E 104

VERSLAG VAN DE BODEMKUNDIGE EXCURSIE ENGELAND

Augustus - September 1980

Henk Oldenziel

Ad Olsthoorn

Wageningen

Vakgroep Bodemkunde & Geologie

Vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer

Scanned from original by ISRIC – World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

Voorwoord

Deel I

		blz.
Hoofdstuk 1.	Inleiding met lijst deelnemers	1
Hoofdstuk 2.	Geologie door H. Rogaar	2
Hoofdstuk 3.	Geomorfologie	11
3.1	Reliëf	11
3.2	De invloed van de ijstijden	16
3.3	Enkele opmerkingen	22
3.3.1	De droge dalen	22
3.3.2	Reliëfinversie	23
3.3.3	Structuurbodems (Patterned ground)	24
Hoofdstuk 4.	Klimaat door T. Pape	25
Hoofdstuk 5.	Bodemclassificatie en bodemkartering	30
5.1	Historie	30
5.2	Bodemclassificatie	31
5.3	Landbouwkundige geschiktheidsclassificatie	33
5.4	Variabiliteit van bodems door J.B. Kool	34
Hoofdstuk 6.	Bodemkunde van de bezochte gebieden	36
6.1	Belangrijkste bodemtypen in Oost-Engeland	36
6.2	Enige bodemvormende processen in Engelse bodems	39
6.2.1	Bodemvorming in kalk	39
6.2.2	Gley en pseudogley verschijnselen	42
6.2.3	Katteklei	42
6.2.4	Veengronden	44
6.2.5	Bodemvorming in bontzandsteen	45
6.2.6	Het ontstaan van een iron pan	46
6.2.7	Kleiinspoeling	46
6.2.8	Brown Soils	47
Hoofdstuk 7.	Bodemvruchtbaarheidsaspecten	48
7.1	Gebrekverschijnselen op kalkrijke gronden	48
Hoofdstuk 8.	Bodemfysische aspecten	50
8.1	Direct Drilling	50
8.2	Moldrainage	56

ISN 29954

blz.

Hoofdstuk 9. Landbouw 56

9.1 Plantaardige produktie 56

9.2 De landbouw in Engeland 57

9.2.1 Inleiding 57

9.2.2 Akkerbouw 59

9.2.3 Veeteelt 62

9.2.4 Tuinbouw 63

9.2.5 Bosbouw 64

Hoofdstuk 10. Literatuur 66

Deel II Dagverslagen 69

26 augustus	Bodems van de North Downs en de weald in Kent	70
27 augustus	Ochtend:	
	East Malling Research Station te Maidstone, Kent	77
	's Middags:	
	Hopbedrijf "Hook Green Farm" te Lamberhurst	82
28 augustus	Ochtend	
	Letcombe Laboratory te Wantage, 20 km ten zuiden van Oxford	83
	Middag	
	Bodems ontwikkeld op geologische formaties van verschillende ouderdom ten zuidwesten van oxford	85
29 augustus	Rothamsted Experimental Station te Harpenden ten noorden van London.	89
30 augustus	Bodems van de Broadlands en de boulderclay in East Anglia	92
1 september	Ochtend	
	Bodems in de Brecklands in East Anglia	97
	Middag:	
	Arthur Rickwood Experimental Husbandry Farm te Mepal, Fenlands	99
2 september	Bodems en bodemgebruik op Bontzandsteen in Nottinghamshire	103
3 september	Bodems in de Uplands van Derbyshire	108

blz.

4 september Ochtend:

High Mowthorpe Experimental Husbandry Farm te Malton in Yorkshire 112

Middag:

Stockbridge House Experimental Horticulture Station te Selby in Yorkshire. 116

Bijlagen:

1. Slijpplaatfoto's door R. Miedema
2. Engelse Bodem classificatie systeem
3. Engelse Horizontbenoeming
4. Resultaten Enquete door R. Miedema
5. Extra

VOORWOORD

In 1980 deed zich de unieke situatie voor, dat twee buitenlandse bodemkundige excursies moesten worden gehouden als gevolg van de grote toeloop van studenten. Voor de eerste is als reisdoel de DDR gekozen, voor de tweede Engeland.
Bij de opzet van de laatste is in afwijking van hetgeen gebruikelijk was door onszelf een aantal bekende en onbekende personen en instituten benaderd met het verzoek om bepaalde zaken in het kader van de excursie te willen tonen of toe te lichten. Daarbij werd voor een deel gebruik gemaakt van bestaande contacten en ervaringen in Engeland zelf. Deze wijze van organisatie werd gekozen om meer greep te krijgen op het verloop van de excursie en om de Engelse gastheren zo min mogelijk te belasten. De route alsmede de plaatsen van overnachting zijn eveneens door onszelf vastgesteld. Voorts werd een koppeling tot stand gebracht tussen de "buitenlandse bodemkundige excursie" en de "kali-excursie".De onderdelen die betrekking hadden op de "kali-excursie" werden overwegend georganiseerd door de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer, de overige alsmede de overall-organisatie berustte bij de vakgroep Bodemkunde en Geologie.
De samenwerking tussen beide vakgroepen is uitstekend verlopen, evenals de excursie als geheel. Het laatste werd bevestigd door een schriftelijke meningspeiling onder alle deelnemers na afloop van de excursie. De verhouding tussen onderwerpen van regionaal-bodemkundige aard tot die van landbouwscheikundige aard was ca. 2 : 1. Een deel van de excursie-onderdelen had kenmerken van beiden. Een kalimijn of andere kunstmest producerende industrie kon helaas niet worden bezocht.
De excursie is betrekkelijk kort geweest: 10 dagen met inbegrip van een vrije zondag. Dit bleek voldoende te zijn voor een behoorlijk programma en voorkwam oververzadiging van de deelnemers. De reis werd gemaakt met een Engelse bus, die op voorteffelijke en plezierige wijze wijze werd bestuurd door George Stanford uit Horsham. De bus, evenals de heen- en terugreis per boot, werden geregeld door reisbureau Winnemuller te Wageningen.
De excursie in deze opzet lijkt goede mogelijkheden te bieden voor een herhaling in de toekomst, al zal hij op onderdelen moeten worden herzien en lijkt een verdere integratie van regionaal-bodemkundige en landbouwscheikundige onderwerpen mogelijk. Ook zal het kostenaspect nader moeten worden bekeken.

Uit naam van de studenten en de begeleiders wil ik graag al diegenen die hebben meegewerkt aan het welslagen van de excursie, onder wie de samenstellers van het voorliggende verslag, nogmaals hartelijk bedanken.

ir. H. Rogaar

VOORWOORD VAN DE SAMENSTELLERS

Het heeft wat langer geduurd dan gehoopt (en aangekondigd), maar hier is dan het verslag van de bodemkundige excursie 1980 naar Engeland. Tijdens de samenstelling van dit verslag hebben we erg veel hulp gekregen. Tom Pape heeft hoofdstuk 4 verzorgd en Helenius Rogaar hoofdstuk 2 en gedeelten uit hoofdstuk 3. Rienk Miedema heeft zeer veel werk verzet voor bijlage 1 (slijpplaatfoto's + begeleidende tekeningen) en bijlage 4 (evaluatie-enquête). Aan bijlage 1 hebben verder de volgende personen meegewerkt: de heer Van de Waal wat betreft de slijpplaten, de heren Jongmans en Jeronimus wat betreft het maken van tekeningen. Helenius Rogaar en Prof. Van Diest hebben de 1e versie van dit verslag kritisch doorgenomen en dit heeft geresulteerd in vele verbeteringen.
We willen iedereen die op enigerlei wijze aan dit verslag heeft bijgedragen daarvoor hartelijk bedanken. Hierbij behoren natuurlijk ook de studenten die mee zijn geweest, want zij hebben steeds dagverslagen gemaakt.
Het typewerk is verzorgd door Mevr. R.M.D. Baldew van de afdeling Tekstverwerking. Bijlage 4 is getypt door Trijnie Walsma; hiervoor hartelijk dank.

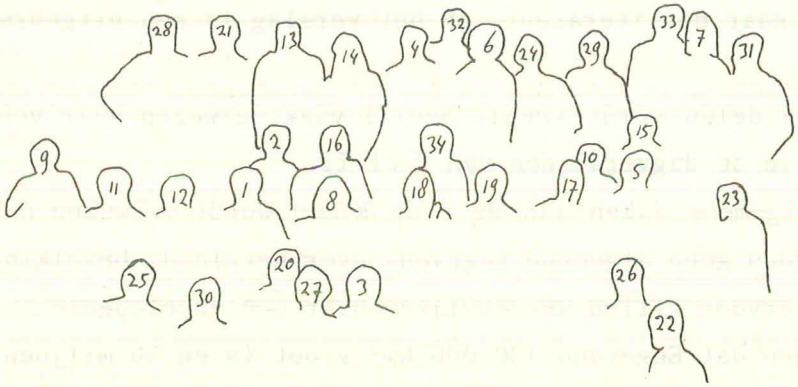
Henk Oldenziel
Ad Olsthoorn
juli 1981

DEEL I

VAN HET VERSLAG VAN DE
BODEMKUNDIGE EXCURSIE NAAR ENGELAND
AUGUSTUS/SEPTEMBER 80

1. INLEIDING

Van 25 augustus tot 5 september 1980 zijn 30 Wageningse studenten met hun begeleiders op een bodemkundige excursie naar Engeland geweest. Dit verslag is daarvan het resultaat.
Zie figuur 1 voor de groepsfoto en de lijst met deelnemers.



Figuur 1: Groepsfoto (Brecklands)
(foto: Karen Pon)

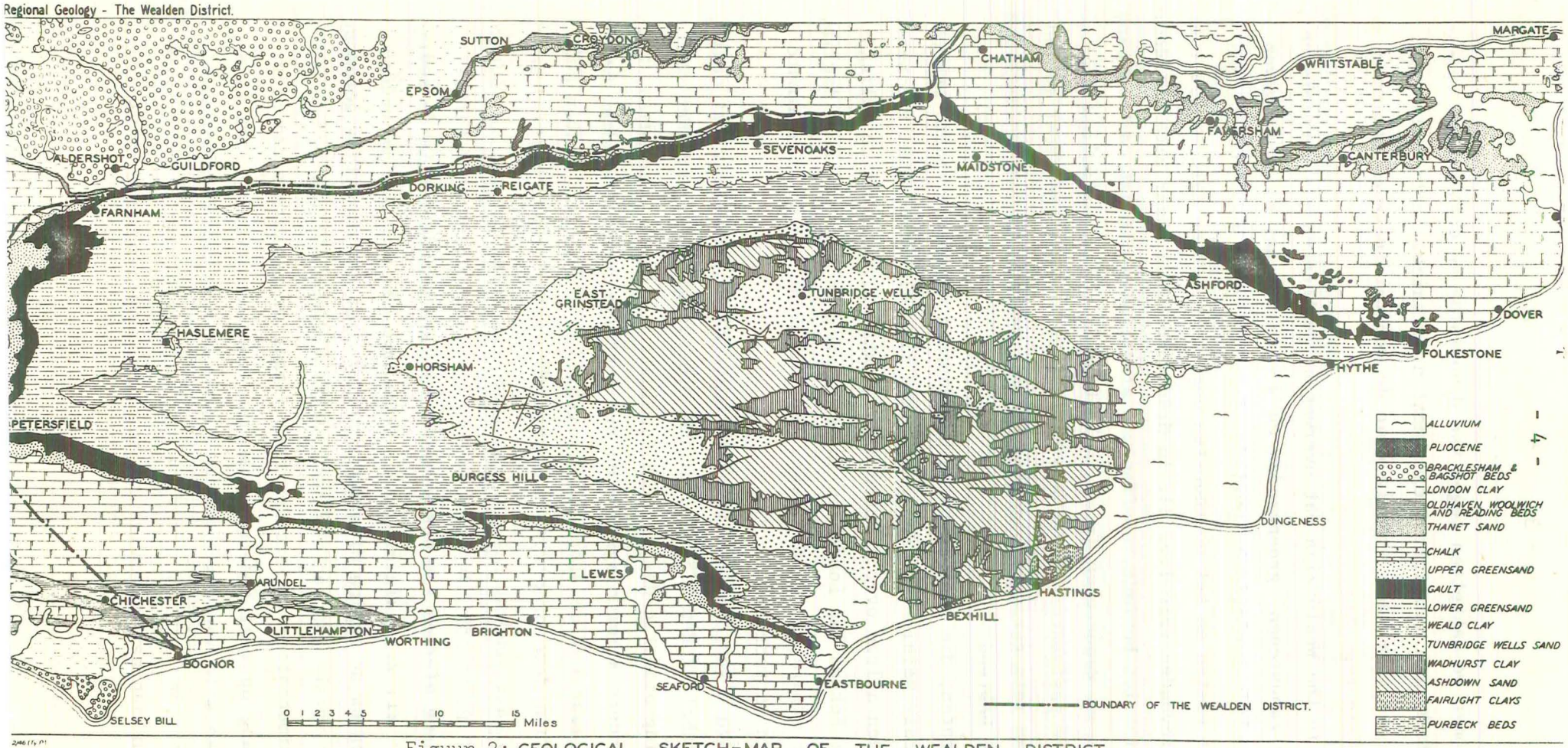
1.	Frans Annot	KB-N33	18.	Mark in't Veld	KB-N33
2.	Wil Bemelmans		19.	Wim de Vries	
3.	Chris Blok		20.	Jan Bart Kool	doct. N33
4.	Gert Jan van den Born		21.	Anton Maris	
5.	Egbert Brouwer		22.	Kees Muilwijk	
6.	Tilo Damian		23.	Lex Runia	
7.	Harrie van Langen		24.	Enrico van den Bogaard	doct. keuze
8.	Carla Lourens		25.	Jop kipp	
9.	Bram van der Maas		26.	Ben Lohues	
10.	Leen Minderhout		27.	Henk Oldenziel	
11.	Gert Jan Noij		28.	Ad Olsthoorn	
12.	Gerrit Oerlemans		29.	Karen Pon	
13.	Henk van Ommen		30.	Henk van de Wielen	
14.	Monique van der Pol		31.	A. van Diest	staf
15.	Harrie Popken		32.	R. Miedema	
16.	Pos Siccama		33.	T. Pape	
17.	Marco Siegerist		34.	H. Rogaar	
			35.	George Stanford	chauffeur

Dit verslag is opgebouwd uit twee delen. De dagverslagen zijn te vinden in Deel II. Deel I is als inleiding bedoeld. Hierin komen enige algemene en specifieke zaken aan de orde die we tijdens de excursie zijn tegengekomen. Dit verslag is echter niet de plaats om alles uitputtend te behandelen, vandaar dat veel wordt door verwezen naar de literatuur. In het verslag is een uitgebreide literatuurlijst opgenomen.
Door de splitsing in twee delen wordt vanuit deel I vaak verwezen naar voorbeelden die genoemd zijn in de dagverslagen van Deel II.
Als in de dagverslagen algemene zaken aan de orde komen wordt verwezen naar Deel I. In dit verslag worden geen algemene gegevens over het land, bevolking en geschiedenis opgesomd. Hiervoor willen we verwijzen naar een ecyclopedie.
We volstaan ermee te zeggen dat Engeland 130.000 km^2 groot is en 50 miljoen inwoners telt (1975).

2. GEOLOGIE

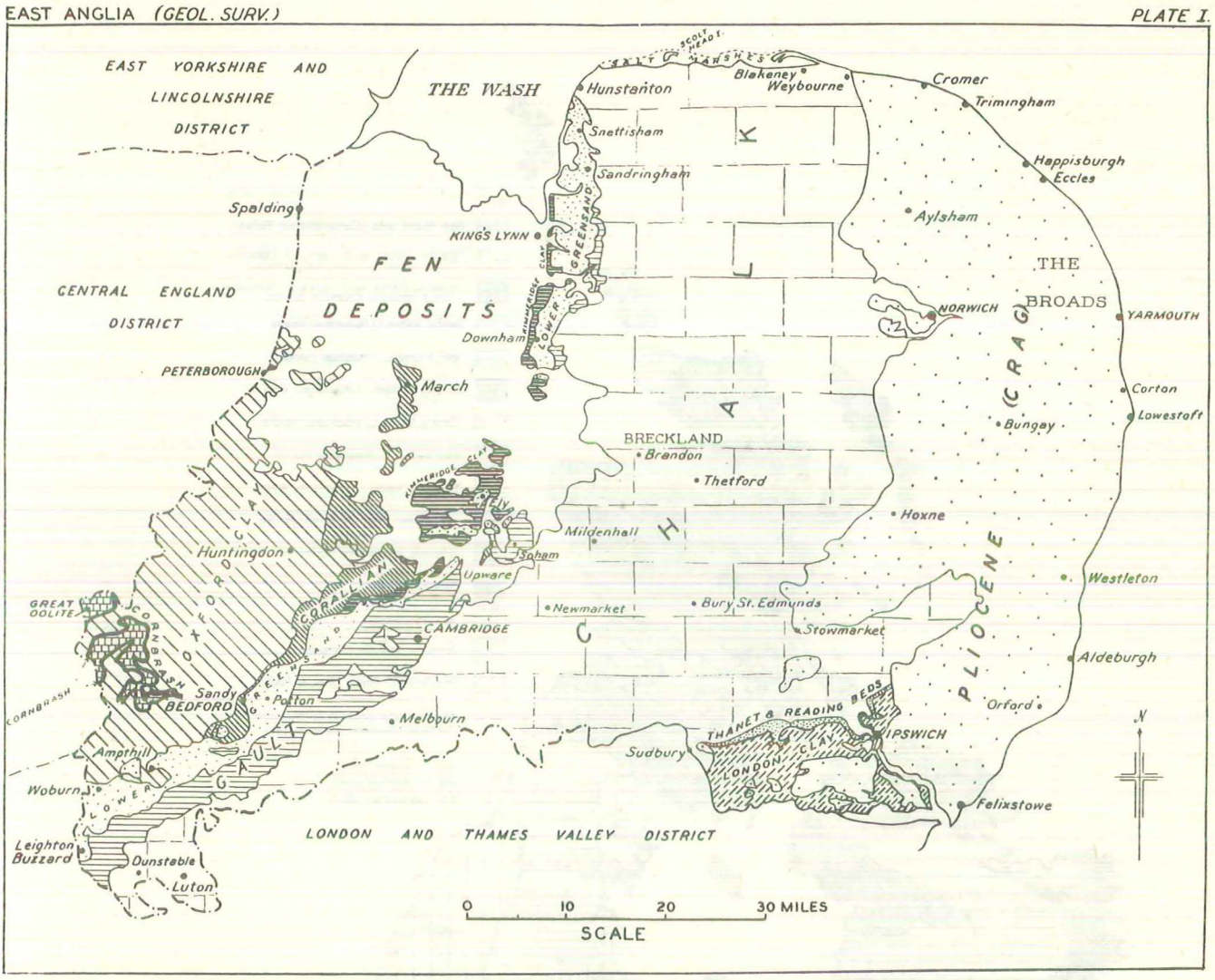
In Zuid-Engeland treffen we van oost naar west formaties aan van toenemende ouderdom. Zien we in het London Basin nog dikke pakketten tertiaire afzettingen,

in het zuidwesten komen we pakketten tegen van devonische en carbonische ouderdom met daarin opduikingen van intrusiegesteenten (graniet). Het beeld van Zuid-Engeland wordt in hoge mate bepaald door de meestal oostwest gerichte plooiingsstructuur (zie fig. 2).
In het zuidoosten, in the Weald zijn dat overwegend gesteenten van mesozoïsche ouderdom, waaronder zandstenen, groenzanden en kleien uit het krijt, omgeven door kalken uit dezelfde geologische periode. Deze kalk- of krijtafzettingen worden meer naar het westen en het noordoosten ook in Wessex en East Anglia over grote oppervlakken gevonden (zie fig. 3). In Midden-Engeland, waar zich het door ons bezochte Peak District bevindt, treffen wij afzettingen uit het carboon aan, waaronder kalkstenen en zandstenen (o.a. "Millstone Grit"). Plaatselijk dagzomen hier ook oudere gesteenten. Er omheen bevindt zich een uitgestrekt gebied met Bontzandsteen van iets geringer ouderdom (Perm), waaraan tijdens de excursie eveneens aandacht is besteed.
Met de oudere gesteenten, die overwegend in het noorden worden gevonden, hebben wij tijdens de excursie weinig te maken gehad (zie fig. 4). Gesteenten van tertiaire ouderdom worden alleen over grotere oppervlakken gevonden in de dalingsgebieden, nl. in het Bekken van Londen en in het oostelijk deel van East Anglia, waar ze voor latere erosie gespaard bleven. Een overzicht van de voornaamste gesteenten is gegeven in tabel 1.
De wordings-geschiedenis van Engeland is nogal ingewikkeld. Een overzicht daarvan is gegeven in tabel 2. Het blijkt, dat een opeenvolging van perioden van sedimentatie-opheffing-planatie-daling zich tenminste 3 x heeft voorgedaan, zij het telkens onder andere klimatologische en sedimentaire omstandigheden. Het Penninisch gebergte maar ook de ander hogere gebieden in Engeland danken hun hoogvlakte-karakter aan deze processen van planatie, welke tegelijkertijd met of na de opheffing plaats vonden. Het huidige landschap wordt daarbij in sterke mate bepaald door de processen van opheffing en erosie gedurende het tertiair (tabel 2). In samenhang hiermee kan ook worden verklaard waarom tertiaire sedimenten schaars zijn: zij zijn afgeërodeerd, samen met een deel van de oudere sedimenten tijdens en na de Alpine plooiïngsfase, of niet tot afzetting gekomen, omdat er niet langer sprake was van een sedimentatiebekken. Als gevolg van deze afwisseling van sedimentatie- en erosie-fasen liggen de jongere sedimenten veelal zonder overgang op veel oudere sedimenten (nonconformiteit). Ook is er sprake van een sterke mate van discordantie tussen de loop van de rivieren en de gesteentestructuur: de rivieren ontlenen hun loop veelal aan de morfologie en gesteentestructuur aan het oppervlak van het tertiaire landschap en snijden



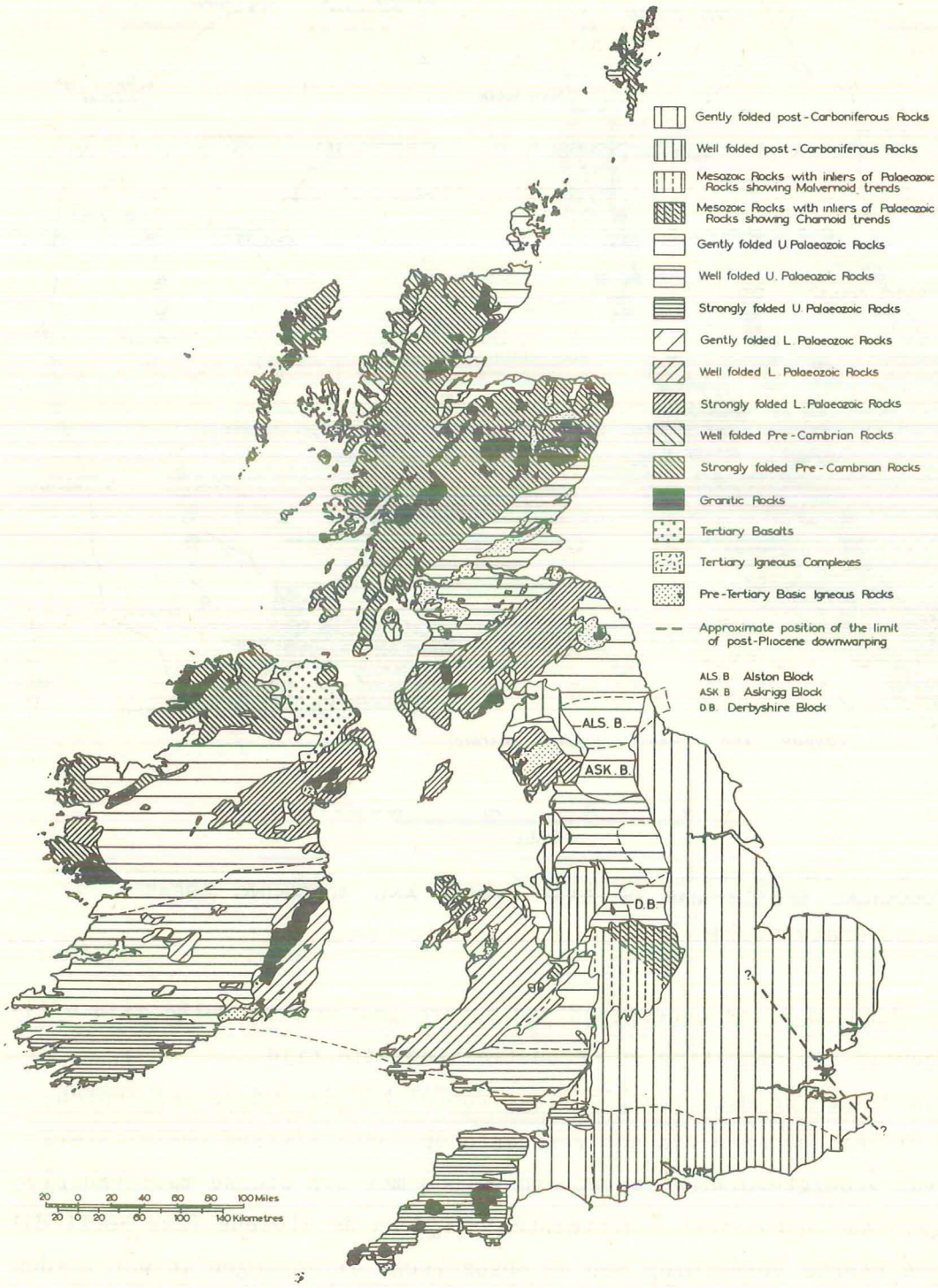
Figuur 2: GEOLOGICAL SKETCH-MAP OF THE WEALDEN DISTRICT.

(bron: Edmunds, 1948)



Figuur 3: **GEOLOGICAL SKETCH-MAP OF EAST ANGLIA AND ADJOINING AREAS.**
(bron: Chatwin, 1948)

zich nu discordant in in de ondergrond van oudere gesteenten, welke zijn vrijgekomen als gevolg van opheffing en denudatie sinds die tijd.
Als gevolg van de sterke mate van plooiïng, vooral bij de oudere gesteenten, en de denudatie wisselt de aard van het gesteente op korte afstand veelal sterk. Iedere fase van gebergtevorming is gepaard gegaan met een sterke mate van plooiïng van de gevormde sedimentatie-gesteenten. Tijdens de Alpiene fase heeft dit geleid tot een sterke vervorming van de mesozoïsche afzettingen in het zuiden van Engeland.
De Weald en het Bekken van Londen zijn op deze wijze als een anticline resp. syncline ontstaan (zie fig. 5 en tabel 3). Verder noordwaarts werden de mesozoïsche gesteenten voor verfrommeling behoed door de aanwezigheid van weerstandbiedende gesteenten in de ondergrond, waarop ze zijn afgezet. Hier heeft slechts scheefstelling plaats gevonden en is naderhand een duidelijk cuesta-landschap ontwikkeld (Cotswolt, Chilterns).



Figuur 4: STRUCTURAL REGIONS.

Over het algemeen heeft de bodemvorming niet zonder meer in het gesteente plaats gevonden, maar in de erop aanwezige "drift". "Drift" is een verzamelnaam voor al het min of meer losse materiaal aan het oppervlak.

Table 1 Strata of the British Isles

Era	*Period*	*General Lithology*
CAINOZOIC	**Pleistocene**	Alluvium, gravel, till, and minor littoral deposits.
	Pliocene	Thin littoral deposits in S.E. England.
	Miocene	Absent—Alpine folding in S. England.
	Oligocene	Largely lacustrine clays, sandstones and limestone in Hampshire Basin and Devon.
	Eocene	Predominantly clay, with sands and flint gravels in the London and Hampshire Basins. Clays in N. Ireland with basalt lavas, extending into the W. Isles.
MESOZOIC	**Cretaceous**	*Upper* Chalk mainly in S.E. and E. England and N.E. Ireland. *Lower* Clays and sandstone in S.E. England.
	Jurassic	Limestones and clays in S., S.E. and E. England, and S. Wales. Much sandier in N.E. Yorkshire and subsidiary ironstones in L. and M. Jurassic of E. Midlands and N.E. Yorkshire. Patches of sands, shales, limestones and thin coals on E. and W. coasts of the Scottish Highlands. Clays in N.E. Ireland.
	Triassic	Sandstones, conglomerates and mudstones in the Midlands, Pennine flanks, Solway Firth, S.W. England, N. and S. Wales, N.E. Ireland and scattered patches in W. Scotland.
UPPER PALAEOZOIC	**Permian**	Dolomitic limestone and sandstones E. of the Pennines; sandstones and breccias in N.W. and S.W. England. Dolomitic limestone in Ulster. Main Variscan folding. Granitic intrusions in S.W. England and Scottish Highlands.
	Carboniferous	*Upper* Sandstones, shales and coals in C. Scotland, N. England, Midlands, Bristol district, N.E. and S. Wales and C. Ireland. Shales and sandstones in S.W. Peninsula (Culm facies). *Lower* Massive limestone in C. and S. Pennines, N.E. and S. Wales, Mendips, C. Ireland, Isle of Man. Replaced in part by shales, sandstone and coals in N. England and Scotland. Shales and thin limestones in S.W. England (Culm) and S.W. Ireland (plus sandstones). Basic lavas in Scotland and Derbyshire.
	Devonian	Mainly sandstones in Scotland, Cheviots, Welsh borders and S. Wales (with marls) and Ireland. Transition to marine sandstones, shales and limestones between N. and S. Devon and Cornwall. Main Caledonian folding in L. Devonian. Lavas in Scotland, granitic intrusions in S.W. Highlands, S. Uplands, Cheviots and Leinster.
LOWER PALAEOZOIC	**Silurian**	Shales, sandstones and greywackes in S. Uplands, Lake District, N. and C. Wales, C. and N.E. Ireland. Some argillaceous limestones in Welsh Borders and Midlands.
	Ordovician	Shales and sandstones in S. Uplands, Lake District, N. and S.W. Wales, Leinster mountains and N.E. Ireland. Lavas and ash in Lake District, N. Wales and Ireland.
	Cambrian	Shales, sandstones and quartzite in N. and S.W. Wales, Shropshire, and Midlands. Slates and flagstones in I. of Man, Dolomitic limestone over sandstones in N.W. Scotland.
	Pre-Cambrian	Chiefly schists, gneisses, with quartzites, marmorised limestones and igneous rocks. Exposed in isolated inliers except in Scottish Highlands and N.W. Ireland. In Scotland the following sequence is recognised:
	Torridonian	Sandstones with shales, arkoses and conglomerates in Sutherland, Lewis and Skye.
	Dalradian	Schists, with slates, quartzites, arkoses and conglomerates in S.E. Grampians and Shetlands.
	Moinian	Schists and granulites mainly, in N.W. Highlands and N.W. Grampians.
	Lewisian	Gneisses in two groups, the younger Laxfordian and older Scourian separated by dolerite dykes, in Sutherland and Outer Hebrides.

QUATERNARY		
TERTIARY		A widespread uplift.
CRETACEOUS	CHALK GREENSANDS, GAULT, Etc.	Marine deposits in a sea covering much of England.
JURASSIC	OOLITES LIAS	Fresh-water deposits in South-East England. Marine deposits of limestone and clay.
TRIAS	KEUPER BUNTER	The New Red Sandstone formed mostly in inland lakes.
PERMIAN		A period of mountain-building and rock folding
CARBONIFEROUS	COAL MEASURES MILLSTONE GRIT	Deposits mostly in shallow water
	MOUNTAIN LIMESTONE	Limestones formed in a sea covering much of England
DEVONIAN AND OLD RED SANDSTONE		Marine deposits in Devon and Cornwall, red beds in fresh-water in Hereford and South Wales. A period of mountain-building and rock folding
SILURIAN		
ORDOVICIAN		The rocks of Wales and the Lake District were formed, mostly as marine deposits. In Ordovician times, much volcanic activity.
CAMBRIAN		
This line represents a time at least 500 million years ago		
PRE CAMBRIAN OR ARCHEAN		This period may have lasted for at least 500 million years. During this time the old rocks of Anglesey, Shropshire, and the Malverns were formed.

Tabel 2: A chronological table of the main episodes referred to in the growth of England and Wales.

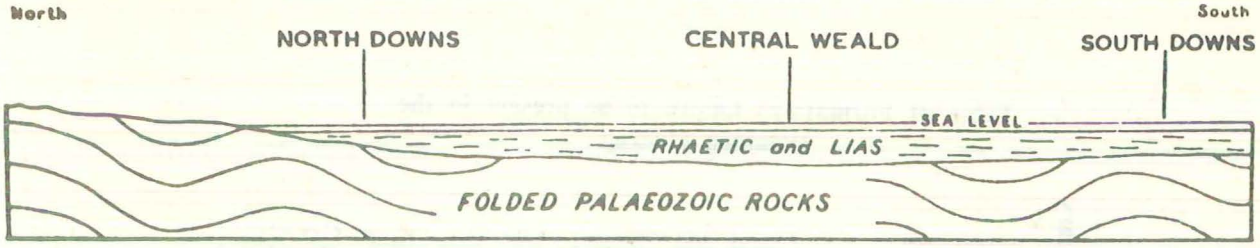
Hieronder vallen o.a.:

a. glaciale afzettingen (glacial drift), waartoe verschillende typen morenemateriaal behoren en fluvioglaciale afzettingen

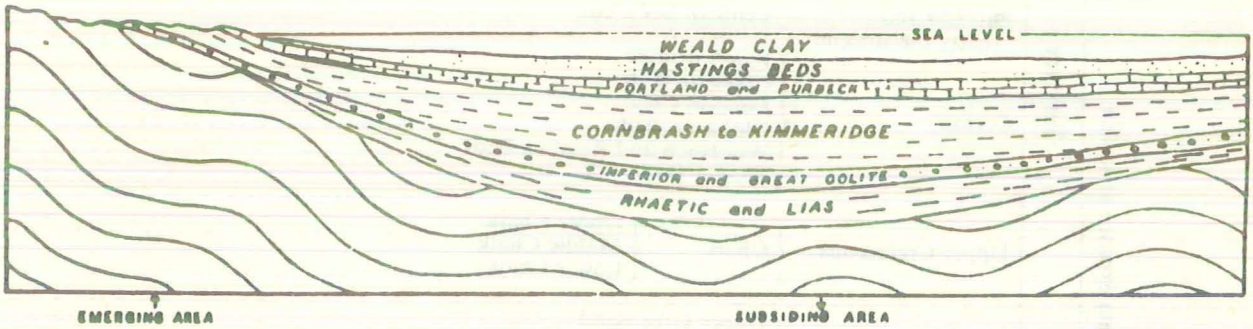
b. aeolische afzettingen, waartoe o.a. loess behoort, die weliswaar niet in grote dikte (3 à 5 ft), maar toch wel over een grote oppervlakte in Zuid- en Midden-Engeland wordt gevonden of die is bijgemengd in reeds aanwezig materiaal. Indien de loess is verspoeld, wordt ook gesproken van "Brickearth". Zandige periglaciale afzettingen van aeolische oorsprong worden o.a. gevonden in Breckland en East Anglia en in de omgeving van York

c. "clay-with-flints": een goed doorlatende, geel-rode, taaie klei met grote niet verweerde en vaak niet gebroken vuurstenen ("flints") wordt aangetroffen

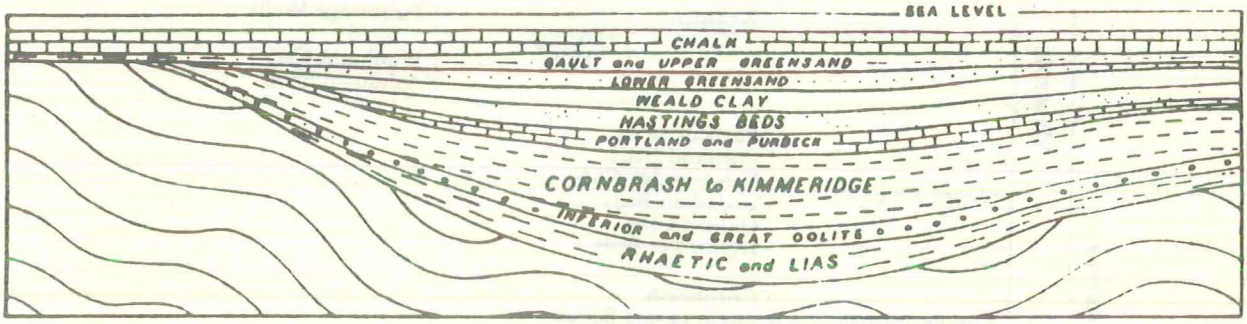
STAGE I The early Mesozoic sea invades the Palaeozoic platform and the Mesozoic trough begins to form



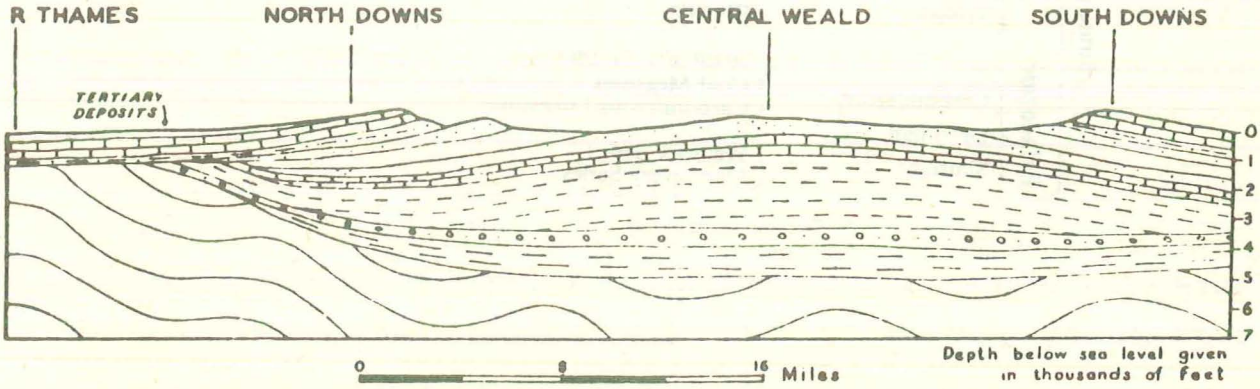
STAGE II Subsidence of the trough continues throughout Jurassic and early Cretaceous times with sporadic emergence of the margins of the trough in the north



STAGE III Differential subsidence ceases and the London Uplands are submerged beneath the Gault and later Cretaceous transgressions



STAGE IV Tertiary folding and subsequent subaerial erosion produce the present day structure and topography



Figuur 5: *Sections illustrating the structural evolution of the Wealden uplift.* (Line of section approximately London to Brighton)

Tabel 3: **Table of Formations known to be present in the Wealden District**

Strata exposed at surface	Quaternary	Recent and Pleistocene (Superficial Deposits)	Sand and Shingle; Alluvium; River Gravels; Dry Valley and Nailbourne Deposits; Coombe Deposits; Brickearth; Raised Beach Deposits; Head; Clay-with-flints	
	Tertiary	Pliocene and early Pleistocene	Lenham Beds, etc.	
		Eocene	Bagshot Beds	
			Claygate Beds	
			London Clay	
			Oldhaven Beds	
			Woolwich and Reading Beds	
			Thanet Beds	
	Mesozoic	Upper Cretaceous	Chalk	Upper Chalk
				Middle Chalk
				Lower Chalk
		Lower Cretaceous	Upper Greensand	
			Gault	Upper Gault
				Lower Gault
			Lower Greensand	Folkestone Beds
				Sandgate Beds
				Bargate Beds
				Hythe Beds
			Wealden Series	Atherfield Clay
				Weald Clay
				Hastings Beds: Tunbridge Wells Sand
				Hastings Beds: Wadhurst Clay
				Hastings Beds: Ashdown Sand
Strata proved in borings only		Upper Jurassic	Purbeck Beds	
			Portland Beds	
			Kimmeridge Clay	
			Corallian Beds	
			Oxford Clay	
			Kellaways Beds	
		Middle Jurassic	Cornbrash	
			Great Oolite Series	
			Inferior Oolite	
		Lower Jurassic	Upper Lias	
			Middle Lias	
			Lower Lias	
		Triassic	Rhaetic	
			Great Unconformity	
	Palaeozoic	Carboniferous	Coal Measures	
			Carboniferous Limestone	
		Devonian		
		Silurian	Wenlock Series	
			Llandovery Series	

op de kalk aan het oppervlak, althans in Zuid-Engeland. Meer naar het noorden toe (wèl op de kalk) is de clay-with-flints overdekt door ander materiaal, althans op de plateaus. Clay-with-flints is vermoedelijk het verweringsresidu van de oorspronkelijke tertiare afzettingen samen met de er onder liggende kalk; soms is er sprake van 2 lagen: een bovenlaag mèt en een onderlaag zònder vuursteen (Curtis e.a., 1976) (zie deel II, 26/8 punt 4).

d. "plateau drift: stenige klei, meestal geel-rood van kleur en met grijze kleuren rond de stenen, heterogeen van samenstelling, tot 15 m; kan grote hoeveelheden zand als lenzen, wiggen of gemèngd door de klei bevatten. Waarschijnlijk een verweringproduct van tertiaire en oudere afzettingen, al of niet vermengd met glaciaal materiaal. Komt over grote oppervakken voor, ook op de clay-with-flints. Wordt ook met andere namen aangeduid.

e. Coombe Deposits of "chalky head": vuursteenhoudende solifluctie of smeltwaterafzettingen, bestaande uit een mengsel van stenen en brokken kalk in een matrix van fijn verdeelde kalk en silt; tot meer dan 15 m dikte in dalen en aan de voet van hellingen in de kalkgebieden en in elk geval voor een deel ontstaan door solifluctie-processen onder periglaciale omstandigheden, waarbij kalk, clay-with-flints, loess en andere afzettingen vermengd zijn; wanneer de afzettingen verkit zijn, spreekt men van "Coombe rock".

f. "Head": verzamelnaam voor geaccumuleerd hellingmateriaal. "Head" is oorspronkelijk een volksnaam van mijnwerkers in groeves. Deze moesten eerst solifluctiemateriaal verwijderen (head), wat boven het uit te graven waardevolle materiaal lag. Deze naam heeft tegenwoordig dus ook een geologische betekenis.

g. "boulder clay" of "till": (grond)morene afzettingen (kleileem), gevormd tijdens de glaciatie.

Andere kwartiare afzettingen, welke aan het oppervlak worden gevonden zijn o.a. rivierterrasafzettingen, zoals in het dal van de Thames; veen o.a. in de Fenlands (zie tabel 4 voor de geologische successie in het gebied) en in het Peak District; zeeklei in de Siltlands langs de Wash en in de estuaria langs de oostkust.

3. GEOMORFOLOGIE

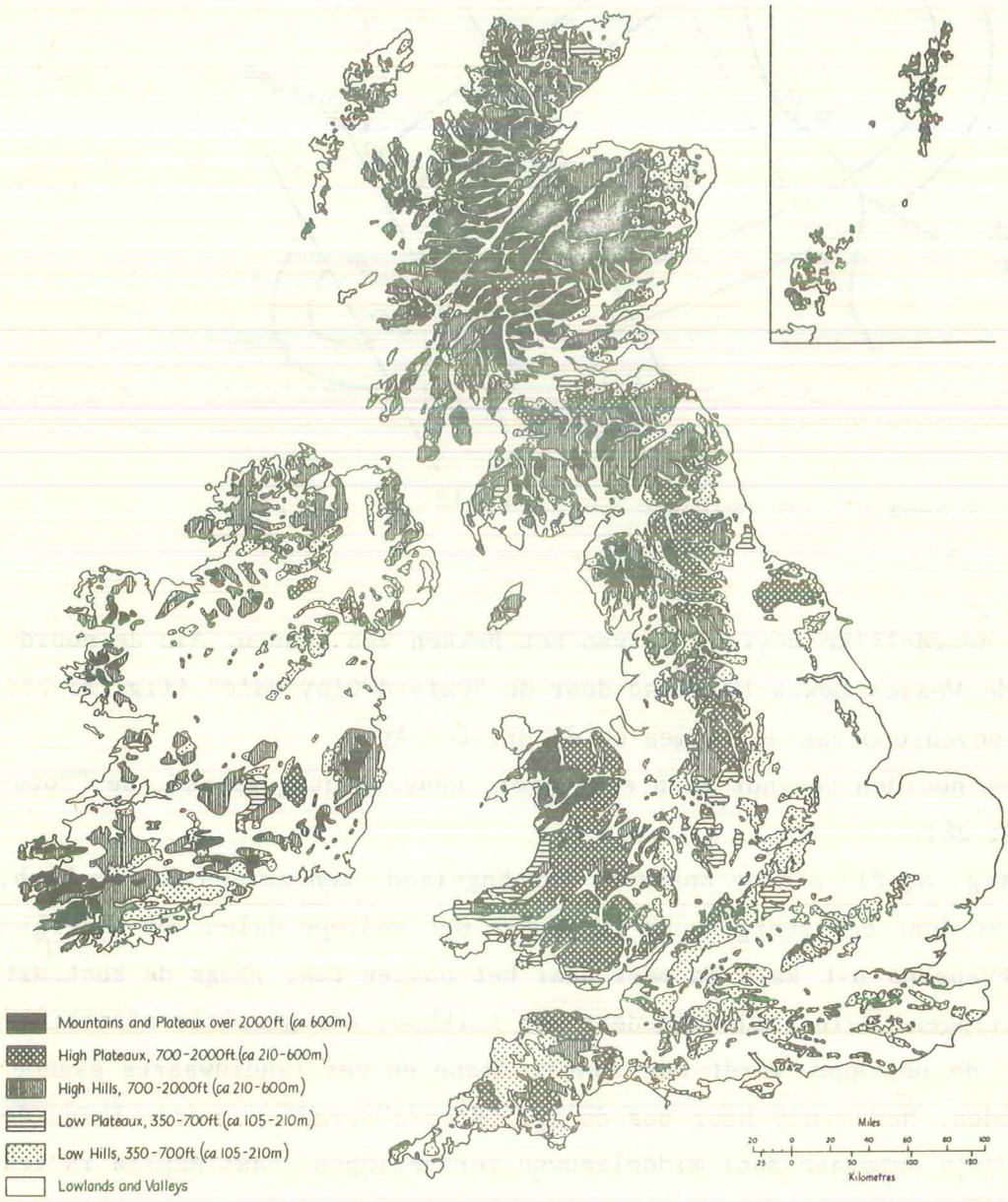
3.1 Reliëf

Engeland wordt gekenmerkt door een reeks noordzuid verlopende hooglanden ("uplands"), waarvan ook het Penninisch gebergte deel uitmaakt. Deze worden omgeven

TABLE 4
Geological Succession

Superficial Deposits	Flandrian	Mere deposits and riverine alluvium
		Upper silts
		Upper peat
		Fen clay and associated silts
		Lower peat
	Pleistocene	Thin superficial deposits
		Head and river terrace deposits
		March Gravels
		Till (including Breckland Drift)
	Unconformity	
Solid Formations	Cretaceous	Lower Chalk
		Gault
		Lower Greensand (including Carstone)
		Sandringham Sands
	Unconformity	
	Upper Jurassic	Kimmeridge Clay
		Corallian (Ampthill Clay)

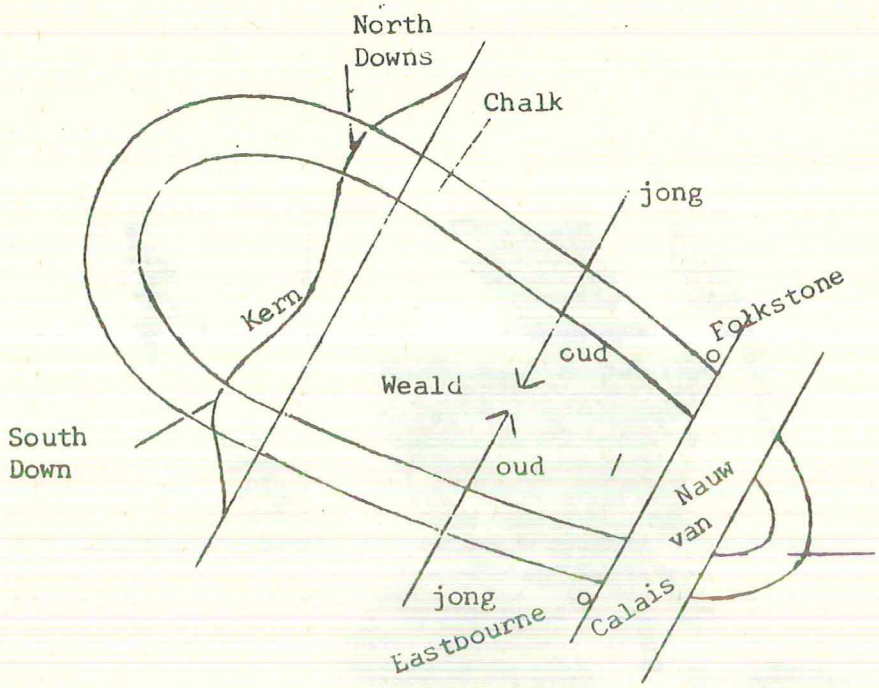
door laaglanden ("lowlands"), afgewisseld met plateau's en cuesta's, waarvan de hoogte over het algemeen minder dan 200 m bedraagt (fig. 6).
Het zuidoostelijke deel van Engeland wordt gevormd door de Engelse laagvlakte. Tijdens de excursie hebben wij alleereerst te maken gehad met de "Weald".
Het "Weald district" vormt een fraai voorbeeld van een opengebroken anticlinaal. Deze anticlinaal is ontstaan als gevolg van de Alpine gebergtevorming (Oligoceen/Mioceen), heeft een elliptische vorm en loopt door tot in Noord-Frankrijk. Het Kanaal is er doorheen gebroken en heeft de ellips doorsneden (fig. 7).
Vanaf het plioceen heeft sterke erosie plaatsgevonden en is er een gebied ontstaan van een afwisseling van dalen, ontwikkeld in kleigesteenten en ruggen uit hardere zandstenen van mesozoïsche ouderdom met een concentrische structuur.
Het geheel wordt omgeven door ruggen (eigenlijk cuesta's) uit kalk: de North an South Downs. In het noorden wordt de "Weald" begrensd door het bekken van Londen (fig. 8, 29), een synclinaal, waarin tertiaire afzettingen aan het oppervlak komen.
In westelijke richting gaat de "Weald" over in een heuvelachtig gebied, de Wessex Downs (fig. 8; 30), waarvan de ondergrond bestaat uit krijt: de "chalk" (fig. 9).
In het krijtgebied zijn de dalen (vales) veelal ingebed in de zachte onderkrijtafzettingen, terwijl de hardere afzettingen uit het midden- en bovenkrijt tot het ontstaan van ruggen en steilwanden aanleiding geven. De droge dalen in



Figuur 6: RELIEF TYPES.

het gebied noemt men "coombs" (zie 3.3.1).

In het noordoosten sluit hierop een cuesta-landschap aan, eveneens gevormd in kalk: de "Chilterns" (fig. 8; 26), die een hoogte bereiken van 240 m. Deze vor-

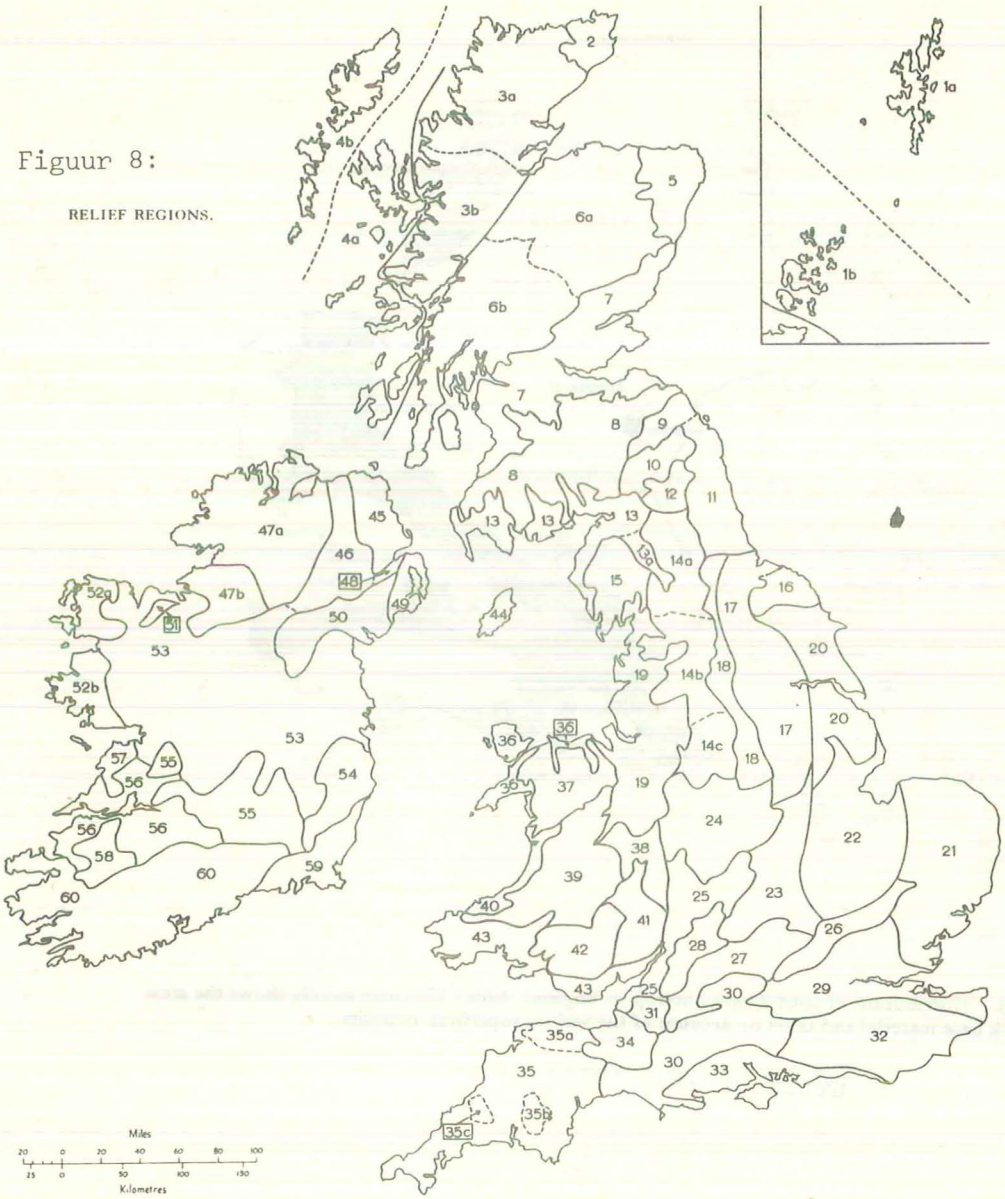


Figuur 7: Schema van de geologie van de Weald

men tevens de noordelijke begrenzing van het Bekken van Londen. Aan de noordzijde worden de Wessex Downs begrensd door de "Oxford Clay Vale" (fig. 8; 27) met daarin de bovenloop van de Thames en de Bristol Avon.
Verder naar het noorden bevindt zich een hoger, heuvelachtig gebied, de "Cotswolds" (fig. 8; 28).
East Anglia (fig. 8; 21) aan de oostkant van Engeland, ten zuiden van de Wash, wordt gekenmerkt door een zwakgolvend landschap met ondiepe dalen. De ondergrond bestaat hier eveneens uit kalk en meer naar het oosten toe, langs de kust, uit tertiare afzettingen. Beide zijn afgedekt met kalkhoudende glaciale afzettingen (fig. 10). Aan de oostkust wordt een aantal diepe en ver landinwaarts gaande estuaria gevonden. Men vindt hier ook de zg. "Broads": ondiepe meren langs de rivieren, die zijn ontstaan door middeleeuwse veroveringen. East Anglia is tektonisch een dalingsgebied.
Het Fendistrict (fig. 8; 22 en fig. 11), dat zich ten noordoosten van Cambridge uitstrekt in de richting van de Wash, is een uitgestrekt laagliggend veengebied. Als gevolg van een diepe ontwatering heeft het maaiveld een sterk onregelmatige ligging gekregen. Waar de mariene invloed merkbaar is, is een duidelijk inversie-landschap ontstaan (zie 3.3.2).
De overgang van East Anglia naar dit gebied wordt gevormd door een voortzetting van de Chilterns, maar met een hoogte van slechts 45 m. Aan de noordoostzijde worden de Fenlands afgesloten door de "Siltlands", een relatief hoogelegen zee-

Figuur 8:

RELIEF REGIONS.



Great Britain

1. Islands of N.E. Scotland
   (*a*) Shetlands
   (*b*) Orkneys
2. Caithness lowlands
3. N.W. Highlands
   (*a*) Northern
   (*b*) Southern
4. Hebrides
   (*a*) Inner
   (*b*) Outer
5. Buchan lowlands
6. Grampians
   (*a*) Northeastern
   (*b*) Southwestern
7. Central lowlands of Scotland
8. Southern Uplands
9. Tweed basin (Merse of Berwick)
10. Cheviots
11. Northeastern lowlands
12. Northumbrian Fells
13. Solway lowlands
    (*a*) Vale of Eden
14. Pennines
    (*a*) Northern
    (*b*) Central
    (*c*) Southern
15. Lake District
16. North York Moors
17. Vales of York and Trent
18. Eastern Pennine foothill fringe
19. Lancastrian lowlands
20. E. Yorkshire and Lincolnshire scarps and vales
21. East Anglia
22. Fen district and Bedford lowlands
23. E. Midland plateaux
24. W. Midland plateaux
25. Lower Severn and Warwickshire Avon valleys
26. Chilterns
27. Oxford clay vale (upper Thames and Bristol Avon valleys)
28. Cotswolds
29. London basin
30. Wessex Downs (including Salisbury Plain and White Horse Hills)
31. Mendip Hills
32. Weald
33. Hampshire basin
34. Somerset plain
35. Southwestern England
    (*a*) Exmoor
    (*b*) Dartmoor
    (*c*) Bodmin Moor
36. N. Wales coastal lowlands and Anglesey
37. Mountains of N. Wales
38. Welsh border hills
39. Dissected plateau of central Wales
40. W. Wales coastal lowlands
41. Lower Wye basin
42. Dissected plateau and mountains of S. Wales
43. S. Wales coastal lowlands
44. Isle of Man

Ireland

45. Antrim 'plateau'
46. Bann valley
47. N.W. 'Highland'
    (*a*) Northern
    (*b*) Southwestern
48. Lagan valley
49. Co. Down lowland
50. Northeastern Hills (including the Mourne Mountains)
51. Ox Mountains
52. Western uplands
    (*a*) Northern
    (*b*) Southern
53. Central lowland
54. Leinster Hills (including the Wicklow Mountains)
55. South-central hills
56. Lower Shannon lowlands
57. North Clare hills
58. Feale Hills (or Mullarghareirks)
59. Southeastern lowland
60. Southwestern ranges and valleys

kleigebied, dat is ontwikkeld langs de Wash.

Rond York krijgen we tenslotte te maken met een golvend landschap, ontwikkeld in gesteenten van mesozoïsche ouderdom en opnieuw afgedekt met glaciale en andere kwartiaire afzettingen; en de "Vales of York" (fig. 8; 17).

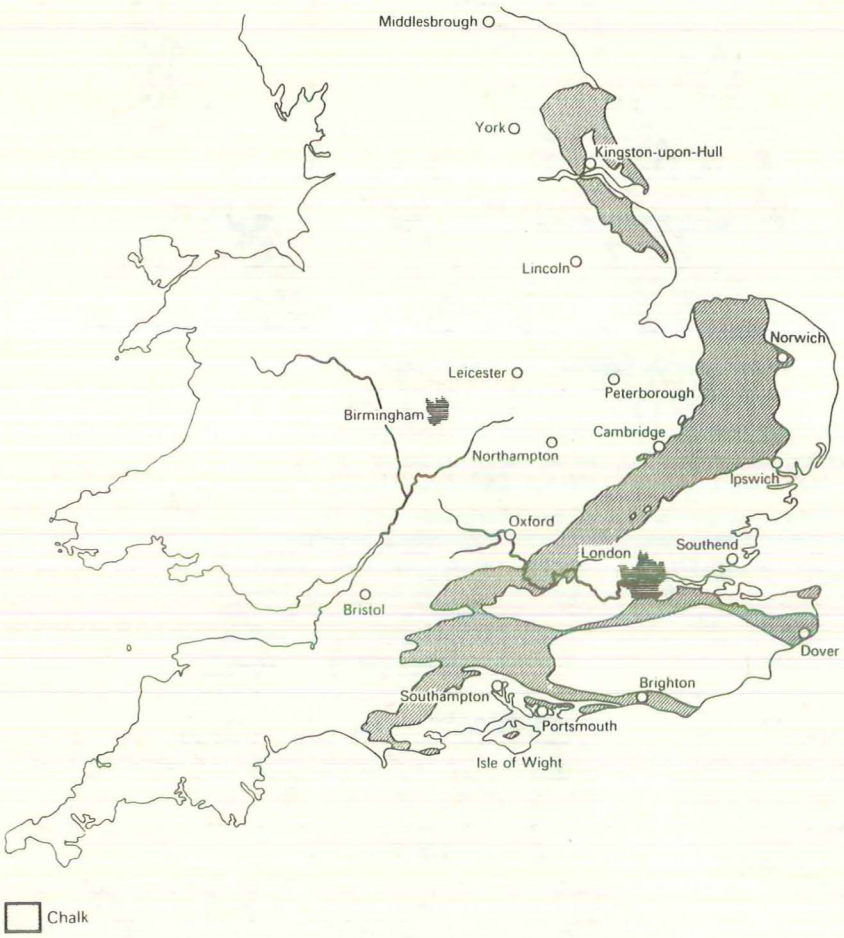


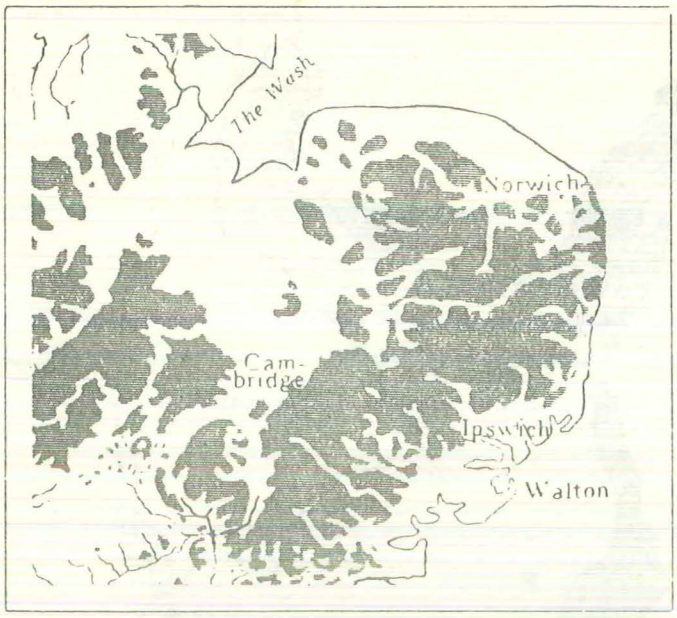
Fig. 9. Distribution of solid Chalk outcrop in England. Note: This map merely shows the areas of chalk base material and takes no account of the various superficial deposits.

(bron: Curtis et al., 1976)

Het Penninische gebergte heeft een plateauachtig karakter met een hoogteligging van iets meer dan 300 m, maar met uitschieters tot 600 m. Er worden echter ook diep ingesneden dalen gevonden: "The Dales". Het zuidelijke wordt gevormd door het "Peakdistrict" Fig. 8; 14c), dat bestaat uit een kalksteen-plateau omgeven door een ring van zandsteen cuesta's. Dit gebied hebben we tijdens de excursie bezocht (deel II; 3 september).
Ten zuiden hiervan bevinden zich de lager gelegen "Midlands" (fig. 8; 23+24), welke bekend zijn om hun omvangrijke mijnindustrie het carboon, met de z.g. "productieve coalmeasures", dagzoomt hier.

3.2 De invloed van de ijstijden

Gedurende het pleistoceen heeft Engeland tenminste 4 vergletsjeringen gekend (tabel 1), waarbij gedurende de grootste uitbreiding vrijwel geheel Engeland



Figuur 10: *Map showing the distribution of the Chalky Boulder Clay in the east of England.*

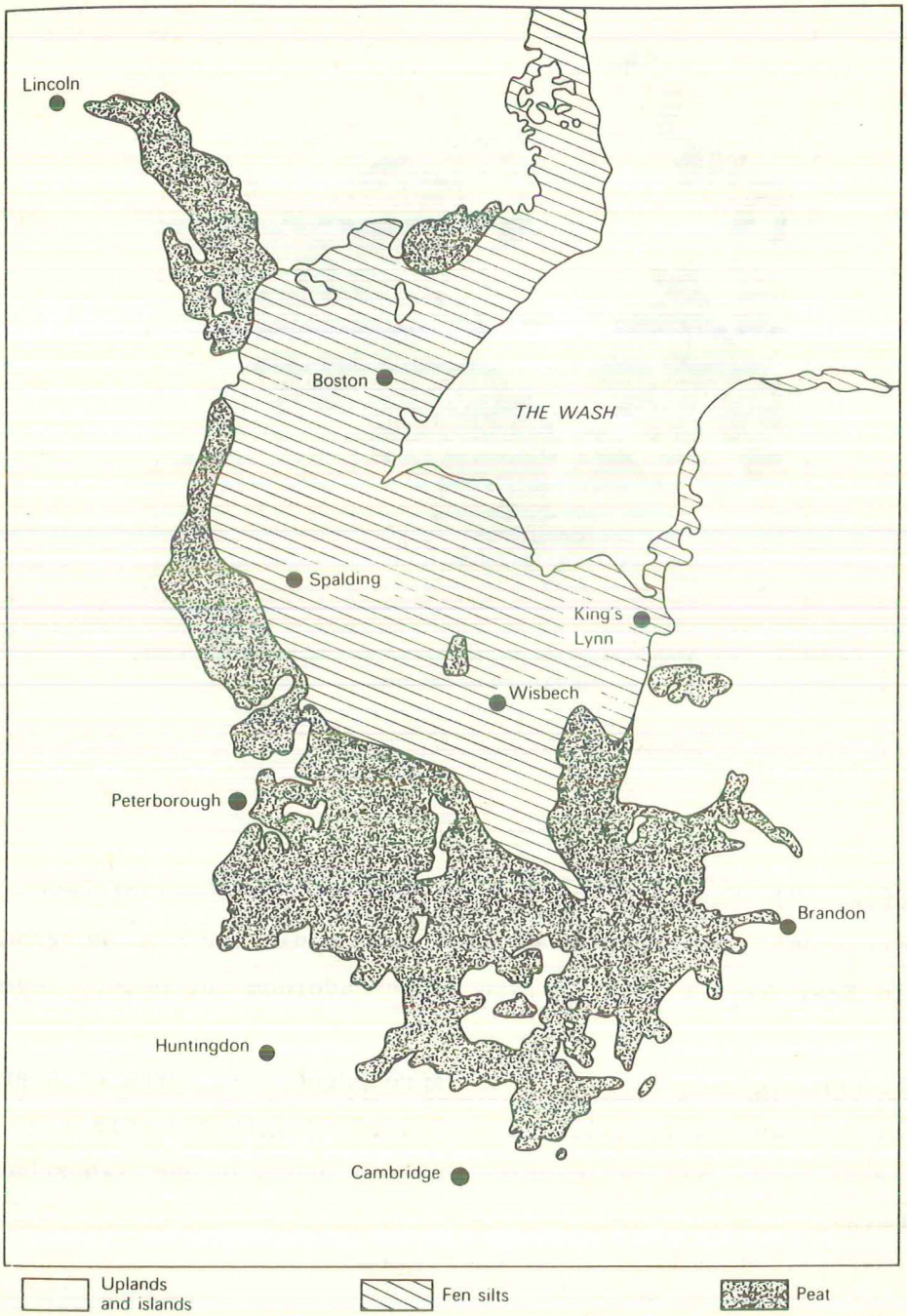
(bron: Chatwin, 1948)

werd bedekt (fig. 12). Gedurende de laatste periode (Weichsel of Devensian) werden het zuidelijk deel van Engeland en East Anglia niet bedekt. De grond-morene-afzettingen in East Anglia zijn dus van Saale-ouderdom (of ouder), evenals in Nederland.

Engeland heeft een eigen ijskap gehad. Oorsprongsgebieden waren de hogere delen van het Penninische gebergte, Wales en de Schotse Hooglanden (zie fig. 13).

De vergletsjering heeft een belangrijke invloed gehad op het landschap en de bodemgesteldheid:

1. ontstaan van gletsjerkommen in de hooglanden
2. ontstaan van drumlins en crag-and-tail features in de lagere delen
3. uitdiepen en verwijderen van de rivierdalen (U-vormige dalen)
4. ontstaan van "breaches" in de waterscheidingen, waardoor waterhuishoudingen kan zijn veranderd
5. polijsten van de gesteente-ondergrond (ontstaan van "roche moutonné")
6. ontstaan van diepe en brede smeltwater-dalen, o.a. de diepe estuaria van East Anglia, welke nog in zee vervolgd kunnen worden
7. verwijdering van de verweringsmantel en ander los materiaal, waardoor indelen van het landschap het onderliggende gesteente vrijkomt en o.a. veel van de aanwezige bodems (tertiair, vroeg pleistoceen) werden verwijderd;



Figuur 11: **Generalised map of fenland peats and silts: the Bedford levels. (After Darby, 1969)**
(bron: Curtis et al., 1976)

gevolg van de directe werking van het ijs, maar ook van begeleidende solifluctie-processen

8. ontstaan van kames, eskers en morenen (fig. 12)
9. ontstaan van een grondmorene, bestaande uit lokaal en elders opgenomen en verkneed materiaal; samenstelling varieert sterk en is van belang voor de bodemvorming (Curtis e.a., 1976, p. 143)
10. ontstaan van smeltwater-afzettingen (varved clays, outwash plains etc.).

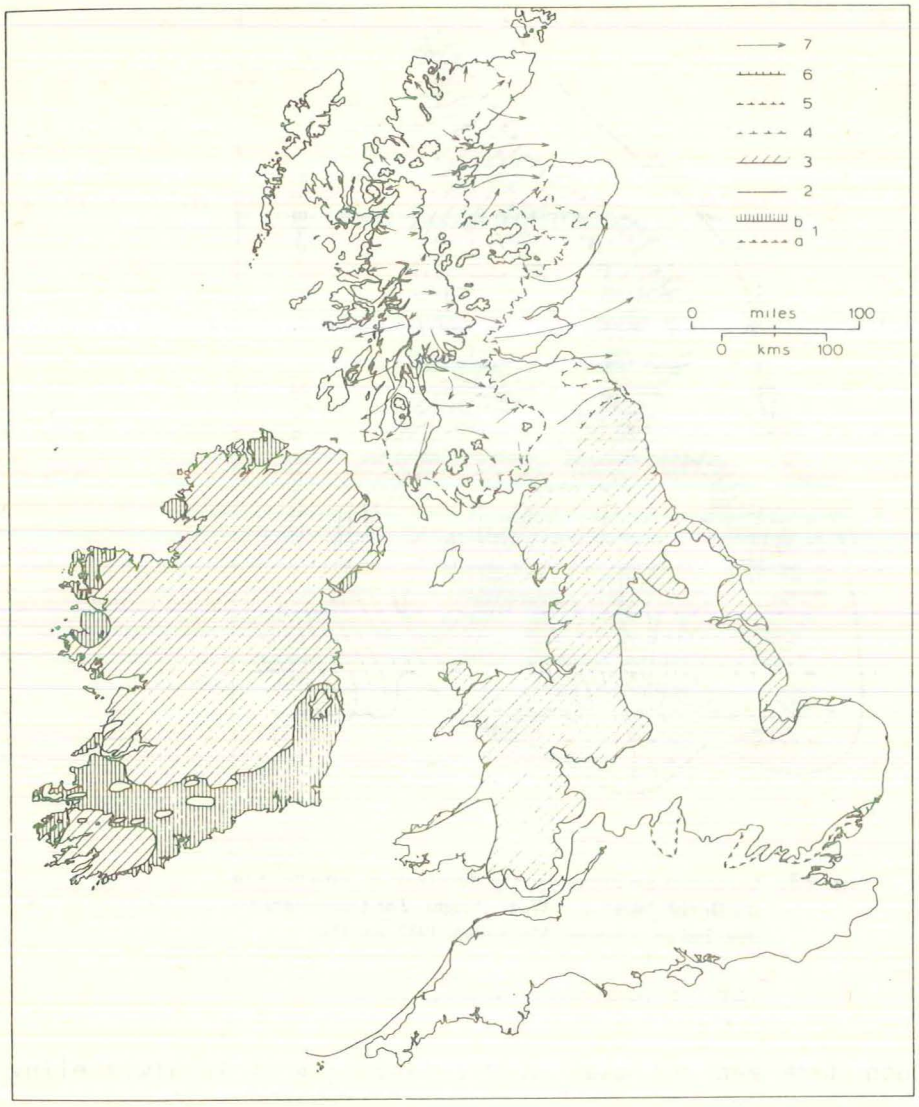


FIG. 12. Limits of ice advances in the British Isles. 1a, limit of the Anglian glaciation; 1b, limit of pre-last glaciation ice in Ireland; 2, limit of Wolstonian glaciation; 3, limit of the Devensian (last) glaciation; 4–6, limits of readvances during the retreat of the last glaciation; 4, Aberdeen–Lammermuir Readvance limit; 5, Perth Readvance limit; 6, Loch Lomond Readvance limit (correlated with pollen zone III); 7, Directions of the movement of the last glaciation readvances.

(bron: Sparks & West, 1972)

Met de eerste 5 verschijnselen hebben wij in de door ons bezochte gebieden weinig te maken gehad. De richting waarin het ijs vloeide en die van plaats tot plaats verschilde en ook variabel was, is van belang i.v.m. de verspreiding van het opgenomen materiaal (fig. 13). De Skandinavische ijskap heeft Engeland waarschijnlijk niet of nauwelijks bereikt, maar heeft wel de ijsstroom van de Britse eilanden afgebogen in zuidelijke richting (fig. 13).
Gedurende de laatste vergletsjering (Weichsel of Devensian) heersten er in Zuid-England en East Anglia gedurende lange tijd periglaciale omstandigheden.

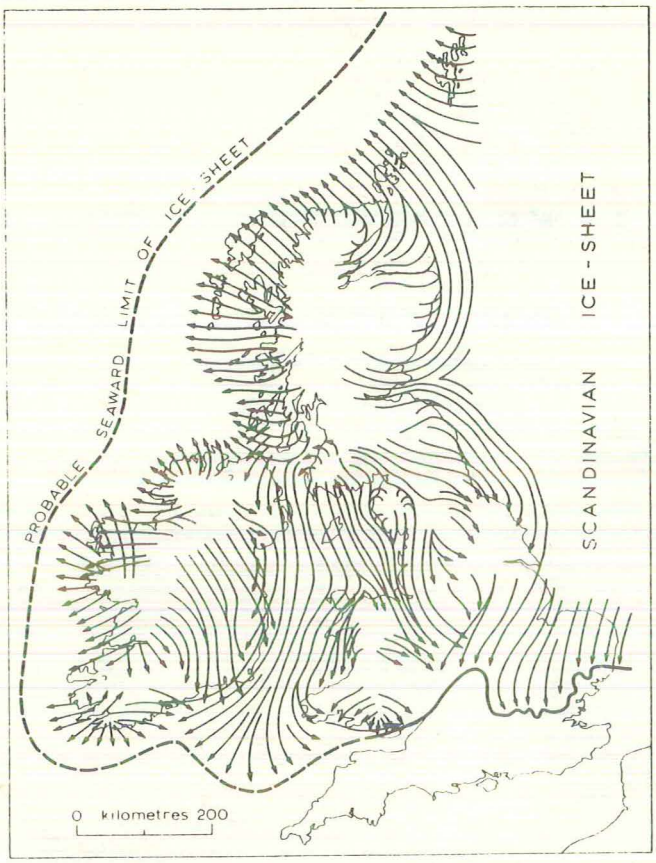


FIG. 13. Centres of ice formation and directions of movement in the British Isles (after W. B. Wright, *The Quaternary Ice Age*, 2nd ed., London, Macmillan, 1937, fig. 35).

(bron: Sparks & West, 1972)

Ook elders speelden deze een rol maar minder langdurig of in afwisseling met daadwerkelijk vergletsjeringen. Hierdoor zijn periglaciale verschijnselen in het zuidelijk deel van Engeland het meest algemeen (fig. 14). Als zodanig kunnen o.a. worden aangemerkt:

1. het ontstaan van a-symetrische dalen: in oudere dalen is de naar het noorden gekeerde helling steiler
2. kryoturbate vervorming van de ondergrond
3. ontstaan van steenpolygonen of, op zwakke hellingen (> 1°), van steenstrepen; leidt tot het ontstaan van "patterned ground", o.a. in de omgeving van Thetford (Norfolk) (zie Curtis e.a., fig. 9 & 10, p. 168)
4. ijswiggen
5. solifluctie verschijnselen langs hellingen, waardoor o.a. Head-deposits, Coombe-deposits, Gravels-spreads en hoger in de bergen blokkenvelden ontstaan.
6. bevordering van processen van "cambering", "slumping" en "landslips" en het ontstaan van "ridge and trough features" langs hellingen (fig. 15).

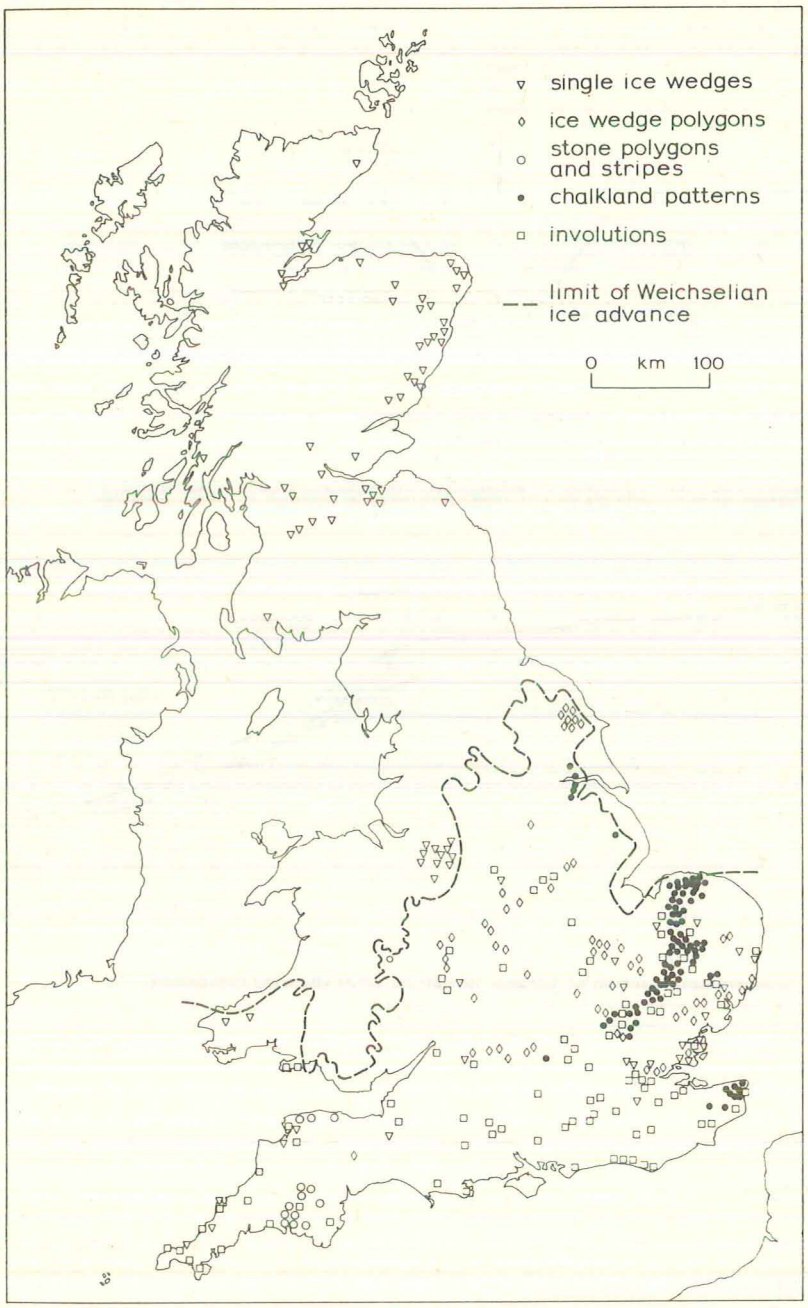
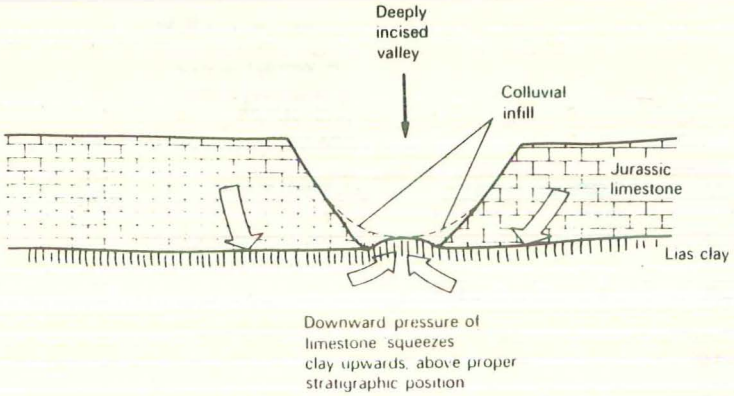


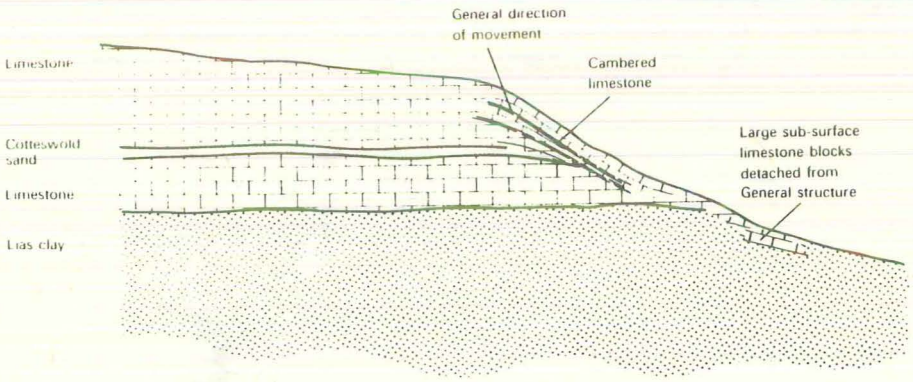
FIG. 14. Distribution of periglacial patterned ground in Britain (after West, 1968, fig. 12.21).

(bron: Sparks & West, 1972)

7. vorming van aeolische afzettingen; zand- en loess-afzettingen.



Diagrammatic cross-section of valley showing mechanism of valley bulging.



Figuur 15: **Diagrammatic section of Jurassic limestone slope showing cambering.**
(bron: Curtis et al., 1976)

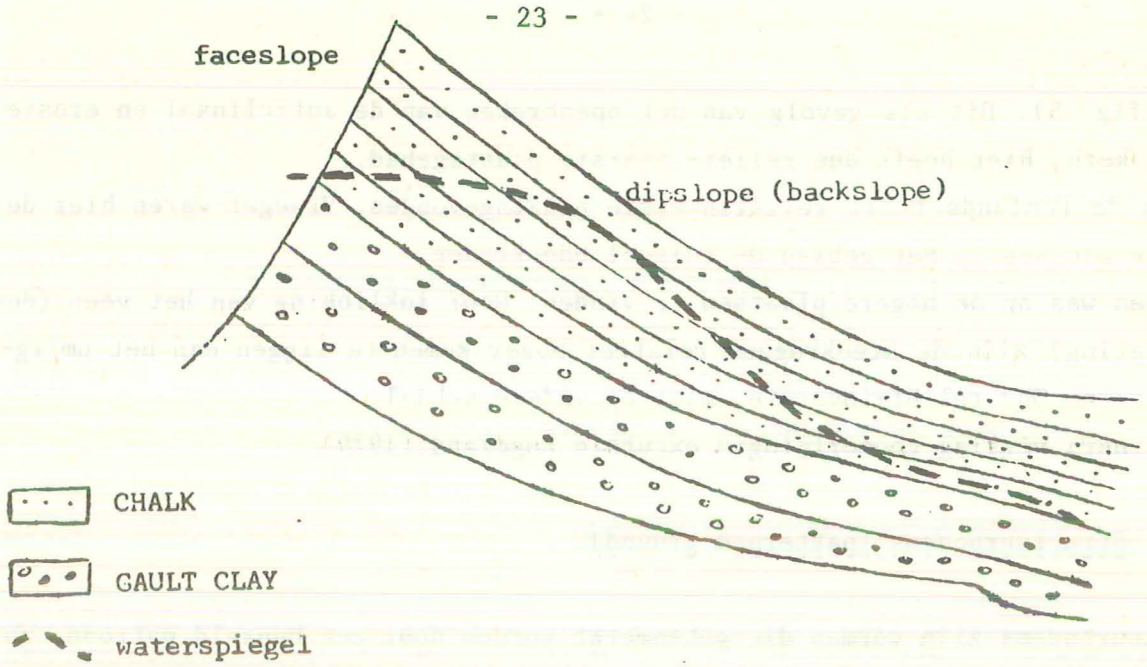
3.3 Enkele opmerkingen

3.3.1 De droge dalen

Kenmerkend voor het kalklandschap zijn de droge dalen (zie 26/8-3). Enkele verklaringen hiervoor kunnen zijn.

a. In het pleistoceen kunnen deze dalen onder periglaciale omstandigheden ontstaan zijn. Onder deze omstandigheden heeft men een permafrost. De bodem is dan ondoorlatend en al het water moet dan oppervlakig afgevoerd worden. Na deze periode zal de grond weer ontdooien en is de kalk weer goed doorlatend. Het water kan dan via de ondergrond afgevoerd worden en voeren de dalen niet langer het water af.

b. Een theorie van de laatste 50 jaar is, dat 25 miljoen jaar geleden Zuid-Engeland een vlakte was (peneplain), waarna na een zeespiegelrijzing rivieren zich in konden snijden, waardoor dan de minst resistente gesteenten werden geërodeerd.



Figuur 16: Verloop van de grondwaterspiegel in de North Downs (schematisch)

Kalk is poreus (soms poriëngehalte van 40%) en daarom erg erosieresistent. De grens tussen de kalk (chalk) en de onderliggende lagen (vnl. de ondoorlatende Gault clay) bepaalt de grondwaterspiegel, door uittredende bronnen. Een terugtrekkende cuesta betekent een verlaging van de grondwaterspiegel (fig. 16).
De dipslope valleien komen dan droog te staan en de faceslope valleien niet. Dit verklaart alleen de droge dipslope valleien.

c. Door onthoofding heeft de rivier een veel geringer afvoer dan zij oorspronkelijk had, waardoor een dal te groot is voor de rivier (misfit).
d. Door een klimaatsverandering van humide naar droog. Hierdoor kan de rivier ook te klein zijn voor het dal waarin zich het bevindt. Literatuur: verslag geomorfologie excursie Engeland (1979).

3.3.2 Reliëf-inversie

Vanaf het plioceen heeft sterke erosie in de Weald (een anticlinorium) plaats gevonden er is het gebied sterk ingesneden. Deze insnijding werd enerzijds veroorzaakt door een opheffing van het "Weald district" en anderzijds tijdens het pleistoceen door herhaalde eustatische daling van de zeespiegel. Wat vroeger het hoogste punt was (de top van de anticline) is nu een laag deel van het ge-

bied (fig. 5). Dit als gevolg van het openbreken van de anticlinaal en erosie van de kern. Hier heeft dus reliëf-inversie plaatsgehad.
Ook in de Fenlands heeft reliëfinversie plaatsgevonden. Vroeger waren hier de laagste plekken in het gebied de volgeslibde kreken.
Het veen was op de hogere plaatsen te vinden. Door inklinking van het veen (door ontwatering) zijn de kreekruggen relatief hoger komen te liggen dan het omliggende veen. Dus reliëf-inversie, maar op andere schaal.
Literatuur: verslag geomorfologie excursie Engeland (1979).

3.3.3 Structuurbodems (patterned ground)

Structuurbodems zijn vormen die gekenmerkt worden door een bepaald patroon, zoals cirkels, polygonen of strepen en door een sortering van het materiaal, waarbij de stenen vooral geconcentreerd zijn in de randen van de polygonen (Washburn, 1958). De afmetingen van de polygonen etc. variëren van een 0,1 m tot 15 m.
Over de verklaring van het verschijnsel zijn de meningen verdeeld. Mogelijk is de aanwezigheid van scheuren in de grond bij de vorming van structuurbodems met gesorteerd materiaal bepalend geweest. Op deze plekken kan namelijk de vorst sneller in de grond dringen en zullen stenen in de richting van deze plekken "op"vriezen, waardoor plaatselijk een verrijking met stenen plaats vindt. Op de stenenrijke plekken dringt de vorst, in een komend koud seizoen, sneller in de grond dan elders, zodat het vermelde proces voortgang vindt.
Het uiteindelijke resultaat is de vorming van steenkransen om een wat hoger liggende kern. De stenen die in de kern opvriezen, zullen naar de rand afglijden (fig. 17).

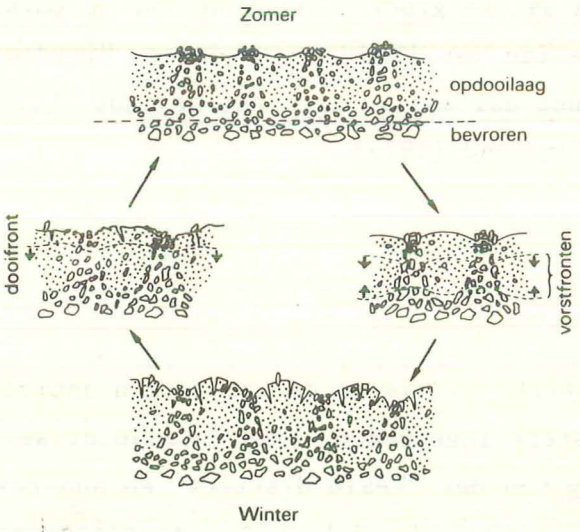


Fig. 17. Doorsnede door polygoonbodem met steenringen in vier jaargetijden. (Naar Schenk, Abh. Hess. Landesamt Bodenf. 13, 1955.)

(bron: Pannekoek, 1976)

Bij een geringe terreinhelling komt de met water oververzadigde opdooilaag in beweging, waardoor de bovenvermelde cirkels en polygonen zich op de duur niet kunnen handhaven en via tussenvormen overgaan in steenstrepen (zie deel II, 1/9) die min of meer loodrecht op de hoogtelijnen verlopen (Pannekoek, 1976)

4. ENKELE GEGEVENS OVER HET KLIMAAT VAN ENGELAND

Gregory (1964), aan wie de meeste hierna volgende gegevens zijn ontleend, noemt een complex van invloeden die in belangrijke mate het klimaat bepalen, zoals storingen (op geringere hoogte) en stromingen op grotere hoogte, die steeds beweeglijk en veranderlijk (qua intensiteit en frequentie) zijn, ook in de tijd. Dit gevarieerde druksysteem wordt boven de Britse eilanden geïntensiveerd en beïnvloed door zowel het vasteland in het oosten als de oceaan in het westen. Derhalve vindt er voortdurend verandering plaats in temperatuur en luchtvochtigheid van de aangevoerde luchtmassa's.

Een classificatie in verschillende "weertypes" is dan ook moeilijk te maken daar er ook nog verschillende neveninvloeden een rol spelen zoals het feit dat de oceaan in het westen (warme golfstroom !) een grotere rol speelt dan de zee in het oosten, terwijl 's winters de uit het oosten aangevoerde lucht in het zuidoosten van Engeland kouder is dan in Schotland door de kortere weg die ze over zee heeft afgelegd.
Ook zijn bijv. regengebieden vanuit het zuidwesten aan de oostkust het meeste water al kwijt (zie ook onder neerslag).

Zoals al uit het voorgaande bleek wordt de temperatuur in belangrijke mate bepaald door die van de aangevoerde luchtmassa's en hun afkoeling of opwarming door de gepasseerde watermassa's.
In de winter wordt uit het zuidoosten aangevoerde lucht nauwelijks opgewarmd (weinig water met een relatief lage temperatuur), uit het noordwesten aangevoerde lucht wordt wèl opgewarmd (veel water met een relatief hoge temperatuur). Laatstgenoemde luchtstroom van maritiem-polaire oorsprong komt het meest voor door het gehele jaar en de invloed ervan is zelfs in zuidoost-Engeland merkbaar. Lucht van maritiem-arctische oorsprong (uit het noorden) komt het minst voor maar kan zeer koud zijn, omdat ze een kortere weg over zee aflegt en kouder van oorsprong is.
Maritiem-tropische, soms bij stormachtig weer voorkomende invloeden kunnen zelfs in januari zeer zacht weer geven.

Dit heeft tot gevolg dat de gemiddelde temperatuur langs Engelands kusten in januari en februari (de koudste maanden) 4½° C, en plaatselijk nog hoger is! De gemeten absolute minimumtemperaturen variëren van -7° (voor heel GB) tot -27°C (op 340 m hoogte). Verder dient hier genoemd te worden de sterke invloed van topografische verschillen, vooral bij rustig weer.
Voor de temperaturen in de zomer spelen ook de breedte- en hoogte ligging een grote rol.
Aanvoer van maritiem-polaire lucht zorgt vaak voor koeler weer, terwijl aanvoer van maritiem-tropische lucht nauwelijks zorgt voor temperaturen die hoger zijn dan de gemiddelde. Wél warmen beide luchtsoorten verder landinwaarts snel op. Alleen de aanvoer van continentale lucht zorgt voor beduidend hogere temperaturen, vooral bij rustig weer. De warmste zomers (en ook de koudste winters) komen voor in het zuidoosten van Engeland.
Voor- en najaar zijn zeer grillige jaargetijden met vaak een zomers of winters karakter.

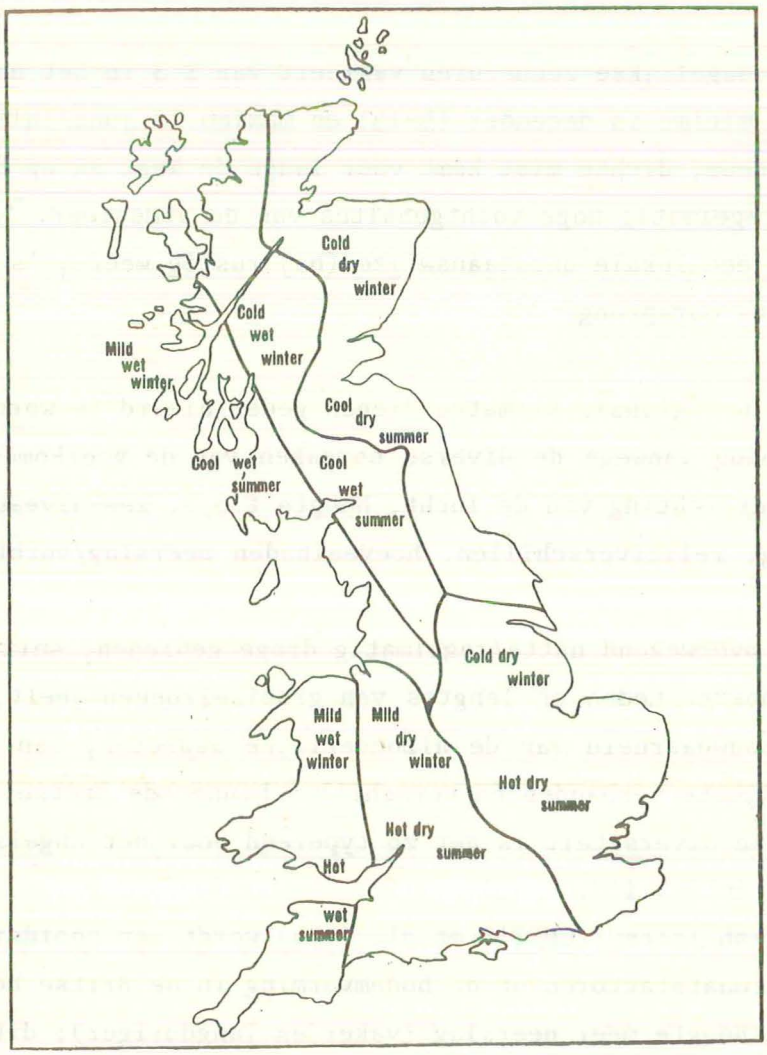
Uit het voorgaande volgt dat de lengte van het groeiseizoen nogal sterk kan variëren en wel van minder dan 4 tot (meer dan) 12 maanden. Ook de kwaliteit ervan, die afhankelijk is van de hoogte van de temperatuur gedurende het seizoen, varieert binnen seizoenen van dezelfde lengte en neemt zelfs sterker toe dan de lengte bij langere groeiseizoenen.

Andere factoren die zowel 's zomers als 's winters van invloed kunnen zijn op de temperatuurontwikkeling zijn de reeds eerder genoemde reliëfverschillen, de bodemgesteldheid ter plaatse en het landgebruik (landbouw of stedelijke/industriële bebouwing).

De variaties in de hoeveelheden neerslag zijn groter dan die in temperatuur: de gemiddelde jaarlijkse regenval varieert van ± 500 mm in de monding van de Thames tot ± 5000 mm of meer plaatselijk in de hooglanden. De meeste regen komt vanuit het westen, zowel frontaal als in de vorm van buien, en valt ook ín het westen, wat nog eens geaccentueerd wordt door de meest in het westen voorkomende hooglanden. Ook treden sterke variaties op van jaar tot jaar; beide variaties worden weergegeven in figuur 18.

De Britse eilanden kunnen verdeeld worden in gebieden waar vaak (meer dan 70%) meer dan 1250 mm regen valt, gebieden waar regelmatig (meer dan 30%) minder dan

750 mm valt en gebieden die daar tussen in zitten.
Overigens is het soms gemakkelijker om verbanden te leggen tussen gebieden die ver uit elkaar liggen dan tussen gebieden op korte afstand van elkaar. Verder treden er nog seizoensverschillen op: februari, maart en april zijn gemiddeld droger, terwijl de zomermaanden juli en augustus tamelijk nat zijn; maar in het westen is de winter en in het oosten (East Anglia) is de zomer iets natter.
Het vochtverlies door evapotranspiratie bedraagt rond 400 mm per jaar in Engeland en Wales; plaatselijk is dat meer maar naar het noorden en westen wordt dat minder, terwijl op grotere hoogte weer neveninvloeden op treden door lagere



Figuur 18: Klimaatsgebieden in Groot Brittannië
(bron: Gilchrist Shirlaw, 1966)

temperaturen, hogere (lucht)vochtigheid en groter windsterktes. Eveneens plaatselijk komen dan ook periodiek watertekorten voor.
Zuidelijke zeewinden en warmteverzameling in ondiepe depressies zijn de brengers van soms zware onweersbuien met extreem hoge regenval. Neerslag in de vorm van sneeuw wordt in de Schotse hooglanden langdurig opgeslagen: ± 100 dagen of meer

en op zeer beschutte plaatsen wel het hele jaar door. Beneden 60 m ligt gemiddeld 5 (in het zuidwesten) tot 30 dagen (in noordoost-Schotland) sneeuw, elders steeds minder dan 20 dagen; terwijl op de westelijke kusten in sommige jaren geheel geen sneeuw ligt.
Van de overige verschijnselen kunnen genoemd worden:
Stormen, die soms snelheden kunnen bereiken van meer dan 160 km per uur. Deze komen meestal uit een min of meer westelijke richting. De noordelijke en westelijke kusten hebben 20-30 "stormdagen", de oostelijke en zuidelijke 5-15. De gemiddelde windsterkte is ± 15 km per uur, terwijl regelmatig perioden met windstil weer optreden.
Het gemiddelde aantal dagelijkse zonne-uren varieert van ± 3 in het noorden tot ± 5 in het zuiden met minima in december (½-1½) en maxima in juni/juli (4-7½).
Niet menselijk-beïnvloede, dichte mist komt voor langs de kust en op het platteland en getuigt van regelmatig hoge vochtgehaltes van de atmosfeer. 's Winters heeft de mist meestal een lokale ontstaanswijze (bij rustig weer), 's zomers is zij meestal van mariene oorsprong.

Eventuele indelingen in regionale klimaten dienen gedefinieerd te worden in een typisch Britse samenhang vanwege de diverse oorzaken van de voorkomende verschillen zoals: aanvoerrichting van de lucht, hoogte t.o.v. zee-niveau, geografische breedteligging, reliëfverschillen, hoeveelheden neerslag/vochttekorten etc.).
Een indeling volgens overwegend natte/regelmatig droge gebieden, seizoenen met de grootste neerslaghoeveelheden en lengtes van groeiseizoenen geeft, ondanks de betrekkelijke betrouwbaarheid van de afzonderlijke aspecten, een redelijk beeld van de belangrijkste verbanden én verschillen binnen de Britse eilanden.
Een duidelijk regionale diversiteit is net zo typerend voor het Engelse klimaat als de variatie ervan in de tijd.
In "Soils in the British Isles" (CURTIS et al, 1976) wordt een hoofdstuk gewijd aan de invloed van klimaatsfactoren op de bodemvorming in de Britse hooglanden.
Zo valt er op grotere hoogte meer neerslag (vaker én langduriger); dit geeft al snel een neerslagoverschot waardoor sterker uitspoeling optreedt en op plaatsen met een slechte natuurlijke drainage ook waterstagnatie. Behalve meer en hardnekkiger bewolking, een hogere luchtvochtigheid en een vaker optreden van mist is er uiteraard ook minder zon en verdamping. Ook zijn hierdoor de temperaturen lager, waardoor bijv. de biologische activiteit afneemt, minder strooisel en andere plantenresten worden afgebroken en moerige lagen of veen kunnen ontstaan.
Door de grotere invloed van vorst kan op niet door vegetatie bedekte bodems

structuurverval optreden, gevolgd door erosie.
Ook de windinvloed is groter: in Noord-Engeland zijn de windsnelheden op 300 m hoogte gelijk aan die langs de kust, op 600 m aan die op open zee. Zo kan er op plaatsen met een goede drainage op grotere hoogte winderosie optreden, speciaal op zuidhellingen. De bodem droogt daar eerder uit. Door de vooral 's zomers lagere maximumtemperaturen wordt ook het groeiseizoen korter. Ook groeisnelheden en opbrengsten nemen sterk af met toenemende hoogte. Verder zijn de seizoensvariaties in de hooglanden extremer dan in de laaglanden.

Andere klimaatsinvloeden op verwering en bodemvorming (COURTNEY e.a., 1976) zijn: hoeveelheid neerslag i.v.m. de oplossing van bodemcomponenten; vorstwerking m.b.t. de verwerking van gesteentes, waardoor oplossingsverschijnselen en hydrolyse meer kans krijgen; de directe invloed op de vegetatie en daardoor indirect op verwerking en bodemvorming; het voorkomen van eventuele water- of winderosie en het ontstaan van de behoefte aan kunstmatige drainage of beregening. Ook refereert hij aan BURNHAM (1979), die een verband aantoont tussen de jaarlijkse regenval en de overwegend voorkomende bodemtypes.

In "An agricultural geography of Great Britain" behandelt GILCHRIST SHIRLAW (1966) o.m. de invloed van het klimaat op het te kiezen landbouwsysteem.
Als indirecte invloed noemt hij de hiervoor behandelde invloed op de bodemvorming en als directe invloeden de hoeveelheid neerslag (te veel of te weinig), het optreden van vorst en de lengte (en vroegte) van het groeiseizoen, waaronder wordt verstaan de periode waarin de (bodem-)temperatuur steeds boven 5° C zit.
Na enkele, al eerder genoemde eigenschappen van het klimaat en de invloeden daarop, komt hij tot de volgende bijzonderheden:
Het oosten van Engeland ontvangt minder dan 625 mm regen per jaar. East Anglia wordt beschouwd als de "graanschuur" (vnl. tarwe) van Engeland. Omdat het klimaat daar toch nog iets te vochtig is voor tarwe om goed af te rijpen, wordt de tarwe vooral gebruikt voor vermenging met betere tarwekwaliteiten uit het buitenland.

Het zuidoosten van Engeland is een gebied met veel groente- en fruitteelt. In dit gebied komen vrij veel nachtvorsten voor dus het is voor de teelt erg belangrijk om plaatsen met extra nachtvorstgevaar (vorstgaten) te vermijden.

In het koele, vochtige klimaat van het westen komen meer haver en gras voor. In het Peak District (Derbyshire) is de nabijheid van de industriegebieden een extra

moeilijkheid voor de landbouw. Er is een negatieve invloed op de gezondheid van het vee en de levensduur van machines en afrasteringen.

Ongeveer 210 m wordt als de kritische hoogtegrens beschouwd voor akkerbouw, deze grens ligt voor haver en gerst op ongeveer 450 m. De expositie van hellingen speelt een grote rol, dit blijkt uit het feit dat de groei van gewassen op zuid-, west- en oost-hellingen resp. 33, 24 en 7% beter is dan op noordhellingen.

5. BODEMCLASSIFICATIE EN BODEMKARTERING

5.1 Historie

Voor 1914 waren er enige bodemkarteringen, maar deze betroffen alleen de bovengrond. Rond 1930 zijn veel soil series beschreven.Deze zijn later beter omschreven en men begon verbanden te leggen. Zo ontstond in 1940 het eerste bodemclassificatiesysteem in Engeland. Er was behoefte aan een dergelijk systeem omdat dit karteringen zou vergemakkelijken, evenals de interpretaties van de kaarten. Het werd een vrij grove indeling die leek op het eerste Russische systeem van Dokuchaiev en op andere Europese systemen van die tijd. De major soilgroups, dit komt overeen met de orden uit het Nederlandse systeem, werden omschreven en verder uitgesplitst tot de soil series, de verschillende bodemtypen.

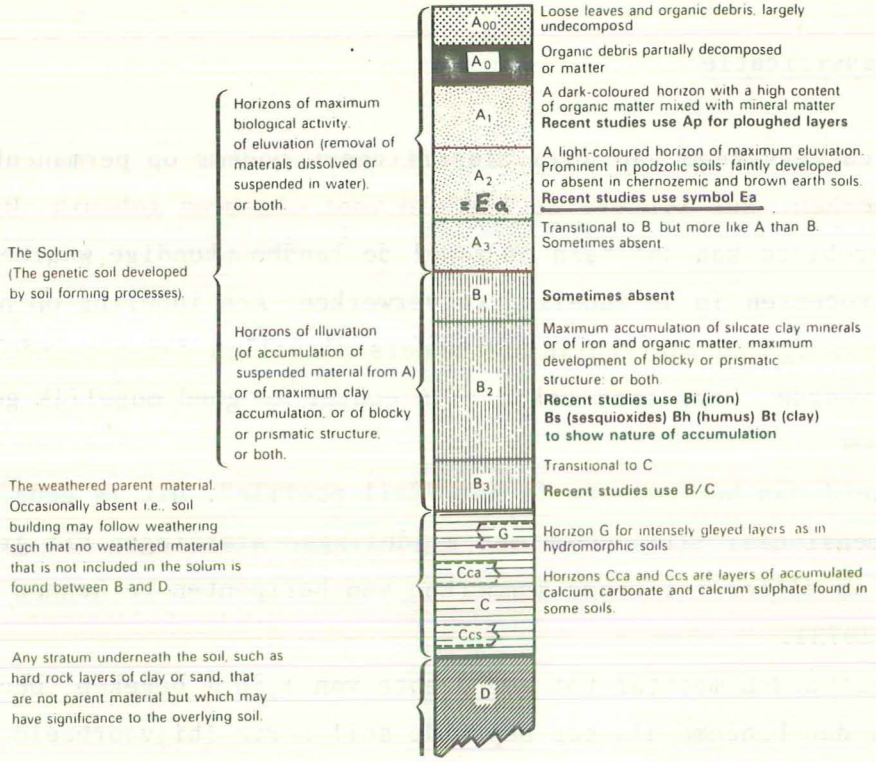
Het systeem uit 1940 bleek uiteindelijk niet meer te voldoen, zodat in 1973 een nieuw systeem in gebruik is genomen, ontworpen door B.W. Avery. Dit wordt nu gebruikt in alle publicaties van de Soil Surving of England and Wales.
Het lijkt er inmiddels op dat ook dit systeem niet ideaal is, zodat het in de toekomst gewijzigd zal moeten worden. Omdat veel mensen nog niet aan het systeem van 1973 gewend zijn, bestaat er veel weerstand tegen een wijziging. Sommige mensen werken zelfs helemaal niet met het systeem uit 1973, maar gebruiken de USDA of FAO-indeling liever. Dit is niet erg gunstig voor een soepele communicatie tussen bodemkundigen onderling. Een van de voordelen van een algemeen gebruikt classificatiesysteem is juist de gemakkelijke en snelle informatie overdracht door middel van een paar trefwoorden. Het uiteindelijke resultaat van de onenigheid tussen de Engelse bodemkundigen zal wel zijn dat B.W. Avery voorlopig gestuit wordt in zijn enthousiasme om een nieuw en beter kloppend syteem te maken.

5.2 Bodemclassificatie

Het classificatiesysteem van 1973 classificeert bodems op permanente morfometrische kenmerken. Het systeem is bedoeld voor algemeen gebruik. Dit betekent dat er een probleem kan ontstaan om zowel de landbouwkundige waarde als bodemgenetische processen in de indeling te verwerken. Een indeling op puur pedogenetische grondslag zou waarschijnlijk anders uitvallen dan een indeling op landbouwkundige waarde. Deze twee zaken zijn echter zo goed mogelijk gecombineerd in het systeem.
De basiseenheid van het systeem is het "Soil profile". Dit is gedefinieerd als een drie dimensionaal stuk bodem met zijdelingse afmetingen die groot genoeg moeten zijn om differentiërende kenmerken van horizonten te kunnen onderscheiden (AVERY, 1973).
Soil profiles worden meestal tot een diepte van 1,50 m bekeken. Deze soil profiles worden dan benoemd als een bepaalde soil serie (bijvoorbeeld Waveney series en Grove series, vaak genoemd naar een plaats waar een bodemtype voor het eerst beschreven is, of waar hij veel voorkomt).
In Engeland worden de soil series gegroepeerd in subgroups, deze weer in groups en deze uiteindelijk in major groups (Ned.: orde).
Men kent in Engeland 10 major groups. Voor een volledig overzicht van de Engelse indeling tot op subgroupniveau zie bijlage 2. Elke subgroup is nog weer verder onder te verdelen in een aantal soil series. Omdat er nogal veel verschillende soil series zijn geeft het wel eens problemen om ze op een goede manier onder te brengen in een subgroup.

Het systeem van horizontbenoeming in Engeland is grofweg hetzelfde als in Nederland, het A, B, C systeem (zie fig. 19). Wat verschilt is bijvoorbeeld de letteraanduiding bij de verschillende horizonten, zoals Bf, Bw, Cu en Cy. Ook overgangshorizonten kunnen anders benoemd zijn, A & B, B & C etc. De Ao is in Engeland verder op te splitsen naar verteringsstadium, humusvorm etc. Dit wordt aangegeven met verschillende hoofdletters. Verder valt op dat de A_2, de uitspoelingshorizont, benoemd wordt als E-horizon (eluviation) met verschillende achtervoegsels die het karakter ervan aangeven. Zie voor een nauwkeurige beschrijving van de de horizonten bijlage 3 (uit Hodgson, 1976).

In de Engelse bodemkartering is vroeger gewerkt met een schaal van 1:63360, dus one inch to one mile. Het hele land zou op deze schaal gekarteerd moeten worden.



Figuur 19: **The soil profile and horizon nomenclature. (Source: Curtis, 1973)**

(bron: Curtis et al., 1976)

Aan het eind van de 60-er jaren is men overgeschakeld naar karteringen op een schaal van 1:25.000. Het hele land behoefde nu niet meer gekarteerd te worden maar wel gebieden met speciale landbouwkundige of geomorfologische belangen. Tot nu toe zijn ongeveer 20 van deze kaarten gepubliceerd van gebieden in Engeland en Wales. (In Schotland werkt men nog wel met de schaal 1:63360).

Op dit moment echter is ook de kartering op deze schaal stopgezet omdat eerst de kaart met een schaal van 1:250.000 af moet. Deze moet heel Engeland en Wales bedekken en moet in 1982 af zijn. Hier wordt nu door de Soil Survey met man en macht aan gewerkt. Het is voor veel mensen, ook in de Soil Survey de vraag of deze kaart enig praktisch nut heeft omdat de kaart eenheden veel te grof worden en de monsteringsdichtheid veel te laag is. Vanuit het ministerie is echter opdracht gegeven tot het maken van deze kaart, dus tot 1982 staat veel onderzoek van de Soil Survey zo goed als stil. Onderzoekers mogen nog slechts 15% van hun tijd aan hun eigen onderzoek besteden, de rest van de tijd besteden ze aan het karteren.

5.3 Landbouwkundige geschiktheidsclassificatie

In Engeland bestaan twee systemen voor een landbouwkundige geschiktheidsclassificatie. De eerste die we bespreken wordt gebruikt door de Soil Survey. Deze classificatie is gemaakt voor landbouwkundige doeleinden. Naast klimaat en reliëf is hij gebaseerd op eigenschappen van de grond na eventuele bodemverbetering. De potentiële bodemkwaliteit wordt er dus mee aangegeven, niet de actuele kwaliteit.
Hierbij wordt wel rekening gehouden met de kosten van de bodemverbetering. Als bodemverbetering onrendabel zou zijn wordt deze niet in de beschouwing betrokken en wordt de bodem dus lager geclassificeerd. De classificatie is gebaseerd op fysische eigenschappen van de bodem, omdat deze meer permanent zijn dan de chemische eigenschappen. Er wordt wel rekening gehouden met extreme chemische eigenschappen zoals bij zoute of zure bodems.

De classificatie geeft aan hoeveel beperkingen een bepaalde bodem heeft. Bodems van klasse 1 zijn dus geschikt voor alle vormen van landgebruik. Bij lagere klassen zijn er dus minder mogelijkheden, maar dit wil niet zeggen dat deze bodem voor alle vormen van landgebruik slechter is. Een bodem van klasse 3 bijvoorbeeld kan dan nog uitstekend geschikt zijn voor tarwe, maar er zijn minder alternatieve teelten mogelijk. Dit houdt in dat voor een bepaald gewas een andere indeling gemaakt moet worden en aparte kaarten.

De bodems worden ingedeeld in 7 klassen, 1 tot en met 7, met steeds toenemende beperkingen in het bodemgebruik. In klasse 1 zijn er dus geen beperkingen en er zijn goede opbrengsten mogelijk. Klasse 4 is de laatste klasse waar nog bepaalde vormen van akkerbouw mogelijk zijn. De bodems kunnen zeer ondiep zijn (rots ondergrond) of erg steil. Het klimaat kan vrij ongeschikt zijn (hooggelegen land) of er is overstromingsgevaar. Bij bodems van klasse 5 is alleen nog grasland mogelijk of bosbouw en recreatief landgebruik.
In klasse 7 tenslotte zijn de beperkingen zodanig dat alleen nog wat "rough grazing", dus begrazing van een kwalitatief slechte vegetatie, mogelijk is. Dit ligt vaak aan het klimaat (wind- en sneeuwinvloed en zeer kort groeiseizoen) of de bodems zijn zeer steil door erosie of er is sprake van kale rots.

Bij de klasse indeling kan worden aangegeven waaruit de beperkingen bestaan door middel van een of meer achtervoegsels. Deze zijn: w (wetness) voor vochtbeperkingen, s (soil) voor bodembeperkingen (stenen, slechte tectuur etc.), g (gra-

diënt) voor beperkingen door hellingshoek of uiteenlopende bodemtypen door elkaar heen, e (erosion) voor erosie gevoeligheid, c voor beperkingen door het klimaat. De classificatie van een bepaalde bodem kan er dus bijvoorbeeld zo uit gaan zien: 2s, 4g, 3 ws of 6 sg.

Naast het systeem van de Soil Survey bestaat er nog een landclassificatiesysteem. Hierop is het voorgaande systeem gebaseerd; de Soil Survey heeft het systeem van het ministerie van Landbouw iets verder uitgebouwd. Het systeem van het Ministerie van Landbouw kent 5 kwaliteitsniveaus die in dit geval "grades" genoemd worden. In de praktijk wordt dit systeem vaak gebruikt. Ook bij de dagverslagen in Deel II is dit vaak het geval.

Land uit Grade I is het beste. Grade IV komt ongeveer overeen met Class 5 en Grade V is het slechtst. De verschillende "Grades" worden niet verder onderverdeeld.

5.4 Variabiliteit van bodems

Tot de taak van de Soil Survey behoort naast het karteren ook het doen van onderzoek. Een aantal onderzoekers houdt zich bezig met de toepassing van geavanceerde statistische technieken in de bodemkunde. De heer Webster heeft hierover op 29 augustus een inleiding gehouden (zie Deel II) en we willen hier wat dieper op ingaan.

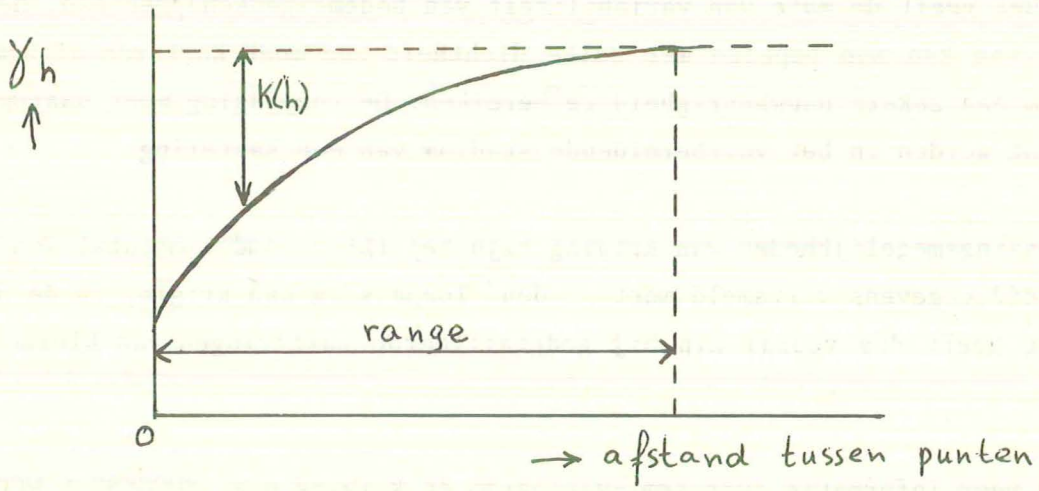
Een fundamenteel probleem in de bodemkunde is dat bodems ook binnen een kaarteenheid variabel zijn, m.a.w. dat de bodem op een bepaalde plaats verschillend is van de bodem op een andere plaats. Dit geldt voor bodems als geheel en ook voor afzonderlijke bodemeigenschappen. Over het algemeen geldt hierbij dat de verschillen groter zullen zijn naarmate de afstand tussen de punten groter is; de mate van overeenkomst is afhankelijk van de afstand (= spatial dependence). De wiskundige theorie die deze verbanden beschrijft is bekend als "regionalised variable theory". Dit wil zeggen dat de waarde van een eigenschap op een zeker punt gecorreleerd is met de waarde van de eigenschappen van de omringende punten.

Deze statische theorie is afkomstig uit de geologie. Ze is ontwikkeld in Frankrijk in de "Ecole des Minieres" en is voor een groot gedeelte gebaseerd op empirisch werk van de Zuid-Afrikaanse mijnbouwgeoloog Krige. De laatste jaren is

veel werk gedaan om de theorie toepasbaar te maken in de bodemkunde. Dit is voornamelijk gedaan door Webster en andere medewerkers van de Soil Survey in Harpenden. De twee hoofdpunten in de theorie zijn het "semi-variogram" en "Kriging".

Het semi-variogram beschrijft de relatie die er is tussen de mate van verschil van punten en hun onderlinge afstand. Kriging, genoemd naar de geoloog Krige, is een techniek om de waarde van bodemeigenschappen op een bepaald punt te schatten uit de waarde van omringende punten, waarbij gebruik gemaakt wordt van de relaties tussen punten zoals die blijkt uit het semi-variogram.

Het semi-variogram is een grafische weergave van de semi-variantie $\gamma(h)$, dit is het verwachte verschil tussen twee punten. Als punten verder uiteenliggen worden de verschillen groter, tot een bepaald maximum zie fig. 20.



Figuur 20: Voorbeeld van een semi-variogram.

Een belangrijk aspect van het semi-variogram is de afstand waarover K(h), de covariantie (mate van overeenkomst tussen twee punten), tot nul afneemt: de range. Bij afstanden tussen punten groter dan de range is er geen verband meer tussen de punten. Wanneer bodemgrenzen overschreden worden kan het semi-variogram duidelijke knikken vertonen. Wanneer de beschouwde eigenschap weinig verandert met de afstand, is de range groot. Wanneer de eigenschap zeer variabel is, is de range klein.

Kriging is een statische techniek om een schatting te maken van de waarde van een bodemeigenschap op een bepaald, niet gemeten, punt. Deze wordt geschat uit de waarden van omringende punten als gewogen gemiddelde:

$$\gamma_i = \lambda_1\gamma_1 + \lambda_2\gamma_2 + \ldots\ldots + \lambda_n\gamma_n$$

waarbij geldt: $\sum_{i=1}^{h} \lambda_i = 1$

Het voordeel van Kriging boven andere methodes, is dat een optimaal gebruik gemaakt wordt van de aanwezige gegevens, omdat de waarden van $\lambda_1 \ldots \lambda_n$ niet willekeurig gekozen worden, maar ontleend worden aan de relatie die er is tussen punten en hun onderlinge afstand, via het semi-variogram dus. Dit maakt dat de schattingsfout zo klein mogelijk is, en bovendien is hij precies bekend. Kriging vereist wel veel rekenwerk omdat voor elk punt een nieuwe set coëfficienten berekend moet worden. Het is daarom alleen met een computer uitvoerbaar.

De informatie die een semi-variogram verschaft, kan op veel manieren worden gebruikt. Het geeft de mate van variabiliteit van bodemeigenschappen aan. Met behulp hiervan kan men bepalen met welke dichtheid men moet karteren of bemonsteren om een zekere nauwkeurigheid te bereiken. De toepassing moet daarom vooral gezocht worden in het voorbereidende stadium van een kartering.

De toepassingsmogelijkheden van kriging zijn beperkter, omdat meestal een grote hoeveelheid gegevens verzameld moet worden. Toepassing van kriging in de bodemkartering heeft dus vooral zin bij gedetailleerde karteringen van kleine gebieden.

Zie voor meer informatie over semi-variogram en kriging o.a. BURGESS & WEBSTER, 1980 en DAVIS, 1973.

6. BODEMKUNDE VAN DE BEZOCHTE GEBIEDEN

6.1 Belangrijke bodemtypen in Engeland

Een zeer groot gedeelte van de Engelse bodems bestaat uit stagnogley soils. De FAO-kaart (schaal 1:2.500.000) is zeer grof, maar geeft wel een algemeen beeld van de bodems in Engeland, die vaak slecht gedraineerd zijn en bij veel weersomstandigheden moeilijk bewerkbaar.

Met behulp van de bodemkaart van Engeland en Wales (Soil Survey, schaal 1:1.000.000; de kaart die steeds in de bus rondgegaan is) kunnen we de kaarteenheden van de FAO-kaart verder onderverdelen, zie tabel 5.

Figuur 21: Bodemkaart van Engeland en Wales.
(bron: FAO, 1965, schaal 1:2.000.000)

Legenda bodemkaart Engeland 1:2.500.000, FAO.

Soil associations of low plateaus, hills and plains

9b	gray brown podzolic soils
9b/Bf	gray brown podzolic soils and brown forest soils
9b/p	gray brown podzolic soils and podzolized soils
A	alluvial soils
Ba	acid brown forest soils
P/O	podzolized soils and organic soils
Re	regosols

Soil associations of subdued mountains and high plateaus

Bf/Rz	brown forest soils and rendzina's

Soil associations of mountains

Li/P	Lithosols and podzolized soils

(H) als achtervoegsel betekend hydromorfische fase

Het voert te ver alle voorkomende soil series te behandelen met hun verschillen etc., zie hiervoor CURTIS et al, 1976. Op de kaart is de excursieroute aangegeven en in Deel II is te vinden welke bodems we in de verschillende gebieden

Kaarteenheid	bodemtypen die o.a. voorkomen:
FAO:	
9b/Bf:	stagnogley soils en calcareous pelosols en argillic brown earths (kleiige bodems earths (kleiige bodems met slechte drainage).
Bf/Rz:	brown calcareous earth en argillic brown earths (kalk ondergrond met kleiig of lemig dek van wisselende dikte).
P(H):	stagnopodzols, stagnohumic gley soils (veelal venige bovengrond, vaak met iropan).
A:	alluvial gley soils (mariene en fluviatiele bodems).
9b:	brown earths (klei of lemige klei met vaak slechte drainage: stagnogleu soils)
9b/P:	brown sands; brown earths en podzolen (zandig goed gedraineerd).

Tabel 5: bodemtypen die voorkomen in de kaarteenheden van de FAO-kaart.

aangetroffen hebben. Wel willen we een paar voorbeelden geven van de rangschikking van bepaalde bodemtypen in verschillende landschappen. Fig. 22 geeft de relatie tussen bodem, klimaat en reliëf. Fig. 23 is een voorbeeld van de uitwerking hiervan in een bepaald gebied met een ondergrond van schalie of zandsteen. In fig. 24 zien we hetzelfde in een kalklandschap, terwijl fig. 25 de verschillen aangeeft bij verschillende diktes van het pakket op de kalkondergrond.

6.2 Enige bodemvormende processen in Engelse bodems

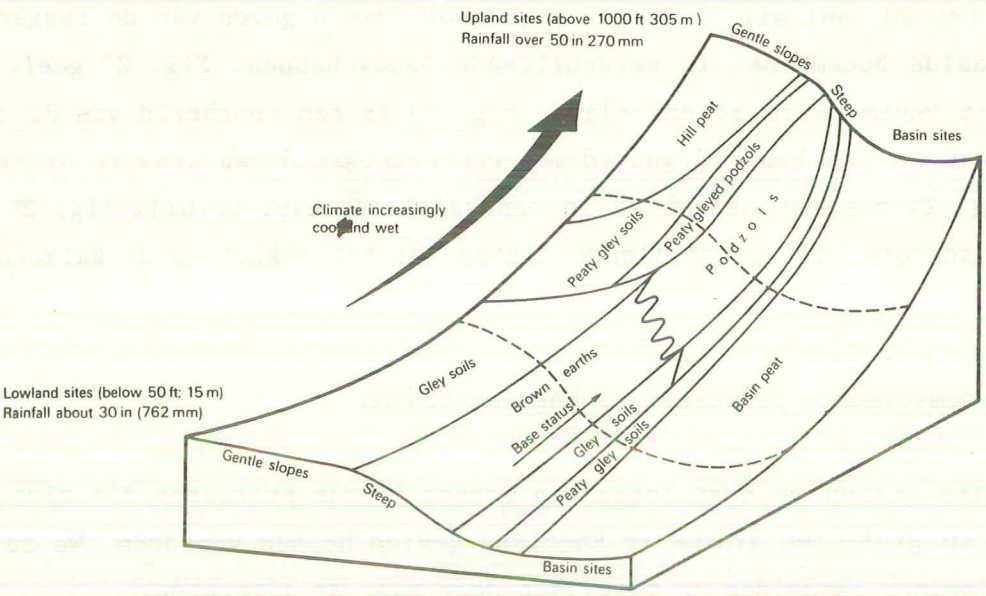
In dit gedeelte willen we kort ingaan op verschillende processen die zich bij bodemvorming in profielen die we in Engeland gezien hebben voordoen. We zullen steeds de principes aanduiden en verwijzen door naar de literatuur.

6.2.1 Bodemvorming in kalk

In Engeland komen veel bodems op kalk voor, zie figuur 9. De kalk varieert vrij sterk in dikte en hardheid. De meeste kalkformaties in Engeland bevatten meer dan 97% $CaCO_3$ (mergel bevat soms minder dan 60% $CaCO_3$).
In Engeland wordt de kalk onderscheiden in drie lagen de Lower Chalk, Middle Chalk en de Upper Chalk. De eigenschappen hiervan zijn verschillend en elke kalksoort heeft als hij dagzoomt zijn eigen bijbehorende bodemtypes (zie o.a. CURTIS et al., 1976).

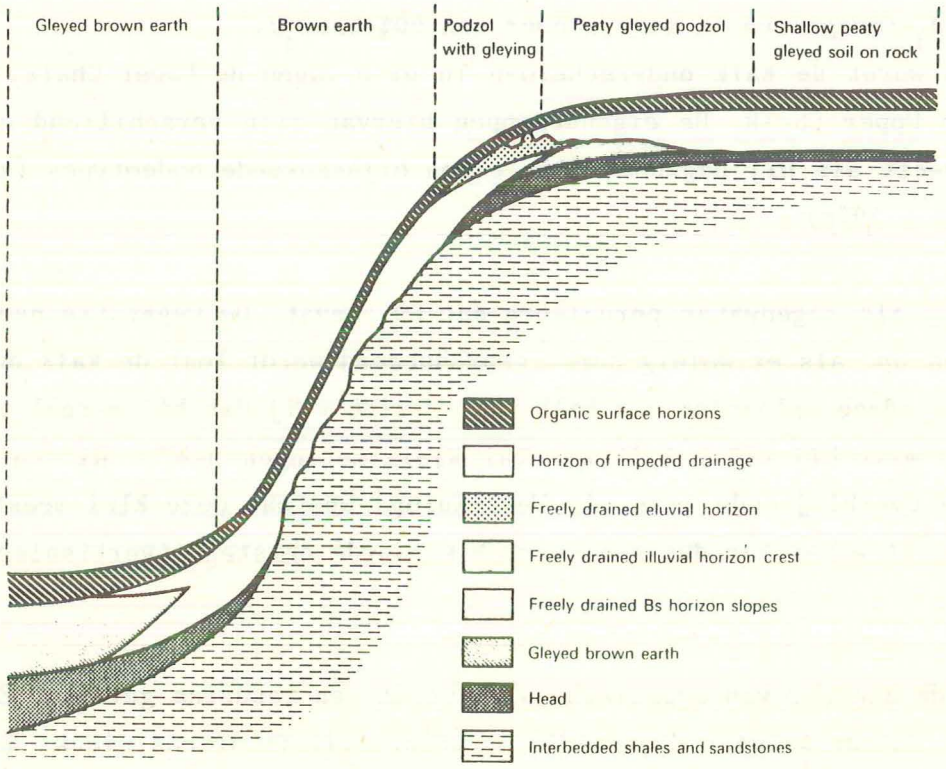
Kalk lost op als regenwater percoleert dat CO_2 bevat. De vegetatie heeft hier veel invloed op. Als er weinig humus geproduceerd wordt lost de kalk dus langzamer op. Bij deze oplossing van kalk komt residu vrij dat bij mergel vaak zand of silt is, maar bij echte kalk meestal kleiafmetingen heeft. Dit vormt een dek over de overblijvende kalk. In West-Europa bestaat deze klei meestal uit Montmorilloniet en er kan dus een soort kleefaarde ontstaan (vertisolachtig karakter).

Bij voldoende aanvoer van organische stof wordt een rendzina gevormd. Een rendzina blijft intact wanneer door biologische activiteit steeds nieuwe kalk door het profiel gemend wordt of wanneer het profiel door erosie verjongd wordt. Rendzina's op zachte kalken bestaan vrijwel uitsluitend uit organische stof met grote kalkbrokken. Ondanks de erosie kan men hier van een stabiele toestand spreken.



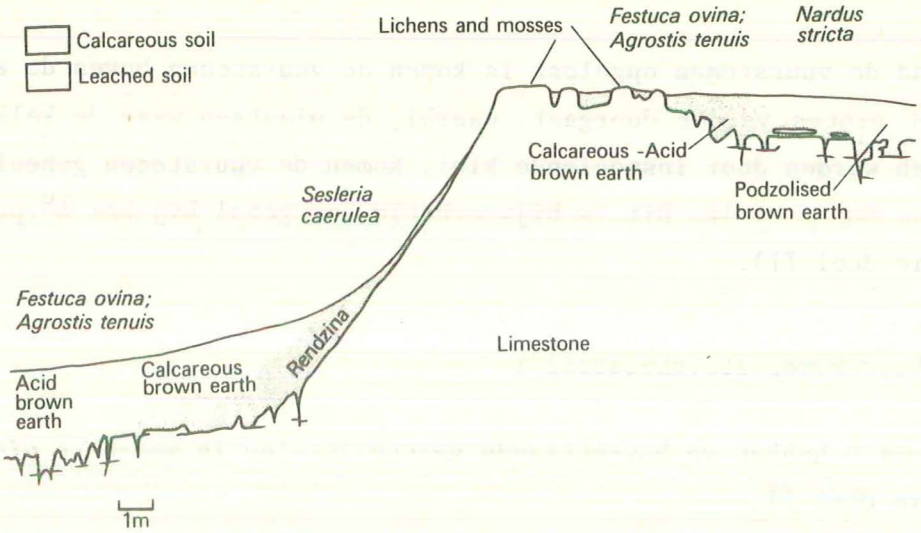
Figuur 22: **Relationships between soils, climate and relief. (Source: Crompton, 1966)**

(bron: Curtis et al., 1976)



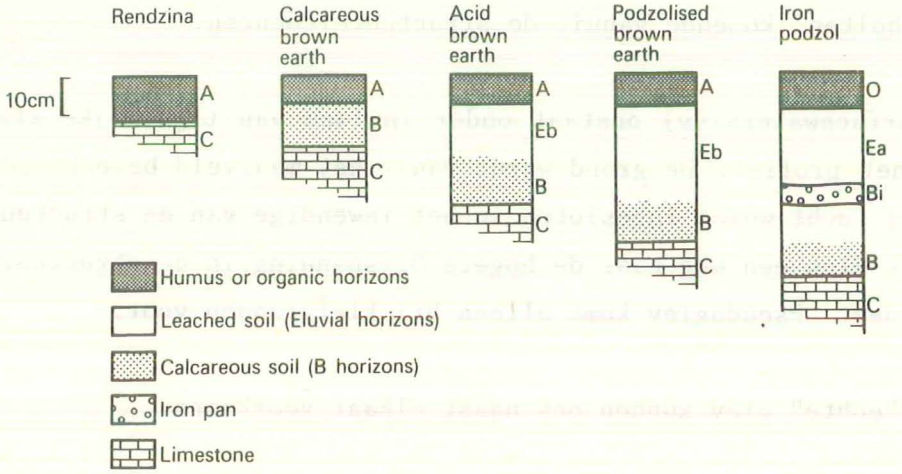
Figuur 23: **Distribution of soils on south- and west-facing slopes on Exmoor. (Source: Curtis, 1971)**

(bron: Curtis et al., 1976)



Figuur 24 : **Sequence of soils and vegetation on slopes. (After Bullock, 1971)**

(bron: Curtis et al., 1976)



Figuur 25 : **Sequence of soils with increasing depth of drift cover. (After Bryan, 1967)**

(bron: Curtis et al., 1976)

Op sommige plaatsen bevindt zich boven de kalk een residu van tertiaire afzettingen, terwijl op veel plaatsen ook een loessdek is afgezet. De verwering van de kalk gaat dan sneller, omdat er minder water oppervlakkig afstroomt en dus meer water percoleert. De loess en het verweringsresidu van de kalk raken vaak vermengd: "Terra fusca". Opvallend is dat de vuurstenen, die zich in deze laag kunnen bevinden ("clay with flints"), vaak tientallen centimeters boven de kalk liggen. Dit hangt samen met de ontstaanswijze van vuurstenen. Deze liggen niet door de hele kalklaag verspreid, maar geconcentreerd in bepaalde lagen, die samenhangen met de grondwaterstand in bepaalde periodes na afzetting van de kalk.

Als de kalk rond de vuurstenen opgelost is komen de vuurstenen boven de kalk te liggen. Als het proces verder doorgaat, waarbij de plaatsen waar de kalk verdwijnt ingenomen worden door inspoelende klei, komen de vuurstenen geheel geïsoleerd te liggen van de kalk. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het 4^e punt op 26 augustus (zie deel II).

6.2.2 Gley- en Pseudogleyverschijnselen

Tijdens de excursie hebben we bovenstaande verschijnselen in meerdere profielen kunnen zien. Zie deel II.

Bij de echte gleygronden (groundwatergley) zijn de hydromorfe kenmerken een gevolg van voortdurende aanwezigheid van grondwater, zodat een permanent gereduceerde ondergrond aanwezig is. Bij dalende grondwaterspiegel slaat het ijzer neer langs de holten, komende vanuit de structuurelementen.

Pseudogley (surfacewatergley) onstaat onder invloed van tijdelijke stagnatie van water in het profiel. De grond wordt vanaf het maaiveld bevochtigd via de holten, waarbij lucht wordt ingesloten in het inwendige van de structuurelementen ijzer zoekt zich een weg naar de hogere O_2-spanning in de structuurelementen en slaat daar neer. Pseudogley komt alleen bij kleigronden voor.

Pseudogley en "echte" gley kunnen ook naast elkaar voorkomen.

Zie voor meer informatie College Gematigde Streken I, Brinkman (1979).

6.2.3 Katteklei

In met water verzadigde bodems in zout of brak milieu accumuleert pyriet, FeS_2, door bacteriële reductie van SO_4^{2-} ionen uit het zeewater en ijzeroxiden die in het sediment aanwezig zijn. Als deze bodems gedraineerd worden oxideert het pyriet, waarbij zwavelzuur vrijkomt. Volgens de vergelijking:

$$Fe_2 + 15/4\ O_2 + 7/2\ H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 4H^+ + 2SO_4^{2-}$$

Het ijzerhydroxide vormt een roodachtig neerslag, dat in Engeland "ochre" genoemd wordt. Dit veroorzaakt vaak verstoppingen in drainbuizen.

Deze reactievergelijking is een versimpelde weergave van de werkelijke reacties die plaats vinden. Dit proces in nog niet geheel bekend. In het proces treden allerlei tussenproducten op, zoals jarosiet ($KFe_3(SO_4)_2\ (OH)_6$). Dit is een van de meest karakteristieke producten die ontstaan bij oxidatie van pyriet. Het geeft de bekende gele kleur aan kattekleien. Jarosiet kan zeer lang als zodanig aanwezig blijven (zie fig. 26). Ook micro-organismen spelen in het hele proces een rol (ARKESTEYN, 1980).

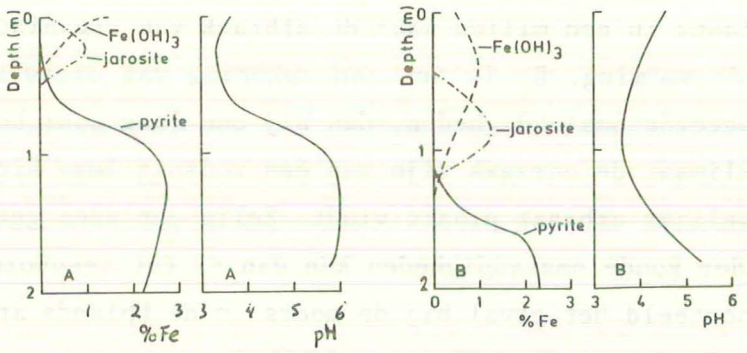


Fig. 26. Prophile morphology of (A) a young acid sulphate soils and (B) an old acid sulphate soil.

(bron: Arkesteyn, 1980)

Als het profiel voldoende kalk bevat (bijv. schelpen) is het zwavelzuur geen probleem. Het reageert dan met de kalk tot gips:

$$2H^+ + SO_4^{2-} + CaCO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 + CaSO_4$$

Vaak zijn zeer fraaie kristallen te zien (zie bijlage 1, fig. 3 en 4).

Als er niet voldoende kalk in het profiel aanwezig is ontstaat katteklei, waarbij de pH soms tot onder drie kan dalen. De wortelgroei wordt dan ernstig belemmerd, vaak door een teveel aan oplosbare Al^{3+} ionen, die toxisch werken.

Tijdens de excursie hebben we kattekleiproblemen en kunnen zien in de Broadlands (zie deel II, 30 augustus), waar grasland werd omgezet in bouwland, zodat dieper ontwaterd moest worden. De ondergrond bevat vaak te weinig kalk. Ook in de Fenlands, in de klei onder de resterende veenlaag, trad het probleem op (zie deel II, 1 september). Naarmate de veenlaag dunner wordt, worden de planten steeds verder afhankelijk van de onderliggende zure klei. In de Fenlands wil men de problemen oplossen door zwaar te bekalken m.b.v. schuimaarde, een kalkrijk nevenproduct bij de suikerbietenverwerking. Het probleem van de verstopte drainbuizen kan dan nog wel blijven bestaan.

In bijlage I zijn diverse foto's van slijpplaten van monsters uit een katteklei-profiel te zien (Waveney Marshes en Ely).

Zie voor de chemische processen VAN BREEMEN, 1976 en voor de bijdrage door micro-organismen ARKESTEYN, 1980.

6.2.4 Veengronden

Veenvorming vindt plaats in een milieu waar de afbraak van organische stof langzamer verloopt dan de vorming. Er is dus een ophoping van organische stof, meestal onder gereduceerde omstandigheden, dus bij een laag zuurstofgehalte van water. Ook kan het klimaat de oorzaak zijn van een zodanig lege biologische activiteit dat er nauwelijks afbraak plaats vindt. Zelfs een zeer geringe productie van biomassa onder koude omstandigheden kan dan al tot veenvorming leiden. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval bij de moors in de Uplands in het noorden van Engeland en Schotland (zie deel II, 3 september).

Er worden verschillenden veensoorten onderscheiden naar hun ontstaanswijze en de vegetatie die voor de opbouw van de organische stof zorgde: oligotroof veen (w.o. veenmos veen, heideveen en wollegrasveen), mesotroofveen (w.o. berkeveen en zeggeveen) en eutroofveen (w.o. bosveen en rietveen, beide eventueel kleihoudend).

Als de grondwaterspiegel daalt bijvoorbeeld door drainage zoals in de Fenlands, begint de bodemvorming. Er treedt fysische, chemische en biologische rijping op. Het maaiveld kan aanzienlijk dalen door de volgende oorzaken:

- klink: samenpersing van de ondergrond door het eigen gewicht van het veen; de opwaartse druk valt weg na ontwatering.
- zetting: samenpersing door het opbrengen van grond (bijv. bezanden)
- krimp: volumeverlies door indroging van het veen
- zakking: bodemverlies door oxidatie van het veen.

Als het veen eenmaal uitgedroogd is, neemt het vaak moeilijk opnieuw vocht op, men spreekt dan van irreversibele indroging van veen.

Door de luchtintreding begint ook de chemische en biologische omzetting van het veen. De plantenresten worden aangetast en er ontstaat humus; het veen veraardt. In entroofveen is de humusvorm meestal mull, in veen dat onder armere omstandigheden is gevormd is het meestal moder. Als de humus niet gebonden wordt

(disperse humus) kan deze door de neergaande waterstroom meegenomen worden tot op de grenslaag met de minerale ondergrond. Dit is een gliedelaag (engels: "drummy layer"). Hiervan was duidelijk sprake in het profiel in de Fenlands (zie deel II, 1 september).

In de Fenlands is het proces van bodemdaling al zeer ver gevorderd. Van een veenpakket dat oorspronkelijk 6 meter dik was is nu op sommige plaatsen nog 50 cm over. Dit houdt ook verband met het landgebruik. In de Fenlands zijn deze bodems zeer diep ontwaterd om er akkerbouw op te kunnen bedrijven. Door oxidatie kan in dit geval 1 cm van de bodem verloren gaan per jaar. Onder grasland is dit verlies meestal kleiner dan 0,5 cm. Verdere nadelen van een veenbodem voor akkerbouw zijn: de draagkracht in het voorjaar is gering door een hoog vochtgehalte, er is een vrij groot nachtvorst gevaar, door wind treedt verstuiving op van de toplaag, met name als de bedekking van de gewassen nog niet volledig is. Men probeert in de Fenlands deze winderosie te bestrijden m.b.v. windsingels van verschillende soorten wilgen. Verder probeert men suikerbieten te zaaien door Direct Drilling, wat minder verstoring van de oppervlakte inhoudt.
In de Fenlands treedt in de ondergrond door de diepe ontwatering kattekleivorming op (zie ook 6.2.3). Op de Arthur Rickwood experimental husbandry farm wil men proberen om door diepploegen en bekalken met schuimaarde het probleem van de winderosie en de kattekleivorming te beteugelen. Het is echter een probleem om bij het diepploegen de verschillende bodemlagen en de schuimaarde voldoende fijn te vermengen.

6.2.5 Bodemvorming in bontzandsteen

Zoals de naam al zegt is bontzandsteen (buntersandstone) een zandsteen. Het materiaal is afgezet in ondiep water in een aride periode, gezien de roodachtige kleur. Het dateert uit het Trias. Van eventuele latere afzettingen resteert nog hier en daar wat keileem, de rest is tijdens de ijstijden verdwenen. De buntersandstone in Derbyshire helt zwak naar het oosten. Bij verwering van zandsteen ontstaan zandige bodems. Hierin ontstaan onder loofbos moderpodsolen. Onder naaldbos of onder een verarmde vegetatie ontstaan humuspodzolen. De buntersandstone is iets lemig en er heeft kleiinspoeling plaats gevonden (zie deel II, 2 september). Zie ook de slijpplaatfoto in Bijlage 1, fig. 12.

6.2.6 Het ontstaan van een Ironpan

In gebieden met een regenoverschot is er een neergaande waterstroom in de bodem. Bij een bepaald type moedermateriaal en een bepaalde vegetatieinvloed kunnen podzolen ontstaan; organische stof en/of mineralen worden door de waterstroom meegevoerd en slaan op een zekere diepte neer. In enkele gevallen resulteert dit in de vorming van een "iron pan", een dun ondoorlatend ijzerhuidje juist onder B2h. Zie de slijpplaatfoto's in Bijlage 1, fig. 15. De chemische reacties die zich bij dit proces afspelen zijn niet precies bekend, maar er bestaan wel vermoedens over de invloed die de vegetatie hierop heeft. Een ironpan ontstaat waarschijnlijk niet onder natuurlijk bos. De humusvorm is beter en het ijzer is dan niet mobiel genoeg. Veel bos is vroeger gekapt voor houtskoolwinning of om het land geschikt te maken voor beweiding ("rough grazing"). In de vegetatie komen dan soorten naar voren als Nardus stricta (kamgras), Calluna vulgaris (struikheide) en Juncussoorten (russen). Er ontstaat dan een veel zuurdere humussoort (mor) die kan zorgen dat het ijzer in oplossing gaat. Bij een plotselinge overgang in de bodem kan dit ijzer weer neerslaan. Dit ijzerbandje kan zo afsluitend zijn dat ernstige waterstagnatie gaat optreden. Na de vorming van een ironpan kan dus veenvorming gaan optreden.
Een dergelijk proces heeft zich vermoedelijk ook afgespeeld op de plaatsen in de hooglanden van Noord-Engeland, Wales en Schotland. Aangezien de veenlaag in het profiel wat wij gezien hebben (zie deel II, 3 september) ongeveer 2 meter dik was en omdat de veengroei ongeveer 1 mm/jaar is zou je kunnen veronderstellen dat de veengroei 2.000 jaar geleden begonnen is en dat dus in de eeuwen daarvoor het bos gekapt is. Op deze plaats zou dit een berkenbos kunnen zijn geweest, gezien de hoogteligging. Historische gegevens hierover ontbreken echter.

6.2.7 Kleiinspoeling

Kleiinspoeling is het proces waarbij de kleifractie vooral fine clay < 0,2 μ) door een neergaande waterstroom naar diepere horizonten wordt verplaatst. Ook hier zijn de processen niet precies bekend, maar er zijn wel enige algemene theorieën.

Slager (1978) deelt het proces van de kleimobilisatie in tweeën: het vrijmaken van de klei uit de aggregaten en het gepeptiseerd maken en houden van de klei. Het eerste zou plaatsvinden door luchtexplosie bij een snelle bevochting van droge aggregaten, het tweede proces, het peptiseren van de kleideeltjes vindt

plaats bij een voldoende lage concentratie van ionen in de bodemoplossing. Dit laatste is het geval bij een grote hoeveelheid water (verdunning) en bepaalde pH (een te hoge pH geeft teveel 2-waardige ionen, een te lage pH teveel 3-waardige ionen). (De kleimobilisatie is natuurlijk ook afhankelijk van het soort kleimineraal dat aanwezig is).

Dit betekent dat kleiinspoeling niet gelijktijdig met podzolisatie kan optreden. Podzolisering vindt plaats bij lagere pH waarden. Ook het klimaat is erg belangrijk bij kleiinspoeling.

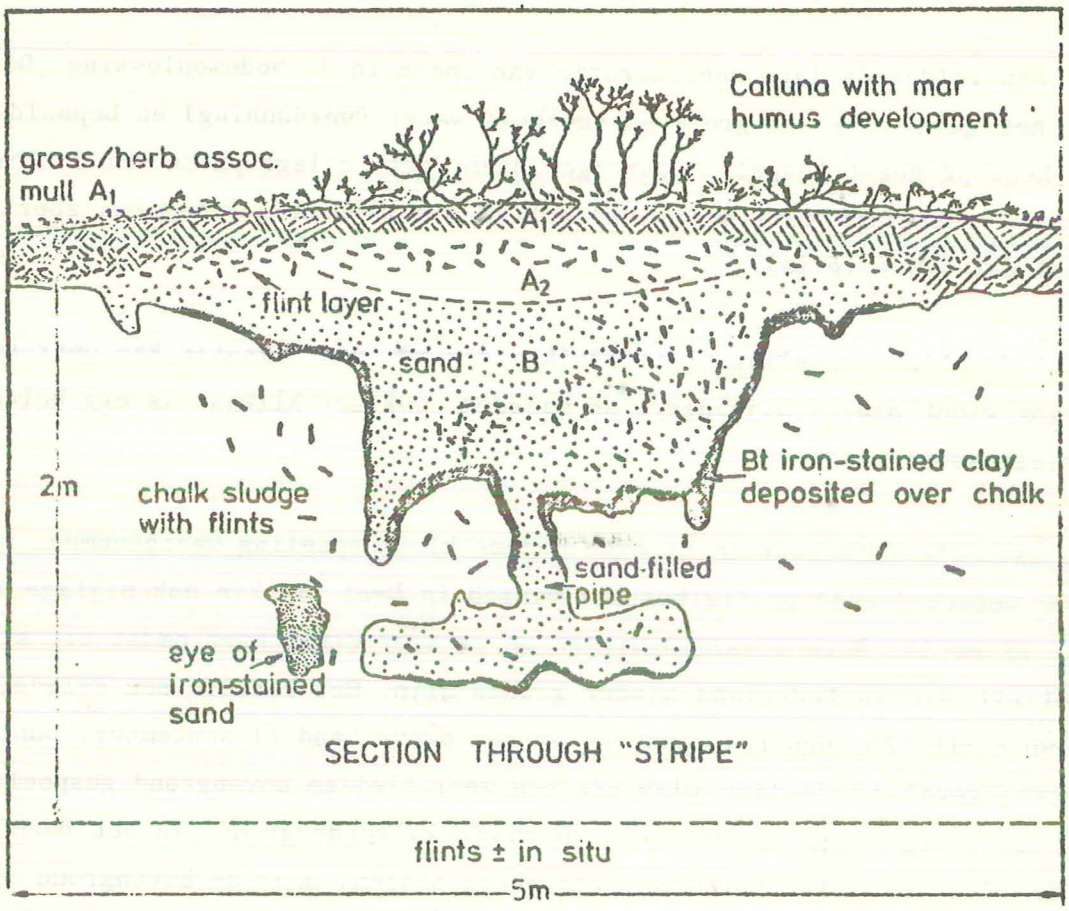
Tijdens de excursie hebben we in diverse bodems kleiinspoeling waargenomen, zie hiervoor de verschillende profielbeschrijvingen in Deel II. Zie ook bijlage 1: fig. 1, 8, 13 en 14. Twee gevallen willen we er hier uitlichten omdat dit situaties betreft die in Nederland minder gewoon zijn. Het betreft een Paleoargillic brown Earth (26 augustus, punt 4) en een brown Sand (1 september, punt 1). In het eerste geval is de fine clay uit een zeer kleiige bovengrond gespoeld (40% < 2μ) en neergeslagen juist boven de vaste kalkondergrond. In het tweede geval is de klei ook juist boven de kalk neergeslagen, maar de bovengrond is hier zeer zandig. In beide gevallen is de klei mobiel geworden bij een pH van ongeveer 5 in de (ontkalkte) bovengrond en neergeslagen bij een PH van 7 à 8. Zie fig. 27 voor de situatie in het tweede geval.

6.2.8 Brown Soils

Dit zijn goed tot matig gedraineerde gronden, zonder vertikale differentiatie van silica en sesquioxiden in de kleifractie (SiO_2/RO_3 is constant) en zonder vrij $CaCO_3$ in de bodem. In het algemeen is de kleur bruin, veroorzaakt door ter plaatse gevormde (verwering) ijzeroxyhydraten.

De Brown Earths kunnen zich op zeer veel verschillende soorten vaste en losse gesteenten ontwikkelen. Zie hiervoor de indeling van de Brown soils in bijlage 2, major group 5.

Excursiepunten waar we bruine gronden gezien hebben: Deel II; 26/8-4,6; 28/8-9; 2/9-2,3.
Zie voor meer gegevens: Curtis (1976) en Slager College gematigde Streken I (1971).



Figuur 27: Doorsnede door "paterned ground" in Grimes Graves.
Hierin heeft kleiïnspoeling plaatsgevonden.

7. BODEMVRUCHTBAARHEIDSASPECTEN

7.1 Gebreksverschijnselen op kalkrijke gronden

Op deze gronden treden nogal wat gebreksverschijnselen op, door de hoge pH in de bodem. De gebreksverschijnselen die we gezien hebben zijn, Fe-gebrek, Mn-gebrek, Mg-gebrek en K-gebrek.

- IJzergebrek. (Deel II: 26/8-1,4; 30/8-2). Het meest opvallende symptoom van ijzergebrek is een vergelijking (chlorose), waarbij de nerven als een fijn patroon van groene draden op een gele achtergrond zichtbaar blijven. Dit komt vooral bij de jonge bladeren voor. De aangetaste bladeren assimileren niet of nauwelijks, waardoor aanzienlijke opbrengstdervingen kunnen optreden. Het merkwaardige bij ijzergebrek vertonende planten is dat vaak de chlorotische bladeren een hoger ijzergehalte hebben dan niet chlorotische bladeren van dezelfde plant. Een verklaring hiervoor is, dat de opname van ijzer sterk gestimuleerd wordt door aanwezigheid van bicarbonaationen in het wordtelmilieu. De daaruit opgebouwde hypothese luidt, dat door planten opgenomen bicarbonaationen het opgenomen ijzer inactiveren. De plant zou hierop reageren door opname van meer ijzer

dat op zijn beurt ook weer geïnactiveerd wordt. Hiermee zou te verklaren zijn, dat planten die veel ijzer hebben opgenomen, toch Fe-gebreksverschijnselen vertonen. Bicarbonaat-ionen komen in relatief hoge concentraties alleen voor in het bodemvocht van basische gronden. De voor ijzergebrek gebruikte term "lime-induced chloroses" zou wellicht beter vervangen kunnen worden door "bicarbonate-induced chlorosis" (VAN DIEST).

- Mangaangebrek. (Deel II: 30/8-2). Mangaangebreksverschijnselen lijken enigszins op de verschijnselen veroorzaakt door ijzergebrek. De jonge bladeren van planten vergelen, waarbij de nerven en het bladmoes in de onmiddellijke omgeving van de nerven groen blijven. De overgang van groene nerven naar geel bladmoes is minder abrupt dan bij ijzergebrek. Het mangaan wordt niet gemobiliseerd in de oudere bladeren, daardoor zijn het ook de jonge bladeren die de verschijnselen vertonen. Door de verminderde assimilatie blijft de groei van planten met Mn-gebrek achter. Als mangaangebrek voorkomt bij meerjarige gewassen zijn jaarlijkse bespuitingen van het gewas met $MnSO_4$-oplossing de beste remedie (op kalkrijke gronden). Mangaangebrek kan ook voorkomen op zwak zure gronden met minstens enkele gewichtsprocenten organische stof. Het mangaangebrek wordt dan geïnduceerd door de organische stof (veenkoloniale haverziekte).

- Magnesiumgebrek. (Deel II: 30/8-2; 4/9-4). Ook magnesiumgebrek is geen vreemd verschijnsel op Ca-rijke gronden (ook bij hoge concentraties kalium of waterstof). Magnesiumgebrek openbaart zich in de oudere bladeren door necrose tussen de zijnerven. Door een tekort magnesiumaanbod van de grond, zal het magnesium benodigd voor de jonge bladeren uit de oudere bladeren gehaald worden. Het magnesium dient als co-factor voor allerlei enzymen en is een bestanddeel van chlorophyll. In Nederland is vaak geconstateerd dat magnesiumgebrek veelvuldiger optreedt in natte jaren dan in droge jaren. Dit kan verklaard worden met de Gapon vergelijking. Het evenwicht verschuift ten gunste van de laagwaardige kationen. Onder normale omstandigheden is het percentage van het adsorptiecomplex bezet met magnesium enkele malen lager dan voor calcium. Dienovereenkomstig is de magnesiumconcentratie in de bodemoplossing doorgaans duidelijk lager dan die voor Ca. Deze factoren, gepaard aan een gering vermogen van magnesium om te concurreren met andere kationen voor binding aan opname-mechanismen, leiden tot het geregeld optreden van magnesiumgebrek bij planten.

- Kaliumgebrek. (Deel II: 30/8-2). Bij kaliumgebrek krijgt men eerst een vergeling (chlorose) van de oudere bladeren. Daarna treedt er een afsterving (necrose) op, waarbij de randen van de bladeren omhoog krullen.

Kalium is mobiel, daarom komen de gebreksverschijnselen bij de oudere bladeren voor. Kaliumgebrek is niet een typisch gebrek op de kalk, maar op de excursie hebben wij het gezien.

8. BODEMFYSISCHE ASPECTEN

8.1 Minimale grondbewerking en de effecten hiervan op de bodemstructuur en de gewasopbrengst

De volgende gegevens zijn voornamelijk ontleend aan een uitgave van Cannell en Ellis, Simplified Cultivation: Effects on Soil Conditions and Crop Yield, (1979). Zie ook deel II: 28/8-2, 4, 5.

De belangrijkste grondbewerking bij de traditionele manier van het zaaiklaar maken van akkerbouwgewassen is het ploegen. Het doel van ploegen is: de onkruidbestrijding, het onderwerken van gewasresten en het maken van een goed zaaibed. Uit onderzoeken (1930) is gebleken dat het hoofddoel van ploegen de onkruidbestrijding is. Nu er tegenwoordig chemische onkruidbestrijding kan plaatsvinden is ploegen niet noodzakelijk meer.

De kosten van grondbewerking in Engeland en Wales op de gronden met graan is ongeveer £ 110 miljoen. Vijftig procent van het bouwland in Engeland en Wales bestaat uit kleigronden die onder gunstige omstandigheden zeer hoge opbrengsten aan wintergranen kunnen geven. Op deze kleigronden vind je vaak grote bedrijven die veel wintergranen in het bouwplan hebben. Dus het najaar is voor deze bedrijven een erg drukke tijd. Het is dus van groot economisch en praktisch belang om de mogelijkheid te onderzoeken om de grondbewerking voor het zaaien te verminderen of zelfs helemaal achterwege te laten.

Er is op verschillende ARC-instituten onderzoek gedaan naar minimale grondbewerking in de graanteelt. Van 1969-1978 zijn er experimenten uitgevoerd op het "Letcombe Laboratory" en de "Weed research Organization". Er bleek dat op de betere gronden (met een goede structuur en drainage), dezelfde opbrengsten gehaald konden worden met ploegen, "shallow tine cultivation" en "direct drilling". "Shallow tine cultivation" (s.t.c.) omvat één ondiepe bewerking (± 5 cm) met een "shallow tine cultivator" voor het zaaien. "Direct drilling" (d.d.) is het gecombineerd uitvoeren van een lichte grondbewerking en het zaaien. Dus maar één werkgang voor het zaaien en zaaibed klaar maken. De bodemstructuur verandert bij het jaarlijks toepassen van direct drilling en de verandering is het gunstigst op zware of zwak gestructureerde gronden.

In 1974 is men bij "Letcombe Laboratory" begonnen met een nieuw onderzoek op lange termijn. Het doel van dit onderzoek is het op lange termijn bekijken van het effect van ploegen, s.t.c. en d.d. op de bodemstructuur, op de wortel- en stengelgroei en op de opbrengst. Dit is bekeken bij drie verschillende soorten bodems nl. twee niet kalkhoudende kleigronden (Lawford series; 35% klei en Denchworth series; 50% klei) en één zwak gestructureerde grond (Hamble series; silt loam). De gronden zijn representief voor Engeland en Wales. De tijdwinst die men bij minimale grondbewerking op deze gronden verkrijgt, is van groot belang door de korte optimale bewerkingszaaitijd in het najaar. Alvorens het experiment startte, zijn de velden gedraineerd. Drainafstand: 20 m; diepte: 90 cm; loodrecht hierop, op 60 cm diepte moledrains om de 2 à 3m. Er wordt een vruchtwisseling toegepast van om het jaar wintertarwe met daartussen in een ander wintergewas (wintergerst, koolzaad). Dit vooral ook om de storende werking van allerlei bodemziekten, zoals take-all (Gaeumannomyces graminis) te voorkomen. Ook door stroverbranding kunnen allerlei ziekten en plagen voorkomen worden. Verder is de stroverbranding noodzakelijk om ophoping van slecht afgebroken organisch materiaal te voorkomen. Dit kan anaerobe omstandigheden scheppen voor micro-organismen, die giftige stoffen produceren, die remmend op de kieming werken. Het toedienen van herbicide is voor elke behandeling apart gedaan, op de meest geschikte tijdstippen. Er zijn geen duidelijke gegevens over de eventueel verschillende hoeveelheden gebruikte herbicide.

Opbrengsteffecten: De eerse resultaten op de niet kalkhoudende kleigronden zijn samengevat in tabel 6.

Table 6 Effect of method of cultivation on yield (tonnes/ha) of winter wheat on clay soils in two contrasting seasons.

		Lawford series (35% clay)			Denchworth series (50% clay)	
		Direct-drilled	Shallow-tined	Ploughed	Direct-drilled	Ploughed
1976		5.5	5.2	4.8	6.4	5.8
1978	Low N	8.6	8.3	9.3	7.5	9.0
	High N	10.5	10.2	10.2	9.4	10.0

In 1976 (droog jaar) komt de d.d. methode beter uit de bus en in 1978 (natte herfst) ziet het ploegen er beter uit. De grootste verschillen vind je in 1978 bij een laag stikstofniveau bij de Denchworth series. Dit wordt later uitvoeriger besproken.

Op de "silt loam" gaven de "d.d. gewassen" in vier van de vijf gevallen minder opbrengst dan de andere twee methoden. De s.t.c. gaf de beste opbrengst. Dit suggereert dus dat op deze gronden een geringe bodemverstoring voldoende is om goede opbrengsten te verkrijgen.

Een eenvoudige geschikheidsclassificatie voor d.d. is opgesteld aan de hand van ervaringen van instituten en universiteiten. De classificatie is gemaakt op basis van de volgende punten:

a) gebruik van herbiciden als onkruidbestrijders;
b) dat het stro verbrand wordt;
c) er normaal (voor bepaalde streek) landbouw bedreven wordt.

De gedachte die achter punt a zit, is dat de komende jaren het bereik en de kwaliteit van de herbicide zal toenemen.

De bodems zijn geclassificeerd in drie categorieën (zie fig. 28) met aflopende geschiktheid voor d.d.: categorie 1: Bodems met goede eigenschappen, waar de opbrengsten van zomer- en wintergranen niet minder zijn dan bij de conventionele methode.
Categorie 2: Bodems, die onder goed beheer, voor wintergranen dezelfde opbrengsten leveren als bij de conventionele methode. De zomergranen geven met de d.d. methode een lagere opbrengst.
Categorie 3: Bodems waar de kans groot is dat de opbrengst van zomer- en wintergranen bij de d.d.-methode lager zijn (vooral bij zomergranen). (Zie ook Cannel, R.Q. et al., 1978).

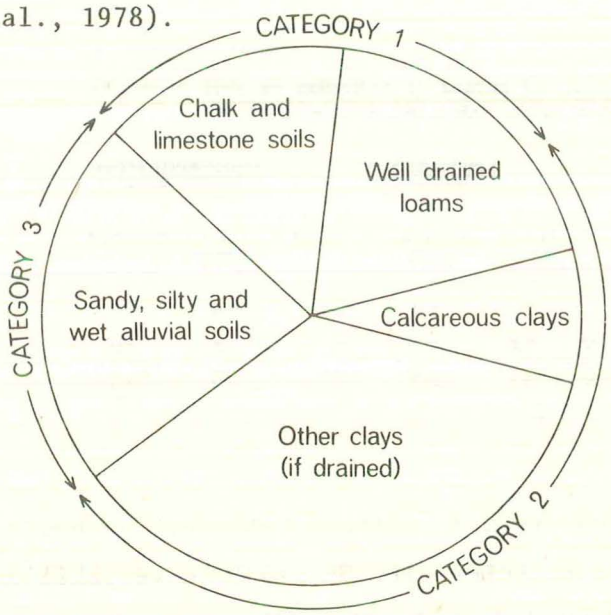


Figure 28. The proportions of the main soil types in cereal growing areas of England and Wales, classified according to their suitability for direct drilling of cereals (see text for expected crop performance in each category).

Effecten op de bodemstructuur en de wortelgroei. Vele kleigronden zijn self-mulching. Dit kan goede kiemomstandigheden in de bovenste 2-3 cm geven na d.d. of s.t.c. Vooral in droge najaren (zoals in 1975 en 1978), is de kieming bij de conventionele methode veel langzamer.

De gevolgen van minimale grondbewerking t.o.v. de traditionele methode zijn:

a) een reductie van de totale poriëngehalte en een toename van het volume-vochtgehalte;
b) toename aantal aardwormen na drie achtereenvolgende jaren minimale grond-bewerking met een factor 2 à 3;
c) bij kleigronden een toename van de doorlopende poriën tot een grotere diepte;
d) een snellere infiltratie van water (fig. 29 en fig. 30);
e) afname van de aëratie op de zwaardere gronden in natte winter;
f) betere onttrekking van water uit de bodem in droge seizoenen (1976);
g) langzamere mineralisatie van stikstof en in natte seizoenen meer denitri-ficatie;
h) langzamere opname van stikstof door wintergranen in het vroege voorjaar (fig. 31 en fig. 32);
i) een grotere concentratie van fosfaat en kalium in de bovenste lagen van de bodem, zonder dat dit gevolg heeft voor de opname van het gewas (zelfs niet in droge seizoenen).

D.d. bevordert wortelontwikkeling in de bovenste lagen van de bodem, alhoewel wortelontwikkeling van wintergerst in het begin wat geremd is. Bij de stengel ontwikkeling van wintertarwe (in april) kan het aantal wortels op een diepte van 80-100 cm bij d.d. zijn toegenomen vooral in droge voorjaren. Hiertegenover staat dat gedurende natte perioden op de zwaarste gronden d.d. diepe beworteling tegengaat (fig. 33).
Effecten op de gewasresten: Bij d.d. en in mindere mate met s.t.c. in succes mede afhankelijk van het volledig verwijderen van het stro van het veld. Indien dit niet goed gebeurt, dan kan dit problemen geven tijdens het zaaien (m.b.v. speciale machine). Ook worden kieming en plantontwikkeling geremd, vooral in een natte herfst, met als gevolg opbrengstenderving (fig. 34). Bodem micro-organismen kunnen onder anaerobe omstandigheden toxische stoffen produceren, vooral organische zuren, zoals azijnzuur, dat ontkiemende zaden doden kan. Verder is er invloed van schimmels die op ondergewerkt stro voorkomen (zuurstofcompetitie). In een natte herfst kan stroverbanden moeilijk gaan, daarom zijn er andere met-hoden in onderzoek, zoals het gebruik maken van kalk- of calciumperoxide om de

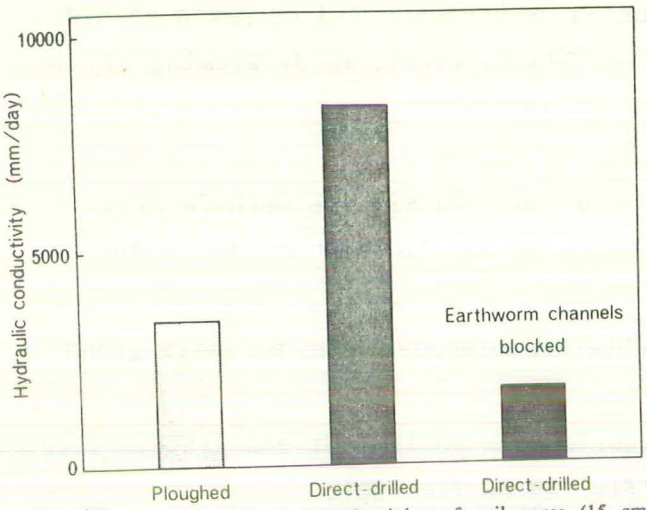


Figure 29 Saturated hydraulic conductivity of soil cores (15 cm diameter) taken from a Denchworth series clay that had been ploughed or direct-drilled for four years. The hydraulic conductivity of the same cores from direct-drilled soil after the earthworm channels had been blocked is also shown.

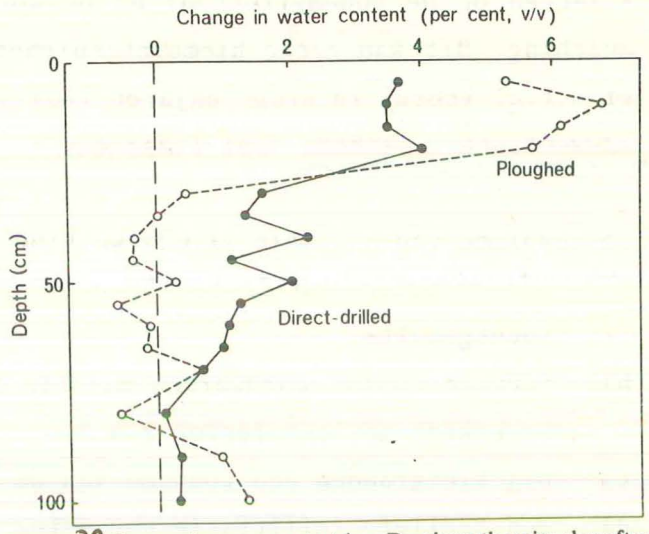


Figure 30 Changes in water content in a Denchworth series clay after irrigation. Measurements were made 30 minutes after applying 15 mm water in September 1976.

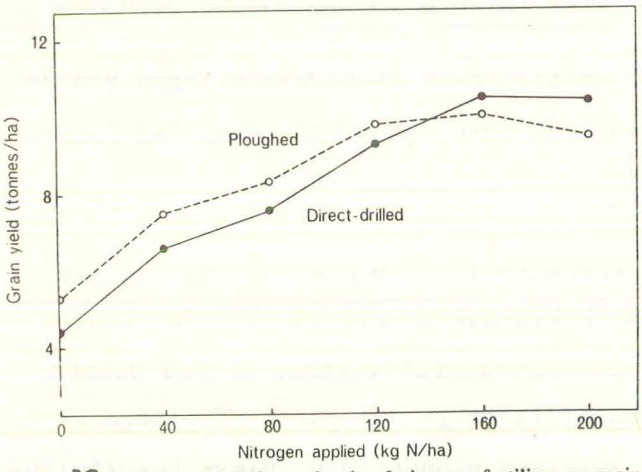


Figure 32 The effect of different levels of nitrogen fertilizer on grain yield of winter wheat on an Evesham series clay soil in 1978.

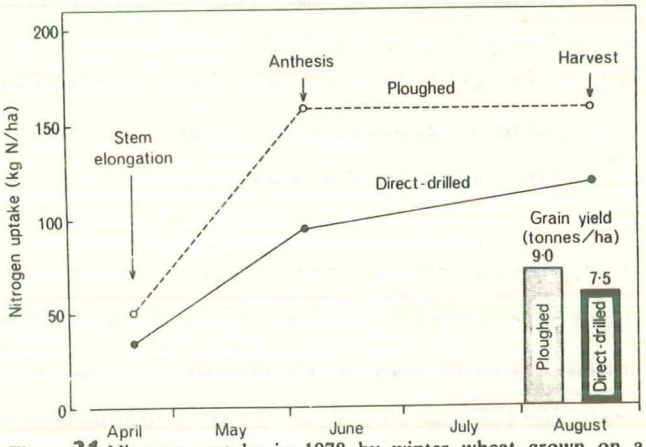


Figure 31 Nitrogen uptake in 1978 by winter wheat grown on a Denchworth series clay after ploughing or direct drilling.

(bron: Cannell & Ellis, 1979)

zuren te neutraliseren en het gebruik van fungiciden. Verder is er een nieuwe d.d.-machine in ontwikkeling, die voorkomt dat het zaad in contact met het stro. Het effect van minimale grondbewerking op bodemomstandigheden zal over een langere periode bekeken moeten worden, zodat de cumulatieve effecten op de bodemfysische eigenschappen en de stikstof beschikbaarheid beter bekeken kan worden. D.d. land is beter bestand tegen compactie dan geploegd land. Vele kleigronden kunnen door het berijden van het land onder slechte omstandigheden toch "vernield" worden. Zonder een goede grondbewerking zullen deze gronden slecht herstellen.

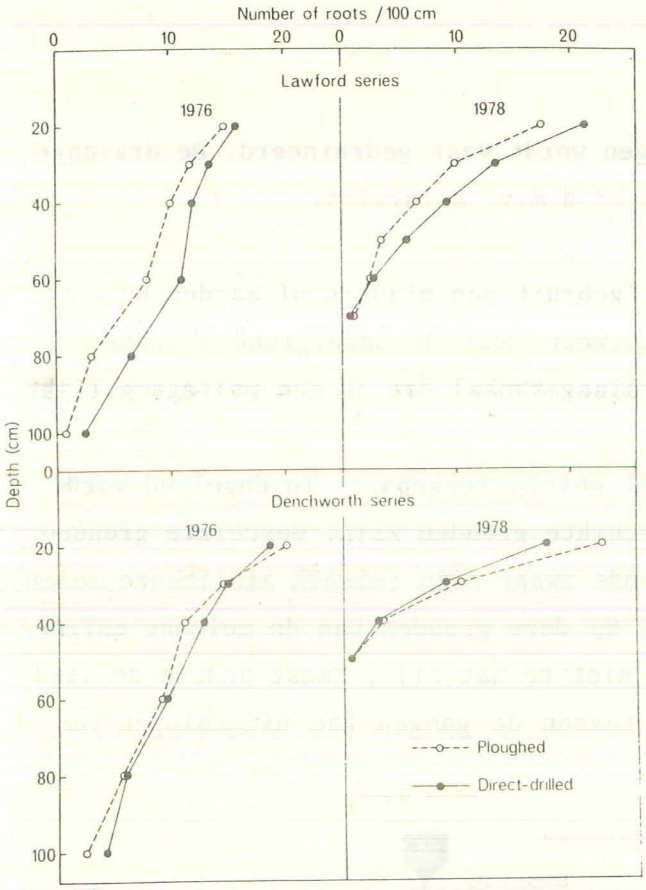


Figure 33 Distribution of roots down the soil profile of direct-drilled and ploughed areas on two clay soils at the beginning of stem elongation in dry (1976) and wet (1978) years.

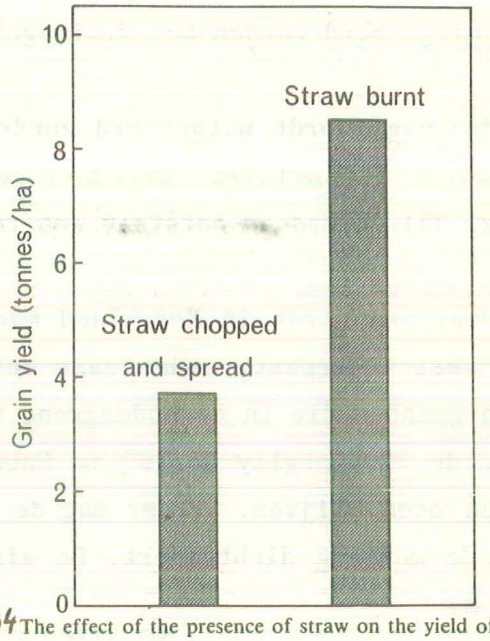


Figure 34 The effect of the presence of straw on the yield of winte wheat.

(bron: Cannell & Ellis, 1979)

De bovenste lagen van d.d. land hebben een laag relatief poriëngehalte. Men zou dan ook een lagere waterdoorlatendheid dan geploegd land verwachten. Door het niet steeds vernielen van de biogene poriën en andere gangen (scheuren) bij minimale grondbeweking (d.d. en s.t.c.) kan hierdoor het water toch snel infiltreren.

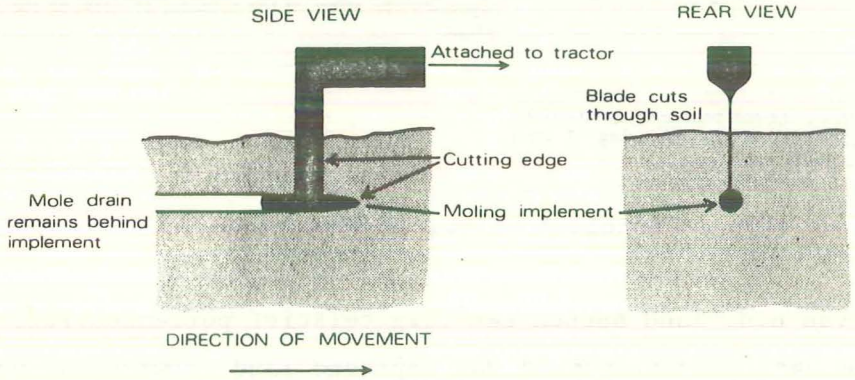
Voor sommige gronden zal het een voordeel zijn de grond beneden de zaaidiepte ongestoord te laten. Toch zijn het andere zaken die het belangrijkste zijn bij minimale grondbewerkingsmethoden, zoals de onkruidbestrijding, het stroprobleem en het gebruik van speciale machines (lage druk banden, d.d.-zaai machines). Veel onderzoek zal hier dan ook naar gedaan worden door de verschillende instanties.

8.2 Moldrainage

Om het waterniveau in de grond te verlagen wordt vaak gedraineerd. De drainage kan uitgevoerd worden met drainagebuizen of d.m.v. moldrains.

Moldrainage wordt uitgevoerd zonder het gebruik van plastic of aarden buizen. Er wordt een metalen torpedo-vormig voorwerp door de ondergrond getrokken (fig. 35). Hierdoor ontstaat een rond drainagekanaal dat op een mollegang lijkt.

Moldrainage wordt in Nederland maar heel weinig toegepast. In Engeland wordt het veel toegepast, omdat daar meer geschikte gronden zijn. Geschikte gronden zijn gronden die in de ondergrond voldoende zwaar zijn (45-60% afslibbare delen), b.v. de "Stagnogley soils" in Engeland. Op deze gronden kan de molgang enige jaren open blijven. Verder mag de grond niet te nat zijn, omdat anders de wand van de molgang dichtsmeert. De afstand tussen de gangen kan uiteenlopen van 2-8 m.



Figuur 35: Mole drains
(bron: Courtney & Trudgill, 1976)

Het is gewenst om de molgang bij de uitmonding in de sloot te beschermen door een plastic buis van 1-1,5 m lengte.

De kosten van moldrainage zijn relatief laag. Een herhaling van de drainage om de 3-5 jaar is wel noodzakelijk. Zie ook deel II: 26/8-10; 28/8-2.

9. LANDBOUW

9.1 Plantaardige productie

Bij de plantaardige productie is belangrijk in hoeverre het gewas in staat is de bruikbare energie (licht) werkelijk te benutten. In de loop van een jaar is

de lichthoeveelheid niet constant, maar verandert met de zonnehoogte (zie fig. 36: lijn 1). Als we de hoeveelheid licht in 6 maanden (het groeiseizoen) sommeren is theoretisch een biologische productie mogelijk van 40 ton droge stof per hectare (volgens berekeningen van CABO in Wageningen). In de praktijk kan bij granen een opbrengst van 20 ton d.s. gehaald worden, waarbij 10 ton stro. De helft van het theoretisch mogelijke wordt slechts gehaald, alle licht wordt dus niet geheel benut. Dit wordt veroorzaakt doordat het gewas niet de gehele periode van 6 maanden op het veld staat of doordat het nog niet geheel gesloten is. Bepaalde gewassen kunnen niet vroeg in het voorjaar gezaaid worden in verband met nachtvorstgevaar (bieten, aardappelen). Dit betekent dat zij veel licht in het voorjaar niet benutten en vaak bedekken ze pas in juni de grond volledig, zodat dan pas de maximale hoeveelheid licht omgezet kan worden. Wintergranen laten juist het licht in het najaar onbenut doordat ze al voor de herfst geoogst worden. Zie figuur 36.

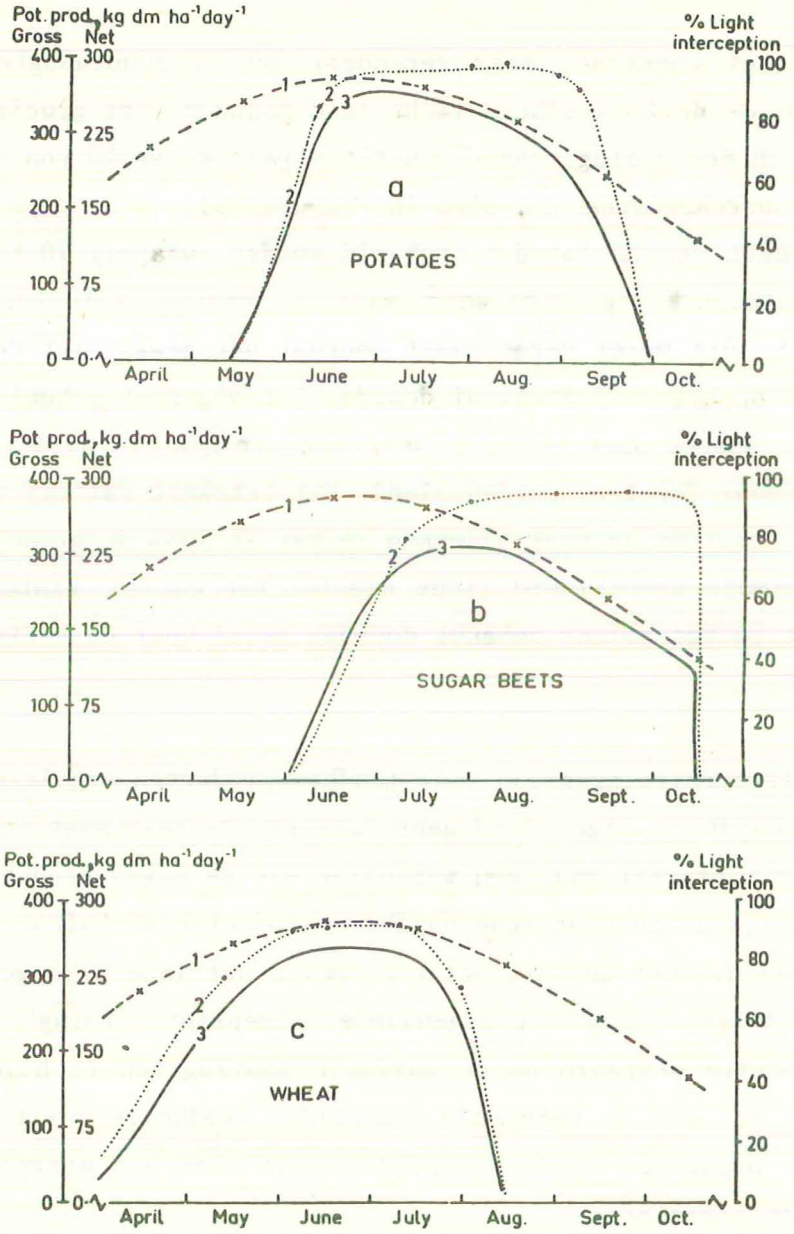
In Engeland is de zelfvoorzieningsgraad voor landbouwproducten erg laag. Slechts 53% van het voedsel wordt in eigen land geproduceerd. De rest moet ingevoerd worden. Vandaar dat men streeft naar een verhoging van de eigen productie. Men probeert zoveel mogelijk de theoretische haalbare productie te halen. Naast de normale proefbedrijven die met hun productie al boven het landelijk gemiddelde zitten, experimenteert men ook met de zogenaamde "Blueprint Farming". Hierbij worden kosten noch moeite gespaard om de maximale opbrengsten te halen. In figuur 37 is te zien dat dan de berekende potentiële productie bijna gehaald wordt. De potentiële productie wordt berekend aan de hand van weergegevens (licht, temperatuur en neerslag).

Omdat bij de "Blueprint Farming" veel materiaal en mensen (ook onderzoekers) ingezet moeten worden is het niet rendabel, maar men wil de resultaten van dit onderzoek gebruiken om de gemiddelde opbrengsten in Engeland te kunnen verhogen.

9.2 De landbouw in Engeland

9.2.1 Inleiding

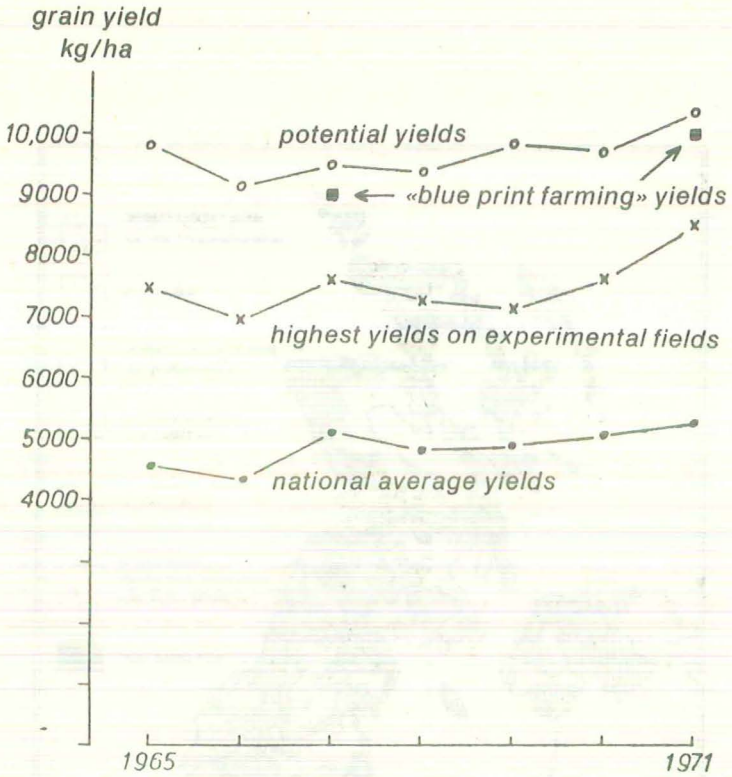
De landbouw verschafte in 976 aan 371.000 personen werk (in 1972: 392.000). De landbouw heeft 80% van het landoppervlak in gebruik en voorziet, dank zij de opmerkelijke intensivering van de bedrijfsvoering, in ongeveer 50% van de Britse voedselproductie tegen 1/3 voor de Tweede Wereldoorlog (tabel 7). De agrarische



Figuur 36: Potential production rate (line 1), percentage of light intercepted by the crop (line 2) and calculated crop growth rate (line 3) for three crops in the Netherlands. Source: *Sibma L.*, Neth. J. Agric. Sci. 25. *25*, 278–287 (1977).

(bron: van Diest)

cultuurgrond omvat ca. 186.000 km^2, waarvan 64% valt in de categorie "improved land", dat zijn bouwlanden, tuingronden, boomgaarden en tijdelijke alsmede verbeterde blijvende graslanden. De rest wordt rough grazing genoemd. Dit zijn niet verbeterde schrale natuurlijke weilanden op berghellingen, heidevelden e.d. Laatstbedoelde beslaan in Engeland en Wales ca. 1/6 van de cultuurgrond, in Noord-Ierland ca 1/4 en in Schotland niet minder dan 3/4. Ongeveer 37% van het zgn. improved land wordt in beslag genomen door bouwland (vooral granen). Fig. 38 en tabel 8 en 9). In 1976 waren er 269.000 landbouwbedrijven van 1 ha



Figuur 37: Potential and actual winter wheat yields in the Netherlands, 1965–1971. Source: *Goudriaan J.* and *van Keulen H.*: Hohenheimer Arbeiten, Heft *97*, 40–52 (1978).

(bron: van Diest)

Tabel 7 AANDEEL VAN DE EIGEN LANDBOUW IN DE BRITSE VOLDSEI BEHOEFTE (in %)

Produkten	*Vooroorlogs*	*1955*	*1965*
Tarwe en bloem	23	34	47
Olien en vetten	16	16	11
Suiker	17	23	30
Rund-, kalfs- en schapevlees	51	61	70
Baconspek en ham	32	47	38
Boter	9	7	8
Kaas	24	33	42
Eieren	71	90	98
Consumptiemelk	100	100	100
Aardappelen	96	94	96

Tabel 8 GEBRUIK VAN DE BRITSE AGRARISCHE CULTUURGROND[1] (in %)

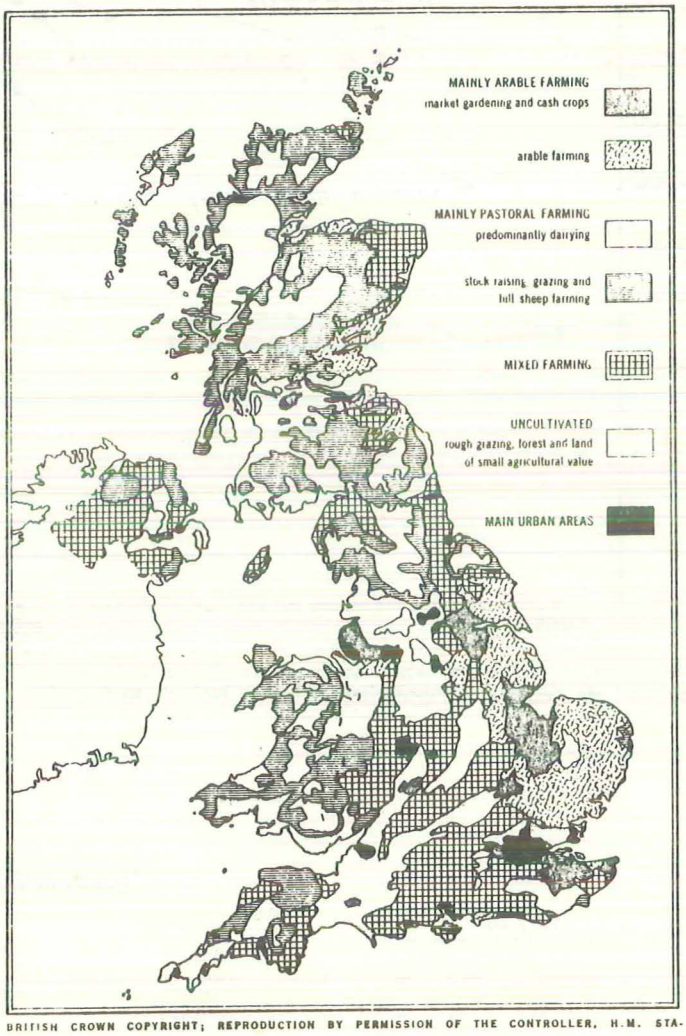
Grondgebruik	*1939*	*1944*	*1965*	*1971*
Tarwe	5,7	10,3	8,2	9,0
Gerst	3,1	6,4	17,6	18,8
Haver	7,6	11,9	3,3	3,0
Aardappelen	2,2	4,5	2,3	2,1
Suikerbieten	0,9	1,4	1,6	1,6
Voedergewassen	4,1	5,8	2,6	2,0
Overig bouwland	2,2	4,2	1,3	1,8
Bouwland totaal	25,8	44,5	36,9	38,3
Tuinbouw en oolteelt	1,9	2,6	2,0	2,3
Tijdelijk grasland	13,0	15,2	21,6	18,9
Blijvend grasland	59,3	37,7	39,5	40,5
Totaal	100	100	100	100

[1] Exclusief de 'rough grazings'.

en groter met een gemiddelde oppervlakte van 65 ha. Van de boeren werkt ca. 75% full-time in de landbouw. Tot de intensivering van de Britse land- en tuinbouw is in sterke mate bijgedragen door de mechanisatie. Het regeringsbeleid is er steeds op gericht geweest samenvoegen te bevorderen.

9.2.2 Akkerbouw

De voornaamste akkerbouwgebieden vind je in Oost-Engeland, nl. The Brecklands, East Anglia en the Fenlands. De belangrijkste gewassen zijn tarwe, gerst, haver, aardappelen en suikerbieten (tabel 10; opbrengst gegevens).



BRITISH CROWN COPYRIGHT; REPRODUCTION BY PERMISSION OF THE CONTROLLER, H.M. STATIONERY OFFICE

Figuur 38: AGRICULTURAL AREAS OF THE UNITED KINGDOM

The Fenlands zijn door hun vruchtbare gronden en vlakke ligging uitstekend geschikt voor akkerbouw. In dit gebied is 85% van de oppervlakte bouwland. De bedrijven zijn voor Engelse begrippen aan de kleine kant, d.w.z.: 70% kleiner dan 100 acres. Het bouwplan bestaat ongeveer voor 50% uit hakvruchten (aardappelen, suikerbieten) en voor 50% uit granen (vnl. tarwe).

The Breckland. Een algemene vruchtwisseling is hier, tarwe, gerst, suikerbieten, gerst, gerst, "three-year ley" (kunstweide). De "ley" is vaak "cocksfoot" en

Tabel 9
Landgebruik voor verschillende gewassen, ha x 10^{-3}.

	Groot Brittannië		Nederland	
	1965-1967	1976	1970	1979
Granen (totaal)	3755	3676		
tarwe	955	1240	142	142
gerst	2368	2172	103	63
haver	396	233		
gemengd	32	23		
rogge	5	8		
mais	-	1		
aardappelen	286	223	91	96
suikerbieten	183	207	104	123
koolzaad	-	48		
hop	8	6		
Tuinbouw (totaal)	264	284		116
vollegrondsgroenten	152	203		112
hard fruit	79	52		
zacht fruit	19	16		
heesters en bloemen	14	13		
Gras	7485,	7220		1215
"Rough grazing"	7175	6511		
Overig	280	415		
Totaal	19436	18590		

Tabel 10. Opbrengsten van verschillende gewassen (t/ha).

	Groot Brittannië		Nederland	
	1974-1978	1979	1970	1979
tarwe	4,67	5,21	4,5	5,9
gerst	3,98	4,08	3,2	4,6
aardappelen	28,8	33,3	35,5	36,2
suikerbieten	29,1	36,0	45,5	44,5
koolzaad	2,27	2,67		

lucerne of "cocksfoot" en witte klaver. De bodem is beter geschikt voor gerst dan voor tarwe, toch kunnen goede tarwe opbrengsten behaald worden, vooral direct na een "ley".

East Anglia. De bodems variëren van een "chalky boulder clay" tot "heavy loams". De invloed van bodemtype is kleiner dan die van het klimaat op de gewassenkeuze. Het bouwplan bestaat voor meer dan 50% uit granen en voor ± 10% uit hakvruchten.

9.2.3 Veeteelt

Tijdens de excursie is er weinig aandacht besteed aan de veehouderij. Veel informatie over de veehouderij is te vinden in het LEI-rapport: "De melkveehouderij in Engeland en Wales (no 3.29)". Het grote bezwaar van dit rapport is de ouderdom nl. december 1971.

Een overzicht van de Britse veestapel is te vinden in tabel 11. Melkvee werd in Engeland en Wales vrijwel uitsluitend op gemengde bedrijven gehouden. Hier is de laatste jaren veel verandering in gekomen door de steeds toenemende specialisatie. Gemiddelde oppervlakte van de melkveebedrijven 54,7 ha (1970). Dit geeft de grootschaligheid van de Engelse landbouw weer. Per bedrijf werden er 35 melkkoeien gehouden tegen ± 10 in Nederland. De veedichtheid was niet hoog (nl. 1,52 tegen 2,00 in Nederland (1970). De Milk Marketing Broad, opgericht in 1933, is een coöperatieve organisatie van melkprodukten. De belangrijkste functie van MMB is een zo hoog mogelijke opbrengstprijs van de melk te verkrijgen. De prijs die de boeren nu voor hun melk krijgen is ± 11,5 pence per liter en zal binnenkort verhoogd worden tot ± 13 pence (bron: t.v. Oogst in Beeld; januari '81).

Tabel 11. Veebestand (x 1000 stuks).

	Groot Brittannië		Nederland	
	1965-1967	1976	1970	1979
melkkoeien	3188	3233	1896	2326
slachtvee	1088	1765		
jongvee	776	927		
schapen	29584	28231		
varkens	7473	7908	5533	9722
pluimvee	120902	139992	55400	72300

Verder heeft de MMB nog allerlei andere activiteiten ontwikkeld, zoals melktransport afzetbevordering van melk- en zuivelprodukten, exploitatie van zuivelfabrieken, verbetering van de fokkerij, KI-stations, melkcontrole, bedrijfseconomische voorlichting e.d.

Uitbreidingsmogelijkheden van de melkveehouderij in Engeland en Wales zijn volop aanwezig door de gunstige bedrijfsgroottestructuur. De concurrentiepositie in de EEG is dan ook niet ongunstig.

De slachtveefokkerij is erg belangrijk in Groot Brittanië. De schapenteelt is zowel om het vlees als om de wol van belang.

9.2.4 Tuinbouw

De oppervlakte tuinbouwgrond is sinds de Tweede Wereldoorlog verminderd, maar door de sterke intensivering is de produktie op peil gebleven. De tuinbouw heeft een aandeel van ca. 12% in de totale opbrengst van de Britse agrarische produktie.

De vollegrondsgroente in de North of England en gedeelten van de East Midlands omvat een oppervlakte van 83.657 ha. (= 43% van totaal van Engeland en Wales). Yorkshire en Humberside nemen 13% van het totaal voor hun rekening. Ook in de Fenlands wordt nogal wat vollegronds tuinbouw bedreven. De belangrijkste gewassen zijn: spruiten (49% van het totaal spruitenareaal in Engeland en Wales); rode bieten (57%); koolraap en "Swedes" (44%); sla (36%); wortelen, ook voor de conservenindustrie (23%); kool (45%); bloemkool (74%); rabarber (80%).

In Humberside heeft men 182 ha grootschalige glastuinbouw met het moderne Venlo kastype met automatische controles. De gewassen die er verbouwd worden zijn vnl. komkommers, sla en tomaten. Dit houdt in 38% van de komkommers, 31% van de sla en 20% van de tomatenoppervlakte. Kleinere glastuinbouwgebieden zijn te vinden in West Yorkshire, East Midlands en Northern Regions en rond de grote steden.

9.2.5 Bosbouw

9.2.5.1 Bossen

Tijdens de excursie zijn we op een aantal plaatsen met de bosbouw in aanraking geweest. Niet alleen hebben we een aantal profielen onder bos gezien, er is soms ook verteld over het bos en het beheer ervan. Dit was met name het geval in Sherwood Forest (de lange inleiding in de bus) en in de Brecklands.

In Drente en op de Veluwe is in de jaren '30 veel bebost in werkverschaffingsprojecten. In Engeland is in de crisistijd ook veel bebost, o.a. in de Brecklands. Hier speelde de economische situatie ook een rol, maar een iets andere dan in Nederland, waar voornamelijk woeste grond werd bebost. De meeste grond in de Brecklands was voor de crisis in gebruik als bouwland. De grond was niet ideaal, maar er kon graan geteeld worden. Tijdens de crisis daalden de prijzen voor landbouwprodukten, zodat deze marginale landbouwgronden niet meer rendabel waren. De grondprijzen daalden dus enorm en de Forestry Commission, het Engelse Staatsbosbeheer, kon veel land opkopen om te bebossen. De meeste bossen in de Brecklands zijn nu dus ongeveer 50 jaar oud en bestaan voornamelijk uit naaldhout vanwege de bodemkwaliteit. De bossen beginnen nu verkoopbaar hout op te leveren.

Het sherwood forest is van oudsher altijd bos geweest. De verhalen over Robin Hood, die hier geleefd zou hebben, dateren van ongeveer 1250. Toen bestond het voornamelijk uit loofhout. In de 17^{e} en 18^{e} eeuw is hiervan 80% gekapt. In de 18^{e} eeuw begonnen de toenmalige eigenaren met herplanten. Een van de redenen dat het gebied altijd bos is gebleven is dat de ondergrond uit Bontzandsteen bestaat, zodat de bodems zeer zandig en arm zijn.

Het bos is gelegen in een groot industriegebied met veel mijnbouw. Er is veel behoefte aan mijnhout voor stutten ("pit props"). Het grootste deel van het Sherwood Forest bestaat dus uit naaldhout, dat ook beter aangepast is aan de slechte bodem. De meest gebruikte naaldhoutsoort is de corsicaanse den, deze is het meest resistent tegen luchtverontreiniging, wat in dit gebied veel voorkomt. Zie ook deel II, 2 september.

9.2.5.2 Heggen

Het Engelse landschap rond de 15e eeuw bestond uit vrij grote open velden. Na deze tijd zijn er in de loop der eeuwen veel velden in kleinere oppervlakten verdeeld door heggen; het landschap werd kleinschalig. Dit was te danken aan de vrijwillige "enclosure" (op delen van de grote open velden in kleinere stukken en het beplanten van de grenzen met heggen) van enige grote landeigenaren, maar ook door de "parliamentary enclosure", die door het parlement afgedwongen werd in gebieden, waar dit nog niet vrijwillig gebeurd was (tussen 1750 en 1850). Dit opdelen gebeurde meestal in vierkante rechte stukken. In Derbyshire is het land niet opgedeeld door heggen maar door stenenmuurtjes. Pas na deze ingrijpende verandering in het Engelse landschap werden de boerderijen ook buiten de dorpen gebouwd. De voornaamste reden voor deze "enclosure" was dat het land op deze manier effectiever kon worden beheerd. De landbouw schakelde over van een communaal systeem (te vergelijken met de marken in Nederland) naar een systeem van aparte boerderijen.

Op het moment vindt weer een ingrijpende verandering plaats in het Engelse landschap. De veranderingen vinden nu wat sneller en over grotere oppervlakten plaats. Wederom is een verandering in landbouwkundig gebruik van de grond de oorzaak. Door de nog steeds toenemende mechanisatie van de landbouw wordt de behoefte aan grote percelen groter en in veel gebieden gaat men ertoe over om veel heggen te verwijderen. Een andere oorzaak van het verdwijnen van heggen is, dat ze niet meer noodzakelijk zijn. Het gebruik van prikkeldraad is makkelijker om vee in te scharen.

Tussen 1945 en 1970 zijn in Engeland en Wales 7.000 km heggen verwijderd, vooral in East-Anglia. Dit is een enorm verlies aan landschappelijke, cultuur-historische en ecologische waarden.

Gebruikte Literatuur.

ANWB-1975-Midden-Engeland en Wales. Reisgidsen voor het buitenland No 45.

Arkesteyn, G.J.M.W.-1980-Contribution of micro-organisms to the oxidation of pyrite. Dissertatie, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Avery, B.W.-1973-Soil classification in the Soil Survey of England and Wales. Journal of Soil Science, vol 24, no 3, 324-338

Avery, B.W.,D.C. Findlay and D. Mackney-1975-map of England and Wales (scale 1:1.000.000). Soil Survey of England and Wales.

Bakker, H. de en J. Schelling-1966-Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. Pudoc, Wageningen.

Bennison, G.M. and A.E. Wright-1969-The geological history of the British Isles. Edward Arnold, London.

Breemen, N. van - 1976 - Genesis and solution chemistry of acid sulfate soils in Thailand. Dissertatie, Pudoc, Wageningen.

Broads Authority-1980-Proposed Yare Basin flood control barrier, Environmental impact assessment. Broads Authority, Norwich.

Bruinsma, J., Inleiding tot de plantenfysiologie (dictaat), p. 52.

Burgess, T.M. and R. Webster-1980-Optimal interpolation and isaritmic mapping of soil properties. I The semi-variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science. Vol 31, No 2, p 315-332.

Burnham, C.P.-1975-Soils of Wye College Farm. Stencil, Wye College.

Burnham, C.P.-1975-The geology of Hothfield Common. Transaction of the Kent Field Club, Vol 5, part 3.

Burnham, C.P., S.G. Mc Rae and P.T. Gooderham-Geology and soils of the Wye Downs Area. Stencil Wye College.

Cannel, R.Q. and F.B. Ellis-1979-Simplified Cultivation: Effects on Soil conditions conditions and Crop Yield. Agricultural Research Council Research Revieuw, vol 5, No 2, 55-59.

Chatwin, C.P.-1948-British regional geology: East Anglia and adjoining areas. His Majesty's Stationary Office, London.

Courtney, F.M. and S.T. Trudgill-1976-The soil. Edward Arnold, London.

Curtis, L.F., F.M. Courtney and S. Trudgill-1976-Soils in the British Isles. Longman, London.

Davis, J.C.-1973-Statistics and data analysis in Geology. Wiley, New York, London.

Dent, D.L.-1979-Acid sulfate Soils. Dictaat Bodemkunde en Geologie, Wageningen.

Dent, D.L., E.J.B. Downing and H. Rogaar-1976-Changes in the structure of marsh soils following drainage and arable cultivation. Journal of Soil Science, Vol 27, No 2, 250-265.

Diest, A. van-1977-Inleiding tot de algemene bodemkunde (dictaat).

Diest. A. van-1977-Bodemvruchtbaarheid. KA-college dictaat.

Diest, A. van-....-Soils and crops in the Netherlands-potentialities and constraints. 15th I.P.I.-Colloquium.

Edmunds, F.H.-1948-British regional geology: The Wealden District. His Majesty's Stationary Office, London.

Evans, S.A.-1977-The place of fertilizers in "Blue prints" for the production of patatoes and cereals. In: Fertilizer use and production of Carbohydrates and lipids, 13th Colloquium of the International Potash Institute.

FAO-1966-Soil map of Europe 1:2500.000. Rome Geological Survey-1942-Geological map of England and Wales.

Giessen, L.B. van der-1971-De melkveehouderij in Engeland en Wales. LEI publicatie 3.29.

Gilchrist Shirlaw, D.W.-1966-An agricultural geography of Great Britain. Pergamon Press, London.

Hodgson, J.M.-1976-Soil Survey Handbook-describing and sampling soil profiles. Technical Monograph 5, Harpenden.

Hoskins, W.G.-1955-The making of the English Landscape. Penquin Books.

Jaarverslagen van Arthur Rickwood Experimental Husbendry Farm, Ely; High Mowthorpe Experimental Husbandry Farm, Malton; Letcombe Laboratory, Wantage; Stockbridge House Experimental Horticulture Station, Selby;

Jarvis, M.G.-1973-Soils of the Wantage and Abingdon District (sheet 253). Memoirs of the Soil Survey of Great Britain.

Mc Gowan, M., J.B. Williams and J.L. Monteith-1980-The water balance of an agricultural catchment. (Part I, II and III). Journal of Soil Science, Vol 31, No 2, 217-262.

Mc Rae, S.G. and C.P. Burnham-1975-The soils of the Weald. Proceedings of the Geologists' Association, Vol 86, Part 4, p 593-610.

Ministerie van Landbouw en Visserij-1980-De Nederlandse landbouw in feiten en cijfers.

Pannekoek, A.J. (e.d.)-1976-Algemene Geologie. Tjeenk Willink, Groningen.

Pons, L.J. e.a. Stencils KB-college Regionale Bodemkunde.

Rijkslandbouwconsulentschap voor bodem- en bemestingsvraagstukken-1970- Bodem en bemesting. Cursus bodemkunde.

Runia, L.T.-1981-Klimaat, vegetatie, kleiinspoeling en de mogelijkheden voor mestkever activiteit in het laatglaciaal.
Doctoraalscriptie, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Seale, R.S.-1975-Soils of the Ely District (sheet 173). Memoirs of the Soil Survey of Great Britain.

Slager, S. e.a.-Stencils KB-college Bodems gematigde streken I.

Sparks, B.W. and R.G. West-1972-The ice age in Britain. Methuen & Co, London.

Trueman, A.E.-1961-Geology and scenery in England and Wales. Penquin Books.

Wright, S.E.-1979-A brief guide to countryside change and rural conservation. Wye College, University of London (Stencil).

In de bibliotheek van de Vakgroep Bodemkunde en Geologie kan men naast dit excursieverslag een dosiermap aantreffen met de volgende publicaties:

Excursiegidsje Soils of the buntersandstone in Nottinghamshire and the Derbyshire Uplands.

Jaarverslagen van verschillende proefstations: Letcombe Laboratory, Wantage; Arthur Rickwood Experimental Husbandry Farm, Ely; High Mowthorpe Experimental Husbandry Farm, Malton; Stockbridge House Experimental Horticulture Station.

Artikel van B.W. Avery-1973-Soil Classification in the Soil Survey of Engeland and Wales.

DEEL II

Dinsdag 26 augustus Bodems van de North Downs en de Weald in Kent.
Begeleid door Dr. C.P. Burnham docent aan Wye College.

Wye College is in 1447 gesticht door de katholieke kerk als een Latijnse school voor jongens. In 1900 is het de landbouwfaculteit van de universiteit van London geworden. Er wordt onderwijs gegeven in landbouwplantenteelt, tuinbouwplantenteelt, landbouwscheikunde, veeteelt, agrarische economie, bodemkunde, geologie en milieukunde. Aan het college studeren 350 undergraduates aan een 3-jarige cursus en 150 voor een "Masters" of "Doctors" titel. Het college heeft een proefbedrijf van 300 ha, waarvan ½ ha kassen. Een gedeelte hiervan wordt gebruikt voor onderzoek, de rest wordt op commerciële basis geëxploiteerd. Op het proefbedrijf wordt weinig aan praktisch landbouwonderwijs gedaan.

Wye ligt in de "Weald", dit is een voorbeeld van een opengebroken anticlinaal. Het landschap rond Wye bestaat uit een questa landschap met een dipslope van 1° naar het noorden, de North Downs, waarin zich droge dalen bevinden die ontstaan zijn onder periglaciale omstandigheden. Ten zuiden van de steilrand, die ontstaan is door erosie van de kalkafzettingen, ligt de "Weald". Door het afëroderen van de oorspronkelijke top van de anticline vormt dit nu het laagste gedeelte van het district. Oudere lagen dan de kalkafzettingen komen hier aan de oppervlakte, waaronder Gault Clay, Upper Greensand, Lower Greensand en Weald Clay. Dit gedeelte is vrij vlak, op enige ruggen van harder gesteente na. Aan de rand van dit vlakke gebied zijn deze lagen bedekt door solifluctiemateriaal van de kalksteilrand (Coombe Deposits). Zie figuur 39.

1. Rendzina ontwikkeld in middle chalk in een kalkgroeve bij Wye.
Bodemclassificatie: Brown Calcareous Earth (Rendzina).
Topografie: langs rand van open kalkgroeve.
Bodemgebruik: verlaten kalkgroeve met kalkminnende vegetatie.

Profielbeschrijving:	A	0-20 cm	10% kalk goede kruimelstructuur
	Bw	20-50 cm	30% kalk (lichter van kleur dan A)
	C	50+	70%

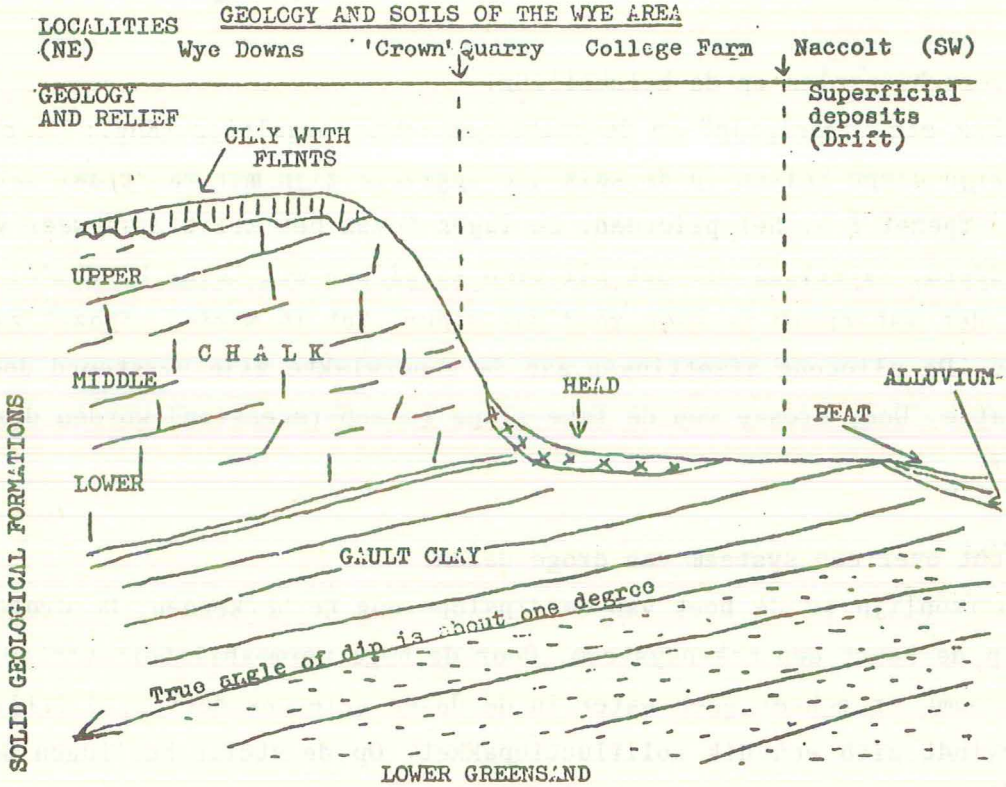
Landbouwkundige geschiktheid: Als de A-horizont iets dikker is, is het goede landbouwgrond. Het is goed gedraineerd.
Opmerkingen: Een derde deel van de proefboerderij van Wye College bestaat uit dit soort gronden. Meestal is dan de A-horizont dikker. Het C materiaal bestaat uit solifluctiemateriaal van de kalk, de z.g. Coombe deposits.

COURSE 003
GEOLOGY

PRACTICAL 1

Mr. C.P. Burnham
Dr. S.G. McRae
Dr. P.T. Gooderham

GEOLOGY AND SOILS OF THE WYE AREA



SOIL FORMING FACTORS	Relief	Gentle Slope	Steep Slope	Gentle Slope	Flat	Flat	Depression
	Parent Material (Geology)	Clay with flints	Chalk	Head	Head	Gault Clay	Peat over alluvium
SOIL TYPE		Brown Earth	Rendzina	Brown Calcareous Earth	Gleyic Rendzina	Stagnogley Soil	Peat Soil
SOIL PROPERTIES	Texture	Clayey	Silty			Clayey	(Organic)
	Natural Acidity	Acid	Slightly alkaline (calcareous)			Slightly Acid	Very Acid
LAND CAPABILITY CLASS		2	3 6 if steep	1	2	3	6 (undrained)
REPRESENTATIVE SOIL SERIES		Winchester	Andover	Coombe	Ford End	Denchworth	Adventurers

Figuur 39: Schema van de kalk cuesta rond de Weald met enige gegevens over bodemtypen.

Deze bodems zijn niet erg geschikt voor tuinbouw omdat door het hoge kalkgehalte gebreksverschijnselen bij de planter geïnduceerd kunnen worden. Dit is hier te zien aan de braamstruiken en boompjes. Deze hebben last van chlorose. Zie hoofdstuk 7 in deel I.

Bodemvormende processen: Het profiel is niet uitsluitend ontstaan door verwering van de kalk omdat de siltfractie van de bovenlaag te hoog is. Waarschijnlijk is er loess afgezet en door het verweringsmateriaal gemengd.

2. Karstverschijnselen op de kalkhelling.
We bekijken een "orgelpijp" in de kalklagen. Deze orgelpijp (Eng.: "carrots of pipes") zijn diepe holten in de kalk die opgevuld zijn met materiaal dat na het krijt is afgezet o.a. het plioceen. De lagen boven het krijt zijn weer volledig weggeërodeerd, materiaal uit het plioceen is alleen nog terug te vinden in deze "pipes". Het materiaal is zeer rood van kleur. Het is marien afgezet zand met fossielen. De pliocene afzettingen aan de oppervlakte zijn verstoord door o.a. cryoturbatie. Door erosie van de face-slope (scarp-recession) worden deze "pipes" zichtbaar.

3. Uitzicht over een systeem van droge dalen.
In de horizonlijn is de hoek van de dipslope nog te herkennen. De droge dalen vormen op de kaart een bekensysteem. Door de hoge permeabiliteit van de ondergrond stroomt er echter geen water in de dalen (zie ook deel I, 3.3.1). In de dalen bevindt zich een dik solifluctiepakket. Op de steile hellingen bevindt zich een dun solifluctie-dek op kalk (soort rendzina's).

4. Brown Earth ontwikkeld in de plateaudrift (op de dipslope) clay with flints.
Bodemclassificatie: Paleoargillic Brown Earth.
Topografie: Op het kalkplateau, dipslope ± 1°.
Bodemgebruik: Grasland.

Profielbeschrijving:	A	0-20 cm	pH 5.5 ontkalkt
	Eb	20-60/80	40% < 2μ vertikale scheuren
	Bt	60/80-95/105	93% < 2μ
	2C	95/105	kalk 1% < 2μ

Bodemvormende processen: In dit profiel heeft kleiinspoeling plaatsgevonden. Het woord "Paleo" in de naam van dit profiel duidt erop dat aangenomen wordt dat deze inspoeling fossiel is. Dit is echter niet geheel zeker. Wellicht vindt ook nu nog kleiinspoeling plaats. Zie bijlage 1, fig. 1.
Landbouwkundige geschiktheid: Deze bodems zijn geschikt voor grasland en granen. Vroeger stond er ook veel (hakhout-)bos met veel tamme kastanje op ten behoeve van de hopteelt (class 3).
Opmerkingen: De lagen boven de kalk zijn niet alleen door verwering van de kalk ontstaan. Als dit wel zo zou zijn zou er namelijk een kalklaag met een dikte

van 100 m verweerd moeten zijn (er zit nu een meter klei op en lutumgehalte van de kalk is 1%), en in dat geval moeten er meer vuurstenen in het profiel worden aangetroffen. Er zijn relatief weinig vuurstenen. Het bovenste pakket klei is waarschijnlijk voor het grootste deel een rest van een dik tertiair pakket. De rode kleur van de bodem wijst erop dat bodemvorming in relatief warme omstandigheden heeft plaatsgevonden.

De klei bestaat voor een groot deel uit Montmorilloniet, wat een groot zwelvermogen heeft. Er zijn dus veel scheuren in het profiel aanwezig en de bodem is goed gedraineerd. Door de kalkondergrond treedt nooit waterstagnatie op.

Hoewel deze bodem voldoende ijzer bevat vertonen de planten soms toch ijzergebrekverschijnselen. Doordat de planten met de wortel tot in de kalk doordringen kunnen er in de plant door kalk ijzergebrekverschijnselen geïntroduceerd worden, hoewel de bovengrond kalkloos is. Naarmate deze bovengrond dunner is hebben de planten hier meer last van.

5. Rendzina in Devil's Kneadingtrough, een droog dal en een natuurreservaat. Uitzicht vanaf dit punt over de Weald. Vooraf een praatje over de geologie van Zuidoost-Engeland (zie deel I) en meer speciaal over de Weald. Ook enige bijzonderheden over de pre-historie van dit gebied. De eerste bewoners van Engeland leefden op plaatsen als deze, aan de voet van de face slope van de kalk. Omdat deze face slope geheel rond de Weald loopt (zie geologische kaart, fig. 2) was er dus een ring van nederzettingen, terwijl het centrum van de Weald zelf onbewoond was in verband met de zware grond, waardoor het bos moeilijker te kappen was. In het uitzicht over de Weald is te zien waar de solifluctiedekken (Coombedeposits) over de Gault Clay ophouden aan het veranderde landgebruik. Het solifluctie-materiaal komt tot ongeveer 200 meter van de face slope. Het materiaal wat uit de Devil's kneadingtrough gekomen is is nog min of meer te herkennen in twee lobben die zich gesplitst hebben bij een iets hoger gedeelte van de Gault Clay.

Bodemclassificatie: Rendzina.
Topografie: Steil tot zeer steil.
Bodemgebruik: grasland, intensief beweid door schapen.

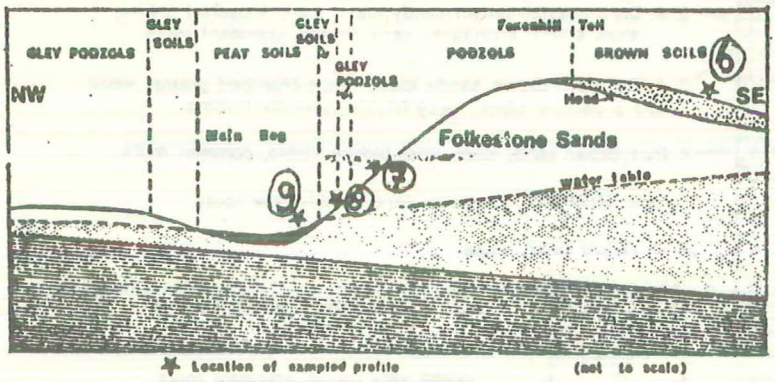
Profielbeschrijving:	Ah	0-15	10% org. stof, kruimelige structuur
	R	15+	kalksteen

Bodemvormende processen: verwering van kalk en voortdurende verjonging door creep.
Landbouwkundige geschiktheid: grasland voor schapen. Als het vlakker ligt is het ook geschikt voor gerstverbouw; gerst is droogte resistent.
Opmerkingen: De bodem is weinig vruchtbaar omdat alleen Ca in ruime mate voor de vegetatie beschikbaar is. De schapenhouderij is voor de boeren tegenwoordig minder rendabel, zodat de begrazingsdruk afneemt en de vegetatie verwildert; heesters beginnen op te slaan en er komen andere grassen (o.a. Brachipodium). Om verwildering tegen te gaan zou volgens Dr. Burnham branden misschien een oplossing zijn. Doordat de as wegspoelt is het tevens een verarming, dus nabootsing van de mineralen afvoer door de schapen. Op een andere plaats bezit het college ook een dergelijk stuk grasland. Dit kunnen ze door eigen schapen laten begrazen. In dit natuurreservaat hebben boeren uit de omgeving recht om schapen te laten grazen. Omdat ze steeds minder schapen hebben, hebben ze minder behoefte om hun vee op andermans grond te laten grazen, ze maken van dit recht dus steeds minder gebruik.

Bustocht van Wye naar Hothfield. We komen door Ashford een plaats van 47.000 inwoners die volgens de stedenplanners moet groeien tot 250.000 inwoners. Hiertegen is veel protest.

6. Brown Earth ontwikkeld in Folkstone sand onder oud eikenbos in Hothfield.
Bodemclassificatie: Acid Brown Earth.
Topografie: Vrijwel vlak.
Bodemgebruik: Bos. Voor zover bekend is het altijd bos geweest.
Bodemvormend processen: Door de vegetatie en de niet al te zure bodem is er een goede humusvorm (mull). Hierdoor is geen humuspodzol ontstaan op plaatsen waar altijd bos is geweest.
Opmerkingen: Het Folkstone sand is een onderdeel van het Lower greensand. Stratigrafisch ligt dit onder de Gault Clay en boven de Weald Clay (zie figuur 5 en 40).

7. Podzol ontwikkeld in Folkstone sand onder heide (lager gelegen dan punt 6) Zie fig. 41.
Bodemclassificatie: Humo-ferric Podzol.
Topografie: Helling van 5° naar het NW.



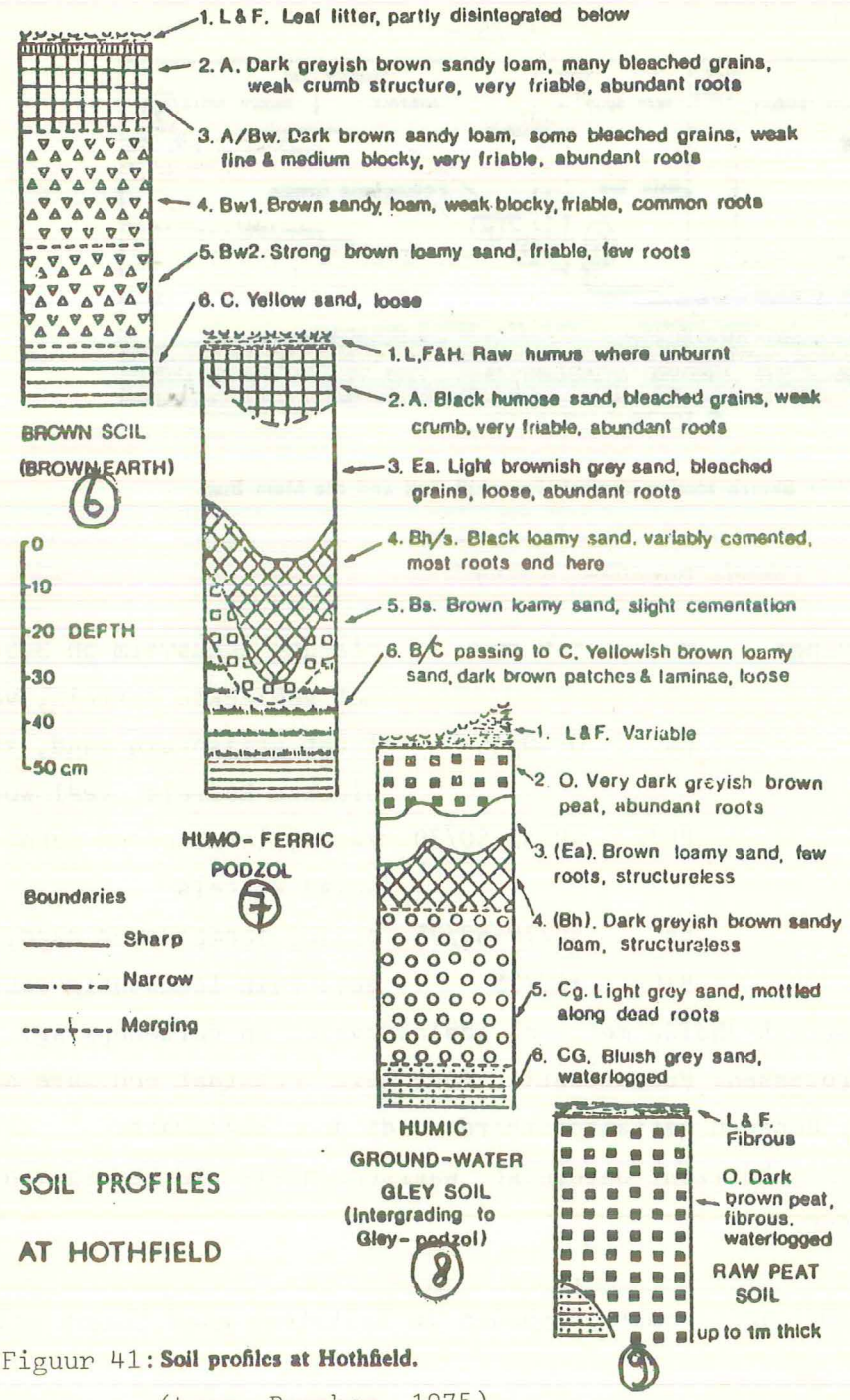
Figuur 40: **Sketch section through Foxenhill Toll and the Main Bog.**
omcirkeld: excursiepunten
(bron: Burnham, 1975)

Profielbeschrijving:	O	5-0 cm	slechte humusvorm pH 3,5 tot 4 met gebleekte korrels, veel wortels
	Ea	0-40/45	licht grijsbruin zand, sterk gebleekte korrels, veel wortels
	Bh/s	40/45-50/70	zwart, leemhoudend zand, soms verkit enige wortels
	Bs	50/70-60/75	bruin, leemhoudend zand, licht verkit
	B/C-C	+60/75	geelbruin leemachtig zand

Bodemgebruik: (struik-)heide met veel adelaarsvaren en berkenopslag.
Bodemvormende processen: Podzolisatie. Door heide ontstaat een zure slechte humusvorm die naar beneden getransporteerd wordt door regenwater.
Opmerkingen: De A-1 horizont ontbreekt. Waarschijnlijk als gevolg van af en toe optredende branden.

8. Gley Soil onder natte omstandigheden in Folkstone sand (lager gelegen dan punt 7)
Bodemclassificatie: Humic sandy gley soil.
Topografie: Zelfde als punt 7.
Bodemvormende processen: In het profiel is podzolisatie opgetreden. Door de natte omstandigheden (grondwater in de winter op 10-15 cm beneden maaiveld) ligt er een vrij dun veenlaagje op het profiel. De ondergrond is met water verzadigd en gereduceerd.
Opmerkingen: In de vegetatie komen o.a. pijpestrootjes (Molinia) en dopheide (Erica) voor. Het is dus een natter heide type als bij punt 7.

9. Veenprofiel ontwikkeld boven Weald Clay. De bodem onderin deze kleine vallei bestaat uit Weald Clay en hierdoor treedt waterstagnatie op.



Figuur 41: **Soil profiles at Hothfield.**

(bron: Burnham, 1975)

Bodemclassificatie: Humic cambic gley.

Topografie: Vlak, bodem van een kleine vallei.

Bodemgebruik: Kruidenvegetatie op veen met o.a. zonnedauw, wollegras en beenbreek.

Bodemvormende processen: Veengroei door waterstagnatie. Door de kwel komt er een vrij hoge concentratie pyriet in het veen voor.

Landbouwkundige geschiktheid: Door de aanwezigheid van pyriet is drainage niet mogelijk daar de bodem anders zeer sterk zou verzuren. Deze bodem is dus eigenlijk alleen geschikt voor natuurterrein.
Opmerkingen: Er is waarschijnlijk vroeger veen gestoken, anders zou de veenlaag dikker moeten zijn. De dikte van de veenlaag is op het moment maximaal 60 cm. In het veen zit wat zand, dit is waarschijnlijk afkomstig van hoger uit het dal. De kleiondergrond bevat 40 tot 50% < 2μ, de CEC is hoog.

10. Gley Soil ontwikkeld in Gault Clay op de proefboerderij van Wye College
Bodemclassificatie: Stagno gley soil.
Topografie: Vlak.
Bodemgebruik: Bos met o.a. eik en es.

Profielbeschrijving:	L	2-0 cm	strooisel
	A	0-60 cm	kalkloos, gevlekt, veel krimp scheuren
	(of: A	0-10	met geleidelijke overgang in
	AC	10-60)	
	C	60 +	grijzer, kalkhoudend

Bodemvormende processen: De klei bestaat voor een groot deel uit smectiet (Montmorillioniet). Dit vertoont sterke zwel en krimp, er zitten dus veel scheuren in de bovengrond. De vlekken in de A-horizont zijn het gevolg van periodieke waterverzadiging.
Landbouwkundige geschiktheid: De bodems zijn in verschillende tijden van het jaar moeilijk te bewerken: in winter en voorjaar door wateroverlast en in de zomer door uitdroging waarbij de bodem te hard wordt. Hij is dan ook voornamelijk geschikt voor wintertarwe. Gras heeft te veel last van droogte in de zomer (Class 3).
Opmerkingen: De bodem zou geschikt gemaakt kunnen worden voor andere gewassen door zeer intensieve drainage en irrigatie. Dit is niet rendabel. Mole drainage is het beste op deze gronden, ongeveer om de 5 jaar herhaald.
Deze bodems hebben weinig machinedagen omdat ze te kleverig of te hard zijn ("Comes up like horses heads"). Veel bodems in Engeland bestaan uit dit soort zware klei.
Er is hier toch nog enige solifluctie geweest want er zitten enige flints in het profiel, deze o.a. door kryoturbatie door de Gault Clay gemengd.

Woensdag 27 augustus
East Malling Research Station (EMRS) te Maidstone Begeleider: Mrs. Shepherd.

1. Mr. B.F.Self (Voorlichtingsambtenaar): Algemene inleiding EMRS.
Er werken op dit instituut 180 mensen, waarvan 100 mensen de wetenschappelijke staf vormen. Het wordt gefinancierd uit verschillende bronnen nl. Agricultural Research Council (grootste gedeelte), ministerie van Landbouw, ministerie van Onderwijs en Wetenschap en een bijdrage van de fruittelers. De bijdrage van de fruittelers is afhankelijk van de oppervlakte fruit die ze hebben.
Hoofdtaak van het instituut is "fruit research". Ongeveer éénderde van de totale hoeveelheid fruitteelt van Groot-Brittanië vind je in de county Kent. Enkele onderzoeken die hier gedaan worden:

- Invloed van kalium en calcium op de kwaliteit van het fruit, met name gedurende de opslag (stipziekte).
- Onderstam (root-stock)-proeven. Gezien hebben we de wereldbekende boomgaard van het instituut met z'n hele kleine en hele grote boom, beiden van ± 60 jaar oud, waarbij alleen de onderstammen verschillen. Verder worden er nieuwe onderstammen gekweekt. De rasnummers van deze onderstammen lopen van M1 tot en met M27 (M van Malling). Sinds kort is het EMRS gaan samenwerken met een ander instituut te Murton, waardoor je de benaming MM kreeg. De serie van MM loopt nog steeds verder. Criteria voor het kweken van onderstammen zijn: Kleine bomen, goede wortels, goede vermeerderbaarheid, resistentie tegen ziektes etc. Het duurt ongeveer twintig jaar om een nieuwe variëteit te kweken.

2. Mr. D. Atkinson: Bodembeheer in de boomgaard.
Vroeger werden boomgaarden mechanisch "zwart" gehouden. Hier is 30 jaar geleden verandering in gekomen, omdat de gebruikte machines steeds zwaarder werden. Vooral in het voorjaar had men problemen met de bereidbaarheid van de zwart gemaakte bodems. Hierdoor werd gras als ondergroei noodzakelijk. Eerst heeft men totale grasbedekking toegepast. Dit was lastig bij het inzaaien en er moest een wijde stand van de bomen aangehouden worden om in twee richtingen te kunnen maaien. Omstreeks 1970 is er een onderzoek geweest dat de optimale verhouding breedte grasstrook, breedte "zwart" (m.b.v. herbicide) bepaald heeft. Resultaat was, dat alles zwart de hoogste opbrengst (kwantiteit en kwaliteit) gaf. Totale grasbedekking gaf een opbrengstderving van 40% en gedeeltelijk gras een opbrengstderving van 20%. Oorzaak van de derving is de water- en voedsel concurrentie van gras met de bomen en de interacties van de wortelsystemen (allelopatie, eventueel via wortelschimmels).
Oplossing zou moeten zijn: irrigatie (praktisch gezien goede resultaten); extra kunstmest (praktisch klopt dit niet; bomen hadden genoeg). De vraag is nu, hoe is verhouding tussen de kosten van het geheel "zwart" houden en het gedeeltelijk

"zwart" houden met irrigatie. Dit hangt vnl. af van de beschikbaarheid van irrigatiewater. Op dit station lagen de kosten als volgt: het geheel zwart houden ƒ 150,- per jaar per ha; irrigatie met herbicide ƒ 2.000,- à ƒ 2.500,- per jaar per ha. Nadelen van het herbicidegebruik bij het totaal zwart houden:

a) Afname van de organische stof input in de bodem. Bomen leveren weing organische stof aan de bodem. Dit leidt op lange termijn tot een afname van het organische stofgehalte (afname wormenaantal, afname vochtvasthoudend vermogen, enz.
b) Verzuring van de grond. Hier is een afname waargenomen van pH 5,6 naar pH 4,5
c) Afname berijdbaarheid van de grond
d) Toename erosiegevoeligheid van de bodem.

3. Rondleiding door het Root Observation Laboratory.
Deze ondergrondse tunnel met glazen wanden is in 1966 gebouwd. Men ziet "levende profielen" achter het glas. De grond is sinds 1966 niet meer verstoord en er worden wekelijkse wortelgroeimetingen gedaan (lengte en dikte).

4. Mr. S. Bhat: Bodemvruchtbaarheidsonderzoek.
De volgende onderzoeken zijn gedaan:

A) Kwantitatief vaststellen van de invloed van de verschillende bodemprocessen op de voedselvoorziening van de plant
B) Effecten van beheer en diverse behandelingen op deze bodemprocessen

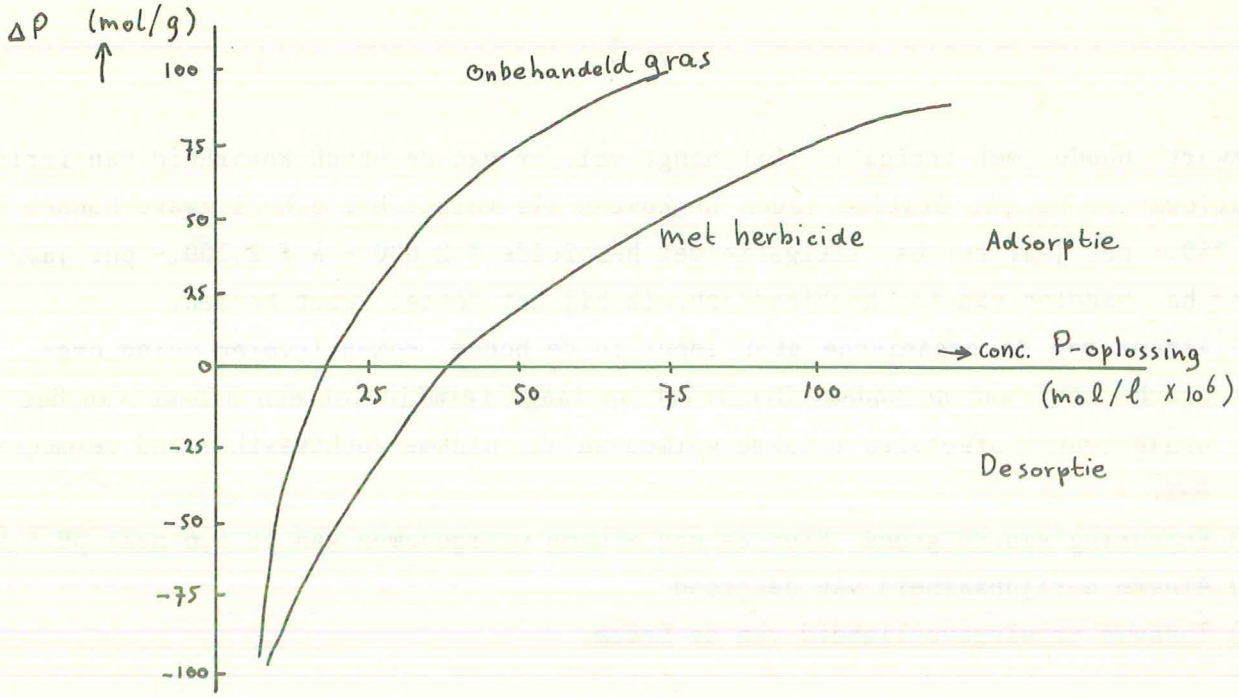
De volgende processen zijn bestudeerd:

a) Mate van ionen adsorptie na een kunstmestgift
b) Welk gedeelte van de ionen gebonden wordt aan de vaste fase en uitwisselbaar blijft met de oplossing
c) Herstel van het evenwicht na opname ionen uit de oplossing
d) Transportsnelheid van de ionen in de oplossing naar het worteloppervlak
e) Mate van opname als functie van de oplossingsconcentratie.

Uit het onderzoek zijn twee aspecten toegelicht nl:

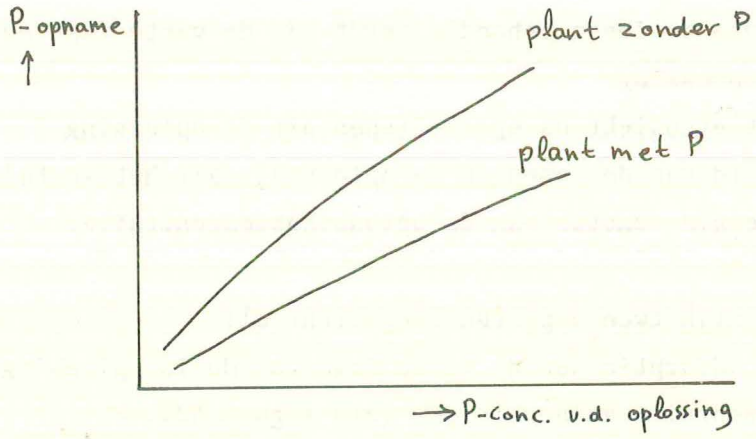
I. Verhouding van adsorptie aan de vaste fase tot de in oplossing zijnde fosfaten met en zonder gebruik van herbiciden (zie figuur 42).

Toelichting
Bij gebruik van herbicide wordt bij een bepaalde concentratie van fosfaat in het bodemvocht minder fosfaat aan het sorptiecomplex gebonden dan bij gras.



Figuur 42: P-sorptie aan onbehandeld gras en gras behandeld met herbicide.

II. De mate van opname van fosfaten door zwaailingen, als functie van de concentratie van fosfaten in de voedingsoplossing, bij hoge en lage fosfaatverzadigingstoestand. Dit kan men op twee manieren onderzoeken nl: lange tijd laten groeien bij constante concentratie en daarna plant analyseren of plant korte tijd in oplossing (uren) en dan concentratie vermindering meten van oplossing. Een plant met een tekort aan P zal sneller fosfaat opnemen uit de voedingsoplossing dan een plant die reeds van fosfaat voorzien is (zie figuur 43).
Voor calcium gelden ongeveer dezelfde resultaten.



Figuur 43: P-opname van planten die met resp. zonder P zijn opgekweekt.

5. Mr. Freeman: Herplantingsproblemenen en grondontsmetting. Herplanting van fruitbomen op grond waar al fruitbomen hebben gestaan (binnen 15-20 jaar) gaat vaak met groei- en opbrengstverliezen gepaard. Vooral bij een vruchtwisseling appel-appel of kers-kers. Men heeft hier tot nu toe geen goede fysiologisch-biologische verklaring voor kunnen vinden. Vele proeven duiden toch wel in de richting van een schimmel (Pitium) en geen nematode, maar de verschillen zijn niet significant.

De meeste fruittelers hebben niet de beschikking over grond, waar nog geen fruit op werd verbouwd. Grondontsmetting is dan ook in de meeste gevallen wel noodzakelijk. Door de hoge grondontsmettingskosten wordt er eerst getest of het wel noodzakelijk is. Dit wordt bekeken aan de hand van zaailingen die 12 weken oud zijn. Zijn deze niet goed gegroeid dan is een grondbehandeling nodig. Dit kan op de volgende manieren geschieden:

- Stomen van de grond. Dit is verhitten van de grond tot op 90°-
- Ontsmetten met chloropicrine. Dit is een bacterio-fungicide. Dit middel is erg duur en erg giftig. Kosten ± £ 1200 per ha
- Ontsmetten met methylbromide. Middel is wat goedkoper, maar ook erg gevaarlijk en geeft vrij veel residu
- Ook wordt het fungicide formaline wel gebruikt. Dit middel is minder gevaarlijk en is minder schadelijk voor de nitrificerende bacteriën. Voor een goede werking is veel water nodig (15 liter/m^2). Beste tijdstip van toediening is aan het begin van de winter.

Nog een heel ander methode is om de plant in een plantgat te plaatsen gevuld met 20 liter compost dan veel irrigeren. Nadeel van deze methode is dat wortels te veel in de compost blijven. Gevolg is: geen goede ontwikkeling van het wortelstelsel.

6. Mr. Samuelson: Blad- en vruchtanalyse.
Als controle voor kweekexperimenten worden in de derde week van augustus monsters uit het midden van de laatste scheut genomen. De bladeren worden gedroogd, zeer fijn vermalen en gedestrueerd in H_2SO_4 met H_2O_2. Vervolgens worden de voedingsstoffen geanalyseerd. Elke analyse wordt twee keer uitgevoerd en mag een maximale afwijking hebben van 10%.
Vruchten worden in het "seizoen" elke 3 weken en vlak voor de oogst bemonsterd. Ook gedurende de opslag worden nog monsters genomen. Er wordt vooral gelet op het Ca-gehalte i.v.m. de stipziekte (bitterpit).

Er worden monsters uitgewisseld met andere instituten (o.a. met Wageningen) om te zien of resultaten internationaal vergelijkbaar zijn.

De Hook Green farm te Lamverhurst bij Tunbridge-Wells.
Begeleiders: Fam. Overy.
Het hopbedrijf is 6,9 ha groot en is ingedeeld in 5 percelen met elk een andere hopvariëteit. De grond op deze boerderij was lemig van aard en had een pH van ± 6,5.

Hop is een gewas, dat in volwassen toestand 4 à 5 meter hoog kan worden (eind juni). Met kokosvezel worden de planten vastgemaakt aan een dradennet dat tussen palen is opgespannen. De palen zijn gemaakt van tamme kastanjebomen uit de omgeving. Het kokosvezel rekt als het nat wordt, zodat bij regen de hele constructie niet extra belast wordt (door de regen worden de planten ook al zwaarder).

De hopplant wordt elk jaar afgeknipt en komt elk voorjaar weer opnieuw op. De levensduur van een hopplant is ongeveer 50 jaar. Economisch gezien is het beter om de hopplant elke 15 tot 20 jaar te herplanten. Enkele hopvariëteiten zijn: White Target met een goede brouwkwaliteit, Branley Cross met een iets minder goede brouwkwaliteit, een late opkomst en een vroege rijpheid.

In de hop komen de volgende ziekten en plagen vaak voor: luizen, meeldauw (Oidium), valse meeldauw (Peronospera), spint (red spider). Hiertegen wordt veel en vaak gespoten.

Vroeger werd de grond mechanisch zwart gehouden, maar nu wordt de bodem met behulp van herbiciden zwart gehouden (zelfde reden als bij de fruitteelt).

In de oogsttijd worden de planten in hun geheel losgesneden en naar de plukmachine vervoerd. De planten worden ondersteboven aan een rail opgehangen en d.m.v. een serie bewegende "harken" worden de bellen en bladeren erafgeplukt. Met behulp van een ventilator worden de bladeren van de bellen gescheiden. De oogst is erg arbeidsintensief.

De bellen worden gedroogd in een "kiln" bij 150° F, totdat een vochtgehalte is bereikt van ± 10%; dit duurt ± 8 uur. Daarna wordt de hop in grote zakken geperst (het soortelijk gewicht is heel laag) en verkocht. In 1979 was de opbrengst 12 ton van 6.9 ha.

Na de rondleiding hebben we in de "kiln" het eigen gebrouwen bier van de heer Overy kunnen proeven en waren het na enkele glazen helemaal met hem eens dat eigen gebrouwen bier met zelfgebakken "cookies" heel best smaakte.

Donderdag 28 augustus
Ochtend:
Bezoek aan Letcombe Laboratory te Wantage ongeveer 20 km ten zuiden van Oxford.

1. Mr. Mercer (assistent director).
Onderwerp: Algemeen over Letcombe Laboratory.
Letcombe Laboratory is een van de 32 instituten van de A.R.C., de Agricultural Research Council. Elk instituut heeft een eigen taakgebied. De A.R.C. wordt gefinancierd door het minsterie van Onderwijs en Wetenschappen en het ministerie van Landbouw. Op Letcombe Laboratory werken 119 mensen, waarvan 78 man wetenschappelijke staf (35 met een Ph.D.). Het werk op Letcombe is gericht op energiebesparing, efficiëntergebruik van kunstmest en bestudering van de fotosynthese.

De onderwerpen Direct-Drilling en shallow tine cultivation worden behandeld in deel I, hoofdstuk 8.1.
Het laboratorium heeft per jaar ongeveer 1 miljoen pond beschikbaar waarvan 35% besteed wordt aan onderzoek naar bodembewerking, 25% aan bodemstructuur onderzoek, 20% aan plantenvoedingsonderzoek, 10% aan onderzoek naar het effect van micro-organismen en 10% aan onderzoek naar het verlies van meststoffen.

2. Dr. Cannel: Onderzoek naar drainage en bodembewerking ten behoeve van graanteelt.
Op Letcombe zijn veel proeven gedaan naar effecten van de verschillende manieren van bodembewerking op de opbrengsten van graangewassen. Ook is gekeken naar het effect van drainage. De meest effectieve drainage op zwaardere gronden is een afstand tussen drains van 20 meter, en op 90 cm diepte met grind boven de drains van 30 tot 90 cm diepte. Dwars hierop komen moledrains op 60 cm diepte en 2 m uit elkaar. De moledrainage moet ongeveer ierdere 5 jaar herhaald worden (zie deel I, 8.2). De experimenten met de Direct Drilling methode zijn op proefvelden met dit drainage systeem uitgevoerd.

3. Dr. Belford: Lysimeterproeven.
Men had behoefte aan gegevens over het effect van tijdelijke waterverzadiging op de gewasgroei. Bij veel bodems in Engeland kan een zeer snelle stijging van

de grondwaterspiegel optreden na regen. In het veld zijn de factoren die belangrijk zijn moeilijk te controleren, men gebruikt dus lysimeters. De lysimeters zijn cilinders die grond bevatten in een ongestoorde toestand. Er zijn 32 lysimeters met zandgrond (sandy loam: Skipwith series) en 32 met een klei (Evesham Series). Ze zijn van onderen waterdicht afgesloten zodat de grondwaterstand te regelen is. Ze beslaan een oppervlakte van ½ m^2 en zijn 135 cm diep. De hoeveelheid regen kan ook gecontroleerd worden, maar meestal wordt de natuurlijke regenval "toegediend". In de lysimeters kan o.a. gemeten worden: O_2-concentratie, vochtgehalte en temperatuur op verschillende dieptes, regen, zonne-instraling, eigenschappen bodemvocht. In de toekomst wil men zelfs de diffusiesnelheden in de bodem gaan bekijken. Omdat de bodem niet verstoord mag worden kunnen de planten ondergronds niet bekeken worden. In de lysimeters en er omheen wordt graan gezaaid. Dit wordt met de hand bewerkt. De opbrengsten blijken een normaal niveau te hebben.

Het blijkt dat het effect van tijdelijke waterverzadiging verschilt in de verschillende groeistadia van de plant. Juist na kieming van wintertarwe is een periode van 6 dagen water dodelijk. In andere stadia overleven de planten dit wel. Laat in het voorjaar is er weer een kritieke periode. De grondwaterstand is dan nog vrij hoog, na regen is er dus veel kans op waterverzadiging. De temperaturen in de bodem zijn dan ook al hoger, zodat eerder zuurstofgebrek optreedt.

In zandgrond herstelt het O_2-gehalte zich snel na het dalen van de grondwaterspiegel, i.t.t. de zwaardere gronden. Waterverzadiging heeft een remmend effect op de groei van de plant, de verschillen nemen toe bij toenemende opbrengsten.

4. Dr. Colbourn: Studie van de stikstofkringloop.
Op Letcombe Laboratory concentreert men zich op de stikstofverliezen die optreden door uitspoeling (via drainage water) en denitrificatie, uitwijken in gasvorm (N_2 en N_2O).
De denitrificatie wordt bepaald door gaschromatografische meting van vrijgekomen N_2O. N_2 kan moeilijk gemeten worden, dus de omzetting van N_2O naar N_2 wordt gestopt door C_2H_2 aan de bodem toe te voegen. Het verlies van N door uitspoeling probeert men te bepalen door analyse van het bodemvocht op verschillende diepten. In de toekomst gaat men ook drainwater analyseren. Voor de effecten van Direct Drilling op de stikstofhuishouding wordt weer verwezen naar deel I hoofdstuk 8.1.

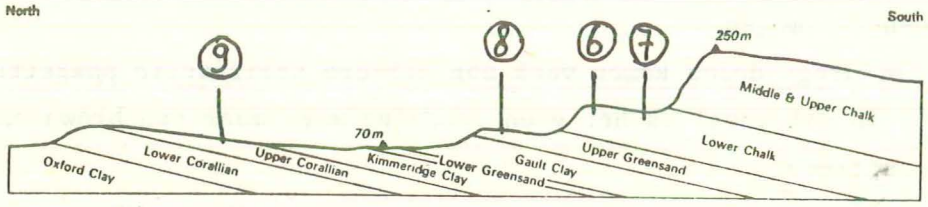
Afhankelijk van de stikstofgif bedroeg het verlies aan N door denitrificatie en uitspoeling 5-8 kg N/ha jaar. Anaerobe omstandigheden in de bodem leiden tot verhoogde denitrificatie. De uitspoeling neemt in de loop van het groeiseizoen af. Dr. Colbourn liet hierna dia's zien van o.a. de gebruikte aparatuur en meetmethoden.

5. Dr. Howse: Bodemfysica.
Men bekijkt hier de gevolgen voor de bodemstructuur van verschillende typen bodembewerking: ploegen, shallow tine cultivation en direct drilling. De hoeveelheid poriën en de poriëngrootte-verdeling verschilt duidelijk bij de verschillende bewerkingen. Dit hangt ook af van het weertype in het winterseizoen. De resultaten zijn samengevat in deel I hoofdstuk 8.1

Hierna bezochten we de lysimeters. De regentoediening kan geregeld worden door een verrijdbare kas en een irrigatiesysteem dat maximaal 3 mm per uur kan toedienen. Afzonderlijke lysimeters kunnen door een perspex kap (ϕ 1 m) droog gehouden worden. Tussen twee rijen lysimeters door kan in een ondergrondse gang bodemvocht afgetapt worden en kunnen allerlei metingen worden gedaan.

Middag.
Excursie bodems op geologische formaties van verschillende ouderdom ten zuidwesten van Oxford.
Begeleider: Mr. A.J. Low.

We bevinden ons weer in een kalk questa landschap waarbij de Upper en Lower Chalk als ruggen in het landschap te zien zijn en de Middlechalk verder weggeërodeerd is. Blijkbaar is de Lower chalk hier harder dan in Kent waar de Lower Chalk geen questa vormt (zie figuur 44).



Figuur 44: Geological section across the Wantage district.
excursiepunten aangegeven.
(bron: Jarvis, 1973)

In dit questa landschap hebben zich ook onder periglaciale omstandigheden droge dalen gevormd.

6. Bendzina ontwikkeld op Lower Chalk in een kalkgroeve ten westen van Wantage.
Bodemklassificatie: grey Rendzina (Wantage series).
Topografie: kleine helling naar het zuiden.
Bodemgebruik: verlaten kalkgroeve, grasvegetatie met struikopslag.

Profielbeschrijving:	A	0-20	humushoudend, grijs, siltig materiaal
	C	20 +	marly chalk, gebroken, wortels tot in de kalk.

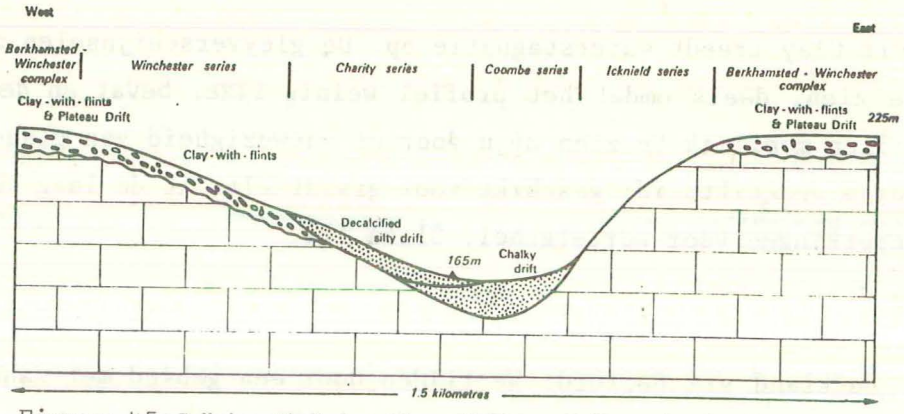
Bodemvormende processen: Verwering van de kalk. Gezien het siltgehalte van de A-horizont bestaat de A niet uitsluitend uit verweringsmateriaal. Waarschijnlijk is ook een geringe hoeveelheid loess doorgemengd.
Landbouwkundige geschiktheid: Goed gedraineerd profiel. De kalk houdt vocht vast bij lage vochtspanning en dit is dus makkelijk opneembaar voor de vegetatie. Ondanks de ondiepe bodem zeer goed geschikt voor graanverbouw.
Opmerkingen: Voor graanbouw is vooral bemesting met kalium nodig.

7. Rendzina ontstaan in chalky drift (Coombe deposit), solifluctie materiaal van de kalk.
Bodemklassificatie: Rendzina (Gore series).
Topografie: Lager gelegen dan punt 6 in een pleistoceen droog dal dat is in gesneden in de lower chalk.
Bodemgebruik: Grasland.

Profielbeschrijving:	A	0-75 cm	granulaire bodemstructuur
	C	75 +	vrij zachte kalk

Bodemvormende processen: De A-horizont is ontstaan door vermenging van solifluctie materiaal van de kalk (Coombe Deposits) met silty materiaal (loess).
Landbouwkundige geschiktheid: Deze bodem is beter dan die bij punt 6, groter vochtvasthoudend vermogen.
Opmerkingen: In droge delen komen vaak nog dikkere solifluctie pakketten voor, (zie fig. 45). In dit geval is het geen rendzina meer maar een brown calcareous earth (Coombe series).

8. Gley Soil ontwikkeld in Upper Greensand op Gault Clay in een slootwand bij Grove, 3 km ten noorden van Wantage.
Bodemklassificatie: calcareous cambic gley soil (Grove series).
Topografie: Vlak.



Figuur 45 : **Soils in a Chalk dry valley, with Plateau Drift capping the ridges.**

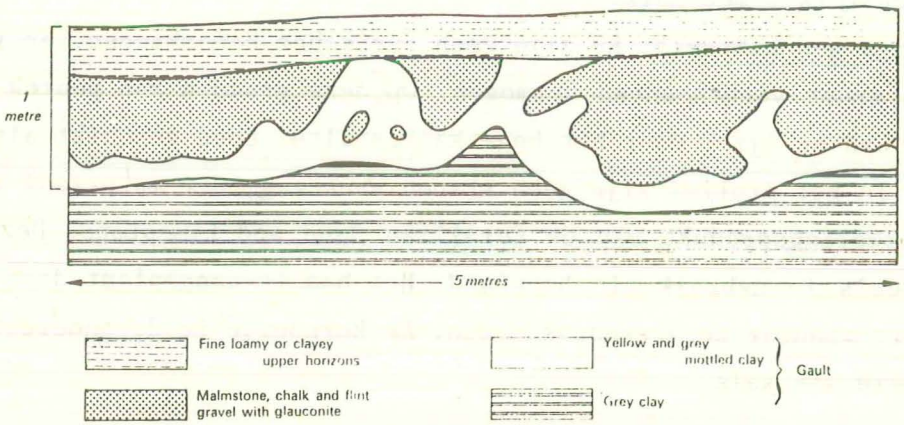
(bron: Jarvis, 1973)

Bodemgebruik: Bouwland.

Profielbeschrijving:	A	0-15 cm	donker grijs, pH = 7,5, lemig, enkele stenen
	Bg	15-33	groenachtig, lemig, pH = 8,5
	BC	33-48	groenachtig, leem, veel grind
	C	48+	leemhoudend grind (70% stenen) biopo-rieën tot 75 cm

Gault Clay op 1 m diepte.

Bodemprocessen: Boven de Gault Clay ligt een laag van ± 1 m dikte met o.a. materiaal van het Upper Greensand (klei en grind) en brokken kalksteen. De bovengrond van de Gault Clay is niet recht (waarschijnlijk) door cryoturbatie (zie fig. 46).



Figuur 46 : **Contorted gravels in the Grove series.**

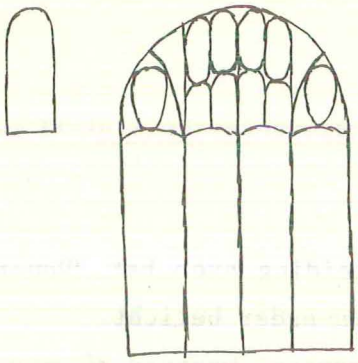
(bron: Jarvis, 1973)

Boven de Gault Clay treedt waterstagnatie op. De gleyverschijnselen zijn niet erg duidelijk te zien, deels omdat het profiel weinig ijzer bevat en deels omdat kleurverschillen moeilijk te zien zijn door de aanwezigheid van glauconiet.
Landbouwkundige geschiktheid: geschikt voor graanteelt, in de laag boven de Gault Clay geen beperkingen voor wortelgroei: Class III.
Opmerkingen: -

Busrit naar Buckland via Garford: We rijden door een gebied met zandige kalkhoudende gronden (Brown Earths, Fyfield series). Deze gronden hebben meer landbouwkundige mogelijkheden, ook de bebouwing is van oudsher hier geconcentreerd. De teelten omvatten o.a. aardappelen, bieten, koolraap, vollegrondtuinbouw en fruit.

9. Brown Sand is ontwikkeld op Corallian Sand and Limestone bij Buckland, 20 km ten zuidwesten van Oxford.
Bodemklassificatie: Brown calcareous sand (Marcham Seris).
Topografie: Vlak.
Bodemgebruik: Bos met Taxus (Yew tree) en Buxus (Box tree, palmboompje) en Cornus (Dogwood, kornoelje).
Profielbeschrijving: A 0-15 lemig zand, loodzandkorrels donkergrijze humus
B 15+ oranje bruin lemig zand met ijzerhuidje rond de zandkorrels.
Bodemvormende processen: verwering van Corallian Limestone. Deze is zeer zandig (oölitisch) en verkit met kalk.
Landbouwkundige geschiktheid: Er zijn geen fysisches beperkingen, er is een goede structuur en groot vochthoudend vermogen. Op deze gronden kan gebrek optreden van o.a. mangaan en ijzer door het hoge kalkgehalte. Goed geschikt als bouwland.
Opmerkingen: In het profiel zijn geen stenen aanwezig, Het materiaal is dus volledig een verweringsprodukt van de Corallian Sand and Limestone. Deze bodems zijn grotendeels in gebruik als bouwland. Het bos is aangeplant door de landgrondeigenaar, vandaar de vreemde soorten. De kornoelje in de ondergroei verraad de aanwezigheid van kalk.

10. Bezoek aan Church of St. Mary the Virgin, Buckland.
De oudste delen van de kerk stammen uit de 12^{e} eeuw. De ramen laten verschillende bouwstijlen zien, o.a. Normandisch en perpendicular.



11. Ophalen fototoestel bij punt 8.

Vrijdag 29 augustus.
Een bezoek aan het Rothamsted Experimental Station te Harpenden. Dit instituut doet veel aan bodemonderzoek in Engeland en Wales. Op dit instituut zijn de oudste bemestingsproefvelden te vinden van de wereld.

1. Mr. Thomasson: Algemene inleiding.
Er wordt met 80 mensen personeel gewerkt, waarvan 60 mensen wetenschappelijke staf. De onderzoeker mag 15% van zijn tijd besteden aan een eigen onderzoek.
Het door de spreker vertelde verhaal over bodemkartering is te vinden in deel I, hoofdstuk 5.2.

2. Mr. C. Murphy: Micro-morfologie van de bodem.
Een van Murphy's onderzoeken was de regeneratie van de bodemstructuur, ontstaan door het berijden van de bodem met een landrover met gewichten. Op deze manier werden zware landbouwmachines nagebootst. De bodem werd vergeleken met onbereden gronden. Gemeten werd: porositeit, dichtheid en vochtvasthoudend vermogen en de micro-morfologie. Hieruit bleek dat verdichte gronden een platige structuur aan de oppervlakte vertoonden (versmering). Iets dieper (> 0,5 cm) zijn de grote poriën bijna geheel verdwenen en is er een afname van de kleine poriën. De structuurregeneratie wordt veroorzaakt door vorst, zwel en krimp, wortelactiviteit en activiteiten van de bodemfauna (wormen e.d.) van de grond.
Een ander onderzoekspunt was de beeldanalyse (image analysis). Het doel hiervan is, het omschrijven van poriën en structuurpatronen in de grond.
Poriënonderzoek:

- image analysis > 30 µm
- slijpplaatanalyse > 30 µm

-	kwikinjectie porosimetrie	50-60 µm
-	veldstudies	> 100 µm

3. Mr. Webster: Toepassing van geavanceerde statistische technieken in de bodemkartering (zie deel I: 5.4).

4. Mr. Mattingly: Algemene inleiding over het "Department of soils and Plant Nutrition" en enkele onderzoeken nader belicht.
Er werken op deze afdeling 65 mensen, waarvan 30 mensen tot de wetenschappelijke staf behoren. De afdeling is verdeeld in vier sekties, te weten: onderzoek en analyse, radiografie, kassen en oogstbemonstering en behandeling.

De onderzoeken waar men op het moment mee bezig is, zijn de volgende:

a) Wortelgroei en ijzerverdeling, waaruit men de verplaatsing van elementen wil bepalen

b) Het effect van Mycorrhiza op gewassen en de daarmee verband houdende opname van voedingselementen (in samenwerking met een plantenfysiologisch laboratorium)

c) Het effect van organische en anorganische bemesting op het organisch fosfaatgehalte in de bodem

d) Bemesting van de ondergrond. In Nederland is dit meestal niet nodig, omdat de ondergrond vaak rijk genoeg is. Hier gaf de ondergrondbemesting in het algemeen wel opbrengstverhogingen, vooral in 1975 en 1976 (twee droge jaren). Door de droogte krijg je een diepere beworteling, dus betere benutting van de mest in de ondergrond.
De volgende onderzoeken zijn vooral gericht op veranderingen in de bodem op lange termijn

e) De accumulatie van uranium in de grond, na bemesting met fosfaat uit Noord-Afrika. Deze bemesting heeft nu ongeveer 100 jaar plaatsgevonden. Het blijkt nu dat het uraniumgehalte met 1300 g/ha is toegenomen, wat neerkomt op een stijging van 0,3 p.p.m. per ha (van 2,4 naar 2,7). Er wordt weinig uranium door planten afgevoerd

f) De verliezen van organische stof in de grond. Meting van veranderingen in het organische-C en organische-N gehalte van de grond. Dit werd gemeten op twee soorten gronden nl. die van Rothamsted, een goed gedraineerde zware kleigrond (30% < 2µ) en sinds 1960 ook op die van Woburn, een wat lichtere grond. Bij de eerste werden bijna geen verliezen gemeten, bij de tweede was de hoeveelheid organische stof gehalveerd, wat gepaard ging met een opbrengstdaling.

Na toediening van organische mest stegen de opbrengsten op Woburn weer. Op beide gronden werd tarwe verbouwd.

5. Mr. Dyke: Historie en rondleiding over het landgoed Rothamsted met zijn oude proefvelden.
Het oude woonhuis van Rothamsted dateert uit ± 1640 en werd bewoond door de fam. Wittewaal.
Later kwam de fam. Laws op het landgoed. Mr. Laws sr. was een echte bloemetjes buiten zetter, zodat zijn zoon veel land en weinig geld overhield. Zoon Laws is een scheikunde studie begonnen, maar heeft deze studie niet afgemaakt. Door verhalen van boeren uit de omgeving, dat beendermeel verhoging van de opbrengst geeft en gebruik makende van zijn chemische kennis, kwam hij op het idee dat fosfaat wel eens noodzakelijk kon zijn voor de plantengroei. Dit speelde in de tijd dat men er aan begon te denken dat bepaalde elementen wel eens noodzakelijk konden zijn voor de plantengroei.

In 1840 begon Laws met het opzetten van proeven. Ook stichtte hij een fabriek voor meststoffen. De meststoffen (o.a. ammoniumsulfaat en supersulfaat) werden aan de boeren verkocht. De verdiensten van de fabriek kwamen ten goede aan het onderzoek. De inkomsten waren goed, vanwege zijn monopolie positie in de verkoop van superfosfaat. In 1842 ging chemist Gilbert samenwerken met Laws.

Laws overleed in 1900 en liet een vermogen van £ 100.000 na voor researchwerk. In 1910 begon de staat interesse te tonen voor Rothamsted. Nu wordt Rothamsted voor 50% gefinancieerd door de Agricultural Research Council en voor 50% door het ministerie van Landbouw.

Het huidige woonhuis van Rothamsted biedt woonruimte aan ± 50 mensen nl. de staf, promotieonderzoekers en gasten. Het onderzoek is gesplitst in twee delen; onderzoek aan planten wat bemesting e.d. betreft en onderzoek naar ziekten en plagen.

Rondleiding langs de proefvelden. In 1856 is men begonnen met graslandbemestingsproeven. De proefveldjes zijn in een oud park gelegd (Park-grass). Het oorspronkelijke gras had een zeer rijke botanische samenstelling.
De proefvelden kregen afmetingen van 20 bij 80 meter. Hiervan waren er twee nulveldjes, de rest werd beproefd met verschillende meststoffen (o.a. superfosfaat, ammoniumsulfaat, natriumnitraat, kalium- en Mg meststoffen). In het begin van

de proefopzet werd één snede geoogst en daarna werden er schapen op geweid. Later is men overgegaan op het maaien van twee sneden. Goed werd bijgehouden, opbrengst, botanische samenstelling en voorkomen van insekten.
Ook werd de bodem één maal in de 10 jaar grondig onderzocht. Na enkele jaren bleek dat er op bepaalde veldjes nog maar twee soorten gras overbleven. Het veldje dat bemest werd met $(NH_4)_2 SO_4$ vertoonde een ernstig verzuring (pH_4), daarom werden de veldjes gehalveerd, de ene helft kreeg een jaarlijkse kalkgift. Later zijn de proefvelden in nog meer sectoren verdeeld. Duidelijk was te zien, dat op de veldjes met een lage pH zich een dikke strooisellaag vormde. Deze ontstaat door de afwezigheid van wormen. Ook was opvallend de snelheid waarmee wormen terugkomen bij verhoging van pH. Bij veldjes met alleen P was slechts een dunne strooisellaag aanwezig.

De graanvelden bij Broadbalk. Dit zijn de oudste proefvelden ter wereld. Op deze velden wordt sinds 1843 jaar in jaar uit graan verbouwd. Er werd begonnen met twintig verschillende velden. Deze zijn nu weer opgedeeld om verschillende oogstmethoden te vergelijken. De opbrengsten zijn de laatste jaren behoorlijk toegenomen. Dit is te danken aan de verbeterde tarwerassen, grondbewerking, ziekte- en onkruidbestrijding e.d. In 1979 zijn er opbrengsten behaald van 8 ton/ha. Op jongere proefvelden worden opbrengsten behaald van 10 tot 11 ton/ha. De nulveldjes bereikten opbrengsten van 1200 kg/ha. Dit is 2x zoveel als in het begin. Wat de voornaamste reden van deze opbrengstverhoging is, is niet precies te zeggen; de verbeterde gewasbeschermingsmethoden of de verbeterde tarwerassen. Mr. Dyke dacht dat de veredeling van de rassen de belangrijkste reden is. Er is een veldje waar sinds 1882 niets aan gedaan is. De eerste 3 jaren zaaide het graan zich zelf weer uit, maar later hebben bomen de overhand gekregen. Het is nu een stukje natuurlijke vegetatie (wilderness).

Zaterdag 30 augustus
Excursie Broadlands en Boulderclay in East Anglia.
Begeleider David Dent van de University of East Anglia in Norwich.

East Anglia bestaat uit een keileem plateau op een ondergrond van kalk en tertiaire afzettingen met hierop plaatselijk een dekzand pakket van wisselende dikte (zie fig 10). Aan de oostkant is dit plateau doorsneden door rivierdalen (o.a. het Waveney dal). De rivierdalen zijn vroeger dieper geweest en zijn weeropgevuld met alluviale afzettingen en veen.

De afzettingen zijn onder invloed van zeewater ontstaan. Er vond daardoor ophoping van pyriet plaats. Op plaatsen waar de gronden te weinig kalk bevatten liggen dus potentiële kattekleien. Voor de processen die zich afspelen bij het onstaan van kattekleien wordt verwezen naar deel I, hoofdstuk 6.2.3.

1. Gley Soil ontwikkeld in alluviale afzettingen langs de rivier Waveney, ten westen van Lowestoft.

Bodemklassifikatie: Humose Gley Soil (Waveney series) (in dit geval ontwikkelt tot een katteklei).

Topografie: Vlak. In het gebied zijn oude kreekruggen te zien en afvoerloze laagten.

Bodemgebruik: Het grootste gedeelte van dit gebied is nog in gebruik als grasland met de normale grondwaterstand. Het profiel dat wij bekeken lag in een perceel dat 15 jaar geleden gedraineerd werd (grondwater altijd dieper dan 1 m) en in gebruik is als bouwland vnl. wintertarwe, opbrengst 2 à 3 tons/acre.

Profielbeschrijving:			
	Ap	0-15	humeuse zavel, donker grijs, veel wortels en wormgangen. pH=6,5
	B2.1g	15-30	lichte klei, donker, grijsachtig bruin, wortels alleen langs randen structuurelementen, soms gips aanwezig, pH=6,5
	B2.2g	30-50	lichte klei, donker grijs met donkere roodbruine vlekken rond wortelgangen, gips aanwezig.
	G0 2	50-70	Lemige klei, donkergrijs, grof prismatische structuren bijna gerijpt rond poriën ontstaan ijzerhydroxide pijpjes.
	J2	70-105	donker grijs met rond poriën o.a. jarosiet (J) geel, halfgerijpt pH=3.8. Geen levende wortels.
	Gr.	105+	donker blauw grijs met zwarte vlekken, structuurloos soms schelpen aanwezig.

N.B. David Dent gebruikt een eigen horizontbenoemingssystemen.

Bodemvormende processen: vorming van een katteklei door verlaging van de grondwaterstand (zie deel I, 6.2.3 en bijlage 1, fig. 2 en 3). Doordat er een patroon is van kreekruggen en kommen is ook het kalkgehalte nogal wisselend. De hoogste

gehalten aan kalk worden vaak gevonden op plaatsen waar de siltfractie hoog is, in de kreekruggen dus. Dit betekent dat in de kreekruggen de vorming van zwavelzuur na oxidatie van pyriet geneutraliseerd kan worden, zodat geen kattekleivorming optreedt. In de kommen is er wel risico voor kattekleivorming. Het siltgehalte neemt ook af hoe verder men van zee komt, dus neemt ook de kans op kattekleivorming toe.

Landbouwkundige geschiktheid: Mede door de heterogeniteit van de bodems uit de Waveney series, varieert de bodem geschiktheid ook nogal. De meeste bodems zijn na verlaging van de grondwaterspiegel een tijd lang goed geschikt voor de verbouw van akkerbouwgewassen, totdat de verzuring te erg wordt. Voor grasland zijn de bodems alle geschikt.

Opmerkingen: Doordat de melkprijzen in Engeland vrij laag waren voor de boeren althans, was er een vrij sterke tendens in bepaalde gebieden om grasland om te zetten in bouwland. Dit is hier ook gebeurd en de percelen worden onderbemalen. In bepaalde gedeelten van het perceel begint nu het gewas de gevolgen van de verzuring te ondervinden, op die plaatsen groeit helemaal niets. In het gebied van de Broadlands is o.a. door David Dent een studie gedaan naar aanwezigheid van potentiële of actuele kattekleien. Er wordt namelijk gedacht aan een half afsluitende dam aan de monding van de Yare river om te voorkomen dat de Broadlands door zeewater overstroomd kunnen worden, dit gebeurt nu nog van tijd tot tijd. Als deze dam er zou komen heeft dit o.a. gevolgen voor het landschap in de Broads omdat dit waarschijnlijk de boeren zou stimuleren tot het omzetten van grasland in bouwland. Afgezien van de schade aan het landschap is het op bepaalde bodems onmogelijk de waterstand te verlagen i.v.m. kattekleivorming.

Vlak bij de profielkuil was in een slootkant een iets later stadium van kattekleivorming te zien. De bodem was beter gerijpt en het jarosiet en de gipskristallen waren zeer goed te zien. Zie slijpplaat foto's in bijlage 1, fig. 2,3 en 4.

's Middags bezochten we een boomgaard gelegen op (de rand van) het keileemplateau (eigenaar George Eccles). We bekeken een Toposequentie van bodems vanaf het plateau tot het rivierdal, zie fig. 47.

De boulderclay bevat weinig water dat voor de vegetatie opneembaar is. Daardoor moet in de zomer irrigatie toegepast worden om de bodem voor fruitteelt geschikt te maken. Vrij dicht bij de rivier was daarom in de boulderclay een waterreservoir aangelegd van 27.000 m^3 (6 miljoen gallon). In de winter loopt dit vol, o.a. door water uit het draineersysteem. 's Zomers is in totaal 40.000 m^3 nodig dus

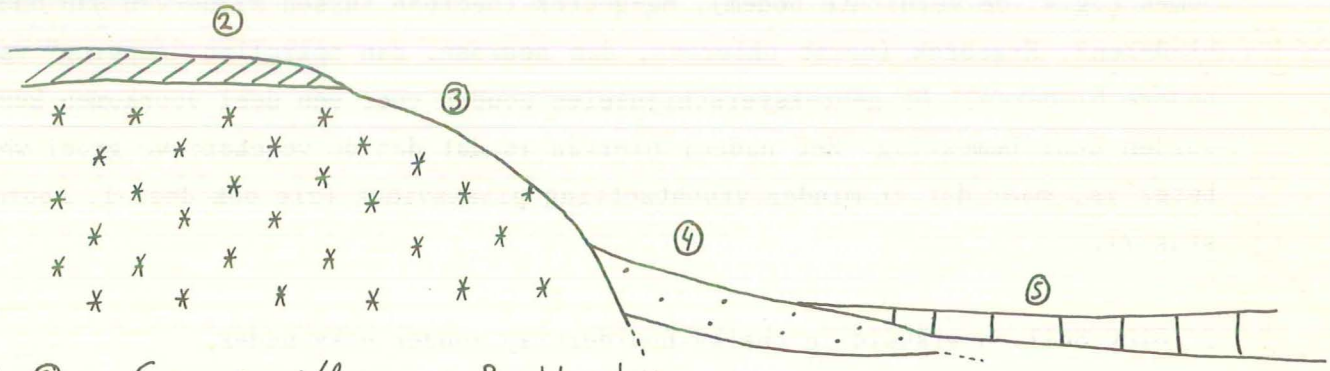
moet nog ongeveer 13.000 m^3 uit de rivier gepompt worden. Het is rendabel zelf een waterreservoir aan te leggen omdat voor het water uit de rivier vrij hoge lasten betaald moeten worden. In de boomgaard zitten op verschillende plaatsen tensiometers in de grond om te kunnen zien of irrigatie op een bepaald tijdstip noodzakelijk is. Zie bijlage 1, fig. 5, 6 en 7 voor slijpplaatfoto's van deze profielen.

2. Gley Soil ontwikkeld in dekzand op keileem (zie fig. 47).

Bodemklassificatie: Typical argillic stagnogley soil (Beccles series).

Topografie: Vlak.

Bodemgebruik: Boomgaard.



punt ② = Coversand/loam on Boulderclay
③ = Boulderclay zonder coversands (verdwenen door erosie na inculturname)
④ = Solifluctiedek van coversands
⑤ = Veen (50 % org. stof) op solifluctiedek

Figuur 47: Doorsnede op de overgang van het boulderclay plateau naar een rivierdal.

Profielbeschrijving:	Ap 0-20	donkergrijsbruin, kalkloos, boulderclay cryoturbaat vermengd met lemig zanddek
	Bg 20-60	gleyverschijnselen in Boulderclay
	BC 60+	kalkrijke grijze boulderclay

Bodemvormende processen: Cryoturbate vermenging van boulderclay met leem/zanddek In de bovengrond is enige uitspoeling van klei opgetreden. Zie in bijlage 1 fig. 5, 6, 7, en 8.

Landbouwkundige geschiktheid: De bewerkbaarheid van deze gronden is een probleem omdat veel energie nodig is om het stugge materiaal los te maken, ook is er slechts een klein vochttraject waarbij met machines gewerkt kan worden.

Drainage is een probleem door de slechte doorlatendheid van de bodem. Drains moeten op korte afstand liggen met een gravel laag erboven. Mole drains zijn in deze bodems zeer onstabiel door het hoge gehalte aan zand. Door berijding treedt verdichting op van de bovengrond.
De bodem is zeer droogtegevoelig er is weinig vocht voor de vegetatie beschikbaar. Zonder irrigatie is deze bodem alleen geschikt voor wintergraan. Met intensieve drainage en irrigatie blijkt fruitteelt ook mogelijk.
Opmerkingen: Bij de fruitbomen waren soms enige gebreksverschijnselen waar te nemen door de aanwezigheid van kalk in de ondergrond, o.a. Fe-gebrek (lichtgroene kleur van de jongste bladeren), Mn-gebrek (bladmoes ontkleurt tussen de nerven bij jonge bladeren. De oorzaak hiervan lag in het oppervlakkig wortelen van de bomen t.g.v. de verdichte bodem), Mg-gebrek (necrose tussen zijnerven aan oudere bladeren), K-gebrek (eerst chlorose, dan necrose, dan opkrullen "cupping" van oudere bladeren). De gebreksverschijnselen zouden voor een deel voorkomen kunnen worden door bemesting. Het nadeel hiervan is dat dan de vegetatieve groei wel beter is, maar dat er minder vruchtzetting plaatsvindt (zie ook deel I, hoofdstuk 7).

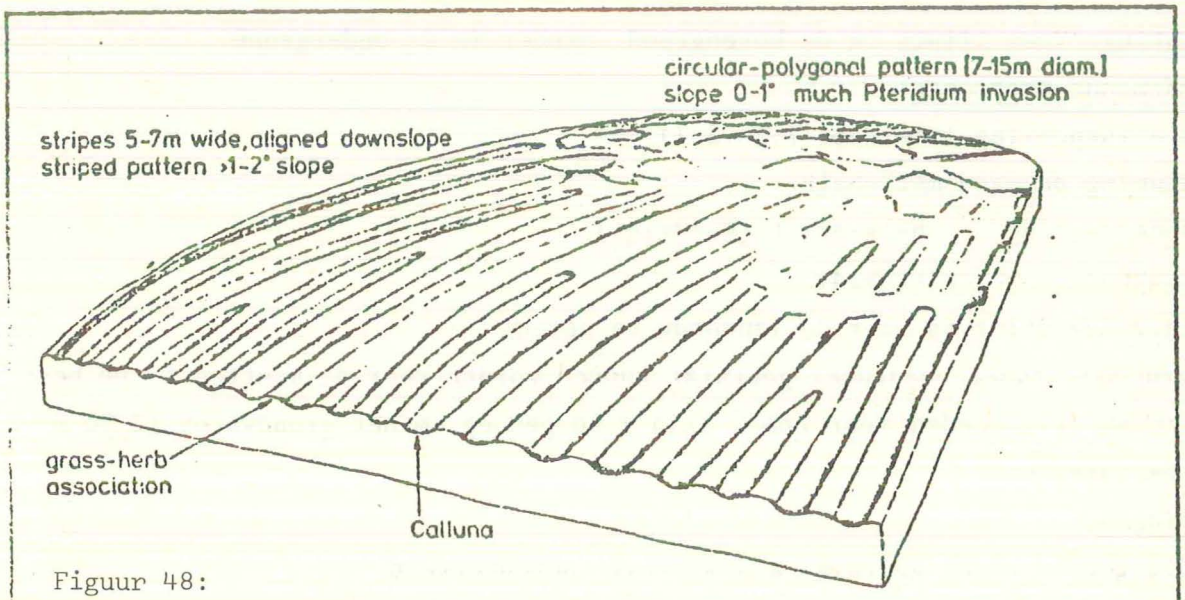
3. Gley Soil ontwikkeld in chalky Boulderclay zonder dekzanddek.
Bodemclassificatie: Surface water gley soil (Ragdale series).
Topografie: Gelegen aan de rand van het keileemplateau, boven aan de helling naar de rivier (zie fig. 47).
Bodemgebruik: Boomgaard.
Landbouwkundige geschiktheid: Omdat hier minder zand in het profiel aanwezig is, is de bewerkbaarheid nog moeilijker dan bij punt 2.
Opmerkingen: Er is hier minder dekzand aanwezig t.g.v. erosie na de in cultuurname. Verder in de ondergrond heeft dit profiel dezelfde eigenschappen als bij punt 2. Het zand heeft zich onder aan de helling voor een deel verzameld (zie punt 4).

4. Profiel ontwikkeld in solifuctiemateriaal van dekzand.
Topografie: Het materiaal heeft zich opgehoopt tegen een oude houtwal, zodat het hoogteverschil aan beide zijden van de houtwal enige meters bedraagt (graften in Zuid-Limburg).
Profiel: Vrij goed gedraineerde, diepe bodem, zandige leem. Vrij recent colluvium, nog weinig bodemvorming opgetreden.
Opmerkingen: Goede landbouwkundige waarde, de oppervlakte is echter vrij klein. Bij fruitbomen is de vegetatieve groei goed, de vruchtzetting is vaak wat slechter dan in de hogere delen van de boomgaard.

5. Profiel in colluvium, als bij punt 4, onder nattere omstandigheden, dus met een venige siltige bovenlaag (50% organische stof). Vegetatie: grassen.

Maandag 1 september.
Begeleider: Mr. Dent.
's Morgens veldexcursie in "the Brecklands" (EA): de "humic alluvial gley soils".

1. Patterned ground: Zwak golvend terrein ("elongated polygons") met gras- en heidestroken, als gevolg van de topografie en bodemverschillen op korte afstand. De "patterned ground" is ontstaan onder periglaciale omstandigheden (zie deel I, 3.3.3 en fig. 48).



Figuur 48:
SCHEMATIC REPRESENTATION OF GRASS/HEATHER STRIPES AT GRIMES GRAVES, NORFOLK

Plaats: Grimes Graves te Norfolk.
Bodemklassificatie: In de "laagtes": "Bijna Rendzina".
Op de "ruggen": "Strepen" tussen de kalk opgevuld met eolisch zand (Brown earth).
Topografie: Het terrein is zwak golvend 30-55 m boven zeeniveau, helling 1 à 2°.
Rugbreedte" ± 5-7 m.
Bodemgebruik: Semi-natuurlijke vegetatie. Op de hogere plaatsen bevindt zich de struikheide (calluna). Op de plaatsen waar de kalk hoger aan het oppervlak ligt, vindt men vnl. grassen (zie fig. 48).

Profielbeschrijving:

Op de rug:	A1	0 - 10 cm	
	A2	10 - 35 cm	
	B	35 - 160 cm	geel bruin zand
	Bt	160 - 162 cm	klei-inspoelingslaag
	R	> 160 cm	kalk met flints (chalky drift).

Toelichting: Het dekzand is vrij zuur pH=4. Bij deze pH is de klei in het zand mobiel en slaat neer langs de kalkgrens (hogere pH). Op deze manier ontstaat de Bt.

Profielbeschrijving:

In de laagtes:	A1	0 - 20	
	C	> 20	kalk met een beetje zand.

Toelichting: Veel flints in de bovengrond, minder in de ondergrond.

Bodemvormende processen:

- Kleiinspoeling (zie deel I: 6.2.7)
- Menging dekzand met chalk
- Bodemvorming in chalk-drift (Rendzina)

Landbouwkundige geschiktheid:

De vochtvoorziening is voor de landbouw te gering.

Deze gronden zouden eventueel gebruikt kunnen worden voor de houtteelt. De bewortelingsmogelijkheden voor bomen zijn goed genoeg om het grondwater (2.50 m diep) te bereiken.

Opmerkingen:

- Dit gebied wordt gebruikt als militair oefenterrein
- De polygoonstrepen kunnen verstoord zijn door schietoefeningen (bomkraters) en konijnen. Dit gebied is altijd al een konijnengebied geweest. Tot 1930 is het gebied dan ook onbebost gebleven
- Sinds 1956 komt hier vrij veel boomopslag, waarschijnlijk als gevolg van de konijnensterfte door mixomatose
- De kalksteentjes zijn afgrond, dit geeft een intensieve menging aan met het dekzand.
- De flints zijn gedurende het Neolithic gebruikt om er bijlen van te maken. Men delfde de flints ook voor de handel (2500 jaar voor chr.)
- Hier in de omgeving is veel bos geplant tijdens de crisis van de dertiger jaren. Door de slechte landbouwprijzen in die jaren en de marginale kwaliteit van deze gronden heeft het Rijk toen veel grond opgekocht en bebost
- Delen van de "Brecklands" zijn vroeger gebruikt voor de konijnenteelt en als jachtgebied.

2. Iron Humus Podzol of the Brandon Series.

Plaats: Brandon Park 150 m ten zuidoosten van de Brandon Newmarket road, 2 km ten zuidwesten van het stadscentrum van Brandon, Suffolk, England.

Bodemklassifikatie: Iron Humus Podzol.

Topografie: Hoogte boven zeeniveau: 10 - 12 m; zwakke helling (< 1%).

Bodemgebruik: Dennebos (Pinus sylvestris); Ouderdom van de bomen ± 40 jaar; Hoogte ± 5 m. De bomen vormen een gesloten dek. Er is weinig vegetatie op de bodem te vinden door de schaduwwerking van de den. Op plaatsen waar wat meer licht komt vind je de mossen Pleurozium schreberi, Dicranum scoparium en Hypnum cupressiforme. Zie bijlage 1, fig. 9 en 10 voor slijpplaatfoto's van de strooisellaag.

Profielbeschrijving: Zie hiervoor de uitgereikte stencils van Dent.

Toelichting:

- Het profiel bevat weinig klei en silt. De CEC is erg laag in het gehele profiel, ook de basenverzadiging is erg laag.
- In Bhs-horizont: maximum organische stof èn een maximum voor het ijzergehalte. In Nederlandse podzolen vaak eerst Bh en dan op groter diepte Bir.

Bodemvormende processen:

- Podzolisatie: Naar beneden verplaatsen van humus en sesquioxiden, die grotendeels neerslaan in een B-horizont, zie in bijlage 1 fig. 11.
- In de ondergrond grondwaterverschijnselen. (Gley- en Pseudogleyverschijnselen(zie deel I: 6.2.2).

Bodemgeschiktheid: Deze podzolen zijn diep doorwortelbare gronden. Hoofdzakelijk "geschikt" voor houtteelt, vnl. naaldhout. Door bemesting kan de opbrengst aanzienlijk verbeterd worden (arme grond).

Opmerkingen: In het profiel kwamen ook humus bandjes voor. Verklaringen hiervoor zouden kunnen zijn:

a) overgang verschillende texturen (hoeft maar zeer gering te zijn);
b) stoppen van het vochtfront;
c) neerslaan Al-verzadigde humus complex.

's Middags bezoek aan de "Arthur Rickwood Experimental Husbandry Farm" (AREHF).

3. Algemene inleiding

De "husbandry farms" (Nederlands: proefboerderijen) zijn de schakels tussen de landbouwkundige onderzoeksinstituten en de boeren. Het AREHF bevindt zich in een groot veengebied (the Fenlands). De "Fenlands" zijn ontstaan in een estuarium waarin zich zeeklei heeft afgezet. Dit was tijdens het Upper Jura. Doordat de

Fenlands vrij ver landinwaarts gelegen zijn, is er kalkarme zeeklei afgezet. Hierop heeft zich later kleihoudend bosveen en zeggeveen gevormd. De oorspronkelijke veendikte bedroeg 5 m. Op het moment is dit ± 50 cm. De afname is veroorzaakt door inklinking en oxydatie (ontwatering, winderosie). Het verlies aan veen is nog steeds ± 1 cm per jaar en is bijna volledig aan oxydatie (ontwatering, winderosie). Het verlies aan veen is nog steeds ± 1 cm per jaar en is bijna volledig aan oxydatie te wijten. Het hele gebied ligt 1 à 1,5 m beneden zeeniveau. Met behulp van pompen wordt het water geloosd. Het water wordt in twee etappen in totaal 10 à 15 m opgepompt. De Fenlands hebben een oppervlak van 65.000 ha en vormen het grootste veengebied in Engeland. Er wordt voornamelijk akkerbouw bedreven. De verdeling van de gewassen is ongeveer: 38.000 ha granen (vnl. tarwe); 12.000 ha suikerbieten; 8.000 ha aardappelen; 7.000 ha "groenten" (rooie bieten, uien, selderij e.d.).

Op het AREHF worden o.a. de volgende onderzoeken verricht:

a) grondbewerking en drainage
b) herbicide gebruik op gronden met hoge organische stof gehalte (24%);
c) rassenonderzoek
d) opbrengstproeven
e) winderosieproblemen

4. Drainage- en irrigatieproeven

In één perceel werden drainageproeven uitgevoerd. In 1971 werd er een drainagesysteem aangelegd, dat tevens geschikt was voor irrigatie doeleinden (verhang 0%). Dit mislukte, omdat na 4 jaar de drains totaal verstopt raakten. Het water bevatte erg veel Fe^{2+} in oplossing. Door oxydatie van het ijzer tot de Fe^{3+}-vorm ($Fe(OH)_3$ en Fe_2O_3) kreeg men een neerslag in de pijpopeningen, pijpwanden en in de grond langs de pijpen. In 1977 kwam er een nieuwe opzet met gebruik van wijdere buizen dan bij het eerste experiment. Er werd gebruik gemaakt van geribbelde plastic buizen van verschillende diameter en perforatiegrootte (0,84 en 3,69 mm) en met en zonder omhulsel van bast van mimosa en stro. Verder werd er geëxperimenteerd met 2 typen moledrains nl: "deep large bore graded moles" en "tunnelmoling" (zie deel I: 8.2). Ook werden er nog gebakken drainbuizen gebruikt. Men vergeleek de grondwaterstand (cm-mv) en de afvoersnelheid. Na 2 jaar bleken de buizen gemiddeld beter te werken dan de moledrains. De moledrains zijn echter goedkoper te maken (zie deel I). Een gedeelte van het proefveld was niet gedraineerd en werd onderbemalen. Hier was op 70 m van de sloot het grondwater 65 cm hoger dan het slootpeil.

5. Slootprofiel van een Humic gley soil.

Plaats: AREHF te Mepal.

Bodemklassificatie: Humic gley soil (Adventurers series).

Topografie: Macro: vlak landschap; micro: terrein met kreekruggen.

Bodemgebruik: Het bodemgebruik is overwegend akkerbouw.

Profielbeschrijving:

A Op	0 - 20 cm	kleihoudend veen
B 01	20 - 45 cm	bruin zwart, vezelig gehumificeerd veen
B 02	45 - 50 cm	veenlaag vermoedelijk ontstaan door verplaatsing van disperse humus ("drummy layer"), sterk zuur (pH = 3,5)
II Bg	> 50 cm	katteklei met gipskristallen en jarosiet; pH > 4,5; siltige klei.

Bodemvormende processen:

- Klink en oxydatie (vooral oxydatie) van het veen
- De kattekleivorming in de ondergrond, zie bijlage 1, fig. 4.
- Vorming van de "drummy layer"; mogelijke inspoeling van disperse humus.

Landbouwkundige geschiktheid: Beworteling belemmerd door zeer zure lagen; land use capability: klasse 1.

Opmerkingen: Van de 65.000 ha "veengrond" heeft 50.000 ha een ondergrond van katteklei (potentieel). De N-gift op deze gronden kan beperkt blijven. Bij de verbouw van granen kan de N-gift zelfs achterwege blijven. Bij oxydatie van veen komt stikstof vrij.

6. Suikerbieten opbrengstvergelijking en winderosieproblemen.

De opbrengsten van suikerbieten werden vergeleken bij:

a) Verschillende N-bemestingen nl. 65 kg/ha, 95 kg/ha en 125 kg/ha.

b) Verschillende tijdstippen van bemesting.

De gemiddelde resultaten voor de jaren '78 en '79 zijn in tabel 12 weergegeven. De zaaitijd was in 78 respectievelijk 29 maart en 19 april. In beide jaren was het voorjaar koud en nat. In 1979 was de herfst wat gunstiger.

Tabel 12. De gemiddelde suikeropbrengst voor de jaren 1978 en 1979; ton suiker/ha

"Tijdstip" van N-gift	kg N/ha		
	65	95	125
On seedbed	8.92	8.82	8.58
Peri-emergence	8.38	8.31	8.37

Het boven de 65 kg N/ha geven heeft volgens deze tabel geen zin. Verder lijkt het bemesten "on seedbed" het beste. De sapzuiverheid, bepaald door meting van het amino-stikstofgehalte was voor de laagste gift 9,19 en voor de hoogste gift 12,69. Ook hieruit blijkt dat de laagste gift het gunstigste is.

In 1980 zijn voor het eerst proeven genomen met het zaaien van bieten in de tarwestoppel van het vorige jaar (1979) (direct drilling). De bedoeling hiervan was het voorkomen van winderosie. Gemiddeld verstuift er hier 5% van het suikerbietenareaal. Vier keer per 10 jaar heeft men hier winderosieproblemen. De direkt drilling methode werd vergeleken met de normale behandeling van bietenland. Bij direkt drilling bleek zowel de kieming als de opkomst langzamer en slechter te zijn. De plantdichtheid is bij de normale behandeling ± 90.000 planten/ha en bij direkt drilling ± 74.000 planten/ha. De opbrengst van direkt drilling wordt dan ook lager verwacht dan die van de normale behandeling.

7. Mr. M. Wood: Uienverbouw in de Fenlands

De uien die wij zagen, waren begin maart in kassen gezaaid. Na 3 weken vond kieming plaats en na ruim een maand de opkomst. Deze planten werden in april overgeplant toen ze twee bladeren hadden. Door deze behandeling hadden ze een behoorlijke voorsprong op de normaal gezaaide uien, met als gevolg een opbrengstverhoging van 10 ton/ha. Bijkomende voordelen zijn:

a) vroegere opkomst (zie deel I: 9.1)
b) warmer weer om de uien te laten drogen;
c) betere omstandigheden tijdens de oogst.

Proef met windsingel i.v.m. de bestrijding van de winderosie. De windsingel bestond uit verschillende variëteiten wilgen. De groeisnelheid is ongeveer 3,5 m in twee jaar. De maximaal gewenste hoogte: ± 5 m. Er moet voor overlap gezorgd worden bij de openingen i.v.m. de hoge windsnelheden die daar anders bereikt kunnen worden.

De voordelen zijn:

a) Voorkomen van winderosie;
b) Minder afkoeling van het oppervlak t.g.v. wind.

De nadelen zijn:

a) oppervlakteverlies (± 5%), door ruimte die nodig is voor de heggen;

b) randeffecten (schaduwwerking, waterconcurrentie e.d.);

c) aanlegkosten van de heg;

d) mogelijke bron voor ziekten en plagen.

Er wordt door de regering 40% subsidie gegeven voor de aanlegkosten. Verder waren er nog direkt drilling proeven met uien, hier werd verder niet op in gegaan.

8. Grondverbetering.

De beworteling op deze gronden gaat tot de erg zure "drummy layer", met als gevolg dat deze gronden niet optimaal doorworteld worden. Een manier om deze gronden dieper doorwortelbaar te maken, is het mengen van de bovenste lagen. Eerst wordt er 50 ton schuimaarde per ha opgebracht. De schuimaarde is hier voor een geringe prijs te krijgen (alleen transportkosten), omdat de gebieden rond de Fenlands in het algemeen weinig kalk nodig hebben. Daarna wordt tot een bepaalde diepte de bouwvoor, het veen met de drummy layer en een gedeelte van de zure klei gemengd. De mengdiepte is afhankelijk van de dikte van het veenpakket.

Voordelen:

a) toename bewortelingsdiepte (opbrengstverhoging);

b) effectieve toevoeging van de kalk;

c) verhoging van de efficiency van herbiciden; afname organische stof gehalte, gevolg minder herbicide geadsorbeerd;

d) afname van de winderosie;

e) betere draagkracht.

Nadelen:

a) kosten van de menging, extra kalk e.d.

b) het eerstvolgende jaar slechtere opbrengsten door totale verstoring van het profiel; vooral verstoring hydrologische structuur.

Dinsdag 2 september

Bodems en bodemgebruik op Bontzandsteen in Nottinghamshire.

Begeleiders: M.J. Reeve and Dr. J.M. Ragg.

Deze dag zijn verschillende bodemtypen ontwikkeld in Buntersandstone (Bontzandsteen) bekeken o.a. onder bos en onder akkerbouw. De Buntersandstone is een afzetting uit het Trias en helt in dit gebied zwak naar het oosten. Het is een afzetting in ondiep water onder aride omstandigheden gezien de rode kleur. Het bevat kwartsiet stenen (afgerond, "pebbles"). Het gebied is vroeger bedekt ge-

weest met materiaal dat door de ijstijden beïnvloed was, hier is nog slechts zo hier en daar iets van te zien (keileem). De bodems ontwikkeld op de Buntersandstone die zijn bekeken voor het grootste deel uit matig grof zand.

Sherwood forest (25 km ten noorden van Nottingham): Mr. Barraclough ("I think I am overdoing it a bit") vertelde iets over het bosgebied. Het bos van Robin Hood bestaat tegenwoordig nog slechts voor 20% uit loofhout (eiken en berken). 65% is Corsicaanse den (Pinus nigra var. corsica) en 15% is grove den (pinus sylvestris) en Pinus contorta. Het bos wordt dus voornamelijk op een commerciële manier geëxploiteerd. Het hele bosgebied beslaat 6500 ha. De bodems zijn zeer zandig, daarom zijn ze niet erg geschikt voor loofhout. Aangezien er ook veel vraag naar naaldhout is i.v.m. de mijnbouw in deze streek wordt dit veel aangeplant. De corsicaanse den blijkt het meest geschikt in dit gebied met veel luchtvervuiling (steenkool). De optimale kapleeftijd van het naaldhout is 60 jaar.

1. Podzol ontwikkeld in verweringsmateriaal van Bontzandsteen onder bos (profiel H5 uit excursiegids).

Bodemklassificatie: Sandy humo-ferric podzol (Crannymoor series).

Topografie: helling 5° NNW, 95 m + NAP.

Bodemgebruik: naaldbos (corsicaanse den).

Profielbeschrijving:

FH	0-3	venige humus, veel wortels pH H_2O = 3,6
Ah	3-10	donkerbruin zand, stenig, kalkloos, structuurloos
Ea	10-20/30	donker roodgrijs zand, verder als Ah
Bh	20/30-24/34	donker roodbruine zandige leem, weinig stenen
Bs	29-54	geelrood matig grof zand, zwak verkit ijzer accumulatie onderin horizont
BC	54-99	roodbruin tot bruin, enige ijzer accumulatie
Cu	99-150	roodbruin, zand door ijzer verkit, gelaagde structuur, porens, pH = 4,5.

Bodemvormende processen: Podzolisatie in verweringsmateriaal van de Buntersandstone. Zie bijlage 1, fig. 12.

Landbouwkundige geschiktheid: Deze bodem is zeer droogte gevoelig. Bij gebruik als bouwland is het gevaar van winderosie zeer groot, soms moet drie keer gezaaid worden omdat zaad of kiemplanten wegwaaien of beschadigd worden. Onder

grasland zou geen verstuiving optreden, maar daarvoor is het te droog. De bodem is vooral geschikt voor bos, vnl. naaldhout. De corsicaanse den vertoont hier nog een jaarlijkse hoogtegroei van 40 cm.
Opmerkingen: Vroeger is ook winderosie opgetreden, gezien het grote aantal stenen in de bovenste horizont. Tot 60 cm diepte heeft kleiinspoeling plaatsgevonden. Vooral in de Bh bevinden zich veel kleihuidjes; 11% van materiaal is <2μ.

Door ploegen zouden de podzoleigenschappen verloren gaan en zou het een typical Brown Earth worden.

2. Typical Brown Sand op Bontzandsteen (profiel H_2 uit Excursie gids), 25 km ten noorden van Nottingham.
Bodemklassificatie: Typical Brown Sand (Newport series).
Topografie: helling 3° ONO, 53 m +NAP.
Bodemgebruik: akkerbouw (gerst).
Profielbeschrijving:

Ap	0 -29	donkerbruin leming zand, stenen, veel wortels
Ap/Bw	29-40	doorploegd Ap en Bw materiaal
Bw	40-93	Roodbruin matig grof zand, weinig stenen, geen wortels
BC	93-116	idem, geen stenen
Cu	116-160	idem, geen stenen

De pH is 7,0-7,8 in het hele profiel.

Bodemvormenden processen: De donkere A-horizont is door menselijke invloed ontstaan, bemesting en bewerking. In het Nederlandse systeem zou deze bodem geklassificeerd worden als akkereerdgrond.
Landbouwkundige geschiktheid: Doordat deze bodem lemiger is als het vorige profiel is de landbouwkundige waarde hoger. Het risico van verstuiven is minder groot en het vochthoudende vermogen is groter. Door jaren lange bekalking (vnl. met dolomitische kalksteen uit het Perm, daar zit ook veel magnesium in, dit komt uit de omgeving) is de pH veel hoger dan in het vorige profiel. Door irrigatie zouden de mogelijkheden van deze bodem nog uitgebreid kunnen worden. In veel gevallen is echter niet voldoende water voorhanden.
Opmerkingen: Het veld waarin het profiel was gelegen behoort tot de Gladthorpe Experimental Husbandry Farm. Er wordt dus onderzoek gedaan aan verschillende gewassen, die in deze omgeving op deze bodems verbouwd worden, zoals aardappels, grasland voor schapen, suikerbieten.

Het land wordt zeer regelmatig geploegd tot 40 cm om de ploegzool die vooral na het oogsten van suikerbieten ontstaat te doorbreken.

De onverweerde Bontzandsteen zit op een diepte van ongeveer een meter. Dit is voor de beworteling geen probleem. Profiel H_3 uit de excursiegids kregen we niet te zien. Deze ligt ± 10 meter hellingafwaarts van dit profiel. Er is meer leem afgezet in de luwte van de top en de bovenste horizont bestaat dus uit zandige leem. Punt 3 (profiel H4 in excursiegids) ligt nog verder hellingafwaarts (± 100 m) in het zelfde perceel.

3. Profiel ontwikkeld in solifluctiemateriaal van loess en sandstone (profiel H_4 in excursiegids).

Bodemklassificatie: Coarse loamy typical brown earth (Wick series, stony phase).

Topografie: helling 1° naar zuidoosten, 51 m + NAP.

Bodemgebruik: zie punt 2.

Profielbeschrijving:

Ap	0- 36	donkerbruine zandige leem, 22% stenen, veel wortels
Bw	36- 45	" " " , veel stenen, wortels aanwezig
Bw/Bs	45- 70	geelachtig rode zandige leem, veel stenen, wortels aanwezig
Bw	70-101	bruine zandige leem, veel kleine stenen geen wortels
Be	101-150	geelachtig rood zand, stenen, geen wortels, poreus, zwak verkit door ijzer.

Het profiel bevat geen kalk en de pH-H_2O is 7,2 tot 7,4.

Bodemvormende processen: Er is een kleine hoeveelheid sexquioxiden uitgespoeld en neergeslagen in de Bs.

Landbouwkundige geschiktheid: Het profiel is veel lemiger dan punt 2. Dus meer mogelijkheden, vooral in verband met watervasthoudend vermogen.

Opmerkingen: Dit profiel is ontstaan in solifluctiemateriaal, het is een soort valleibodem. Diep in het profiel neemt de hoeveelheid stenen af.

Uit de analyse gegevens blijkt dat de base verzadiging nogal laag is in dit profiel vergeleken met de hoge pH. Waarschijnlijk is dit te wijten aan het lage kleigehalte en het lage organische stof gehalte, dus weinig uitwisselingscapaciteit. In verhouding zijn er dan nog veel H^+-ionen aanwezig, ook al is de pH hoog. (In dit profiel is de pH van nature ook niet zo hoog zie pH bij punt 1).

4. Podzol in verweringsmateriaal van Buntersandstone 25 km ten noorden van Nottingham (Boughton).

Bodemclassificatie: Sandy typical brown podzolic soil (Sherwood series).
Topografie: helling 1° NNW, 64 m +NAP.
Bodemgebruik: loofbos met voornamelijk oude eiken (± 300 jaar).
Profielbeschrijving:

FH	0- 2	zwarte gedeeltelijk vergaan strooisel, geen stenen, scherpe grens
Ah/Ea	2- 4	donkerbruine zandige leem tot lemig zand met afgeloogde korrels, weinig stenen, enkele wortels
Ea/Bs	4- 21	donkerbruin lemig zand met afgeloogde korrels, weinig stenen, veel wortels
Bs	21- 46	egaal bruine zandige leem, weinig stenen, veel wortels
B	46- 57	bruin tot donkerbruin lemig fijn zand, weinig stenen, wortels
Bt	57- 82	roodbruin lemig zand, geen stenen, kleihuidjes rond zandkorrels, weinig kleine wortels
Cu	82-150	zwak verkitte zachte zandsteen, geelachtig rood met meer verkitte roodachtige banden, geen stenen, geen wortels.

Bodemvormenden processen: Inspoeling van klei (in Bt >4% in kleihuidjes en van sesquioxiden (in Bs).
Landbouwkundige geschiktheid: Als punt 1.
Opmerkingen: Het profiel ligt in het Thoresby Estate, in bos dat eeuwenlang ongemoeid is gelaten. Dit profiel is een van de weinige overgebleven voorbeelden van een typische bodem op Bontzandsteen zoals die onder het vroegere eikenbos zeer algemeen moet zijn voorgekomen in dit gebied. Bij ander bodemgebruik verandert deze bodem in een ander type zoals we bij punt 1-3 zijn tegen gekomen. Door het planten van dennen ontstaat een humus podzol (waarschijnlijk in 100 jaar tijd).
De grenzen tussen de horizonten zijn vrij scherp doordat er weinig wormactiviteit is, daardoor is ook de strooisellaag vrij dik. Toch is het volume gewicht van de grond laag. Dit zou veroorzaakt kunnen worden door wortelgroei of andere bodemdieren. Het bos verjongt zich niet omdat de wildstand te hoog is.

's Avonds: lezing door Mr. Mc. Gowan over de Kingston Brook Catchment Area Studies. In het stroomgebied van de Kingston Brook zijn gedurende een aantal jaren metingen gedaan om de waterbalans vast te stellen. De metingen betroffen: neerslag verdamping, straling, luchtvochtigheid, wind, run off op bepaalde terreinen, de hoeveelheid water die in de beek het gebied verliet enz. Omdat de ondergrond

van het gebied ondoorlatend is, moet het mogelijk zijn een sluitende balans te maken. Met behulp van de metingen kunnen schattingen gemaakt worden voor het gehele gebied. Uit de meteorologische gegevens kan met behulp van de Penman-formule de evapotranspiratie berekend worden. Voor details over dit onderzoek wordt verwezen naar het dagverslag van Karen Pon en de artikelen in het Journal of Soil Science 1980, p 217-262. Deze zijn te vinden in de bibliotheek van Bodemkunde en Geologie.

Enige conclusies uit het onderzoek waren:
- evapotranspiratie hangt meer af van de hoeveelheid beschikbaar water dan van de hoeveelheid energie (zoals Penman stelt)
- Schattingen voor de verdamping in een bepaald gebied kunnen dus waarschijnlijk beter gemaakt worden met behulp van metingen i.p.v. berekeningen
- Run off volgt de neerslag sneller als de bodem op veld capaciteit is
- In de zomermaanden is er bijna geen run off.

Woensdag 3 september.
Begeleiders: Mr. Reeve en Mr. Ragg.

1. Algemene inleiding.
Deze dag werden er bodems in de Derbyshire Uplands bekeken. Het doel van deze dag was het zien van verschillende bodems op gelijke hoogte op kalksteen uit het carboon en op zandsteen en schalie van de "Millstone Grit".

Van Sutton Bonington gaat de route via de Trent Flood plain naar het "Beeston terrace" dichtbij Derby. Van Derby gingen we door het "Triassic lowland", met zijn gemengde en veeteelt bedrijven, naar Ashbourne. Vanaf daar kregen we een naar het noordoosten stijgend landschap. Op 300 m hoogte kwamen we bij een duidelijk te onderscheiden vlakte van Carbonische kalksteen, dat met droge dalen doorsneden was (Dales, zie deel I, 3.2). De bodems zijn hier ontwikkeld in een lösspakket van verschillende diktes. De bedrijfstypen die men hier aantreft zijn veebedrijven van 20-120 ha. Men heeft hier veel wintervoer nodig, omdat de grasgroei pas laat in het voorjaar op gang komt (± eind april). Dit komt door de lage temperatuur. We hebben hier bij de Bigging Grange Farm profiel F_2, F_3 en F_4 bekeken, zie excursiegids.

Van "Biggin" gaan we naar het noordoosten, waar we via de "Wye Valley" naar de Millstone Grit opduiking gaan. Men noemt het "millstone", omdat het zandsteen

zeer geschikt is voor het maken van molenstenen. We passeerden het "Chatsworth House", het huis van de Graaf van Devonshire. Op deze hoogten (100-200 m) vind je het meest "Typical brown earths" (Swindon Bank series) op zandsteen "cambic stagnogley soils" (Bardsey series) op schalie. We gebruiken de lunch in Bakewell en gingen verder noordwaarts richting Hathersage. Deze route ging via de Derwent Valley.

Bij Hathersage bekeken we de profielen F_5 en F_6 op het North Lees Estate, dat in eigendom is van het Peak Park Planning Board en voornamelijk voor recreatieve doeleinden (alpinisme, hanggliders, dagrecreatie) gebruikt wordt. Het landbouwkundig grondgebruik is hier duidelijk anders dan op de goed gedraineerde kalkrijke bodems op kalksteen. Deze gronden zijn kalkarm, stenig en hebben een slechte drainage. Het grondgebruik is hier dan ook veeteelt. Boven 300 m vindt "rough sheep grazing" plaats. Boven 400 m liggen de "peat moors". Deze worden gebruikt voor het weiden van schapen (¼-1 schaap/ha) en voor "grouse rearing" (korhoen/sneeuwhoen jacht). De "grouse rearing" begint jaarlijks op 12 augustus.

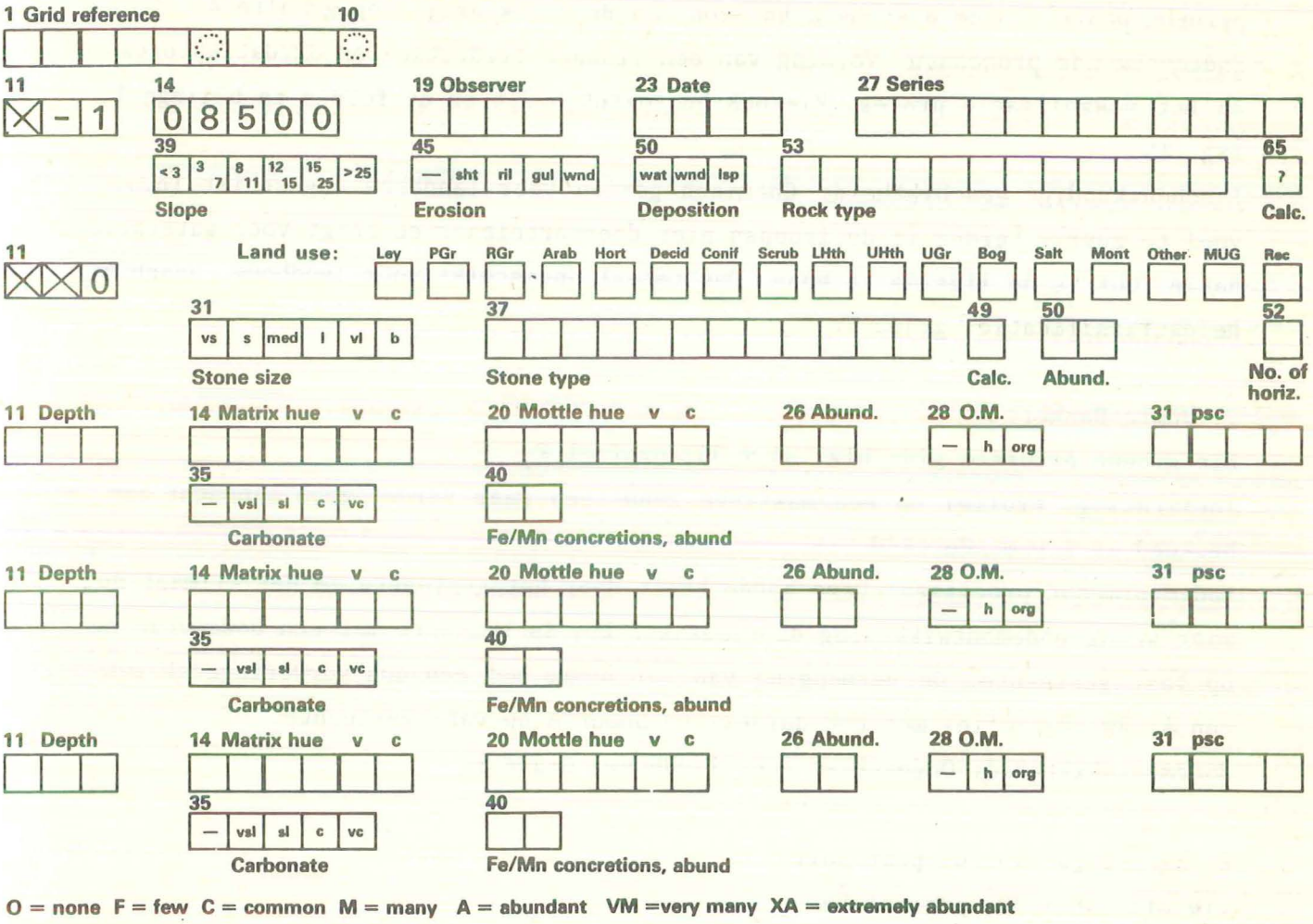
2. Silty typical brown earth over massive lime-stone.
Zie voor profielgegevens blz. 25 + 26 van de groene excursie gids; profiel F_2.
Toelichting: De pH is in de bovengrond aan de lage kant en oplopend met de diepte. Vrij ijzer (Fe% ext. pyrophosphate) in Ap hoger dan in B, door oppompen, door groei en afsterven van planten.
Bodemvormende processen: IJzer wordt door hydrolyse uit het moedermateriaal vrijgemaakt. Door oxidatie ontstaat $Fe(OH)_3$.
Daarna vindt in de A-horizont dehydratie en binding van ijzer tot stabiel klei-ijzeroxide-humuscolloide plaats en in de B-horizonten vastlegging tot stabiel klei-ijzer-oxhydraatcolloïde. Zie ook bij bijlage 1, fig. 13.
Landbouwkundige geschiktheid: Indien lager gelegen, goed geschikt voor akkerbouw en diep wortelende gewassen (boomgewassen). Voor produktief grasland te diep ontwaterd.
Indien hoog gelegen, te kort groeiseizoen voor de meeste gewassen. Het is nog wel geschikt voor grasland, door de hoge regenval (1200 mm/jaar).
Indien 300 m lager gelegen zou het een grade I grond worden. Bovengrond is iets slempgevoelig.
Opmerkingen: Men zou in de B een hoger vrij ijzer gehalte verwachten dan in de A door de grote hoeveelheid regen die er valt.

3. Fine silty brown ranker over scree of massive limestone.
Zie groene excursiegids blz. 29; profiel F_4.
Bodemvormende processen: Dit profiel wordt net geen rendzina genoemd, omdat het $CaCO_3$-gehalte te laag is. Dit profiel is niet ontwikkeld in de kalk maar in de "drift" (dun lössdek). Door de lage temperaturen (gem 6-8°C) gaat de verwering van de kalksteen langzaam. Het organische stof gehalte is relatief hoog (bijna "humic" ranker) als gevolg van de lage temperatuur en de hoge neerslag (1200 mm/jaar). Door de zeer steile helling speelt hier creep vast ook een rol bij de voordurende verjonging van het profiel (dunne bodem).
Landbouwkundige geschiktheid: Ongeschikt voor verbouw van gewassen door de zeer dunne bodem op de kalksteen en door de zeer steile helling.
Opmerkingen: Als een helling meer dan 30° is, komt er geen vegetatie meer voor. De steile helling waarop dit profiel ontstaan is, is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van het instorten van een ondergronds waterkanaal ("cave collapse", een karstverschijnsel van waarschijnlijk voor de laatste ijstijd). Op deze helling vind je terrassettes. Dit zijn zgn. "sheep tracks" ontstaan door creep. De vegetatie is calcifiel door de dicht onder het oppervlak liggende kalk.

4. Fine silty over clayey typical palaeoargillic brown earth on massive limestone.
Zie groene excursiegids blz. 27 + 28; profiel F_3.
Toelichting: De profielgegevens en de analysegegevens komen niet met elkaar overeen, maar zijn in essentie gelijk.
Bodemvormende processen: In dit profiel heeft kleiïnspoeling plaats gevonden. Zie bijlage 1, fig. 14.
Landbouwkundige geschiktheid: Een beperking is het klimaat op deze hoogte. Hierdoor heeft men hier een kort groeiseizoen voor de gewassen. Verder heeft het profiel weinig beperkingen, behalve dat de bovengrond nogal slempgevoelig is.

5. Mr. Ragg en Mr. Reeve: Soil Survey.
Tijdens de lunch in Bakewell werd er een praatje gehouden over de schalen van bodemkaarten (zie ook 28 augustus en Deel I, hoofdstuk 5). Besproken werd een standaard formulier om in het veld gegevens over een boorpunt in het veld op te schrijven (zie fig. 49). Deze gegevens worden in een computer opgeslagen, om verder te worden verwerkt voor de 1:250.000 kaart.

De volgende drie profielen zijn profielen uit het Millstone Gritt. Het gebied is hooggelegen met een hoge gemiddelde regenval. De regenval is goed verdeeld



Figuur 49: Kaart om gegevens van de bodem op een bepaald punt op te noteren. Gebruikt door de Soil Survey of England and Wales.

over het jaar, één van de reden van het veel voorkomen van een venige of veen-bovengrond. Het landgebruik is in het algemeen recreatie en "rough grazing".

6. Ironpan stagnopodzol.

Het beschreven profiel is niet hetzelfde als wat wij gezien hebben. Het getoonde was een vroeg stadium van een ironpan stagnopodzol. Dit profiel zou geclassificeerd worden als brown podzolic soil (Wich series).

Zie groene excursie gids blz. 32 + 33; profiel F_6.

Toelichting: Het profiel dat wij gezien hebben, had de ironpan op een diepte van 8 á 10 cm met een gemiddelde dikte van ± 2 mm. Op 30 cm diepte waren gley-verschijnselen waar te nemen. De pH is oplopend met de diepte. Relatief een hoog kleigehalte in de Ea en Bsl. Hoog gehalte extraheerbaar Fe en C (m.b.v.

pyrophosphate) in de B en Bs 2 horizon. In Bs 2 ook vrij hoog gehalte Al.
Bodemvormende processen: Vorming van een ironpan (reductie- en oxydatieprocessen) en het podzolisatie proces. Zie ook hoofdstuk 6.2.6 en de foto's in bijlage 1, fig. 15.
Landbouwkundige geschiktheid: Chemisch gezien voor landbouw ongeschikt (o.a. veel te zuur). Verder is de ironpan niet doorwortelbaar en zorgt voor waterstagnatie. Ook is de ligging te hoog. Dus totaal ongeschikt voor landbouw. Geschiktheidsclassificatie: grade V.

7. Humic Ranker.
Zie groene excursie gids blz. 34 + 35; profiel F_7.
Toelichting: Profiel op een massieve zandsteen waar verder geen aandacht aan besteed is i.v.m. de tijd.
Bodemvormende processen: Deze bodem heeft door het gesteente em het klimaat nog maar weing bodemontwikkeling doorgemaakt. Zij is begonnen met een bodemvorming op vast gesteente. De vermenging van wat humus met een dun verweringsdek tot een A, Bw, R-profiel met een duidelijke humus A op vast gesteente.
Bodemgeschiktheid: Ongeschikt voor landbouw, Grade V.

8. Raw oligo-fibrous peat soil.
Zie blz. 38 + 39, profiel F9.
Toelichting: Het veendek noemt met wel "blanket peat" omdat het als een deken over het zandsteenplateau ligt.
Bodemvormende processen: Veenvorming van ± 1mm per jaar. De biologische produktie van de vegetatie is welliswaar zeer laag op deze hoogten, maar de verteringssnelheid ook.
Bodemgeschiktheid: Ongeschikt voor landbouw gewassen.
Opmerkingen: Begin veengroei waarschijnlijk in de Romeinse tijd. Dikte veenpakket: ± 2 m. Na kappen van berken is waarschijnlijk de ironpan ontstaan. Erosie aan de randen van het plateau. Hierdoor ontstaan diepe geulen tot op de minerale ondergrond. Het verslagen veen wordt lager op de heuvel weer afgezet. Het is gemakkelijk verdwalen in de "moors".

Donderdag 4 september.
's Morgens
High Mowthorpe Experimental Husbandry Farm (HMEHF).

1. Mr. D.A. Perks: Algemene inleiding.
Er zijn dertien experimental husbandry farms en zeven horticulture stations in Engeland en Wales. Vijf van de dertien husbandry farms zijn in het westen gelegen en zijn speciaal voor de veehouderij, hiervan zijn er drie zgn. "Hill-farms". Verder zijn er nog zes gemengde bedrijven (mixed farming) met verschillende verhoudingen gras/ bouwland. Hieronder valt ook deze farm. De overige twee zijn akkerbouwbedrijven, waaronder ook het Arthur Rickwood Experimental Station (zie deel II, 1 september). Doel van de proefboerderijen is om een brug te leggen tussen het wetenschappelijk onderzoek en de boerderij. De resultaten van onderzoeken worden getest voor een bepaald gebied (bepaalde bodem; bepaald klimaat).

Vroeger werkten alle proefstations afzonderlijk, Tegenwoordig is er veel samenwerking, met als overkoepelend orgaan de ADAS (Agricultural Development and Advisory Service). Naast een regionale taak heeft elk proefstation ook een nationale taak waar ze zich in gespecialiseerd hebben (b.v. grasinkuilen).

Het HMEHF is in 1949 door het ministerie van Landbouw gekocht. In 1952 is het als proefstation in gebruik genomen. Het ligt op een kalkplateau dat doorsneden is met droge dalen. De gronden op het bedrijf zijn ondiep en stenig. Boven in het profiel zijn vooral flints met enige kalkbrokjes te vinden, onderin heb je meer de grotere brokken kalk.

Enkele opmerkingen:
- Het proefbedrijf (437 ha) is iets groter dan de gemiddelde bedrijfsgrootte in dit gebied
- Augustus en september zijn hier de natste maanden; april is de droogste
- De bodem behoort hoofdzakelijk tot de "(Brown) Rendzina's"
- De wintertarwe wordt vroeg geoogst om de daarop volgende koolzaad vroeg te kunnen zaaien
- Het erwtenareaal is op dit bedrijf behoorlijk toegenomen door de hoge EEG subsides, die hier de laatste tijd opzitten
- De steilere hellingen zijn als permanent grasland in gebruik
  Zie ook de "Farm guide" van het HMEHF.

Enkele opbrengstgegevens:
a) wintertarwe: 7 ton/ha (gemiddelde in het gebied: 5 ton/ha);
b) zomergerst: 4-5 ton/ha;
c) koolzaad: 3 ton/ha.

Programma van onderzoek:

Granen:
a) graan op graan verbouw, bemestingsproeven;
b) rassenonderzoek;
c) grondbewerkingsproeven (o.a. i.v.m. energiebehoefte)
d) ziekte- en plagenbestrijding;
e) chemische onkruidbestrijding (sproeistof hoeveelheid, tijdstip van toediening).

Oliehoudende zaden:
a) rassenonderzoek, tijdstip van zaaien, bemestingsproeven;
b) onkruidbestrijding;
c) ziekte- en plagenbestrijding.

Aardappelen:
a) bemestingsproeven
b) invloed van beschadiging door stenen op ziektes;
c) groeianalyses.

Verder nog onderzoek op het gebied van voedergewassen, schapen, grasland en koeien.

Enkele opmerkingen aan de hand van gestelde vragen. Er wordt minder stro opgebrand dan in vorige jaren, omdat de hooiopbrengst dit jaar (1980) niet zo best was. Genoemde voordelen strobranden:

a) bestrijding wilde haver;
b) ziektebestrijding; door de hoogteligging en het klimaat (wind) komen hier minder ziektes voor dan in andere delen van Engeland (roest en voetziekten).

Men zag hier veel ronde strorollen. De voordelen hiervan t.a.v. stropakjes zijn:

a) minder touw nodig (touw is duur);
b) grotere capaciteit van de machine;
c) minder arbeid en tijd nodig om de strorollen van het land te halen.

Nadelen:
a) duurdere machines;
b) minder goed te stapelen
c) zonder mechanische hulp niet hanteerbaar.

2. Mr. Dover: Verbouw van pootaardappelen op een stenige grond.

Eerst bekeken we een profielkuil van de bodem.

Plaats: Crow wood

Bodemclassificatie: Rendzina (Brown calcareous earths; Andover series).

Topografie: zwak hellend.

Bodemgebruik: aardappelen.

Profielbeschrijving: ("shallow soil").

Ap	0-30 cm	erg veel stenen, meest kleine flints en witte kalkbrokjes, > 2 mm: 35-75 vol %, 40% silt, 35% clay, silty clay loam, pH=7-7,5;
Bw	> 30 cm	dunne laag brown clay loam op chalk, met grote brokken kalksteen, pH=8.

Toelichting: Door de vrij hoge pH zou je magnesium gebrek kunnen verwachten, toch heb je er hier geen last van door het hoge siltgehalte van de bodem.

Bodemvormende processen: Het profiel is ontwikkeld in een lössdek op kalk. De onderliggende kalk verweert.

Bodemgeschiktheid: Klimatologisch ligt het gebied gunstig. De grond heeft een uitstekende drainage (snel drogend; vroeg bewerkbaar). Er zijn bewortelingsmogelijkheden in de kalk, daarom is de beschikbare hoeveelheid water toch voldoende.

Opmerkingen: Ondanks de stenigheid van het boven beschreven profiel worden hier toch pootaardappelen geteeld. De reden hiervoor is:

a) klimatologisch gunstige ligging; vrij noordelijk gelegen; gunstig i.v.m. luizen, de overbrenger van verschillende soorten virusziekten bij pootaardappelen, zoals bladrol en verschillende soorten bont;

b) past goed in de vruchtwisseling van vooral granen ("break crop").

Bij de opbouw van de ruggen worden de grotere stenen eruit gezeefd en tussen de ruggen gelegd. De grotere stenen worden niet voorgoed uit de grond gehaald, omdat je anders geen bouwvoor meer overhoudt. Ook het transport over het land zou een kostbaar probleem worden (200 ton/ha) en dan heb je nog dat er steeds weer nieuwe kalkstenen naar boven komen (opvriezen). We hebben een veld gezien waar de stenen niet gescheiden waren en een veldje waar dit wel gebeurd was. Er was een duidelijk verschil te zien in stenen percentage in de rug. Ook in deze kluiten in het behandelde veld, omdat op de machine die de stenen sorteerde ook een "kluitenkneuzer" zat. De behandelde bodem zal dus minder problemen geven bij het aardappelrooien dan de onbehandelde. Stenen geven tijdens het rooien extra beschadiging aan de aardappelen. Beschadigde aardappelen zijn beter toegankelijk voor allerlei schimmels (b.v. Phytophthera infestans) en bacteriën (b.v. natrot).

Zie voor het vertelde "direct drilling" verhaal deel I, hoofdstuk 8.1.

's Middags.
Stockbridge House Experimental Horticulture Station (SHEHS).

3. Algemene inleiding aan de hand van de verkregen station guide.
Door de zeer korte tijd dat we hier geweest zijn, hebben we alleen iets gezien van kassenverbouw van tomaten en komkommers. Het Stockbridge House Experimental Hortculture Station is opgericht in 1950 met de bedoeling om als centrum te fungeren voor onderzoekingen en ontwikkelingen in de tuinbouw. De nadruk werd eerst gelegd op de glastuinbouw in East Riding (nu Humberside) en de rabarber en groenteteelt in West Riding (nu hoofdzakelijk South- en West-Yorkshire). Later is het een instituut geworden dat zowel op lokaal als op nationaal niveau onderzoek verricht. Lokaal onderzoek voor de tuinbouwers in Yorkshire, Lancashire (vollegrondsteelt), Northern Region en een gedeelte van East Midland Region.

Het proefbedrijf is gelegen in the Plain of York.
Het heeft een grootte van 65 ha (156 acres). De bodems zijn ontstaan in glaciale en postglaciale zanden en kleien. De ondergrond (> 80 cm) bestaat uit "lacustrine" klei. De grijze vlekken zijn in de meeste profielen ontstaan door de van nature slechte ontwatering. De bodems bevatten geen stenen.
Bodemclassificatie: Sandy gley soils.
De meeste gronden zijn goed bewerkbaar en laten een brede gewassen keuze toe. Minder geschikt zijn ze voor wintergewassen door de geringe structuurstabiliteit. De beschikbare hoeveelheid vocht van de grond is gering, maar de gewassen kunnen gebruik maken van capilair aangevoerd vocht. Droogtegevoeligheid is daardoor gering.

In Humberside heeft men 182 ha grootschalige (0,1-3 ha) glastuinbouw met het moderne Venlo kastype met automatische controles. De gewassen die er verbouwd worden zijn vnl. komkommers, sla en tomaten. Kleinere glastuinbouwgebieden zijn er in West Yorkshire, East Midlands en Northern Region. Het gebruik van plastic groeimedia wordt alleen toegepast in gebieden met mogelijke structuurproblemen onder ongunstige weersomstandigheden. Ook zijn er lokale concentraties van tuinbouwers die gewassen in polyethyleen tunnels verbouwen.

De vollegrondsgroente in de North of England en gedeelten van de East Midlands omvat een oppervlakte van 83.657 ha (= 43% van de totale oppervlakte vollegrondsgroente van Engeland en Wales). Yorkshire en Humberside nemen 13% van het totaal voor hun rekening. De belangrijkste gewassen zijn spruiten (49% van

Engeland en Wales); rode bieten (57%); koolraap en "suedes", (44%); sla (36%); "maincrops and processing carrots" (23%); kool (45%); bloemkool (74%); rabarber (80%).

Het glastuingebied waarvoor het SHEHS werkt, omvat 22% van de totale glastuinbouwoppervlakte in Engeland en Wales. Dit houdt in: 38% van de komkommers; 31% van de sla; 20% van de tomaten.

4. Tomaten en komkommers in steenwol.
Steenwol is volkomen inert, zodat alle voedingselementen die de plant nodig heeft met het toegediende water aangevoerd dienen te worden. Dit geschiedt d.m.v. druppelirrigatie. Elke 45 minuten wordt er een hoeveelheid van ± 10 ml per plant toegevoegd. De pH van de voedingsoplossing is 6,5 en de ECE is 2,5. De grond is met plastic afgedekt om ziekten te voorkomen.
Tomaten: Omdat de wortelruimte beperkt is moet de druppelirrigatie nauwkeurig afgesteld zijn. Er is tevens een overloop aanwezig om overmaat af te voeren (extra kosten).
De tomatenplanten vertoonden wat magnesiumgebrek. De oorzaak was niet precies bekend. Men vermoedde dat het magnesiumgebrek geïnduceerd was.
Verder waren er nogal eens problemen met de toediening van de spore-elementen (Mn-overmaat).
Bij de tomatenplant worden de onderste bladeren weggehaald, omdat deze toch niet erg produktief zijn. Genoemde opbrengsten: 26 kg/m^2. Enkele proeven die hier genomen worden:

a) Thermal screen: Dit "screen" is een 150 µm dik polyetheen scherm, dat 's avonds over de tomaten gespannen wordt en 's morgens er weer afgehaald wordt. Dit systeem geeft even grote opbrengsten als zonder gebruik van het "thermal screen", maar er wordt wel 27% minder brandstof gebruikt. De nadelen zijn: door grotere luchtvochtigheid meer kans op ziekten; oppassen voor temperatuursgradiënt.
b) Proeven met verschillende soorten groeimedia (Rocksil en Rodan). In het algemeen betere opbrengsten en beter kwaliteit op steenwol.
c) "Training methoden (wijze van opbinden) en interplanting. "Training" methoden zijn manieren om de plantengroei in de hoogte te stoppen. Dit kan d.m.v. 1) Layering with bobbins; 2) de "Dutch Hook"; 3) interplanting.
   ad 1) Opbrengst: 21 kg/m^2; 2 gewassen per seizoen; plantafstand: 42 cm; Deze methode kwam als beste uit de bus.

ad 2) Opbrengst 18 kg/m^2; 2 gewassen per seizoen; plantafstand: 42 cm; Als plant op maximum hoogte is aangekomen, wordt hij weer naar beneden geleid en bij de grond evt. weer naar boven.

ad 3) Opbrengst 19 kg/m^2; 3 gewassen per seizoen; plantafstand: 50 cm. Als de eerste plant op maximum hoogte is, plant je een andere (tweede) plant er tussenin. Als deze in de top komt dan de eerste opruimen. Daarna plant je de derde op de plaats van de eerste.

d) Vergelijking van drie manieren van vruchtzetting ("Fruit setting methods"):

1) M.b.v. de electrische bij: Dit is een trilapparaat dat je tegen de bloem houdt (6 en 3 dagen per week).

2) Met een stevige stok tegen de stengels slaan (6 dgn/week).

3) Met een spray genaamd Truncheon (6 dgn/week):

De drie methoden gaven dezelfde resultaten. Methode 2 is de goedkoopste en gemakkelijkste manier. Voor "fruit setting" is verder nodig: voldoende water en een temperatuur van ± 20°C.

Komkommers: De komkommers hebben een groter groeimedium tot hun beschikking dan de tomaten. Door de zo verkregen grotere wortelruimte, is de irrigatie en de drainage van de planten minder kritiek. Aanschafkosten van steenwol ± £ 2000/acre. Opbrengsten: 86 komkommers per plant.

Ziekten: vooral meeldauw. Dit ontstaat vooral door een slecht microklimaat in de kassen. Verder komt er mangaan- en zinkvergiftiging voor. De zinkvergiftiging wordt veroorzaakt door de aanvoerbuizen van het water. Het fosfaat dat hier toegevoegd wordt heeft geen zure eigenschappen. Er zit weinig calcium in het gebruikte water. In kalkrijke gebieden wordt zuur aan het water toegevoegd.

Enkele onderzoeken:

a) Wortelverwarming geeft een opbrengst verhoging van drie komkommers per plant. Dit vergoedde ruim de verwarmingskosten van de wortel. (Geeft geen opbrengstverhoging bij tomaten).

b) Proeven om het steenwol vaker te gebruiken als groeimedium.

c) Proeven om de energiekosten omlaag te halen door kastemperatuur en watertemperatuur iets te verlagen, zonder dat dit gevolgen heeft voor de opbrengst.

Bijlage 1

Slijpplaatfoto's

+ tekeningen

door Rienk Miedema

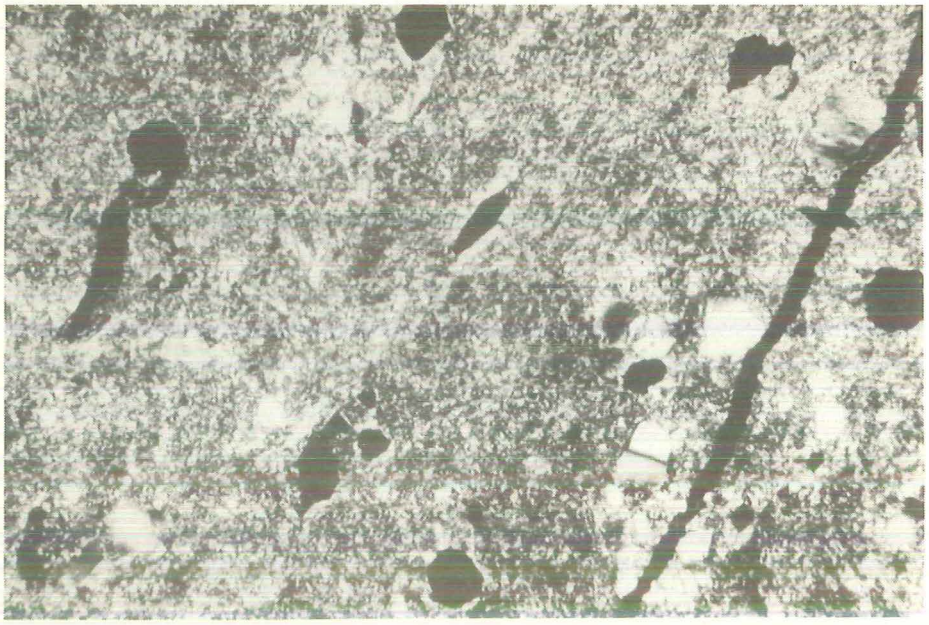


Fig.1. Bt-horizont Paleo-argillic Brown Earth (80 cm)

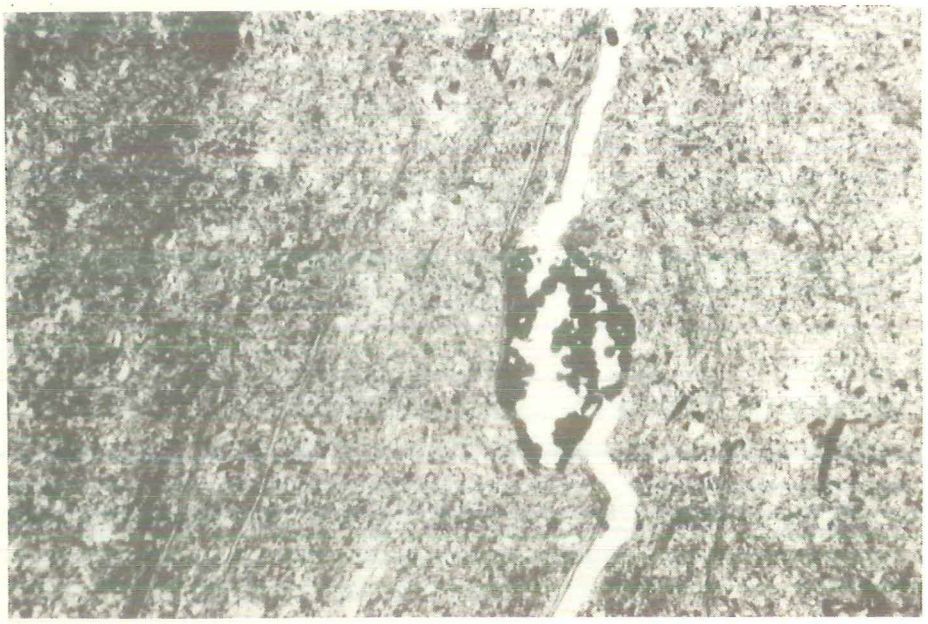


Fig.2. gereduceerde pyriethoudende ondergrond Waveney Marshes (100 cm)

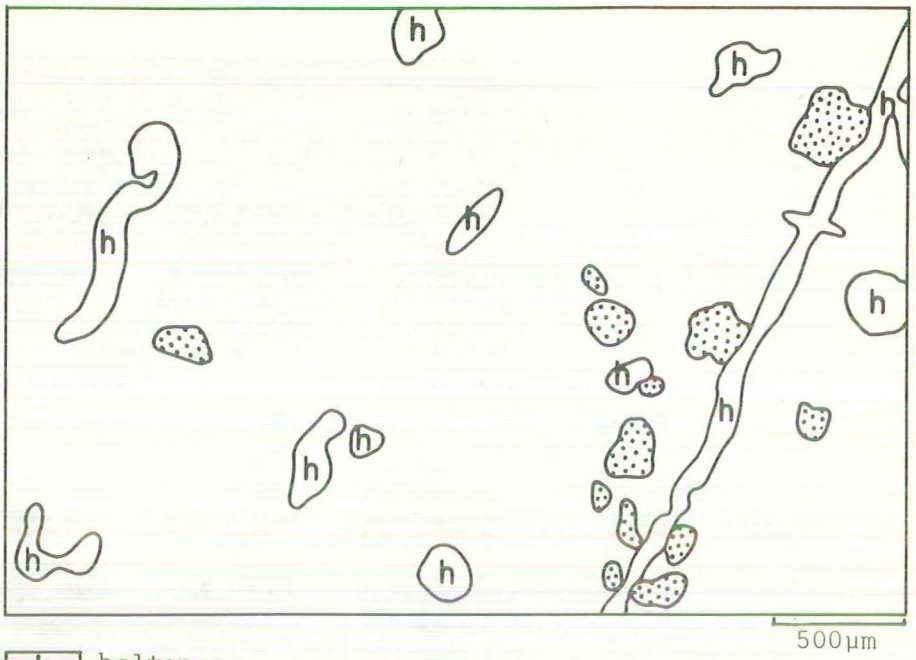


Fig.1. h holten

papules (brokstukken ingespoelde klei in grondmassa)

grondmassa (voornamelijk plasma, enkele skeletkorrels)

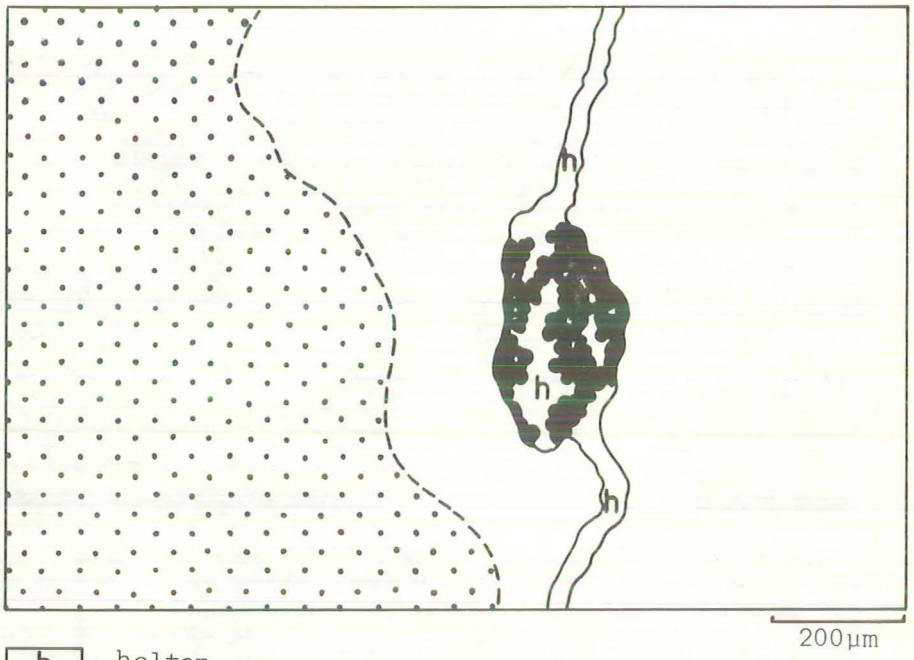


Fig.2. h holten

pyriet

pyriethoudende grondmassa

pyrietloze grondmassa

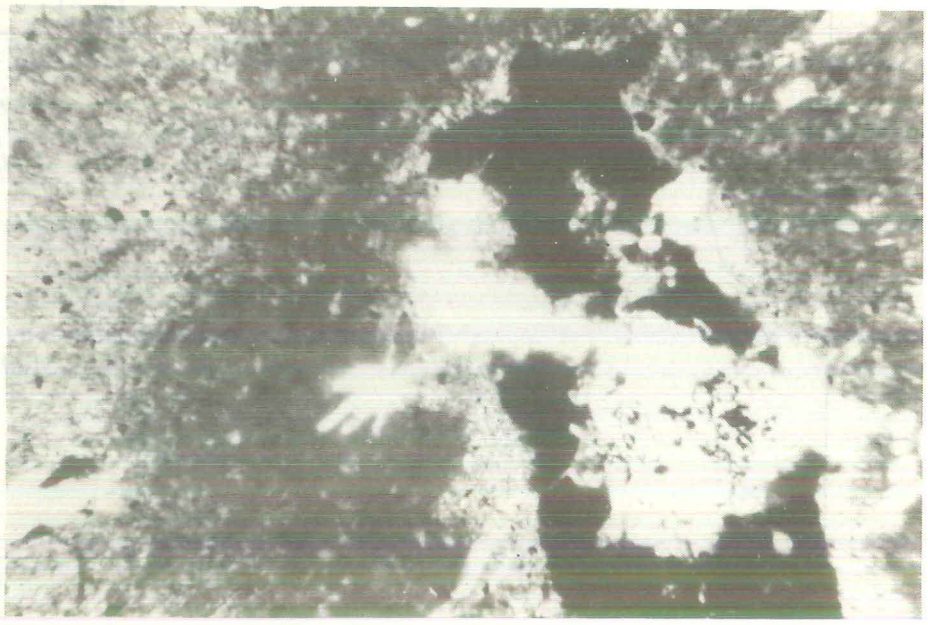


Fig.3. oxidatieprodukten van pyriet Waveney Marshes (50 cm)

Fig.4. gips Ely (50 cm)

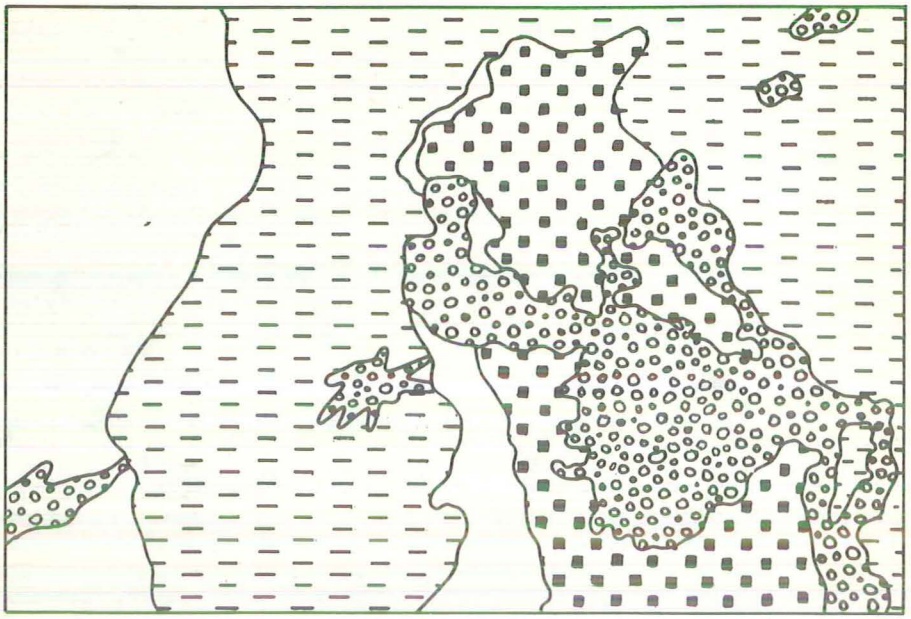


Fig.3. jarosiet (geel $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$)
ijzerhydroxiden
gips
grondmassa

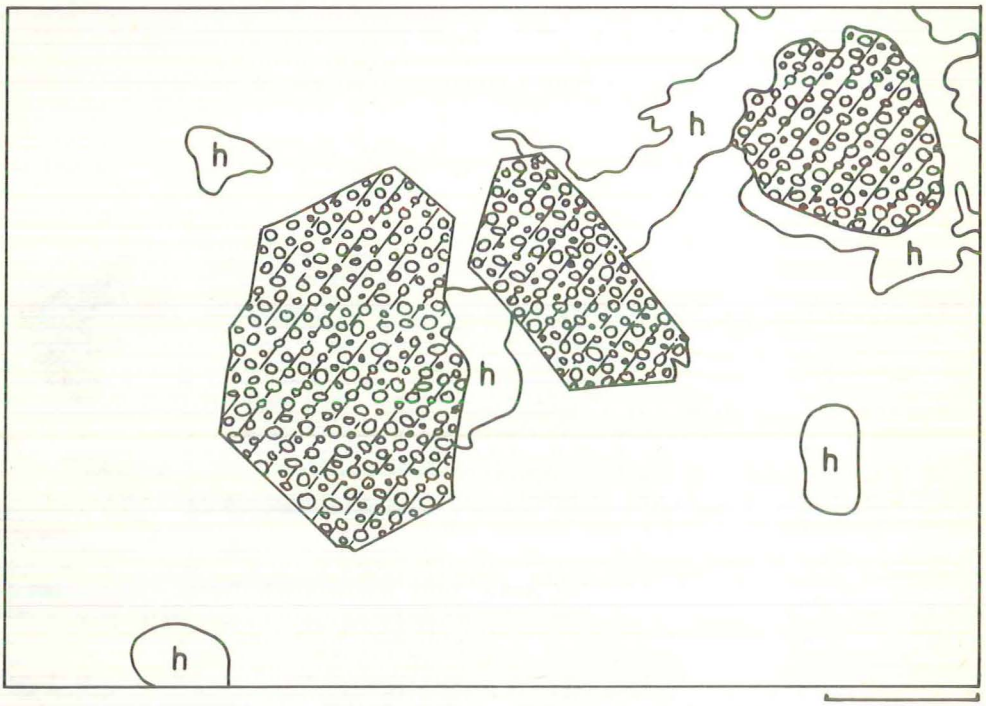


Fig.4. h holten
gips
grondmassa (plasma, skeletkorrels, kleine holten)

Fig.5. Chalky Boulderclay Eccles-Eye

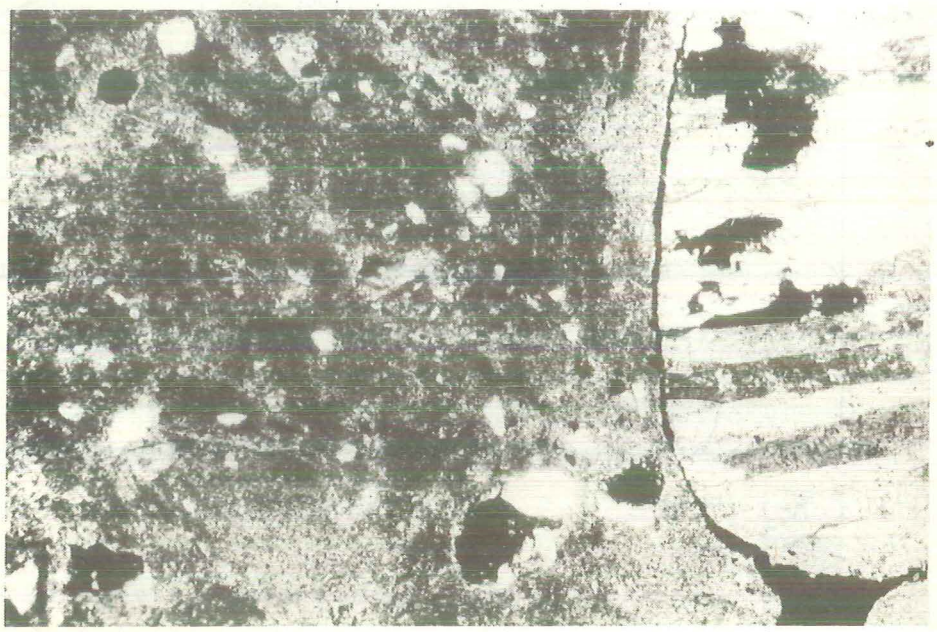


Fig.6. detail Chalky Boulderclay Eccles-Eye (100 cm)

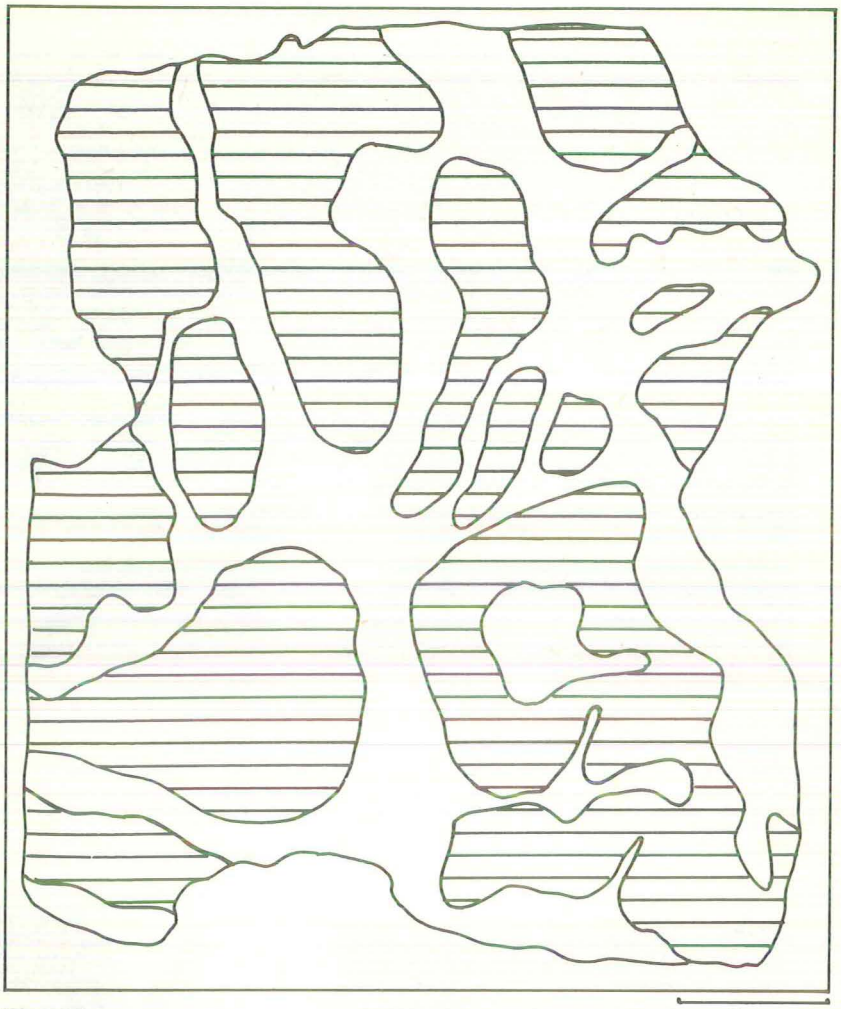


Fig.5. ijzeraangerijkte kalkrijke grondmassa
ontijzerde kalkrijke grondmassa

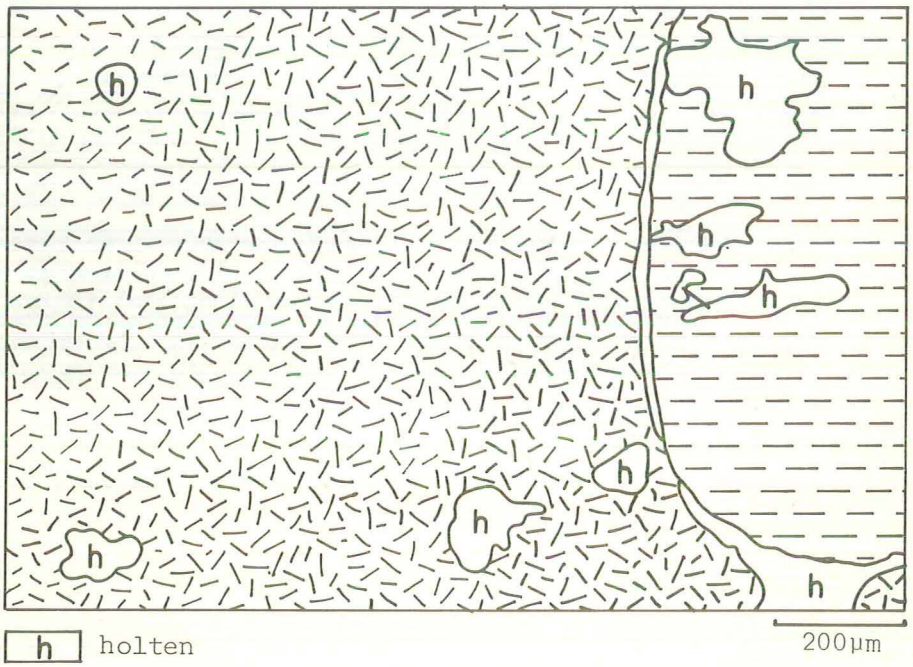


Fig.6. h holten
gecorrodeerde kalkkorrel (bezig op te lossen)
kalkrijke grondmassa (plasma, skeletkorrels, kleine holten en fijnverdeelde kalkkristallen)

Fig.7. ontkalkte Chalky Boulderclay Eccles-Eye (80 cm)

Fig.8. zandlens (cryoturbatie)-klei-inspoeling Eccles-Eye (100 cm)

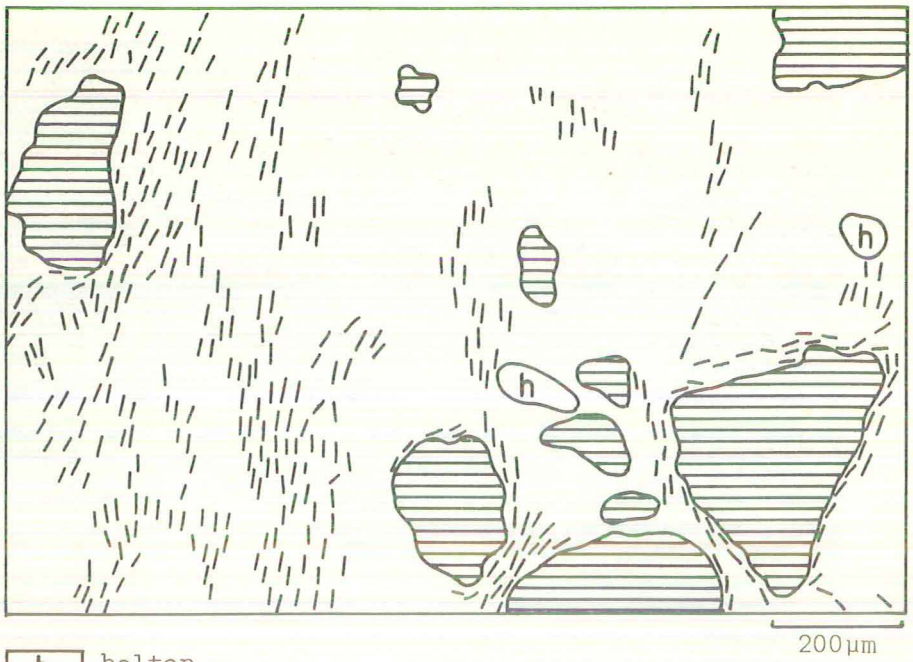


Fig.7.

- h holten
- grove skeletkorrels
- plasma herorientaties
- ontkalkte grondmassa

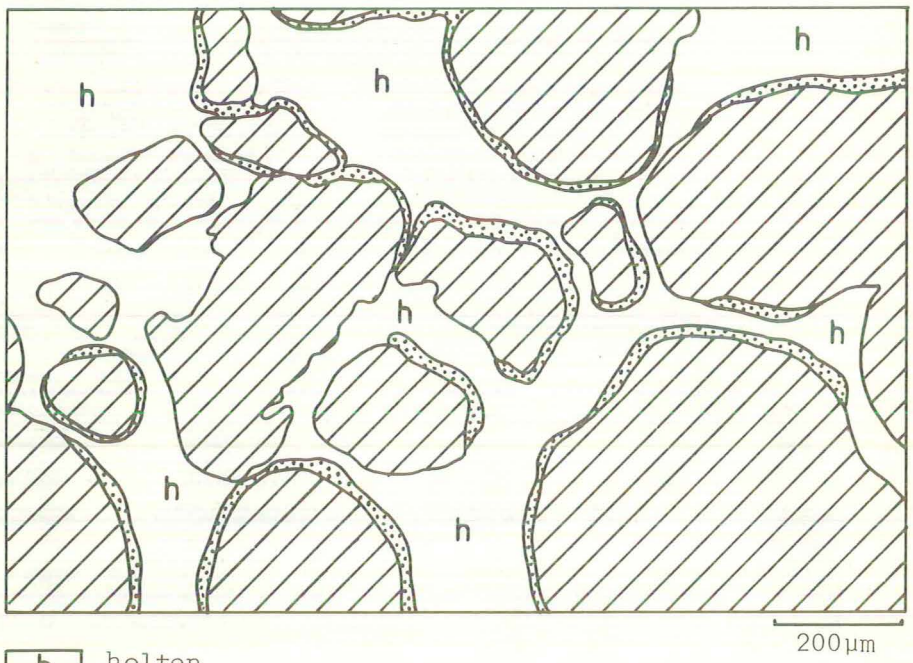


Fig.8.

- h holten
- free grain ferriargillans
- skeletkorrels

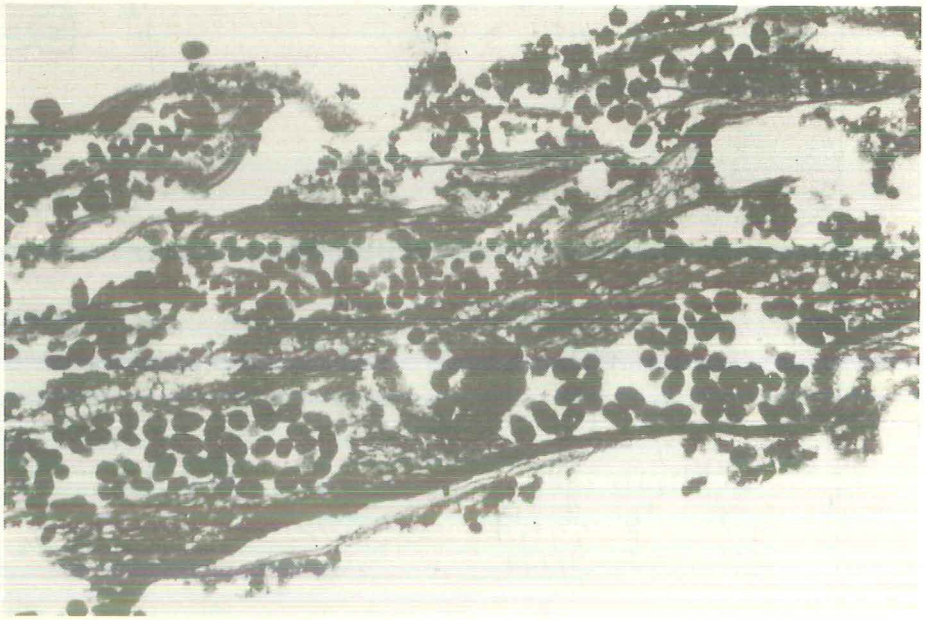


Fig.9. strooisellaag podzol Brandon-excrementen

Fig.10. strooisellaag podzol Brandon-schimmelaantasting

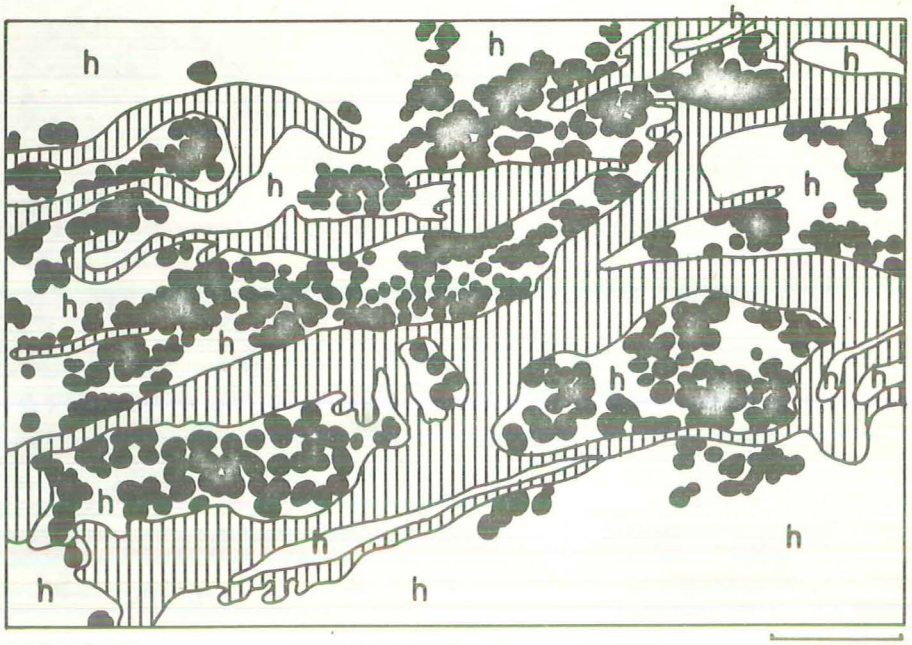


Fig.9. h holten

ten dele afgebroken plantendelen

excrementen van mijten

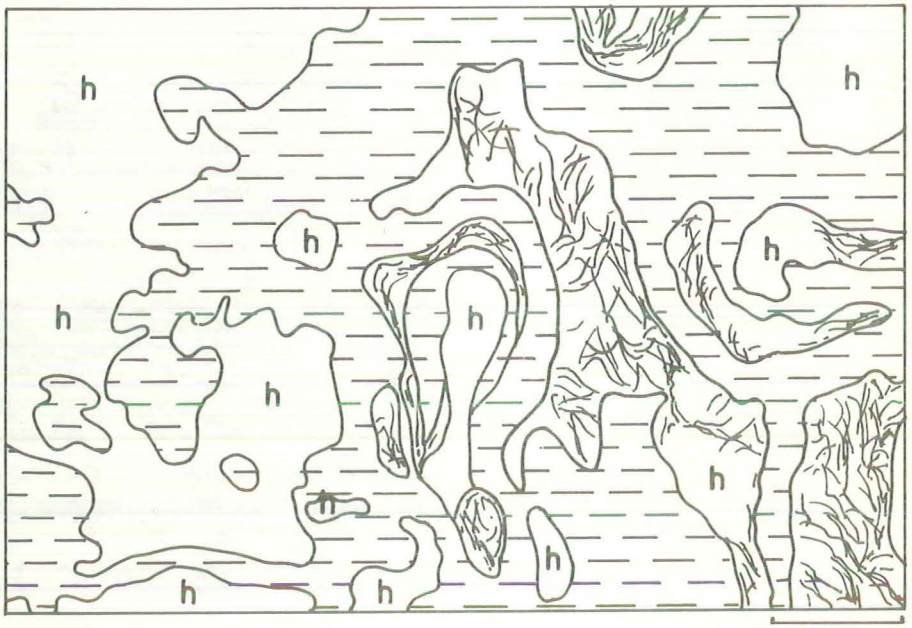


Fig.10. h holten

schimmeldraden (hyphen)

organische stof met schimmelactiviteit (zwart)

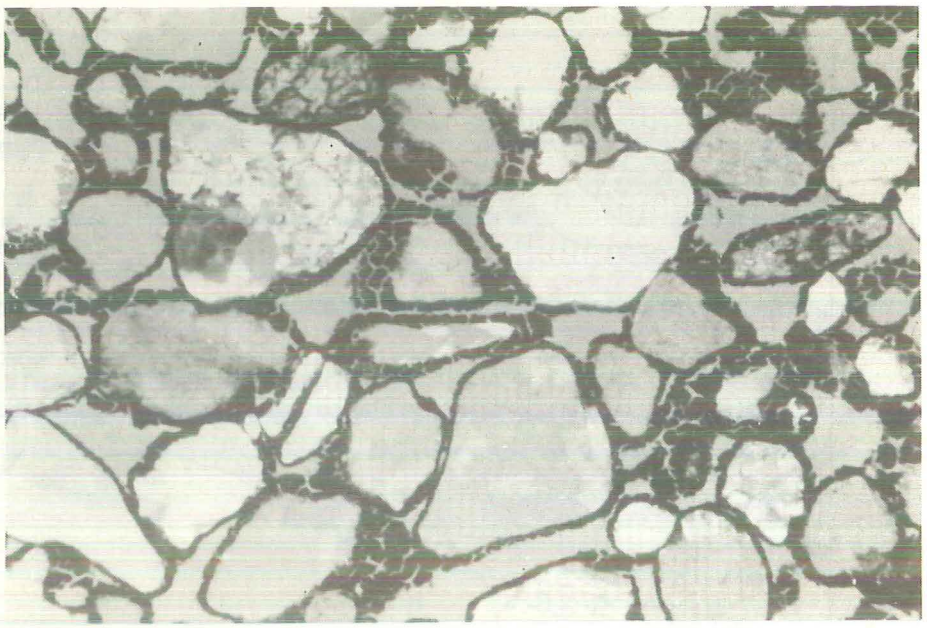


Fig.11. verkitte humuspodzol B2h-Brandon

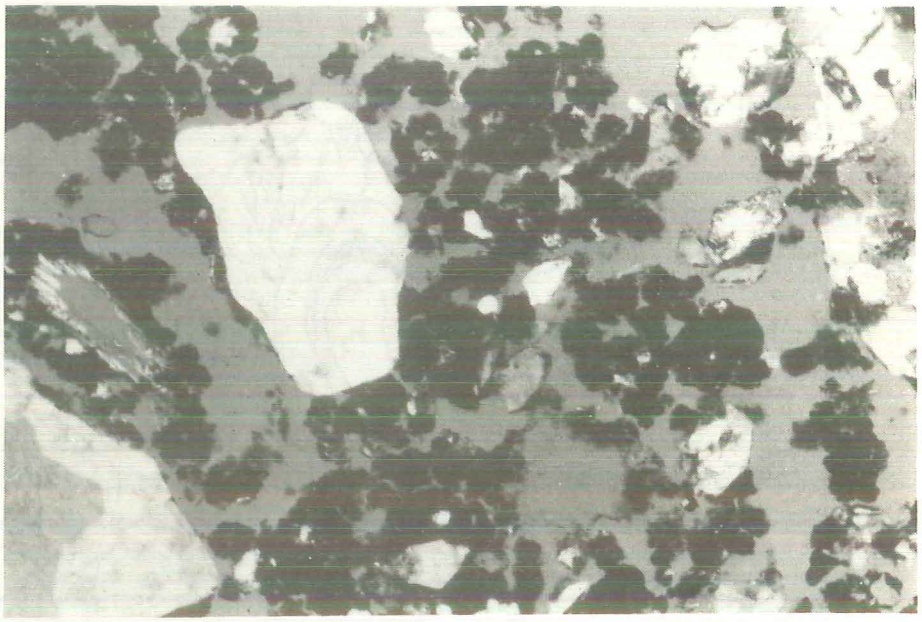


Fig.12. B2h in Crannymoor series-Bontzandsteen

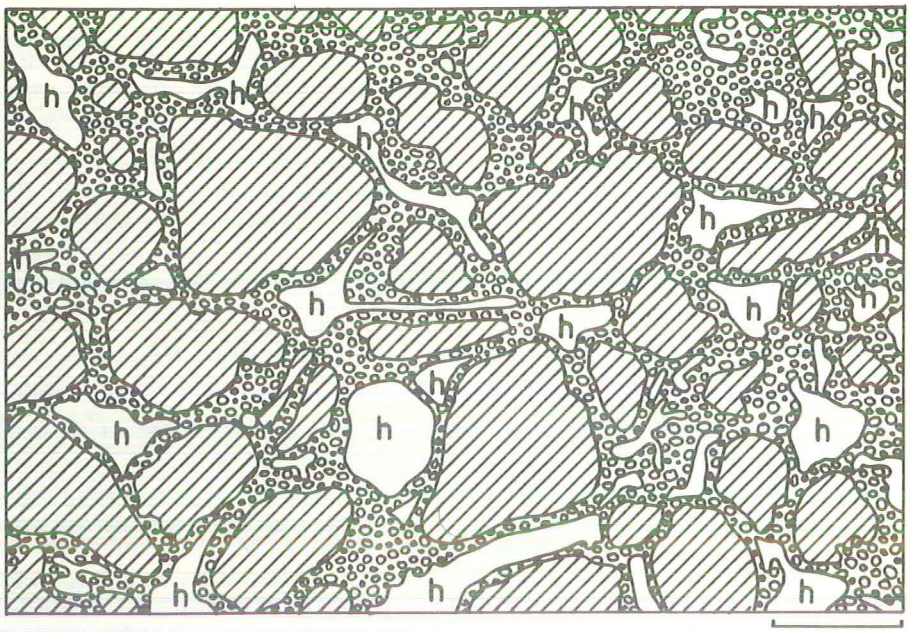


Fig.11. h holten

amorfe organische stof met krimpscheurtjes : free grain organans

grove skeletkorrels

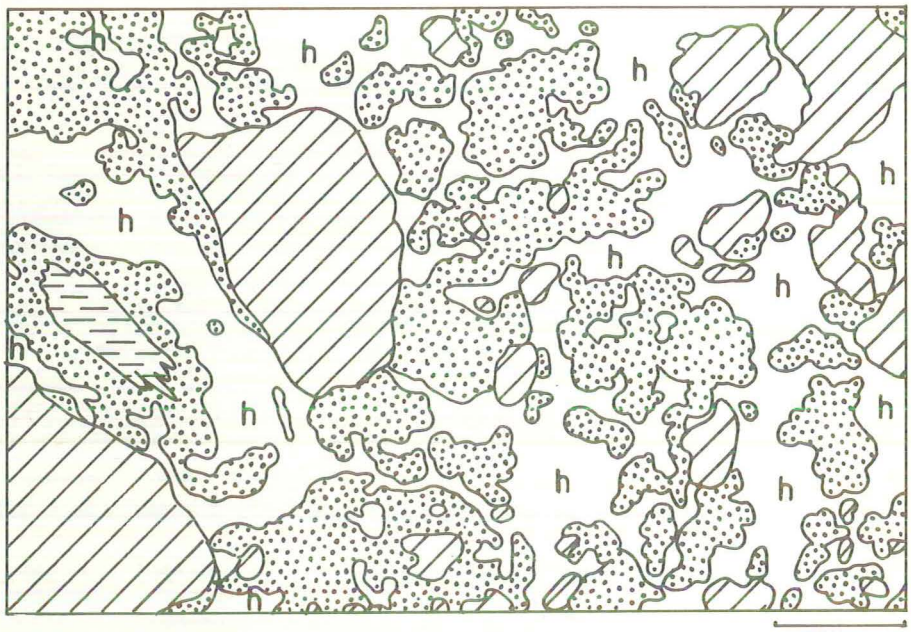


Fig.12. h holten

vervloeide moder (excrementen)

skelet korrels

ten dele afgebroken plantenrest

Fig.13. B2t Malham series (60cm)

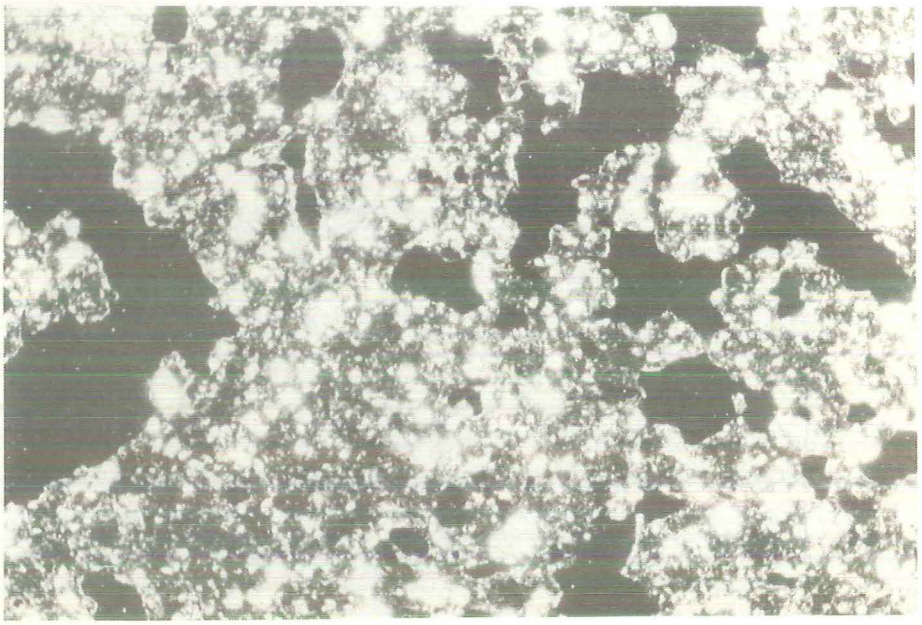


Fig.14. B2t Nordrach series (70cm)

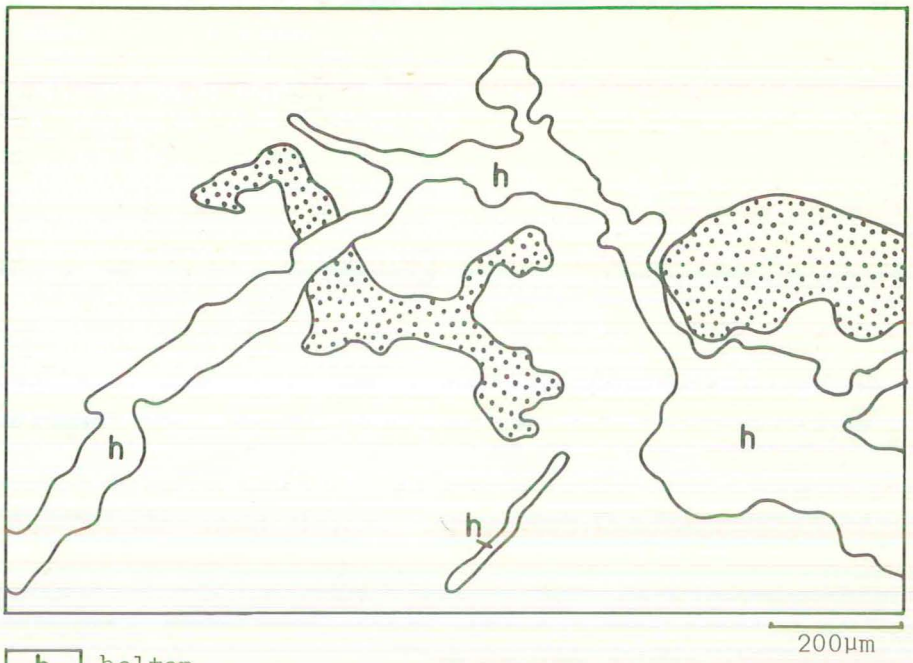


Fig.13. h holten

papules (brokstukken ingespoelde klei in grondmassa)

grondmassa (plasma, skeletkorrels en kleine holten)

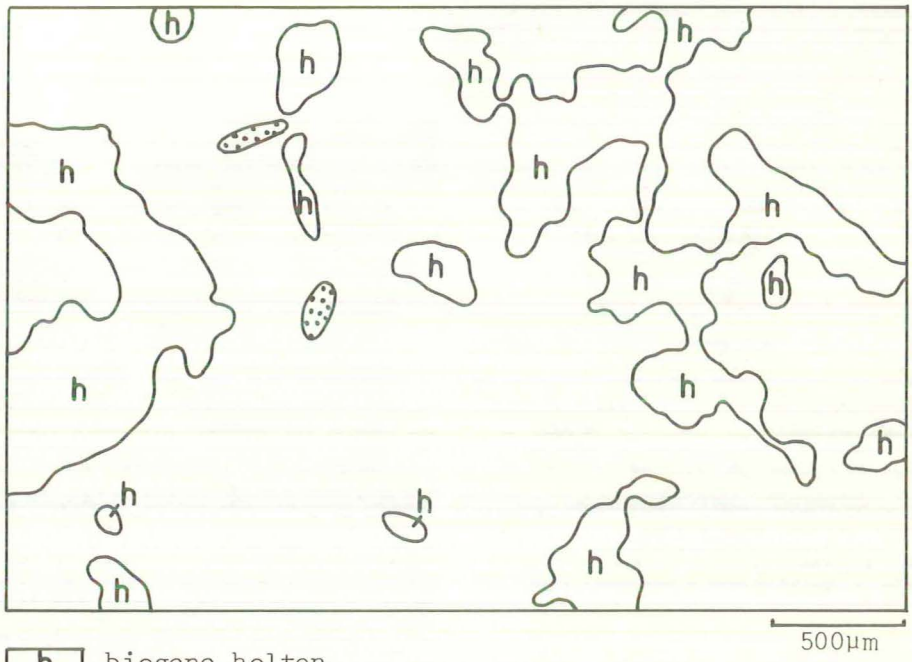


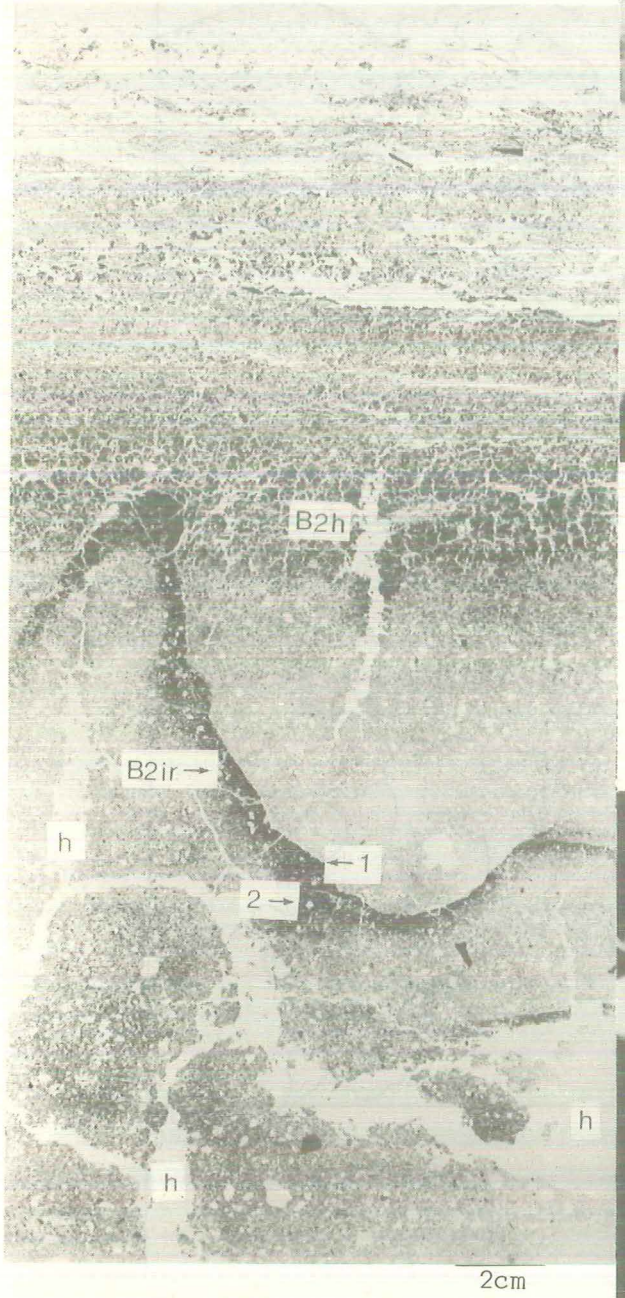
Fig.14. h biogene holten

grondmassa (skeletkorrels, plasma, kleine holten)

papules

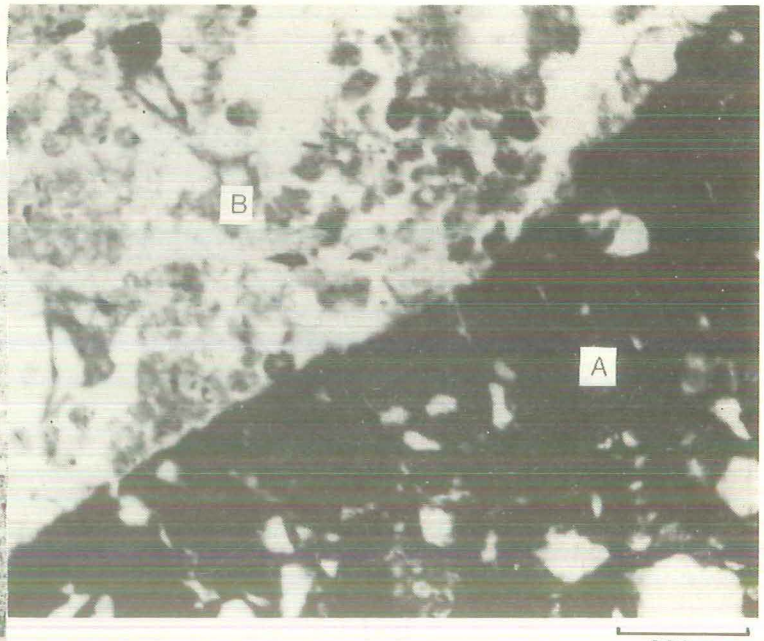
Fig.15

foto A



Profiel met dunne "ironpan" (B2ir)

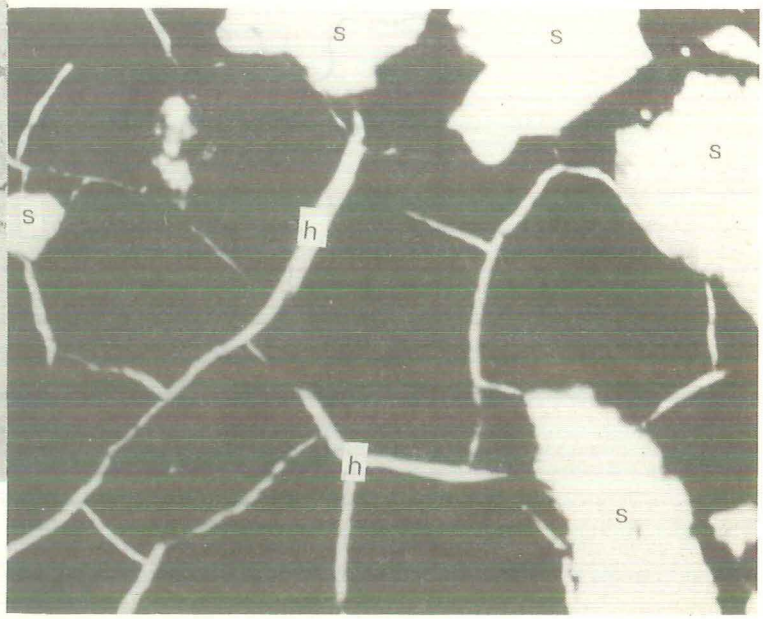
Detail 1 overgang naar B2ir



A B 2-ir

B grondmassa

Detail 2 in B2ir



h holten (krimpscheurtjes)

s skeletkorrels

ijzer

Bijlage 2

Major group	Group	Subgroup
1 *Terrestrial raw soils* Mineral soils with no diagnostic pedogenic horizons or disturbed fragments of such horizons, unless buried beneath a recent deposit more than 30 cm thick	1.1 *Raw sands* Non-alluvial, sandy (mainly dune sands)	
	1.2 *Raw alluvial soils* In recent alluvium, normally coarse textured	
	1.3 *Raw skeletal soils* With bedrock or non-alluvial fragmental material at 30 cm or less	
	1.4 *Raw earths* In naturally occurring, unconsolidated, non-alluvial loamy, clayey or marly material	
	1.5 *Man-made raw soils* In artificially disturbed material, e.g. mining spoil	
2 *Hydric raw soils* (Raw gley soils) Gleyed mineral soils, normally in very recent marine or estuarine alluvium, with no distinct topsoil, and/or ripened no deeper than 20 cm	2.1 *Raw sandy gley soils* In sandy material	
	2.2 *Unripened gley soils* In loamy or clayey alluvium, with a ripened topsoil less than 20 cm thick	
3 *Lithomorphic (A/C) soils* With distinct, humose or organic topsoil over C horizon or bedrock at 40 cm or less, and no diagnostic B or gleyed horizon within that depth	3.1 *Rankers* With non-calcareous topsoil over bedrock (including massive limestone) or non-calcareous, non-alluvial C horizon (excluding sands)	3.11 humic ranker 3.12 grey (non-humic) ranker 3.13 brown (non-humic) ranker 3.14 podzolic ranker (with greyish E) 3.15 stagnogleyic (fragic) ranker
	3.2 *Sand-rankers* With non-calcareous, non-alluvial sandy C horizon	3.21 typical sand-ranker 3.22 podzolic sand-ranker 3.23 gleyic sand-ranker
	3.3 *Ranker-like alluvial soils* In non-calcareous recent alluvium (usually coarse textured)	3.31 typical ranker-like alluvial soil 3.32 gleyic ranker-like alluvial soil
	3.4 *Rendzinas* Over extremely calcareous non-alluvial C horizon fragmentary limestone or chalk	3.41 humic rendzina 3.42 grey (non-humic) rendzina 3.43 brown (non-humic) rendzina 3.44 colluvial (non-humic) rendzina 3.45 gleyic rendzina 3.46 humic gleyic rendzina
	3.5 *Pararendzinas* With moderately calcareous non-alluvial C horizon (excluding sands)	3.51 typical (non-humic) pararendzina 3.52 humic pararendzina 3.53 colluvial pararendzina 3.54 stagnogleyic pararendzina 3.55 gleyic pararendzina
	3.6 *Sand-pararendzinas* With calcareous sandy C horizon	3.61 typical sand-pararendzina
	3.7 *Rendzina-like alluvial soils* In recent alluvium	3.71 typical rendzina-like alluvial soil 3.72 gleyic rendzina-like alluvial soil
4 *Pelosols* Slowly permeable (when wet), non-alluvial clayey soils with B or BC horizon showing vertic features and no E, non-calcareous Bg or paleo-argillic horizon	4.1 *Calcareous pelosols* Without argillic horizon	4.11 typical (stagnogleyic) calcareous pelosol
	4.2 *Non-calcareous pelosols* Without argillic horizon	4.21 typical (stagnogleyic) non-calcareous pelosol
	4.3 *Argillic pelosols* With argillic horizon	4.31 typical (stagnogleyic) argillic pelosol

* Names in parenthesis are alternative or explanatory.

Major group	Group	Subgroup
5 *Brown soils* Soils, excluding pelosols, with weathered, argillic or paleo-argillic B and no diagnostic gleyed horizon at 40 cm or less	5.1 *Brown calcareous earths* Non-alluvial, loamy or clayey, without argillic horizon	5.11 typical brown calcareous earth 5.12 gleyic brown calcareous earth 5.13 stagnogleyic brown calcareous earth
	5.2 *Brown calcareous sands* Non-alluvial, sandy, without argillic horizon	5.21 typical brown calcareous sand 5.22 gleyic brown calcareous sand
	5.3 *Brown calcareous alluvial soils* In recent alluvium	5.31 typical brown calcareous alluvial soil 5.32 gleyic brown calcareous alluvial soil
	5.4 *Brown earths (sensu stricto)* Non-alluvial, non-calcareous, loamy or clayey, without argillic horizon	5.41 typical brown earth 5.42 stagnogleyic brown earth 5.43 gleyic brown earth 5.44 ferritic brown earth 5.45 stagnogleyic ferritic brown earth
	5.5 *Brown sands* Non-alluvial, sandy or sandy gravelly	5.51 typical brown sand 5.52 gleyic brown sand 5.53 stagnogleyic brown sand 5.54 argillic brown sand 5.55 gleyic argillic brown sand
	5.6 *Brown alluvial soils* Non-calcareous, in recent alluvium	5.61 typical brown alluvial soil 5.62 gleyic brown alluvial soil
	5.7 *Argillic brown earths* Loamy or clayey, with ordinary argillic B	5.71 typical argillic brown earth 5.72 stagnogleyic argillic brown earth 5.73 gleyic argillic brown earth
	5.8 *Paleo-argillic brown earths* Loamy or clayey, with paleo-argillic B	5.81 typical paleoargillic brown earth 5.82 stagnogleyic paleo-argillic brown earth
6 *Podzolic soils* With podzolic B	6.1 *Brown podzolic soils* (podzolic brown earths) With Bs below an Ap or 15 cm, and no continuous albic E, thin ironpan, distinct Bhs with coated grains, or gleyed horizon at 40 cm or less	6.11 typical (non-humic) brown podzolic soil 6.12 humic brown podzolic soil 6.13 paleo-argillic brown podzolic soil 6.14 stagnogleyic brown podzolic soil 6.15 gleyic brown podzolic soil
	6.2 *Humic cryptopodzols* (Humic podzolic rankers) With very dark humose Bhs more than 10 cm thick and no peaty topsoil, thin ironpan, continuous albic E, Bs, or gleyed horizon	6.21 typical humic cryptopodzol
	6.3 *Podzols (sensu stricto)* With continuous albic E and/or distinct Bh or Bhs with coated grains and no peaty topsoil, bleached hardpan or gleyed horizon above, in or directly below the podzolic B or at less than 50 cm	6.31 typical (humo-ferric) podzol 6.32 humus podzol 6.33 ferric podzol 6.34 paleo-argillic (humo-ferric) podzol 6.35 ferri-humic podzol
	6.4 *Gley-podzols* With continuous albic E and/or distinct Bh or Bhs, gleyed horizon directly below the podzolic B or at less than 50 cm, and no continuous thin ironpan or bleached hardpan	6.41 typical (humus) gley-podzol 6.42 humo-ferric gley-podzol 6.43 stagnogley-podzol 6.44 humic (peaty) gley-podzol
	6.5 *Stagnopodzols* With peaty topsoil and/or gleyed E or bleached hardpan over thin ironpan or Bs horizon (wet above a podzolic B)	6.51 ironpan stagnopodzol 6.52 humus-ironpan stagnopodzol 6.53 hardpan stagnopodzol 6.54 ferric stagnopodzol

Major group	*Group*	*Subgroup*
7 *Surface-water gley soils* (Stagnogley *sensu lato*) Non-alluvial soils with distinct, humose or peaty topsoil, non-calcareous Eg and/or Bg or Btg horizon, and no G or relatively pervious Cg horizon affected by free groundwater	7.1 *Stagnogley soils (sensu stricto ≈ Pseudogley)* With distinct topsoil	7.11 typical (argillic) stagnogley soil 7.12 pelo-stagnogley soil 7.13 cambic stagnogley soil 7.14 paleo-argillic stagnogley soil 7.15 sandy stagnogley soil
	7.2 *Stagnohumic gley soils* With humose or peaty topsoil	7.21 cambic stagnohumic gley soil 7.22 argillic stagnohumic gley soil 7.23 paleo-argillic stagnohumic gley soil 7.24 sandy stagnohumic gley soil
8 *Ground-water gley soils* With distinct, humose or peaty topsoil and diagnostic gleyed horizon at less than 40 cm, in recent alluvium ripened to more than 20 cm, and/or with G or relatively pervious Cg horizon affected by free ground water	8.1 *Alluvial gley soils* With distinct topsoil, in loamy or clayey recent alluvium	8.11 typical (non-calcareous) alluvial gley soil 8.12 calcareous alluvial gley soil 8.13 pelo-(vertic)alluvial gley soil 8.14 pelo-calcareous alluvial gley soil 8.15 sulphuric alluvial gley soil
	8.2 *Sandy gley soils* Sandy, with distinct topsoil and without argillic horizon	8.21 typical (non-calcareous) sandy gley soil 8.22 calcareous sandy gley soil
	8.3 *Cambic gley soils* Non-alluvial, with distinct topsoil, loamy or clayey Bg horizon and relatively pervious Cg or G horizon	8.31 typical (non-calcareous) cambic gley soil 8.32 calcaro-cambic gley soil 8.33 pelo-(vertic) cambic gley soil
	8.4 *Argillic gley soils* With distinct topsoil and argillic (Btg) horizon over relatively pervious Cg	8.41 typical argillic gley soil 8.42 sandy-argillic gley soil
	8.5 *Humic-alluvial gley soils* With humose or peaty topsoil, in loamy or clayey recent alluvium	8.51 typical (non-calcareous) humic-alluvial gley soil 8.52 calcareous humic-alluvial gley soil 8.53 sulphuric humic-alluvial gley soil
	8.6 *Humic-sandy gley soils* Sandy, with humose or peaty topsoil and no argillic horizon	8.61 typical humic-sandy gley soil
	8.7 *Humic gley soils (sensu stricto)* Non-alluvial, loamy or clayey, with humose or peaty topsoil	8.71 typical (non-calcareous) humic gley soil 8.72 calcareous humic gley soil 8.73 argillic humic gley soil
9 *Man-made soils* With thick man-made A horizon or disturbed soil (including material recognizably derived from pedogenic horizons) more than 40 cm thick	9.1 *Man-made humus soils* With thick man-made A horizon, including Plaggen soils	9.11 sandy man-made humus soil 9.12 earthy man-made humus soil
	9.2 *Disturbed soils* Without thick man-made A horizon	
10 *Peat (organic) soils*	10.1 *Raw peat soils* Without earthy topsoil or ripened mineral surface layer	10.11 raw oligo-fibrous peat soil 10.12 raw eu-fibrous peat soil 10.13 raw (unripened) oligo-amorphous peat soil 10.14 raw (unripened) eutro-amorphous peat soil
	10.2 *Earthy peat soils* With earthy topsoil or ripened mineral surface layer	10.21 earthy oligo-fibrous peat soil 10.22 earthy eu-fibrous peat soil 10.23 earthy oligo-amorphous peat soil 10.24 earthy eutro-amorphous peat soil 10.25 earthy sulphuric peat soil

Litter Layers and Organic Horizons

Litter layers

L Fresh litter deposited during the previous annual cycle. It is normally loose and the original plant structures are little altered.

Organic horizons

F, H Organic horizons originating as litter deposited or accumulated at the surface, and seldom saturated with water for more than a month at a time.

F Partly decomposed or comminuted litter remaining from earlier years in which some of the original plant structures are visible to the naked eye.

H Well decomposed litter, often mixed with mineral matter, in which the original plant structures cannot be seen.

O Peaty horizons accumulated under wet conditions. They are saturated with water for at least 30 consecutive days in most years, or have been artificially drained, and include fibrous, semi-fibrous and amorphous peat as defined on p. 55.

Of Horizon composed mainly of fibrous peat.

Om Horizon composed mainly of semi-fibrous peat.

Oh Uncultivated horizon in which the organic fraction is mainly amorphous.

Op Peaty surface horizon mixed by cultivation. The organic fraction is normally amorphous.

Omh **Ohh** Om or Oh horizon containing translocated colloidal organic matter occurring as black (when dry) glossy coats on faces or in channels. It is found in oligotrophic peats that have been drained and cultivated, often above a sandy substratum, and rewets very slowly after drying.

Mineral Horizons

A Mineral horizon formed at or near the surface, and characterized by incorporation of humified organic matter, disturbance by cultivation, or both. Incorporation of organic matter is presumed to result from biological activity or artificial mixing rather than from downward movement of peptized material.

Ah Uncultivated A horizon. It has a moist colour value and/or chroma less than those of the horizon below, and contains at least 1 per cent. organic matter (0·6 per cent. organic carbon).

Ap Surface mineral horizon evidently mixed by cultivation. It normally has an abrupt or clear lower boundary, and may contain material derived from pre-existing Ah, E, B or C horizons.

Ahg **Apg** A horizons with dominant moist chroma of 2 or less and common or many ferruginous mottles, or, if less mottled, dominant chroma of 1 or less attributable to reduction and segregation of iron caused by periodic saturation with water. Mottles are normally associated with root channels.

Although surface mineral horizons usually have properties of E or B as well as of A, the designation A is normally given precedence. Surface horizons qualifying as A are designated A/E or A/B, with appropriate suffixes, to indicate the presence of features that show a relationship to other profiles in which analogous horizons are more clearly differentiated (for example Ah/Ea for a dark surface horizon with uncoated sand and silt particles).

AB **A & B** The designation AB (or A & B as appropriate) is applied to subsurface horizons of transitional character in which properties of A (for example biologically incorporated humified organic matter) are subordinate to, or partly mask, those of B. For example, long cultivated soils commonly have a horizon (agric horizon), directly below an Ap, with channels or cracks containing clay, silt and humus deposited as dark coloured infillings or coats by worms or by rapid eluviation of material from the overlying horizon. Soils under old pasture often have a similar transitional horizon in which humus is incorporated primarily by worms.

AC The designation AC is used only for a horizon, transitional between an overlying A and an underlying C, that lacks characteristics of E or B.

E Subsurface mineral horizon that is lighter in colour and contains less organic matter and/or dithionite-extractable iron and/or silicate clay than the immediately underlying horizon, presumably as a result of removal of one or more of the constituents. It has a moist colour value of 4 or more, dry value of 5 or more, or both. It is differentiated from an overlying A or organic horizon by lighter colour and smaller organic-matter content, and from an underlying B by higher colour value (especially when dry), lower chroma, smaller clay content, weaker structure, or, normally, some combination of these. An E horizon can also occur between an A, H or O horizon and a C horizon. Clay and/or iron may have been lost from the horizon by downward or lateral movement.

Ea E horizon, without ferruginous mottles or nodules, in which coats on sand and silt particles are absent, very thin or discontinuous, so that the colour of the horizon is mainly determined by the colours of uncoated grains. It usually overlies a Bh horizon, but can also overlie a Bt horizon.

Eb E horizon containing enough evenly distributed 'free iron oxide' to give a dominant brownish colour with chroma of 3 or more when moist. It normally overlies a Bt horizon containing significantly more clay, and may otherwise resemble a Bw horizon of similar composition. Where the lower boundary is a lithological discontinuity and there is no clear evidence of an eluvial–illuvial relationship with the underlying (2B) horizon, the notation Eb/Bw can be used (see Bt horizon below).

An Eb horizon with mottles or other evidence of gleying too slight to qualify as Eg is designated Eb(g).

Eg E horizon with a greyish colour and ferruginous or ferri-manganiferous mottles or nodules attributable to reduction and segregation of iron caused by periodic saturation with water in the presence of organic matter. It has a dominant moist chroma less than 3, or a chroma of 3 or 4 and distinctly higher value (for example 5/3, 6/4) and yellower hue than the main colour of the underlying horizon. An Eg horizon normally overlies a relatively impervious Bg or Btg horizon containing significantly more clay, dithionite-extractable iron, or both.

Eag E horizon with a dominant chroma of 2 or less and few or no ferruginous mottles, attributable to reduction and removal of iron. It normally underlies an O horizon and overlies a Bg (or Btg), Bs or Bf horizon that contains more dithionite-extractable iron, but may or may not contain more clay.

EB **E & B** The designation EB (EBt etc.) is applied only to a relatively homogeneous transitional horizon in which properties of E are superimposed on those of B throughout the soil mass. If discrete parts can be identified separately as E and other parts as B, the designation E & B is used. Thus, horizons in which material characteristic of an Eb or Eg horizon surrounds columnar upward extensions of a Bt or Btg horizon, or wholly encloses small bodies with Bt characteristics, are designated Eb & Bt or Eg & Btg respectively.

B Mineral subsurface horizon without rock structure (including fine stratification in soft sediments), characterized by one or both of the following.

1. Illuvial concentration of silicate clay, iron, aluminium or humus, normally in some combination.
2. Alteration of the original material involving solution and removal of carbonates; formation, liberation or residual accumulation of silicate clays or oxides; formation of granular, blocky or prismatic peds; or (normally) some combination of these.

A B horizon is differentiated from adjacent horizons by colour and/or structure and normally underlies an A or E horizon.

Bf Sharply defined, black to reddish brown, brittle or cemented B horizon less than 0·5 cm thick (thin ironpan or placic horizon) enriched in iron and carbon, and often in aluminium. It normally lies between an Ah, Bh or Eag horizon and an ungleyed B or C horizon.

Bg B horizon with dominant colours, on ped faces or throughout, attributable to alteration of the original material by reduction and segregation of iron caused by periodic saturation with water in the presence of organic matter. It lacks fragipan characteristics and has blocky or prismatic peds, more clay than the underlying C horizon, or both.

It normally has common or many ferruginous mottles, accompanied by ped faces, common or many mottles, or matrix colours with either:

1. Chroma less than 3 and value of 4 or more, or
2. Chroma of 3 or 4 (for example 5/3, 6/4) and distinctly higher value and yellower hue than an inherited matrix

colour with hue of 7·5 YR or redder (as in reddish parent materials that resist reduction).

If there are few or no ferruginous mottles, there must be ped faces with dominant chroma less than 3.

Bgf See Cgf below.

Bh B horizon containing translocated organic matter, associated with aluminium, or iron and aluminium, in coats on sand and silt particles or in sand or silt-size peds. It is darker and has more organic matter than an overlying Ea horizon (if present), contains more pyrophosphate-extractable Fe + Al than an overlying E or Ah horizon, and may be cemented.

A Bh horizon is required to contain at least 0·6 per cent. organic carbon, and may or may not contain significant amounts of iron. Those with more than 0·3 per cent. dithionite-extractable iron are required to have value and chroma of 3 or less.

Bs B horizon, with value and/or chroma of 4 or more, characterized by significant enrichment in sesquioxides (aluminium and iron) extractable by pyrophosphate, and occurring in sand or silt-size peds or as coats on sand and silt particles. It has more than 0·3 per cent. pyrophosphate-extractable Fe + Al, amounting to 5 per cent. or more of the conventionally measured clay content. It normally reacts positively to the sodium fluoride test for reactive hydroxy-aluminium (p. 94). The reactive sesquioxides may have accumulated *in situ* rather than by illuviation.

A loamy Bs horizon normally has a redder hue and/or stronger chroma than a Bw horizon in similar material, lacks moderately or strongly developed blocky peds, and has a weak consistence when moist or dry. When very moist the soil material feels greasy or smeary, and has low plasticity in relation to clay content, which is seldom fully evaluated by conventional particle-size analysis using alkaline sodium hexametaphosphate for dispersion.

Bt B horizon containing translocated silicate clay, shown by the occurrence of strongly oriented clay-size material in coats (argillans) or intra-ped concentrations (papules or disrupted argillans). It normally underlies an E or Ap horizon but can occur in a lower sequum or represent part of a pre-existing profile buried beneath a younger deposit. In uneroded profiles in lithologically uniform parent material, it contains significantly more clay, and normally has a higher ratio of fine (<0·2 μm) to total clay than horizons above and below.

If peds are absent, as in most sandy loam or coarser materials, a Bt horizon has strongly oriented clay coating and bridging the sand grains and in some pores, and contains at least 3 per cent. more clay (13 per cent. versus 10 per cent. for example) than a horizon above or below.

If peds are present, a Bt horizon shows (i) clay coats on some of both vertical and horizontal ped faces or in fine pores, either throughout or in the lowest part where peds and fissures are most stable, and/or (ii) concentrations of strongly oriented clay covering at least 2 per cent. of a representative thin section.

A Bt horizon with mottles or other evidence of gleying too slight to qualify for the suffix g is designated Bt(g).

Btg Horizon that qualifies as Bt and Bg.

Bw B horizon that shows evidence of alteration (by weathering, leaching and/or structural re-organization *in situ*) but does not qualify as Bt, Bg, Bh, Bs or Bf. It usually lies between an A horizon and an underlying, less altered BC or C, but can also overlie a Bg, a buried profile or an E′ horizon in a lower sequum. In either case, it is differentiated by colour (as in sandy material), structure (in fine loamy or finer materials), or both, and is usually but not necessarily brown or reddish, with chroma of 3 or more and value of 4–5. It lacks fragipan characteristics (see below), and has blocky or prismatic peds if the clay content is large enough for volume changes on wetting and drying. Rock structure (including fine stratification in soft sediments) is absent or barely perceptible.

In profiles with no evident lithologic or stratigraphic discontinuity, Bw horizons in calcareous materials have less $CaCO_3$ than an underlying C horizon, and those in non-calcareous materials have more clay, dithionite-extractable iron, or both. In other profiles, a Bw is identified by its position (directly below an A), coupled with internal properties indicating significant pedological reorganization of the original material.

A Bw horizon with mottles or other evidence of gleying too slight to qualify for the suffix g is designated Bw(g).

BC B & C A BC horizon is transitional in character (structure, degree of weathering, etc.) between a B and a C horizon. It usually lies below a B (Bw, Bg, Bs or Bt) horizon. The same designation may also be applied to morphologically similar horizons in profiles without a well defined B horizon, or in which a B horizon is only intermittently developed. A BC horizon may show features, including gleying, accumulation of secondary carbonate, or fragipan characteristics, absent in the overlying B. A horizon qualifying as Bt may also be designated BC (BCt) if it lies above a little altered C horizon and below a Bw horizon (with few or no clay coats) containing more clay, without an intervening E′ horizon.

Horizons in which thin layers or discrete bodies with B horizon characteristics are surrounded by, or interpenetrate C horizon material, are designated B & C with appropriate suffixes. For example, sandy soils commonly have a lower horizon (Bt & Cu) in which thin bands, pockets or lenses with properties of a Bt horizon are separated by C horizon material without clay coats. This designation should be used only where more than 10 per cent. of the volume is material with B horizon characteristics.

C Unconsolidated or weakly consolidated mineral horizon that retains rock structure or otherwise lacks properties characteristic of overlying A, E and B horizons (whichever is present). A C horizon may have been modified by

1. Gleying and other processes caused by saturation with water,
2. Accumulation of carbonates or more soluble salts,
3. Development of brittleness and associated properties of fragipans (see below).

Cu Unconsolidated horizon without evidence of strong gleying, accumulation of carbonates or more soluble salts, or fragipan properties. It is normally apedal and may show fine stratification.

Cr A weakly consolidated, little-altered substratum that is dense and/or coherent enough to prevent penetration by roots, except along cracks with an average horizontal spacing of at least 10 cm. Soft rocks (p. 70) such as shale, siltstone or chalk, and some exceptionally hard and dense glacial tills are included. The coherent material is continuous, or coarsely fractured *in situ* and without significant displacement of the pieces. It can normally be dug with difficulty with a spade when moist, and pieces of 2 cm diameter or less disintegrate to some extent when shaken overnight in Calgon solution.

Ck C horizon containing secondary $CaCO_3$ as concretions or nodules, coats, tubular formations or soft concentrations, occupying at least 1 per cent. of the volume of the horizon.

(Significant amounts of secondary carbonates occasionally occur in horizons qualifying as B, and commonly in those that are transitional in colour and structure between an overlying B and an underlying C. The latter are designated BCk.)

Cy C horizon containing secondary accumulations of calcium sulphate (gypsum), normally as macroscopic crystals. There should be evidence that the horizon has more gypsum than the original material.

Cg C horizon with dominant greyish colours, attributable to reduction, or reduction and segregation, or removal of iron caused by saturation with water in the presence of organic matter. It normally has a dominant chroma of 2 or less or a colour due to uncoated sand grains. Peds are absent or weakly developed, and ferruginous segregations, if present, occur wholly or partly as coats on skeletal grains or bordering voids, or as tubules associated with root channels.

Cg horizons occur chiefly in alluvium and other relatively pervious deposits that are or were affected by fluctuating groundwater. Grey sediments with no evidence of wetness are designated Cu or Cr and relatively impervious mottled horizons transitional in colour and structure between an overlying Bg or Btg and an underlying C are designated BCg rather than Cg.

Cgk Cg horizon containing secondary carbonates.

Cgf C horizon containing abundant secondary ferruginous deposits in coats, nodules or soft concentrations, that together occupy at least half the volume, and may cause

cementation. It occurs in pervious materials that are or were affected by fluctuating groundwater, and normally overlies a less ferruginous Cg or CG horizon. The accumulation of iron (dithionite-extractable) is not normally associated with comparable accumulation of organic carbon or extractable aluminium, as in the thin ironpan (Bf horizon).

A similar horizon otherwise qualifying as B is designated Bgf.

CG Intensely gleyed (reduced) horizon with chroma of 1 or less in yellowish, greenish or bluish hues that change on exposure to air indicating the presence of readily oxidizable ferrous compounds, usually pyrites or vivianite (ferrous phosphate). Colour changes are normally visible within a few minutes and can be identified by briefly exposing a wet piece of soil and then breaking it to compare the interior and exterior colours.

Ferrous compounds can accumulate in any horizon where water stagnates and organic matter is decomposing under anaerobic conditions (for example, at the base of seasonally waterlogged Ap horizons), but are rapidly oxidized when aerobic conditions supervene, so that any reduced horizon formed is ephemeral. Actively reducing horizons persist only where stagnant groundwater permanently saturates the soil.

CG horizons underlie any A, E or B horizon present. They are found chiefly in unripened or partly ripened (Bakker and Schelling 1966) Holocene sediments that contain appreciable amounts of organic matter and have not dried significantly since they were deposited. Oxidation of pyritic CG horizons yields sulphuric acid, with the result that the soil becomes extremely acid if it does not also contain enough carbonates to neutralize the acid formed (giving gypsum). Crystalline segregations of straw-coloured jarosite are usually associated with this condition.

Similar intensely gleyed horizons not qualifying as C horizons may be designated Eag/G, Bg/G, etc.

R Hard or very hard bedrock that is continuous, except for cracks with an average horizontal spacing of at least 10 cm, and without significant displacement of the rock. It has a hardness of 3 or more (Moh's scale) and is too hard to dig with a spade when moist, although the softest kinds may be chipped or scraped with a spade. Pieces of 2 cm diameter or less are unaffected by overnight shaking in Calgon solution.

Additional lower-case suffixes are used to denote horizons, excluding bedrock (Cr or R), which are cemented or brittle when moist.

m Continuously cemented horizon, other than a Bf horizon, that is strong enough to resist root penetration. The cementing material may be some combination of organic matter and iron or aluminium (Bhm), iron oxides (Bgfm), calcium carbonate (Ckm) or silica (Eam).

x Horizon with fragipan characteristics (U.S.D.A. 1973). These are compact, dense, but uncemented horizons. They are normally loamy and underlie an E or B horizon, but can occur directly below an A horizon in eroded soils. They have the following properties:

(a) Very firm or stronger consistence when dry, and distinctly brittle when very moist (a 3 cm specimen cube of soil fractures suddenly when pressure is applied rather than deforming gradually).

(b) Slow permeability; if the overlying horizon is periodically wet, the pan appears relatively dry.

(c) Platy, coarse prismatic or massive structure. Some fragipans, usually of sandy loam or coarser material, have few vertical fissures; others have a roughly polygonal pattern of vertical cracks surrounding coarse or very coarse prisms, within which the soil has a platy structure. The latter are usually mottled, with grey or greyish colours associated with prism faces or occasional channels.

(d) Low organic-matter content and few roots, except in widely spaced cracks.

(e) An upper boundary that is usually abrupt or clear, and is between 25 and 100 cm depth. The horizon is from 10 cm to more than 1 m thick with a gradual or diffuse lower boundary.

Fragipans occur mainly in deposits of Pleistocene age. They normally have vesicular pores, and stones have coats of fine material on their upper surfaces, suggesting that the soil has been deeply frozen (FitzPatrick 1956). Some have thick clay coats (argillans) lining cracks or in pores, but others have little or no oriented clay.

Bijlage 4

Enige opmerkingen en opmerkelijkheden bij de enquête Engeland 1980

Evenals bij de bespreking van de enquête Denemarken / Noord Duitsland vorig jaar dient te worden gesteld, dat ik geen professionele uitwerker van enquêtes ben, hoewel de ervaring groeiende is. De response was groot dit jaar (80% van de studenten en 100% van de staf), zodat de conclusies zeker een representatief beeld geven. De resultaten van studenten en staf kan men vinden in de bijgevoegde overzichten. Staf en studenten hebben een nagenoeg identieke beantwoording.

Ten aanzien van de voorbereiding is men goed te spreken over het tijdstip, het aantal onderwerpen en de presentatie ervan. Het nut van deze voorbereiding wordt algemeen matig groot genoemd. Enkele stafleden meenden hun eigen voordracht tot de zeer goede te moeten rekenen. Er blijkt uit de beantwoording een duidelijk preferentie voor een nachtboot-overtocht mits met couchettes.

Van de veldexcursies scoort Burnham hoog (8-9), Low laag (4-5), Dent goed (7-8) en Reeves/Ragg goed (8).

Van de instituten scoort East Malling 5-7, Wantage 8, Rothamsted variabel rond 7-8, Arthur Rickwood 5-8, High Mowthorpe 7-8 en Stockbridge House 1-10. Dit laatste is ook niet verwonderlijk aangezien er door een lange reistijd met hindernissen weinig tijd overbleef. Een der studenten verwoordde dit dan ook aldus: "Vul zelf maar in".

De nagestreefde integratie van veldbodemkunde en andere aspekten van de bodemkunde en bemestingsleer is (matig) goed gelukt. "De integratie tussen Duivendaal en de Dreijen vond ik erg goed, niet te strak bodemkundig en behandeling van drainage en direct drilling erg nuttig".

De niet gehouden nabesprekingen werden toch door $\frac{1}{3}$ deel van de studenten enigszins gemist in tegenstelling tot de staf die unaniem vond dat ze gemist kunnen worden.

Er bleek voldoende verscheidenheid te zijn in gedemonstreerde gebieden en bezochte laboratoria, die in (matig) grote mate in de algemene interessesfeer lagen.

De tijdsduur van de excursie was goed en de informatiespreiding eveneens.

Tot slot nog een kleine bloemlezing uit de gemaakte opmerkingen t.a.v. huisvesting, eten, begeleiding, vrije tijd en reisafstanden.

Huisvesting: goed (1x), zeer goed (1x), uitstekend (5x), prima (3x), ideaal (1x), en kan niet beter (1x)

Eten : matig (3x), goed (4x), prima (4x); het op eigen gelegenheid in de stad eten werd door 2 mensen een welkome afwisseling genoemd.

Begeleiding: soms te veel, soms te weinig (1x), o.k. (1x), goed (3x), prima (3x), "misschien wat kazig, verder fijn" (1x)

Vrije tijd : in verschillende bewoordingen werd duidelijk dat het gros van de studenten en de staf gesteld waren op een halve dag of een aantal uren vrij gedurende de openingstijden van de winkels.

Reisafstanden: aanvaardbaar lang als algemene opinie.

Andere opmerkingen :
- boeren meer inschakelen als er een profielkuil op een boerderij wordt bekeken en meer gewone boerenbedrijven laten zien voor integratie bodemkunde en landgebruik (2x)
- bepaalde instituten te zuinig met schriftelijk informatiemateriaal
- planning te strak, waardoor onderwerpen niet uit de verf komen
- voorstel om naamkaartje te dragen voor beter onderling contact
- goed om meerdere nachten in 1 plaats te zijn
- tijdens het rijden meer vertellen over landschap en geomorfologie
- prima chauffeur (is ook erg belangrijk voor de sfeer)
- wij bleven vaak veel te lang rond een profielkuil hangen. Een excursie moet functioneel op onderwijs (kennisoverdracht) gericht zijn. Als je bij elk profiel alle randverschijnselen wilt betrekken moet je op stap gaan zonder reisschema. Bovendien ging de lol er zo voor de niet veldbodemkundigen én onze gastheren (en mij) wel eens af.
- P.S. Het geven van punten vind ik bijzonder negatief, omdat het veel te moeilijk is om iemand juist te beoordelen.

Algemene karakterisering van de totale excursie:

prima excursie (2x), geslaagde excursie (1x), zeer geslaagde excursie (1x), goede excursie (1x), een gezellige en leerzame excursie (1x), mijn complimenten voor de organisatie (1x), erg goede excursie, die goed georganiseerd was en met veel interessante en nuttige onderwerpen (1x).

Rienk Miedema
maart 1981

Bodemkunde en Geologie, LH, Wageningen

Aan de deelnemers aan de bodemkundige excursie naar Engeland, 1980

Om te komen tot een evaluatie van de buitenlandse bodemkundige excursie 1980 zijn we benieuwd naar je indrukken van de opzet en organisatie van de excursie en de keuze van de bezochte gebieden en instituten.
Teneinde een goed overzicht te krijgen en de conclusies te kunnen gebruiken voor verbeteringen in de toekomstige opzet en organisatie verzoeken we je dringend deze enquête volledig ingevuld te retourneren aan Rienk Miedema vóór 15 oktober 1980, graag voorzien van naam. Als je daar bezwaar tegen hebt mag het ook anoniem.
Commentaar en suggesties zijn van harte welkom. De vraagstelling is in chronologische volgorde, gevolgd door enige overzichtsvragen.
De beantwoording is via een relatief waarde-oordeel.

1. Wat is je indruk van de voorbereidende colleges t.a.v.

a. tijdstip		goed - te laat			
	staf	4			
	studenten	18	4		
b. nut		gering-matig	groot-groot	zeer groot	
	staf		1	3	
	studenten	1	14	8	
c. noodzakelijkheid		gering-matig	groot-groot	zeer groot	
	staf			2	2
	studenten		7	13	2
d. aantal onderwerpen		te weinig - goed - te veel			
	staf		4		
	studenten		19	1	
e. inhoud - klimaat		slecht - matig - goed - zeer goed			
	staf			3	1
	studenten	1	6½	15½	
geomorf./geologie		slecht - matig - goed - zeer goed			
	staf			3	1
	studenten		4½	17½	1
horizontben./ classific./ geschiktheid		slecht - matig - goed - zeer goed			
	staf			4	
	studenten		8	15	
landbouw		slecht - matig - goed - zeer goed			
	staf			4	
	studenten		2½	19½	1

2. Prefereer je een overtocht per nachtboot of per dagboot

a. heenreis

	nachtboot	dagboot
staf	2	2
studenten	20	1

b. terugreis

	nachtboot	dagboot
staf	3	1
studenten	20	1

3. Wat zijn je indrukken over de bezochte objecten, de inleidingen, ter plekke, het aanvullende commentaar en de hoeveelheid profielen (onderwerpen)?

a. 26 augustus:

veldexcursie North Downs (Burnham)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf								2	1	1
studenten							3	9	11	1

veldexcursie Hothfield (Burnham)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf							2	1	1	
studenten					1	3	3	11	6	

aantal profielen	te veel			voldoende					te weinig	
staf						4				
studenten		1½			21½					

inleiding 's avonds (Burnham)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf						1		2	1	
studenten			1	1		3	11	6	2	

b. 27 augustus:

East Malling fruitteeltproefstation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf						1	1	2		
studenten			1		6	7	8	2		

Lamberhurst hop farm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf								2	1	1
studenten							1	10½	5½	7

c. 28 augustus:

Wantage-Letcombe laboratory	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf								1	1	1
studenten							2½	17	4½	

aantal onderwerpen	te veel			voldoende					te weinig	
staf						4				
studenten		4				20				

veldexcursie kaartblad Abington/ Wantage Low	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf				2	1	1				
studenten	1		5	6	7½	3½	1			

c. 28 augustus:

aantal profielen	te veel				voldoende				te weinig	
staf					2				2	
studenten					15				8	

d. 29 augustus:

Harpenden-Rothamsted Exp. Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf							1	2		
studenten					1	1	9	8		

inleidingen Thomasson/Murphy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf						1	1	1		
studenten					2	4	12	4		

poster session	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf						1		1		2
studenten				1	4	6	8	4		

Webster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf								2	1	1
studenten					3	2	8	6	3	

Mattingley	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf							3	1		
studenten					4	7	8	2		

proefvelden Dyke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf			1			1	2			
studenten				1	4½	4	5	6	3½	

aantal onderwerpen	te veel				voldoende				te weinig	
staf					4					
studenten		10			13					

e. 30 augustus:

veldexcursie Waveney marshes (Dent)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf							1	3		
studenten					1	1	4	15	3	

veldexcursie boulderclay landscape (Dent)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
staf								3		1
studenten					1	4	9	7	3	

aantal profielen	te veel				voldoende				te weinig	
staf		1			1				2	
studenten					19				5	

f. 1 september:

veldexcursie Bracklands (Dent)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	staf							1	3		
	studenten					1	1	5	13	4	

aantal profielen		te veel	-	voldoende	-	te weinig
	staf			4		
	studenten			18½		5½

Arthur Rickwood Exp. Farm		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	staf						1	2	1		
	studenten				1	6	4	9	3	1	

aantal onderwerpen		te veel	-	voldoende	-	te weinig
	staf			3		1
	studenten		2	18		3

g. 2 september:

veldexcursie Bunter Sandstone (Reeves/Ragg)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	staf						1		2		1
	studenten				1		½	8½	12	2	

aantal profielen		te veel	-	voldoende	-	te weinig
	staf		1	3		
	studenten		1½	18½		3

inleiding Kingston Brook Catchment (McGowan)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	staf			1		1		1			
	studenten				2½	3½	11	5	1		

h. 3 september:

veldexcursie Derbyshire Uplands (Reeves/Ragg)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	110
	staf								3	1	
	studenten				1		1	3½	12½	6	

aantal profielen		te veel	-	voldoende	-	te weinig
	staf			4		
	studenten		1½	21½		1

i. 4 september:

High Mowthorpe Exp. Husb. Farm		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	staf								3	1	1
	studenten					½	2½	11	8½	1½	

i. 4 september:

aantal onderwerpen		te veel	- voldoende	- te weinig
	staf		4	
	studenten		22	2

Stockbridge House Horticultural Exp. Station		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	staf	geen oordeel									
	studenten	1½	2	2	2	4	4	4	4	1	½

aantal onderwerpen		te veel	- voldoende	- te weinig
	staf			4
	studenten	1½	12	6½

j. Kon je de gepresenteerde stof goed bevatten, gezien je voorkennis?		moeilijk	- goed	- makkelijk
	staf	½	1	1½
	studenten	1	19	4

4. Is naar jouw indruk de nagestreefde integratie van veldbodemkunde met anders aspekten van de bodemkunde en bemestingsleer gelukt?		zr. slecht	-slecht	-matig	-goed	-zr.goed
	staf			½	2½	1
	studenten			8	14	2

5. Heb je het niet houden van nabespreking als een gemis ervaren?		nee	- enigszins	- ja
	staf	4		
	studenten	16	8	

6. Was er voldoende verscheidenheid in de gedemonstreerde gebieden en bezochte laboratoria?		nee	- matig	-- ja
	staf			4
	studenten		2	22

7. In welke mate beantwoordden de bezochte gebieden en instituten aan je interesse?		zr. gering	-gering	-matig	gr.-groot	-zr.groot
	staf	½			2½	1
	studenten		½	8	13½	2

8. Was de informatie goed over de excursie gespreid?

	nee	matig	ja
staf		2	2
studenten		3½	19½

9. Hoe vond je de duur van de excursie?

	te kort	goed	te lang
staf		4	
studenten	1	21	2

Rienk Miedema,
maart 1981

UNIVERSITY OF NOTTINGHAM
SCHOOL OF AGRICULTURE

Bylage 5

Menu

DINNER

2nd September 1980

ORANGE & GRAPEFRUIT
COCKTAIL

ROAST LAMB MINT SAUCE

ROAST POTATOES

BUTTERED CARROTS

BRUSSELS SPROUTS

LEMON GATEAU

COFFEE

Henk Oldenziel

Ad Olsthoorn

Broads Authority
Norfolk Suffolk
Thorpe Lodge,
Yarmouth Road,
Norwich, NR7 0DU
(0603) 37273

with compliments

Principal Adviser - Chief Executive: M Aitken Clark