linear ($r = 0,990$; $P < 0,001$), aber der Regressionskoeffizient ist wider Erwarten $\neq 1$ ($b = 0,92$), d. h. die Wasserspannung nimmt langsamer zu als dem Abstand von der Grundwasseroberfläche entspricht.

Weitere Ergebnisse werden im Vortrag mitgeteilt.

Für die Beurteilung des Grundwassereinflusses auf den Pflanzen-
ertrag bei Sandböden ergibt sich auf Grund der bisher mitgeteilten
Ergebnisse die Notwendigkeit, in erster Linie die Körnung der
Sande zu berücksichtigen. Infolge der engen Beziehung zwischen dem
Abstand vom Grundwasserspiegel und der Wasserspannung zeichnet
sich die Möglichkeit ab, die kapillare Aufstiegshöhe während einer
Trockenperiode mit Hilfe von Tensiometermessungen zu ermitteln.

Langjährige Ermittlung des Bodenfeuchteverlaufs eines Gleys mit
abgesenktem Grundwasser; Vergleich zwischen Wassergehaltsmeß-
werten und den aus meteorologischen Daten errechneten Werten

von

V. Troll und B. Wohlrab *)

Über 9 Jahre wurde unter Zuckerrüben und in verschiedenen Tiefen der Bodenfeuchtegehalt im Sommerhalbjahr gravimetrisch ermittelt. Nach meteorologischen Daten, die gleichzeitig erhoben wurden, werden nach folgender Gleichung theoretische Bodenfeuchtwerte errechnet:

$$B_i = B_{i-1} + N_i - V_i \quad (2 \leq i \leq 214)$$

B_i ≡ Bodenfeuchte am Tage i beginnend am 1. 3.

N_i ≡ Niederschlag am Tage i " am 2. 3.

V_i ≡ Verdunstung am Tage i " am 2. 3.

Es wurde festgestellt, daß am 1. III. der Boden maximal mit pflanzenverfügbarem Wasser gefüllt ist (d.h. nutzbare Kapazität = 100%). Über den Zeitraum vom 2. III. bis zum 30. IX. wird sukzessiv bilanziert, wobei der gegebene Boden 125 mm n.K. hat.

Also max. (B_i) = n.K. = 125 mm
und min. (B_i) = n.K. = 0

Es wird hierbei nur das pflanzenverfügbare Wasser berücksichtigt.

Eine besondere Schwierigkeit dieser Methode liegt in der Ermittlung relevanter Verdunstungswerte. Man kann einerseits von der potentiellen Evapotranspiration ausgehen. Sie bedeutet, daß zur gegebenen Zeit

*) Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
4300 Essen, Wallneyerstr. 6, BRD.

an einem bestimmten Ort mit einer deckenden Vegetation der Verdunstungsanspruch der Atmosphäre erfüllt wird. Die tatsächlich gemessenen Bodenfeuchtwerte aber geben mehr eine Vorstellung, wie sich die aktuelle Evapotranspiration zusammen mit den Niederschlägen auswirkt.

Der Verdunstungsanspruch der Atmosphäre wurde nach den Methoden HAUDE und THORNTHWAITE bestimmt, wobei THORNTHWAITE nur die Tagesmitteltemperatur, HAUDE hingegen auch die Luftfeuchtemeßwerte berücksichtigt. Beide Methoden werden gegenübergestellt. Die eigentliche Frage nach der Beziehung zwischen berechneter und aktueller Bodenfeuchte wird diskutiert.

Mit Hilfe der meteorologischen Daten wird nicht versucht eine Bilanz zu erstellen, sondern vielmehr geprüft, ob der aktuelle Bodenfeuchteverlauf im Sommerhalbjahr in einer linearisierbaren Beziehung zum theoretischen Bodenfeuchteverlauf steht.

Für die beiden erwähnten Methoden der Verdunstungsberechnung aus meteorologischen Daten ergeben sich bei verschiedenen Bodentiefen folgende Korrelationskoeffizienten zwischen dem aktuellen und dem theoretischen Bodenfeuchteverlauf:

Bodentiefe cm	Verdunstungsberechnung nach	
	HAUDE	THORNTHWAITE
0 - 30	+ 0,71	+ 0,61
30 - 60	+ 0,69	+ 0,58
60 - 90	+ 0,54	+ 0,52

Diese Korrelationskoeffizienten zeigen, daß das Verfahren der Verdunstungsberechnung nach HAUDE (unter Verwendung relativer Luftfeuchtemeßwerte) den Zusammenhang zwischen aktueller und berechneter Bodenfeuchte besser beschreibt. Zweifellos ist diese aufgewiesene Relation durch den systematischen Unterschied zwischen aktueller und potentieller Evapotranspiration verfälscht. Für die großräumige statistische Erfassung der Verdunstung läßt es sich aber bei bestimmten Fragestellungen nicht vermeiden die Verdunstung in dieser Form zu berechnen.

FACTORS INFLUENCING THE WATER REGIMES OF
GLEIYED CLAYEY SOILS IN COOL-TEMPERATE REGIONS

by A.T.Thomasson

Under temperate climates, slowly permeable clayey soils are subject to waterlogging owing to the excess of rainfall over potential transpiration during the winter half of the year. The degree of waterlogging is a result of interactions between climate, semi-permanent soil properties, land use and ameliorative treatments. In the absence of severe freezing or intense desiccation, faunal and root activity together with moderate shrinking and swelling resulting from plant abstraction of water, are the chief processes influencing structural development and permeability. Their effect on water regime is best studied in soils with impermeable, or slowly permeable, horizons within the profile, which are not subject to surface flooding from major streams, do not occur on depressed sites receiving run-off from the immediate environs, do not have a permeable substratum saturated with ground-water and hence are waterlogged primarily as a result of slow disposal of precipitation.

The factors influencing soil water regimes under these conditions are examined by comparative studies of three soil groups under differing land use and level of amelioration. The chief techniques are continuous observations of water levels in auger holes at some 60 sites

+) Soil Survey of England and Wales, Shardow Hall,
Derby, England.

in lowland Britain during the period 1963 - 1969, supplemented by measurements of tension, permeability, pore-space and water content and analytical data.

Four main sources of variation can be identified:

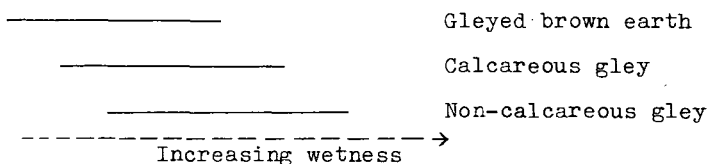
- 1) Climatic factors
 - a) between sites in different climatic zones,
 - b) between weather in different years,
- 2) Soil factors - between pedologically different soils (within the limits previously defined),
- 3) Land use factors
 - a) between systems of land use,
 - b) between individual crops,
- 4) Amelioration factors - tile drainage, mole drainage, subsoiling.

In order to compare the duration of waterlogging in widely separated soils and in different years, it is necessary to suppress differences resulting from long term and seasonal climate. This was done by expressing results in relation to effective rainfall (R_e), defined as actual rainfall from July to July, during the period of soil water observations, minus mean summer potential transpiration (E_T). A wetness index (I_w) was derived from

$$I_w = \frac{R_e}{D}$$

Where D is the number of clays with waterlogging within 30 cm depth (D_1) or 60 cm depth (D_2).

The results show that three pedological soil groups overlap in approximately the form



Land use factors - forest, grass or arable crops are important in all groups, particularly the Gleyed brown earths and Non-calcareous gleys. Amelioration can cause substantial changes in water regime in Gleyed brown earths and Calcareous gleys. This demonstrates the effectiveness of conventional tile drainage and cheaper techniques such as mole-drainage and subsoiling in these soils. In Non-calcareous gleys amelioration measures can be less effective, and often influence the water regime less than changes in land use. A combination of tile drainage with selected secondary treatments (mole drainage and/or subsoiling) according to soil and weather conditions, together with a planned cropping programme may be essential to effect a real improvement in the water regime of these soils.

Über den Wasser- und Lufthaushalt von stau- und
grundwasserbeeinflußten Zweischicht-Bodenprofilen

von

M. Renger, O. Strebel, W. Giesel und S. Lorch *)

Ziel der Untersuchungen war, die Unterschiede im Wasser- und Luft-
haushalt zwischen stau- und grundwasserbeeinflußten Zweischicht-
Bodenprofilen in Abhängigkeit von Mächtigkeit der oberen Schicht
und Art des Untergrundes zu erfassen. Deshalb wurden an folgenden
Löß-Bodenprofilen der Wasser- und Lufthaushalt über mehrere Jahre
untersucht:

1. Pseudogley aus Löß (Fließerde) über dichtem
sandigem Lehm (Fließerde)
2. Pseudogley-Gley aus Löß über sandigem Kies
(Mittelterrasse)
3. Schwarzerde-Gley aus Schwemmlöß
4. Parabraunerde mit Vergleyung im sehr tiefen
Untergrund aus Löß über kiesigem Sand (Niederterrasse)
5. Parabraunerde aus Löß über tonigem Lehm (Grundmoräne)
und Kies (Mittelterrasse)
6. Parabraunerde aus Löß.

Im Gelände wurden kontinuierliche Wasserspannungs- und Wassergehalts-
messungen in verschiedenen Tiefen sowie Stau- und Grundwasserstands-
messungen durchgeführt. Außerdem erfolgten im Laboratorium Messungen
der Porengrößenverteilung und Wasserdurchlässigkeit im gesättigten
und ungesättigten Zustand.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Unterschiede im Wasser- und Lufthaushalt
zwischen Stau- und Grundwasserböden sehr stark von der Lößmächtigkeit
und dem Ausgangsmaterial des Untergrundes abhängen. Dies zeigt sich

*) Niedersächs. Landesamt für Bodenforschung,
3 Hannover-Buchholz, Postfach 54, BRD.

besonders deutlich im Wasserspannungsverlauf während feuchter und während trockener Perioden. So liegen z. B. in feuchten Perioden die Wasserspannungen im allgemeinen umso niedriger je geringmächtiger der Löß ist, damit verbunden ist eine zunehmende Verschlechterung des Lufthaushaltes. In trockenen Perioden wird die Wasserspannung im Oberboden sehr stark von der Porengrößenverteilung und der kapillaren Nachlieferung bestimmt. Letztere ist bei gleichem Grundwasserstand, wie die folgende Übersicht zeigt, vor allem vom Material des Untergrundes abhängig:

Kapillare Steighöhe (cm) bei Aufstiegsraten von:

Material	1 mm/Tag	3 mm/Tag	5mm/Tag
toniger Schluff (Löß)	140	80	60
sandiger Lehm	70	40	30
Sand	25	20	15
Kies	10	5-10	5

Die angegebenen Werte wurden aus der Beziehung Wasserdurchlässigkeit - Wasserspannung ermittelt.

Zum Schluß wurden die Ergebnisse des Wasser- und Lufthaushaltes der einzelnen Standorte auch hinsichtlich ihres Einflusses auf die Wasserbilanz diskutiert.

Der Einfluß eines Fe-Bändchen-Mikrohorizonts (thin-iron-pan)

auf den Wasser- und Lufthaushalt von Mittelgebirgsböden

von

K. Stahr *)

Ein Fe-Bändchen-Horizont (Bb) tritt unter gemäßigt humiden bis perhumiden Bedingungen in vielen Böden aus groben basenarmen Silikatgesteinen - vorwiegend Quarzsandsteinen- auf. Der Verfasser versuchte zu ergründen, welchen Einfluß dieser Bb auf Umlagerungsprozesse in Böden wie in der Landschaft hat.

Untersucht wurde eine südwestdeutsche Mittelgebirgslandschaft 800-1100 m.ü.N.N. mit 1400-2300 mm und 4-7°C Jahresniederschlag bzw. -durchschnittstemperaturen, aufgebaut aus einem triadischen Quarzsandstein, der grob - mittelkörnig ist, ca. 1-10 % Ton (in sehr tonigen Lagen bis 25 %) enthält und hämatitisch oder kieselig gebunden ist. Ausgangsgestein der Bodenbildung sind zum großen Teil die während der letzten Kaltzeit gebildeten Schuttdecken, Fließgerden und Moränen.

Die Böden haben in der Regel podsolierte (sesquioxidverarmte) und stark versauerte Oberböden mit einer Rohhumus- oder Torfeufolge. Der Mikrohorizont ist etwa 2-8 mm mächtig, größtenteils verhärtet und dann sehr spröde. Der Fe_d-Gehalt beträgt 7-14 % gegenüber 1-1,4 % im Ausgangsgestein. Nach Feldbeobachtungen verhindert der Bb die tiefergehende Durchwurzelung und hemmt die Profilentwicklung im Unterboden. Durch Rückstau des Sickerwassers wird ein seitlicher Wasserzug stark begünstigt.

Zur Prüfung der Geländebeobachtungen wurden zwei Catenen in Feld und Labor untersucht.

Bei Porenvolumina um 40-50 % waren die Werte im Bb relativ um 10-40 % gegenüber dem hangenden, um -3 - +30 % gegenüber dem liegenden

*) 7026 Bonlanden (Filder), Harthäuserstr. 28, BRD.

Horizont erhöht und zwar besonders infolge höherer Gehalte an Fein- und Feinstporen (entsprechend hat Bb 7,5 - 11 % gegenüber 1,0 - 4,0 % Poren kleiner $0,1/\mu\text{m}$ (pF 4,7) in den benachbarten Horizonten).

An Volumenproben durchgeführte Wasserleitfähigkeitsbestimmungen (infolge der mechanischen Eigenschaften des Bb sehr erschwert) zeigten mit $10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$ nicht den erwarteten Abfall. Aus Wassergehaltmessungen im Felde geschlossene Kf-Werte lagen aber in derselben Größenordnung.

Im Felde mit Hilfe einer Neutronensonde laufend durchgeführte Wassergehaltmessungen ergaben in allen Fällen Schwankungen im Jahreslauf, die dem pF-Bereich $-0,6$ bis $+1,6$ entsprachen; trockener als Feldkapazität wurden die Böden nie.

In feuchten Perioden tritt über längere Zeit hinweg von 30 cm unter Flur bis zum Bb geschlossene Porenfüllung auf, die in den Unterböden nicht beobachtet wurden, wo immer noch einige Prozent luftgefüllte Hohlräume vorhanden waren. Der freie Wasserspiegel fällt bei Nachlassen der Niederschläge ca. 20 cm pro Tag, jedoch nur bis wenige cm über dem Bb, wo nur in besonders trockenen Phasen kein freies Wasser auftritt. Die Schwankungen des Wassergehalts nehmen vom Oberboden bis zum C-Horizont kontinuierlich ab, wobei sich keine Besonderheit hinsichtlich des Bb ergibt, da auch die Horizonte unterhalb noch einen deutlichen Jahresgang zeigen.

Eine Verfälschung der Werte durch bevorzugte Versickerung an den Sondenrohren ist unwahrscheinlich, da die ermittelten Wassergehalte über gravimetrische Bestimmungen kontrolliert und während der Vegetationsperiode mit Tensionsmessungen korreliert wurden. Besonders auffallend war, daß Feuchtespitzen und Trockenphasen sich im Unterboden nur mit geringer Verzögerung bemerkbar machten.

Die Schwankungen, welche bei regelmäßigen E_h - und Sauerstoffdiffusionsraten - Messungen auftraten, verliefen ebenfalls beiderseits Bb synchron.

Aus den Untersuchungen ist also zu schließen, daß entweder der Bb bei den vorherrschenden Feuchten den Unterboden nicht völlig abschließt

oder daß sich Druckwellen von den Hochflächen her unter dem Bändchen relativ schnell fortpflanzen. In beiden Fällen ist ein Transport von Soluten im Unterboden zu erwarten. Dieser Effekt wird aus der Verteilung extrahierbarer Bodenstoffe rekonstruiert.

Der Wasserhaushalt von Pseudogleyen unter Grünland-
nutzung in verschiedenen Klimabezirken Bayerns

von Otto Wittmann *)

Mit Hilfe ihrer Pflanzenbestände wurden 103 wiesengenutzte Pseudogley-Standorte in verschiedenen Klimabezirken Bayerns hinsichtlich des durchschnittlichen pflanzenwirksamen Wasserhaushaltes charakterisiert. Die Beurteilung erfolgte mit dem in der Abbildung wiedergegebenen Schema nach Ermittlung des jeweiligen Anteils von Trocken-, Frische- und Feuchte- bzw. Nässezeigern an den einzelnen Beständen.

Bei den untersuchten Böden handelt es sich um Pseudogleye vergleichbaren morphologischen Ausbildungsgrades mit lehmig-sandigen bis schluffig-lehmigen S_w -Horizonten und tonig-lehmigen bis tonigen S_d -Horizonten aus Substraten des Keuper, des Lias und des Dogger, aus Löß- und Decklehmen sowie aus Jungmoränenablagerungen. Zum Vergleich werden nicht vernäßte Böden (51 Standorte) in wenig entwässerter ebener, schwach muldiger oder Hangfußlage herangezogen (Pelosole, Kalkhaltige Pelosole, Braunerden aus Deckschichten über tonigem Unterboden, Parabraunerden aus Decklehmen, z. T. schwach pseudovergleyt).

Die bearbeiteten Klimabezirke lassen sich nach ihren Trockenheitsindizes in 3 Gruppen einteilen:

- A. Steigerwaldvorland und Steigerwald, noch trocken.
- B. Mittelfränkisches Sandsteinkeuperbecken und Vorland der Frankenalb, Übergangsgebiet von trocken nach mäßig feucht.
- C. Südbayerisches Moränen- und Schottergebiet, feucht bis sehr feucht.

Die gesamte hydroökologische Streubreite aller untersuchten Standorte geht - getrennt nach Pseudogleyen und nicht hydromorph geprägten Böden - aus der Abbildung hervor.

*) Bayerisches Geologisches Landesamt, 8 München 22, Prinzregentenstr. 28, BRD

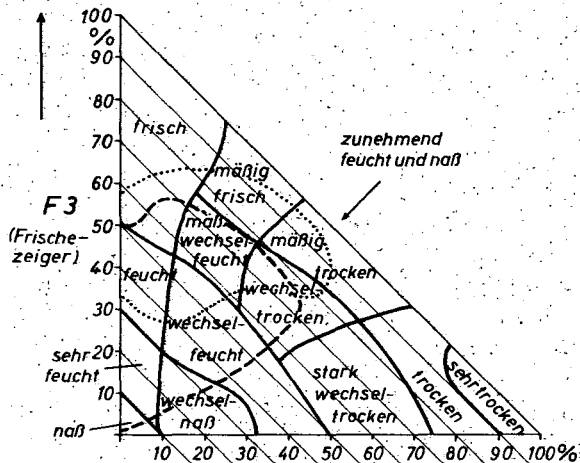
Im Klimagebiet A geben die nicht vernähten Böden aus Tonsteinen des Keupers mäßig trockene, wechsellrockene, mäßig frische, frische und mäßig wechselfeuchte Standorte ab (vgl. Abb.). Pseudogleye, die nur durch Niederschläge gespeist werden, liegen im mäßig wechselfeuchten und wechsellrockenen Bereich. Zunehmender seitlicher Zufluß verändert die hydroökologischen Bedingungen nach wechselfeucht → wechselfeucht → sehr feucht.

Im etwas feuchteren Klimagebiet B erweisen sich die nicht vernähten Böden aus Tonen des Keupers und des Jura hauptsächlich als feucht und wechselfeucht. Die Pseudogleye stellen feuchte, bei stärkerem seitlichem Zufluß sehr feuchte bis nasse Standorte dar.

Im Klimagebiet C sind für Parabraunerden aus Decklehmen frische bis mäßig wechselfeuchte (bei 30-40 % Ton und 40-50 % Schluff im B_t -Horizont) und frische bis feuchte Verhältnisse (bei 20-30 % Ton und 60-70 % Schluff im B_t -Horizont) kennzeichnend. Die Pseudogleye des schluffreicheren Decklehms sind als feucht und sehr feucht anzusprechen. Trotz wesentlich höherer Klimafeuchtigkeit liegen sie somit hydroökologisch im gleichen Bereich wie die des Klimagebietes B. Die Tendenz in Richtung zum nassen Standort ist sogar geringer. Die lehmige Beschaffenheit der Böden des Klimagebietes C kompensiert im Vergleich zu den tonigen Böden des Gebietes B die größeren Niederschlagsmengen. Innerhalb des klimafeuchten Gebietes C wiederum, bedeutet höherer Schluffgehalt vermehrte pflanzenwirksame Bodenfeuchtigkeit.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die hydroökologische Streubreite von Pseudogleyen mit zunehmender Feuchtigkeit des Klimas enger wird. Unterschiede innerhalb eines Klimagebietes hängen hauptsächlich von der Bodenart und dem seitlichen Wasserzufluß ab.

zunehmend ausgeglichen



zunehmend trocken → **F2.5, 2(bis1)**
(Trockenzeiger)

90 80 70 60 50 40 30 20 10%
F3.5, 4(bis5); Feuchte- und Nässezeiger

Einteilungsschema zur hydroökologischen Beurteilung von Grünlandstandorten auf Grund des prozentualen Anteils von Trocken-, Frische- und Feuchte- bzw. Nässezeigern im Pflanzenbestand.

punktiert: hydroökolog. Streubreite der untersuchten nicht hydromorphen Böden

gestrichelt: hydroökolog. Streubreite der untersuchten Pseudogleys

Einfluß der O₂-Versorgung der Wurzeln auf Mineralstoff-
aufnahme und Pflanzenwachstum

von
H. Merschner *)

Aufgrund der engen Zusammenhänge zwischen dem Atmungsstoffwechsel höherer Pflanzen und der Mineralstoffaufnahme hat auch die O₂-Versorgung der Pflanzenwurzeln einen starken Einfluß auf die Mineralstoffaufnahme sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Beziehung. Gegenüber normalem O₂-Partialdruck von 21 % sinkt die Mineralstoffaufnahme im allgemeinen bei einem O₂-Partialdruck unter 10 % allmählich und unter 5 % drastisch ab. Dieses Absinken der Aufnahme ist bei Kalium und Phosphat wesentlich stärker als z. B. bei Natrium oder Chlorid. Dadurch kommt es bei mangelhafter O₂-Versorgung der Wurzeln auch meist zu einer Verschiebung des Verhältnisses von Kalium/Natrium in den Pflanzen zu Ungunsten von Kalium.

Veränderungen im Mineralstoffverhältnis in den Pflanzen durch verschiedenen O₂-Partialdruck können auch durch Veränderung der Pflanzenverfügbarkeit der Mineralstoffe eintreten. Bei Absinken des O₂-Partialdruckes im Boden nimmt die Pflanzenverfügbarkeit von Mangan und Eisen zu. Dadurch ist O₂-Mangel im Boden häufig mit übermäßiger Mangan- und Eisenaufnahme und Beeinträchtigung von Wurzel- und Sproßwachstum infolge Mangan- und Eisentoxizität verbunden.

Die O₂-Versorgung wirkt sich auch auf das Wurzelwachstum selbst aus. Eine Beeinträchtigung des Wurzelwachstums tritt meist schon

*) Institut für Pflanzenernährung, Bodenchemie und Bodenbiologie,
1 Berlin-Dahlem, Lentzeallee 55-57, BRD.

ein, wenn der O_2 -Partialdruck unter 15 % absinkt. Bei diesen Wechselbeziehungen zwischen dem O_2 -Partialdruck und dem Wurzelwachstum spielt der jeweilige CO_2 -Partialdruck eine besondere Rolle.

Die Beeinflussungen des Wurzelwachstums durch den O_2 -Partialdruck kann auch indirekte Auswirkungen auf die Mineralstoffaufnahme haben, da zwischen Wurzelwachstum und Mineralstoffaufnahme über Massenströmung, Diffusion und mögliche Zwei-Phaseneffekte vielfältige Wechselbeziehungen bestehen. Die Beeinträchtigung der Mineralstoffaufnahme ist hierbei davon abhängig, auf welche Art (Massenströmung usw.) ein Mineralstoff vorwiegend zur Wurzel verlagert wird.

Da ein beträchtlicher Teil der in den Sprossen höherer Pflanzen wirkenden Wachstumsregulatoren (z. B. Cytokinine, Gibberelline) in den wachsenden Wurzeln gebildet wird, kommt es bei Hemmung des Wurzelwachstums durch O_2 -Mangel gleichzeitig zum Mangel an diesen Wachstumsregulatoren im Sproß. Hemmung des Sproßwachstums und Vergilbungserscheinungen bei O_2 -Mangel im Wurzelraum müssen somit nicht immer Mangel oder Überschuß an Mineralstoffen bedeuten, sondern können auch durch Mangel an diesen in den wachsenden Wurzeln gebildeten Wachstumsregulatoren bedingt sein.

Eine Adaption des Wurzelwachstums an niedrigen O_2 -Partialdruck im Wurzelraum ist möglich. Bei einzelnen Pflanzenarten, z. B. Sumpfreis, ist diese Adaptionmöglichkeit besonders ausgeprägt. Die meisten Pflanzenarten zeigen zumindest eine gewisse Fähigkeit zu dieser Adaption an O_2 -Mangel. Dabei kommt es zu anatomischen Veränderungen der Wurzeln, durch Ausbildung von größeren Interzellularen nimmt der Wurzelradius zu und ein Durchlüftungssystem (Aerenchym) entwickelt sich, welches eine O_2 -Diffusion aus dem Sproß in das Wurzelgewebe und sogar in den umgebenden Wurzelraum ermöglicht. Diese Adaption erlaubt bei den meisten Kulturpflanzen ein Wachstum auch unter starkem O_2 -Mangel im Boden, ist aber nicht ausreichend für ein optimales Wachstum der Pflanzen.

Morphogenetische Wirkungen der O₂- und CO₂-Konzentration
im Boden auf das Wurzelsystem unter Berücksichtigung des
Bodenwassergehaltes

von
G. Geisler *)

Im Boden treten in Abhängigkeit von den Diffusionsbedingungen O₂-Konzentrationen zwischen ca. 0 und 20 % und CO₂-Konzentrationen zwischen ca. 1 und 16 % auf. Das wasserfreie Porenvolumen und die Bodentiefe kontrollieren die Diffusionsrate. Vielfach ist bereits bei Unterschreitung eines wasserfreien Porenvolumens von 10 % die Diffusion nahezu völlig eingeschränkt, da keine ununterbrochenen luftgefüllten Räume die Poren des Bodens mit der freien Atmosphäre verbinden. Für die Beurteilung der O₂- bzw. CO₂ und HCO₃⁻-Wirkung ist zu berücksichtigen, daß die Löslichkeit von O₂ in Wasser sehr gering ist und sich in den Grenzonen an der Wurzeloberfläche ein steiler Konzentrationsgradient entwickelt; CO₂ zeigt dagegen aufgrund seiner höheren Löslichkeit in Wasser weniger steile Konzentrationsgradienten.

Grundsätzlich sind daher an der Wurzeloberfläche O₂-Konzentrationen anzunehmen, die unter denen der luftführenden Poren liegen, während die CO₂-Konzentrationen an der Wurzeloberfläche über denen der Bodenluft liegen dürften.

Die Wirkung der exogenen Sauerstoffzufuhr (als O₂-Konzentration an der Wurzeloberfläche physiologisch wirksam) auf des Wurzellängenwachstum ist bei allen untersuchten Pflanzen charakterisiert durch einen kritischen Mindestwert (2-4 % O₂), bei dem das Wurzellängenwachstum sistiert wird, und eine nahezu lineare positive Korrelation zum Wurzellängenwachstum bis zu einem optimalen Wert, der artspezifisch in einem Bereich zwischen ca. 8 und 20 % gefunden wird. Sofern

*) Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität Kiel, 2300 Kiel, Olshausenstr. 40-60, B. D.

maximales Längenwachstum bei O_2 -Konzentrationen unter 20 % erreicht wird, ist für höhere O_2 -Konzentrationen bis 21 % keine Wirkung auf das Längenwachstum nachzuweisen.

Die Beziehungen der CO_2 -Konzentration zum Wurzellängenwachstum sind dagegen bei allen untersuchten Arten durch Optimumkurven gekennzeichnet, wobei im Bereich niedriger Werte (unter 0,5 %) Reduktionen im Wurzellängenwachstum auftreten; optimale Werte lassen sich zwischen 1 und 2 % CO_2 bestimmen; bis 16 % CO_2 (Einwirkungsdauer von 2 bis 3 Wochen) zeigt sich eine zunehmende Verringerung, aber keine völlige Sistierung des Längenwachstums.

Grundsätzlich konnten keine Korrelationen zwischen dem Massenwachstum der Gesamtpflanze und dem Wurzellängenwachstum (in Abhängigkeit von O_2 und CO_2) gefunden werden. Die Wirkungen der O_2 - und CO_2 -Konzentration auf Massenwachstum und Morphogenese müssen daher weitgehend als unabhängig betrachtet werden.

Kurzfristige Änderungen der O_2 -Konzentrationen bewirken unmittelbar Änderungen im Wurzellängenwachstum; Nachwirkungen ungünstiger O_2 -Versorgungen konnten nicht festgestellt werden.

Die Beobachtung, daß in Zonen eines relativ hohen Wassergehaltes das Wurzelsystem mit einer Verringerung des Längenwachstums und Zunahme der Seitenwurzelbildung reagiert, konnte im Experiment als Wirkung der O_2 -Konzentration wahrscheinlich gemacht werden. Hierbei ist nicht die Anzahl der Nebenwurzeln absolut gesteigert, sondern bei reduziertem Wurzellängenwachstum und ebenfalls reduzierter Seitenwurzelbildung wird aufgrund einer dichteren Stellung der Seitenwurzeln eine erheblich intensivere Durchwurzelung des Bodens erreicht.

Innerhalb eines Bodenwassergehaltes zwischen Feldkapazität und bis nahe an den permanenten Welkepunkt ist die Massenentwicklung der Pflanze mit der Menge des im Boden vorhandenen Wassers positiv korreliert, das Wurzellängenwachstum erweist sich dagegen als unabhängig vom Bodenwassergehalt. Die Versorgung der Wurzeln mit Sauerstoff muß daher in diesem Bereich nahezu uneingeschränkt günstig sein.

PROPERTIES OF HYDROMORPHIC SANDY SOILS
IN RELATION TO ROOT GROWTH

J.C.F.M. Haans, J.M.M.Th. Houben and P. van der Sluijs⁺)

Problem

The Netherlands have a large area of hydromorphic sandy soils, that is to say sandy soils in which during at least part of the year groundwater occurs at less then approx. 50 cm below the surface of the soil (approx. 20% of the area of the Netherlands).

Typical soils which are found here are "beekeerd"-soils (A-Cg-G-profiles), "gooreerd"-soils (A-C-profiles) and "veldpodzol"-soils (A-B-C-profiles). "Beekeerd"- and "gooreerd"-soils are "Gleiböden" in German classification and mollic psammaquents in USA classification, but the first with and the second without classical hydromorphic phenomena in the form of gley. The "veldpodzol"-soils are "Gleipodzolböden" and humaquods in the German and USA classification respectively. The parent material is wind deposited cover sand.

The "beekeerd"-soils are found in the flat valleys of the brooklets which cross the cover sand region, the "veldpodzol"-soils and the "gooreerd"-soils on the slightly higher areas in between.

⁺) Netherlands Soil Survey Institute,
Lawickse Allee 136, Wageningen, Niederlande.

The soils are mostly used for grassland, but also for arable crops. Because they are coarse-textured, the soils have a low moisture holding capacity, except the A-horizon which is humiferous. Accordingly, depth to groundwater is a very important factor for the potential of the soils for agricultural use. A second important factor is root growth and rooting depth: the better the root penetration the less vulnerable for deep groundwater levels. Root growth and the soil factors influencing it formed the object of our study.

Method

Trial fields on the three soils were chosen on a large number of farmer fields with grassland or arable crops. The investigation was continued for several years. In addition to morphological profile characteristics physical properties (such as penetration resistance measured with a penetrometer) and root growth (counting method in profile pit) were determined. The trial fields comprised soils ploughed to the normal depth (approx. 20 cm) and soils loosened to a depth of 80 à 120 cm (either as soil improvement or in connection with the laying op pipe lines).

Results and conclusions

Besides morphological differences there are differences in physical properties between the three soils and accordingly three root systems could be distinguished, one for each of the soils. Although there are variations in each system for different crops, depth of rooting is the same for each root system for all crops and in all years.

In all three soils most roots are found in the humiferous A-horizon. The "veldpodzol"-soils also have many roots in the B-horizon; roots are lacking in the B-C- or C-horizon (from 40 à 50 cm below the soil surface). In the "gooreerd"-soils there are hardly any roots in the C-horizon, directly below the A-horizon; few roots penetrate to a depth of 30 à 50 cm. Root growth in the Cg-horizon of the "beekeerd"-soils is sparse, but roots do penetrate to a depth of 60 à 120 cm. From the viewpoint of moisture supply to the crops the conditions are most favourable on the "beekeerd"-soils.

Roots only penetrate in layers which show macroscopically visible perforations. Especially in the subsoil of the "beekeerd"-soils there are many perforations, which are associated with the roots of the forest trees that grew here before reclamation.

When penetration resistance is higher than 30 à 50 kg/cm² there are hardly any perforations and no roots are found. Obviously soil strength is the limiting factor for root growth.

In view of the relation between penetration resistance and root growth, it seems attractive to try to improve the conditions for root growth by loosening the subsoil. It appeared that caution is necessary here. It is true that penetration resistance becomes low up to the depth of loosening. However, originally existing perforations are disturbed. Moreover, in the top layers of the loosened profiles compactations may result from traffic and vibrations of machinery on the soil. These compactations can easily be ascertained with the penetrometer. Penetration resistance in these compacted layers of approx. 20 kg/cm² limits root growth below; a resistance of more than 30 kg/cm² prevents it completely.

Zum Bioelement-Haushalt von Wald-Ökosystemen auf wechsel-
feuchten Standorten

von

B. Ulrich und R. Mayer *)

Unter Bioelement werden diejenigen chemischen Elemente verstanden, die am Stoffhaushalt von Ökosystemen quantitativ wesentlich beteiligt sind. Nicht alle Bioelemente sind Nährstoffe (z. B. Al, Cl), und nicht alle Nährstoffe sind quantitativ wesentlich am Bioelement-Haushalt beteiligt (z. B. manche Spurennährstoffe).

Einen Einblick in den Bioelement-Haushalt eines Ökosystems erhält man über die Inventur und die Messung von Transportraten.

Bei der Inventur werden die (mobilisierbaren oder totalen) Bioelementvorräte eines Ökosystems, aufgeschlüsselt in Straten (z. B. Baumschicht, Krautschicht, verschiedene Bodenhorizonte), zusammengestellt.

Von den Transportprozessen interessieren einmal Input (aus der Atmosphäre) sowie Output (zum Grund- und Oberflächenwasser oder in die Atmosphäre). Innerhalb eines Wald-Ökosystems sind wesentliche Transportraten meßbar an der Obergrenze des Bodens (Transportmedium: Streu, Niederschlagswasser; Berechnung der Transportvorgänge vom Bestand zurück in den Boden) sowie innerhalb des Bodens (oberhalb und unterhalb des Hauptwurzelsraums).

Dieses Vorgehen ermöglicht die Aufstellung von Bilanzen. Als Beispiel wird im folgenden die Bioelement-Bilanz eines 120-jährigen Buchenbestandes im Solling auf einem schwach wechselfeuchten Boden für den Zeitraum eines Jahres wiedergegeben:

*) Institut für Bodenkunde und Waldernährung, 3400 Göttingen-Weende, Büsgenweg 2, BRD.

Meßebeene	Transport- medium	Bioelementmengen in kg/ha								
		Na	K	Ca	Mg	Al	N	P	S	Cl
Obergrenze Kronenraum	Niederschlags- wasser	7,15	2,15	12,27	1,80	3,24	24,71	0,508	27,32	17,20
Obergrenze Boden	Niederschlags- wasser (Kronentraufe)	11,32	18,06	26,59	3,45	1,52	22,48	0,520	40,76	38,01
	Stammablauf	2,42	7,23	5,65	0,70	0,34	2,97	0,024	18,57	6,38
	Streu	0,92	21,90	15,04	1,46	0,65	52,99	4,306	3,21	0,78
Obergrenze Mineralboden	Sickerwasser (Lysimeter)	15,28	47,58	45,43	5,37	5,98	79,75	4,837	62,47	44,64
Untergrenze der Intensiv- wurzelzone (50 cm u.T.)	Sickerwasser (Lysimeter)	8,60	2,82	15,64	2,68	8,50	6,34	0,011	15,33	45,95
Untergrenze der Extensiv- wurzelzone (100 cm u.T.)	Sickerwasser (Lysimeter)	10,44	1,84	14,16	2,85	10,33	6,12	0,011	22,25	37,09

In dem vorliegenden Fall zeigt sich, daß die Jahresbilanz für Kalium und Calcium im Rahmen der statistischen Genauigkeit ausgeglichen ist. Das Ökosystem verliert mehr Natrium, Magnesium und Aluminium, als ihm durch Niederschläge zugeführt wird (bei S und Cl sind die Unterschiede zwischen Input und Output aus versuchstechnischen Gründen nicht gesichert). Dagegen findet innerhalb des Ökosystems eine Anreicherung von Stickstoff und Phosphor statt.

Aus den Daten werden näherungsweise weitere das System charakterisierende Bioelementflüsse wie die Bioelementaufnahme durch den Bestand sowie Umlaufgeschwindigkeiten berechnet, wobei die Grenzen dieser Annäherungen diskutiert werden. Primäres Ziel ist die Erfassung der Phänomene im Bioelementhaushalt der untersuchten Ökosysteme mit dem sekundären Ziel ihrer modellmäßigen Beschreibung.

Vergleichende Untersuchungen zur ökologischen Beurteilung
von Pseudogleyen für die obstbauliche Nutzung

von
F. Weller *)

Pseudogleye und verwandte Bodentypen werden in den wärmeren Teilen Südwestdeutschlands nicht selten obstbaulich genutzt, da ihre ackerbauliche Nutzung erschwert oder unmöglich ist und eine bloße Grünlandnutzung wenig Gewinn abwirft. Aber auch die obstbauliche Nutzung dieser Böden ist vielfach problematisch. Für eine differenziertere ökologische Beurteilung wurde deshalb ein über mehrere Jahre laufender Vergleich der Wuchs- und Ertragsleistung von Apfelbäumen in zahlreichen Anlagen vorgenommen, ergänzt durch Untersuchungen über die Verteilung der Wurzeln im Boden, über die Wasserversorgung der Bäume und über die Stickstoffnachlieferung aus dem Boden.

Als wichtigste Ergebnisse dieser verschiedenen Untersuchungen und Beobachtungen läßt sich bis jetzt feststellen:

1. Sowohl die vegetativen Leistungsmerkmale (Stammdurchmesser, Kronenvolumen, Jahrestrieblänge) als auch der Fruchtterreg der Bäume wurden mit steigendem Steuwassereinfluß im Oberboden zunehmend negativ beeinflußt. Im Vergleich zu Bäumen auf tiefgründigen Lehmböden (Löß-Parabraunerden, kolluviale Braunerden etc.) erreichte die Ertragsleistung der Bäume auf den untersuchten Pseudogleyen rd. 40 bis 110 %, meist 50 bis 75 %. In der Empfindlichkeit gegenüber dem Staunässeinfluß bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Arten, Sorten und Unterlagen.
2. In Übereinstimmung mit Untersuchungsergebnissen aus anderen Ländern verliefen die stärkeren Gerüstwurzeln in den Pseudogleyen auffallend flach und zeigten häufig nekrotische Erscheinungen, verbunden mit Reduk-

*) Universität Hohenheim, Forschungsstelle für Standortskunde,
7981 Bavendorf, Schuhmacherhof, BRD.

tionsmerkmalen im umgebenden Boden. Im Gegensatz dazu wies die Zahl der jungen Saugwurzeln jedoch in dem schlecht durchlüfteten Staubeereich überraschenderweise ein ausgeprägtes Maximum auf. Vermutlich hängt dies damit zusammen, daß in den meristematischen Geweben der jungen Wurzeln eine intramolekulare Atmung, also ein Stoffabbau mit CO_2 -Ausscheidung ohne Aufnahme von zusätzlichem Sauerstoff, vorherrscht. Dadurch wird eine Neubildung von Saugwurzeln auch noch bei schlechter Sauerstoffversorgung ermöglicht, während das Längenwachstum bereits stark gehemmt ist. So kommt es zu büschelartigen Verzweigungen, die ein Maximum an Saugwurzeln im oberen Teil des Staubeereichs zur Folge haben. Mit zunehmender Tiefe ging dann aber die Zahl der Saugwurzeln sprunghaft zurück, so daß der Untergrund in den Pseudogleyen stets schlechter durchwurzelt war als in den tiefgründigen Lehmböden.

3. Als Folge dieser physiologischen Flachgründigkeit konnte in niederschlagsarmen Sommern wiederholt eine deutliche Beeinträchtigung der Wasserversorgung der Apfelbäume nachgewiesen werden. Die Infiltrationswerte der Blätter als Maß für die Öffnungsweite der Stomata und der Refraktometerwert des Fruchtsaftes ließen beispielsweise auf einem Pseudogley-Pelosol aus Gipskeuper-Tonmergeln ähnlich schlechte Verhältnisse wie auf einer flachgründigen Tonmergel-Rendzina erkennen, während sie auf einem tiefgründigen Pelosol desselben Ausgangsgesteins eine Mittelstellung zwischen der Tonmergel-Rendzina und einer tiefgründigen Löß-Parabraunerde einnahmen. Die gleiche Abstufung ergab sich auch hinsichtlich der Fruchtgröße, die sowohl auf der Tonmergel-Rendzina als auch auf dem Pseudogley-Pelosol in Trockensommern unter die Mindestgrenze für Tafeläpfel sank.

4. In extrem niederschlagsreichen Sommern zeigten die Bäume auf Pseudogleyen in allen Landesteilen mehr oder weniger deutliche Störungen. Besonders auffallend waren Symptome an den Blättern, die auf eine mangelnde Stickstoffversorgung schließen lassen. Diese kann als Folge einer unzureichenden Nitratassimilation in den unter Sauerstoffmangel leidenden Wurzeln gedeutet werden. Aber auch die Nitrifikation im Boden selbst war in den niederschlagsreichen Sommern stark behindert.

Aus den Ergebnissen wird der Schluß gezogen, daß ausgeprägte Pseudogleye, die schon in den obersten 20 bis 30 cm stärkere Naßbleichung oder Rostflecken zeigen, für eine obstbauliche Nutzung künftig nicht mehr herangezogen werden sollten.

THE PRODUCTIVE USE OF GLEYS
IN CANADIAN MARITIME FORESTRY

C.B. Crampton⁺)

Introduction

Investigations have been directed towards finding and applying a method of classifying forest land in the Canadian Maritime Provinces which, although essentially extensive, most usefully reveals the relationships between unmanaged forest growth and the land drainage. This study is especially concerned with the optimum use of poorly drained soils.

Method

Land has been classified on the basis of, first, vegetation (reflecting climate) and, in order of progressively greater detail, parent material, relief and soil drainage. Tree growth, as individual trees and as relatively even-aged, pure stands, has been classified on the basis of the maximum mean annual volume increment, determined by regression analysis using about 50,000 tree measurements, sorted into the smallest land units, soil drainage.

Soils

Poor drainage is related mostly to the presence of an indurated (hard and impermeable) subsoil layer which,

⁺) Forest Research Laboratory, P.O. Box 4000, Fredericton, New Brunswick, Canada.

where it lies near the land surface, produces greater or lesser waterlogging in surface soil layers. An indurated subsoil is especially characteristic of loamy or silty soils. Locally in coarse sandy soils over deeper indurated substrate there are ortstein layers, hardened by accumulation and cementation with humus and iron which produce imperfect drainage in soils which would otherwise be freely drained.

The sand content of most soils increases with increasing depth in the soil profile. Hence, the different parent materials are best characterised by the texture of near-surface profile layers, layers in which the most important tree rooting occurs.

Results

Freely drained sites in the Maritimes can show a great range of productivity values, the variations following differences in factors such as texture and local climate which are equal importance to drainage in affecting the productivity of the land. Imperfectly drained sites are generally intermediate in character. In contrast, poorly drained sites show a very small range of productivity values. Thus, on the worst sites poor drainage almost completely determines the productivity of these sites.

Generally, the more productive is the land, the longer is the rotation. Tree growth on poorly drained soils differs from that on freely drained soils as much because the maximum rate of growth is sustained for a shorter rotation as because growth is slower. After a short rotation on poorly drained soils the nutrient capacity of the site is utilized to a maximum, and further growth of some trees tends to occur as other die. However, under certain conditions, in the Central Lowlands of New Brunswick highly productive land is associated with

imperfectly drained soils. This part of the Maritimes receives less rainfall than most other places in the region and, presumably, while not being waterlogged, imperfectly drained sites are able to store sufficient quantities of water from snow-melt and periodic rainfall to sustain more regular growth than freely drained soils.

On distinctly poorly drained sites it is immediately more profitable to cut often, as long as the timber is merchantable. However, this poses the question whether poor sites can sustain repeated harvesting at short intervals of time; probably not. As with any other crop, to sustain repeating harvesting fertilization will, probably sooner rather than later, be necessary or the crop will eventually become unmerchantable.

SYLVICULTURE ON PSEUDOGLEY SOILS IN ROMANIA

Const. D. Chirița⁺⁾

Most pseudogley soils (planosols) in Romania, developed under forests of Quercus (most Q. robur and Q. petraea, and less Q. cerris) show a strong clay illuviation. These soils occur under various climatic conditions of the forest zone and display variously developed clayey gBt horizons and gA2 ones; they also display specific features from the ecological point of view, especially as concerns moisture regime and utile physiological soil volume.

In the moderately humid areas of the southern forest zone (mean annual precipitations = 560-580 mm; mean annual temperature, about 10°C), with warm summers, relatively poor in precipitations, the period of excessive spring humidity does not usually last more than 2 months and for 3-3½ months the summer humidity is very low. In years with low precipitations the wilting coefficient is temporarily reached in the upper horizons or even in the gBt ones.

In the northwestern parts of the oak subzone, with highest precipitations (700-750 mm), cooler (mean annual temperature = 8,5-9,5°C), and with less warm and less dry summers

+)
Institute for Soil Science,
Bd.Mărăști 61, Bukarest/Romania

the moisture regime is characterized by a long water excess period in spring and early summer (3-4 months); in summer, the humidity is somewhat lower (without usually reaching the wilting coefficient during a critical period) for a shorter time (2-2½ months).

The great majority of pseudogley soils in the country's forest area are situated between these two extremes.

In Romania, a Sylviculture corresponding to the ecological conditions of the pseudogley soils has been founded. Its fundamental principle is the permanent ensuring of an active biological drainage - e.g. the ligneous vegetation (trees, shrubs, seedlings) must continuously cover and drain the soil.

On such soils forest restoration is rather difficult because of the hard consistence of the gBt and gA2 horizons in summer, of the spring water excess and summer moisture deficit.

The technical solutions are extremely different depending on climate and soil conditions. In areas with severe and long periods of summer dryness the following works are necessary: land clearing, soil trenching down to 40 cm depth and even a deeper soil scarifying (down to 70-80 cm), careful weed and crust control in the plantations at least for 3 years. Recommended species: *Quercus robur*, *Q. sessilis*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer tataricum*, *Crataegus* sp., *Cornus mas* and other mesoxerophytic shrubs.

In order to avoid spring water excess in the more humid area of the northwestern part of the country, surface drainage and partial internal drainage of the soils are

necessary (they have been already applied). The recommended biological restoration method does not require clearing and agrotechnical practices, but a rational control of fight between wood species and vigorously developed hygrophite flora ones; with that aim in view dense plantations (10.000 plants per ha) are established on unplowed soil - in pits - where, besides *Quercus robur* and *Fraxinus angustifolia* as main species, *Carpinus betulus* - cultivated in nursery in unshaded conditions - *Corylus avellana* and *Viburnum opulus* a.o., *Alnus glutinosa* is introduced in a high percentage (30-40). *Alnus glutinosa*, properly cut to develop shrubs covering well the soil, behaves as a very efficiently improving species.

The young plantations established in such a way on large areas at the Livada forest (Satu-Mare country) have yearly growths of about 60-80 cm and after 4-5 years generally reached the massive stage.

Der Bodenwasserhaushalt und die Ertragsfähigkeit von Gleyen aus tonig-schluffigem Auelehme bei meliorativer Grundwasserstandsregelung und tiefer Grundwasserabsenkung

von F. Krämer und Chr. Langner *)

Durch den Bergbau sind oft Entsümpfungsmaßnahmen größeren Umfanges erforderlich. Sofern Talböden betroffen werden, greifen diese Grundwasserabsenkungen in den Wasserhaushalt des oberen, durchwurzelten Bodenbereiches ein. Zur Beurteilung der dadurch verursachten Veränderungen im Boden und deren Auswirkungen auf landwirtschaftliche Kulturen werden von der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen langjährige Untersuchungen im Erfttal nordwestlich von Köln durchgeführt. Hierfür sind in diesem Gebiet Versuchsflächen angelegt worden, einmal am Unterlauf der Erft bei meliorativer Grundwasserstandsregelung, zum anderen im Absenkungsbereich der Rheinischen Braunkohlen-Tieftagebaue am Mittellauf der Erft bei tiefreichender Grundwasserabsenkung. Jeweils auf einer dieser Versuchsflächen mit und ohne Grundwassereinfluß werden Ertragsermittlungen und Untersuchungen zur Kennzeichnung des Bodens und des Bodenwasserhaushaltes vorgenommen. Bodentypologisch handelt es sich in beiden Fällen um typische Gleye aus tonig-schluffigem Auelehm von rd. 1,50 m Mächtigkeit. Bei einem mittleren Grundwasserstand von 1 m Tiefe (Schwankungsbreite 80 - 130 cm unter Flur) ist auch die grundwasserbeeinflusste Fläche ackerfähig.

Zur Charakterisierung der Standortverhältnisse werden Ergebnisse von bodenphysikalischen Untersuchungen erörtert. Mehrjährige Bodenfeuchtemessungen, durchgeführt nach der gravimetrischen Methode, geben Aufschluß über die dynamischen Feuchteverhältnisse der Standorte mit und ohne Grundwasseranschluß unter Zuckerrüben, Winterweizen und Winterroggen.

*) Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz,
43 Essen, Wallneyer Str. 6, BRD.

Anhand von elfjährigen Untersuchungen (1959 - 1969) wird nachgewiesen, daß ein signifikanter Absenkungseinfluß auf den Ertrag von Zuckerrüben besteht. In den meisten Jahren war die Wirkung negativ, jedoch positiv in den Jahren 1965 und 1966 mit überdurchschnittlichen Niederschlags- und Bodenfeuchtwerten in den Monaten Juni bis August. Sowohl für den Rüben- und Blattertrag als auch dem Zuckergehalt spielten die Witterungsverhältnisse der verschiedenen Jahre eine entscheidende Rolle. Ebenso zeigte die Wechselwirkung zwischen der Absenkung und den Jahren für diese drei Meßgrößen Signifikanz. Der Blattertrag war bei fehlendem Grundwasser in allen Jahren mit Ausnahme der relativ trockenen Jahre 1963 und 1964, die auch die größten Mindererträge an Rübenwurzeln brachten, größer als auf den Standorten mit Grundwasser. Da im Durchschnitt nur geringe Unterschiede im Zuckergehalt festgestellt werden konnten, wurde die Differenz im Zuckerertrag in erster Linie durch den Massenwuchs bestimmt, d. h. durch Grundwasserentzug trat wie bei den Rübenwurzeln ein Minderertrag ein.

Wintergetreide reagierte durchweg positiv auf die Absenkung. Die Erträge lagen im Mittel von 9 Jahren um rund 13 % höher als bei Grundwasseranschluß. Dabei wechselten die Ertragsdifferenzen beim Roggen stärker und öfter als beim Winterweizen.

SOIL PROPERTIES AS A CRITERION TO FORECAST THE EFFECTS
OF TRENCHING ON LESSIVE-PSEUDOGLEY SOILS

A. Canarache, I. Boeria, C. Iancu⁺⁾

Results of the experiments carried out in Romania on two typical and rather different soils, namely at Albota (Arges county) and Livada (Satu Mare county) are presented. In the Bg horizon the clay content is 55-64 % at Albota and 39 % at Livada, while the saturated hydraulic conductivity is $3 \cdot 10^{-6}$ cm/s at Albota, and $11 \cdot 10^{-6}$ cm/s, at Livada. From the upper part of the soil to the Bg horizon the pH is decreasing from 5.8 to 5.3, with the Albota soil, and is increasing from 4.8 to 5.2 with the Livada soil, while the mobile aluminium increases from 1.1 to 11.0 mg/100 g soil in the first case, and decreases from 17.6 to 13.8 mg/100 g soil in the second one.

Soil trenching 50-70 cm deep all over the plot as well as partial trenching were included in the randomized designs. Ordinary ploughing 20-22 cm deep was used as control. At Albota, the whole area trenching gave increased yields of maize and other crops only in droughty years. At Livada, both total and partial trenching gave higher yields every year either on limed or on non limed soils, the best results being obtained with total trenching.

⁺⁾ Institute for Soil Science,
Bd. Marasti 61, Bukarest / Romania

Soil loosening due to trenching was more intense and lasted for a longer period at Livada; after three years the volume weight of the B horizon was 1.37-1.41 g/cm³ with the trenching treatment as compared to 1.54 g/cm³ in the control plot. Likewise, at Albota, three years after the experiment the volume weight was almost the same on all plots: 1.38-1.43 g/cm³.

Generally, the moisture content of the soil was not very different within the various treatments. Nevertheless, usual inspection of the area showed that, according to the less impervious subsoil and less clayey texture of the dug out B horizon at Livada, the surface waterlogging in spring with both trenching treatments was less extended and lasted for a shorter period, enabling a more proper circulation, tillage, etc.

At Livada, during the most part of the growing period the volume of air filled pores was higher than the critical value (8-10 %) with important differences between the various treatments. At Albota, excepting the droughty years, the volume of air filled pores was under this value. The actual values for the B horizon and during the waterlogging season were 0-4 % with all treatments at Albota, and 5-7 % with the control plot and 12-20 % with the trenching treatments at Livada.

The upper soil of Albota showed a pH decrease from 5.8 on the control plot to 5.3-5.6 with the trenching treatments, and an increase of the mobile aluminium content from 1.1 to 1.7-5.0 mg/100 g soil. At Livada, on non-limed plots, the pH increased from 4.8 to 5.2, while the mobile aluminium content decreased from 17.6 to 12.0 mg/100 g soil. These findings agree with the chemical

properties of the deeper horizons which were dug out to the surface with the trenching treatments.

It is concluded that the texture and permeability of the subsoil as well as the trend of variation on the profile of the acidity indices should be used as main soil criteria for extrapolating the experiment field results and for extending the trenching as a method to improve the pseudogley soils.

Zur Kennzeichnung und Melioration staunasser Böden

von

W. Müller, M. Renger und H. Voigt *)

Im Sinne einer angewandten Bodenkunde muß die Klassifikation von staunassen Böden Kriterien enthalten, die eine Beurteilung der Ertragsfähigkeit bzw. Ertragsbeeinflussung durch Staunässe, sowie der Meliorationsbedürftigkeit, Meliorationsfähigkeit und der anzuwendenden Meliorationsverfahren erlauben. Um diesem Ziel näher zu kommen, wird die Bedeutung folgender Eigenschaften für die Kennzeichnung und die Melioration staunasser Böden besprochen:

1. Art bzw. Bindungsform von gestautem Bodenwasser
2. Lagerungsdichte und Luftkapazität
3. Gefügebildungsvermögen und Gefügestabilität
4. Tiefenstufe von Stausohlen
5. Staunässegrad

Zu 1: Vorgeschlagen wird die Unterscheidung von Stauwasser (= zeitweiliges Grundwasser über einer Stausohle oberhalb 1,3 m bzw. 1,0 bis 1,5 m je nach Klimazone), Haftnässe (= relativer Überschuß von Haftwasser, der bei geringer Luftkapazität zu Luftmangel führt). Als übergeordneter Begriff wird der Ausdruck Staunässe verwendet.

Die entsprechenden Horizontbezeichnungen sind bei Stauwasser: Stauwasserleiter (Sw) mit hohen k_f -Werten und Stauwassersohle Staukörper (Sd) mit niedrigen k_f -Werten; bei Haftnässe: Haftnässehorizont (Sk) mit hohen k_u -Werten (u = ungesättigt) bei hohen Anteilen an kapillaren Poren (vorwiegend zwischen 50 und 0,2 μ Durchmesser) und Haftnässesohle, häufig Grenzfläche

*) Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 3 Hannover-Buchholz, Postfach 54, BRD.

von Haftnässehorizonten, wenn diese von Schichten mit sehr hohen Grobporenanteilen und sehr geringer kapillarer Leitfähigkeit (z. B. Kies) unterlagert werden.

Von der Erfassung dieser Eigenschaften hängen zunächst Meliorationsverfahren und Meliorationserfolg ab.

- Zu 2: Die Begriffe "dicht" und "locker" bedürfen der differenzierteren Definition, da sie u. a. Grundlage für den Einsatz kostspieliger Meliorationsmaßnahmen sind (z. B. Beurteilungsgrundlage für Dräufähigkeit, Lockerungsbedürftigkeit, möglicher Meliorationserfolg). Zur Beurteilung der Lagerungsdichte werden Kennwerte verwendet, die aus Volumengewicht und Tongehalt bzw. aus Gesamtporenvolumen und Tongehalt errechnet werden.

Zur Kennzeichnung der Luftkapazität wird bei Böden mit hohen Grundwasserständen oder Stauwassereinfluß der Grobporenanteil $> 50 \mu$ und bei Böden mit tiefen Grundwasserständen der Grobporenanteil $> 10 \mu$ vorgeschlagen.

- Zu 3: Die Fähigkeit der Böden, bei bestimmter Lagerungsdichte, z. B. nach meliorativen Eingriffen, ein Gefüge zu bilden und zu erhalten, ist noch nicht befriedigend erfaßbar. Vor allem ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse physikalischer Untersuchungsverfahren unzureichend.

Für die Beurteilung illitreicher, kalkfreier Böden mit Tongehalten $> 17\%$ wird untersucht, ob Kennwerte des sorbierten Na^+ , Mg^{++} und Ca^{++} Aussagen über Gefügebildungsvermögen und Gefügestabilität gestatten. Da es sich dabei um einen Summeneffekt vieler Faktoren handelt, wird die Ribbildungsmethode nach WOLKEWITZ zur Eichung herangezogen.

- Zu 4: Für den Ansatz z. B. von Tiefenlockerung und Dränung werden bestimmte Tiefenstufen von Stausohlen zur Berücksichtigung empfohlen.

Zu 5: Weiterhin wird der Versuch unternommen, eine auf ökologische Aspekte zugeschnittene Abstufung des Staunässegrades vorzunehmen. Als Beurteilungsgrundlage dienen

- a) die Einflußzone von Staunässe in wichtigen Durchwurzelungsbereichen, b) die Zeitdauer dieses Staunässeeeinflusses und
- c) die Auswirkung auf Vegetationsbeginn, Vegetationsverlauf und Bodenbearbeitung.

THE NATURE, EXTENT AND PROSPECTS FOR IMPROVEMENT OF
PSEUDOGLEY SOILS ON INDURATED MATERIALS IN FORESTS OF
NORTH-EAST SCOTLAND

D.G. Pyatt

Pseudogley (or surface-water gley) soils developed on so-called indurated materials occur extensively in forests of North-East Scotland. In gently sloping or receiving sites seasonal waterlogging occurs in the upper part of the soil profile owing to the slow permeability of the indurated material. Tree roots are largely unable to penetrate the very firm layers and are restricted to a periodically anaerobic environment about 30 cm deep. Under these conditions few commercial tree species are able to make reasonable growth and crops may eventually be subject to premature windthrow. The vegetation of these soils before afforestation was dominated by Calluna vulgaris and probably because of this and the dry appearance of the soil in summer Scots pine (Pinus sylvestris) was planted on a majority of the areas. This species is not particularly tolerant of waterlogged conditions and growth has been very variable with almost complete failure in the wettest areas.

Indurated material is extremely dense, almost invariably very stony and frequently contains large boulders. In pseudogley soils these properties extend throughout the depth of the drift (usually a glacial till or solifluction deposit). The indurated material is very firm in the upper part although it may be softer at depth.

+) Forestry Commission, Northern Res.St., Roslin, Midlothian, England.

Until recently it has not been possible to contemplate large scale improvement of these soils by cultivation and drainage, but the development of very robust and deep going ploughs drawn by powerful tractors may make this an economic as well as a practical possibility. The current research programme aimed at the improvement of these soils consists of three main activities.

1. A survey of the extent and variability of pseudogley soils on indurated material.
2. A detailed study of the variations in the physical characteristics of indurated soils leading to a better understanding of the reasons for the lack of root penetration and of the means of effecting a permanent improvement of the conditions.
3. Trials of cultivation and drainage treatments and the assessment of their effects on the soil and of the responses of tree crops to the changed conditions.

Details are given of the results to date for each of the three lines of work. It is concluded that pseudogley soils on indurated material offer good prospects for worthwhile improvements in forest yield provided that

- a) the bulk density, firmness and permeability of the soil can be reduced by loosening and mixing with organic matter
- b) the hydrologic status of the soil can be improved by drainage treatments which may include the formation of large scale ridges and furrows
- c) a species tolerant of seasonal waterlogging is planted.

Der Einfluß der Unterbodenmelioration auf die physikalischen Eigenschaften von Pseudogleyen

von

T. Harrach und A. Wourtsakis *)

Seit 1958 führt die hessische Landeskulturverwaltung in größerem Umfange Meliorationsmaßnahmen zur Verbesserung von staunassen Böden durch. Der Sinn unserer Untersuchungen war es, festzustellen, welchen Einfluß die Verfahren der Unterbodenmelioration (Tieflockern und Tiefpflügen) auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens ausübten, ob sich die Ziele der Unterbodenmelioration, nämlich die Verbesserung des Wasser- und Luftaushaltes bzw. die Förderung der Durchwurzelung auch durch die Verminderung des mechanischen Bodewiderstandes, erreichen lassen.

Auf drei verschiedenen Standorten gewonnene Ergebnisse sollen wiedergegeben werden. Es handelt sich dabei um vergleichende Untersuchungen, die jeweils auf Parzellen mit und ohne Tiefenbearbeitung durchgeführt wurden.

Standort A: Gley-Pseudogley aus Hochflutlehm (tl-lt) über carbonathaltigem Sand in Heppenheim/Bergstraße (ca. 700 mm mittl. Jahresniederschlagssumme, 9,0-9,5°C mittlere Jahrestemperatur). Das Tiefpflügen erfolgte 1967 ca. 150 cm tief. Aus der Mischung von tonigem Lehm und Sand entstand eine humusarme Ackerkrume über den kaum vermischten schräg stehenden Balken von tonigem Lehm und Sand.

Standort B: Pseudogley aus Lößlehm über kiesigem Ton in Udenborn in der Niederhessischen Senke (550-660 mm und 8,0-8,5°C). Der Boden wurde vor dem Ersten Weltkrieg unter Zugabe von Scheideschlamm mit dem Dampfflug bis etwa 60 cm gewendet und bis 70-80 cm gelockert.

*) Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, 63 Giessen, Ludwigstraße, BRD.

Standort C: Pseudogley aus Lößlehm über Basalt in Bleidenrod im Vorderen Vogelsberg (700-750 mm und 7,5-8,0°C). Im Herbst 1969 wurde ein Versuch mit Tieflockerung (70 cm tief) angelegt.

Die Porositätsuntersuchungen ergaben auf dem Standort A im Vergleich zur Kontrolle vor allem eine Zunahme der Poren $> 10 \mu$ im A_p -Horizont und eine sehr große Zunahme im Unterboden, wobei die tonigen Unterbodenbalken nach wie vor dicht blieben.

Auf dem Standort B sind die Unterschiede beim Gesamtporenvolumen gering, jedoch beachtlich beim Porenanteil $> 10 \mu$. Besonders in der Tiefe von 40-70 cm weist der meliorierte Boden wesentlich mehr grobe Poren als die Kontrolle auf.

Auf dem Standort C wurde auf der Lockerungsparzelle ein erhöhtes Gesamtporenvolumen im gelockerten Unterboden nachgewiesen. Vor allem ist dies in der Verdoppelung des Grobporenanteils begründet, doch auch der Anteil der mittleren Poren (0,2 - 10μ) hat zugenommen.

Die Ergebnisse der Porositätsuntersuchungen fanden ihre Bestätigung auch durch die Luftdurchlässigkeitsmessungen nach KMOCH:

Der mechanische Bodenwiderstand, gemessen mit Flügelbohrer nach SCHAFFER und mit einer holländischen Druckmanometersonde, wurde in jedem Fall stark bis sehr stark herabgesetzt.

Infiltrationsmessungen erfolgten mit Hilfe großflächiger Doppelring-infiltrimeter. Vor allem auf dem Standort A konnte eine erhebliche Verbesserung der Wasseraufnahmefähigkeit nachgewiesen werden, wobei die Unterschiede zwischen Kontrolle und Tiefflugparzelle im Herbst nicht so groß waren wie im Frühjahr.

Gravimetrische Feuchtebestimmungen wurden mehrere Jahre hindurch laufend durchgeführt. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- a) Im Frühjahr trocknen die tiefbearbeiteten Böden schneller ab.
- b) Der Unterboden der Tiefbearbeitungsparzellen zeigt im Frühjahr höhere Wassergehalte als die Kontrolle. Auf dem Standort A handelt es sich dabei um Grundwasser und auf den anderen beiden

Standorten um Stauwasser, das sich über dem nunmehr tiefer liegenden Steukörper anesammelt, wie sich das auch durch Tensiometermessungen nachweisen ließ.

c) In Trockenperioden erfolgte die Wasserentnahme der Pflanzen in den Pseudogleyen hauptsächlich in den oberen Dezimetern, während die meliorierten Böden tiefer, nämlich bis zur Grenze der Tiefenbearbeitung, beinahe bis zum Welkepunkt ausgetrocknet wurden. Auf dem Standort A entnahmen die Pflanzen aus den tonigen Bodenbalken kaum Wasser. Auf dem Standort C war der Lockerungsabstand zu groß (150 cm). Die oben geschilderten günstigen bodenphysikalischen Änderungen beschränken sich daher auf die relativ schmalen (50-80 cm) Lockerungsgänge.

Die Ergebnisse, die noch u. a. durch Dünnschliffuntersuchungen, Redoxpotential- und O_2 -Diffusionsmessungen sowie Ernteergebnisse ergänzt werden, lassen erkennen, daß das Tiefpflügen und Tieflockern geeignete Maßnahmen darstellen, das Gefüge von Pseudogleyen zu verbessern. Es soll aber auch auf die Probleme eingegangen werden, die den Erfolg dieser Meliorationsmaßnahmen in Frage stellen können.

Der Einfluß der Tiefenbearbeitung und Tiefendüngung auf

pseudovergleyte Braunerden

von

K. Grass *)

Bei den untersuchten Böden handelt es sich um Löß-Parabraunerde-Pseudogleye, die im Ap-Horizont bis zu 15% und im Illuvialhorizont bis zu 25% Ton enthalten und unter Staunässe leiden. Sie werden als Acker genutzt und zeigen starke Ertragsschwankungen in Abhängigkeit von der Jahreswitterung.

Die Melioration dieser Böden hat zum Ziel, den Wasser- und Lufthaushalt zu regeln, den Basenfehlbetrag durch angepaßte Kalk- und Nährstoffgaben zu beseitigen, den durchwurzelbaren Raum zu vergrößern und das Gefüge zu verbessern. Die Summe dieser Wirkungen soll sich im nachhaltig gesteigerten Pflanzenertrag ausdrücken.

Die konventionelle systematische Rohrdränung zeigt gerade in extremen Fällen keine Wirkung, weil die Ursache der Staunässe - die Verdichtung - nicht beseitigt wird. Daneben stehen das Tiefpflügen, die Tiefenlockerung und die Maulwurfsdränung als Alternativen zur Verfügung. Bei Pseudogleyen ist die Tiefenlockerung die naheliegende Meliorationsmaßnahme.

Zur Untersuchung der angeschnittenen Fragen konnten seit 1966 umfangreiche Versuche in hessischen Mittelgebirgslagen auf unterschiedlich ausgeprägten pseudovergleyten Böden angelegt werden. Dabei wurden verschiedene Typen von Lockerungsgeräten eingesetzt. Die Lockerungstiefe betrug 80 cm, der Abstand der Lockerungsfurchen 0,8 bis 1,5 m. Bei einigen Versuchen wurde die Tiefenlockerung mit einer Tiefendüngung kombiniert und zwar wurden folgende Düngermengen je nach Gerät im Boden verblasen (Fa. Davids) oder tief eingestreut (Fa. Rabe):

*) Institut für Pflanzenbau, 6300 Gießen, Ludwigstr. 23, BRD.

	<u> Davids </u>	<u> Rabe </u>
Branntkalk	40 dz/ha CaO	56 dz/ha CaO
Kalkstickstoff	840 kg/ha N	295 kg/ha N
Thomasphosphat	165 kg/ha P	---

Einige Versuchsfelder sind systematisch gedränt, die Dränwirkung befriedigt aber nicht.

Nach unseren bisherigen Untersuchungen hat sich die Tiefenlockerung auf den Wasserhaushalt nur wenig ausgewirkt. Das Gesamtporenvolumen nimmt nach der durch das Gerät hervorgerufenen Vergrößerung wieder ab, was durch unsachgemäße Bodenbearbeitung noch verstärkt wird. Bei allen Versuchen bildet sich relativ rasch wieder eine neue Pflug- oder Schlepperradsole aus. Der Bodenwiderstand, mit einer Remmsonde gemessen, ist in den gelockerten Bodenschichten naturgemäß geringer, da der Bodenverband bei der Lockerung stark gestört wird. Eine Stabilisierung des gelockerten Bodens durch den eingebrachten Kalk konnte bisher nicht festgestellt werden, sie ist bei den relativ geringen Kalkmengen auch nicht zu erwarten. Bei den Varianten mit starker Oberflächenkalkung ist eine deutliche Kalkwanderung zur Tiefe hin an den ansteigenden pH-Werten nachweisbar. Das Wurzelwachstum konnte sowohl durch die Tiefenlockerung allein als auch in Kombination mit N und P in den Bodenschichten unterhalb 40 cm intensiviert werden.

Die Wirkung auf die Erträge ist nach bis zu vierjähriger Untersuchung nicht eindeutig; in einigen Jahren sind Ertragssteigerungen zu erkennen. In der folgenden Tabelle sind die Trockenmasseerträge als Mittelwerte der Düngungsstufen eines Versuchs auf Parabraunerde-Pseudogley angegeben. Sie können allgemein als Beispiel für die geringen Ausschläge gewertet werden, die in unseren Versuchen durch die Tiefenlockerung und Tiefendüngung erzielt wurden.

Erträge in dz/ha TM

Variante	Hafer	Weizen	So.-Gerste	Raps
	1967	1968	1969	1970
Kontrolle	38,9	58,5	35,2	19,4
tief gepflügt	39,8	62,2	35,0	17,8
tief gelockert	39,5	59,8	35,3	21,3
tief gelockert + CaO	41,1	57,1	36,7	20,5
tief gelockert + N	37,7	59,4	36,4	19,1
tief gelockert + P	32,9	54,3	37,3	20,1

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß mit der Tiefenlockerung und Tiefendüngung auf pseudovergleyten Böden unterschiedlicher Ausprägung einige Einflüsse in bodenphysikalischer und bodenchemischer Hinsicht erzielt werden konnten. Auch das Wurzelwachstum wurde positiv beeinflusst. Bezüglich der Ergebnisse der Ertragsmessungen sind noch keine eindeutigen Schlußfolgerungen zu ziehen, die Einflüsse der Düngung und Jahreswitterung sind größer als die der Meliorationsmaßnahmen. Obwohl bereits nach vier Versuchsjahren Tendenzen zu erkennen sind, ist der Untersuchungszeitraum für eine abschließende Beurteilung noch zu kurz.

Sward Improvement, Establishment, and Production
on a Pseudogley in North-Central Ireland

by L.M. Grubb⁺)

Problem

Fine textured and weakly structured pseudogleys form the major soil type of the drumlin belt of North Central Ireland. These consist of a weak structured organic topsoil overlying a plastic mineral subsoil. The mean annual rainfall is high (1194 mm) and air temperature is low (8-9°C). Soil and climate result in a short growing season with low potential production and give rise to physical problems of grass utilisation particularly with intensification of farming. Increasing grass production by fertilising causes a botanical change and a physical weakening of the topsoil. This results in the grazing season being physically restricted. The problems investigated were:

- (1) To determine which grass species is the highest yielding on the pseudogley.
- (2) To compare a higher yielding sward type from (1) with the indigenous pasture under grazing conditions for production and persistence.
- (3) To investigate the best method for establishing the desired type of sward.

⁺) The Agricultural Institute, Drumlin Soils Research Station, Ballinamore, Co. Leitrim, Ireland.

Methods

At Ballinamore two trials on a pseudogley were conducted simultaneously. Experiment I compared the production and persistence of different species of grass sown with Trifolium repens (New Zealand mother seed) at two levels of nitrogen (0 and greater than 180 kg N/ha).

Experiment II compared reseeded and old swards at different levels of fertility under grazing conditions. The reseeded swards were established by three different methods; A Sowing on rotavated topsoil; B Sowing on subsoil exposed after ploughing; C Surface seeding into an existing old sward which had been slightly scarified.

Facts

In experiment I under high fertility Lolium perenne (S. 23) gave the highest annual average yield for 1968 and 1969 at 11.200 kg/ha. Other species yielded from 10.900 down to 7.300 kg/ha. In 1969 after two years L. perenne (S. 23) had a sward with 99 % purity; other high yielding species varied down to 80 % purity. However with all these species there was never more than 2 % of T. repens present. Without nitrogen the content of T. repens varied from 68 % with L. perenne (Irish commercial) to 27 % with L. multiflorum. One sward had been sown with T. repens alone and had 40 % purity. This sward yielded 6.100 kg/ha without nitrogen. Persistence of sown grasses in the absence of applied nitrogen was low (less than 57 % purity) and average production varied from 3.600 to 6.400 kg/ha.

In experiment II reseeding with L. perenne (S. 23) and T. repens (N.Z. mother seed) gave an increased proportion of these species in the resultant sward irrespective of the method of reseeding used. Indigenous T. repens in the old sward varied from 15 % in the unfertilised sward to 32 % when lime, phosphate and potash had been applied. Reseeded swards had from 48 to 59 % T. repens (indigenous and sown commercial strains combined) with similar fertiliser applications. Reseeded swards in general gave earlier seasonal production and the application of nitrogen encouraged both earlier and increased overall production.

Conclusions

Experiment I shows that with high fertility L. perenne (S. 23) is one of the most productive and persistent grasses. Without nitrogen and with a good establishment of vigorous T. repens a medium level of production is achieved irrespective of the species of grass sown. L. perenne (Irish commercial) was a slight exception of this, as it allowed the best establishment of T. repens and also gave slightly above average production. The more vigorous grasses in general decreased the percentage of T. repens in a sward.

In experiment II reseeded swards gave earlier seasonal growth. Applying nitrogen caused higher production and also earlier growth. Reseeding increased the content of T. repens and L. perenne (S. 23) in all cases. The commercial strains of T. repens were more vigorous than the indigenous strains. The soils at Ballinamore impose a physical limit on production and utilisation of grass and it is suggested that only an intermediate level of

grass production is required especially in dairying which is the predominant enterprise. A good T. repens/grass sward is capable of producing this and may be established by reseeding and adequate fertilising with lime, phosphate and potash.

Surface seeding is the simplest and cheapest method of reseeding with the minimum loss in production or physical disturbance to the soil.

Einige Erfahrungen bei Melioration von Pseudogleyen

in Jugoslawien

von

*) V. Mihalić, A. Škorić, u. Z. Racz **)

Pseudogleye bedecken etwa 17% der Gesamtoberfläche Jugoslawiens. Die bestehenden Verschiedenheiten der ökologischen Faktoren fordern verschiedene Meliorationsverfahren.

In mäßig steilen Lagen, mit relativ schnellem lateralem Abfluß des überschüssigen Niederschlagswassers auf und im Boden wird vorwiegend Obstbau getrieben. Die Böden sind meist Lessivé-Pseudogleye und Pseudogleye mit kurzer feuchter Phase.

Auf schwach geneigten Hängen genügte schon eine tiefere Bodenbearbeitung. Auf diese Weise wird das Wasser-Luftverhältnis im Boden verbessert und die Durchwurzelungstiefe vergrößert. Bei entsprechender Düngung dienen diese Böden dem Obst- und Ackerbau. Die größten Flächen der Pseudogleye befinden sich auf pleistozenen älteren Flußterrassen. Bei flachem Relief und flach liegender undurchlässiger Schicht und feuchtem Klima bildeten sich oligotrophe Pseudogleye mit längerer feuchter Phase.

An Hangfüßen und in Tälern treten durch Fremdwasserandrang zeitweilig Überschwemmungen auf.

Der Schutz gegen dieses Fremdwasser wird durch Regulation der Flüsse und Bäche, wie auch durch Bau von Beetgräben (Gruppen) erreicht. Dadurch wird ein schnellerer Oberwasserabfluß des Eigenwassers durch diese Beetwölbungen, sogenannte Baulazions, (italienische Terrainsystematisierung) erzielt (Beetkultur - Marachen).

Der agrotechnische Haupteingriff ist ein tiefes Wenden des Bodens (Pflügen und Rigolen) mit dem Zweck, die Staukörper (Stauässesohle)

*) Šimunska c. 25, Zagreb, Zavod za Opću Proizvodnju Bilja, Jugoslawien,

***) Šimunska c. 25, Zagreb, Zavod za Pedologiju Poljoprivredni Fakultet

zu lockern und eine Steigerung der Wasserdurchlässigkeit zu erreichen.

In extrem flachen Lagen und besonders auf konkaven Flächen treten Übergangstypen (Untertypen) der Pseudogleye auf. Bei Pseudogleyen in Tälern sind auch Grundwassereinflüsse möglich. In solchen Fällen wendet man die Untergrundlockerungen und Rohrdränung an. Auch hier sollte man mit der Bodenbearbeitung die Durchwurzelungstiefe vergrößern. Die meliorierten Flächen dienen auch als Grünland.

Melioration der Pseudogleye in Ungarn

von P. Stefanovits^{*)}

In Westungarn herrscht bei 800 mm Niederschlag auf einer Fläche von 170 000 ha der Pseudogleye vor, dessen Melioration von großer Bedeutung ist.

Die Pseudogleye sind aus pleistozänem Lehm entstanden, der mit Löss gleichen Alters, aber carbonatfrei und tonreicher ist. So haben sich mehrere Meter dicke "Fragipan"-artige Schichten gebildet, die von der Solifunktion noch umgelagert wurden. Schon die Wasserdurchlässigkeit des Gesteines ist sehr gering, noch geringer ist die des darauf gebildeten Bodens. Das Gesamtporenvolumen beträgt 35 % wovon nur 1/3 Gravitations-Porenraum ist. Die Böden sind stark versauert (Basensättigungsgrad 10 - 15 % im A und B) und enthalten hohe Mengen an mobilem Fe und Al.

Nach BELAK ergab Tieflockerung (40 - 50 cm) einen Mehrerertrag bei Hanf von 6 % und Tieflockerung + Dränung (55 - 70 cm) einen solchen von 12 %. Bei Hafer war der Mehrerertrag 30 % bzw. 37 %, während bei Hornklee nur die Tiefenlockerung einen Mehrerertrag von 8 % ergeben hat.

Durch Kalkung (70 dt/ha) wurde in vierjährigen Versuchen bei der Futterrübe ein Mehrerertrag von 150 %, bei Weizen von etwa 10 % erzielt; andere Kulturpflanzen lagen dazwischen (BELAK). Die Wirkung verschiedener Kalkformen war ähnlich (Rübenschlamm, Zementfabrik-Flugstaub, Torfkalk, gemahlener Kalkstein). Bei Kalkung + Tieflockerung war die Ertragssteigerung noch höher. Durch 90 dt/ha CaO wurde - auch nach 3 Jahren noch - die hydrolytische Acidität im Oberboden vermindert (von 20 auf 4.5 ml 1 n NaOH) und das austauschbare Ca um 7 mval/100 g erhöht (NYIRI). Der Anteil an Mikroaggregaten stieg um etwa 10 %.

^{*)} Frankel L. 9, Budapest, Ungarn

Eine Düngung mit 7 dt/ha Kalkammonsalpeter bewirkte bei Weizen 50 % Mehrertrag, während 5 dt/ha des gleichen Düngers + 5 dt/ha Superphosphat 70 % Mehrertrag erbrachten (BELAK). In Vegetationsgefäßen mit den drei obersten 10 cm Bodenschichten eines Pseudogleys wurde durch Kalkung nirgends ein größerer Mehrertrag als 10 % erzielt, durch NPK-Düngung der Gerstenertrag jedoch verdreifacht (PUSTAI). Die Ertragsdifferenz zwischen den einzelnen Schichten wurde durch NPK auf ein Minimum reduziert. Dies ist für erodierte Flächen wichtig, weil die Steigerung der Fruchtbarkeit dieser Flächen weder mit Kalkung, noch mit Tieflockerung zu erreichen ist.

HYDROMORPHIC ALLUVIAL SOILS OF GREAT KONYA

BASIN AND THEIR PROBLEMS

I. Akalan⁺)

The Great Konya Basin which is one of the most important wheat producing areas of Turkey is located in the south west part of the Central Anatolian Plateau at an elevation approximately 1000 meters above the sea level.

Hydromorphic alluvial soils cover a considerable area in this basin.

The climate of this basin is semi arid, so natural water supply is limited for normal crop production.

Salinity, high water table and drainage are among the features making this region highly interesting for the study of agronomy and the soils.

The accumulation of soluble salts in the soil profile must be considered as a process which is determined by the groundwater conditions. Groundwater at shallow depth and with a high concentration of salts causes salinisation of the soil profile.

The present shallow groundwater table is evidently related to the low efficiencies in the conveyance and application of irrigation water. The major sources of excess water that make drainage necessary are seepage losses from the canal system and deep percolation losses from the fields which are generally over irrigated.

+) Ziraat Fakültesi, Toprak Kürsüsü, Ankara, Türkiye.

Adequate lowering of the water table is the first and basic necessity. Natural drainage may sufficiently control the water table in some of the higher lands in these areas but most of the Konya plain artificial drainage is required to prevent salinisation and water lodging and to maintain its productivity.

Since the Konya plain is a closed basin with internal drainage, the excess water collected by the drainage system can not be discharged into a stream system with an outlet to the sea. The drainage water instead has conveyed to lower lands within the area. Level depressions or other areas which may be used for this purposes have only a limited extend and capacity. The fact that Konya plain is a closed basin, must be considered limiting condition in the design of any future drainage system. Because of this condition the drainage problem in the Konya plain will have to be solved in a different manner than most drainage problems elsewhere.

THE AMELIORATION OF GLEI AND PSEUDO-GLEI SOILS

J.N. Luthin⁺)

The term gleization is a general term for the process of soil formation that leads to the development under the influence of excessive moisture of a glei horizon in the lower part of the solum. The glei horizon is a soil horizon in which the material is ordinarily a bluish-grey or olive-grey color. It is more or less sticky and compact and often is structureless. It is developed under the influence of the excessive moisture. The process is important in the development of Wiesenboden, bog and half-bog soils.

The plant-soil-water relationships of these soils becomes an important factor in the afforestation of the flysch area of the pre-alps. There are, however, important chemical reactions which take place during the formation of a glei soil. The process of gleization is not only related to soils of imperfect drainage in humid regions, but also is becoming increasingly important in arid regions where high water table conditions are maintained under irrigation agriculture. This process has led to a number of interesting and significant problems in the farming of these areas. The problems are especially important in terms of maintenance of drain lines. The problem is related to the deposition of iron and manganese oxides in the drain lines. These problems are found throughout the humid regions as well, in areas where

⁺) Dept. of Water Sci., Univ. of California,
Davis, Cal. 95 616, USA.

sulfates are present in the soil. Under some extreme conditions, the sulfate reactions result in the formation of hydrogen sulfide. Upon drainage, these soils become highly acidic with a pH between 1 and 2. If no lime is present in these soils, they are almost incapable of supporting plant growth. Hydrogen sulfide is freely present in these soils and the amelioration of these soils becomes a very difficult problem. Such soils are found in swampy areas in Puerto Rico, Holland, around San Francisco Bay, Florida, and are distributed throughout the entire world where river deltas occur. The recognition of these soils is very important for the reclamation engineer. The cost of reclaiming these soils in many instances is excessive, therefore, an early recognition of the problem can result in the savings of much money. Techniques, then, for the evaluation of these soils becomes an increasingly important problem. An additional problem is the proper management of these soils to prevent the accumulation of sulfates and their reduction of the sulfates into hydrogen sulfide or other sulfide compounds.

Some of the most interesting and difficult problems of reclamation are associated with glei soils. The subject is becoming of increasing importance with the reclamation of swamp lands.

CAN THE PHYSICAL PROPERTIES OF A PSEUDOGLEY
BE IMPROVED BY ALFALFA CULTIVATION?

Ir. Staicu, I. Borceanu⁺)

It is well known that alfalfa has a deep root system (up to 8 m in loessial soils) which may be useful for improving the physical properties of pseudogleys.

A three years experiment was conducted (1968-1970) on a Brown Podzolic (Lessivé) Pseudogley in western Romania. The profile consists of a silty sandy loam A₁ and A₂ (0-38 cm), a clay loam A₂B (38-56 cm), a clay B₁ and B₂ (56-98 cm) and a clay loam in the subsequent horizons (98-126 cm). The pH_{KCl} was 4,51 (A₁), 4,21 (A₂), 4,0 (A₂B), 4,18 (B₁), 5,05 (B₂) and 5,70 (98-126 cm).

Main plots: Plowed at 18-20 cm and 38-40 cm; unlimed, limed to 75 and 150 % of the hydrolytical acidity (Ah); no fertilizers, N₆₄, N₆₄P₄₈, N₆₄P₄₈K₄₀, 20 t/ha manure and 20 t/ha manure + N₆₄P₄₈K₄₀.

At the same time 18 monoliths (6 per year) of soil with the same treatments as in field experiment cultivated with alfalfa were separated for roots examination.

In the unlimed plot the alfalfa disappeared after one year cultivation. The roots of alfalfa extended in the

⁺) Bukarest, Inst.Agron. "N.Balcescu", Bd.Marasti 59, Rumänien.

first year down to 50 cm, in the following two years down to 100 cm deep. The proportion of roots in the 0-30 cm layer in percentage of weight decreased each year (91,3-92,4 % in 1968, 81,4-87,5 % in 1970) but increased in the layer of 50-100 cm (6,1-10,1 % in 1969, 9,5-13,5 % in 1970).

The yield (mean of 3 years) ranged between 10,173 kg/ha dry matter (deep plowing + lime + NPK + manure) and 879 kg/ha dry matter (one year) (no treatments).

The respective yields obtained on the soil monoliths was 8150 kg/ha and 728 kg/ha.

The infiltration rate increased in all soil horizons after three years of alfalfa cultivation. At the depth of 38-43 cm the infiltration rate was 9×10^{-5} cm/sec where fertilizers, manure and lime to 150 % of the hydrolytical acidity were applied, and 5×10^{-5} cm/sec where no lime, fertilizers and manure were applied. At the next depth (71-76 cm) the infiltration rate was 5×10^{-5} cm/sec and 3×10^{-5} cm/sec respectively with the same treatments as above.

A Soil Mixing Reclamation Technique on
a Pseudogley in North-Central Ireland

by J. Mulqueen⁺

Problem

The pseudogleys at Ballinamore are stratified into essentially two layers, a topsoil (the A₁ horizon) with a mean depth of about 10 cm and a subsoil (the A₂, B and C horizons) of great depth compared with the topsoil. The topsoil has an organic matter (OM) content of 13.7 % while the subsoil has an OM content of 1.5 %. The topsoil has a high porosity (67 %), a low bulk density (0.75 gm/cc) and a low shear strength and bearing capacity. The subsoil is dense (1.2 gm/cc) with 53 % pore space and has higher shear strength. Most of the nutrient content is in the topsoil; the N and P contents of the soil decline from 0.84 % and 790 ppm in the surface 0-3 cm to 0.10 % and 190 ppm respectively in the 15-20 cm layer. The texture of the soil is uniform with a composition of 10 % coarse sand, 10 % fine sand, 40 % silt and 40 % clay. About 70 % of the soil is quartz and most of the remainder is montmorillonite. About 30 % of the clay size fraction is SiO₂. The topsoil has a fine crumb structure while the subsoil is

⁺) The Agricultural Institute, Ballinamore, Co. Leitrim, Ireland.

structureless and inert. The hydraulic conductivity is about 1 cm/day. The % H₂O of the topsoil and subsoil at pF 2 is slightly higher than the lower plastic limit. The subsoil is always plastic. During wet weather there is a problem of puddling and poaching of the weak topsoil by grazing livestock. The objective was to develop a technique to dilute the weak organic topsoil with subsoil by mixing to reduce poaching.

Method

Soil mixing had already been achieved in a field which had been through a tillage rotation and was sown to a ley in 1962. Sampling in 1967 had shown that the bulk density had been increased by 58 % from 0.4 gm/cc to 0.63 gm/cc in the surface 0-3 cm and by 27 % from 0.75 gm/cc to 0.95 gm/cc in the surface 0-10 cm. This field was very resistant to poaching. The structure was a crumb structure and non plastic to a depth of about 23 cm. The plastic and liquid limit was 64 and 106 % H₂O in the 0-8 cm layer compared with 91 and 112 % in the undisturbed state. A vigorous grass clover sward had developed on the reseeded ground. The objective was therefore to achieve this result without going through an uneconomic tillage rotation. Two techniques of ploughing were investigated, ploughing to about 23 cm in one stage and ploughing to 23 cm in three stages. Two methods of cultivation were also tested, rotavation and disc harrowing. Cultivation was only carried out after a drying-rewetting cycle which caused the plastic subsoil to dry to a hard clod and then slake. Freezing is rare and of little benefit.

Facts

The ploughing to 23 cm in one stage produced a sod which underwent a drying rewetting cycle only about 2 cm in from the surface. The remainder of the subsoil remained plastic and could not be successfully incorporated with the topsoil. Rotavation and discing were unable to pulverise the plough sod. Some of the topsoil was buried at the bottom of the furrow and was lost. The net result was that a surface layer very high in subsoil was developed. Such a system was shown to substantially reduce grass yields in experiments running concurrently.

The alternate method consisted of ploughing to about 15 cm. After a drying-rewetting cycle the ploughed soil was thoroughly pulverised by a rotavator. The 2nd and 3rd ploughings each brought up about 4 cm of subsoil both of which were incorporated by rotavator after a drying rewetting cycle. The discing was unsatisfactory because too many discings were required and stones destroyed the sharp edge of the discs. Frequent traffic and blunt discs tended to repack. The mixed soil was then sown with 15 kg/ha perennial ryegrass and 2 kg/ha white clover. This was lightly harrowed in and rolled. Production was low in the first year after sowing but a good sward has now developed in the 2nd year.

Conclusions

Satisfactory mixing was achieved by Method II i.e. by three ploughings. Rotavation was the best method for pulverisation. Two ploughings may suffice. The drying rewetting cycle was essential for incorporation of the subsoil. The process is time consuming and its economics have not yet been evaluated.

Amélioration des sols à pseudogley du Sud de la Roumanie
par des façons d'ameublissement profond.

par C.Nicolae, C.I.Florescu et C.Stanescu ^{x)}

Importance du problème

Dans la partie sud des Carpates méridionales se trouve une grande superficie de sols à pseudogley (environ 1 million ha) qui ont une fertilité naturelle réduite, due à l'insuffisance de l'approvisionnement en éléments nutritifs solubles et au régime hydrique non-correspondant. Ce dernier facteur est dû à la teneur élevée en argile, au relief plan, souvent dépressionnaire et au régime pluviométrique réparti improprement au cours de l'année: pendant la saison froide on enregistre des excès temporaires d'humidité et vers la fin de l'été et de l'automne, la sécheresse dessèche les plantes. C'est pourquoi les récoltes sont incertaines et les engrais seuls ne peuvent pas corriger ces déficiences.

Pour améliorer ces sols, on doit élaborer des méthodes pour évacuer l'excès d'humidité d'hiver - printemps, pour emmagasiner dans le sol la quantité d'eau nécessaire pour les périodes de sécheresse et pour assurer la pénétration des racines des plantes à une grande profondeur dans le sol. On réalise tout ceci, en grande partie, par le travail profond du sol.

Méthodes utilisées

En 1958-1970 on a expérimenté plusieurs méthodes de travail profond du sol, en assolement maïs - blé et maïs - blé - trèfle. On a travaillé sur 2 types de sol: a) sol podzolique

x) Inst.Agron. "N.Balcescu", Bd. Mărăști 59, Bukarest,
Rumänien

à pseudogley et b) Smolnitza.

Le premier sol contient 27% argile et le second 46% argile dans l'horizon arable. Dans le reste du profil la teneur en argile dépasse chez les sols 55%.

Au début de chaque cycle expérimental (de 2 à 3 années) on a exécuté les façons: labour à la profondeur de 20, 30, 40, 50 cm avec renversement du sillon; hersage double à la profondeur de 12 à 15 cm (sans labour); ameublissement profond du sol à la profondeur de 55 cm, en bandes, espacées à 70 à 140 cm, complété par labour normal ou hersage, à la profondeur de 12 à 15 cm.

Les années suivantes, toutes les variantes ont reçu comme façon de base un labour, à la profondeur de 20 cm. Comme engrais on a utilisé les doses $N_{100}P_{70}$ pour le blé et le maïs et $N_{50}P_{70}$ pour le trèfle. La technologie utilisée pour chaque culture a été celle habituelle en conditions de production. On a effectué des analyses en ce qui concerne l'humidité et on a mesuré le poids volumétrique, la résistance à la pénétration et de développement du système racinaire.

Résultats obtenus

1. Les labours normaux (20 cm) et le hersage ont causé la stagnation de l'eau à la surface et l'envahissement du terrain par les mauvaises herbes, fait qui a déterminé de faibles rendements.
2. Les labours profonds (40 à 50 cm) avec le renversement du sillon ont donné des rendements plus élevés que le témoin; les années sèches un gain de 14,9 q/ha) et plus petites que le témoin) les années pluvieuses (différence en rendements - 5,8 q/ha).
3. L'ameublissement profond du sol, en bandes, sans renversement du sillon, a réalisé des gains de récolte toutes les années (6,3 q/ha chez le maïs, 7,3 q/ha chez le blé et 31,7q/ha chez le trèfle sur le podzol à pseudogley et 17,3 q/ha chez blé et 13,2 q/ha chez le maïs sur smolnitza.)
4. L'ameublissement profond, en bandes, complété par le labour, a été supérieur à celui appliqué à la place du labour - hersage (différence de récolte 5,3 q/ha chez le blé).

Explications

Sur les sols respectifs les travaux profonds avec renversement du sillon amènent à la surface Al^{+++} , Fe^{++} , Mn^{++} et argile, qui aggravent les propriétés physiques et chimiques du sol. De même, les années à printemps pluvieux l'excès d'humidité est transféré de la surface vers la profondeur ce qui retarde la végétation et les façons culturales.

Dans le cas d'un ameublissement profond, en bandes, on élimine ces inconvénients. Les racines des plantes se développent en profondeur (leur poids a augmenté de 5,4 à 6,9 q/ha). Une quantité suffisante d'eau est emmagasinée dans le sol pour les périodes de sécheresse. Les années où la somme des précipitations de certaines époques dépasse 200 à 250 mm, il se crée aussi, dans ce cas, un excès d'humidité, dans les microdépressions.

Conclusions

L'ameublissement partiel, en bandes, profond, pour les sols à pseudogley du Sud de la Roumanie est une méthode de perspective qui contribue à combattre la sécheresse et à réduire partiellement l'excès temporaire d'humidité.

Untersuchungen über die Melioration von pseudovergleyten
Parabraunerden und Pelosolen durch Dränung, Maulwurf-
dränung, Tieflockern und Tiefpflügen

von

W. Zwicker *)

Bei Jahresniederschlägen von über 700 mm wurden diese wechselfeuchten Böden in Nordwürttemberg bisher in der Hauptsache durch Dränungen entwässert, um sie einer besseren landwirtschaftlichen Nutzung zugänglich zu machen. Es werden hier jährlich etwa 2 000 ha systematisch gedränt. Durch Feldversuche soll nunmehr geprüft werden, ob der Meliorationserfolg auf diesen Verwitterungsböden des Unteren Keupers mittels der Unterbodenlockerung verbessert werden kann.

Auf einer Gesamtfläche von 15 ha, wovon je etwa die Hälfte auf Parabraunerden und Pelosolen entfällt, werden mit finanzieller Unterstützung des Bundesministers für Ernährung und des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Baden-Württemberg 1969 verschiedene Meliorationsversuche eingerichtet und zwar mit folgenden Versuchsgliedern:

Systematische Dränung mit einem Dränabstand von 8 und 24 m Maulwurfdränung (e = 2,5 m) und unverfüllten Abfangdränsträngen (e = 24 m) Tiefanlockerung (0,70 - 0,90 m tief, e = 0,70 - 0,80 m) mit und ohne Bedarfsdräne im Abstand von 24 - 40 m .

Tiefpflügen (0,75 - 0,90 m tief) mit und ohne Bedarfsdräne im Abstand von 24 - 40 m.

Die Versuchsdeuer beträgt etwa 10 Jahre. Im Rahmen der Exkursion Südwestdeutschland ist eine Besichtigung der Versuchsanlagen vorgesehen.

*) Regierungspräsidium Nordwürttemberg,
7000 Stuttgart-N., Heidehofstr. 9, BRD.

Die technische Durchführung der Tieflockerungs-Maßnahmen hat gezeigt, daß die heute auf dem Markt befindlichen Geräte für großflächige Lockerung dieser schwer bearbeitbaren Böden noch nicht stabil genug sind. Zudem weist der Boden den für die Auflockerung erforderlichen niederen Bodenwassergehalt nur selten, - oft jahrelang nicht - auf. Ein weiteres Problem ist bei den stark zum Quellen und Schrumpfen neigenden Böden die Erhaltung des Lockerungserfolges.

Im 1. Meßjahr von November 1969 bis Oktober 1970 hat sich bei Niederschlägen, die weit über dem langjährigen Mittel lagen, eindeutig die unterschiedliche Entwässerungswirkung der verschiedenen Maßnahmen gezeigt. So stieg nach größeren Niederschlägen der Abfluß aus der Maulwurfparzelle schnell auf den höchsten Wert an, fiel schon nach wenigen Stunden wieder stark ab und war in der Gesamtmenge etwa gleich dem aus der Dränparzelle. Aus der Tieflockerungsparzelle war der Abfluß nahezu nur halb so groß, dauerte jedoch länger an.

Obwohl nach längerem Sommerregen aus allen Parzellen Abflüsse registriert werden, betragen diese in der Vegetationszeit nur wenige Prozent des Niederschlags und bleiben gegenüber der Verdunstung unbedeutend.

Bei den Ernteerträgen auf Pelosol (Sommergerste) fiel nur die 0 - Parzelle etwas ab, eine kürzere Trockenzeit überstanden dort die Tieflockerungs- und Maulwurfparzelle am besten. Auf pseudovergleyter Parabraunerde wies der Körnermais der Tiefpflügerparzelle das beste Wachstum auf.

Ein-, zwei- und dreistufige Meliorationen von Pseudogleyen

von

G. Schmid, M. Schuch, A. Süß, G. Schurmann, B. Danceu,
J. Bauchhenß und H. Borchert *)

Pseudogleye sind in der Regel sauer, verdichtet und staunass. Eine einstufige Melioration konventioneller Prägung mit Dränabständen von durchschnittlich 10 m hat auf ihnen in der Vergangenheit meist nicht zum vollen Erfolg geführt. Er kann auf die Dauer nur dann gesichert werden, wenn aus Meliorationskalkung, Untergrundlockerung und Dränung bestehende dreistufige Meliorationen eingesetzt werden.

Die Nutzenanwendung aus diesen Erfahrungen führte 1967 und 1968 zur Anlage von 2 Landeskulturversuchen auf der Grundlage einstufiger Meliorationen (Meliorationskalkung), zweistufiger Meliorationen (Meliorationskalkung + Untergrundlockerung) und dreistufiger Meliorationen (Meliorationskalkung + Untergrundlockerung + Dränung). Dabei wird die konventionelle Dränung mit 10 m Dränabstand als einstufige Melioration, Dränabständen von 20, 40, 60 und 80 m in Kombination mit Kiesfilter-Drängrabenverfüllung, Untergrundlockerung und Meliorationskalkung gegenübergestellt.

Die Ertragsermittlungen nach 2 - 3-jähriger Versuchsdauer ergaben, daß die kapitalextensiveren dreistufigen Meliorationen mit weiten Dränabständen der kapitalintensiven Dränung mit engen Dränabständen in der Gesamttendenz bisher überlegen sind.

Die Maximalabflüsse der verschiedenen Versuchsglieder liegen bei etwa 9 bis 12 l/s ha. Überschüssiges und damit pflanzenschädliches

*) Bayr. Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und -schutz,
8 München 38, Postfach, BRD.

Bodenwasser wird daher auf allen Versuchsgliedern annähernd gleich schnell abgeführt. Die Differenz Niederschlag - Abfluß (N - A) liegt bei zunehmenden Dränabständen in Kombination mit Lockerung teilweise beträchtlich höher und somit auch die Speicherkapazität des Bodens. Damit steht auch in Trockenzeiten ausreichend pflanzenverfügbares Wasser bereit.

Die Bodenfeuchte lag auf den gekalkten Parzellen im Mittel unter der der ungekalkten Parzellen. Auf gekalkten Parzellen drangen die Niederschläge schneller ein. Die Parzellen mit unterschiedlichen Dränabständen zeigten hierin keine signifikanten Unterschiede. Abgesehen von kurzzeitigen, witterungsbedingten Schwankungen konnte mit Hilfe der Sonde kein gesicherter Einfluß der Meliorationsmaßnahmen auf die Bodendichte nachgewiesen werden.

Der Einfluß der durchgeführten Meliorationen auf die physikalischen Eigenschaften wie Porengrößenanteile, Wasserpermeabilität, Grobstruktur und Aggregatstabilität ist im Untersuchungszeitraum von 3 Jahren relativ gering. Das Ausmaß und die Nachhaltigkeit der physikalischen Gefügeverbesserung ergab eine begrenzte Abhängigkeit von Ton- und Schluffgehalt des Bodens.

Unter den Ackerunkräutern wurde nicht nur die Anzahl der staunässe- und säureanzeigenden Arten, sondern auch deren Individuenzahl durch die Meliorationsmaßnahmen dezimiert.

Eine Auswertung der Collembolen- und Oribatidenarten ergab, daß die Meliorationsmaßnahmen zur Differenzierung der Bodentiere hinsichtlich Artverteilung, Individuendichte und Besiedlungsdichte geführt hat. Die Artenzusammensetzung der Vegetation und Bodenfauna der Meliorationsflächen wurde insgesamt qualitativ und quantitativ beeinflusst.

Nutzung und Melioration solonetzartigerKnick-Brackmarschböden

von

W. Müller und H. Voigt *)

Knick-Brackmarschböden sind in ihrer Horizontfolge gekennzeichnet durch ein SwAh-Sd-(Go-)Gr-Profil. Aus dieser Horizontfolge ist ableitbar, daß ein derartiger Boden aus einem dichten, wasserundurchlässigen Profilabschnitt (Sd) und einem grundwasserbeeinflußten Profilabschnitt (Go/Gr) besteht.

Die Bodeneigenschaften von Knick-Brackmarschen werden überwiegend von dem Sd-Horizont bestimmt. Dieser weist solonetzartige Merkmale auf, wie hohe Anteile sorbierter Mg-Ionen bzw. niedrige Ca/Mg-Quotienten und erhöhte Anteile sorbierter Na-Ionen. Das Gefüge ist grobprismatisch bis säulig mit geschlossener Lagerungsart und festem Zusammenhalt. Die solonetzartige Kationenbelegung bedingt eine geringe Gefügestabilität infolge starker Dispergierungsneigung. Der "Knick"-Horizont besitzt eine hohe Lagerungsdichte ($L_d > 1,75 \text{ g/cm}^3$), eine geringe nutzbare Feldkapazität ($< 120 \text{ l/m}^3$), sehr geringe Anteile von Poren $> 50 \mu$ ($< 4\%$) und eine sehr schlechte Durchlässigkeit ($< 6 \text{ cm/Tag}$, meist $< 1 \text{ cm/Tag}$). Er ist stets kalkfrei und hat nur geringe Anteile an organischer Substanz (meist $< 2\%$), vor allem keine groben pflanzlichen Bestandteile. Die Tongehalte können stark variieren und liegen meist zwischen 17 und 60%.

Die Eigenschaften der Knick-Böden führen unter dem feuchten Küstenklima zu starker Staunässe und Humusanreicherung in der Krume ($> 10\%$, oft $> 15\%$ org. Substanz), die eine geringe Trittfestigkeit der Grasnarbe bedingen. Diese Eigenschaften schränken die Ertragsfähigkeit bei Grünlandnutzung ein und schließen die Ackernutzung praktisch aus.

*) Niedersächs. Landesamt für Bodenforschung, 3000 Hannover-Buchholz, Postfach 54, BRD.

Solche Böden grundlegend zu verbessern ist sehr schwierig, weil eine nachhaltige Veränderung der physikalischen Eigenschaften wahrscheinlich nur durch hohe Aufwendungen zur Veränderung der chemischen Eigenschaften zu erreichen ist.

Folgende Meliorationsversuche sind den Autoren bisher bekannt geworden:

1. Tiefe Grundwasserhaltung und Aufbringung kalkreicher Wurtenerde: Trotz z. T. sehr tiefer Entwässerung seit mehr als 200 Jahren und Aufbringung bis zu 60 cm kalkreicher Wurtenerde konnten keine Veränderungen der chemischen (Kationenbelegung) und physikalischen (Gefüge) Knick-Eigenschaften festgestellt werden.
2. Blausandmelioration, Meliorationskalkungen: Verbesserungen der Knickschichten wurden nicht beobachtet. Durch die Kalkanreicherung trat eine Erhöhung der Durchtrittigkeit bei Weidenutzung auf.
3. Tiefumbruch mit Einbringung starker Kalk- und z. T. Kaligaben: Insgesamt ergaben sich keine Bodenverbesserungen, die den hohen Aufwand rechtfertigen konnten.
4. Tieflockerung (40 bis maximal 60 cm u. GOF): Derartige Versuche, die Anfang der 40er Jahre in großem Umfang angestellt wurden, blieben ohne nachhaltigen Erfolg.
5. Dränung: Bisherige Versuche zeigen, daß zwar das unter der Knickschicht anstehende Grundwasser abgeführt werden kann, ohne daß jedoch die Staunässe beseitigt wird, die die Ursache der ungünstigen Bewirtschaftungseigenschaften der Knick-Brackmarsch ist. Vor allem kann eine Ackerfähigkeit nicht erreicht werden. 5-jährige Ertragsversuche auf dem KfK-Versuchsfeld Nüttermoor ergaben einen Durchschnittsertrag von 25 dz/ha Getreide. Ein solcher Ertrag ist völlig unrentabel erwirtschaftet, da er zur Deckung der Unkosten nicht ausreicht.

Die Konsequenzen dieser Ergebnisse sind, daß sich kostspielige Meliorationsmaßnahmen von Knickböden nicht lohnen. Der Vorflutausbau auf Dräntiefe in größeren Gebieten bringt für die als Grünland genutzte Knick-Brackmarsch keine Verbesserungen, so daß die Umlage erhöhter Entwässerungskosten auf diese Böden nicht gerechtfertigt erscheint.

Auswirkung technologischer Varianten auf die Dränfunktion
in grundwasservernäßten Marschböden

von

H. Baumann *)

1. Problemstellung

In der Marsch angelegte Dränversuche sollen den wissenschaftlich bedeutsamen Fragenkomplex klären helfen, ob und inwieweit die Dränfunktion unter den natürlichen Bedingungen des Feldes von der nach hydraulischen Gesetzmäßigkeiten erwarteten Dränfunktion abweicht.

Bei unseren Dränversuchen wird außerdem nach der Lösung praktisch bedeutsamer Fragen gesucht. Es wird z. B. geprüft, wie weit sich Dränabstand, Dräntiefe, unterschiedliche Rohrmaterialien, unterschiedlicher Verlegezeitpunkt auf den durch Piezometermessungen erfaßten Grundwassergang und Abflüsse auswirkt. Auf die Ermittlungen des landwirtschaftlichen Ertrages wird zunächst verzichtet.

2. Methode

Zur systematischen Auswertung der Beobachtungen des Abflusses und des Grundwasserganges müssen bestimmte Bedingungen bei der Anlage der Feldversuche als Voraussetzung für eine statistische Auswertung eingehalten werden.

1. Von jedem Dränstreng muß der Abfluß gemessen werden können, Einzelausmündungen in Gräben oder Ausmündung zu dritt in Schächten ist deshalb notwendig.
2. Die Prüfnummern treten in mehrfacher, möglichst vierfacher Wiederholung auf. Jeder Versuch dient nur der Prüfung einer Versuchsfrage.

*) Institut für Wasserwirtschaft und Meliorationswesen
23 Kiel, Neue Universität, Geb. C 1, PRD.

3. Zur Einschränkung der Randwirkungen werden meistens Gruppen von drei gleichartigen Strängen gelegt.

Registrierende Messungen werden nur an einzelnen Strängen durchgeführt. Die alle Stränge erfassenden Handmessungen stellen Stichproben aus den Grundwasserstands- oder Abflußganglinien dar. Bei Vorliegen einer genügenden Anzahl von Stichproben können die einzelnen Varianten so weit quantitativ charakterisiert werden, daß der Vergleich mit anderen möglich ist.

3. Schlußfolgerungen

Wir haben aus den von uns beobachteten, fast ebenen Marschstandorten fast immer feststellen müssen, daß der Abfluß auch aus gleichartig verlegten Strängen ganz erhebliche Unterschiede aufweist. Daraus muß auf erhebliche Unterschiede des Wassereintritts entlang der einzelnen Stränge geschlossen werden. Sie sind sicher nur zum geringen Teil durch Gefällfehler und die Art der Eintrittsöffnungen und des Material verursacht. Wie wir teilweise in Modellversuchen sichtbar machen konnten, ist der unterschiedliche Wassereintritt durch Wechsel der Bodendurchlässigkeit, wechselnde Verdichtungen im Verfüllboden, Dichtsetzen und Wiederfreierwerden der Schlitze und Öffnungen verursacht. Es ist schwierig, die einzelnen Teilwirkungen im Einzelfall voneinander zu trennen; ihre Gesamtwirkung spiegelt sich in dem Abfluß wieder. Bemühungen, die Teilwirkungen durch Piezometermessungen an und zwischen den Strängen zu erfassen, sind im Gange. Die ersten Beobachtungen lassen erkennen, daß die Widerstände im Einströmungsbereich meist auf kurze Entfernungen wechseln. Die Unterschiede in der Dränfunktion sind so groß, daß der Einfluß von Versuchsvarianten nur nachweisbar ist, wenn ausreichend Wiederholungen vorhanden sind.

Unterschiede in der Dränfunktion waren in einem Versuch mit 10, 13 und 16 m Strangentfernung nur zwischen 10 und 16 m nachzuweisen. In zwei künstlich entwässerten Moorpoldern angelegte Dränversuche mit unterschiedlicher Dränlage (90 und 1,20 unter Flur) haben keine eindeutige Überlegenheit der tiefen Dränlage bei gleicher Strangentfernung gezeigt. Bis Mitte Mai waren die Unterschiede im Grundwasserstand in Beetmitte nicht signifikant unterschiedlich; erst Ende Mai und

im Juni, bei stark abgesunkenen Grundwasserständen, werden die Unterschiede deutlich. Bei verschiedenen, z. T. mit Filter eingebauten Rohrmaterialien wurde die Frage der Einschlammung des schluffigen Seemarschbodens in die Dräns geprüft. Stichproben nach 2 Jahren zeigten ebenso wie Ausspülungen nach 6 Jahren, daß die größten Einschlammungen in Tonrohren auch mit Filterüberdeckung eingetreten waren. Von den Kunststoffrohren zeigte das glaswollummantelte Rillenrohr das günstigste Ergebnis.

Einflüsse des Rohrmaterials auf die Dränfunktion ließen sich nicht nachweisen. Im Hauke-Heien-Koog zeigen glatte PVC-Rohre mit starken Wandungen und Querschlitzung noch nach 8 Jahren den gleichen Abfluß wie Tonrohre. Neuerdings sind Versuche zur Anlage gekommen, mit denen es möglich ist, die verbesserten Tonrohre (Wellenschnitt, Rillenrohre) mit PVC-Rohren zu vergleichen.

Influence de diverses modalités d'assainissement sur la reprise et la croissance initiale d'espèces résineuses sur Pseudogley

par G. Levy^{x)}

A - Introduction

D'assez grandes superficies forestières de l'Est de la France se trouvent sur des sols à hydromorphie temporaire. Lorsque cette hydromorphie est accentuée et remonte jusqu'à proximité de la surface, la forêt naturelle (taillis ou taillis sousfutaie à base de Chêne pédonculé) a une production très faible.

Les deux essais dont nous rendons compte sont destinés à tester sur ces sols les potentialités de diverses essences résineuses soumises à différentes modalités d'assainissement.

B - Méthodes

L'un de ces sols, situé en forêt communale d'Essegney (Vosges) est un pseudogley typique, à horizon Bg débutant vers -45 cm, formé sur des alluvions quaternaires de la Moselle, recouvertes en surface de limons.

Le deuxième, situé en forêt communale d'Evau-et-Ménil (Vosges), est un pélosol-pseudogley formé sur marnes du Keuper recouvertes d'une très mince couche de limons. La texture fortement argileuse de la marne apparaît dès -25 cm.

Il y a quatre modalités d'assainissement: fossés à écartement de 10, 20 et 40 m, et billons.

Cinq espèces ont été plantées à Essegney: l'Epicéa commun (Picea excelsa), le Douglas (Pseudotsuga douglasii), le ké-

^{x)} C.N.R.F., Nancy, Frankreich

lèze d'Europe (Larix europaea), le Pin Weymouth (Pinus strobus) et le Chamaecyparis (Chamaecyparis lawsoniana). Seules les trois premières ont été introduites à Evaux.

Il s'agit d'expériences en bloc à 4 répétitions. Il n'y a pas de véritables témoins sans assainissement. Cependant, les mesures piézométriques ont montré que les lignes de plants situées le plus loin des fossés, dans les 40 m, pouvaient être grossièrement considérées comme des témoins.

C - Résultats

Il s'agit de résultats très provisoires, obtenus seulement après les deux premières années de plantation.

Nous n'indiquerons que les résultats observés à l'automne 1970, ceux de 1969 (1ère année de plantation) présentant beaucoup moins d'intérêt.

I - Essegney

Pour l'Épicéa, le Douglas et le Mélèze, il y a une forte différence (significative à 1^o/o) de pousse entre les 10 m et les 40 m d'une part, les 20 m et les 40 m d'autre part. Pour les deux autres essences, le test général F de Fisher n'est pas significatif. La mortalité depuis la plantation a été faible (< 7^o/o) sur toutes les modalités de fossés pour l'Épicéa et le Weymouth. Pour le Mélèze et le Douglas, faible sur les 10 et 20 m, elle a été plus élevée sur les 40 m (12 à 18^o/o). Quant au Chamaecyparis, contrairement aux autres essences, c'est très nettement sur billons que la mortalité a été la plus faible (11^o/o).

II- Evaux-et-Ménil

Pour la pousse 1970, le test F est significatif pour le Douglas; c'est sur billons que la croissance est la meilleure; il y a une différence significative entre billons et chacune des modalités fossés.

Pour le Mélèze, le test F n'est pas significatif; pourtant la pousse sur billons est assez nettement supérieure à celle des autres modalités.

Pour l'Épicéa, le test F n'est pas significatif.

La mortalité est faible chez l'Épicéa pour toutes les modalités (maximum 5,8^o/o) et moyenne chez le Mélèze

(maxima dans les 40 m: 12 %, minima sur billons: 8 %). Chez le Douglas, elle est forte pour les fossés, surtout dans les 40 m (40 %), faible sur billons (6,3 %).

D - Conclusions

D'après les résultats très provisoires énumérés ci-dessus, on peut affirmer que:

- le Pin Weymouth ne semble pas souffrir du tout jusqu'à présent de l'hydromorphie (dans les conditions écologiques d'Essegney);
- pour les deux premières années, tant au point de vue pousse que taux de reprise, les fossés sont intéressants pour l'Epicéa, le Douglas et le Mélèze à Essegney. Un écartement de 20 m semble suffisant pour le moment;
- pour le Chamaecyparis, seuls les billons semblent relativement satisfaisants à Essegney;
- à Eaux, où le "plancher" du pseudogley est plus superficiel qu'à Essegney, ce sont les billons qui donnent de loin les meilleurs résultats pour le Douglas. Il en sera peut-être de même à l'avenir pour le Mélèze. Quant à l'Epicéa, sa pousse encore faible n'a pas permis aux différents traitements de différencier nettement leurs effets.
- La valeur absolue de la pousse des diverses essences est tout à fait satisfaisante pour une 2e année de plantation (du moins pour les meilleures modalités).

E X K U R S I O N A

Zweitages-Exkursion in Nordwürttemberg

Thema: Stau- und Grundwasserböden aus mesozoischem Tongestein
mit und ohne pleistozäne Lößdecke und deren Melioration

Zeitplan: 6./7. IX. 71. Abfahrt in Hohenheim jeweils 8.00 Uhr,
12./13. IX. 71
Übernachtung in Rothenburg o.T., Ankunft in Hohenheim
18.30 Uhr.

Kurze Routenbeschreibung:

Die Exkursion führt durch Teile des südwestdeutschen Schichtstufenlandes, das hier aus Gesteinen des Muschelkalk, Keuper und Jura aufgebaut und teilweise mit Löß bedeckt ist.

Auf dem Wege nach Norden Richtung Heilbronn werden Ausläufer des bewaldeten Keuperberglandes, fruchtbare Gäuflächen mit intensiver Ackernutzung und tief eingeschnittene Täler mit starkem Weinbau des klimatisch begünstigten Neckarlandes gequert. Bei Winzerhäusern werden Parabraunerden aus tiefgründigem Löß demonstriert, wobei neben der Genese insbesondere Laub- und Nadelholznutzung einander gegenüber gestellt werden sollen.

Bei Gundelsheim folgt ein carbonatreicher Quellgley aus Löß, eine Hangwasserbildung infolge tonreicher Unterlage. Die Route führt dann nach Osten in Richtung Öhringen - Langenburg, wobei kühlfeuchtes Klima und Ausdünnen der Lößdecken die Entwicklung von Stauwasserböden zunehmend begünstigt haben.

Im Harthäuser Wald werden Pseudogleye aus Löß über Keuperton unter verschiedener Waldnutzung gezeigt. Anschließend ist an einem Meliorationsversuch die Wirkung von Dränung, Tieflockerung und Tiefwendung insbesondere auf Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt dieser Böden zu sehen.

Der zweite Tag beginnt mit einer Besichtigung Rothenburgs.

Es folgt die Demonstration eines Meliorationsversuches an staunassen Pelosolen aus Keupertonen, wobei auch die Wirkung einer Maulwurfsdränung gezeigt wird.

Die Exkursion führt dann nach Süden in Richtung Crailsheim - Ellwangen - Göppingen. Bei Jagstheim werden Anmoorgleye (Sumpftone) aus Gipskeuper-Mergeln gezeigt, und schließlich bei Göppingen Pseudogley - Pelosole aus Braunjura - Tonen demonstriert und zwar insbesondere deren Wasser-, Luft- und Nährstoffdynamik unter Buche und Fichte.

Nach einer Fahrt durchs Albvorland wird dann Hohenheim wieder erreicht.

EXCURSION A

A two days excursion through North-Württemberg

Subject: Soils influenced by impeded drainage or ground water, consisting of mesozoic clay, covered with loess or not, and how to ameliorate them.

Dates: 6./7.IX.71 and 12./13.IX.71; departure from Hohenheim each time at 8.00 a.m., accommodation in Rothenburg o.T., arrival at Hohenheim 6.30 p.m.

Abbreviated description of the route:

The excursion crosses parts of the landscape of cuervas in South-West-Germany; the cuervas here are constructed of Muschelkalk, Keuper, and Jura, partly covered with loess. On the way to the North, towards Heilbronn, the excursion crosses the spurs of woody mountains in the Keuper, fertile plains with intensive agriculture, and deep-set valleys, where the soft climate of the Neckar region permits an extensive viticulture.

Near Winzershausen you will see Parabraunerden of a deeply developed loess. This will be an occasion to discuss the genesis of such a soil, especially concerning the differences between utilisation for broadleaf trees and conifers.

After that, near Gundelsheim, a loamy well-gley, rich in carbonates, is showed, which results of an impeded drainage at the slope because of a clayey subsoil.

The route turns off to the East, towards Öhringen-Langenburg, where a cool-wet climate and disappearing loess have caused an increasing development of soils with impeded drainage.

In the Harthäuser Wald you will see Pseudogleys of loess on Keuper-clay under different kinds of trees. After that you can observe how experiments of an amelioration by draining, deep mulching, and opening up such soils have altered the economy of water, air, and plant nutrients.

The second day begins with a visitation of Rothenburg. Then an experiment of amelioration of Pelosols with impeded drainage is showed. You will see, too, the working of a mole-drainage.

The excursion then turns to the South, towards Crailsheim-Ellwangen-Göppingen. Near Jagstheim, half bog Gleys (swamp clays) of Gipskeuper-marls are demonstrated, and finally near Göppingen, you will see Pseudogley-Pelosols of Dogger-clays, especially their dynamics concerning water, air, and plant nutrients under beech and pine trees. After a drive through the spurs of the Alb you will return to Hohenheim.

EXCURSION A

Une excursion de deux jours à travers le Nord de
Württemberg

L'objet: Les sols limoneux mésozoïques influencés par l'eau
refoulée ou la nappe phréatique, couverts du loess
ou non, et leur amélioration

Les dates: 6./7. 9. 71 et 12./13. 9. 71. On partira de Hohen-
heim chaque fois à huit heures du matin, on passe-
ra la nuit à Rothenburg sur Tauber et rentrera à Ho-
henheim à six heures et demie du soir.

Description abrégée de la route:

L'excursion va à travers de quelques parts de l'Allemagne du
Sud-Ouest, qui sont caractérisées par des cuestas, ici con-
struées de Muschelkalk, Keuper et Jura et partiellement couverts
de loess.

Sur la route vers le Nord, dans la direction de Heilbronn, on
traverse les bords de la montagne dans le Keuper, couverte de
bois, des plaines fécondes, qui sont utilisées intensivement
par l'agriculture, et des vallées profondément incisées, dans
lesquelles on trouve beaucoup de viticulture, parce que le
climat du pays sur le Neckar la favorise singulièrement.

Près de Winzershausen des sols lessivés, composés du loess
évolué, sont présentés. A cette occasion on discutera la ge-
nèse d'un tel sol et, particulièrement, comparera celle sous
les bois feuillus avec celle sous conifères.

Près de Gundelsheim on verra un Gley de source, composé de
loess et enrichi de carbonates, qui résulte d'un drainage dif-
ficile à la pente, à cause d'un substrat limoneux.

Après, la route se tourne vers l'Est, dans la direction de
Öhringen-Langenburg. Dans cette région le climat frais-humide
et l'évanouissement des couvertures loessiques ont causé, de
plus en plus, la genèse de sols sans drainage.

Dans la forêt "Harthäuser Wald" quelques Pseudogleys composés concernant l'utilisation par des bois différents. D'après, on verra l'entreprise d'une amélioration qui montre de quelle manière l'écologie de l'eau, de l'air et des éléments nutritifs se change dans tels sols, si l'on les draine, desserre et tourne au profond.

Le deuxième jour, premièrement, on visite la ville de Rothenburg. Il suit une démonstration de l'entreprise d'une amélioration concernant des pélosols sans drainage, composés des limons du Keuper. On verra aussi l'effet d'un drainage par charrue-taupe.

L'excursion continue la route vers le sud, dans la direction de Crailsheim-Ellwangen-Göppingen. Près de Jagstheim des Gleys semi-tourbeux (argiles de marais) sont présentés, qui consistent des marnes du Gipskeuper, et à la fin, près de Göppingen, on verra des Pseudogley-pélosols, qui consistent de limons du Dogger; on observera, particulièrement, leur écologie concernant l'eau, l'air et les éléments nutritifs sous les bois d'hêtres et de pins.

Finalement, on traverse les bords de l'Alb Suabe et rentre à Hohenheim.

E X K U R S I O N B

Zweieinhalb-Tages-Exkursion in Südwürttemberg und Baden

Thema: Grund- und stauwasser-beeinflußte Bodengesellschaften aus holozänen, pleistozänen und mesozoischen Sedimenten.

Zeitplan: 5.-7. IX. 71 und 11.-13. IX. 71, Abfahrt in Hohenheim jeweils 14.30 Uhr, Übernachtungen in Stockach in Oberschwaben und Besenfeld (Schwarzw.), Rückkehr 18.30 Uhr nach Hohenheim.

Kurze Routenbeschreibung:

Auf der Anfahrt am Vortag werden die schwäbische Alb und das mittlere Oberschwaben gequert und die Klosterkirche in Zwiefalten besucht. Die Fachexkursion beginnt im Bodenseeraum, wo einmal Parabraunerde, Pseudogley und Gléy einer Catena der Ribmoränenlandschaft und zum anderen eine ähnliche aus tonreichem Würm-Geschiebemergel demonstriert werden. Hier soll vor allem die Pseudovergleyung als Prozeß diskutiert werden.

Auf der Fahrt nach Norden werden das Donautal und die kuppenreiche Westalb gequert; es folgt eine typische Schichtstufenlandschaft des Albvorlandes bei Balingen mit einem Braunerde-Pelosol und einem Pseudogley-Pelosol, Böden aus mesozoischen Tonen.

Am zweiten Tag werden im Buntsandstein-Schwarzwald bei Freudenstadt eine typische Hochflächen (Missen)-Landschaft mit Braunerde, Stagnogley und Eisen-Hanggley sowie als Vertreter der Sandstein-Steilhänge

ein Ortstein-Podsol und der Grinden (900 m hoch liegende Flächlagen mit über 2000 mm Niederschlag) ein Bändchen-Staupodsol gezeigt und vor allem die laterale Eisenumlagerung durch Hangwasser diskutiert werden.

Nach Erreichen des Oberrheintalgrabens bei Restatt folgt eine typische Auenlandschaft westlich Bietigheim, wo Paternia (grauer Auenboden), Vega (brauner Auenboden), Braunerdegley und Pseudogley-Gley aus Auenlehm gezeigt werden.

Die Rückfahrt erfolgt auf der Autobahn Karlsruhe - Stuttgart.

EXCURSION B

A two days and a half excursion through South-Württemberg and Baden

Subject: Soil groups influenced by ground water and impeded drainage, consisting of holocene, pleistocene, and mesozoic sediments.

Dates: 5.-7.IX.71 and 11.-13.IX.71; departure from Hohenheim each time at 2.30 p.m., accommodations in Stockach (Upper Suabia) and Besenfeld (Black Forest) respectively, arrival at Hohenheim 6.30 p.m.

Abbreviated description of the route:

The first day begins with a drive through the Suabian Alb and the middle of Upper Suabia and a visitation of the cloister church of Zwiefalten. The special excursion begins in the region of Lake Constance, where you will see, first of all, a Braunerde-Pseudogley, and Gley of a catena in a morainic landscape, and after that, a similar catena of clayey Würm-till. Especially the genesis of Pseudogley has to be discussed at this place.

On the way to the North you will cross the valley of Danube and the hilly West-Alb, after that a typical landscape with cuervas in the spurs of the Alb near Balingen, with a Braunerde-Pelosol and a Pseudogley-Pelosol, which are both soils of mesozoic clays.

The following day, you will see first in the Black Forest of Buntsandstein a typical high plain ("Missen") with Braunerde, Stagnogley, and iron-Hanggley, secondly an ortstein-Podsol as representative of steep slopes of Sandstein and, thirdly, an iron-pan-Podsol as representative of the Grinden (plains in the height of 900 m with a precipitation of more than 2000 mm). First of all the lateral moving of the iron by slope drainage has to be discussed.

Having reached the Graben of the Upper Rhine near Rastatt you will see a typical alluvial plain in the West of Bietigheim, where Paternia (grey alluvial soil) and Vega (brown alluvial soil), Braunerde-Gley, and Pseudogley-Gley of alluvial loam are showed.

Finally the excursion returns to Hohenheim on the Autobahn Karlsruhe-Stuttgart.

EXCURSION B

Une excursion de deux jours et demi à travers de Württemberg du Sud et Baden.

L'objet: Des familles de sols qui sont influencées par la nappe phréatique ou un drainage difficile et consistent de sédiments holocènes, pleistocènes ou mésozoïques.

Les dates: 5.-7.9.1971 et 11.-13.9.1971. On partira de Hohenheim chaque fois à deux heures et demie du midi, on passera la première nuit à Stockach en Suabe Supérieure, la deuxième à Besenfeld dans la Forêt Noire, et rentrera à Hohenheim à six heures et demie du soir.

Description abrégée de la route:

L'après-midi du premier jour, au commencement du voyage, on traverse l'Alb Suabe et la Suabe Supérieure moyenne et visite l'église du cloître à Zwiefalten. L'excursion propre commence dans la région du Lac de Constance, où on verra, premièrement, du sol lessivé, du Pseudogley et Gley dans une chaîne d'un paysage de moraines, deuxièmement, une chaîne semblable, qui consiste d'un dépôt morainique du Würm. Ici, on discutera, avant tout, le processus de la genèse d'un Pseudogley.

On continue la route vers le Nord et traverse la vallée de la Danube et l'Alb de l'Ouest qui se montre riche de sommets. D'après, il suivra, dans les environs de Balingen, un paysage typique par de cuestas, aux bords de l'Alb, avec un Braunerdepélosol et Pseudogley-pélosol, qui consistent tous les deux de limons mésozoïques.

Le deuxième jour, dans la Forêt Noire du Buntsandstein, près de Freudenstadt, on visitera une haute plaine typique ("Misen"), où on trouve du sol brun, du Stagnogley et du Hanggley

ferrugineux, et on verra un Ortstein-Podsol comme représentant des pentes abruptives du Sandstein, et un Podsol à couche de fer comme représentant des Grinden (ce sont des plaines d'une hauteur de 900 m s.m. avec un battement de plus que 2000 mm). A cette place on discutera, avant tout, le mouvement latéral du fer par l'eau refoulée à la pente.

Frès de Rastatt, on parvient au Graben du Rhin supérieur, et, après cela, on trouve une plaine alluviale typique, à l'Ouest de Bietigheim; ici on verra Paternia (un sol alluvial gris) et Vega (un sol alluvial brun), Braunerde-Gley et Pseudo-gley-Gley qui consistent tous d'argile alluviale.

On retourne à Hohenheim sur l'Autobahn Karlsruhe-Stuttgart.

AUTORENVERZEICHNIS

Abbas s. Hardan		Foss s. Fanning	
Akalan	190	Geisler	149
de Bakker	114	Giesel s. Renger	
Bauchhenß s. Schmid		Grass	179
Baumann	208	Greenland s. Habibullah	
Becher et al.	121	Grubb	182
Begon et al.	83	Grube et al.	71
Benecke	123	Grunwaldt et al.	28
Bisić - Hajro s. Resulović		Günther s. Grunwaldt	
Bloomfield	4	Haans et al.	151
Blume	50	Habibullah et al.	25
Boeriu s. Canarache		Hall s. Fanning	
Borceanu s. Staicu		Hardan et al.	31
Borchert s. Schmid		Harrach et al.	176
Bridges	69	Hartge s. Becher	
Brümmer	7	Hetier s. Le Tacon	
Bunting	51	Houben s. Haans	
Canarache et al.	168	Iancu s. Canarache	
Carvalho Cardoso et al.	91	Irmak et al.	94
Chirița	163	Jamagne s. Begon	
Cicotti s. Orleanu		Kaloga	97
Cirić et al.	20	Kantarci s. Irmak	
Clayton s. McKeague		Kowalik	125
Conea et al.	88	Krämer et al.	166
de Coninck s. Walsh		Kutilek s. Zrubec	
Crampton	160	Laing	61
Dancau s. Schmid		Langner s. Krämer	
Day s. McKeague		Le Tacon et al.	79
de Bakker	114	Levy	211
Duchaufour s. Le Tacon		Lewis s. Habibullah	
Dudal	95	Lorch s. Renger	
Dulvara s. Orleanu		Lüders	75
Fanning et al.	22	Luthin	192
Fedoroff	80	Marschner	147
Fischer	12	Marshall	6
Florescu s. Nicolae		Marsman s. Schelling	
Fölster	105	Mayer s. Ulrich	

McKeague et al.	53	Smith s. Grube	
Miehlich et al.	16	Stahr	141
Mihalić et al.	186	Staicu et al.	194
Mückenhausen	39	Stanescu s. Nicolae	
Müller, S.	33	Stefanovits	188
Müller, W.(a) et al.	171	Strebel s. Renger	
Müller, W.(b) et al.	206	Süß s. Schmid	
Mulqueen	196	Sunkel	131
Nicolae et al.	199	Le Tacon et al.	79
Cancea s. Conea		Taylor s. Schwertmann	
Orleanu et al.	86	Texeira Bessa s.C.Cardoso	
Otowa	108	Troll et al.	134
Ottow	10	Ulrich et al.	154
Papadopol s. Orleanu		van Wallenburg	111
Pelišek	77	van Wambeke	100
Popescu s. Orleanu		Vasilescu s. Resulović	
Popovaţ s. Conea		Vintila s. Conea	
Pyatt	174	Vlahinić et al.	127
Racz s. Mihalić		Vlahinić s. Resulović	
Rapaport s. Conea		Voigt s.Müller, W.(a)	
Renger et al.	139	Voigt s.Müller, W.(b)	
Renger s. Müller, W.(a)		Walsh et al.	65
Resulović et al.	129	Weller	157
Resulović s. Vlahinić		Wittmann	144
Runge s. Smeck		Wohlrab s. Troll	
Schelling et al.	42	Wourtsakis s. Harrach	
Schlichting	1	Yaalon	107
Schmid et al.	204	Zöttl s. Miehllich	
Schroeder	118	Zonn	57
Schroeder s. Grunwaldt		Zrubec et al.	120
Schuch s. Schmid		Zwicker	202
Schurmann s. Schmid			
Schweikle	48		
Schwertmann et al.	13		
Scoppa	35		
Singh s. Grube			
Skorić s. Cirić			
Skorić s. Mihalić			
van der Sluijs s. Haans			
Smeck et al.	46		