Invloed van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding op het agrarische landschap rondom Wouw

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN

M. F. van Oosten

NN08201.621

Invloed van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding op het agrarische landschap rondom Wouw

Voor Han Alta
uit dankbaarheid

Dit proefschrift met stellingen van Maximiliaan François van Oosten, landbouwkundig ingenieur, geboren te Amsterdam op 5 juni 1917, is goedgekeurd door de promotor, dr. ir. L. J. Pons, hoogleraar in de regionale bodemkunde.

De rector magnificus van de Landbouwhogeschool,
J. P. H. van der Want

Wageningen, 11 februari 1975

M. F. van Oosten

Invloed van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding op het agrarische landschap rondom Wouw

Proefschrift
ter verkrijging van de graad van
doctor in de landbouwwetenschappen,
op gezag van de rector magnificus, dr. ir. J. P. H. van der Want,
hoogleraar in de virologie,
in het openbaar te verdedigen
op vrijdag 9 mei 1975 des namiddags te vier uur
in de aula van de Landbouwhogeschool te Wageningen

Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen — 1975

Abstract

Oosten, M. F. van (1975) Invloed van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding op het agrarische landschap rondom Wouw (Effect of soil and water conditions on the rural landscape around Wouw, North Brabant). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Rep.) 833, ISBN 90 220 0563 1, (viii) + 156 p., 32 figs, 24 tables, 273 refs, Dutch and Eng. summaries.
Also: Doctoral thesis Wageningen and Bodemk. Stud. 12.

The influence of the soil and of water conditions on the rural landscape is illustrated by a detailed study in the loamy sand region around the village Wouw, where the landscape is completely dominated by agricultural conditions. The characteristic geology, soil conditions and hydrology of this region are described and their influence on reclamation for farming and the development of agriculture. A suitability rating for arable and for grassland proved also that present landuse depends on the natural factors.

Dit proefschrift verschijnt tevens als Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 833 en als Bodemkundige Studies 12.

© Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie, Wageningen, 1975.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
No part of this book may be reproduced or published in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

Stellingen

1. Tijd is geen bodemvormende factor, maar één van de dimensies waarin de bodemvorming zich afspeelt.

2. In het Nederlandse systeem van bodemclassificatie is te sterk de nadruk gelegd op de afgrenzing van de eenheden, waardoor vaak de typische kenmerken van het 'central concept' die niet differentiërend tegenover elkaar zijn, naar de achtergrond zijn gedrongen.

De Bakker en Schelling. Systeem van bodemclassificatie. Wageningen, 1966.

3. De opvatting dat in onderwaterafzettingen de pedogenese pas zou beginnen na de vestiging van een thelmatofytenvegetatie, sluit ten onrechte processen van de bodemvorming uit die samenhangen met de aanwezigheid van al of niet wortelende hydrofyten.

Moorman and Pons. Characteristics of mangrove soils in relation to their agricultural land use and potential. Proc. Int. Symp. on biology and management of mangrove. Hawaii, 1974.

4. Het regelmatig invoeren van nieuwe namen in de geologie, speciaal bij de onderverdeling van het Pleistoceen, en de noodzaak om, volgens de internationale regels, verschillende namen voor éénzelfde onderdeel te gebruiken (b.v. zowel Onder- als Vroeg-Pleistoceen), leidt tot een toenemende verwarring in de literatuur en tot inconsequenties bij de toepassing.

Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, Eindhoven-Oost (51 O).
International guide to stratification terminology and uses. Ed. H. D. Hedberg. Lethaia 5, 1972.

5. Er zijn duidelijke aanwijzingen, dat de onder-pleistocene kleilagen in westelijk Noord-Brabant niet in hun geheel een rivier- of zeeklei-afzetting zijn.

Van Dorsser. Het landschap van westelijk Noord-Brabant. Diss. Utrecht, 1956.
Dricot. Microstratigraphie des argiles de Campine. Bull. Soc. belge de Géol. 70, 1961.

6. Bij de berekening van de hoeveelheid beschikbaar vocht in zandgronden met diepe grondwaterstanden, mag niet bij alle gronden worden uitgegaan van pF 2,3 voor het oude begrip 'veldcapaciteit' (de vochtspanning die bereikt wordt, als na volledige verzadiging het uitzakken van water vrijwel tot staan is gekomen).

Dit proefschrift.

7. De steeds toenemende verkleining van het door kwekers aangeboden assortiment tuinplanten en de daarmee samenhangende eenvormigheid van tuinen in ons land, is vooral te wijten aan de voortgaande tendens om alleen een kleine groep goed bekende en gemakkelijk te verkopen gewassen in de handel te brengen, mede als gevolg van de geringe stimulans die uitgaat van tuincentra en bedrijven voor tuinaanleg tot het gebruik van minder algemeen bekende soorten.

8. De ideeën van Le Roy stoelen ten dele op een onvoldoende begrip van de oecologie en de vegetatiekunde en houden bovendien geen rekening met de wensen en mogelijkheden van de meeste tuinbezitters.

Le Roy. Natuur uitschakelen, natuur inschakelen. Deventer, 1973.

9. Er zijn grote bezwaren aan te voeren tegen het toevertrouwen van de advisering over en het beheer van staatsnatuurreservaten aan instanties en/of personen die ook andere, vaak tegenstrijdige belangen (moeten) behartigen. Een overheveling van de afdeling Natuurbeheer van het Staatsbosbeheer naar het Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk is dan ook ten zeerste gewenst.

10. Het zou wenselijk zijn, dat bij de salariëring van ambtenaren rang en functie werden losgekoppeld.

11. Gezien de talrijke gedetailleerde verklaringen van de werken van Jeroen Bosch, getuigt het van een ontoelaatbare behandeling van de stof, de bespreking van een uitvoerig geanalyseerd onderdeel van het schilderij 'De tuin der lusten' (nl. de muzikanten) af te doen met: 'Wat de kunstenaar hier bedoelt, wordt grotendeels aan onze eigen fantasie overgelaten'.

P. Gerlach in: H. T. Gerlach et al. Hieronymus Bosch, 1972.

12. Het zou te betreuren zijn, indien het traditionele ceremonieel van promotieplechtigheden niet gehandhaafd bleef, ofschoon promotiecommissie en promovendus zich er van bewust dienen te zijn, dat het een welhaast folkloristisch gebeuren betreft, waaraan geen wetenschappelijke betekenis dient te worden toegeschreven.

Deze promotie.

M. F. van Oosten
Invloed van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding op het agrarische landschap rondom Wouw

Dankbetuiging

In de allereerste plaats wil ik hier prof. dr. ir. L. J. Pons bedanken. Ik stel het bijzonder op prijs dat hij, na de prettige samenwerking die wij de laatste jaren mochten hebben, mij in staat heeft gesteld, op deze studie te promoveren.

Een bijzonder woord van lof komt toe aan de directie van de Stichting voor Bodemkartering, in het bijzonder aan de vroegere directeur dr. ir. F. W. G. Pijls en de huidige directeur ir. R. P. H. P. van der Schans, die met schier eindeloos geduld en lankmoedigheid de voltooiing van deze studie van jaar tot jaar zagen uitgesteld, maar het vertrouwen in de goede afloop blijkbaar nimmer verloren.

Deze studie zou niet mogelijk zijn geweest zonder het vele werk, verricht door mijn vroegere medewerker, de tegenwoordige hoofdprojectleider H. L. Kanters, die niet alleen het veldwerk voor de opname van de bodemkaart verrichtte, maar ook een deel van de vele routinewerkzaamheden op zich nam. Veel van de ideeën en conclusies in dit proefschrift zijn tot stand gekomen bij onze talrijke gesprekken, waarbij ik van zijn grote kennis van de bodem en het landschap van Noord-Brabant kon profiteren.

Onder de vele medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering die mij, soms al vele jaren geleden, bij het veldwerk of met raadgevingen behulpzaam waren, noem ik dr. A. Breeuwsma, dr. J. G. van Dam, ing. J. Domhof en prof. dr. G. C. Maarleveld. Verder lazen ing. H. de Bakker, mevr. dr. A. W. Edelman-Vlam, ir. P. van der Sluijs, ir. G. G. L. Steur en ir. E. J. van Zuilen delen van het manuscript door en voorzagen deze van kritische opmerkingen. Drs. J. A. J. Vervloet en eerder dr. J. B. van Loon behoedden mij voor al te grote blunders op het gebied van de historie.

Een bijzonder woord van dank komt toe aan dr. ir. A. Jongerius van de afdeling Micropedologie van de Stichting voor Bodemkartering en aan zijn medewerkers, in het bijzonder A. Jager en ing. A. Reijmerink, die mij in de loop van de jaren talloze malen behulpzaam waren bij het micromofologisch werk en die bijzonder veel tijd besteedden aan de vervaardiging van de micromorfologische kleurenfoto's.

Tenslotte wil ik hier nog bedanken voor de vele inlichtingen die ik mocht ontvangen van dr. D. F. Blok te Amsterdam, van dr. P. E. Rijtema van het I.C.W. te Wageningen en van prof. dr. A. Weijnen en prof. dr. F. F. X. Cerutti (†) van de Universiteit van Nijmegen, alsmede van de hulp op het gebied van de historische literatuur en van oude kaarten van de gemeentearchivarissen en hun medewerkers van de gemeente-archieven van Breda, Bergen op Zoom en Roosendaal.

Bij het gereedmaken van het manuscript ondervond ik veel medewerking van de afdelingen redactie, cartografie en typekamer van de Stichting voor Bodemkartering, waarbij ik in het bijzonder de heren C. Th. van der Schouw (fotografie) en J. W. Zwolschen (redactie) wil noemen, en van de medewerkers van het Pudoc.

Curriculum vitae

De auteur behaalde in 1935 het Mulo-B diploma te 's Gravenhage. Van 1935 tot eind 1936 was hij werkloos en vervolgens tot 1939 werkzaam als jongste bediende en naderhand als gevorderd kantoorbediende. Van 1939 tot begin 1940 was hij correspondent bij een grafisch bedrijf en van begin 1940 tot september 1945 rijksambtenaar in de rang van schrijver 2e klas bij het Centraal Bureau voor de Statistiek te 's Gravenhage. Tijdens een onderbreking gedurende de laatste oorlogsjaren, toen de bezettingsautoriteiten geen prijs stelden op zijn werkzaamheden, studeerde hij voor het staatsexamen H.B.S. Ondanks het opschorten van de examens in verband met de oorlog en de bevrijding kon hij, na een onderzoek (colloquium doctum) ingevolge art. 49.1 van de Wet op het Hoger Landbouwonderwijs van 15 december 1917, in 1945 zijn studie aan de Landbouwhogeschool beginnen. Hij behaalde zijn ingenieursdiploma in 1952 in de richting Nederlandse bosbouw met keuzevakken bodemkunde en plantensystematiek. Na het volgen van een cursus aan het I.T.C., destijds nog in Delft gevestigd, was hij van 1953 tot 1956 als bodemkundige verbonden aan het Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (I.N.E.A.C.) in Belgisch Congo. In 1956 trad hij in dienst van de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen. Zijn werkzaamheden bij dit instituut werden in 1959/'60 onderbroken voor een verblijf in Iran als bodemkundig expert bij de F.A.O. In 1964 werd hij, naast zijn werkzaamheden voor de Stichting voor Bodemkartering, benoemd tot lid van de Natuurwetenschappelijke Commissie van de Natuurbeschermingsraad.

Inhoud

Inleiding 1

1 Situering en topografie 3

2 Geologie 7
2.1 Onder-Pleistoceen 7
2.2 Boven-Pleistoceen 9
2.2.1 Eemien 9
2.2.2 Onder- en Midden-Pleniglaciaal 9
2.2.3 Boven-Pleniglaciaal 11
2.3 Holoceen 13

3 De bodem 16
3.1 Inleiding 16
3.2 De bodemkaart 17
3.3 Bodemvorming 21
3.3.1 De humushoudende bovengrond 21
3.3.2 De podzolen 24
3.3.3 De vlammenhorizont 25
3.3.3.1 Bodemvorming in leemgronden met een textuur-B-horizont 26
3.3.3.2 Beschrijving van een bodemprofiel met vlammenhorizont in zandgronden 30
3.3.3.3 Ontstaan van het bodemprofiel 39

4 De waterhuishouding 48
4.1 Inleiding tot het onderzoek en methoden 48
4.2 De grondwaterstandsmetingen 50
4.3 Het vochtleverend vermogen van de grond 60
4.4 De vochttoestand gedurende het groeiseizoen 67
4.5 Discussie van de verschillende waarnemingen 79

5 Ontstaan en ontwikkeling van het agrarische landschap 82
5.1 Inleiding 82
5.2 Het oorspronkelijke landschap 82
5.3 De situatie tot de Middeleeuwse ontginningen en de eerste vermeldingen in de geschreven bronnen 84

5.4 Enkele grepen uit de ontginningsgeschiedenis 87
5.4.1 Conclusies uit de toponiemen 87
5.4.2 De verkaveling 89
5.4.3 De begrenzing van het ontgonnen gebied in de late Middeleeuwen 93
5.4.4 Het specifieke karakter van de ontginning in dit gebied 96
5.5 Het landschap en de landbouwkundige situatie tot in het begin van deze eeuw 97

6 De landbouwkundige geschiktheid 103
6.1 Inleiding 103
6.2 De beoordeling van de gronden voor de akkerbouw 104
6.2.1 De geschiktheidsbeoordeling 104
6.2.2 De bodemeigenschappen 104
6.2.2.1 Wateroverlast 104
6.2.2.2 Berijdbaarheid 108
6.2.2.3 Slempigheid 109
6.2.2.4 Verkruimelbaarheid van de bouwvoor en structuurstabiliteit 111
6.2.2.5 Verdrogingsgevaar 112
6.2.2.6 Stuifgevaar 112
6.3 De beoordeling van de gronden voor grasland 113
6.3.1 Inleiding 113
6.3.2 De geschiktheidsbeoordeling 113
6.3.3 Gewas- en bodemeigenschappen 113
6.3.3.1 Voorjaarsontwikkeling van het gras 113
6.3.3.2 Draagkracht 115
6.3.3.3 Verdrogingsgevaar 117

7 De huidige landbouwkundige situatie en conclusies 118
7.1 Inleiding 118
7.2 Algemeen agrarisch beeld 119
7.3 Ruimtelijke verdeling van de bouwlandgewassen en van het grasland 123
7.4 Ruimtelijke verdeling van de bouwlandgewassen en van het grasland vergeleken met andere gebieden 127
7.5 De relatie tussen de bodemgesteldheid, het bodemgebruik en het agrarische landschap 129
7.6 Toekomstbeeld 131

Samenvatting 133

Summary 139

Literatuur 146

Inleiding

In Nederland is het landschap sterk door de mens bepaald. In grote delen van ons land heeft het landschap nog een overwegend agrarisch karakter. Het verkavelingspatroon, de perceelsscheidingen, maar vooral het bodemgebruik zijn belangrijke aspecten van een dergelijk cultuurlandschap.

Bij de ingrepen in het natuurlijke landschap die vroeger overwegend voor agrarische doeleinden zijn gedaan, zal men gewoonlijk hebben getracht, zich zo veel mogelijk aan de natuurlijke gesteldheid van het gebied (het reliëf, maar vooral de bodemgesteldheid en de waterhuishouding) aan te passen. Hierdoor zijn in Noord-Brabant op de zandgronden en op de zeeklei geheel verschillende cultuurlandschappen ontstaan. Binnen dergelijke grote landschappelijke eenheden zijn echter nog talrijke, zij het geringere verschillen in natuurlijke gesteldheid aanwezig. Doordat men zal hebben getracht zich ook hieraan aan te passen, zal op kleinere schaal eveneens vaak een duidelijke samenhang bestaan tussen het landschap en de natuurlijke factoren en wel des te duidelijker, naar gelang het bodemgebruik sterker het landschapsbeeld bepaalt. Plaatselijk wordt deze samenhang soms echter geheel of gedeeltelijk verdoezeld, doordat vanouds traditie en later voorschriften en rechtsverhoudingen mede een rol hebben gespeeld, of doordat men geneigd was zich naar de omgeving te richten. De z.g. Wouwse zandgronden zijn echter een voorbeeld van een betrekkelijk klein gebied, waarbij de invloed van de natuurlijke factoren, speciaal van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding, op het agrarische landschap duidelijk aanwijsbaar is.

In deze studie is een onderzoek ingesteld naar de invloed van de bodem en de waterhuishouding op het ontstaan van een dergelijk, hoofdzakelijk door het bodemgebruik gekenmerkt landschap. Hierbij werd gebruik gemaakt van de bestaande methoden van bodemkartering, van bodemkundig en hydrologisch onderzoek en van beoordeling van de bodem voor landbouwkundige doeleinden. Het voordeel van een dergelijke werkwijze is, dat reeds aanwezige gegevens kunnen worden gebruikt en dat de voor een dergelijke studie eventueel nieuw te verrichten bodemkundige en landbouwkundige onderzoekingen ook voor andere doeleinden kunnen worden benut.

Dit rapport is als volgt ingedeeld: na een algemeen overzicht van het gebied in hoofdstuk 1, worden in de hoofdstukken 2, 3 en 4 respectievelijk de geologie, de bodem en de waterhuishouding behandeld; hierbij worden voornamelijk die aspecten naar voren gehaald, die voor het gebied karakteristiek zijn. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 getracht te achterhalen in hoeverre de natuurlijke factoren een rol hebben gespeeld bij de ontginning en de landbouwkundige ontwikkeling van het gebied. De landbouwkundige geschiktheid, die samenhangt met de geologische, bodemkundige

en hydrologische aspecten, wordt in hoofdstuk 6 besproken. In hoofdstuk 7 wordt de tegenwoordige landbouwkundige situatie beschreven. Hierbij wordt nagegaan, in hoeverre het gebied landbouwkundig afwijkt van de overige zandgronden. Tenslotte wordt aangetoond dat er een redelijke overeenstemming bestaat tussen het huidige bodemgebruik en de geschiktheid van de gronden voor de beoordeelde gewassen, en dat daardoor het hoofdzakelijk door het bodemgebruik gekarakteriseerde landschap een goede afspiegeling is van de natuurlijke factoren.

1 Situering en topografie

De Wouwse zandgronden, een streek tussen Roosendaal en Bergen op Zoom, met het dorp Wouw als centrum, onderscheiden zich van de meeste overige zandgronden doordat vooral het bodemgebruik het landschapsbeeld bepaalt. Dit eigen karakter van de Wouwse zandgronden werd reeds onderkend door Van Hasselt (1943).

Zeer opvallende aspecten van dit agrarische landschap zijn:

1. Opgaand houtgewas in de vorm van houtwallen of bosjes, karakteristiek op de hogere delen van het overige zandgebied van Noord-Brabant, is schaars en voornamelijk rondom het dorp en enkele grote boerderijen geconcentreerd (fig. 1 en 29). Alleen tegen de zuidgrens, bij De Besterd, zijn enkele houtwallen en kleine (hakhout) bosjes aanwezig. Meer naar het noorden liggen ook nog drie bosjes, waarvan het grootste, het Spuitendonkse bosje ten noorden van de rondweg bij Bulkenaar, een staatsnatuurreservaat is. Bovendien heeft een aantal wegen hier en daar een ijle bermbeplanting.

Fig. 1. Het open landschap ten noorden van Wouw.

Fig. 1. Open landscape north of Wouw.

2. Een aanzienlijk deel van dit vrijwel geheel open landschap wordt ingenomen door grasland. Dit is niet, zoals meestal op de zandgronden, geconcentreerd in de lagere terreindelen (Van Diepen, 1968), maar ligt overal in bonte afwisseling met het bouwland.[1]
3. Niet alleen de oppervlakte van de bedrijven, maar ook de bedrijfsgebouwen zijn groter en ten dele zelfs aanzienlijk groter dan elders op de zandgronden in Noord-Brabant.
4. Bij de landbouwgewassen ontbreekt vrijwel de rogge; in plaats daarvan wordt veel tarwe geteeld.

De grens van dit landschap is niet exact aan te geven. In het algemeen valt deze samen met de verbreiding van een laag aan het oppervlak liggend sterk lemige dekzand (zie hoofdstuk 2). De westgrens loopt ongeveer over de oude woonkern Hazelaar, het gehucht Heerle en vervolgens over Vijfhoek en Zoomvliet naar het zuiden; de zuidgrens passeert het gehucht Wouwsche Plantage en vervolgens de oude woonkernen Brembosch en Haink (fig. 2). Vanaf Haink loopt de oostgrens over de oude kernen Bulkenaar, Vinkenbroek, Boeiink en Vroenhout in de richting Kruisland. De noordgrens valt samen met de zuidgrens van het Westbrabantse zeekleigebied. Deze loopt ongeveer een kilometer ten zuiden van Kruisland in een vrijwel rechte lijn van oost naar west naar het noordelijke uiteinde van de Herelse Straat.

Het omgrensde gebied ligt grotendeels in de gemeente Wouw; in het oosten behoort een kleine oppervlakte tot de gemeente Roosendaal en in het noorden een paar honderd hectaren tot de gemeente Steenbergen. Het wordt doorsneden door enkele beken, waarvan de voornaamste de Smalle Beek is, ten westen van het dorp Wouw. Oorspronkelijk boog deze in het noorden bij de Cavelweg oostwaarts, om na ca. 1 km weer noordwaarts te stromen (de tegenwoordige Brandsche Beek), waarna de bedding zich sterk verbreedde en geleidelijk in een getijkreek overging. Op oude kaarten heet dit gedeelte nog 'Woutse Beek'. Toen na de inpoldering van de tegenwoordige polder Kruisland (1487) de diverse beken in de lage poldergebieden veel wateroverlast veroorzaakten, werd de Wouwse Beek bij de Cavelweg naar het westen verlegd en naar de in 1643 gekanaliseerde Boomvaart geleid.

Het Loopje, dat eertijds waarschijnlijk in één van de lagere terreingedeelten tussen Akker en Oostlaar ontsprong, stroomt ten oosten van Wouw en buigt om de noordpunt van De Donken heen, om vervolgens in de Smalle Beek uit te monden. Nog verder naar het oosten stromen het Hainkbeekje, voorbij Haink Spuitendonksche Beek genoemd, en de Rissebeek, die ongeveer bij de straatweg Wouw-Roosendaal samenkomen en onder de naam Engebeek ten noorden van Roosendaal in de Roosendaalsche Vliet uitmonden. Het Hainkbeekje en de Rissebeek ontsprongen vroeger in een groot vennengebied dat zich nog in het midden van de vorige eeuw ten zuiden van het sterk lemige zandgebied uitstrekte.

1. Als gevolg van de grote veranderingen in de landbouw komt dit verschijnsel tegenwoordig in toenemende mate ook elders in Nederland op de zandgronden voor.

Fig. 2. Overzichtskaart van de Wouwse zandgronden.

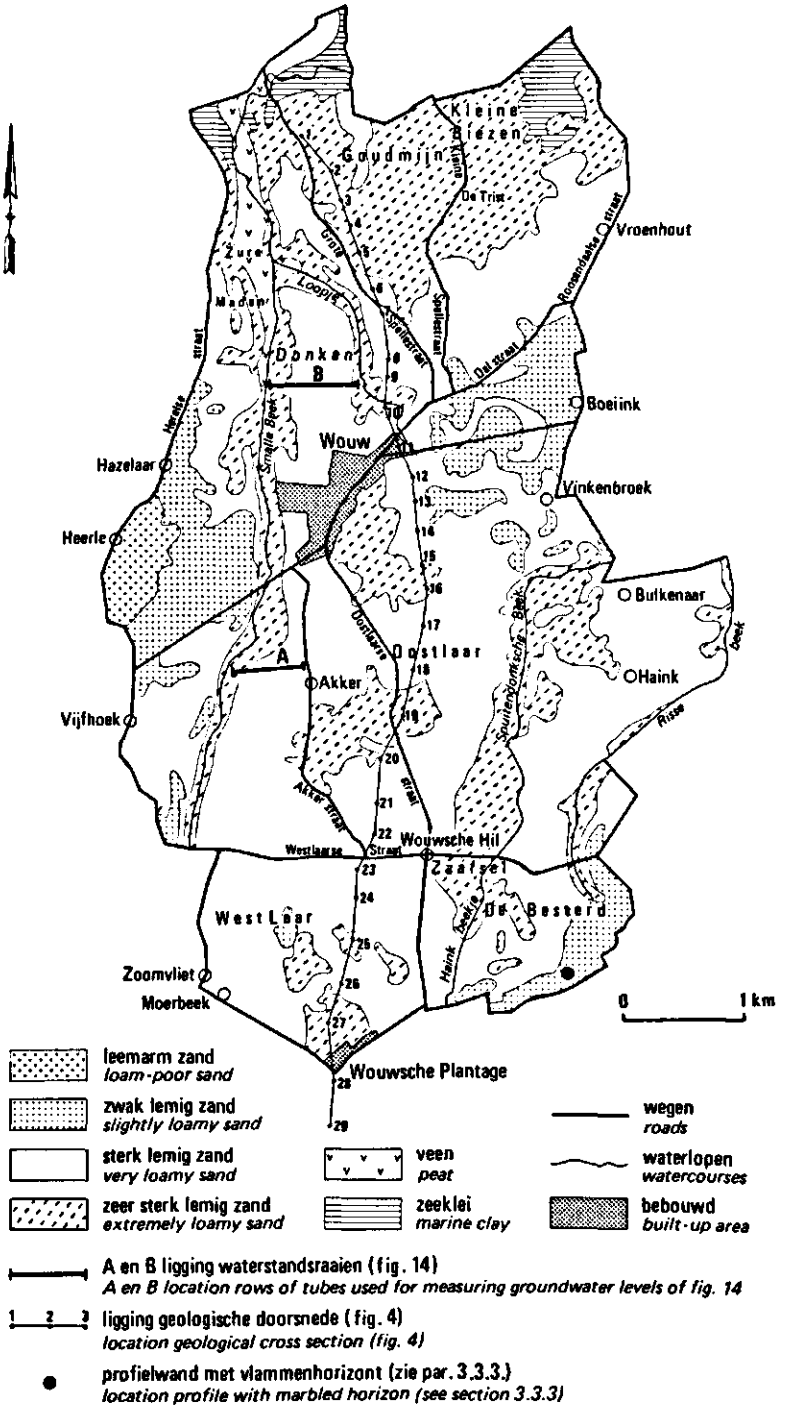


Fig. 2. General map of the Wouw region.

Fig. 3. Het brede, vlakke dal van de Smalle Beek.

Fig. 3. The broad flat valley of the Smalle Beek.

De vrij brede beekdalen (fig. 3), die plaatselijk tot 5 m diep zijn ingesneden (zoals bij Den Akker en De Donken) bepalen grotendeels het reliëf van het gebied. Tussen de beekdalen liggen langgerekte, smalle ruggen of plateaus met een zwak golvend microreliëf, waarbij hoogteverschillen van 1 à 2 meter optreden. Een aantal kleine kopjes reikt nog wat boven dit algemene reliëf uit, terwijl omgekeerd talrijke kleine en enkele zeer grote laagten voorkomen, die vóór de ontginning door vennen werden ingenomen. Zeer grote vennen moeten hebben gelegen ten westen van Vroenhout en ten oosten van Wouw, zoals nog te zien is op de bodemkaart die als bijlage in deze studie is opgenomen. Ook een aantal van de vroegere kleine vennen is hierop nog te herkennen (code zWp).

Zoals in hoofdstuk 2 zal worden beschreven, moet tijdens de vorming van de beekdalen op de hellingen vrij veel erosie hebben plaats gevonden, waardoor deze nu zeer lange, zacht glooiende overgangen tussen de plateaus en het huidige beekdal vormen.

Het gebied heeft als geheel een helling van zuid naar noord. Nabij de zuidelijke grens bedraagt de hoogte ongeveer 8 à 10 m +NAP, met als hoogste punten 12,6 m bij Wouwsche Plantage en 12,0 m bij De Besterd. Waar het zand onder de jonge zeeklei in het noorden wegduikt, is de hoogte 1 à 0 m +NAP.

2 Geologie

2.1 Onder-Pleistoceen

In het begin van het pleistocene tijdvak (tabel 1) had de zee zich nog niet teruggetrokken uit het gebied van Wouw. De mariene afzettingen uit die tijd, het Icenien, liggen nu op een diepte van ca. 40 m. Daarboven komen fluviatiele afzettingen voor die op de oude Geologische Kaart 1:50000 werden aangegeven met het symbool II0. Hiermee duidde men alle afzettingen aan jonger dan het Icenien en ouder dat wat men indertijd onder 'Hoogterras' samenvatte (Geologische Stichting, 1956).

Tot dit Hoogterras behoorde onder meer wat tegenwoordig de Formatie van Sterksel heet: de grove zanden, die in een zuidoost-noordwest gerichte strook o.a. nabij Oosterhout en Dorst aan het oppervlak liggen (III van de oude Geologische Kaart). De II0-afzettingen duiken hier naar het oosten onder deze grove zanden weg. De Formatie van Sterksel werd vanaf het Waalien gevormd; de met II0 aangegeven afzettingen moeten dus ouder zijn (Tavernier, 1942). Ze dateren, althans gedeeltelijk, waarschijnlijk uit het Tiglien (Nelson & Van der Hammen, 1950; mondelinge mededeling W. H. Zagwijn). Het is echter niet uitgesloten, dat een deel ervan jonger is en tot de z.g. Formatie van Kedichem behoort, die in het Eburonien en Waalien en gedeeltelijk nog in het Menapien is ontstaan (Zagwijn, 1960).

De II0-afzettingen in westelijk Noord-Brabant bestaan uit glimmerrijke, fijne zanden en kleien die onregelmatig afwisselen. De dikte van het pakket is niet nauwkeurig bekend, maar bedraagt waarschijnlijk enkele tientallen meters tot maximaal ca. 40 m. De bovenkant wordt gevormd door een eveneens glimmerrijke, zeer zware kleilaag, die enkele meters dik kan zijn, maar plaatselijk geheel of vrijwel geheel ontbreekt, zoals op veel plaatsen ten noorden van het dorp Wouw. De kleilaag ligt in een groot gebied rondom Wouw slechts op 1 à 4 meter onder het oppervlak. Zijn aanwezigheid is een van de belangrijkste oorzaken van het bijzondere hydrologische en van het daarmee samenhangende landbouwkundige en landschappelijke aspect van het gebied.

Direct onder de zeer zware kleilaag ligt een gelaagde afzetting, bestaande uit laagjes lichte klei en zeer fijn zand van meestal slechts enkele millimeters tot enkele centimeters dik. De totale dikte van deze gelaagde afzetting binnen de gehele II0-afzetting is niet bekend. Ook de ontstaanswijze van deze lagen en de afdekkende kleilaag is niet geheel duidelijk. Door de meeste onderzoekers die tot nu toe de kleilaag beschreven hebben (Tavernier, 1954; Van Liere, 1950; Veenenbos & Van der Knaap, 1953; Van Dorsser, 1956) werd aan een onder-pleistocene Maasafzetting gedacht. De Ploey (1961) denkt, in het licht van de onderzoekingen van Dricot (1961) meer aan een wadafzet-

Tabel 1. Geologisch overzicht van het Pleistoceen.

Holoceen *Holocene*	**Subatlanticum** *Subatlanticum* **Subboreaal** *Subboreal* **Atlanticum** *Atlanticum* **Boreaal** *Boreal* **Preboreaal** *Preboreal*			**zeeklei** *marine clay* **veen** *peat*
Boven-Pleistoceen *Upper Pleistocene*	**Weichselien** *Weichselian*	**Laat-Glaciaal** *Late Glacial*	**Jonge Dryastijd** *Late Dryas time* **Allerød-tijd** *Allerød time* **Vroege Dryastijd** *Early Dryas time* **Bølling-tijd** *Bølling time*	**Jonger dekzand II?** *Younger coversand II?* **Jonger dekzand I** *Younger coversand I*
		Pleni-glaciaal *Pleni-glacial*	**Boven-Pleniglaciaal** *Upper Pleniglacial*	**Ouder dekzand II (zwak en sterk lemig)** *Older coversand II (slightly and very loamy)* **Laag van Beuningen** *Beuningen Layer* **fluvio-periglaciale afzettingen** *fluvio-periglacial deposits*
			Midden-Pleniglaciaal *Middle Pleniglacial*	**Laag van Wouw** *Wouw Layer*
			Onder-Pleniglaciaal *Lower Pleniglacial*	**fluvio-periglaciale afzettingen** *fluvio-periglacial deposits*
		Vroeg-Glaciaal *Early Glacial*		
	Eemien *Eemian*			**humeuze laag bovenin onder-pleistocene klei** *Humous toplayer of Lower Pleistocene clay*
Midden-Pleistoceen *Middle Pleistocene*	**Saalien** *Saalian*			
	Holsteinien *Holsteinian*			
	Elsterien *Elsterian*			
	Cromerien *Cromerian*			
Onder-Pleistoceen *Lower Pleistocene*	**Menapien** *Menapian*	**Formatie van Sterksel** *Sterksel Formation*		**onder-pleistocene klei-(en estuarium?) afzettingen** *Lower Pleistocene clay (and estuarine?) deposits*
	Waalien *Waalian*		**Formatie van Kedichem** *Kedichem Formation*	
	Eburonien *Eburonian*			
	Tiglien *Tiglian*	**Formatie van Tegelen** *Tegelen Formation*	**Icanien** *Icanian*	
	Praetiglien *Praetiglian*			

Table 1. Geological scheme of the Pleistocene.

ting, afgedekt door een schorreklei. Deze wadafzetting zou dan zijn ontstaan in een tevoren door een rivier, i.c. de Maas, opgevulde inham van de zee. Het bovenste gedeelte van de II0-afzettingen lijkt echter in een aan getijden onderhevig estuarium te zijn gevormd, dat meestal zoet, soms echter brak water bevatte (Van Oosten, 1967). De gelaagde afzettingen komen vrijwel overeen met de estuariumafzettingen, zoals die door Zonneveld (1960) voor de Biesbos en door Sonneveld (1958) uit het Land van Heusden en Altena zijn beschreven. Ook de talrijke humeuze lagen, soms met veel houtresten en zelfs gehele boomstammen, pleiten voor een vorming in zeer ondiep water en maken afzetting in een zuiver marien milieu weinig waarschijnlijk.

2.2 Boven-Pleistoceen

2.2.1 Eemien

De bovenkant van de zware kleilaag is vaak sterk humeus of venig. Pollenanalytisch onderzoek wees uit dat deze vegetatiehorizont gedurende de Eemtijd werd gevormd (Van Oosten, 1967). Uit de lange periode tussen de afzetting van de zware kleilaag en het Eemien zijn geen afzettingen gevonden. Waarschijnlijk zal er erosie zijn opgetreden, aangezien de kleilaag vanaf de rijksgrens en zelfs verder zuidelijk in België (Kalmthout, Brecht, Oostmalle) tot aan het gebied van de jonge zeeklei, overal hoogstens enkele meters onder het maaiveld ligt. Het oppervlak helt over dit traject echter van ca. 20 m +NAP bij genoemde plaatsen in België en van ca. 15 m +NAP bij de rijksgrens tot 0 à 1 m +NAP op de grens met de jonge zeeklei. Een dergelijk hoogteverschil over zo korte afstand is voor een estuariumafzetting weinig aannemelijk. Het is echter niet volkomen zeker of de door De Ploey beschreven schorrekleiplaat uit de omgeving van Oost- en Westmalle en de zware kleilaag in het gebied van Wouw stratigrafisch samenhangen. Het is ook mogelijk, dat in dit op de grens van het Westnederlandse sedimentatiebekken en de noordflank van het Brabants massief liggende gebied een naar het noorden toenemende bodemdaling heeft plaatsgevonden. Maar het feit dat de kleilaag direct ten zuiden van het dorp Wouw op veel plaatsen enkele meters dik is en ten noorden vaak slechts enkele decimeters, duidt er toch wel op dat erosie (mede) een rol heeft gespeeld.

2.2.2 Onder- en Midden-Pleniglaciaal

De boven de humeuze laag liggende afzettingen dateren dus alle uit de laatste ijstijd, het Weichselien (Würm-ijstijd). Deze wordt tegenwoordig onderverdeeld in Vroeg-Glaciaal, Pleniglaciaal en Laat-Glaciaal. Het Pleniglaciaal wordt weer onderverdeeld in Onder-, Midden- en Boven-Pleniglaciaal. Uit het Onder-Pleniglaciaal wordt in dit gebied betrekkelijk weinig z.g. fluvio-periglaciaal materiaal aangetroffen. Het kan ten dele sterk verspoeld zand van eolische oorsprong zijn. Deze enkele decimeters tot hoogstens 1 m dikke, lemige, fijnzandige, gelaagde afzettingen komen vooral ten noorden van het dorp Wouw en in het westelijke deel van het bestudeerde gebied

Fig. 4. Geologische doorsnede door het gebied (voor de ligging zie fig. 2).

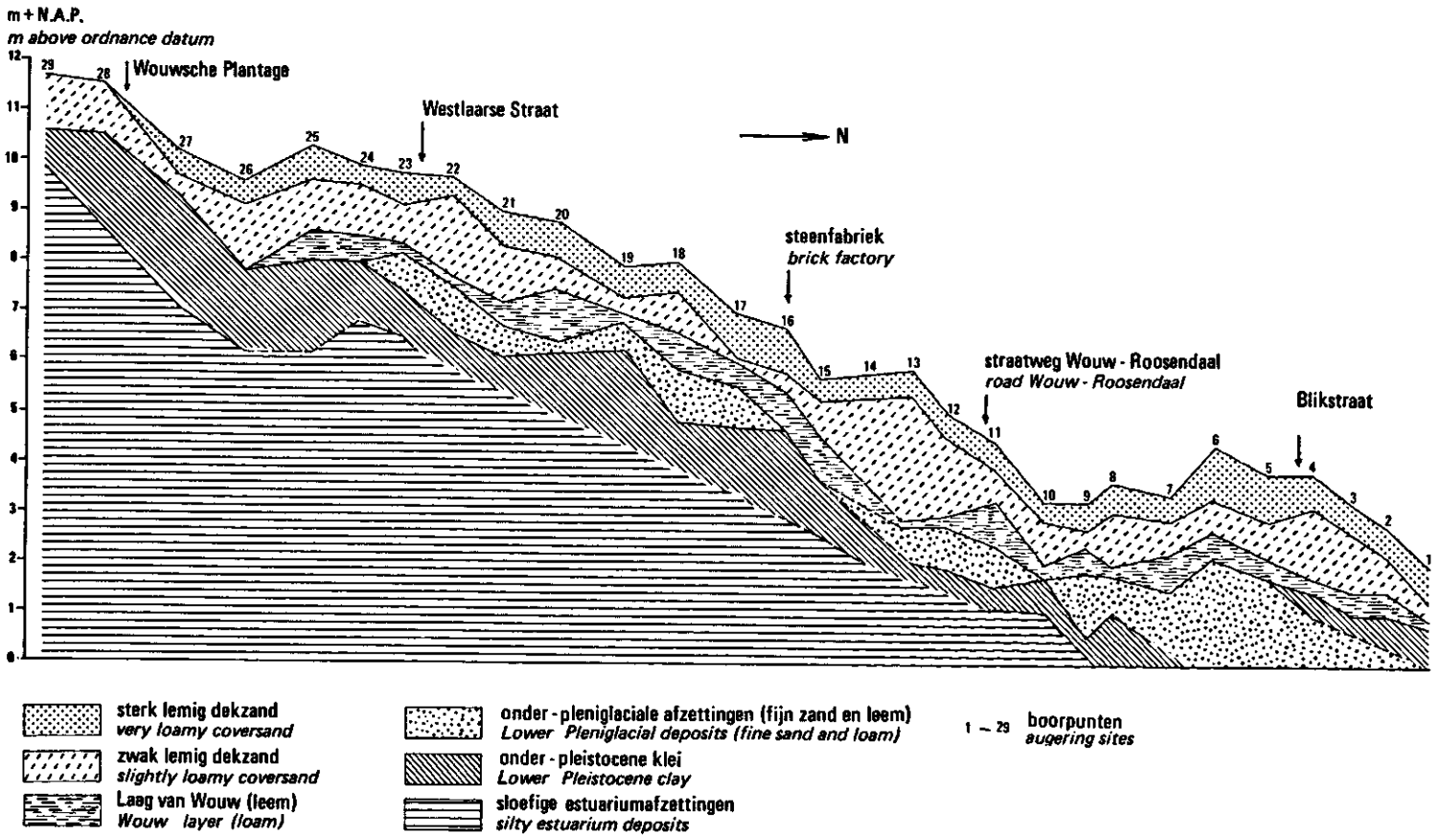


Fig. 4. Geological transect of the area (for site, see Fig. 2).

voor (fig. 4). Ten noorden van het dorp, aan weerszijden van de Spellestraat ligt tussen deze onder-pleniglaciale afzettingen en de zware onder-pleistocene klei een enkele decimeters dikke laag slappe, ongerijpte klei. Wijze en tijd van vorming zijn niet nader onderzocht.

Boven de fluvio-periglaciale afzettingen ligt over een grote oppervlakte een meestal enkele decimeters dikke, sterk kryoturbaat-vervormde vrij zware kleilaag. Bij ontbreken van de fluvio-periglaciale afzettingen rust deze laag direct op de onder-pleistocene klei. De vorming vond plaats in het Midden-Pleniglaciaal (Van der Hammen et al., 1967). Deze zeer kenmerkende laag, die in een groot deel van westelijk Noord-Brabant is te vinden, werd reeds eerder als de 'Laag van Wouw' beschreven (Van Oosten, 1967). Direct onder de Laag van Wouw ligt plaatselijk een dunne laag matig fijn tot matig grof zand met grindjes. Het betreft waarschijnlijk een eveneens uit het Midden-Pleniglaciaal daterende, fluviatiele afzetting van plaatselijke waterstroompjes. Door kryoturbate vervorming is de Laag van Wouw vrijwel overal met dit zand vermengd.

2.2.3 Boven-Pleniglaciaal

Tijdens het Boven-Pleniglaciaal werd door de wind het z.g. Oudere dekzand afgezet. Van den Akker et al. (1964) en Hamming et al. (1965) beschreven in Overijssel twee soorten dekzand die door hen resp. niet lemig en lemig Ouder dekzand werden genoemd. Door Van der Hammen et al. (1967) werd hiervoor later de onderscheiding Ouder dekzand I en II ingevoerd. Volgens nieuwere onderzoekingen kan het Oudere dekzand I wegens de sterke fluviatiele inslag beter als fluvio-periglaciale afzetting worden aangeduid. Aan de basis van het Oudere dekzand II werd elders in Nederland de z.g. Laag van Beuningen aangetroffen, een tot enkele decimeters dikke laag matig grof, fluviatiel zand met grindjes. In het gebied van Wouw ligt hier en daar boven de Laag van Wouw een dunne laag matig grof, grindrijk zand, die hoogstwaarschijnlijk wel als Laag van Beuningen mag worden beschouwd. Door uitspoeling en/of uitblazing is van dit laagje (bij ontbreken van de Laag van Wouw wellicht tevens van het hieronder voorkomende, matig fijne tot matig grove zand) vaak slechts een grindvloertje overgebleven. Dit is vrijwel overal in het gebied aanwezig. Op sommige plaatsen werden vrij dikke lagen matig grof zand met een kris-kras gelaagdheid aangetroffen, vooral op de hellingen naar de beekdalen, zoals bij Den Akker op de helling naar de Smalle Beek, waar het plaatselijk in diepe afwateringsgreppels is ontsloten. Ook dit zand zal wel tot de Laag van Beuningen mogen worden gerekend.

Fluvio-periglaciaal zand uit het Boven-Pleniglaciaal komt in dit gebied waarschijnlijk weinig voor. Op veel plaatsen ligt het grindvloertje direct op de Laag van Wouw. Het plaatselijk ertussen aanwezige dunne laagje matig fijn zand behoort mogelijk tot de fluvio-periglaciale afzettingen. Door Vogel & Van der Hammen (1967) werden echter zandafzettingen uit het Boven-Pleniglaciaal beschreven, die ouder zijn dan de laatstgenoemde afzettingen.

Door kryoturbate vervorming met de Laag van Wouw zijn het al of niet aanwezig

zijn en de stratigrafische ligging van het matig fijne zand vaak moeilijk vast te stellen. De dikke laag zeer fijn, leemarm zand, die onder het Oudere dekzand II op de hoge kop van De Besterd wordt aangetroffen (zie 3.3.3.2 en fig. 8B), mag waarschijnlijk tot het zo juist genoemde fluvio-periglaciale zand worden gerekend. Weliswaar ontbreekt hier een grindvloertje aan de onderzijde van het Oudere dekzand II, maar gezien de hoge ligging is de afwezigheid van de (fluviatiele) Laag van Beuningen wel verklaarbaar.

Het Oudere dekzand II bestaat grotendeels uit zwak tot sterk lemig materiaal. Op sommige plaatsen is duidelijk een driedeling aanwezig. Onderin bevindt zich dan een dunne laag vrij homogeen, zeer fijn en soms onduidelijk gelaagd, leemarm zand. Hierboven ligt zwak lemig, duidelijk gelaagd zand, bestaande uit een afwisseling van enkele millimeters tot ca. 0,5 cm dikke, zandige en lemige laagjes. Dit gedeelte komt overeen met het door talrijke onderzoekers (Vink, 1949; Van der Hammen, 1956b; Edelman, 1951) beschreven 'typische' Oudere dekzand elders in Nederland. Op dit zwak lemige gedeelte komt een gemiddeld 60 cm dik pakket sterk tot zeer sterk lemig zand voor. Het ligt over een grote uitgestrektheid aan het oppervlak, zowel in Wouw als op talrijke plaatsen elders in westelijk Noord-Brabant en waarschijnlijk ook hier en daar in andere dekzandgebieden. Dit sterk lemige zand is geen afzonderlijke afzetting; het moet als een eindfase van de oude dekzandvorming worden beschouwd. Er is daardoor geen scherpe grens met het onderliggende zwak lemige zand.

Tegen het eind van het Boven-Pleniglaciaal, toen reeds een geringe klimaatsverbetering begon, werd de fijne fractie van het verstoven zand niet meer, zoals voorheen, hoog door de lucht weggevoerd, maar door de geringere windsnelheid op korte afstand van het brongebied weer afgezet (Crommelin, 1965). Door de aanwezigheid van de estuariumafzettingen in de diep ingesneden beekdalen was in dit gebied bovendien veel fijn materiaal beschikbaar. De gebieden waar we momenteel het sterk lemige zand aantreffen, konden dit fijne materiaal blijkbaar goed vasthouden, doordat op geringe diepte de slecht doorlatende kleilagen voorkwamen, waardoor deze plaatsen lang nat bleven en de dichtste vegetatie van het nog schaars begroeide landschap hadden. Hernieuwde verplaatsing zal, ook na het afsterven van de vegetatie in de winter, sterk belemmerd zijn, doordat de bovengrond een groot deel van het jaar vochtig bleef. Er is bij deze sterk lemige gronden dus een oorzakelijk verband tussen hun voorkomen enerzijds en de opbouw van de ondergrond en de waterhuishouding anderzijds.

De dikte van de totale dekzandafzettingen wisselt sterk. De hoge ruggen tussen de beekdalen bestaan voor een groot deel uit Ouder dekzand. De dikte kan hier 2 à 3 m bedragen. In lagere delen van het landschap varieert de dikte tussen 1 en 1,5 m. Op de hellingen naar de beekdalen wordt de dikte geleidelijk nog minder; plaatselijk kan het dekzand onderaan de helling vrijwel ontbreken (zie fig. 14). Waarschijnlijk is het door erosie verdwenen. Omdat door bodemvorming bovenin het profiel meestal geen gelaagdheid meer voorkomt, is het vooral bij een geringe dikte van het pakket en bij ontbreken van de Laag van Beuningen, moeilijk vast te stellen of we met Ouder dekzand II of met fluvio-periglaciaal zand te maken hebben en of de onderste twee zones van het Oudere dekzand II al dan niet aanwezig zijn. In fig. 4 en 14 is daarom alleen de laag sterk lemig dekzand aan het oppervlak afzonderlijk aangegeven.

De verbreiding van het sterk lemige dekzand is op de bodemkaart af te lezen (zie bijlage). Naar het oosten neemt de dikte geleidelijk af. Het ontbreekt eerst alleen op de hoge kopjes, zodat daar zwak lemig dekzand aan het oppervlak ligt. Aan de uiterste oostrand van het gekarteerde gebied ontbreekt het vrijwel geheel. In het westen ligt nog een smalle strook sterk lemig dekzand aan de westzijde van de Herelse Straat, buiten het gekarteerde gebied. Alleen rondom het dorp Heerle komt zwak lemig dekzand en zelfs een kleine oppervlakte leemarm dekzand al ten oosten van genoemde straat voor. Naar het noorden duikt het sterk lemige dekzand weg onder de jonge zeeklei. In een aantal laagten is de klei verder naar het zuiden afgezet (zie bodemkaart); de grens met het dekzand is daar vrij scherp. Over het algemeen wigt de klei echter geleidelijk uit over het hier zeer sterk lemige zand (tot meer dan 45% fractie kleiner dan 50 μm). Waar de kleilaag zo dun was, dat hij geheel in het bouwlanddek is opgenomen, kon hij niet op de bodemkaart worden aangegeven. Dit was pas mogelijk, waar onder het bouwlanddek nog een onverwerkte kleilaag voorkomt, waarvan de grauwe kleur duidelijk afsteekt tegen het wat gelere zand. Soms is dan de oude, humushoudende bovengrond van het zand nog vrijwel ongestoord onder deze kleilaag aanwezig.

Het sterk lemige dekzand is nergens in het gebied bedekt door Jonger dekzand. Waarschijnlijk valt dit te verklaren uit de dichtere (toendra)vegetatie op de sterk lemige gronden in het Laat-Glaciaal. Het in die tijd dicht langs het oppervlak verplaatste zand werd aan de rand van dergelijke gebieden tegengehouden. Daardoor reikt het Jongere dekzand (waarschijnlijk Jonger dekzand I) vanuit het westen slechts tot even voorbij Heerle (het leemarme dekzand van de bodemkaart). Het rust daar direct op zwak lemig Ouder dekzand. Slechts op enkele plaatsen elders in westelijk Noord-Brabant, namelijk aan de rand van de hoge zandgronden ten noordoosten van Bergen op Zoom, zijn dikke afzettingen Jonger dekzand enkele tientallen meters over sterk lemig dekzand geschoven.

2.3 Holoceen

In de beekdalen, vooral in het noordelijke deel van de Smalle Beek, komen dikke lagen zeggeveen voor. Zoals uit het pollendiagram (fig. 5) blijkt, begon de veenvorming hier al tegen het einde van het Preboreaal en ging zij door tot in het Subatlanticum. Wellicht eindigde de veengroei pas door de ontginning van het gebied. Naar het noorden vormt het veen één geheel met het onder de zeeklei aanwezige veen, dat deel uitmaakt van het grote veengebied dat zich voor de afzetting van de zeeklei tot in Zeeland uitstrekte (Hollandveen). De zuidrand van dit veen ligt iets noordelijker dan de zuidrand van de zeeklei. Over een afstand van enkele honderden meters rust de zeeklei dan ook direct op zand. Overigens is de overgang van veen naar zand niet scherp, omdat de bovengrond in het zandgebied geleidelijk veniger wordt naarmate het terrein naar het noorden lager ligt. Ook heeft het veen zich eertijds geleidelijk naar het zuiden uitgebreid, waardoor onder het veen nog venige humuspodzolen worden aangetroffen.

De jongste afzettingen in het gebied zijn de zeeklei- en de beekafzettingen. Tot vele

Fig. 5. Pollendiagram van veen uit het dal van de Smalle Beek bij Zure Maden.

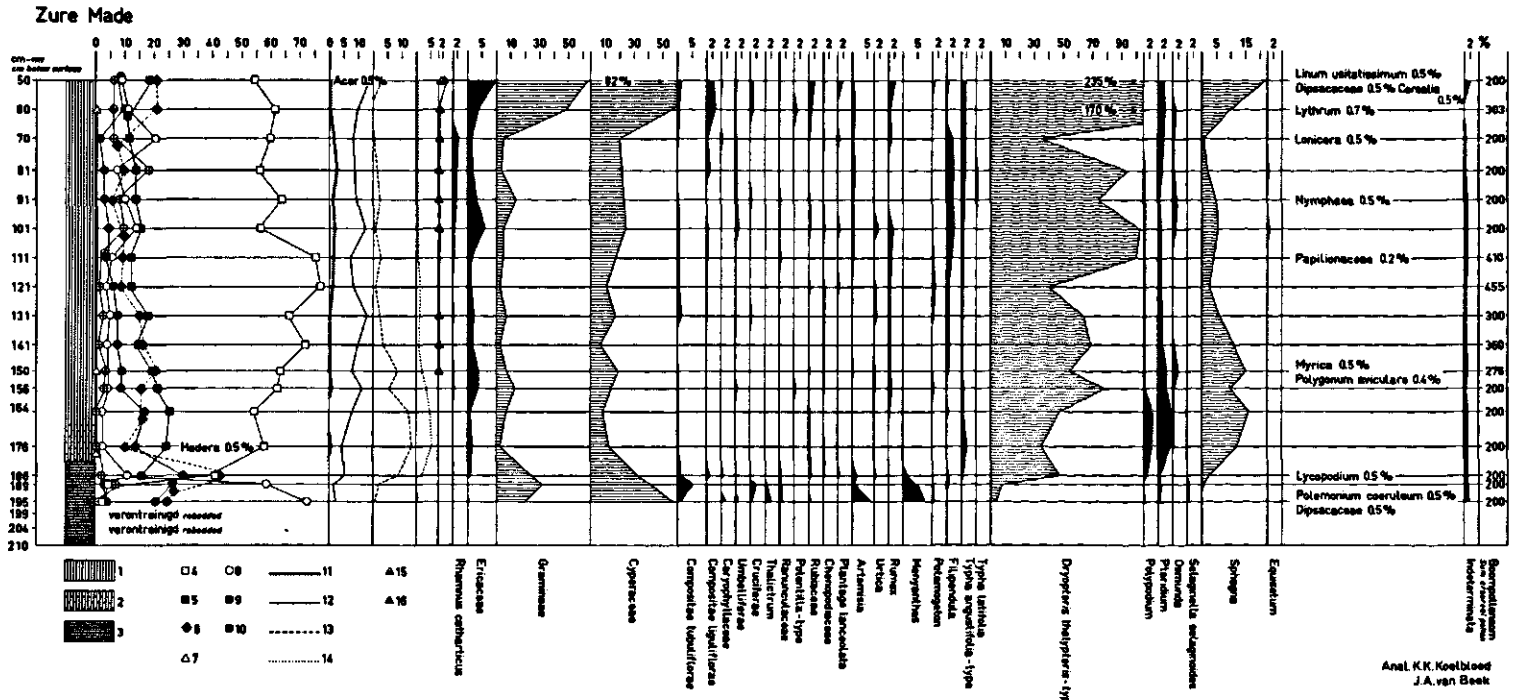


Fig. 5. Pollen distribution in peat from the valley of the Smalle Beek at Zure Maden.

kilometers noordwaarts kon in de zeeklei slechts één afzetting worden vastgesteld. Zoals in hoofdstuk 5 wordt besproken, moet dit waarschijnlijk een afzetting van de Duinkerke III-transgressiefase (Postkarolingische afzettingen) zijn. De op vele plaatsen nog aanwezige humushoudende bovengrond van het overstroomde zandgebied wijst er op dat althans daar, aan de rand van het overstromingsgebied, deze transgressiefase een rustig verloop moet hebben gehad. In lagere delen van het zandgebied drong het zeewater wat verder naar het zuiden door. De klei ligt daar tussen hogere zandkoppen, hetgeen op de bodemkaart duidelijk te zien is. Zoals al in 2.2.3 werd vermeld is de uiterste zuidgrens van de klei-afzetting met het zeer sterk lemige zand moeilijk vast te stellen. Hetzelfde geldt voor de grens tussen de zeeklei en de sterk lemige of vaak wat kleiige jonge beekafzettingen boven het veen in de beekdalen, die vaak moeilijk te onderscheiden zijn van de jonge zeeklei.

3 De bodem

3.1 Inleiding

Het hoge siltgehalte en het voor dekzanden vrij hoge lutumgehalte van het zand dat in het gebied van Wouw aan het oppervlak ligt, hebben de bodemvorming hier op specifieke wijze beïnvloed. Ook de afwijkende waterhuishouding (zie hoofdstuk 4) heeft hiertoe bijgedragen, gedeeltelijk via een invloed op de oorspronkelijke vegetatie.

In vrijwel het gehele gebied is een 40 à 50 cm dikke, humushoudende bovengrond aanwezig. Alleen ten zuiden en zuid-oosten van het dorp Wouw en op enkele kleine plekken elders bedraagt de dikte meer dan 50 cm. Vaak is in deze bovengrond een duidelijke twee- of driedeling zichtbaar. De bovenste laag is op een aantal plaatsen lichter gekleurd en iets bruiner dan elders in het gebied. De eronder liggende laag is dan opvallend licht bruingrijs tot grijsbruin en vaak sterk gevlekt.

De humushoudende bovengrond rust òf direct op de lichtgekleurde ondergrond (soms via een dun, grijs overgangslaagje) òf op een B2- en/of B3-horizont van een humuspodzol. In enkele hoge delen van het gebied werd een moderpodzol-B-horizont aangetroffen; op deze plaatsen is de kleur van de bovengrond iets bruiner. Er is reden om aan te nemen, dat ook daar waar de bovengrond direct op de lichtgekleurde ondergrond rust, meestal een humuspodzol aanwezig is geweest, maar dat dit geheel of op spaarzame resten van de B3-horizont na, in het cultuurdek is verwerkt.

In de lichtgekleurde, fletsgele ondergrond onder de podzol-B-horizont of direct onder de humushoudende bovengrond komen verspreide kleine roestvlekjes en soms wat zachte tot harde concreties voor. Hieronder ligt in vrijwel het gehele gebied een als 'vlammenhorizont' aangeduide zone, waarin bruingekleurde delen voorkomen afgewisseld door onregelmatige, bleke vlekken, begrensd door grillige, felgekleurde roestbanden en -vlammen. De vlammenhorizont is meestal gevormd in (de resten van) een z.g. banden B-horizont. Deze bestaat uit één of meer bruine banden met een hoger lutum- en ijzergehalte dan de rest van het profiel.

In de beekdalen ontbreken de podzolen. De matig dikke (30 – 50 cm) of dikke (meer dan 50 cm), humushoudende bovengrond rust hier direct op een sterk roestige ondergrond. In een gedeelte van het dal van de Smalle Beek is veen aanwezig, al dan niet bedekt door een laag jonge (beek)klei.

Op de bodemkaart, die in paragraaf 3.2 zal worden besproken, is de bodemvorming in de ondergrond (de banden-B- en de vlammenhorizont) niet weergegeven. Gezien de onregelmatige opbouw en het vaak grillige verloop op korte afstand van deze horizonten, was het aantal boringen hiertoe onvoldoende.

In de nu volgende paragrafen zullen eerst de opzet en de indeling van de bodemkaart worden behandeld. Vervolgens zullen de humushoudende bovengrond, de podzol-B-horizont en de vlammenhorizont worden besproken. Aangezien de vrijwel uitsluitend als grasland gebruikte gronden in de beekdalen (lage dikke eerdgronden, beekeerdgronden en veengronden) niet karakteristiek voor het gebied zijn en overeenkomen met dit soort gronden elders, blijven deze verder onbesproken.

Om de bodemkundige gesteldheid van het gebied zo goed mogelijk weer te geven, was het nodig enigszins af te wijken van het Systeem van bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker & Schelling, 1966). Zo worden humuspodzolgronden en moderpodzolgronden onderscheiden op grond van het voorkomen van een B-horizont, waarin de humuscomponent hoofdzakelijk uit resp. amorfe of uit moderhumus bestaat, zonder dat deze horizonten voldoen aan de stringente eisen die hieraan in het Systeem van bodemclassificatie worden gesteld. In deze studie omvatten de humuspodzolgronden dus niet alleen gronden met een *duidelijke* podzol-B-horizont maar ook gronden met een zwak ontwikkelde of ondiepe podzol-B-horizont, die in het Systeem van bodemclassificatie bij de (goor)eerdgronden zouden worden ingedeeld. Bovendien worden in deze studie, bij de dikke eerdgronden en de humuspodzolgronden, de wat bruinere gronden met de bruingrijze tot grijsbruine tussenlaag in de humushoudende bovengrond apart onderscheiden (symbolen Eb en cHb).

3.2 De bodemkaart

Vrijwel het hele, sterk lemige dekzandgebied rondom het dorp Wouw is op de bodemkaart weergegeven (zie bijlage). Als begrenzing zijn merendeels wegen, waterlopen e.d. gekozen en wel in het westen de Herelse Straat, Westlaarse Straat en Weststraat, in het zuiden de Zoomweg, Plantagebaan en Heistraat, in het oosten het vervolg van laatstgenoemde straat, de Westlaarse Straat-Warbergsestraat, de Rissebeek, de spoorlijn, het Holle Wegje en de Roosendaalsestraat, in het noorden de Biezenweg, Brandse Weg en Prinsebossenweg tot de Herelse Straat.

Bij de indeling van de zandgronden (tabel 2) werd in dit gebied een onderscheid gemaakt in gronden met een humushoudende bovengrond dikker dan 50 cm (dikke eerdgronden) en gronden met een dunnere humushoudende bovengrond. Bij de laatste ligt direct onder de bovengrond een humuspodzol (humuspodzolgronden) óf de 30 – 50 cm dikke humushoudende bovengrond rust direct op de licht gekleurde ondergrond (matig dikke eerdgronden). Bij de matig dikke eerdgronden wordt een roestige, geelgrijze, humusarme ondergrond (beekeerdgronden) aangetroffen of een geelgrijze, humusarme ondergrond waarin roest (althans over de eerste 30 cm) ontbreekt (goor-eerdgronden). Een nadere indeling werd in de zandgronden gemaakt naar de textuur van de bovenste 30 cm (tabel 3) en naar de waterhuishouding. Op de bodemkaart geeft het eerste cijfer achter de lettercode de waterhuishouding aan, het tweede de textuur.

De bovengenoemde zandgronden beslaan het grootste deel van het gekarteerde gebied. Een kleine oppervlakte wordt ingenomen door gronden (1) met minder dan 40

Tabel 2. De zandgronden van de bodemkaart, ingedeeld naar dikte van de bovengrond, ligging ten opzichte van het grondwater en kleur van de bovengrond.

Dikte van de bovengrond Thickness of A-horizon	> 50 cm			30 – 50 cm		< 30 cm
Ligging t.o.v. grondwater Relation to watertable	hoog distant		laag close	–	–	–
Kleur van bovengrond Colour of surface layer	licht light	donker dark	donker dark	licht light	donker dark	–
Dikke eerdgronden Thick earth soils	Eb	Ez	Eg	–	–	–
Podzolgronden Podzols	–	–	–	cHb	cHz	H
Beekeerdgronden 'Beek' earth soils	–	–	–	–	cZg	–
Gooreerdgronden 'Goor' earth soils	–	–	–	–	cZn	–

Table 2. Sandy soils of the soil map classified according to thickness of A-horizon, distance down to watertable and colour of surface layer.

Tabel 3. De textuurklassen van de zandgronden.

Percentage van de fractie < 50 µm Percentage of fraction < 50 µm	Naam Name	Cijfercode Digit
< 10	leemarm zand/loam-poor sand	1
10 – 17,5	zwak lemig zand/slightly loamy sand	2
17,5 – 35	sterk lemig zand/very loamy sand	3
35 – 50	zeer sterk lemig zand/extremely loamy sand	4

Table 3. The textural classes of the sandy soils.

cm veen of venig materiaal aan of nabij het oppervlak (moerige gronden, code W), (2) met meer dan 40 cm veen of venig materiaal tussen 0 en 80 cm (veengronden, code V) en (3) met meer dan 40 cm (door de zee afgezet) materiaal met meer dan 8% lutum aan het oppervlak (zeekleigronden, code Mz).

De *dikke eerdgronden* hebben een humushoudende bovengrond van meer dan 50 cm dikte. Ze worden onderverdeeld in hoge en lage dikke eerdgronden naar het al dan niet voorkomen van roest in de bovengrond en naar de aard van de ondergrond. De hoge dikke eerdgronden hebben vrijwel nooit roest in de bovengrond, maar hebben wel een humus- of moderpodzol of de resten ervan in de ondergrond. Hun grondwater-

klasse is 1, 2, 3, 4 of 5. (De indeling in grondwaterklassen wordt in het laatste deel van deze paragraaf behandeld.) Bij de lage dikke eerdgronden komt in het onderste deel van de humushoudende bovengrond of in de gehele bovengrond roest voor. Ze liggen in de beekdalen of grenzen eraan en zijn ontstaan door ophoging van beekeerdgronden. Hun grondwaterklasse is 5, 6, 7 of 8.

De hoge dikke eerdgronden worden nog nader onderverdeeld in licht gekleurde en donkere, hoge dikke eerdgronden. De licht gekleurde hebben de in 3.1 vermelde lichter gekleurde tussenlaag in de humushoudende bovengrond, die gepaard gaat met de wat bruinere oppervlaktelaag; bij de donkere ontbreekt deze.

Bij de *humuspodzolgronden* komt onder de humushoudende bovengrond een podzolprofiel voor of althans resten ervan. Bij het overgrote deel van deze gronden is de humushoudende bovengrond matig dik (30 – 50 cm). Alleen in de zuidwesthoek van het gebied ligt een kleine oppervlakte gronden met een humushoudende bovengrond van slechts 20 – 30 cm. Ook bij de matig dikke podzolgronden is evenals bij de dikke eerdgronden onderscheid gemaakt in licht en donker gekleurde gronden.

Bij de *matig dikke eerdgronden* ligt de 30 – 50 cm dikke humushoudende bovengrond direct op de geelgrijze, humusarme ondergrond. Bij de beekeerdgronden is direct onder de humushoudende bovengrond roest aanwezig, bij de gooreerdgronden ontbreekt deze, althans in de eerste 35 cm.

De gooreerdgronden zijn in het gebied van Wouw waarschijnlijk grotendeels vergraven, eertijds bijzonder ondiep ontwikkelde humuspodzolen. Ze komen alleen nabij de noordgrens van het gebied voor. Er is bij deze gronden niets meer van het vroegere podzolprofiel terug te vinden.

De *moerige gronden* liggen als talrijke kleine en enkele grote oppervlakten verspreid en wel overwegend in nog in het terrein zichtbare laagten, die vóór de ontginning door vennen werden ingenomen. Het oppervlak bestond oorspronkelijk uit een venige bovengrond (15 – 22% humus) of een dunne veenlaag. Deze werden overdekt met een dunne laag zand, waarbij de oude bovengrond al dan niet werd doorgewerkt. Bijna overal komt in de ondergrond een humuspodzol voor (code zWp). Op een enkele plaats ontbreekt dit en rust de bovengrond direct op de geelgrijze, roestige ondergrond (code zWz).

Veengronden worden alleen aangetroffen in het dal van de Smalle Beek. Op de kaart is aangegeven of het veen tot dieper dan 120 cm doorgaat (code Vc of .Vc) òf tussen 40 en 120 cm overgaat in zand (code Vz of .Vz). Bovendien wordt in beide gevallen onderscheid gemaakt tussen gronden met een bovengrond van vrijwel zuiver, weinig veraard veen (code Vc of Vz), gronden met een bovengrond van humusrijke tot venige klei (code kVc of kVz) en gronden met een bovengrond van humeus zand (code zVc of zVz), dat ter versteviging van de zode door de mens is opgebracht. Naar het zuiden wordt het veen bedekt door een laag jonge (beek)afzettingen. Waar het veen dieper dan 40 cm, maar ondieper dan 80 cm begint, is dit op de bodemkaart aangegeven met signatuur v en met de toevoeging v achter de code.

Een kleine oppervlakte *zeekleigronden* ligt in het noorden nog binnen de begrenzing van het gekarteerde gebied. De klei wigt uit over het dekzand en is in de beekdalen het

verst naar het zuiden doorgedrongen. Waar de kleilaag dunner dan 40 cm is, werd dit met een arcering en met toevoeging k voor de code van de onderliggende zand- of veengrond op de bodemkaart aangeduid.

Omdat de waterhuishouding zowel bodemkundig als landbouwkundig in het gebied van Wouw een grote rol speelt en daardoor in belangrijke mate heeft bijgedragen bij het tot stand komen van het landschapsbeeld, is deze op de bodemkaart met een vrij groot aantal grondwaterklassen[1] aangegeven (eerste cijfer achter de lettercode). Wegens de overwegend zeer diepe zomergrondwaterstanden (zie hoofdstuk 4), is de indeling hoofdzakelijk gebaseerd op het gemiddelde van de 3 à 5 hoogste winterstanden over een groot aantal jaren (GHG). De gronden waarin het grondwater in de winter vrijwel tot aan het oppervlak reikt (GHG ondieper dan 20 cm), maar waarbij de gemiddeld laagste (zomer)grondwaterstand (GLG) nog belangrijke verschillen vertoont, zijn naar de GLG ingedeeld (tabel 4).

Daar deze indeling gebaseerd is op gemiddelde standen, zal het duidelijk zijn, dat het werkelijke grondwaterpeil soms belangrijk kan afwijken van de aangegeven waarden. Dit geldt zowel voor bepaalde natte of droge jaren als voor uitschieters in één bepaald jaar. In sommige jaren kan de gemiddeld hoogste grondwaterstand (en ook de gemiddeld laagste) gemakkelijk 10 cm hoger of lager dan de gegeven gemiddelden zijn, in extreem natte of droge jaren nog wel meer. Ook in 'normale' jaren kan het grondwater gedurende korte tijd aanzienlijk boven de gemiddeld hoogste of onder de gemiddeld laagste stand staan. Zo kan bij klasse 5 het grondwater gedurende korte tijd

Tabel 4. Indeling naar grondwaterklassen.

Gem. hoogste grondwaterstand (cm) Mean highest watertable (cm)	Gem. laagste grondwaterstand (cm) Mean lowest watertable (cm)	Grondwaterklasse Groundwater class	Grondwatertrap van bodemkaart van Nederland 1:50000 Watertable class in Soil Map of the Netherlands (1:50000)
> 90 à 100	> 150	1	VII
70 - 90 à 100	> 150	2	VII
50 - 70	> 150	3	VI
35 - 50	> 150	4	V (grotendeels/the greater part)
20 - 35	> 150	5	V
< 20	> 120	6	V
< 20	80 à 90 - 120	7	III
< 20	< 80 à 90	8	II

Table 4. Classification according to groundwater classes. Mean highest and mean lowest watertables are the averages of the 3 most extreme values in a year averaged over many years.

1. De term 'grondwaterklasse' is hier gebruikt ter onderscheiding van de indeling in 'grondwatertrappen' op de kaartbladen van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000.

zelfs tot aan het maaiveld reiken.

Een deel van de gronden van het gebied van Wouw, vooral met grondwaterklasse 5, is gedraineerd. De toppen van de grondwaterstanden worden hierdoor echter slechts weinig verlaagd. De voornaamste invloed van deze drainage is, dat de duur van de hoogste standen belangrijk wordt verkort. Hierdoor daalt de gemiddeld hoogste grondwaterstand wel enigszins, maar voor zover hierover waarnemingen zijn gedaan, waren er geen aanwijzingen, dat door drainage veel gronden naar een 'drogere' grondwaterklasse verschoven.

3.3 Bodemvorming

In deze paragraaf zullen enkele belangrijke aspecten van de bodem van het gebied besproken worden, zoals de humushoudende bovengrond met de 'grijze' tussenlaag, de humus- en de moderpodzolen en de vlammenhorizont.

Ten behoeve van het onderzoek werden analyses uitgevoerd betreffende het humusgehalte, de korrelgrootteverdeling, het ijzer- en het aluminiumgehalte. Het ijzergehalte werd bepaald met natrium-dithioniet volgens Mehra & Jackson (1960) en met 10% HCl.Met eerstgenoemde methode wordt getracht een indruk te krijgen van het ijzer dat in de humus en in min of meer amorfe of goed gekristalliseerde vorm, als 'gehydrateerd' ijzeroxyde (gemakshalve verder ijzeroxyde genoemd) voorkomt. Met 10% HCl wordt eveneens het in deze vorm aanwezige ijzer bepaald samen met het ijzer in de gemakkelijk aantastbare (verweerbare) mineralen, waaronder de kleimineralen. Aldus kan inzicht worden verkregen in de hoeveelheid door verwering vrijgekomen (nadien al dan niet verplaatst) ijzer en in de totale hoeveelheid ijzer die door verwering kan vrijkomen.

Van de vlammenhorizont werd een aantal slijpplaten voor micromorfologisch onderzoek vervaardigd. De voorlopige resultaten van dit onderzoek werden in een reeds eerder gepubliceerd artikel verwerkt (Van Oosten et al., 1974). In paragraaf 3.3.3.2 zal hier wat uitvoeriger op worden ingegaan. Bij de beschrijving van de micromorfologische verschijnselen wordt de terminologie van Brewer (1964) aangehouden.

3.3.1 De humushoudende bovengrond

In het gehele gebied met sterk lemig zand is een 40 – 50 cm dikke en gedeeltelijk een 50 – 70 cm dikke, humushoudende bovengrond aanwezig. Waar de dikte meer dan 50 cm bedraagt, mogen we wel aannemen dat een deel van de humushoudende bovengrond door ophoging met potstalmest is ontstaan. Hierop wijst eveneens de ligging van deze gronden rondom de oude woonkernen. Waar de dikte minder dan 50 cm bedraagt, heeft waarschijnlijk ook enige ophoging plaatsgevonden, maar indien we het oorspronkelijke bodemprofiel, dat helaas nergens meer aanwezig is, proberen te reconstrueren, kan van de 40 à 45 cm dikke bovengrond hoogstens 10 à 15 cm door ophoging zijn ontstaan. De oorzaak van deze geringe ophoging, vergeleken met oude bouwlanden elders in het zandgebied, wordt in hoofdstuk 5 besproken.

Fig. 6. Procentuele verdeling van helderheid (value) + kleurkracht (chroma) van de bouwvoor van 44 zwak lemige of leemarme zandgronden en 52 sterk lemige zandgronden uit het gebied van Wouw, met basiskleur (hue) 10 YR.

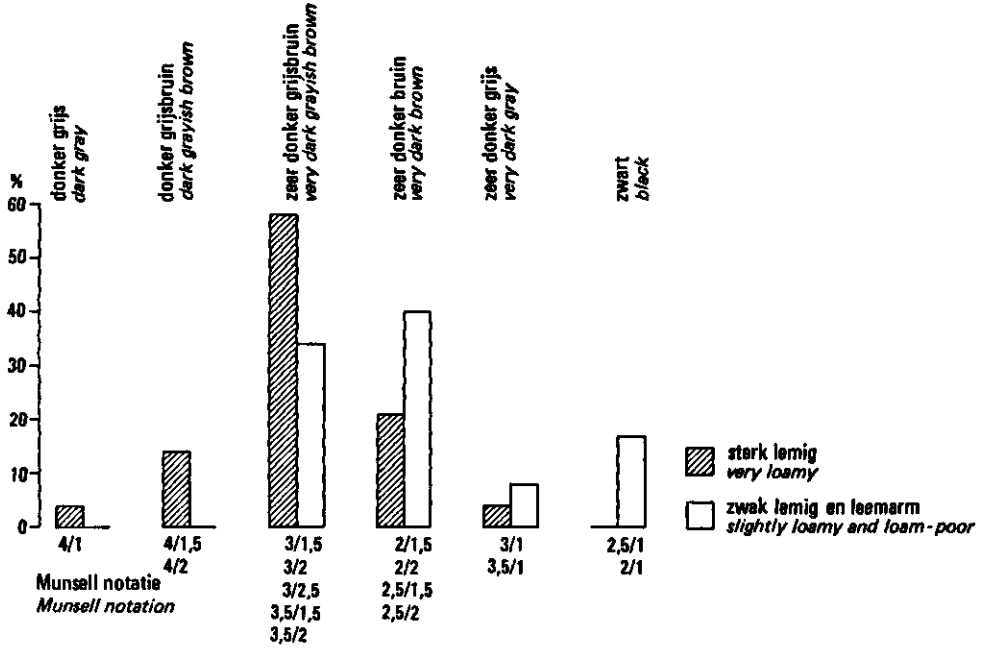


Fig. 6. Percentage distribution of value and chroma of the surface layer of 44 slightly loamy or loam-poor sand soils and 52 very loamy sand soils in the Wouw region, with hue 10 YR.

In het verleden werd soms over 'de zwarte gronden van Wouw' gesproken. De kleur van de bovengrond is echter eerder lichter in plaats van donkerder dan van de bouwlanden elders op de zandgronden. In fig. 6 wordt de kleur van de bovengrond in twee willekeurig gekozen raaien door het gebied, op een tijdstip dat de hoger liggende gronden ongeveer een vochtspanning van pF 2,1 hadden (zie 4.4), vergeleken met die van een aantal gronden met dunne en dikke ophogingsdekken elders. Bij de sterk lemige gronden blijkt het accent duidelijk op de hogere helderheid te liggen. De foutieve indruk van de kleur van de gronden in het gebied van Wouw is ontstaan, doordat deze gronden in het voorjaar lang nat blijven. Elders begint de bovengrond dan reeds enigszins op te drogen, waardoor deze een grijzere tint krijgt. Tegen de tijd dat ook in het gebied van Wouw de gronden droger worden, staat overal het gewas zo hoog, dat een kleurverandering nauwelijks opvalt. Het verschijnsel van de schijnbaar donkerder bovengrond komt op alle sterk lemige gronden voor (Van Oosten, 1971).

Bij de 'bruinere' gronden (cHb en Eb) is op veel plaatsen in de bovengrond duidelijk de al eerder genoemde driedeling waar te nemen. Onder een 25 à 30 cm dikke, egaal gekleurde, zeer donker grijsbruine (10 YR 3/1,5) bovenlaag volgt een lichter gekleurde, zwak tot sterk heterogene laag. De grens tussen beide lagen is meestal scherp en vrij regelmatig. De lichtere laag varieert sterk in dikte en uiterlijk. De dikte bedraagt ge-

middeld 8 – 15 cm, maar door de vaak geleidelijke en vooral onregelmatige overgang naar de onderste laag is meestal geen nauwkeurige dikte aan te geven. Er is gewoonlijk een afwisseling van zeer donker grijsbruine tot grijsbruine plekken (10 YR 3 – 5/2 – 2,5) met geelbruine tot licht geelbruine (10 YR 5 – 6/4). Bovenin overheersen soms de lichtere, meer naar beneden de donkere delen. Het humusgehalte bedraagt ca. 2% of minder, tegenover gemiddeld 4% van de bovenste laag. Door de toename van de donkere delen naar beneden ontstaat de geleidelijke overgang naar de 5 – 15 cm dikke onderste laag. Het aantal lichtere plekken is hierin aanzienlijk minder. De donkere delen verschillen soms nauwelijks in kleur met die in de lichtere tussenlaag; op veel plaatsen zijn ze echter duidelijk donkerder en wekken dan de indruk van een vergraven oude oppervlaktelaag of van de bovenkant van een B-horizont. De ondergrens is in overeenstemming hiermee veelal scherp, maar zeer onregelmatig.

De karakteristieke, lichtere tussenlaag komt vooral voor in enkele min of meer langgerekte stroken dicht langs de beekdalen (zie de bodemkaart). De kernen van deze stroken behoren tot de hoogste delen van het gebied. Dit waren uiteraard de geschiktste plaatsen voor de eerste nederzettingen. Hier en daar is deze tussenlaag veel grijzer dan elders, o.a. bij De Zuivelaar en tussen Oostlaar en Bulkenaar; ze bevat dan veel houtskool. Ook op de hoge kop van De Besterd was dit het geval; hier werden brandkuilen aangetroffen met stukken verkoold hout. Twee C14-bepalingen van houtskool van De Zuivelaar en De Besterd gaven een datering van resp. 1300 ± 45 na Chr. en van 250 ± 60 na Chr. Zeker bij De Besterd hebben we dus met een zeer oude ontginning te maken, die naderhand weer verlaten moet zijn (zie hoofdstuk 5). Het gebied bij De Zuivelaar behoort tot de ontginningen van de dertiende en veertiende eeuw of wat vroeger.

Het gebied van de gronden met de lichtere tussenlaag is veelal op oude kaarten herkenbaar aan de verkaveling. Deze is gekenmerkt door langgerekte, smalle percelen, in tegenstelling tot de rest van het gebied, waar overwegend blokvormige percelen voorkomen. Ook valt de begrenzing van deze 'bruinere' gronden op veel plaatsen samen met oude z.g. 'baan'- of 'ban'sloten, die waarschijnlijk de oude akkercomplexen geheel of gedeeltelijk omsloten.

Uit al deze waarnemingen mag worden geconcludeerd, dat deze gronden als zeer oude akkergrond moeten worden beschouwd, (voor een deel) ouder dan de vroegste Middeleeuwse ontginningen. In overeenstemming hiermee vertoont de lichtere tussenlaag een sterke gelijkenis met oude 'uitgeboerde' cultuurlagen van de celtic-fields elders in Nederland (mondelinge mededeling J. Stolp). Het gedeeltelijk sterk gevlekte uiterlijk is waarschijnlijk ontstaan door een latere begroeiing met bos en vooral door de exploitatie van dit bos als hakhout (zie hoofdstuk 5).

De plaatsen met de lange, smalle percelen werden in de Middeleeuwen door hun gunstige ligging het eerst weer in cultuur genomen, zoals bij Ouwburch langs de Smalle Beek en op De Donken. Ook hierop wordt in hoofdstuk 5 verder ingegaan. Daardoor is de grijze tussenlaag hier gewoonlijk iets minder heterogeen dan op plaatsen waar het bos en/of het hakhout langer in stand is gebleven.

Enige steun aan de opvatting, dat we bij de hier besproken gronden met een combi-

natie van oud akkerland en (hak)houtcultuur te maken hebben, geven de volgende waarnemingen. Nabij Spellestraat liggen enkele percelen, die in 1765 volgens oude kaarten nog bouwland waren, maar nadien 125 à 150 jaar weer met bos en waarschijnlijk met hakhout begroeid zijn geweest. Onder de huidige bouwvoor is duidelijk een grillig verlopende, lichte verkleuring in het vroegere bouwlanddek waar te nemen. Omgekeerd is op enkele plaatsen waar in 1765 (en gedeeltelijk tot nu toe, zoals op De Besterd) bos aanwezig was, de grijze tussenlaag veel heterogener dan op aangrenzende plaatsen die minstens sedert 1765 als bouwland worden gebruikt.

3.3.2 De podzolen

Over een grote oppervlakte zijn in het sterk lemige zand van het gebied van Wouw podzolen ontwikkeld. Het betreft overwegend (lage) humuspodzolen, d.w.z. gronden met een B-horizont met ingespoelde, amorfe humus. Moderpodzolen, met een B-horizont hoofdzakelijk met humus in de vorm van moder, werden slechts op enkele hoge koppen aangetroffen. Deze plekken, zoals op De Besterd, waar de vlammenhorizont wordt beschreven, waren te klein om afzonderlijk op de bodemkaart weer te geven.

Humuspodzolen De B-horizont van de humuspodzolen heeft een geringe dikte en een opvallend grauwe kleur. Aangezien vrijwel het hele gebied in cultuur is gebracht, zijn ongestoorde bodemprofielen hier niet meer aanwezig. De indruk bestaat echter, ook in andere sterk lemige dekzandgebieden, dat het profiel in deze zanden weinig diep ontwikkeld geweest is. Dit kan een gevolg zijn van de langzamere percolatie in het sterk lemige materiaal

Doordat de B-horizont ondiep begon en relatief dun was, is bij de ontginning vaak slechts het onderste deel, meestal alleen de B3-horizont, ongestoord gebleven; de rest is met de A-horizont in de humushoudende bovengrond opgenomen. Op veel plaatsen is echter het hele humuspodzolprofiel verdwenen, al kan meestal nog wel uit enkele kenmerken in de ondergrond worden afgeleid, dat het vroeger aanwezig moet zijn geweest. Dergelijke plekken wisselen bovendien op korte afstand af met plekken, waar nog wel delen van het oorspronkelijke profiel zijn behouden gebleven. Op de kaart zijn deze gebieden dan ook in hun geheel als matig dikke humuspodzolgronden (code cHz of cHb) aangegeven.

De grijsbruine kleur (10 YR 4 - 5/2 - 3) van de B2-horizont is kenmerkend voor de vochtige tot natte humuspodzolen in sterk lemig zand. Bij de weinig voorkomende, wat 'drogere' sterk lemige gronden in het gebied van Wouw (grondwaterklasse 2) wordt de kleur wel iets bruiner, maar de typische felbruine kleur van vele humuspodzol-B-horizonten in zwak lemig en leemarm zand wordt nauwelijks aangetroffen. Naar gelang het zand minder leem bevat, wordt de kleur bruiner. Dit was fraai te zien in een oost-west verlopende sleuf van een aardgasleiding nabij de Akkerstraat. Het sterk lemige zand ontbreekt hier plaatselijk over korte afstand. Binnen enkele tientallen meters wigt het uit over het onderliggende, zwak lemige zand, dat twintig meter verder

zelf weer uitwigt over leemarm zand. De hoogteligging ten opzichte van het grondwater blijft vrijwel gelijk. De kleur van de B2-horizont verandert over deze korte afstand van zeer donker grijs tot zeer donker grijsbruin (10 YR 3/1,5) in het sterk lemige zand tot geelbruin (10 YR 5/3,5) in het zwak lemige en tot bruinoker of donker geelbruin (7,5 - 10 YR 4/5) in het leemarme zand.

Een enkele maal werd de grens tussen een dunne laag sterk lemig en zwak lemig zand middenin een B-horizont aangetroffen. Het bovenste deel van deze horizont had dan de karakteristieke grijsbruine kleur, die haarscherp in een veel bruinere kleur overging.

Het is niet gelukt een afdoende verklaring te vinden voor de oorzaak van het kleurverschil. De aard van de humus kan nauwelijks een rol spelen, gezien de volkomen uniforme bovengrond bij de sleuf nabij de Akkerstraat. Ook is het humusgehalte in zwak en sterk lemige B-horizonten globaal genomen gelijk. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten, dat de grotere oppervlakte waarover de disperse humus bij de fijnkorrelige, sterk lemige gronden moet worden verdeeld, bij dit kleurverschil een rol speelt. Daar de kleur bruiner wordt bij 'drogere' en bij minder lemige gronden, lijkt het niet onmogelijk, dat de waterhuishouding mede van invloed is.

Moderpodzolgronden Zoals reeds werd vermeld, komen moderpodzolgronden slechts op enkele hoge koppen voor (op de kaart: gedeelten van cHb21 bij De Besterd en van Eb22 en Eb23 ten westen van het dorp Wouw). De bodemontwikkeling vertoont het gewone beeld van dit soort gronden onder oud bouwland in Noord-Brabant. De geelbruine (10 YR 4/5 - 5/5) B2-horizont gaat geleidelijk over in de licht geelbruine (10 YR-2,5 Y 6/4) B3-horizont en vervolgens in de licht grijsgele (10 YR 7/3) of nog lichter gekleurde ondergrond. De totale dikte van de B-horizont is vrij groot en bedraagt 45 - 50 cm. In de humushoudende bovengrond is meestal de lichtere tussenlaag aanwezig, die hier echter een meer bruine (10 YR 5/3) kleur heeft dan bij de overige gronden in dit gebied.

3.3.3 De vlammenhorizont

Over een grote oppervlakte is in de ondergrond van het onderzochte gebied van Wouw een z.g. vlammenhorizont aanwezig. Op een verticale profielwand kenmerkt deze horizont zich door talrijke, op het oog grijze tot lichtbeige vlekken en vlammen, die afwisselen met felbruine tot oranjerode; de felgekleurde vlekken en vlammen omgeven de eerder genoemde vaak min of meer. De vlekken zijn kennelijk gevormd in een egaal licht- tot donkerbruin gekleurde horizont, waarvan de nog gave delen eveneens onregelmatig afwisselen met de grijze en roestkleurige vlekken (fig. 8A en 8B). De vlammenhorizont valt in het gebied van Wouw samen met een (deel van een) banden-B-horizont, waarvan de onderste band fragipanachtig is ontwikkeld.

Wat hier een vlammenhorizont wordt genoemd, is voor het eerst door Krauss (1928) beschreven als 'gleyartiger Boden', een term die later is overgenomen door Laatsch (1938) en Mückenhausen (1950). Naderhand is ook wel de term 'marmorierter Boden'

gebruikt, eveneens door Laatsch, en 'sols à simili-gley', door Plaisance (1956). Inmiddels heeft de aanduiding 'pseudogley', die werd ingevoerd door Kubiëna (1953), algemeen ingang gevonden (Zakosek, 1954; Mückenhausen, 1962, 1963, 1973; Müller, 1963). Zoals Blümel (1962) en Knibbe (1969) reeds vermeldden, hangt het ontstaan van 'pseudogley' samen met de aanwezigheid van lagen met een betrekkelijk geringe doorlatendheid. Bovendien wijst Knibbe er op, dat dit meestal een in afbraak zijnde textuur-B-horizont is. Het is derhalve niet verwonderlijk, dat pseudogleyverschijnselen vooral uit Duitsland, België en Frankrijk zijn beschreven, waar over grote oppervlakten in de löss of soms in keileem of oudere verweringsgronden bodemtypen met duidelijke textuur-B-horizonten (Parabraunerden, Sols bruns lessivés) voorkomen.

De verschillende stadia van een bodemvorming waarbij een naderhand weer in een afbraakproces betrokken textuur-B-horizont wordt gevormd, in combinatie met het optreden van pseudogleyverschijnselen, zijn door talrijke onderzoekers beschreven. Het is daardoor momenteel mogelijk, een goed overzicht te krijgen van de samenhang tussen deze verschijnselen en van hun opeenvolging in de tijd. Het merendeel van de onderzoekingen heeft plaatsgevonden op leemgronden (overwegend löss) met een relatief hoog kleigehalte. Een klein aantal publicaties heeft betrekking op zandgronden met een gering percentage klei, die merendeels echter toch op of nabij de overgang naar het lössgebied liggen (Amerijckx, 1960; Kundler, 1961a, 1961c; Deckers & Bayens, 1963; Roeschmann, 1963; De Coninck & Laruelle, 1964a, 1964b; De Coninck, 1967). Weinig is gepubliceerd over het voorkomen in het dekzandgebied.

Aangezien de aanwezigheid van de vlammenhorizont in het gebied van Wouw samengaat met een aantal verschijnselen die ook het bodemgebruik beïnvloeden en daarmee het (agrarische) landschap, zal een beschrijving worden gegeven van de ontwikkeling van een vlammenhorizont in zandgronden. In principe verloopt deze ontwikkeling op dezelfde wijze als in leemgronden, zij het dat in zandgronden in plaats van één aaneengesloten textuur-B-horizont een aantal gescheiden banden, een z.g. banden-B-horizont, wordt aangetroffen. Bovendien wordt de vorming beïnvloed door de gelaagdheid van het zand. Ook schijnt de vlammenhorizont in zandgronden altijd bij relatief hoge grondwaterstanden voor te komen. Hierop zal bij de bespreking van het ontstaan nader worden ingegaan. Bij de behandeling van de bodemvorming die aan het ontstaan van een vlammenhorizont voorafgaat, sluiten we aan bij hetgeen hierover bekend is van de leemgronden. De volgende paragraaf geeft daarvan een overzicht.

3.3.3.1 Bodemvorming in leemgronden met een textuur-B-horizont

Nadat het gewoonlijk kalkrijk afgezette materiaal ontkalkt is, neemt het kleigehalte iets toe, doordat bij de verwering van bepaalde mineralen enige klei ontstaat. Hierbij komt ook ijzer vrij, dat als ijzeroxyde aan de klei wordt gebonden en het materiaal een wat bruinere kleur geeft. De klei is grotendeels fijn verdeeld in de grondmassa aanwezig, of het vormt een zeer dun huidje op de wanden van gangen en holten.

Onder invloed van bepaalde organische verbindingen begint bij een nog relatief hoge pH al in een vrij vroeg stadium een mechanische verplaatsing van kleideeltjes uit de bovengrond naar diepere lagen. Het ijzeroxyde blijft hierbij aan de klei gebonden (Kundler, 1961b, 1964; Zotll & Fuszmaul, 1967; Féderoff, 1968; Blume & Schwertmann, 1969; Duchaufour, 1969, 1970). Er ontstaat een iets lichter gekleurde, aan klei en ijzer verarmde horizont (A2-horizont) en hieronder een met deze componenten verrijkte horizont (B2t-horizont). Dit soort gronden werd het eerst in de Verenigde Staten door Baldwin (1928) onderscheiden als Gray Brown Podsolic Soils en daar later onderzocht o.a. door Cline (1949) en Frei & Cline (1949). In België en Frankrijk zijn ze naderhand beschreven als Sols bruns lessivés en Parabraunerden (Dudal, 1953; Pécrot, 1956; Aubert & Duchaufour, 1956; Maréchal, 1958; Jamagne, 1964; Féderoff, 1968; Jamagne, 1973), in Duitsland als Parabraunerden (Kundler, 1957; Altemüller, 1962; Mückenhausen, 1962). In Nederland werden ze bekend als gronden met een textuur-B (Van den Broek, 1966) en later als brikgronden (De Bakker & Schelling, 1966) en als zodanig beschreven door o.a. Van den Broek in de toelichting bij kaartblad 58 Oost (Roermond) en 60 West en Oost (Sittard) van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000 (Stichting voor Bodemkartering, 1968 en 1970) en door Pape (1970).

In de B2t-horizont van deze gronden is de klei aan het oppervlak van de structuurelementen en als bekleding van holten (vughs) en gangen (channels) aanwezig als ijzerhoudende huidjes (ferri-argillans), die onder gekruiste nicols een sterke dubbelbreking vertonen (Brewer & Haldane, 1957; Laruelle, 1958; Blume, 1964; Schönhals & Becher, 1964; Coen et al., 1966; Thiere & Laves, 1968; Féderoff, 1968). Naar gelang de gronden lichter worden, zijn er minder uitgesproken structuurelementen aanwezig en komt volgens Buol & Hole (1961) de ingespoelde klei meer voor als huidjes om de afzonderlijke korrels (free grain cutans).

Afhankelijk van de omstandigheden en van de aard van het moedermateriaal wordt de bovengrond na kortere of langere tijd zuurder en verdwijnen de 'basische' ionen, vooral Ca, uit het adsorptiecomplex. In wisselwerking hiermee neemt de biologische activiteit in de grond af en wordt de structuur slechter, waardoor de grond ook dichter wordt. Deze processen schijnen versneld te worden op plaatsen waar, al dan niet onder invloed van de mens, degradatie van de natuurlijke bosbegroeiing optreedt. Ook door de voortgaande inspoeling van klei zou volgens een aantal onderzoekers (o.a. Le Tacon, 1967; Féderoff, 1972; Duchaufour, 1970, 1972; Mückenhausen, 1973) de doorlatendheid van de grond geleidelijk slechter worden. Het gevolg van dit alles is, dat uit het strooisel afkomstige, oplosbare organische zuren langer in de bovengrond blijven, die bovendien niet altijd meer voldoende wordt geaëreerd. In natte perioden ontstaat een anaëroob milieu, waarin reductieprocessen gaan optreden. Het aan de klei gebonden ijzer wordt door deze reductie in complexe verbinding met de genoemde organische zuren verplaatst (Dudal, 1953; Manil, 1962; Kundler, 1964; Duchaufour & Lelong, 1967; Duchaufour, 1970, 1972; Féderoff, 1972; Jamagne, 1973). Daar de anaërobe omstandigheden nooit lang duren, wordt het ijzer meestal snel weer geoxydeerd. Een klein deel ervan slaat neer op beter geaëreerde plaatsen van de A2-horizont. Er ontstaan dan concretie-achtige ophopingen (nodules) die sterk kunnen verharden

(Van den Broek & Van der Marel, 1968/1969).

Door de toenemende verzuring wordt aluminium uit het kristalrooster vrijgemaakt; dit aluminium heeft een sterk flocculerende werking op de klei (Lieberoth, 1964a; Goetz, 1970). De samenhang van de kleideeltjes wordt anderzijds echter sterk verminderd door het verdwijnen van het ijzer. Mede door de genoemde oplosbare organische zuren blijkt de aan ijzeroxyde verarmde klei in dit geval toch gemakkelijk te dispergeren (Duchaufour, 1970; Jamagne, 1972; Souchiez & Duchaufour, 1969). Deze klei wordt, naar men aanneemt, in complexe verbinding met de organische zuren (Frei & Cline, 1949) uit de A2-horizont afgevoerd en in de B2t-horizont weer afgezet. De A2-horizont wordt geleidelijk bleker en tevens dikker, doordat tenslotte ook het bovenste deel van de B2t-horizont in het proces wordt betrokken. Er ontstaan bij deze sols lessivés of Fahlerden (een term afkomstig van Ehwald, 1958) adervormige, bij lichtere gronden tongvormige uitstulpingen van de A2- in de B2t-horizont. Deze aders of tongen volgen de begrenzing van de structuurelementen in de B2t-horizont (Dudal, 1953; Maréchal, 1958; Lieberoth, 1959; Altemüller, 1962; Deckers & Bayens, 1963; Hubert & Jamagne, 1964; Le Tacon, 1967; Ranney & Beatty, 1969; Laves, 1972; Jamagne 1964, 1972, 1973).

Doordat de doorlatendheid voortdurend slechter wordt, zullen zich in het gehele profiel in toenemende mate verschijnselen van hydromorfie voordoen (Hartge & Bailly, 1967). De genoemde tongvormige uitstulpingen van de A2-horizont verdiepen zich en dringen diep in de B2t-horizont door. Bij deze sols lessivés glossiques of sols lessivés à pseudogley – in Duitsland pseudovergleyter Fahlerden genoemd[1] – wordt de B2t-horizont van boven af geleidelijk afgebroken.

Het optreden van hydromorfe verschijnselen in het profiel, waardoor tenslotte de vlammen- of pseudogleyhorizont ontstaat, zou volgens een aantal onderzoekers (Schönhals, 1951; Zakosek, 1960; Janekovic, 1961; Lieberoth, 1964a) wel door de afnemende doorlatendheid bevorderd worden, maar toch in de eerste plaats veroorzaakt worden door de aanwezigheid van een slecht doorlatende ondergrond. Hierbij speelt vooral de z.g. fragipan een rol, die bij deze sols lessivés of Fahlerden vaak voorkomt (Dudal, 1953; Pécrot & Avril, 1958; Carlisle, 1954; Carlisle et al., 1957; Tavernier & Maréchal, 1957; Tavernier & Smith, 1957; Maréchal, 1958; Gile, 1958; Groszmann et al., 1959; Lozet & Herbillon, 1971; Yassoglou & Whiteside, 1960; Tavernier, 1964; Hubert & Jamagne, 1964; Jamagne, 1973). De fragipan is een enigszins platerige, slecht doorlatende, compacte laag, waarvan het materiaal bij lichte druk bros aandoet en in schubvormige fragmenten uit elkaar springt. Hij schijnt vaak voor te komen op de grens met ander materiaal dan waarin het bodemprofiel is ontwikkeld (Tavernier & Maréchal, 1957; Bartelli & Odell, 1960; Deckers & Bayens, 1963). In dat geval ligt de fragipan meestal onder de B2t-horizont. Naarmate de gronden natter

1. De definitie van de met deze benamingen aangeduide gronden is vaag en bij verschillende onderzoekers niet gelijk. Soms worden in één publikatie zelfs verschillende benamingen voor dezelfde grond gebruikt. De Franse en Duitse benamingen lopen evenmin geheel parallel.

zijn, schijnt de vorming hoger in het profiel plaats te vinden, zodat de B2t-horizont en de fragipan soms gedeeltelijk of zelfs geheel kunnen samenvallen (Pécrot & Avril, 1958).

In de fragipan is meestal een scheurenpatroon aanwezig dat in een horizontale doorsnede een duidelijk polygoonnet vormt (Nikiforoff et al., 1948; Plaisance, 1953; Carlisle, 1954; Carlisle et al., 1957; Pécrot & Avril, 1958; Tavernier & Maréchal, 1957; Gile, 1958; Maréchal, 1958; Groszmann et al., 1959; Roeschmann, 1963; Hubert & Jamagne, 1964). De fragipan vormt een waterstagnerende laag; de doorlatendheid is soms minder dan 0,1 mm/etmaal (Blümel, 1962) en het poriënvolume is vaak slechts 35 – 42% (Smith & Browning, 1946).

Veelal wordt aangenomen dat de neerslag gemakkelijker in de genoemde tongen kan wegzakken dan in het aangrenzende materiaal, vooral waar de tongen tot in de fragipan reiken en dan samenvallen met het polygoonnet. Bij hoge neerslag zouden ze snel met water verzadigd raken, waardoor ook hier een anaëroob milieu ontstaat. Het ijzer van de nog aanwezige huidjes (ferri-argillans) langs de rand van de tongen wordt dan gereduceerd en voor een aanzienlijk deel zijdelings verplaatst (Dudal, 1953; Plaisance, 1953; Deckers, 1957; Mückenhausen, 1963; Bouma et al., 1968; Féderoff, 1972). Het gereduceerde ijzer slaat dicht bij de rand van de tongen weer neer op plaatsen waar in de B2t-horizont nog lucht aanwezig is. Deze neerslagzone tekent zich af als een fel roodbruine tot oranjerode band. De als pseudogleyverschijnselen aangeduide afwisseling van ijzerarme en daardoor lichtgekleurde middengedeelten van de tongen, roestkleurige randen met ijzeroxyde-ophopingen en bruine delen van de B2t-horizont verlenen het profiel het aan de aanvang van deze paragraaf genoemde bonte uiterlijk.

In een volgend stadium wordt ook de ontijzerde klei afgevoerd. Het materiaal dat achterblijft, komt overeen met het reeds in de tongen aanwezige materiaal, waardoor de tongen geleidelijk breder worden. Ook kan in dit stadium enig silt worden uitgespoeld (Carlisle, 1954; Wright & Foss, 1969) Tussen het lichtgekleurde, aan klei (en ijzer) verarmde deel van de tongen en de felgekleurde zone met ijzeraanrijking komt soms nog een zone voor waaruit het ijzer reeds is verdwenen, maar waarin de klei nog aanwezig is. Doordat de kleihuidjes hier beginnen te desintegreren, zijn ze minder duidelijk georiënteerd dan in de niet ontijzerde klei (Duchaufour et al., 1973). De uit de tongen afgevoerde klei hoopt zich hoofdzakelijk onderin de tongen op als dunne, zware kleiadertjes, bedekt met een dicht wortelnet (Laves, 1972). Een klein deel van de klei wordt ook in de randzone met ijzeroxyde-aanrijking weer afgezet.

De verbredingen van de tongen worden vooral in zandig materiaal aangetroffen. Hier tekent de fel roodbruine tot oranjerode neerslagzone van het ijzeroxyde zich het duidelijkst af. Naarmate meer klei in het oorspronkelijke materiaal aanwezig is, wordt het polygoonnet fijner en worden de bleke delen in plaats van tongvormig meer adervormig (Plaisance, 1966). De roestband wordt dan eveneens smaller en diffuser en kan in zeer zwaar materiaal zelfs vrijwel ontbreken (Hubert & Jamagne, 1964; Blume, 1968).

Indien de humushoudende bovengrond aanzienlijk verzuurd is en de uitloging van

de A2-horizont ver genoeg is voortgeschreden, vindt bovenin deze horizont vaak een nieuwe bodemvorming plaats (Cline, 1949; Frei & Cline, 1949; Dudal, 1953; Pécrot, 1956; Tavernier & Smith, 1957; Amerijckx, 1960; Altemüller, 1962; Kundler, 1962; Reuter, 1962; Deckers & Bayens, 1963; Roeschmann, 1963; Lieberoth, 1964b; Paas, 1965; Lüders, 1965, Thiere & Laves, 1968). In lössgronden wordt een moderpodzol gevormd, soms met een micropodzol of alleen een chemisch aantoonbare podzolering bovenin (Van den Broek & Van der Marel, 1968/1969). Op lichtere en/of armere gronden wordt deze moderpodzol vaak weer opgevolgd door een humuspodzol. Op zeer arme gronden schijnt ook direct een humuspodzol te kunnen ontstaan, maar het is mogelijk dat in dit geval een jonger, armer sediment aan het oppervlak ligt.

Zoals reeds werd vermeld, wordt deze chronosequentie in de bodemontwikkeling, waarvan de vlammenhorizont één van de karakteristieke stadia vormt, ook in zandgronden aangetroffen, zij het in iets afwijkende vorm. Dit zal nader worden toegelicht in de volgende paragraaf aan de hand van een profiel uit Wouw.

3.3.3.2. Beschrijving van een bodemprofiel met vlammenhorizont in zandgrond

Het onderzochte profiel, dat over een grote lengte ontsloten was, ligt nabij de zuidgrens van het gekarteerde gebied (De Besterd). Het werd reeds eerder uitvoerig beschreven (Van Oosten et al., 1974). Mede omdat een horizontbeschrijving een onduidelijk beeld van een dergelijk bodemprofiel geeft, volgt hieronder een beschrijving en bespreking van de afzonderlijke onderdelen (fig. 7).

Onder de dunne, sterk verstoorde bovengrond is een, eveneens ten dele vergraven, moderpodzol-B-horizont aanwezig. Over korte afstand gaat deze over in een vrij losse, bleke horizont (A) met wat vastere, iets roestige delen (B). Deze rust op grotendeels nog duidelijk gelaagd materiaal (C11, C12, enz.) met een aantal bruine banden (D). Boven de eerste duidelijke band zijn nog resten van verbrokkelde en ten dele verdwenen dunne bandjes aanwezig. De onderste band (DF) wordt gekenmerkt door fragipan-achtige eigenschappen. Vanuit de bleke horizont dringen talrijke, naar onder smaller wordende tongen met onderin soms horizontale vertakkingen tot diep in de banden-B-horizont door. Ze bestaan uit een bleek middengedeelte (F) en een grijzere randzone (G); onderin komen dunne adertjes voor van zeer zware klei (H). Op de grens van de tongen en de banden-B-horizont komt een felbruine tot oranjerode, smalle roestband (J) voor. Onder de fragipan-achtige band is nog 5 à 15 cm gelaagd zand aanwezig, qua samenstelling overeenkomend met het materiaal tussen de banden. Het rust scherp op het zand dat in hoofdstuk 2 als fluvio-periglaciaal zand werd beschreven (E).

De bleke horizont en de banden-B De ca. 15 cm dikke, licht grijsgele tot fletsgele (10 YR – 2,5 Y 7/4) bleke horizont bestaat uit los gepakt zwak lemig, niet gelaagd zand. Plaatselijk komen naar beneden in aantal en grootte toenemende, vastere plekken voor (B in fig. 7), waarin de oorspronkelijke gelaagdheid nog min of meer zichtbaar is. Deze plekken zijn wat bruiner; de randen tekenen zich vaak af door een oranje

Fig. 7. Schematische weergave van een bodemprofiel met een vlammenhorizont.

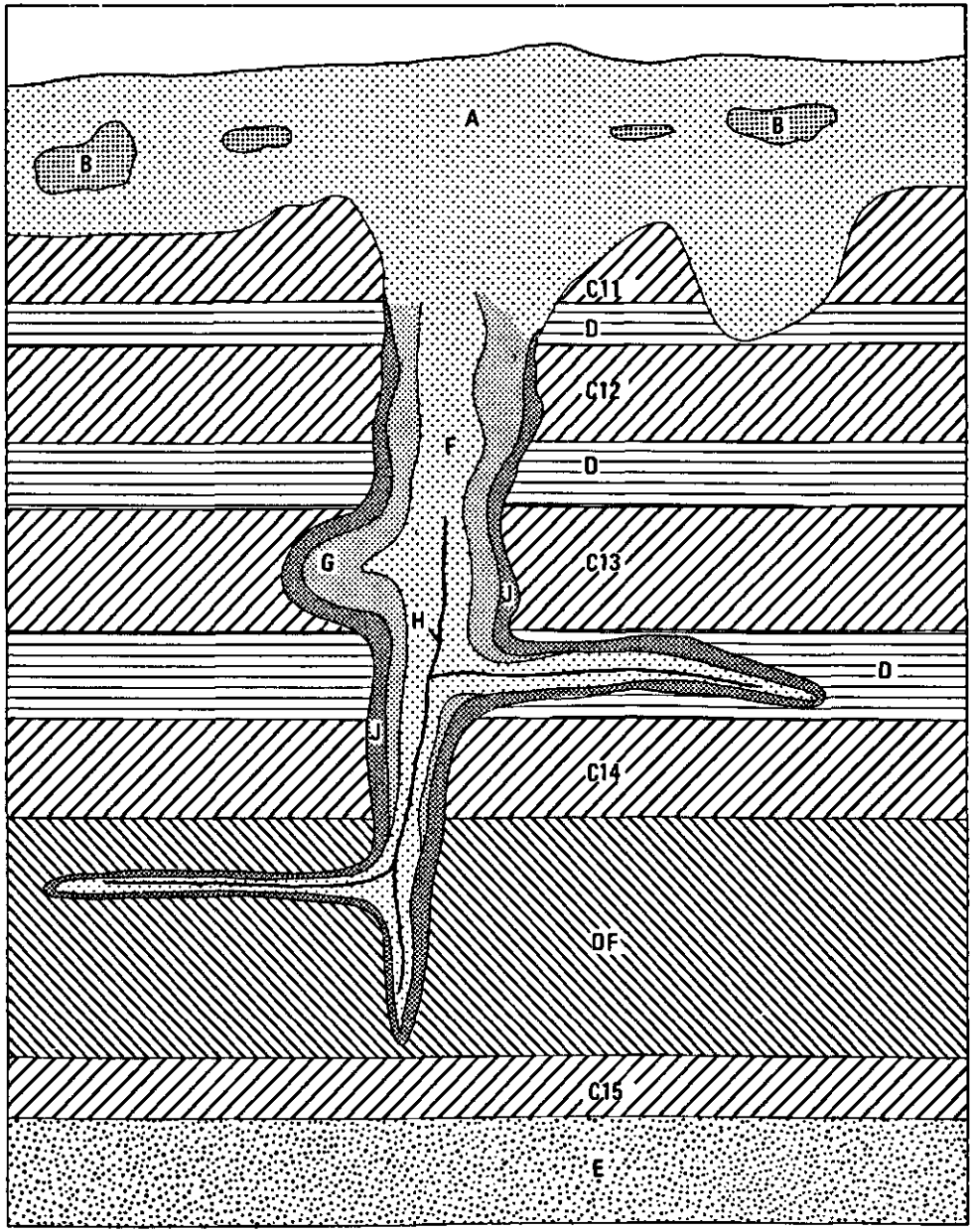


Fig. 7. Sketch of a soil profile with a marbled horizon.

tot roodbruin roestbandje, dat meestal diffuus in het gelaagde materiaal overgaat. Soms doortrekt de roest de gehele ingesloten massa en is het geheel min of meer verhard.

Het micromorfologisch beeld van de bleke horizont laat een grondmassa (s-matrix) zien, hoofdzakelijk bestaande uit kwartskorrels zonder een bepaalde samenhang (random distribution) en uit een weinig plasma. Onderin de horizont heeft een deel van de korrels een zeer dun (ca. 3 μm dik), fletsgeel, onder gekruiste nicols sterk dubbelbrekend kleihuidje (argillan, fig. 9A).

Het duidelijk gelaagde materiaal direct onder de bleke horizont (fig. 7, C11) bestaat uit een afwisseling van ca. 4 à 5 mm dikke, bruine tot grijsbruine (10 YR – 2,5 Y 5/3) leembandjes met soms nog wat dikkere, licht geelbruine (10 YR – 2,5 Y 6/4) zandlaagjes (tabel 5, nrs. 2 en 3). De meeste zandkorrels zijn omgeven door een zelfde huidje als rondom de korrels in het onderste deel van de bleke laag. Hier en daar zijn deze huidjes echter donkerbruin tot oranjebruin. Tegen de wanden van de vrij spaarzame holten (vughs) en gangen (channels) bevinden zich plaatselijk wat dikkere huidjes. Deze zijn meestal bleekgeel, soms iets bruin. Er zijn talrijke, zeer fijne opake deeltjes in aanwezig en de oriëntatie is duidelijk minder dan bij de dunne huidjes.

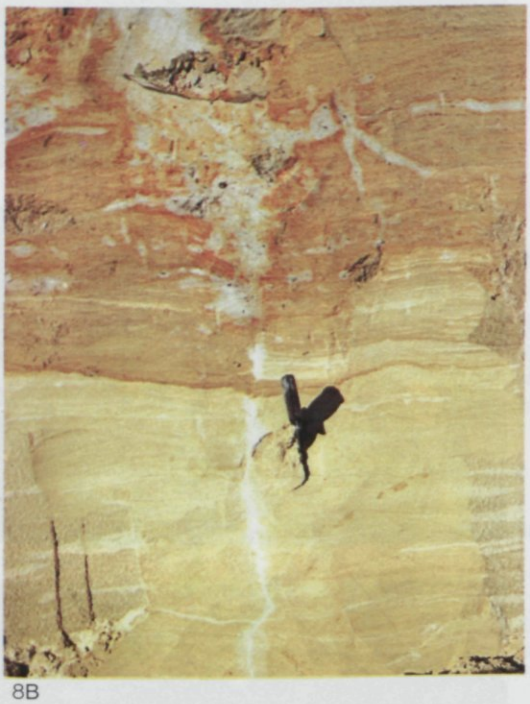
De banden van de banden-B-horizont (D in fig. 7) zijn geelbruin (10 YR 5/6; gewreven 10 YR 5/7 – 8) en hebben een relatief hoog lutumgehalte (tabel 5, nr. 4). Ze wisselen af met iets minder bruin gekleurde, op het gevoel minder zware lagen (fig. 7, C12, enz.). Deze wijken betrekkelijk weinig af van het gelaagde materiaal direct onder de bleke horizont. Zowel de bruine banden als het tussenliggende materiaal zijn duidelijk gelaagd. In de bruine banden wordt deze gelaagdheid veroorzaakt door een afwisseling van enkele millimeters dikke, sterk lemige laagjes (tabel 5, nr. 6) met betrekkelijk weinig en vaak iets dikkere, zandiger laagjes (tabel 5, nr. 5) met veel meer grovere poriën (packing voids). Vooral de zandiger laagjes hebben een duidelijk bruinere kleur dan die in het gelaagde materiaal tussen de banden; de grauwer getinte leemlaagjes wijken veel minder in kleur af.

De zandkorrels in de banden zijn omgeven door dikke, bruine, ijzerhoudende kleihuidjes (ferri-argillans) met een continue oriëntatie (fig. 9B). Deze huidjes bekleden ook de wanden van holten en gangen, die speciaal in de zandige laagjes voorkomen. Vooral bovenin zijn zeer dikke huidjes aanwezig; deze zijn ten dele lichter van kleur dan de overige huidjes, ten dele echter veel sterker roodbruin (fig. 9C). Verder bevinden zich vooral in de niet meer gave bovenste bandjes, zeer dikke, fletsgele huidjes die

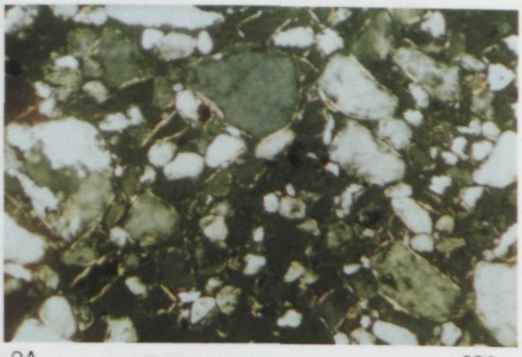
Fig. 8. Vlammenhorizont bij De Besterd. A. Onder een Moderpodzol komt een bleke A2-horizont (op dit punt zeer dun), die met tongen in de banden-B horizont doordringt. B. Onderste, fragipanachtige band van de banden-B horizont; een tong met een aantal horizontale vertakkingen passeert de fragipanachtige laag en loopt nog een eindweegs door in het onderliggende, oudere, leemarme zand.

Fig. 8. Marbled horizon near De Besterd. A. Under a Brown Podzolic B horizon lies a bleached A2-horizon (here very thin) which penetrates with tongues into the banded B horizon. B. Lowest fragipan-like lamella of the banded B horizon; a tongue with some horizontal ramifications crosses the fragipan-like layer and continues into the underlying older and somewhat coarser sand.

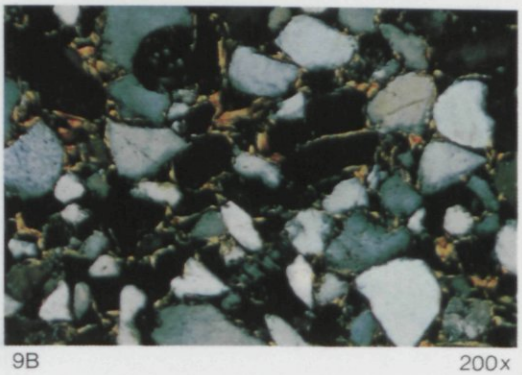
8A



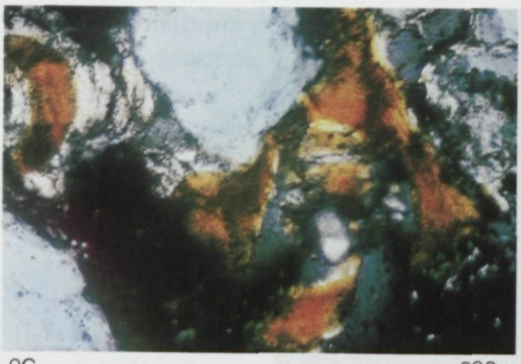
8B



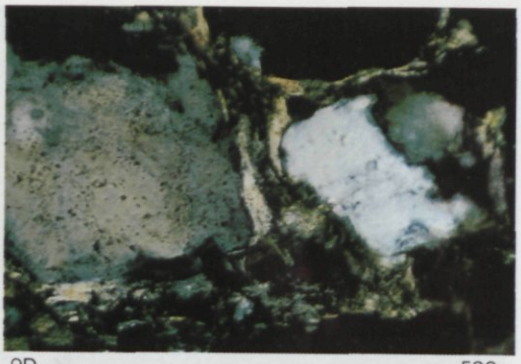
9A 200x



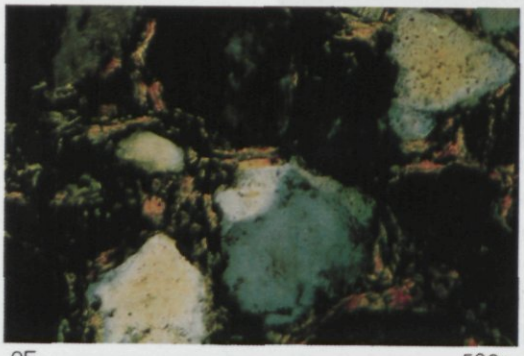
9B 200x



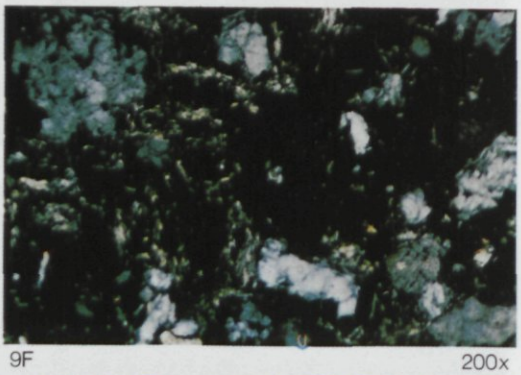
9C 200x



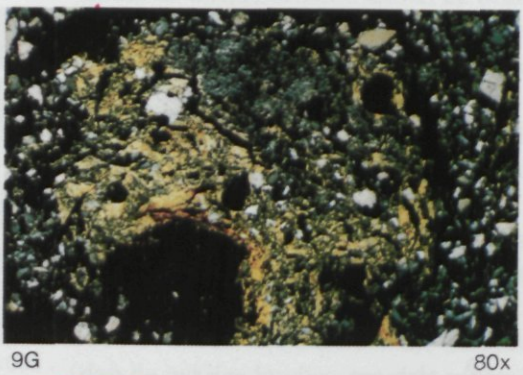
9D 500x



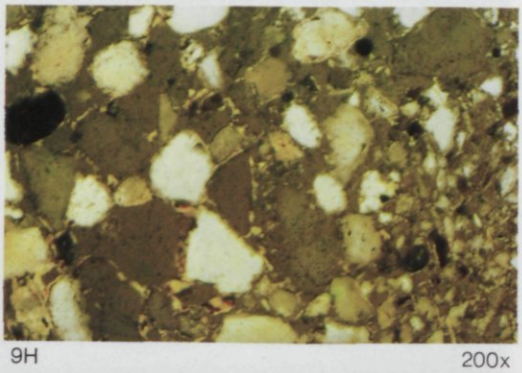
9E 500x



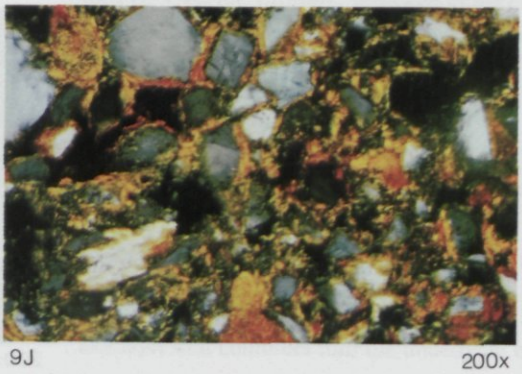
9F 200x



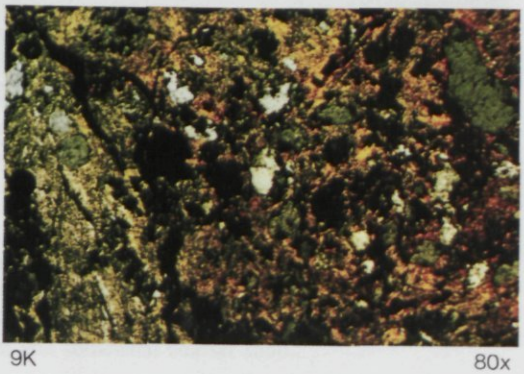
9G 80x



9H 200x



9J 200x



9K 80x

Fig. 9. Micromorfologische verschijnselen in een bodemprofiel met een banden-B- en een vlammenhorizont.

Fig. 9. Micromorphology of a banded B and a marbled horizon.

A. Ten dele ontijzerde, primaire huidjes in de A2-horizont.
Primary free grain cutans, partly impoverished of iron oxide.

B. Dikke, ijzerhoudende kleihuidjes met continue oriëntatie in de B2t-horizont.
Thick ferri-argillans with continuous orientation in the B2t horizon.

C. Zeer dikke, ijzerarme kleihuidjes in de B2t-horizont met continue oriëntatie; gedeeltelijk met nieuw afgezet ijzeroxyde.
Very thick argillans in B2t horizon, partly with new precipitated iron oxide.

D. Zeer dikke, ontijzerde kleihuidjes in de B2t-horizont; gedeeltelijk in afbraak, waarbij de continue oriëntatie verloren gaat.
Very thick argillans in B2t horizon, almost entirely impoverished of iron oxide; partly destroyed as shown by the flecked orientation.

E. Zeer dikke, ijzerhoudende kleihuidjes in fragipanachtige band; poriën en holten grotendeels opgevuld.
Very thick feri-argillans in the fragipan-like lamella, with packing voids and vughs mostly filled up.

F. Bleke middenzone van tong, los gepakt, gehomogeniseerd. Korrels zonder of met grotendeels ontijzerde huidjes. Tussen de korrels lichtgekleurd, ijzerarm plasma met discontinue oriëntatie.
Pale central part of tongue with random distribution of grains, which have completely lost their cutans or have argillans poor in iron. Between the grains is a whitish plasma with striated orientation.

G. Continu georiënteerde, zeer dikke, ijzerhoudende of ijzerarme kleihuidjes in holten en gangen onderin de tongen.
Continuous orientated argillans and ferri-argillans in vughs and channels at the bottom of the tongues.

H. Geheel of gedeeltelijk ontijzerde kleihuidjes in gelaagd, grijs materiaal van de tongen.
Argillans, partly or completely impoverished of iron oxide in stratified, gray part of the tongues.

J. Zeer dikke, sterk ijzerhoudende kleihuidjes in roestzone, die alle poriën en holten opvullen.
Very thick ferri-argillans with intense accumulation of iron oxide in the rusty zone around the tongues, filling all packing voids and vughs.

K. Roestzone, gedeeltelijk in afbraak; bij de verbreding van de tong wordt het ijzer geleidelijk gereduceerd en afgevoerd.
Rusty zone, partly in destruction; by the enlargement of the tongue, the iron oxide has been gradually reduced and removed.

Tabel 5. Analysegegevens van een bodemprofiel met een vlammenhorizont.

Nr. / No.	Materiaal / Material	Textuur/Textural classes (μm) < 2	2 – 16	16 – 50	50 – 105	105 – 150	> 150	Fe HCl	Fe dith.	Fe Quot.	Al
1	*Bleke horizont (A2)* *Bleached horizon (A2)*	2	2	14	28	27	27	0,100	0,028	0,28	0,19
	Weinig veranderd dekzand/Slightly altered coversand										
2	Zandlaagje/Sandy layer	4	sp	2	27	29	38	0,437	0,188	0,43	0,426
3	Leemlaagje/Loamy layer	6	2	24	31	15	22	0,875	0,283	0,32	0,865
4	*Bt-band* (gemengd materiaal) *Bt lamella* (mixed material)	8	sp	15	28	18	31	1,229	0,413	0,34	0,959
	Fragipanachtige Bt-band/Fragipan-like Bt lamella										
5	Zandlaagje/Sandy layer	8	1	8	19	23	41	0,716	0,337	0,47	0,731
6	Leemlaagje/Loamy layer	11	sp	21	29	16	24	1,328	0,445	0,34	1,335
	Tongen/Tongues										
7	Ontijzerd grijs zand in Bt-band (gemengd materiaal) Iron-poor gray sand in Bt lamella (mixed material) Idem, in fragipanachtige Bt-band Do., in fragipan-like Bt lamella	7	sp	12	29	20	32	0,447	0,092	0,19	0,668
8	Zandlaagje/Sandy layer	6	1	11	25	22	35	0,302	0,135	0,45	0,481
9	Leemlaagje/Loamy layer	11	2	15	25	20	27	0,755	0,080	0,11	1,325
10	Lutumarm lichtgekleurd zand in Bt-band Pale sand, very poor in clay, in Bt lamella	3	sp	3	14	31	50	0,405	0,089	0,22	0,364
11	Idem, in fragipanachtige Bt-band Do., in fragipan-like Bt lamella	4	sp	8	26	28	34	0,231	0,080	0,35	0,226
12	Klei-adertje/Clay vein	23	2	13	20	16	26	1,470	0,025	0,02	2,983
13	Roestzone in Bt-band Rusty zone in Bt lamella	11	2	13	21	19	34	2,441	1,677	0,69	1,143
14	Idem, in fragipanachtige Bt-band Do., in fragipan-like Bt lamella	11	1	13	25	21	29	2,170	1,208	0,56	0,122
15	*Afwijkend zand in ondergrond* *Different sand in subsoil*	3	sp	7	27	26	37	1,018	0,366	0,36	1,106

Table 5. Analytical data from a sandy soil with a marbled horizon.

onder gekruiste nicols duidelijk minder goed georiënteerd zijn (fig. 9D).

Aangezien het gelaagde zand direct onder de bleke horizont als het minst veranderde materiaal van dit profiel moet worden beschouwd, wordt bij de bespreking van de waargenomen verschijnselen hiervan uitgegaan. Het in deze horizont aanwezige dunne, z.g. primaire kleihuidje (primary cutan) om de korrels blijkt in veel dekzanden, voor zover ze buiten de invloed van het grondwater zijn gebleven, te worden aangetroffen (De Coninck, 1967; De Coninck & Laruelle, 1964a, 1964b). Het is daar echter bruin tot roodbruin. Deze bruinkleuring wordt veroorzaakt door bij verwering vrijgekomen ijzeroxyde. Een zelfde verschijnsel werd in het begin van de vorige paragraaf beschreven bij de bodemvorming in leemgronden. De bleekgele kleur van de hier besproken horizont wijst er op, dat de huidjes hun ijzer ten dele verloren hebben. Het gelaagde materiaal is reeds betrokken bij een degradatie-proces. Het primaire huidje is nog onveranderd aanwezig in het afwijkende fluvio-periglaciale zand in de ondergrond.

Uit de analyses blijkt dat de bleke horizont (tabel 5, nr. 1) een lager lutumgehalte heeft dan het zo juist besproken, gelaagde materiaal (tabel 5, nrs. 2 en 3) en de bruine banden een duidelijk hoger (tabel 5, nr. 4, 5 en 6). In de bleke horizont is het primaire kleihuidje, althans bovenin, grotendeels verdwenen; meer onderin is het nog wel aanwezig, maar het heeft zijn ijzer grotendeels verloren, zoals uit een vergelijking van de ijzeroxyde-gehalten in tabel 5 valt af te leiden. In de banden heeft daarentegen een aanzienlijke verrijking met klei plaats gevonden, zoals uit tabel 5, nrs. 4, 5 en 6 en uit fig. 9B blijkt. Het is duidelijk, dat we met een zelfde proces te maken hebben als in leemgronden, zij het dat de ingespoelde klei hier als huidjes (ferri-argillans) rondom de korrels aanwezig is, in plaats van hoofdzakelijk op de wanden van de structuurelementen, die in dit materiaal ontbreken. We mogen de bleke horizont derhalve als een klei- (en ijzer)uitspoelingshorizont (A2) opvatten en de banden als een (discontinue) kleiinspoelingshorizont (B2t). Bij de klei-inspoeling wordt het ijzer met de klei verplaatst. Over de wijze waarop het ijzeroxyde aan de klei gebonden is, bestaat geen zekerheid. Volgens Pécrot (1956) komt het als een zeer dunne coating op het kleihuidje voor. Een andere mogelijkheid werd aangegeven door Greenland et al. (1968), die een bestrooiing van 5 - 10 μm grote ijzeroxydekorreltjes op de afzonderlijke kleideeltjes van het huidje veronderstellen.

De fletsgele, aan ijzeroxyde verarmde huidjes onderin de A2-horizont en in het direct eronder liggende, gelaagde materiaal en de zeer dikke, gedeeltelijk bleekgele en gedeeltelijk met veel ijzeroxyde verrijkte huidjes in de B2t-horizont (fig. 9C) passen niet in het beeld van de zo juist beschreven bodemvormingsprocessen, waarbij het ijzeroxyde met de klei wordt verplaatst. Evenals bij de leemgronden hangt hun ontstaan samen met de degradatie van het bodemprofiel, waarbij het ijzer in gereduceerde vorm wordt afgevoerd en de klei aanvankelijk achterblijft. De A2-horizont heeft daardoor een meer uitgesproken karakter gekregen en de bovenkant van de banden-B-horizont is aangetast en plaatselijk afgebroken. Sommige dikke kleihuidjes hebben niet alleen hun ijzeroxyde verloren, maar gezien de niet-continue oriëntering (flecked orientation, fig. 9D) wordt ook het kleihuidje zelf aangetast. Dit komt behalve in de bovenste dunne Bt-band ook voor op enkele plaatsen in de A2-horizont met aan-

zienlijk dikkere kleihuidjes dan elders in deze horizont. Waarschijnlijk betreft het hier de reeds vermelde resten van vrijwel geheel afgebroken, dunne B2t-bandjes.

Zoals blijkt uit het voorkomen van de roestbandjes, roestplekjes en zelfs harde concretie-achtige ophopingen (nodules) in de A2-horizont (B in fig. 7), wordt een klein deel van het gereduceerde ijzer hier weer afgezet, vooral op de (gelaagde) resten van de eertijds aanwezige B2t-bandjes. Een groot deel van het gereduceerde ijzer wordt echter verplaatst naar de banden-B-horizont, gezien de dikke, fel roodbruine kleihuidjes (fig. 9C) en het hogere ijzergehalte (tabel 5, nrs. 4, 5 en 6), vergeleken met het weinig veranderde zand onder de A2-horizont (tabel 5, nrs. 2 en 3). De talrijke zandkorrels zonder huidjes in de A2-horizont wijzen er op, dat ook de ontijzerde klei hier voor een groot deel is verdwenen.

De fragipanachtige laag De fragipanachtige band van de banden-B-horizont (DF in fig. 7) is vaster en harder dan de overige banden. Hij heeft een enigszins platerige structuur, waardoor de elementen bij lichte druk min of meer in schubvormige fragmenten uit elkaar springen langs de splijtvlakken van de platen. Al deze eigenschappen worden ook bij een echte fragipan aangetroffen. Aangezien de meningen over het ontstaan van een fragipan echter verdeeld zijn en hierdoor de definitie niet geheel vaststaat, is de benaming fragipanachtige laag hier wellicht juister. Het lutumgehalte van deze laag is wat hoger dan van de overige banden (tabel 5, nrs. 5 en 6). Er blijken zeer dikke, ijzerhoudende kleihuidjes aanwezig te zijn, die de poriën (packing voids) en holten vaak geheel opvullen (fig. 9E).

Ook in het gebied van Wouw blijkt het polygoonnet, dat bij de meeste beschrijvingen van een fragipan wordt vermeld, aanwezig te zijn. De meeste onderzoekers die bij de bespreking van de fragipan in de vorige paragraaf werden genoemd, evenals Janecovic (1961) en Roeschmann (1963), zijn van mening dat dergelijke polygoonbodems ontstaan zijn door vorstscheuren tijdens het Pleistoceen. Sommige onderzoekers willen het ontstaan echter uit droogtescheuren verklaren, die hoogstens aansluiten bij een uit de ijstijd daterende structuur (Müller, 1963). Volgens Mückenhausen (1962) en Plass (1966) zouden alleen de grotere 'aders' als vorstscheuren zijn ontstaan, de kleinere als droogtescheuren. Dat het zandige materiaal in het gebied van Wouw zo sterk zou uitdrogen dat hierin droogtescheuren kunnen ontstaan, is weinig aannemelijk. Bovendien lopen sommige 'aders' nog tot in het onderliggende, leemarme zand door (fig. 8B), wat bij droogtescheuren weinig aannemelijk is. De overigens ongestoorde gelaagdheid in de fragipanachtige laag, aan weerszijden van een 'ader', blijkt op een aantal plaatsen over een zekere afstand te verspringen. Dit doet sterk denken aan verplaatsing van een grondmassa in bevroren toestand langs een splijtvlak.

De bleke tongen De A2-horizont dringt met trechtervormige tongen door in de banden-B-horizont (fig. 8A en B). De bovenste band(en) is (zijn) hierdoor vaak zo sterk aangetast, dat er geen duidelijke overgang van de A2-horizont naar de banden-B-horizont is, maar eerder een onregelmatige afwisseling van bleke vlekken, restdelen

van het gelaagde materiaal direct onder de A2-horizont en van de bovenste bruine band(en). De tongen zijn zeer onregelmatig van vorm met plaatselijke verbredingen. In dit laatste geval is er meestal een fletsgeel (2,5 Y 7/3), los gepakt, ongelaagd middendeel (F in fig. 7). Op het gevoel bevat dit materiaal minder leem dan de banden van de B-horizont of van het tussenliggende zand. Het zeer licht gekleurde middendeel is omgeven door een op het oog grijzere, lichtbruine (10 YR 6/3) randzone (G in fig. 7) waarin nog gedeeltelijk gelaagdheid aanwezig is; deze randzone is ook duidelijk lemiger dan het lichte middendeel. Hier en daar komen min of meer ronde tot onregelmatige ovale plekken voor met eveneens een fletsgeel middendeel, omgeven door een grijze randzone. Soms zijn dergelijke plekken weer zijdelings met de tongen verbonden.

In de fragipanachtige laag versmallen veel tongen tot de reeds besproken 'aders' van het polygoonnet (fig. 8B). Ook komen vooral in deze horizont horizontale vertakkingen van de aders voor (fig. 8B), die de gelaagdheid volgen. Onderin de aders en in de horizontale vertakkingen ligt in het midden gewoonlijk een enkele millimeters dik bandje van zware, iets blauw getinte, donkergrijze klei (H in fig. 7). De wortels, die vrijwel uitsluitend in het blekere midden van de tongen voorkomen, vormen een dicht wortelnet op het glanzende oppervlak van deze klei-adertjes.

Micromorfologisch blijken de korrels van het lichtgekleurde midden geen bepaalde rangschikking te hebben (random distribution, fig. 9F). Slechts een klein deel van deze korrels is omgeven door een bruin tot roodbruin ijzerhoudend kleihuidje. Een deel van de huidjes is lichter van kleur of heeft de fletsgele kleur van de ontijzerde huidjes uit de A2-horizont. Hier en daar liggen stukjes van een dergelijk huidje los tussen de korrels. Bij veel korrels is het huidje geheel verdwenen (fig. 9F).

Naar beneden komt in de tongen in toenemende mate een lichtbruin, meestal fletsgeel of bijna wit plasma voor. Het is discontinu georiënteerd in een patroon in de lengterichting van de tong (striated orientation, fig. 9F). Bovendien zijn de wanden van de holten maar vooral van de gangen onderin bekleed met dikke, tot zeer dikke, vaak concentrisch afgezette, onder gekruiste nicols sterk dubbelbrekende kleihuidjes met een wisselend gehalte aan ijzeroxyde. Plaatselijk vullen ze de gangen en de poriën van het omringende materiaal geheel op (fig. 9G).

In tegenstelling tot het lichtgekleurde midden is de gelaagdheid in de grijzere randzone (G in fig. 7) vaak nog duidelijk zichtbaar (fig. 9H). De grijze tint wordt vooral veroorzaakt door de grauwe leemlaagjes. De zandiger laagjes wijken veel minder in kleur af van het materiaal in het midden van de tongen. Er zijn echter talrijke geleidelijke overgangen tussen deze twee delen van de tongen. De kleihuidjes om de korrels zijn overwegend nog aanwezig; ze zijn echter fletsgeel van kleur (fig. 9H); naar het midden is een deel van de huidjes vaak geheel verdwenen. Uit de fletsgele kleur en het lage (vrij) ijzeroxydegehalte, dat vooral ook uit het lage Fe-HCl/dithioniet-quotiënt van het leemlaagje blijkt (tabel 5, nrs. 7, 8 en 9), valt af te leiden dat de kleihuidjes een groot deel van hun ijzer hebben verloren. Evenals in de A2-horizont wordt de ontijzerde klei naderhand gemakkelijk gedispergeerd en verplaatst. Hierop duiden de talrijke korrels zonder huidjes en het lage lutumgehalte in het lichtgekleurde midden-

gedeelte van de tongen (tabel 5, nrs. 10 en 11), in vergelijking met het materiaal uit de aangrenzende, grijze randzone (tabel 5, nrs. 7, 8 en 9). De ontijzerde klei wordt grotendeels onderin de tongen opgehoopt, zoals blijkt uit de aanwezigheid van de kleiadertjes. Deze bevatten vrijwel geen vrij ijzeroxyde (tabel 5, nr. 12), zoals ook uit de fletsgele, soms bijna witte kleur van deze ingespoelde klei blijkt (fig. 9G).

De roestzone De overgang van de lichtgekleurde tongen naar het bruine materiaal in of tussen de banden wordt gevormd door een fel roodbruine tot oranjerode, vaak vrij scherp begrensde, roestige zone, die de tongen of lichte plekken als een band omgeeft (J in fig. 7 en fig. 8B). De begrenzing naar de kant van de banden-B-horizont is meestal minder scherp dan naar de kant van de tongen; soms gaat de roestzone enigszins diffuus over in het materiaal van de banden-B. De bijzonder dikke, onder gekruiste nicols sterk dubbelbrekende, ijzerrijke kleihuidjes zijn fel roodbruin gekleurd; ze vullen vaak alle poriën op (fig. 9J). Het aan de wand grenzende deel van de huidjes is meestal feller gekleurd dan de huidjes in de banden-B. Waar de holten niet geheel gevuld zijn, ligt plaatselijk een veel lichter gekleurd huidje met een scherpe grens tegen het eerder genoemde. Het is bruingeel tot bleekgeel en minder goed georiënteerd. De begrenzing aan de rand van de holte is meestal minder scherp; soms is er een diffuse overgang naar bleekgeel plasma, dat overeenkomt met het bleekgele plasma in de tongen. Plaatselijk worden de kleihuidjes rondom de korrels en in de porën naar de kant van de tong geleidelijk minder fel van kleur. Aan de buitenzijde is het materiaal dan zeer fletsgeel, maar nog goed georiënteerd (fig. 9K).

Dat in deze roestige randzone een aanzienlijk deel van het eerder gereduceerde ijzeroxyde uit de tongen wordt afgezet, blijkt uit het hoge gehalte aan ijzer, vooral aan vrij ijzer (Fe-dith.) (tabel 5, nrs. 13 en 14). In overeenstemming hiermee is het Fe-HCl/Fe-dithioniet-quotiënt het hoogst van alle besproken delen van het profiel. Ook een deel van de grotendeels of geheel ontijzerde klei uit de tongen wordt blijkbaar weer in deze roestige zone afgezet tegen de reeds aanwezige ijzerrijke huidjes. Veel poriën zijn daardoor geheel opgevuld. Op een aantal plaatsen ligt het genoemde bleekgele, minder goed georiënteerde plasma als een lichtgekleurd huidje met een scherpe grens tegen een beter georiënteerd, ijzerrijk huidje. Door de voortgaande afzetting van ijzeroxyde is het onderscheid meestal echter niet goed zichtbaar meer en komen alle mogelijke overgangen voor van ijzerarm naar zeer ijzerrijke kleihuidjes. Plaatselijk komen zelfs kleine ophopingen van vrijwel zuiver ijzeroxyde (nodules) voor. Uit het bleekgele materiaal aan de kant van de tongen is het ijzeroxyde blijkbaar weer geheel of gedeeltelijk verdwenen (fig. 9K).

Het afwijkende materiaal in de ondergrond Onder de fragipanachtige laag ligt nog 5 à 15 cm gelaagd zand, qua samenstelling overeenkomend met het materiaal tussen de banden van de banden-B-horizont (fig. 7, C15). Het rust op zwak gelaagd, leemarm zand (tabel 5, nr. 15). Vrijwel alle korrels zijn omgeven door een ijzerhoudend, primair kleihuidje (primary cutan) met een continue oriëntatie. Enkele dikkere ijzerhoudende, continu georiënteerde huidjes zijn plaatselijk aanwezig.

3.3.3.3 Ontstaan van het bodemprofiel

Het ontstaan van het bodemprofiel en speciaal van de vlammenhorizont kan als volgt worden voorgesteld (fig. 10):

1. Gedurende het Boven-Pleniglaciaal van de Weichselijstijd werd gelaagd, kalkrijk dekzand afgezet (fig. 10A), waarin vorstscheuren ontstonden die in het horizontale vlak een polygoonnet vormden. Wellicht nam ook het lutumgehalte wat toe door kryoklastische verkleining van een deel van het materiaal (Scheffer et al., 1966).

2. Waarschijnlijk nog in het Laat-Glaciaal werd althans het bovenste deel van het dekzand ontkalkt (fig. 10B). Door verwering van primaire mineralen nam het lutumgehalte nog iets toe; ook werd ijzer als amorfe of goed gekristalliseerde oxyden vrijgemaakt. De klei en het ijzeroxyde vormden een zeer dun ijzerhoudend, z.g. primair huidje (primary cutan) rondom de korrels (fig. 9A).

3. In ontkalkt materiaal kan klei bij een betrekkelijk hoge pH vrij gemakkelijk dispergeren. De aanwezigheid van ijzeroxyde veroorzaakt echter een verkitting van de kleideeltjes of een verlaging van de negatieve lading, waardoor de dispersie betrekkelijk gering blijft. Niettemin zal in ons klimaat door de neerslag toch een deel van de klei, met het eraan gebonden ijzeroxyde, uit de bovengrond worden afgevoerd. Hierdoor ontstaat een iets lichter gekleurde laag (A2-horizont). Deze wordt tezelfdertijd gehomogeniseerd. De klei wordt onder de A2-horizont in banden weer afgezet (fig. 10C) als ijzerhoudende, onder gekruiste nicols sterk dubbelbrekende kleihuidjes (ferriargillans) rondom de korrels en tegen de wanden van holten (vughs) (fig. 9B).

Op de oorzaak van het ontstaan van een B2t-horizont, bestaande uit een aantal afzonderlijke banden, wordt hier niet uitvoerig ingegaan. In tegenstelling met de gesloten B2t-horizont in leemgronden, houdt hun vorming waarschijnlijk grotendeels verband met discontinuïteiten in het zandige materiaal. Meestal (maar niet uitsluitend) is het een kwestie van gelaagdheid van het zand, waardoor de waterbeweging op de grens van deze discontinuïteiten (tijdelijk) stagneert, zoals onder punt 6 wordt besproken (Folks & Riecken, 1956; Kundler, 1961c, 1962; Altemüller, 1962; Dijkerman et al., 1966; Coen et al., 1966; Vandamme & De Leenheer, 1968; Goetz, 1970).

4. De verdere bodemvorming zou, zoals in 3.3.3.1 werd beschreven, vooral onder invloed van de steeds slechter wordende doorlatendheid staan. Mede door de voortgaande uitspoeling van basen zou de bovengrond geleidelijk zuurder worden, de biologische activiteit afnemen en de produktie van oplosbare organische zuren toenemen. Ook zou de degradatie van de natuurlijke bosbegroeiing, al dan niet onder invloed van de mens, hierbij een rol spelen. Het valt echter op, dat op hoge plaatsen met diepe grondwaterstanden de banden-B-horizont vrijwel onaangetast blijft; hoogstens is er een verstoring door biologische activiteit. Waar periodiek relatief hoge grondwaterstanden voorkomen, zal een geringe afname van de aëratie en een slechtere afvoer van

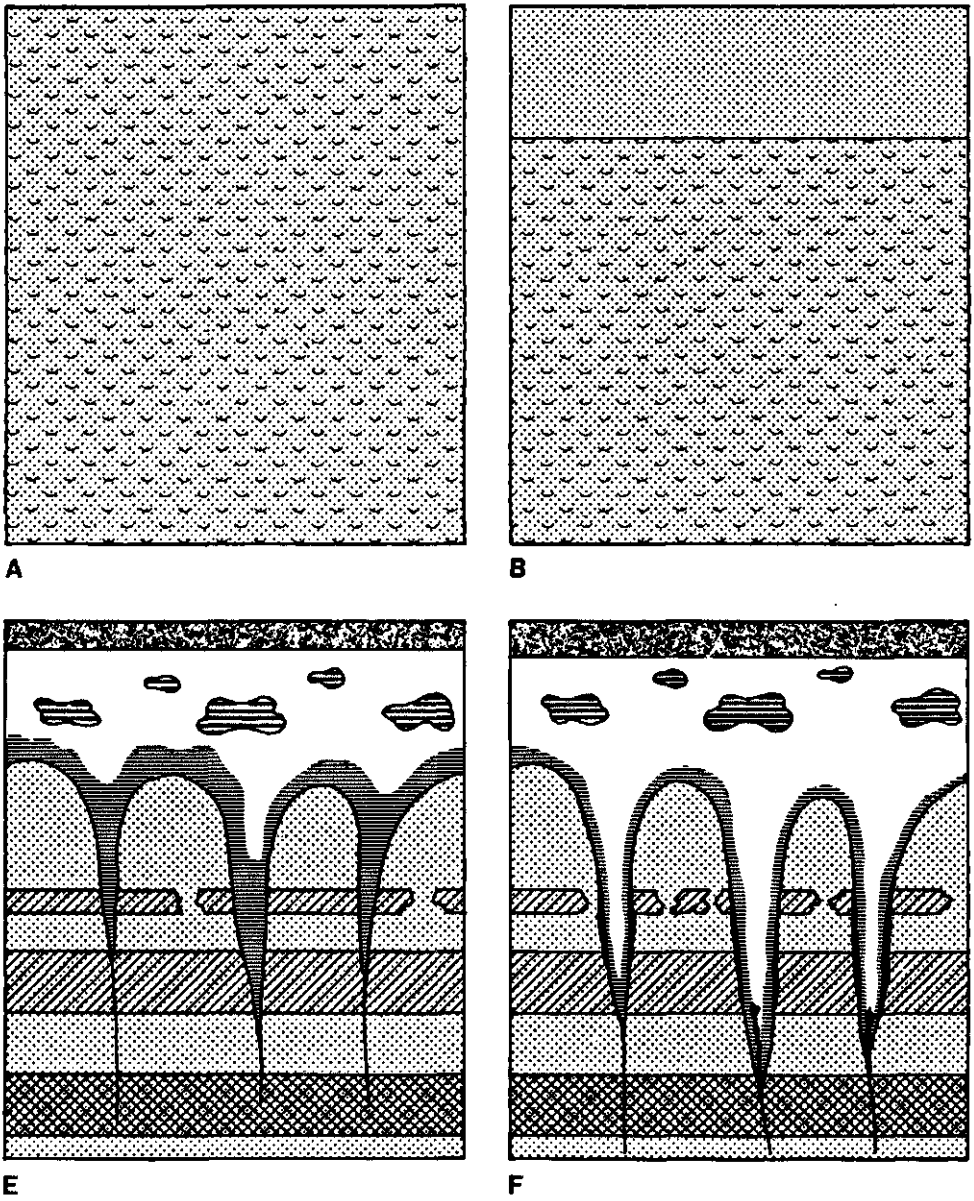
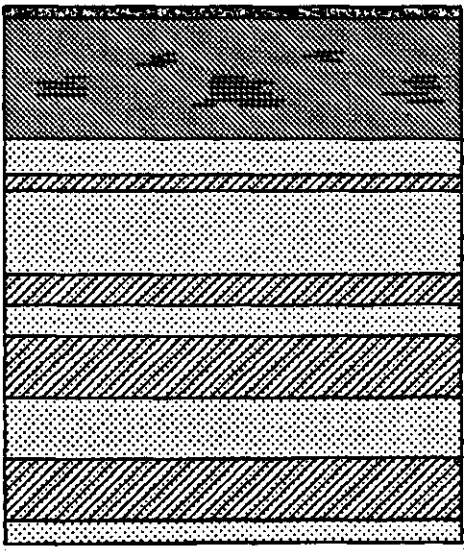
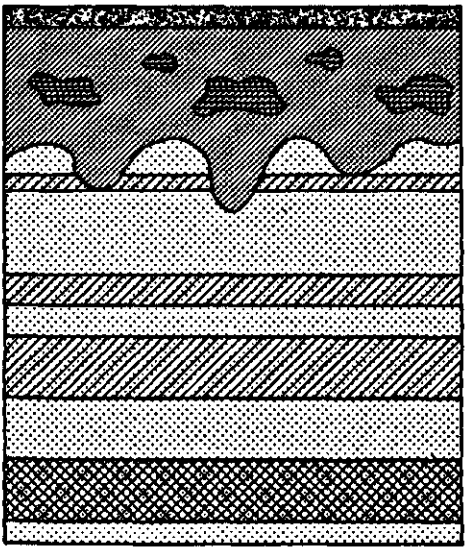


Fig. 10. Schematische weergave van de bodemvorming in zandgronden met een banden-B- en een vlammenhorizont.

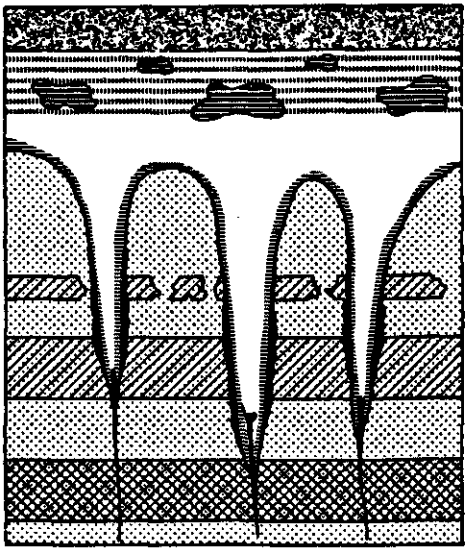
Fig. 10. Sketch of stages in soil formation in sands with a banded B horizon and a marbled horizon. For details see summary.



C



D



G

gelaagd, kalkrijk zand
stratified, calcareous sand

ontkalkte, verbruinde horizont met primaire huidjes
decalcified horizon with primary cutans

humushoudende bovengrond
humose topsoil

met klei en ijzer verrijkte inspoelingsbanden
clay and iron - enriched bands

gehomogeniseerde, gedeeltelijk aan klei en ijzer verarmde (A_2-)horizont
homogenised, partly clay- and iron-impoverished (A_2-) horizon

fragipan

gehomogeniseerde, sterk uitgeloogde (A_2-) horizont
homogenised, strongly leached (A_2-) horizon

ijzerophoping en ijzerconcreties
ironaccumulation and iron concretions

vrijwel ijzerloze, gedeeltelijk aan klei verarmde delen van de A_2-horizont en van de tongen
parts of the A_2- horizon and of the tongues nearly without iron and partly clay - impoverished

ontijzerde, nog gelaagde rand van de tongen
iron - impoverished, still stratified part of the tongues

roestophoping
borderzone of iron accumulation

moderpodzol - B - horizont
moderpodzol - (Brown Podzolic) B - horizon

klei-adertjes
clay veins

water uit de bovengrond echter wel een relatief groot effect hebben. Bij de verdere bodemvorming zal in zandgronden de grondwaterhuishouding daardoor een belangrijke rol spelen.

Het milieu van de bovengrond zal door de zo juist genoemde oorzaken tijdelijk anaëroob worden. Hierdoor wordt een deel van het ijzeroxyde van de kleihuidjes gereduceerd en met bepaalde oplosbare organische verbindingen in complexe vorm afgevoerd. Het gereduceerde ijzer wordt waarschijnlijk grotendeels in de lager gelegen banden-B-horizont weer afgezet. Een klein deel wordt wellicht ook met het grondwater afgevoerd. Plaatselijk wordt in de A2-horizont wat ijzeroxyde afgezet op de grens met (meestal kleine) niet gehomogeniseerde plekken (fig. 10D).

De ontijzerde klei wordt naderhand eveneens naar beneden afgevoerd, naar men aanneemt ook (gedeeltelijk) in verbinding met oplosbare organische zuren. De klei wordt in de banden-B-horizont opgehoopt in de vorm van bleekgele huidjes (fig. 9C). Dit gebeurt vooral in de grovere poriën, doordat deze bij vochttoevoer het laatst gevuld worden en bij uitdroging het eerst weer lucht bevatten. Het water beweegt zich dan uiterst langzaam als een film over de wanden van deze poriën (Vetterlein, 1962; Rijtema, 1965), waardoor de klei gemakkelijk als georiënteerde huidjes kan worden afgezet (Buol & Hole, 1961). Ook het uit de A2-horizont afkomstige ijzer zal juist in deze snel met lucht gevulde poriën weer worden geoxydeerd en neergeslagen. Hierdoor worden de ijzerarme kleihuidjes (argillans) naderhand opnieuw overdekt met ijzeroxyde (fig. 9C) en ter plaatse gefixeerd (Goetz, 1970). Door de voortdurende afwisling in afzetting van klei en ijzeroxyde ontstaan tenslotte zeer dikke huidjes.

5. Doordat de wortels vrijwel uitsluitend via de (vroegere) scheuren in de ondergrond doordringen en in het gelaagde materiaal vrijwel ontbreken (Hoeksema, 1953; Slager, 1964, 1966), zullen de verstoring van de gelaagdheid en de biologische homogenisatie aan de bovenkant van deze scheuren het sterkst zijn. Hier zal dan ook de dichtste wortelconcentratie worden aangetroffen. De reductie en afvoer van ijzer en naderhand ook van klei zal op deze plaatsen eveneens het grootst zijn. Hierin ligt waarschijnlijk een belangrijke oorzaak voor het ontstaan van de tongvormige uitstulpingen (fig. 10D) van de A2- in de B2t-horizont, juist ter plaatse van de vroegere scheuren (of bij leemgronden boven de scheiding van de structuurelementen).

Door het voortgaande verlies van ijzeroxyde en klei nemen de A2-horizont en zijn voortzetting in de tongen tenslotte een geelwitte kleur aan. Het bovenste deel van de B2t-horizont wordt verder aangetast en de tongen dringen dieper in de B2t-horizont door (fig. 10E), waarbij de kleihuidjes eerst worden ontijzerd, vervolgens hun continue oriëntatie verliezen (fig. 9D) en tenslotte geheel verdwijnen. Een klein deel van het gereduceerde ijzer uit de zich verdiepende A2-horizont vormt hierbij vaak een smal roestbandje rondom (nog gelaagde) restjes van de hoogste bandjes van de B2t-horizont (fig. 10E). Geleidelijk worden de poriën in deze brokjes echter geheel met ijzeroxyde opgevuld, waardoor ze harder worden en moeilijker worden aangetast. Bij de voortgaande verdieping van de A2-horizont komen deze, tenslotte concretieachtig verharde delen hoog en op één niveau (het niveau van het vroegere B2t-bandje) in de uiteindelijk

zeer dikke A2-horizont te liggen (fig. 10F). Indien naderhand bovenin deze A2-horizont een moder- of humuspodzol wordt gevormd, kunnen deze concreties in de (soms geheel ijzerloze) podzol-B-horizont worden aangetroffen (fig. 10G).

6. Met de beschreven degradatieprocessen hangt de vorming van een horizont met fragipanachtige eigenschappen samen. Er is in deze horizont duidelijk meer klei aanwezig dan in de hogere banden van de banden-B-horizont. Mogelijk hangt dit samen met de ligging van de fragipanachtige laag vrijwel direct boven een iets grovere afzetting. Door verschillen in poriëngrootte stagneert waarschijnlijk het zakwater op de grens met dit wat grovere materiaal. Pas als boven deze grens zoveel water aanwezig is, dat de vochtspanning overeenkomt met die, waarbij de grovere poriën van het onderliggende zand gevuld kunnen worden, vindt een verdere uitzakking plaats (Miller, 1960; Miller & Gardner, 1962).

Doordat het grondwater een gedeelte van het jaar dicht onder de fragipanachtige laag staat, zal de zuigspanning in het onderliggende, wat grovere materiaal doorgaans echter niet voldoende zijn om het water uit de fragipanachtige laag te transporteren. In tegenstelling met hoger liggende banden zal daardoor in de fragipan gedurende langere perioden nauwelijks doorstroming plaats vinden, waardoor ook de fijnere poriën tenslotte geheel of gedeeltelijk met uit de A2-horizont afkomstige klei worden opgevuld. Ook zal (bij uitdroging) hier een deel van het gereduceerde ijzer weer neerslaan, waardoor dikke, meestal ijzerhoudende kleihuidjes de poriën plaatselijk geheel opvullen (fig. 9E). Door de slechte doorlatendheid van de fragipanachtige laag wordt de waterafvoer en daarmee de aëratie van het bovenliggende deel van het bodemprofiel ook geleidelijk slechter, waardoor het gehele proces zichzelf versterkt.

7. De vorming van een vlammenhorizont wordt, zoals Slichting (1973) het uitdrukt, vooral beheerst door redoxprocessen met horizontale gradiënten. Zoals bij de bodemvorming in leemgronden werd vermeld, wordt de vorming veelal gezien als gevolg van een verzadiging van de tongen met water, doordat de neerslag er gemakkelijker in zou dringen dan in het aangrenzende materiaal. Inderdaad is de doorlatendheid van het los gepakte zand in de tongen groter dan van de aangrenzende delen van de grond. Het proces is echter iets gecompliceerder, omdat de tongen niet tot het oppervlak doorlopen, maar pas onder de A2-horizont beginnen. Met uitzondering van onregelmatig verspreide plekken waarin de gelaagdheid nog min of meer aanwezig is, zal het regenwater vrij gemakkelijk en gelijkmatig in de A2-horizont dringen. Pas wanneer het zakwaterfront tot de bovenkant van de banden-B-horizont en daarmee tot de bovenkant van de tongen is doorgedrongen, wordt de situatie verschillend. De doorlatendheid is onder dit niveau in het algemeen aanzienlijk geringer dan in de A2-horizont (Vetterlein, 1962). Het water zal wel gemakkelijk in de tongen kunnen doordringen, maar doordat deze naar beneden wigvormig toelopen, kan het water niet snel worden afgevoerd; de tongen hebben meer een stuwende dan een drainerende werking (Blume, 1968). Ze zullen daardoor vaak meer water bevatten dan de aangrenzende delen van de grond. Door het verschil in vochtspanning zal een zijdelingse wa-

terverplaatsing optreden, waarbij de fijnste nog met lucht gevulde poriën zich het eerst zullen vullen. In de grovere poriën, dus vooral in de zandlaagjes van het gelaagde materiaal buiten de tongen, zal aanvankelijk nog veel lucht aanwezig blijven.

8. Het ontstaan van een vlammenhorizont is kennelijk gekoppeld aan relatief hoge grondwaterstanden, zoals ook door Vandamme & De Leenheer (1968) uit de Belgische Kempen werd vermeld. Dit houdt verband met het feit, dat bij hoge grondwaterstanden in het geheel geen vertikale afvoer uit de tongen zal plaats vinden; wel zal bij iedere stuwing zijdelings watertransport optreden. Doordat de lucht in de nog niet met water gevulde poriën niet voldoende snel kan worden ververst, kunnen anaërobe omstandigheden al optreden voordat de tongen geheel met water verzadigd zijn. Het anaërobe milieu in de tongen blijft daardoor betrekkelijk lang in stand, waarbij de redoxpotentiaal zo laag wordt, dat het eventueel nog aanwezige ijzeroxyde van kleihuidjes in de tongen en vooral van direct aan de tongen grenzend materiaal wordt gereduceerd (fig. 9H). De hiervoor (o.a. volgens Bétrémieux, 1951; Lieberoth, 1964a; Brümmer, 1973) onontbeerlijke organische zuren zijn afkomstig van de talrijke (afgestorven) wortels en wellicht ten dele van de humuslaag aan het oppervlak. Het gereduceerde ijzer zal zich met het water zijdelings verplaatsen naar de nog geaëreerde delen van de grond en daar op plaatsen met een hogere redoxpotentiaal weer worden geoxydeerd en neerslaan. Bij dit gehele proces spelen complexe verbindingen (chelaten) met organische zuren wellicht mede een rol (Bloomfield, 1951, 1963; Knibbe, 1969).

Het gereduceerde ijzer slaat, zodra het met lucht in aanraking komt, vrijwel direct neer (Bétrémieux & Henin, 1965). Het wordt vooral in de grovere, nog met lucht gevulde poriën, waar het water als een film over de wanden beweegt (zie hierboven onder 4), geoxydeerd en afgezet (Bétrémieux, 1951; Bétrémieux & Henin, 1965; Segalen, 1964; Mohr et al., 1972). Hierdoor hoopt het ijzeroxyde zich in de grove laagjes van het gelaagde materiaal rondom de tongen, dicht bij de rand van de tongen op. In de fijnere, geheel of grotendeels met water gevulde leemlaagjes slaat weliswaar minder ijzeroxyde neer, maar het water verplaatst zich hierin maar zeer langzaam (zie onder 6 en 7). Door dit alles zal slechts een betrekkelijk smalle, fel roestbruine zone ontstaan, min of meer evenwijdig aan de begrenzing van de tongen (fig. 10E). Uit de invloed van de gelaagdheid op de waterhuishouding en daarmee op het ontstaan van de geprononceerde roestzone, valt wellicht te verklaren, waarom bij zwaardere gronden, waarin de duidelijke afwisseling van grovere en fijnere laagjes ontbreekt, de roestzone meer diffuus is en bij homogene, zware leemgronden zelfs vrijwel ontbreekt.

Vanuit het midden van de oorspronkelijke tongen en van de ontijzerde, aanvankelijk nog gelaagde, aangrenzende zone van de banden-B-horizont (fig. 10F) wordt naderhand ook de ontijzerde klei weggevoerd (fig. 9F). De gelaagdheid gaat eveneens verloren. Het zand krijgt een fletsgele tint, overeenkomend met het uiterlijk van de A2-horizont. Mede doordat ook enig fijn silt wordt verplaatst, voelt het materiaal duidelijk minder lemig aan dan de omringende delen van de grond. Door de verarming aan klei en fijn silt en door de beworteling verandert de vorm en de verdeling van de poriën, waardoor in het achterblijvende materiaal gemakkelijk lokale verplaatsingen

optreden en de gelaagdheid verloren gaat.

De klei wordt grotendeels onderin de tongen opgehoopt (fig. 9G) als talrijke dunne, grauwgrijze adertjes (fig. 10F). Door de zijdelingse waterverplaatsing wordt een deel van de klei ook in de roestzone afgezet (Bouma et al., 1968). Als gevolg van de zo juist bij de afzetting van het ijzeroxyde vermelde oorzaken, gebeurt dit eveneens vooral in de grovere poriën. Hier ontstaan zeer dikke, met ijzeroxyde door- en overtrokken kleihuidjes (fig. 9J).

9. Hoewel de tongen door dit proces enigszins onregelmatig worden verbreed, is deze verbreding zelden zodanig, dat hierdoor de grote, onregelmatige lichte vlekken en de brede roestbanden ontstaan, die zo kenmerkend zijn voor de vlammenhorizont. De verbredingen zijn in werkelijkheid veel minder geprononceerd dan het beeld van een vertikale profielwand suggereert. Doordat de oorspronkelijke scheuren en later de tongen zelden zuiver vertikaal lopen en meestal ook een onregelmatige begrenzing hebben, worden de meeste door een vertikaal vlak scheef doorsneden. Hierdoor èn door de doorsnijding van de hoekpunten van de polygonen, ontstaat het vertekende beeld van de grote lichte vlekken en de brede roestbanden. Bovendien kan een profielwand een tong zodanig doorsnijden, dat schijnbaar geïsoleerde vlekken ontstaan waarvan de boven- en onderrand in werkelijkheid de voor- en achterzijde van een tong zijn.

10. In het beschreven profiel en op enkele andere plaatsen in het gebied van Wouw is bovenin de oude, sterk verarmde A2-horizont naderhand een moderpodzol gevormd (fig. 10G). In de rest van het gebied zijn merendeels weinig geprononceerde, betrekkelijk 'milde' humuspodzolen ontstaan. Het is duidelijk dat dit alles geheel past bij de variatie in het beeld van de beschreven bodemontwikkeling, in afhankelijkheid van de textuur van het moedermateriaal. In zware leemgronden treffen we brikgronden (Parabraunerden, sols bruns lessivés) aan, waarbij bovenin al dan niet een zwakke moderpodzol is gevormd. Indien de grond zandiger is, zijn bovenin duidelijke humuspodzolen ontwikkeld. In de z.g. Flottsande, met 6 - 13% klei en 70 - 75% fractie 2 - 63 μm, in Noordwest-Duitsland en in Sandlöss uit hetzelfde gebied zijn reeds humuspodzolen ontstaan, maar in de ondergrond komt nog een gesloten B2t-horizont voor (Lüders, 1965; Roeschmann, 1963). Bij lichtere gronden, zoals in het gebied van Wouw, wordt geen gesloten B2t-horizont meer gevormd, maar een banden-B-horizont, waarbij de gelaagdheid van het moedermateriaal een duidelijke rol speelt. In nog zandiger gronden kan bovenin een vrij sterk ontwikkeld humuspodzol zijn gevormd, zoals op zwak lemig zand elders in westelijk Noord-Brabant het geval is (fig. 11). Hierbij moet echter rekening worden gehouden met de mogelijkheid, dat een jongere, leemarme afzetting aanwezig is boven het materiaal, waarin de banden-B-horizont is gevormd.

Tot slot wordt nog kort ingegaan op de vraag, in welke tijd de besproken bodemvorming heeft plaats gevonden. Veel onderzoekers menen het ontstaan van een B2t- of een banden-B-horizont in het Laat-Glaciaal of nog iets vroeger te moeten plaatsen

Fig. 11. Humuspodzol met sterk ontwikkelde A2- en B-horizont boven een vlammenhorizont.

Fig. 11. Humuspodzol with strongly developed A2 and B horizon on top of a marbled horizon.

(Brunnacker, 1959; Hoeksema & Edelman, 1960; Lieberoth, 1959, 1963, 1964b; Mückenhausen, 1965; Schönhals, 1961; Kowalkowski, 1967; Thiere & Laves, 1968; Sevink & Vink, 1969). Sommigen denken zelfs aan een nog veel vroegere tijd en menen dat ook de degradatiestadia met vlammenhorizont en de fragipan bij de aanvang van het Holoceen reeds aanwezig waren (Lieberoth, 1963; Le Tacon, 1967; Duchaufour, 1970; Duchaufour et al., 1973; Jamagne, 1973; Lozet & Herbillon, 1971).

Als vaststaand moet worden aangenomen, dat horizonten met klei-inspoeling ouder dan het Holoceen kunnen zijn. Schönhals & Becher (1964) vonden duidelijke, met ingespoelde klei verrijkte banden onder een met vulkanische as gedateerde Allerød-laag, Semmel (1964) vond ze onder een op dezelfde wijze gedateerde solifluctielaag. Schönhals (1961) stelde het ontbreken van kleiverplaatsing vast in löss uit de Jongere Dryastijd. Lieberoth (1964a) vond geen verschil in kleigehalte tussen een B2t-horizont onder een Slavische grafsteen uit de achtste eeuw en dezelfde horizont in de omgeving.

Anderzijds worden gronden met een B2t-horizont op löss in verband gebracht met het West- en Middeneuropese (eiken)loofbos. De vorming van een fragipan en van een vlammenhorizont wordt dan juist toegeschreven, zoals al even eerder aangestipt, aan een degradatie onder invloed van de mens (Pécrot, 1956; Tavernier & Maréchal, 1957; Amerijckx, 1960; Hubert & Jamagne, 1964; Tavernier, 1964; Duchaufour, 1970). Ongetwijfeld was het proces waarbij een B2t- of een banden-B-horizont wordt gevormd ook nog in het Holoceen werkzaam (Zottl & Fuszmaul, 1967). Dunne bandjes werden gevonden in opgevulde brandkuilen uit het Magdalénien (Goetz, 1970), in door de mens in het Neolithicum (Van den Broek, 1958/1959) en in de Romeinse (Heide, 1964) of Frankische tijd (Goetz 1970) verstoorde lagen en zelfs in nog jonger stuifzand (Schönhals & Becker, 1964; Goetz, 1970).

Toch moet het niet uitgesloten worden geacht, dat sommige vlammenhorizonten zeer oud zijn, zoals blijkt uit bodemprofielen aan de rand van het Peelgebied. Daar is onder ijzerloze humuspodzolen de figuratie van de vlammenhorizont in de ondergrond nog aanwezig, maar door latere overdekking met veen is het ijzer geheel verdwenen (Stichting voor Bodemkartering, 1972; en mondelinge mededeling H. Kanters). Gezien de hoge ouderdom van deze venen (Atlanticum en gedeeltelijk Boreaal) is er een gerede kans, dat de vlammenhorizont en zeker de klei-inspoelingshorizont waarin deze is ontstaan, reeds vóór het Holoceen werd gevormd.

Uit het voorgaande wordt duidelijk, dat klei-inspoelingshorizonten, fragipans en vlammenhorizonten in diverse tijden kunnen zijn ontstaan. De B2t- of banden-B-horizonten kunnen wegens geringe ouderdom en/of gunstige bodemkundige en andere omstandigheden nog vrijwel onveranderd aanwezig zijn. Anderzijds kunnen ze aan een afbraakproces zijn onderworpen, dat ook weer afhankelijk van ouderdom en omstandigheden in diverse stadia kan worden aangetroffen. Tijd en wijze van ontstaan van dergelijke bodems zullen voor elke plaats en zeker voor elk gebied afzonderlijk moeten worden nagegaan.

4 De waterhuishouding

4.1 Aanleiding tot het onderzoek en methoden

Zoals in hoofdstuk 1 reeds werd vermeld, vormt de waterhuishouding een van de meest opvallende aspecten van de Wouwse zandgronden. Dit komt vooral tot uiting in de volgende verschijnselen:

1. De meeste gronden zijn in het vroege voorjaar relatief nat; tot ver in het voorjaar behouden ze een hoog vochtgehalte en in het najaar worden ze snel opnieuw nat.
2. Gedurende de zomer zijn de gronden opvallend vochtig; hierdoor ontbreken droogteverschijnselen in het gewas, zelfs in (niet al te extreme) droogteperioden.

Deze verschijnselen komen in vrijwel het gehele sterk lemige zandgebied voor en niet alleen op lage plaatsen, zoals in het reliëfrijke zwaklemige dekzandgebied. In het gebied van Wouw heeft het reliëf opvallend weinig invloed. Terwijl in het zwak lemige dekzandgebied een vrij directe samenhang bestaat tussen de waterhuishouding en de hoogteligging, zijn de hogere delen van de Wouwse zandgronden niet opvallend droger dan vele lager liggende delen. Voorbeelden hiervan zijn het hoge gebied Den Akker ten zuidwesten van het dorp Wouw en de hoge rug ten noorden hiervan (De Donken), waar het terrein tot 5 à 6 meter boven de aangrenzende beekdalen ligt. Alleen een aantal kleine, relatief hoge kopjes (grondwaterklasse 2 en 3), die op de bodemkaart duidelijk uitkomen, vormen een uitzondering. Een deel hiervan bestaat echter uit zwak lemig dekzand; het zijn geïsoleerde voorposten van de aangrenzende zwaklemige dekzandgebieden.

Om de veldwaarnemingen te verifiëren en enig inzicht in de oorzaken te krijgen, werden gedurende een aantal jaren metingen gedaan. Dit onderzoek vond plaats in de jaren 1960 – 1965. Hierbij werden vooral onderzocht:

1. het grondwaterregime in het gebied,
2. het vochtleverend vermogen van de gronden en de daarmee verband houdende vochtvoorziening van de gewassen,
3. de vochttoestand van de grond gedurende het groeiseizoen, in verband met de waargenomen 'natheid' van het gebied.

De grondwaterstandsmetingen gaven weinig moeilijkheden. Op een zevental plaatsen, met verschillende hoogteligging, werden plastic buizen geplaatst, die over de gehele lengte geperforeerd waren. Op enkele plekken werden, in verband met in de ondergrond aanwezige leem- en kleilagen, twee of drie, alleen onderin geperforeerde buizen gezet, die tot verschillende diepten reikten. De waterstand in de buizen werd in de regel tweemaal per maand gemeten.

Veel meer moeilijkheden werden ondervonden bij het onderzoek naar de vochtleverantie en het verloop van de vochttoestand van de gronden gedurende het groeiseizoen. Aangezien de maanden mei, juni en juli gewoonlijk de meest kritieke maanden voor de vochtvoorziening zijn, leken granen, die na de genoemde maanden nauwelijks meer behoefte aan water hebben, het meest geschikte gewas voor een dergelijk onderzoek. Omdat de hoeveelheid vocht die aan de grond wordt onttrokken van gewas tot gewas verschilt, was het gewenst, zoveel mogelijk proefplekken met dezelfde graansoort te kiezen. Bij vergelijking van de Wouwse gronden met gronden uit het zwak lemige zandgebied traden hierbij echter al direct moeilijkheden op. Rogge wordt op de sterk lemige gronden in het gebied van Wouw nauwelijks, haver zeer weinig geteeld, terwijl omgekeerd op de zwak lemige gronden tarwe vrijwel ontbreekt. Daardoor bleef alleen gerst over. Metingen over een aantal jaren heeft echter het grote bezwaar dat zelden twee jaren achtereen hetzelfde gewas op eenzelfde perceel wordt geteeld. Verder bleek het zeer natte jaar 1963 (fig. 12) minder duidelijke gegevens op te leveren bij de regelmatige vochtmetingen gedurende het voorjaar en de vroege zomermaanden (4.4). Bovendien moesten in dat jaar door fouten in de meetapparatuur een aantal metingen uitvallen.

Hierdoor moest het onderzoek langer worden voortgezet dan aanvankelijk de bedoeling was. Inmiddels waren enkele proefplekken uitgevallen door veranderde bestemming (tuinbouw of grasland). Om het aantal waarnemingen toch niet te klein te

Fig. 12. Neerslag in de maanden maart–juli, 1959–1965.

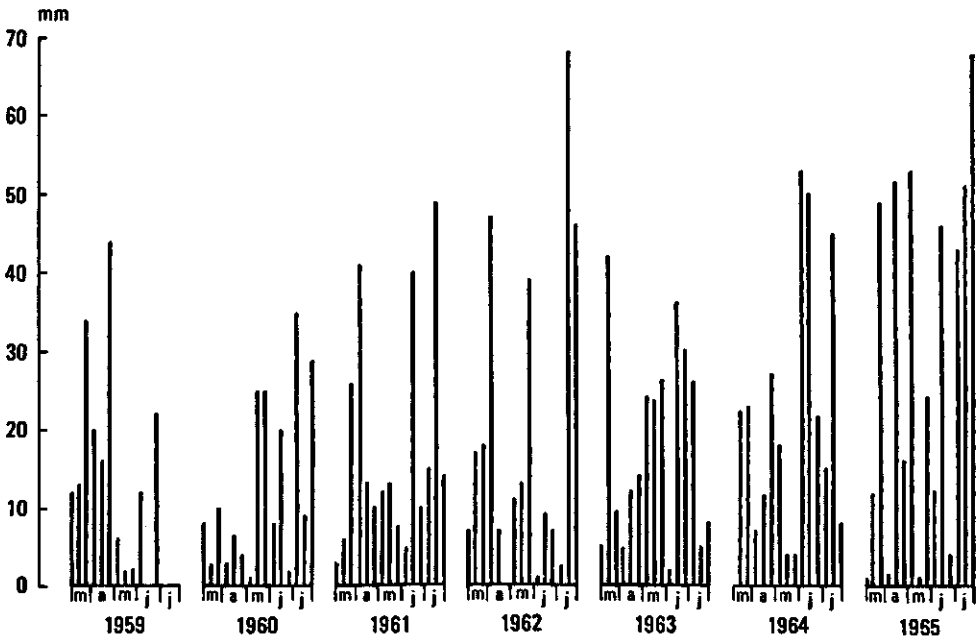


Fig. 12. Precipitation during the months March–July, 1959–1965.

maken, werden daarom op de zwak lemige gronden ook enkele metingen verricht op met rogge en op de sterk lemige zandgronden op met tarwe begroeide percelen.

Vanaf 1960 werd op een deel van de proefplekken gedurende één of meer jaren de vochttoestand aan het begin en aan het einde van het groeiseizoen gemeten. Op een aantal andere werden de metingen iedere veertien dagen of althans enkele keren gedurende het groeiseizoen herhaald. Een aantal metingen uit de droge zomer van 1959 kon mede in het onderzoek worden betrokken. Helaas waren dit geen veertiendaagse metingen.

Op alle proefplekken werden ringmonsters in twee- of in drievoud tot een diepte van 1,50 m genomen en wel per bodemhorizont of, zoals bij de veertiendaagse of meermalige metingen, per 10 cm. De vochtbepaling vond plaats op ca. 50 g natte grond tot op 0,1 g nauwkeurig.

De resultaten van het onderzoek worden in de volgende paragrafen besproken. In 4.2 worden de uitkomsten van de grondwaterstandsmetingen behandeld en in 4.3 die van het onderzoek naar het vochtleverend vermogen van de grond. In 4.4 volgt een beschouwing over de vochttoestand van de bovengrond gedurende het groeiseizoen en over het verband met het leemgehalte. Tenslotte volgt in 4.5 een discussie van de verschillende waarnemingen.

4.2 De grondwaterstandsmetingen

De in 4.1 vermelde zeven waterstandsbuizen werden zodanig geplaatst, dat een goed overzicht verkregen werd van het grondwaterstandsverloop in de verschillende gronden van het gebied. De metingen geschiedden van de herfst 1960 tot eind 1964. De resultaten zijn weergegeven in fig. 13.

Buis 1 stond op een zeer lage, venige grond in het beekdal bij Den Akker, buis 5 op een hoge kop ten oosten van het dorp. De buizen 2, 3 en 4, resp. in de Bulkstraat, op Den Akker en op De Donken (met grondwaterklassen 5, 5 en 4) vertegenwoordigen de gronden die de grote meerderheid van het gebied vormen. De tijdstijghoogtelijnen van de overige twee, niet in de figuur opgenomen buizen vallen vrijwel geheel samen met die van de buis in de Bulkstraat (2) of met die op Den Akker (3) en op De Donken (4).

Reeds bij een vluchtige beschouwing vallen de buitengewoon sterke fluctuaties op, d.w.z. de grote verschillen tussen de hoogste en laagste grondwaterstanden in een jaar. Dit geldt voor alle buizen; zelfs in het beekdal, waar het grondwater vrijwel iedere winter tot boven het maaiveld komt, is nog een fluctuatie van ca. 1,50 m aanwezig. Het meest opvallend zijn echter de bijzonder hoge wintergrondwaterstanden in de relatief hoog liggende gronden van Den Akker en De Donken (buis 3 en 4). Beide buizen staan vrijwel op het hoogste punt van deze gebieden. Toch zijn de verschillen met b.v. buis 1, die enkele meters lager staat, maar betrekkelijk gering en veel minder dan men op grond van de grote verschillen in hoogteligging zou verwachten.

Om een beter inzicht in het grondwaterregime van het gebied als geheel te krijgen, werden van augustus 1963 tot mei 1965 zowel op De Donken als op Den Akker veer-

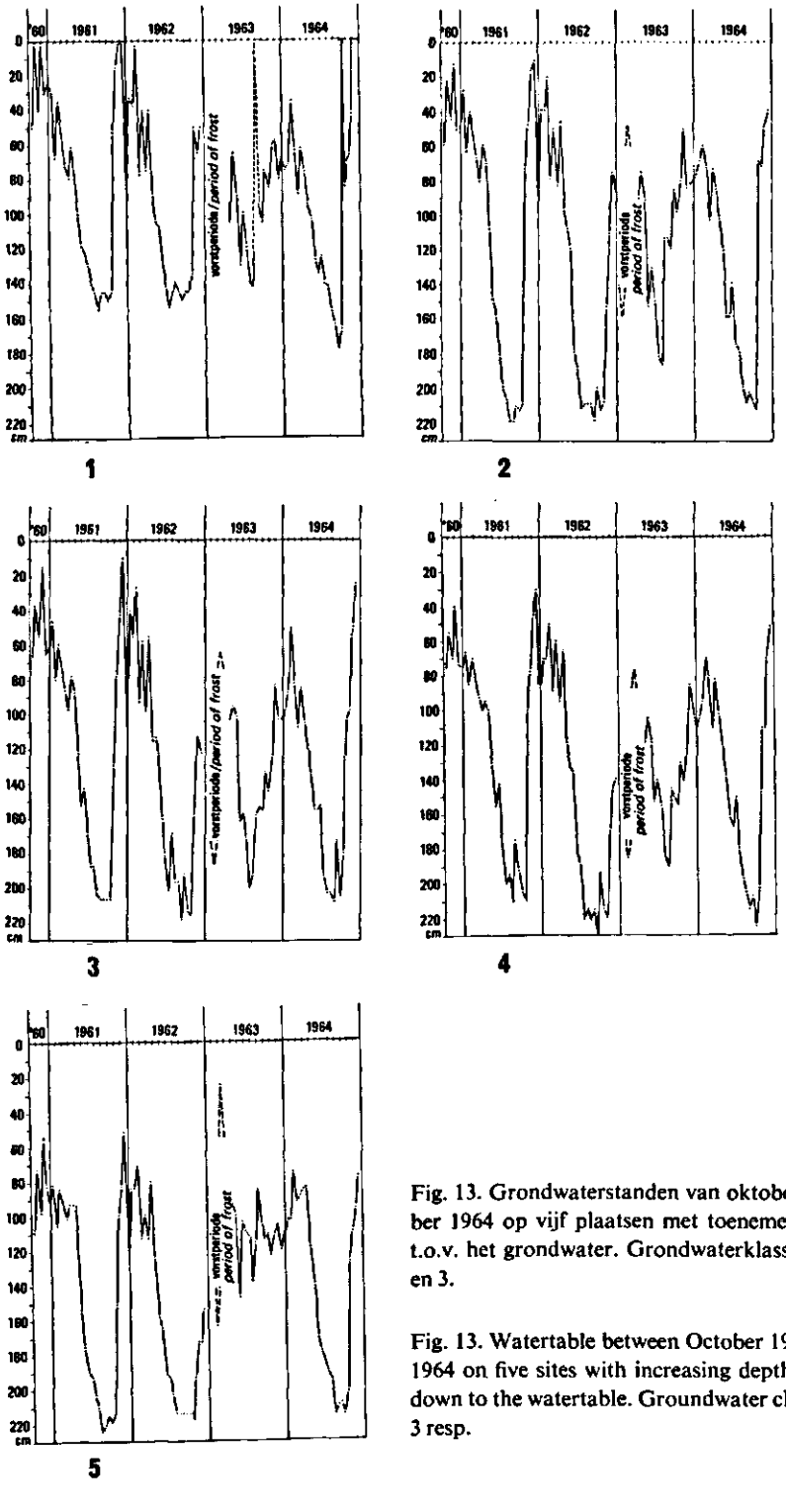


Fig. 13. Grondwaterstanden van oktober 1960 tot december 1964 op vijf plaatsen met toenemende hoogteligging t.o.v. het grondwater. Grondwaterklassen resp. 6, 5, 5, 4 en 3.

Fig. 13. Watertable between October 1960 and December 1964 on five sites with increasing depth from the surface down to the watertable. Groundwater classes 6, 5, 5, 4 and 3 resp.

Fig. 14. Het grondwaterstandsverloop op de hoge ruggen bij Den Akker (a) en De Donken (b) in de herfst van 1963 (Voor de ligging zie fig. 2.)

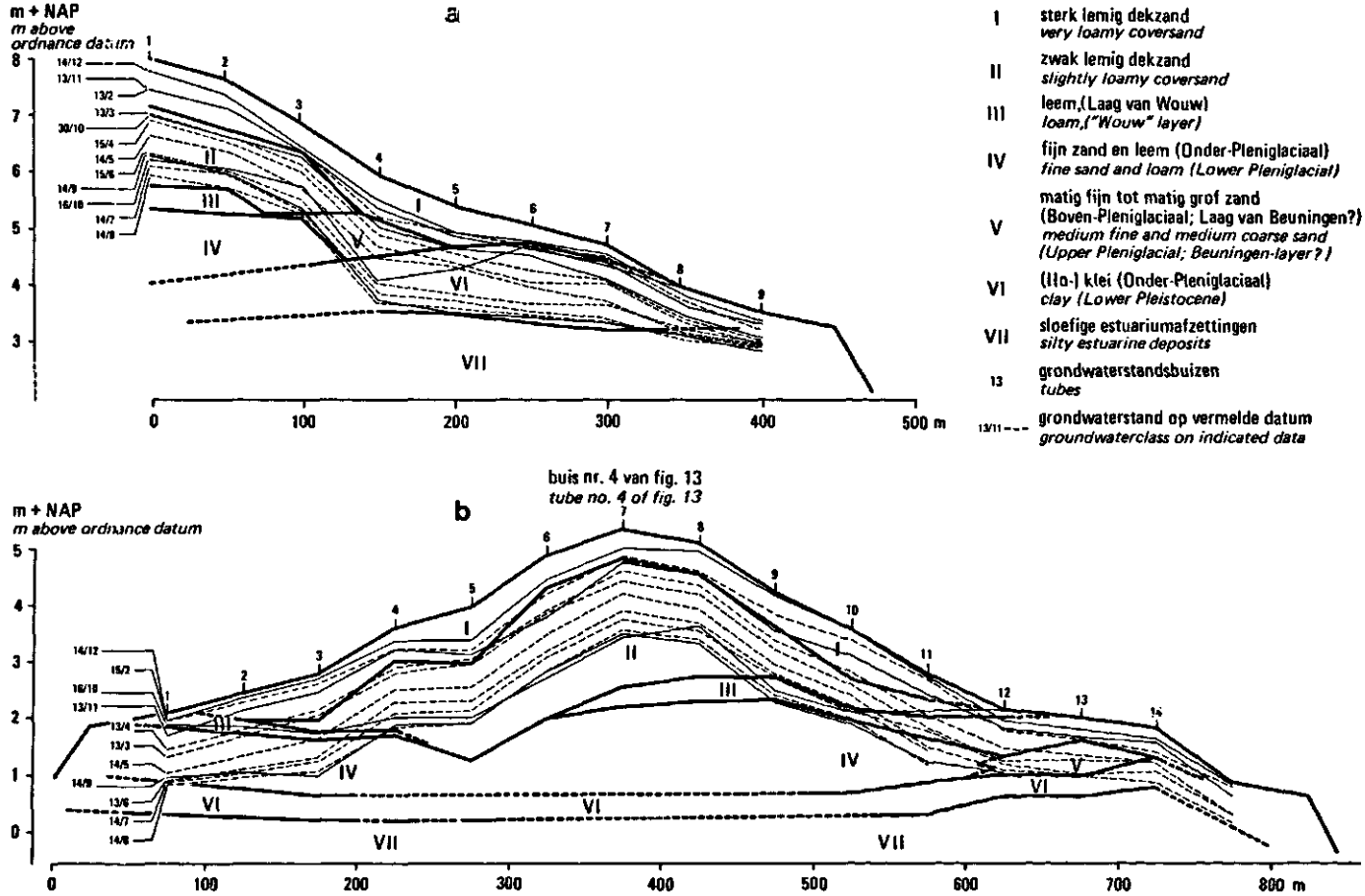


Fig. 14. Changes in watertable on the ridges of Den Akker (a) and De Donken (b) in the autumn of 1963. (For site, see Fig. 2.)

tiendaagse metingen gedaan in een raai van resp. 15 en 9 waterstandsbuizen. Op De Donken werden buizen geplaatst vanaf de Smalle Beek in het westen via het hoogste punt, waar buis 4 van fig. 13 stond, tot aan het Loopje in het oosten. Op Den Akker liep de raai vanaf de Smalle Beek tot nabij het hoogste punt met buis 3 van fig. 13 (zie fig. 2). Door middel van waterpassing en diepboringen werden ook de hoogteligging en de geologische situatie vastgelegd (fig. 14). Ter wille van de duidelijkheid zijn in figuur 14 slechts de vierwekelijkse waarnemingen en de hoogste en laagste gemeten waterstanden ingetekend.

De metingen in de beide raaien bevestigen het bij de afzonderlijke buizen gevonden gedrag van het grondwater. Zowel op De Donken als op Den Akker vallen de bijzonder ondiepe wintergrondwaterstanden op, zelfs op de hoogste delen van de ruggen. Soms is de grondwaterstand hier zelfs ondieper dan op plaatsen lager op de helling (verg. fig. 14A, buis 6 en 7 met buis 5, en fig. 14B, buis 1 en 2 met buis 3, 4 en 5). Ook het grote verschil tussen de hoogste en de laagste gemeten grondwaterstanden, resp. in de winter en in de zomer, springt weer onmiddellijk in het oog.

Over de oorzaken van deze verschijnselen geeft de geologische opbouw van de ondergrond (zie hoofdstuk 2) nader uitsluitsel. Zowel de onder-pleistocene klei als de Laag van Wouw bevinden zich op betrekkelijk geringe diepte. Vooral de onder-pleistocene klei is buitengewoon zwaar; het lutumgehalte is zeer hoog; meestal is er nauwelijks enig zand met een korrelgrootte boven 105 μm (tabel 6a en 6b). Uit de pF-curve (fig. 15) blijkt dan ook dat het volumepercentage met lucht gevulde poriën bij pF 2,0 bijzonder laag is. Men mag derhalve aannemen, dat de doorlatendheid van de Laag van Wouw en vooral van de onder-pleistocene klei klein is. Wel valt de pF-curve van de onder-pleistocene klei plaatselijk in Wouw wellicht iets gunstiger uit dan de hier weergegeven curve uit Zundert, omdat de klei in Wouw bovenin soms lichter is (zie b.v. tabel 6a, analyse Akkerstraat). Uit de figuur en de tabel blijkt verder dat het bergend vermogen van deze leem- en kleilagen eveneens gering moet zijn.

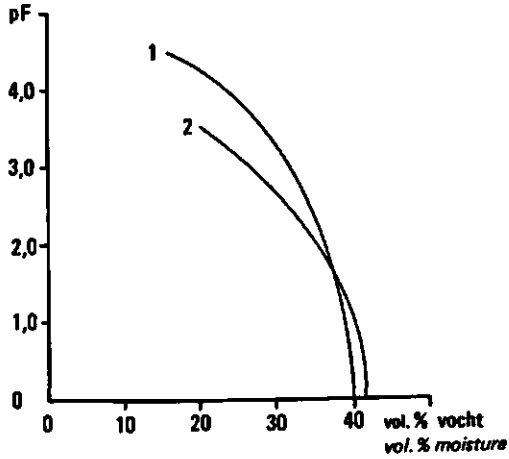


Fig. 15. Karakteristieke pF-curven van de Laag van Wouw (1) en van de onder-pleistocene klei (2).

Fig. 15. Characteristic pF curves of the 'Wouw' layer (1) and of Lower Pleistocene clay (2).

Tabel 6a. Korrelgrootteverdeling (μm) van de Laag van Wouw en van de onder-pleistocene klei.

	< 2	2 – 16	16 – 50	50 – 105	105 – 150	> 150
Laag van Wouw/Wouw layer						
Wouw, uitbreidingsplan/ building site	14	6	23	51	6	0,4
Etten, Wildert I	33	9	17	14	10	18
Etten, Wildert II	17	4	16	24	14	25
Wouw, Akkerstraat I	25	7	7	14	16	31
Wouw, Akkerstraat II	23	6	37,5	32	1	sp
Onder-pleistocene klei/Lower-Pleistocene clay						
Wouw, uitbreidingsplan/ building site	69	15	8	7	0,4	0,3
Wouw, Wouwse Hil	66	19	12	2	1	1,5
Zundert, grens/boundary	57	29	11	2,5	0,5	1
Wouw, Akkerstraat	54	11	8	16	7	4

Table 6a. Particle size distribution (μm) of the Wouw layer and the Lower-Pleistocene clay.

Tabel 6b. Vochtgehalte (in vol. %) bij enkele pF-waarden, poriënvolume en volumegewicht van de Laag van Wouw en van de onder-pleistocene klei.

	Vochtgehalte bij pF Moisture content at pF				Poriën-volume Pore volume (%)	Volume-gewicht Bulk density (kg/litre)
	0,4	2,0	2,3	4,2		
Laag van Wouw, Etten Wouw Layer, Etten	39,3	36,6	35,0	21,3	39	1,64
Onder-pleistocene klei, Zundert Lower-Pleistocene clay, Zundert	35,8	32,6	28,8	16,3	36	1,69

Table 6b. Moisture content (in vol. %) at different pF-values, pore volume and bulk density of the Wouw Layer and the Lower-Pleistocene clay.

De zo juist genoemde lagen liggen min of meer horizontaal en komen op de helling naar de beekdalen aan of zeer dicht nabij het oppervlak. Hoogstens ligt er 10 – 50 cm jonger materiaal op deze lagen of is er door bewerking mee vermengd.

Ook de doorlatendheid en het bergend vermogen van de dekzandlagen boven de Laag van Wouw zijn slechts matig. De verticale doorlatendheid van de lagen waarin de vlammenhorizont is ontwikkeld, werd al in het vorige hoofdstuk behandeld. Volgens enkele recente metingen van de afdeling Hydrologie van de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen werd voor de horizontale doorlatendheid van de (niet nader omschreven) 'roestige ondergrond' 0,20 tot 0,40 m/etmaal gevonden, met als hoogste waarde 0,65 m/etmaal.

Uit de grondwaterstanden op 16 en 30 oktober 1964, tussen welke data veel regen

viel (zie fig. 17) valt een zeer globale berekening te maken van het bergend vermogen en de bergingscoëfficiënt van de gronden. Er wordt van uitgegaan dat op 16 oktober, na de onttrekking door het gewas gedurende de zomermaanden, het vocht in de grond weer zover was aangevuld dat er een toestand van evenwicht was. Hierbij is de vochtspanning (in cm) op elk niveau boven de grondwaterspiegel gelijk aan de afstand in cm tot deze waterspiegel. De vochtspanning in de bovengrond daalt echter, in overeenstemming met hetgeen hierover in 4.5 zal worden besproken, niet onder pF 2,1. Uit de pF-curve kunnen we nu de berging, d.w.z. de totale hoeveelheid aanwezig water per oppervlakte-eenheid, boven een bepaald grondwaterniveau berekenen (Van Heesen et al., 1973). Het verschil met de hoeveelheid die in totaal boven dit niveau aanwezig is indien de grondwaterspiegel tot het oppervlak zou stijgen, geeft het bergend vermogen. Bij een grondwaterstand van 1,86 m onder maaiveld op het hoogste punt van De Donken en van 1,60 m op Den Akker bedraagt de berging resp. 465 mm en 434 mm. Bij een grondwaterstand aan maaiveld kan boven deze niveaus resp. 623 mm en 655 mm geborgen worden, zodat het bergend vermogen resp. 158 mm en 221 mm bedraagt en de bergingscoëfficiënt (bergend vermogen gedeeld door diepte van de grondwaterstand) 8,5% en 13,8%.

Ter vergelijking zijn in tabel 7 een aantal cijfers overgenomen uit Van Heesen et al. (1973) voor sterk lemige gronden, bij grondwaterstanden van 120 en 80 cm en geplaatst naast enkele berekende gegevens uit het gebied van Wouw. Opvallend in de tabel is het grote verschil tussen bouwland en grasland. Ook bij de Wouwse gronden is dit verschil duidelijk aanwezig. De oorzaak zal grotendeels in het grotere poriënvolume van de bovengrond van het bouwland gezocht moeten worden. Hierdoor zullen de verschillen groter zijn, naarmate bij hogere grondwaterstanden wordt vergeleken. Indien met dit verschil tussen bouwland en grasland rekening wordt gehouden, blijkt het bergend vermogen en de bergingscoëfficiënt van de Wouwse gronden bijzonder laag te zijn.

Het is duidelijk, dat door de minder goede doorlatendheid, zowel van de bovengrond als van de ondergrond, de afvoer eveneens betrekkelijk gering zal zijn. Aangezien ook het bergend vermogen klein is, zal de grondwaterspiegel in de herfst in een kort tijdsverloop sterk stijgen. In overeenstemming hiermee was bij de meting op 16 oktober 1969, die in de overgang van zomer- naar wintertoestand van het grondwaterregime valt, de grond op de lagere plaatsen in korte tijd vrijwel verzadigd. Bij buis 12 en 13 van fig. 14A op De Donken, waar de Laag van Wouw tot aan het oppervlak reikt, kwam het water zelfs tot aan het maaiveld. Enige aanvoer van hogere plaatsen en een snellere verzadiging van de grond, doordat deze door de ondiepere grondwaterstanden op deze plaatsen vochtiger blijft, zullen echter ook enigszins tot de snelle stijging bijdragen.

Als het grondwater op deze lage plaatsen tot of vrijwel tot aan het oppervlak is gestegen, zal het grootste deel van de hierna vallende neerslag op de hogere plaatsen van de ruggen geborgen moeten worden in het dekzand boven de Laag van Wouw. Ook hier zal dan de grondwaterspiegel in korte tijd sterk stijgen. De hoge wintergrondwaterstanden, waardoor de grond zeer nat wordt, laten zich hieruit goed verklaren.

Tabel 7. Bergend vermogen en bergingscoëfficient van enkele gronden.

	Grondwaterstand/Watertable			
	120 cm		80 cm	
	bergend vermogen storage capacity (mm)	bergings-coëfficient storage coefficient (%)	bergend vermogen storage capacity (mm)	bergings-coëfficient storage coefficient (%)
Enkeerdgronden (humushoudende bovengrond > 50 cm)/ 'Enk' earth soils (humose topsoil > 50 cm)				
Bouwland Arable land	146	12	76	10
Bouwland, sterk lemig op zwak lemig zand Arable land, very loamy on slightly loamy sand	148	12	75	10
Grasland na bouwland Grassland after arable land	131	11	67	8,5
Veld- en laarpodzolgronden (humushoudende bovengrond resp. 0 – 30 en 30 – 50 cm)/ 'Veld' and 'Laar' podzol soils (humose topsoil 0 – 30 and 30 – 50 cm resp.)				
Bouwland, sterk lemig op zwak lemig zand Arable land, very loamy on slightly loamy sand	127	10	70	9
Grasland, sterk lemig op zwak lemig zand Grassland, very loamy on slightly loamy sand	94	8	43	5,5
Beekeerdgronden (humushoudende bovengrond 30 – 50 cm)/ 'Beek' earth soils (humose topsoil 30 – 50 cm)				
Grasland, sterk lemig op zwak lemig zand Grassland, very loamy on slightly loamy sand	97	8	51	6,5
Grasland, zeer sterk lemig op zwak lemig zand Grassland, extremely loamy on slightly loamy sand	85	7	44	5,5
Wouw, De Donken (grasland/grassland)	72	6	34	4,3
Wouw, Den Akker (bouwland/arable land)	129	8	58	7

Table 7. Storage capacity and storage coefficient of some soils.

Bij hevige buien in de winter en in het vroege voorjaar kan het voorkomen, dat een deel van de neerslag over het oppervlak wordt afgevoerd. Hier en daar kan dit tot enige erosie leiden, die een enkele maal ernstige vormen aanneemt (fig. 16).

De bijzonder snelle stijging in de herfst van de grondwaterspiegel in vrijwel alle Wouwse gronden wordt fraai geïllustreerd door de steile, vrijwel samenvallende lijnen in fig. 17, waar de metingen van alle negen buizen op Den Akker in een tijdstijghoogte-diagram zijn uitgezet. Tevens wordt in deze figuur de neerslag in veertiendaagse perioden weergegeven.

Om de snelle stijging van het grondwater van 28/9 tot 16/10 en van 16/10 tot 30/10 in 1964 nog eens goed te doen uitkomen, wordt deze voor de afzonderlijke buizen van

Fig. 16. Erosiegeul in zeer sterk lemige grond langs de Kruislandse Straat, veroorzaakt door over het oppervlak afgevoerd water in het vroege voorjaar.

Fig. 16. Erosion gully in extremely loamy soil near the Kruislandse Straat, caused by run-off in early spring.

beide raaien in tabel 8 uitgedrukt in procenten van de maximale jaarfluctuatie over 1964 van de betreffende buis. Op Den Akker blijkt in 5 van de 9 buizen in veertien dagen een stijging van 50% van de jaarfluctuatie op te treden, terwijl bij de overige buizen dit percentage binnen een maand bereikt wordt. De lager op de helling liggende buizen, waar de grondwaterspiegel zich geheel of gedeeltelijk in de Laag van Wouw of dieper gelegen afzettingen beweegt, komen in deze veertien dagen zelfs tot percentages van 70 – 90%. Wel treedt hier, dicht bij de beek, naderhand bij niet te hoge neerslag, weer tijdelijk enige daling op.

Een langjarig gemiddelde van de jaarlijkse grondwaterfluctuatie is voor deze punten niet beschikbaar. Omdat de hoogste en de laagste grondwaterstanden elders weinig van het langjarig gemiddelde afweken, zullen de berekende procentuele veranderingen echter als voldoende representatief mogen worden beschouwd.

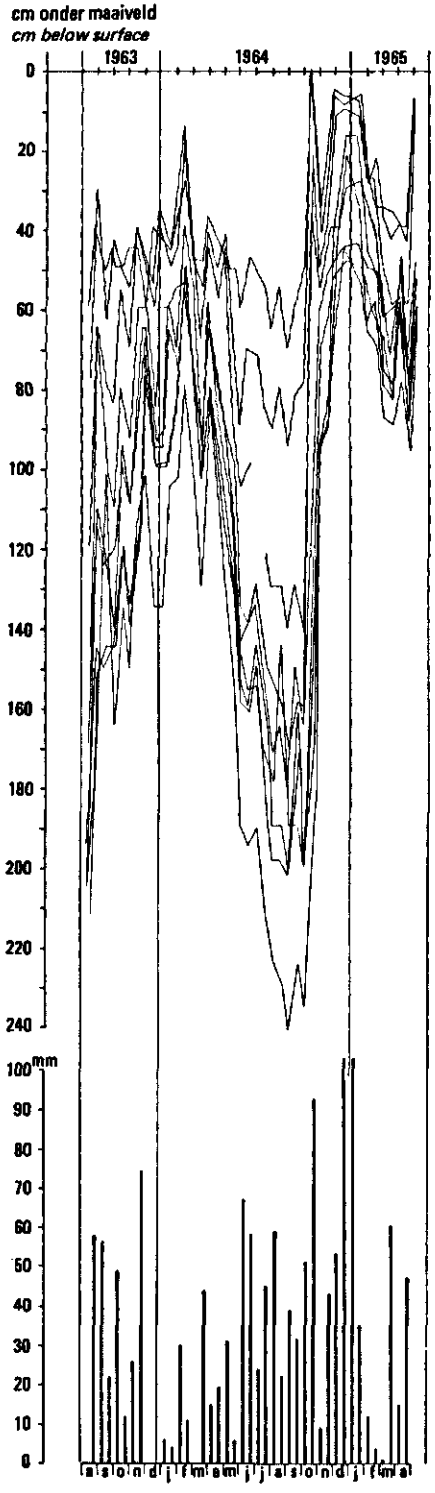


Fig. 17. Fluctuatiediagram van de grondwaterstanden in de negen buizen van fig. 14 op de rug bij Den Akker en neerslag per tweewekelijkse periode.

Fig. 17. Watertable at the nine sites of Fig. 14 on the Den Akker ridge and precipitation in periods of two weeks.

Tabel 8. Stijging van het grondwater (cm) van 28 september tot 16 oktober 1964 (periode 1) en van 16 tot 30 oktober 1964 (periode 2), in % van de in 1964 gemeten maximale fluctuatie (cm).

	Nr. van Grondwaterstandsbuis/Tube No.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Raai 'Den Akker' Transect															
Max. fluctuatie in 1964 Max. fluctuation in 1964	200	175	160	190	155	140	130	90	70						
Stijging in periode 1 Rise in period 1	28	38	55	50	90	122	118	77	53						
Stijging in % van het max. Rise relative to max.	14	22	34	26	58	87	91	86	76						
Stijging in periode 2 Rise in period 2	77	64	48	90	40	–17	–28	–42	–35						
Stijging in % van het max. Rise relative to max.	39	37	40	47	26	–12	–22	–47	–50						
Raai 'De Donken' Transect															
Max. fluctuatie in 1964 Max. fluctuation in 1964	110	150	175	175	170	200	160	180	200	190	165	130	120	110	85
Stijging in periode 1 Rise in period 1	100	98	85	35	22	25	17	40	35	40	100	110	103	90	85
Stijging in % van het max. Rise relative to max.	91	66	48	20	13	13	11	22	18	21	61	85	85	82	100
Stijging in periode 2 Rise in period 2	–14	8	58	102	100	100	106	75	87	90	8	–48	–48	–38	–42
Stijging in % van het max. Rise relative to max.	–13	5	33	58	58	50	66	42	44	46	5	–37	–40	–35	–50

Table 8. Rise in watertable (cm) from 28 Sept. to 16 Oct. 1964 (period 1) and from 16–30 Oct. 1964 (period 2) expressed in % of the in 1964 measured maximum fluctuation (cm).

4.3 Het vochtleverend vermogen van de grond

Ten gevolge van de vochtonttrekking door het gewas zal de vochtspanning in de bovengrond stijgen, waardoor vanuit de ondergrond en uit het grondwater een zekere hoeveelheid vocht capillair zal opstijgen. De hoogte tot waar deze opstijging mogelijk is en de snelheid waarmee dit geschiedt, hangen af van de potentiaalverschillen in en de samenstelling van de grond, van de vorm van de pF-curve en van de diepte van het grondwater. De stijghoogte neemt toe, naarmate de potentiaalverschillen groter worden; de snelheid en dus de hoeveelheid naar de bovengrond toegevoerd vocht nemen met toenemende stijghoogte echter zeer sterk af.

Bij iedere grond is een bepaalde relatie aanwezig tussen stijghoogte, stijgsnelheid en vochtspanning (Russell, 1959; Wind, 1961). Onderzoek op dit gebied werd verricht door o.a. Richards (1941), Dhein & Mott (1956), Visser (1959), Wind (1955) en recentelijk door Rijtema (1969, 1971) en door Gieszel et al. (1972). Door Rijtema werd bij de berekening van deze relaties en van het hiermee samenhangende vochtleverend vermogen van de grond uitgegaan van een aantal niet nader omschreven gronden met verschillende korrelgrootte-samenstelling, waarbij werd aangenomen dat in de gehele bewortelbare zone, d.i. de laag waarin zich ca. 80% van de wortelmassa bevindt, geen water meer voor het gewas beschikbaar was (pF 4,2). Omdat droogteverschijnselen en dus schade aan het gewas al bij een vochtspanning lager dan pF 4,2 optreden en de groei van de gewassen al bij pF 3,0 duidelijk ongunstig wordt beïnvloed (Rijtema, 1959; Visser, 1966; De Vos & Toussaint, 1966), zijn de berekeningen van de Wouwse zandgronden, in overeenstemming met Gieszel et al., uitgevoerd bij een uitdroging van de bovengrond tot pF 3,0. Ook de capillaire stijghoogten bij een gegeven stijgsnelheid en vochtspanning werden aan laatstgenoemde auteurs ontleend, aangezien hun gegevens betrekking hebben op goed vergelijkbare, zwak en sterk lemige dekzandgronden. Over het algemeen zijn de verschillen met de gegevens van Rijtema echter niet groot.

In fig. 18 is voor een viertal sterk lemige gronden uit het gebied van Wouw en voor een viertal zwak lemige gronden elders uit westelijk Noord-Brabant de evenwichtsvochttoestand aangegeven, behorende bij de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG, ca. half april) en bij de vochtverdeling in het profiel, zoals deze volgens de methode van Gieszel et al. berekend kan worden bij de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De oppervlakte tussen de beide curven is dan een maat voor de maximale hoeveelheid vocht die door de evapotranspiratie en de afvoer aan het profiel onttrokken kan worden. Deze hoeveelheid is voor de acht profielen berekend (tabel 9).

Als onderkant van de zone waarin zich 80% van de wortelmassa bevindt, werd de onderkant van de humushoudende bovengrond genomen (ca. 45 à 50 cm). Evenals op veel andere zandgronden blijft in het gebied van Wouw de beworteling in het algemeen beperkt tot de humushoudende bovengrond. Indien een duidelijke B-horizont aanwezig is, neemt de beworteling hierin sterk af; in de humusarme C-horizont zijn vrijwel geen wortels meer aanwezig.

Een gedeelte van de berekende hoeveelheden bodemvocht zal in de loop van het

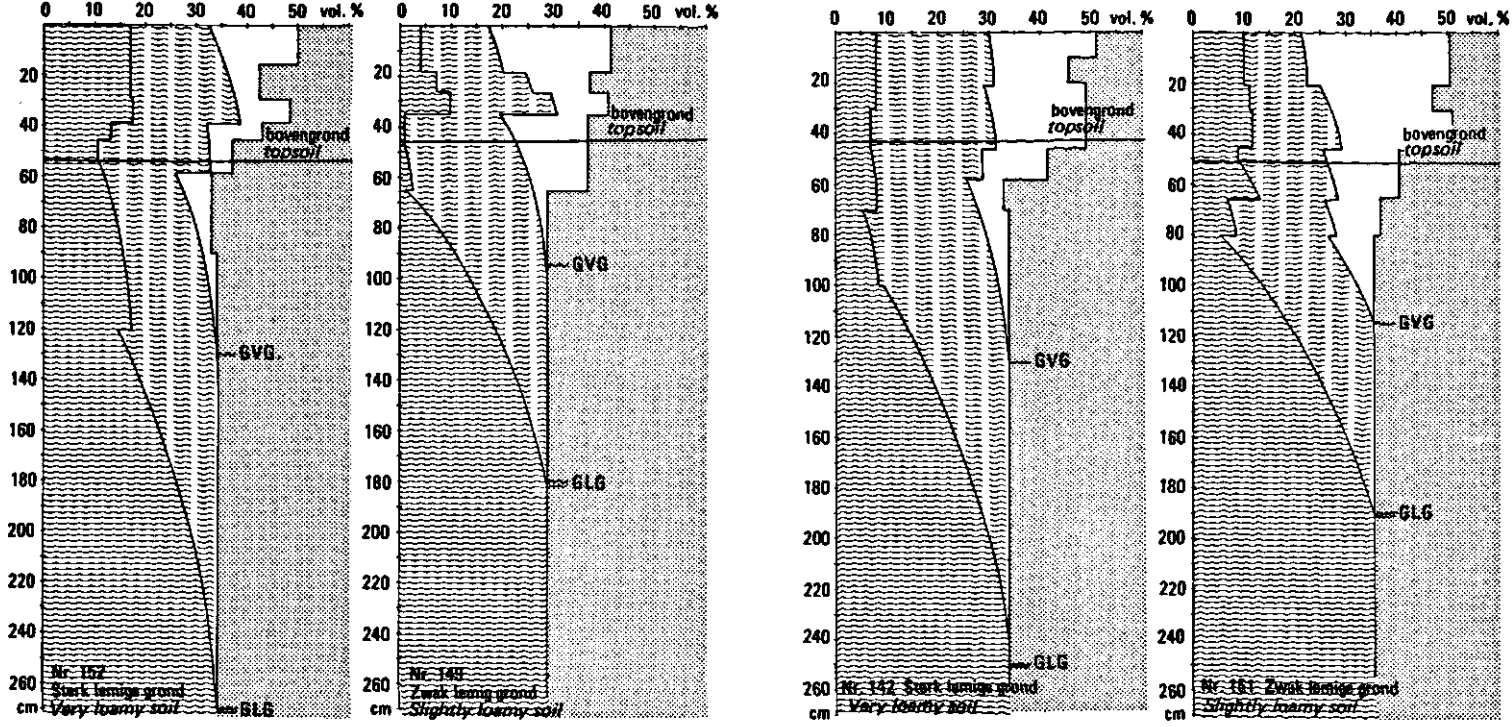
groeiseizoen via het grondwater worden afgevoerd en is dus niet voor het gewas beschikbaar. De afvoer zal van jaar tot jaar verschillen, afhankelijk van de weersgesteldheid. Door Rijtema werd voor een bepaalde grond, via een computerprogramma, een gemiddelde afvoer berekend, uitgaande van de gemiddelde voorjaars- en gemiddeld laagste grondwaterstand. Met enige omrekening kon uit deze gegevens een redelijke benadering worden verkregen voor de afvoer over een periode van 90, 120 en 150 dagen bij de acht in het onderzoek betrokken gronden (tabel 9).

Ter controle werd een globale berekening van de afvoer gemaakt, uitgaande van de grondwaterstanden in het voorjaar op de hoogste punten van de grondwaterstandsraaien op De Donken en op Den Akker (zie fig. 14). Dit werd gedaan, zowel voor de periode 1 april – 1 juni 1964 als voor de periode 1 april – 1 juli 1964. De grondwaterstanden waren op De Donken resp. 0,48, 1,33 en 1,20 m en op Den Akker 0,66, 1,40 en 1,32 m beneden maaiveld op genoemde data.[1] Als we uitgaan van een gemiddelde (waarschijnlijk iets te hoge) vochtspanning van pF 2,3 op 1 juni en van pF 2,7 op 1 juli (zie tabel 14) in de humushoudende bovengrond, blijkt dat op genoemde data op De Donken resp. 128 mm en 175 mm en op Den Akker 151 mm en 173 mm vocht uit de grond is verdwenen. Indien de verdampingsoverschotten over de betrokken perioden in mindering worden gebracht, rekening houdend met de reductiefactor van Penman voor grasland (De Donken) en aardappelen (Den Akker) en de werkelijke verdamping gelijk gesteld wordt aan de potentiële, is de gemiddelde afvoer op De Donken resp. 0,8 en 1,0 mm/dag en op Den Akker 1,1 en 1,1 mm/dag. Deze waarden liggen in dezelfde orde van grootte als de eerder berekende, zodat de afvoercijfers uit tabel 9 een aanvaardbare benadering zijn.

De voor het gewas beschikbare hoeveelheid water valt nu te berekenen (tabel 9) en kan worden vergeleken met de gegevens over het te verwachten verdampingsoverschot en de daarbij behorende overschrijdingskans (tabel 10, naar Rijtema, 1971) op het tijdstip, dat het grondwater in het algemeen op het diepste punt staat (gewoonlijk half augustus, dus na een groeiseizoen van 120 dagen). De zwak lemige gronden met grondwaterklasse 3 en 4 blijken dan zelfs in een gemiddeld jaar (overschrijdingskans 50 maal in 100 jaar) niet geheel het neerslagtekort te kunnen compenseren. Indien rekening wordt gehouden met onnauwkeurigheden in de gevolgde methode, waarbij speciaal de afvoer iets te hoog kan zijn uitgevallen, dan zullen de voor het gewas beschikbare hoeveelheden vocht in werkelijkheid wat hoger liggen en kan in een gemiddeld jaar wellicht toch nog wel voldoende vocht worden geleverd. Eens per vijf jaar (overschrijdingskans 20 maal per 100 jaar) zal echter een aanzienlijk vochttekort optreden, ook bij zwak lemige gronden met grondwaterklasse 4 à 5. De sterk lemige gronden blijken ook bij een 10% overschrijdingskans nog voldoende vocht te hebben. Zelfs indien de gevonden waarden iets te hoog mochten zijn, is er hoogstens eenmaal per 10 jaar kans op een gering vochttekort. De werkelijk voor het gewas be-

1. Door de hoge neerslag in juni, die ongeveer het dubbele van normaal was bij een vrijwel normale evapotranspiratie, was de grondwaterstand op 1 juli overal iets hoger dan op 1 juni.

Fig. 18. De vochtleverantie van vier sterk lemige en vier zwak lemige gronden, uitgaande van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en een vochtspanning van pF 3,0 aan de onderzijde van de bewortelde zone (humushoudende bovengrond) bij de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).



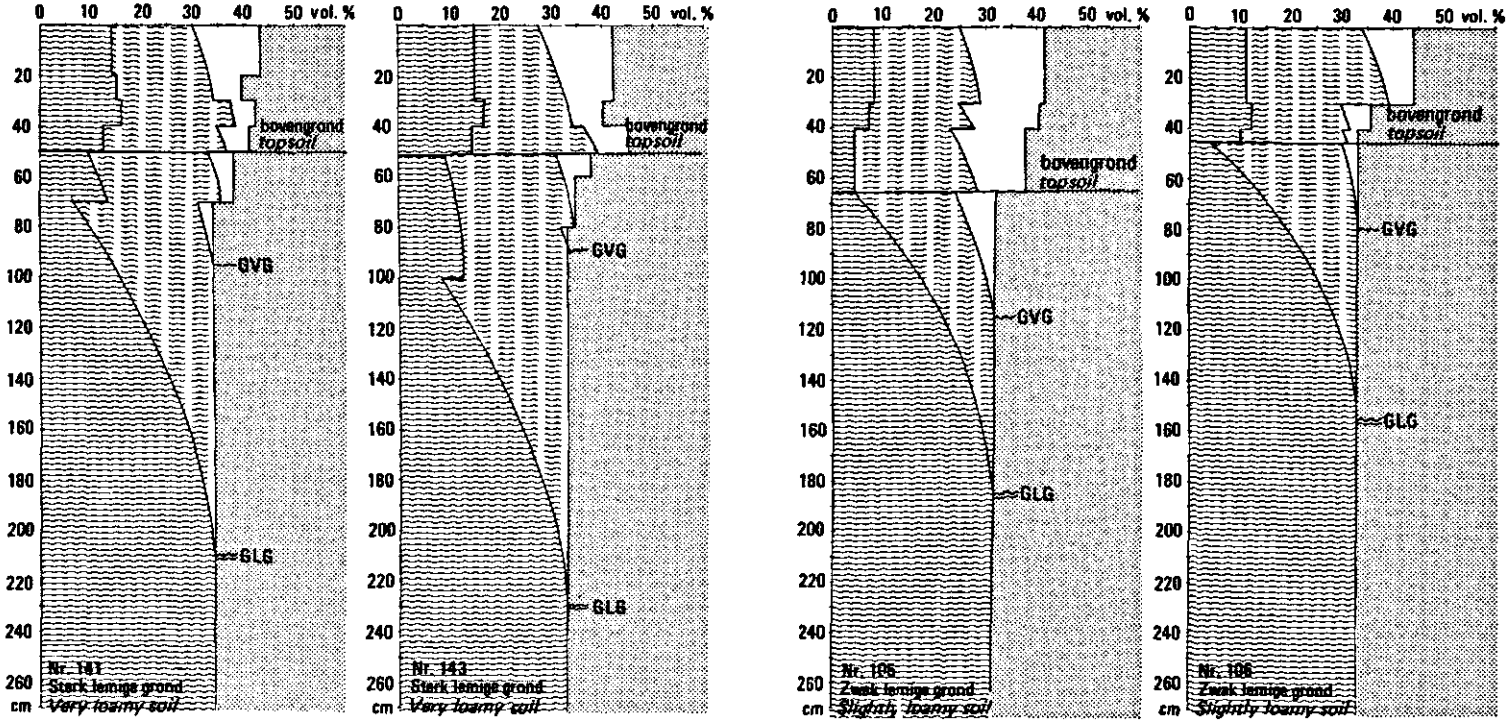


Fig. 18. Water supply of 4 very loamy and 4 slightly loamy soils, based on mean watertable in spring (GVG) and a moisture tension of pF 3.0 at the underside of the rooted layer (humose topsoil) at the mean lowest watertable (GLG).

Tabel 9. De vochtleverantie van vier sterk lemige en vier zwak lemige gronden.

No.	Grondw. klasse	GHG (cm)	GVG (cm)	GLG (cm)	Afvoer Drainage	Totaal te onttrekken vocht (mm) Totally extractable moisture (mm)			Afvoer (mm) Drainage (mm)			Beschikbaar v. gewas (mm) Available for crops (mm)		
	Groundwater class				(mm/d))	bovengr. topsoil	ondergr. subsoil	totaal total	90 d	120 d	150 d	90 d	120 d	150 d
152	4	45	130	270	0,6	104	240	344	54	72	90	290	272	254
149	4	45	95	180	1,0	80	169	249	90	120	150	159	129	99
142	3	60	130	250	1,0	103	253	356	90	120	150	266	236	206
151	3	55	115	190	1,0	72	172	244	90	120	150	154	122	96
141	4	40	100	210	0,7	99	185	284	63	84	105	221	200	179
143	4	40	105	220	0,7	87	227	314	63	84	105	251	239	209
105	3	70	115	190	0,75	86	96	182	68	90	113	114	92	70
106	4/5	40	80	165	0,50	106	101	207	45	60	75	163	147	132

142 = sterk lemige grond/very loamy soil 149 = zwak lemige grond/slightly loamy soil
GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand/mean highest watertable
GVG = gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (ca. half april)/mean watertable in spring (about the middle of April)
GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand/mean lowest watertable

Table 9. Water supply of four very loamy and four slightly loamy soils.

Tabel 10. Het verdampingsoverschot in mm vanaf 15 april en de daarbij behorende overschrijdingskans (Rijtema, 1971).

Droogste periode	Overschrijdingskans n maal per 100 jaar	Periodelengte in dagen Length of period (d)									
		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Driest period	Probability of exceeding n times in 100 years										
—	90	3	6	9	13	17	20	24	28	24	21
Vroeg/early	50	14	30	41	53	68	85	95	105	108	112
Laat/late		5	20	21	32	49	65	85	105	108	112
Vroeg/early	20	27	55	78	101	117	134	152	170	182	195
Laat/late		13	26	38	49	76	104	137	170	182	195
Vroeg/early	10	32	64	88	113	138	163	182	202	217	233
Laat/late		14	28	48	69	98	127	164	202	217	233
Vroeg/early	1	40	80	116	151	191	231	259	288	307	326
Laat/late		23	45	77	109	152	186	241	288	307	326

Table 10. Evaporative excess (mm) for different periods from 15 April onward, with connected probability values of exceeding (from Rijtema, 1971).

schikbare hoeveelheid water is door de bovengenoemde onnauwkeurigheden echter eerder wat groter dan kleiner dan de berekende. Ook bij een groeiseizoen van 150 dagen zijn de cijfers voor de sterk lemige gronden aanzienlijk gunstiger dan bij de zwak lemige.

In tabel 9 is ook het beschikbare vocht voor een periode van 90 dagen (d.w.z. voor het groeiseizoen van granen tot half juli) berekend. Aangezien de (niet bekende) gemiddelde dagelijkse afvoer over deze periode wellicht iets hoger is dan die in tabel 9, zijn de cijfers van de hoeveelheid beschikbaar vocht mogelijk iets aan de hoge kant. Globaal mag er echter van worden uitgegaan, dat gedurende deze periode in vrijwel alle gevallen in de sterk lemige gronden voldoende vocht aanwezig is, zelfs bij een overschrijdingskans van eenmaal per 100 jaar. Alleen op proefplek 141 treedt in dit geval waarschijnlijk een tekort op. Bij de zwak lemige gronden bestaat, afhankelijk van het voorkomen van de droogste periode, vroeg of laat in het seizoen, tussen éénmaal per vijf tot éénmaal per tien jaar kans op een vrij groot vochttekort; alleen bij de lage grond van proefplek 106 is de situatie wat gunstiger.

Uit tabel 9 blijkt voorts nog, dat bij de sterk lemige gronden niet alleen de nalevering van water uit de ondergrond groter is dan bij de zwak lemige, maar dat bovendien aan de bovengrond meer vocht kan worden onttrokken. We kunnen ons afvragen, in hoeverre het hogere leemgehalte in de sterk lemige gronden hierbij een rol speelt. Uit talrijke onderzoekingen (Jamison & Kroth, 1958; Bartelli & Peters, 1959; Hill, 1959; Lund, 1959; Franzmeyer et al., 1960; De Leenheer & Van Ruymbeke, 1960; Haans,

Fig. 19. Het verband tussen het volume-percentage opneembaar vocht tussen pF 2,1 en 4,2 en het leemgehalte.

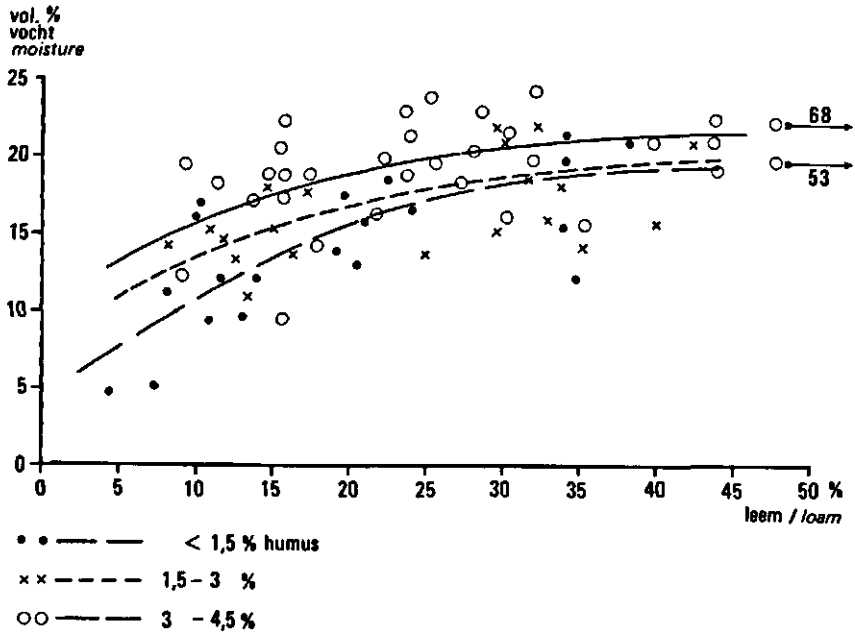


Fig. 19. Relation between moisture content between pF 2.1 and 4.2 and the loam content (percentage < 50 μm).

1961) is inderdaad gebleken, dat de hoeveelheid vocht die in zandgronden kan worden vastgehouden, samenhangt met het humus- en het leemgehalte. Het humusgehalte van het merendeel van de Wouwse zandgronden verschilt echter weinig van dat van het zwak lemige zandgebied. In hoeverre een verband met het hogere leemgehalte bestaat, werd voor een aantal humushoudende bovengrond- en humusarme ondergrondmonsters nagegaan. Hiertoe werd het volumepercentage vocht tussen pF 2,1 en 4,2 (zie paragraaf 4.4) uitgezet tegen het leemgehalte (fig. 19). Er werd onderscheid gemaakt tussen monsters met minder dan 1,5% humus (in het algemeen de C-horizonten), met 1,5 – 3% humus (de 'schralere' lagen in de humushoudende bovengrond) en met 3 – 4,5% humus (de grote meerderheid van de monsters uit de bovengrond). Het leemgehalte blijkt bij een toenemend percentage humus minder invloed te hebben. Ook neemt bij meer dan 30% à 35% leem de hoeveelheid opneembaar vocht nog maar weinig toe. Toch blijkt bij de sterk lemige gronden met meer dan 3% humus, die overwegend gemiddeld 30% leem bevatten, 21% opneembaar bodemvocht aanwezig te zijn, tegenover ca. 17% in een gemiddelde zwak lemige grond met 15% leem.

4.4 De vochttoestand gedurende het groeiseizoen

Indien bij betrekkelijk ondiepe grondwaterstanden de neerslag voldoende gelegenheid heeft gehad om uit te zakken, zal de vochtspanning (in cm) op elk niveau gelijk zijn aan de afstand tot het grondwater. Indien dit zo diep staat, dat de vochtspanning in de bovengrond kan stijgen tot een waarde ergens tussen pF 2,0 en 2,3, hetgeen na 2 à 3 dagen het geval is, dan gaat daarna door de sterke vermindering van het capillaire geleidingsvermogen de uitzakking nog slechts zeer langzaam verder. Het in deze evenwichtstoestand nog aanwezige bodemvocht kan voor een aanzienlijk deel door het gewas worden benut. Een klein deel wordt echter zo sterk vastgehouden dat de planten het niet meer aan de grond kunnen onttrekken. Bij dit z.g. verwelkingspunt heeft de grond een vochtspanning van pF 4,2. De hoeveelheid bodemvocht die op een bepaald moment in een laag aanwezig is, verminderd met de hoeveelheid bij verwelkingspunt, wordt hier 'opneembaar bodemvocht' genoemd. Het is duidelijk dat bij ondiepe grondwaterstanden deze hoeveelheid groter is dan indien de betrokken laag zo hoog boven het grondwater ligt, dat uitzakking tot de bovengenoemde pF-waarde kan plaats vinden. Op de zandgronden wordt voor deze pF-waarde veelal 2,2 à 2,3 aangenomen (Haans, 1961). De laatstgenoemde waarde volgde uit metingen in de Gelderse Vallei. Op de Brabantse zandgronden lag de waarde dichter bij pF 2,3 (Van Diepen, intern stencil Stichting voor Bodemkartering). Edlefsen & Bodman (1941), Robbins et al. (1954) en Wilcox (1962) wezen er echter op, dat sommige gronden meer dan drie dagen nodig hebben, alvorens de uitzakking van vocht uit de bovengrond sterk afneemt en een vochtspanning van pF 2,3 bereikt wordt. Ook vonden Childs (1957), Edlefsen & Bodman (1941), Franz (1960), Laatsch (1957), Richards (1949) en Vetterlein (1960), dat de uitzakking niet op alle gronden plotseling sterk afneemt, maar soms betrekkelijk geleidelijk gaat. Anderzijds stelden Haise et al. (1955) vast, dat in zandige leem de vochttoestand weliswaar na vier dagen niet veel meer veranderde, maar dat dan de vochtspanning dichter bij pF 2,0 dan bij pF 2,3 lag.

Ofschoon bij enkele eigen metingen in zwak lemige zandgronden in westelijk Noord-Brabant eveneens de waarde pF 2,3 werd gevonden, ontstond gedurende het onderzoek in het gebied van Wouw en elders echter de indruk, dat deze waarde voor de sterk lemige gronden te hoog was. Door de relatief hoge grondwaterstanden in het voorjaar was het moeilijk hierover uitsluitsel te krijgen. Tenslotte kon in 1967, na bijzonder veel neerslag in begin augustus (90 mm in 6 dagen), op twee plaatsen met een grondwaterstand $>$ 2,70 m een bemonstering worden gedaan. Gedurende de daarop volgende droogteperiode van drie weken werd na 4, 7, 13 en 20 dagen bemonsterd (resp. op 16/8, 19/8, 25/8 en 1/9 1967). Op 16 augustus, dus bij de eerste bemonstering, werd op de twee proefplekken 4 m² van begroeiing ontdaan en met plastic afgedekt om te grote verliezen door verdamping tegen te gaan. Hiermee werd tevens de zeer lichte neerslag in de namiddag van dezelfde dag ondervangen.

In tabel 11 komt de lage vochtspanning van de bovengrond na 4 dagen (op 16 augustus) duidelijk tot uiting. Pas na 7 dagen (op 19 augustus) is op proefplek 157 de pF van de bovenste 30 cm tot 2,3 gestegen, ofschoon de eerste 4 dagen enig verlies

Tabel 11. Opneembaar vocht en vochtspanning van enkele sterk lemige gronden 4, 7, 13 en 20 dagen na volledige verzadiging (resp. op 16, 19, 25 aug. en 1 sept. 1967). A = vol.% vocht, B = pF, C = mm opneembaar vocht.

Laag Depth (cm)	Horizont Horizon	Leem Loam (% < 50 µm)	16 aug.			19 aug.			25 aug.			1 sept.			Totaal por.vol. Total pore vol. (%)	Vol.% lucht bij pF 2,0 Vol.% air at pF 2.0
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
157. Wouwse Hil																
0 – 10	Aan1	33	23,6	2,2	18,4	22,7	2,3	17,5	19,8	2,5	14,6	16,9	2,6	11,7	47	19
10 – 23	Aan1	33	23,7	2,2	24,1	22,6	2,3	22,6	20,1	2,5	19,4	18,0	2,6	16,8	47	19
23 – 30	Aan2	33	22,3	2,2	12,0	21,4	2,3	12,1	19,9	2,5	9,7	19,1	2,5	9,8	50	18
30 – 40	Ap	38	21,7	1,9	14,4	21,8	1,9	14,5	22,6	1,9	15,3	21,7	2,0	14,4	44	18
40 – 43			25,5	1,8	5,5	24,6	1,8	5,2	23,5	1,9	4,7	22,7	1,9	4,6	44	18
43 – 62	C11	28	27,6	1,7	39,1	26,8	1,7	37,7	25,1	1,8	36,6	24,8	1,7	36,3	37	20
62 – 100	C12														34	22
					113,5			109,6			100,3			93,6		
152. Bedrijf Nelen																
0 – 15	Aan1	31	26,0	2,2	28,8	23,4	2,3	24,9	24,6	2,3	26,7	23,5	2,3	25,0	51	12
15 – 20	Aan2	36	32,9	2,1	12,3	27,2	2,2	10,2	24,4	2,3	8,9	23,8	2,3	8,5	45	10
20 – 29	Aan2	36	27,0	2,1	16,6	27,5	2,1	17,0	26,0	2,2	15,7	26,8	2,2	16,4	45	10
29 – 38	Ap	44	27,5	2,1	15,3	27,5	2,1	15,3	26,1	2,2	14,0	26,0	2,2	13,9	49	12
38 – 45	AC	44	29,4	2,0	14,7	30,3	2,0	15,3	27,5	2,2	13,4	27,0	2,1	13,0	48	15
45 – 58	C11(B2tx)	34	33,1	1,8	34,4	31,8	1,9	32,8	31,4	1,9	32,3	30,5	2,0	30,4	37	7
58 – 90	C12	20														

Table 11. Available moisture and moisture tension of some very loamy soils, 4, 7, 13 and 20 days after complete saturation (on 16, 19, 25 Aug. and 1 Sept. 1967 resp.). A = vol.% moisture, B = pF, C = mm available moisture.

door verdamping en verbruik door het gewas zal zijn opgetreden. Bovendien moet wellicht met enige zijdelingse vochtverplaatsing naar de grond buiten de afgedekte 4 m² rekening worden gehouden, zodat zonder dit de vochtspanning nog iets lager zou zijn geweest. Na 7 dagen stijgt de vochtspanning nog maar zeer langzaam; na bijna drie weken is de pF dieper dan 30 cm nog steeds lager dan 2,3. Dezelfde tendens, zij het in iets mindere mate, vertoont het verloop van de vochtspanning op de andere proefplek.

Bij proefplek 157 valt speciaal de zeer langzame vermindering van het vochtgehalte in de onderste lagen van de humushoudende bovengrond op. Blijkbaar kan het vocht uit de sterk lemige C-horizont (C11) slechts zeer langzaam naar de ondergrond wegzakken, zoals reeds eerder door Nielsen et al. (1959) werd waargenomen. Het totale poriënvolume en speciaal het volume met lucht gevulde poriën bij pF 2,0 neemt bij proefplek 152 naar de diepte geleidelijk af en is in de vlammenhorizont (B2tx) met de fragipanachtige laag (zie hoofdstuk 3) het kleinst. Bij profiel 157 neemt in de humusarme ondergrond (C11) en vervolgens in de zwak lemige ondergrond (C12) het percentage grove poriën weer toe. De vrij scherpe overgang van het sterk naar het zwak lemige of bijna zwak lemige zand met een hoger percentage grove poriën vormt waarschijnlijk een sterke belemmering voor de waterbeweging (Hartge, 1964; Moore, 1939). In het gebied van Wouw zal de aanwezigheid van de matig tot slecht doorlatende vlammenhorizont bovendien een belangrijke bijkomende oorzaak zijn van de zeer langzame uitzakking van het vocht uit de humushoudende bovengrond.

Uit het voorgaande blijkt dat in de Wouwse zandgronden bij diepe grondwaterstanden de uitzakking 3 à 4 dagen na een voldoende toevoer nog maar uiterst langzaam plaats vindt. De gemiddelde vochtspanning ligt dan ongeveer bij pF 2,1.

Uit enkele karakteristieke pF-curven (fig. 20) blijkt niet alleen dat bij pF 2,3 de hoeveelheid vocht in de sterk lemige gronden in het algemeen groter is dan in de zwak lemige, maar ook dat het percentage vocht tussen pF 2,3 en 2,1 in de sterk lemige gronden hoger is. Indien in de zomermaanden bij diepe grondwaterstanden zoveel neerslag valt dat de bovengrond min of meer verzadigt wordt, kan ook hierdoor in sterk lemige gronden een niet onaanzienlijk grotere hoeveelheid vocht worden vastgehouden.

Om na te gaan hoe gedurende het groeiseizoen de vochtspanning en de daarmee samenhangende hoeveelheid vocht in de bovengrond verloopt, werd gedurende drie jaren de vochttoestand bij de aanvang van het groeiseizoen en op enkele tijdstippen later in het jaar gemeten. Ter vergelijking werd hetzelfde gedaan bij enige zwak lemige gronden. De gemeten hoeveelheden bodemvocht werden via pF-curven omgerekend in vochtspanningswaarden.

In 1962 (tabel 12 en fig. 21) betrof het onderzoek twee zwak lemige (nrs. 105 en 106), twee sterk lemige gronden (nrs. 142 en 143) en een qua textuur min of meer een tussenpositie innemende grond (nr. 141). Deze laatste, nog net sterk lemige grond, ligt in het overgangsgebied van de sterk lemige naar de zwak lemige gronden ten oosten van het dorp Wouw. De twee zwak lemige gronden betroffen een middelhoge (grondwaterklasse 3) en een betrekkelijk lage (grondwaterklasse 4 à 5) grond; de twee sterk lemige

Fig. 20. Karakteristieke pF-curven van de bovengrond (onder de bouwvoor) en de ondergrond van sterk lemige en zwak lemige zandgronden.

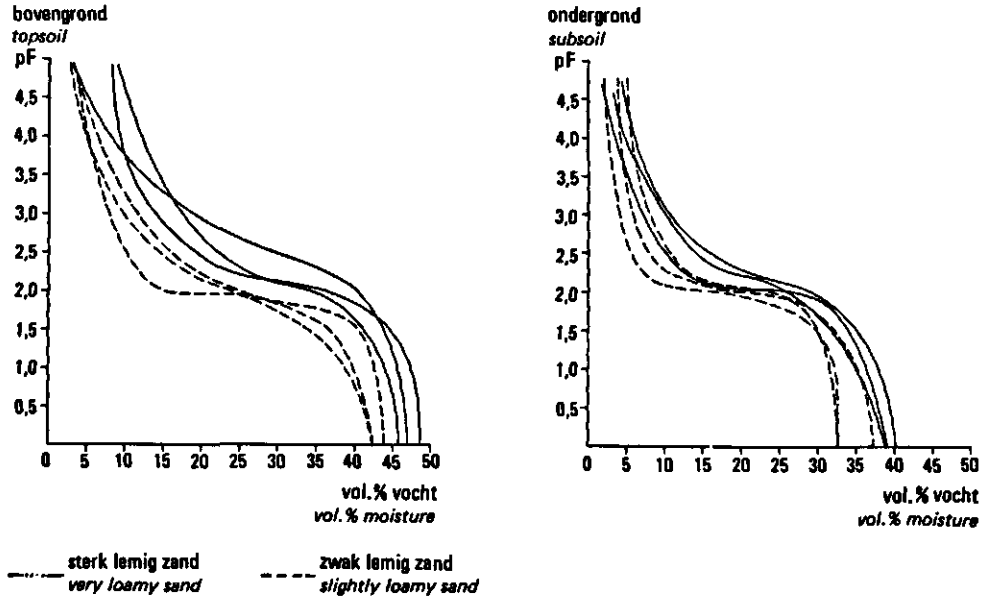


Fig. 20. Characteristic pF curves of the topsoil (under the plow layer) and the subsoil of very loamy and slightly loamy sand soil.

gronden hadden resp. grondwaterklasse 3 en 4.

In 1963 (tabel 13) werden twee zwak lemige gronden (nrs. 149 en 151) en twee sterk lemige gronden (nrs. 152 en 154) onderzocht, alle met grondwaterklasse 4.

In 1964 (tabel 14 en fig. 21) werden tenslotte een zeer hoge, zwak lemige grond (nr. 156) met grondwaterklasse 2 (GHG 80 cm), twee sterk lemige gronden (nrs. 152 en 157) met resp. grondwaterklasse 3 à 4 (GHG 50 cm) en 2 à 3 (GHG 70 cm) en een zeer hoge sterk lemige grond bij Zundert (nr. 158) met grondwaterklasse 1 (GHG $>$ 180 cm) gemeten.

Zoals reeds werd vermeld, zijn de cijfers uit het natte jaar 1963 minder goed bruikbaar. Toch blijkt bij vergelijking van de proefplekken, dat zelfs in dat jaar de zwak lemige gronden steeds iets minder opneembaar vocht hebben dan de sterk lemige.

Een beter inzicht geven de cijfers uit 1962. Het verloop van de vochtspanning in de Wouwse gronden is vanaf mei globaal vergelijkbaar met die van de vrij lage, zwak lemige grond van proefplek 106, waarvan de diepste grondwaterstand gelijk was aan of nog hoger was dan de grondwaterstand vanaf half mei in de Wouwse gronden. Terwijl de middelhoge grond van proefplek 105 in de bovenste 40 cm al vanaf 12 juni een pF van 3,0 en hoger had en op 20 juni de pF van de gehele bovengrond boven 2,7 kwam, werd in de sterk lemige gronden gedurende de gehele meetperiode tot 20 juni hoogstens een vochtspanning van pF 2,6 bereikt. Alleen van proefplek 142 was de vochtspanning van de bovenste 10 cm op 12/6 en van de bovenste 20 cm op 20/6

Fig. 21. Het pF-verloop in twee sterk lemige en twee zwak lemige zandgronden op vier data in 1962 (A) en op vier data in 1964 (B).

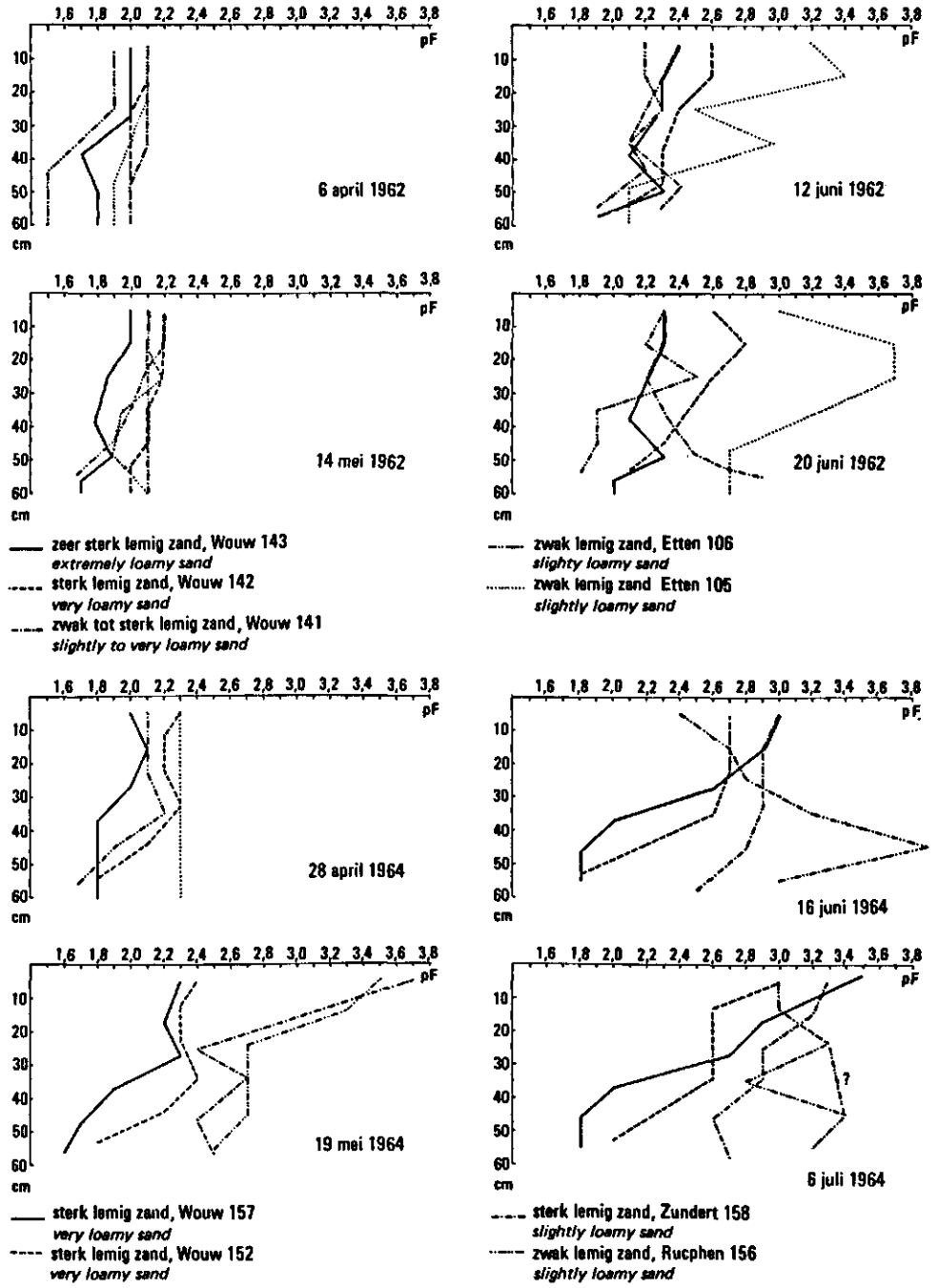


Fig. 21. Changes in pF of two very loamy and two slightly loamy sand soils at four dates. A 1962, B 1964.

Tabel 12. Opneembaar vocht en vochtspanning van twee zwak lemige en drie sterk lemige gronden op 6 april, 14 mei, 12 juni en 20 juni 1962.

Laag Layer (cm)	Vol.% vocht bij pF 4,2 Vol.% moisture at pF 4.2	6 april				14 mei				12 juni				20 juni			
		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneemb. vocht Available moisture	
				%	mm			%	mm			%	mm			%	mm
105. Etten, Rucphense baan 1																	
Zwak lemige grond, grondwaterklasse 3/Slightly loamy soil, groundwater class 3																	
0 – 10	3,6	16,4	2,1	12,8	12,8	18,0	2,1	14,4	14,4	7,2	3,2	3,6	3,6	11,3	3,0	3,7	3,7
10 – 20	3,6	18,8	2,1	15,2	15,2	18,0	2,1	14,4	14,4	6,0	3,4	2,4	2,4	5,1	3,7	1,5	1,5
20 – 30	3,6	18,1	2,1	14,5	14,5	15,4	2,1	11,8	11,8	11,6	2,5	8,0	8,0	4,8	3,7	1,2	1,2
30 – 40	3,4	15,0	2,0	11,6	11,6	15,6	2,0	12,2	12,2	6,8	3,0	3,4	3,4	5,9	3,3	2,5	2,5
40 – 55	2,7	14,8	1,9	12,1	18,1	14,0	1,9	11,3	16,9	10,4	2,1	7,7	11,5	6,0	2,7	3,3	4,9
					72,2				69,7				28,9				13,8
		Grondwaterstand 135 cm Watertable 135 cm				Grondwaterstand 140 cm Watertable 140 cm				Grondwaterstand 170 cm Watertable 170 cm				Grondwaterstand 170 cm Watertable 170 cm			
106. Etten, Rucphense baan 2																	
Zwak lemige grond, grondwaterklasse 5/Slightly loamy soil, groundwater class 5																	
0 – 10	1,4	26,7	1,9	25,3	25,3	22,8	2,1	21,4	21,4	19,9	2,2	18,5	18,5	19,4	2,3	18,0	18,0
10 – 20	1,4	25,3	1,9	23,9	23,9	23,0	2,1	21,6	23,6	21,2	2,2	19,8	19,8	20,5	2,2	19,1	19,1
20 – 30	1,4	24,9	1,9	23,5	23,5	21,9	2,1	20,5	20,5	18,0	2,3	16,6	16,6	16,5	2,5	15,1	15,1
30 – 40	3,6	26,7	1,8	23,1	23,1	22,5	2,0	18,9	18,9	20,7	2,1	16,9	16,9	24,0	1,9	20,4	20,4
40 – 48	3,9	30,0	1,5	26,1	20,9	25,8	1,9	21,9	17,5	16,7	2,2	12,8	10,2	23,4	1,9	19,5	15,6
					116,7				99,9				72,0				78,2
		Grondwaterstand 90 cm Watertable 90 cm				Grondwaterstand 94 cm Watertable 94 cm				Grondwaterstand 130 cm Watertable 130 cm				Grondwaterstand 130 cm Watertable 130 cm			

141. Vroenhout
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 4/Very loamy soil, groundwater class 4

0 – 10	7,6	27,6	2,1	20,0	20,0	24,7	2,2	17 1	17,1	19,6	2,4	12,0	12,0	21,6	2,3	14,0	14,0
10 – 20	7,6	26,4	2,1	18,8	18,8	27,7	2,2	20,1	20,1	21,6	2,3	14,0	14,0	21,6	2,3	14,0	14,0
20 – 30	9,6	28,2	2,1	18,6	18,6	28,6	2,1	19,0	19,0	24,5	2,2	14,9	14,9	24,5	2,2	13,9	13,9
30 – 40	11,1	29,0	2,1	17,9	17,9	29,9	2,1	18,8	18,8	28,4	2,1	17,3	17,3	22,9	2,3	11,8	11,8
40 – 55	9,9	26,9	2,0	17,0	25,5	20,6	2,1	11,1	16,6	15,5	2,4	5,6	8,4	14,4	2,5	4,5	6,7
					100,8				91,6				66,6				60,4
		Grondwaterstand 95 cm Watertable 95 cm				Grondwaterstand 130 cm Watertable 130 cm				Grondwaterstand 170 cm Watertable 170 cm				Grondwaterstand 190 cm Watertable 190 cm			

142. Wouw, Spellestraat
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 3/Very loamy soil, groundwater class 3

0 – 10	6,4	25,6	2,1	19,2	19,2	22,0	2,2	15,6	15,6	12,6	2,9	6,3	6,3	16,2	2,6	9,8	9,8
10 – 20	6,7	28,9	2,1	22,2	22,2	25,3	2,2	18,6	18,6	16,4	2,6	9,7	9,7	14,5	2,8	7,8	7,8
20 – 30	6,5	25,9	2,0	19,4	19,4	19,0	2,2	13,3	13,3	14,4	2,4	7,9	7,9	12,7	2,6	6,2	6,2
30 – 45	6,5	28,1	2,0	21,6	32,4	22,4	2,1	15,9	23,8	18,1	2,3	11,7	17,5	15,7	2,4	9,2	13,8
					93,2				71,3				41,4				37,6
		Grondwaterstand 130 cm Watertable 130 cm				Grondwaterstand 160 cm Watertable 160 cm				Grondwaterstand 222 cm Watertable 222 cm				Grondwaterstand 230 cm Watertable 230 cm			

143. Wouw, Kruislandse straat 1
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 4/Very loamy soil, groundwater class 4

0 – 10	10,7	30,5	2,0	19,8	19,8	27,6	2,0	16,9	16,9	21,1	2,4	10,4	10,4	22,6	2,3	11,9	11,9
10 – 22	10,7	29,3	2,0	18,6	22,3	27,9	2,0	17,2	20,6	21,5	2,3	10,8	13,0	22,9	2,3	12,2	14,6
22 – 30	10,7	32,1	2,0	21,4	17,1	29,4	1,9	18,7	15,0	23,1	2,3	12,4	9,9	24,4	2,2	13,7	11,0
30 – 46	12,6	34, 0	1,7	21,4	34,2	32,6	1,8	20,0	32,0	28,6	2,1	16,0	25,6	28,6	2,1	16,0	25,6
46 – 53	11,1	33,4	1,8	22,3	15,6	30,6	1,9	19,5	13,7	22,0	2,3	10,9	7,6	21,3	2,3	10,2	7,1
					109,0				98,2				66,5				70,2
		Grondwaterstand 130 cm Watertable 130 cm				Grondwaterstand 130 cm Watertable 130 cm				Grondwaterstand 190 cm Watertable 190 cm				Grondwaterstand 210 cm Watertable 210 cm			

Table 12. Available moisture and moisture tension of two slightly loamy and three very loamy soils on 6 April, 14 May, 12 June and 20 June 1962.

Tabel 13. Opneembaar vocht en vochtspanning van twee zwak lemige en 2 sterk lemige gronden op 11 april, 8 mei en 11 juni 1963.

Laag Layer (cm)	Vol.% vocht bij pF 4,2 Vol.% moisture at pF 4.2	11 april				8 mei				11 juni			
		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture	
				%	mm			%	mm			%	mm
149. Sprundel 3													
Zwak lemige grond, grondwaterklasse 4/Slightly loamy soil, groundwater class 4													
0 – 10	4,3	18,1	2,2	13,8	13,8	21,1	2,3	16,8	16,8	15,4	2,4	11,1	11,1
10 – 18	4,3	20,8	2,1	16,5	13,2	22,3	2,1	18,0	14,4	17,0	2,3	12,7	10,2
18 – 26	5,7	23,8	2,1	18,1	14,5	25,9	2,0	20,2	16,2	22,0	2,2	16,3	13,0
26 – 34	7,2	23,8	2,2	16,6	13,3	25,9	2,1	18,7	15,0	22,0	2,3	14,8	11,8
34 – 40	3,8	22,2	1,8	18,4	11,0	23,4	1,8	19,6	11,8	22,1	1,8	18,3	11,0
					65,8				74,2				57,1
		Grondwaterstand 120 cm Watertable 120 cm				Grondwaterstand 110 cm Watertable 110 cm				Grondwaterstand 150 cm Watertable 150 cm			
152. Wouw, Westelaarse straat; Bedrijf Nelen													
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 4/Very loamy soil, groundwater class 4													
0 – 10	6,8	23,0	2,3	16,2	16,2	26,1	2,2	19,3	19,3	21,2	2,4	14,4	14,4
10 – 15	6,8	25,3	2,2	16,5	8,3	27,0	2,2	20.2	10,1	22,7	2,3	15,9	8,0
15 – 20	8,6	29,0	2,1	20,4	10,2	28,1	2,1	19,5	9,8	23,8	2,3	15,2	7,6
20 – 29	8,6	30,5	2,1	21,9	19,7	28,3	2,1	19,7	17,7	23,4	2,3	14,8	13,3
29 – 40	10,5	29,4	2,0	18,9	20,8	26,3	2,1	15,8	17,4	21,7	2,2	11,2	12,3
40 – 48	8,4	30,5	2,0	22,1	17,7	29,2	2,0	20,8	16,7	24,7	2,2	16,3	13,0
					92,9				81,0				68,6
		Grondwaterstand ca. 145 cm Watertable ca. 145 cm				Grondwaterstand ca. 155 cm Watertable ca. 155 cm				Grondwaterstand ca. 180 cm Watertable ca. 180 cm			

151. Sprundel 1

Zwak lemige grond, grondwaterklasse 4/Slightly loamy soil, groundwater class 4

0 – 10	4,7	19,8	2,1	15,1	15,1	18,2	2,2	13,5	13,5	16,9	2,2	12,2	12,2
10 – 21	4,7	19,9	2,1	15,2	16,7	19,3	2,1	14,6	16,1	19,0	2,1	14,3	15,4
21 – 32	5,5	25,6	2,0	20,1	22,1	25,0	2,0	19,5	21,5	24,1	2,1	18,6	20,5
32 – 44	6,3	23,0	2,1	16,7	20,0	20,3	2,1	14,0	16,8	20,6	2,1	14,3	17,2
					73,9				67,9				65,3

Grondwaterstand 115 cm
Watertable 115 cm

Grondwaterstand 130 cm
Watertable 130 cm

Grondwaterstand 130 cm
Watertable 130 cm

154. Wouw, Kruislandse straat 2

Sterk lemige grond, grondwaterklasse 4/Very loamy soil, groundwater class 4

0 – 10						23,7	2,3	18,9	18,9	22,8	2,3	18,0	18,0
10 – 20	4,8					25,2	2,2	20,4	20,4	24,2	2,2	19,4	19,4
20 – 25	4,8					26,1	2,2	21,3	10,7	22,7	2,3	17,9	9,0
25 – 30	4,3					27,0	2,0	22,7	11,4	23,6	2,2	19,3	9,7
30 – 39	4,3					27,1	2,0	22,8	20,5	26,0	2,1	21,7	19,5
39 – 44	4,3					30,7	1,9	26,4	13,2	27,5	2,0	23,2	11,6
									95,1				87,2

Grondwaterstand 140 cm
Watertable 140 cm

Grondwaterstand > 200 cm
Watertable > 200 cm

Table 13. Available moisture and moisture tension of two slightly loamy and two very loamy soils on 11 April, 8 May and 11 June 1963.

Tabel 14. Opneembaar vocht en vochtspanning van één zwak lemige en drie sterk lemige gronden op 28 april, 19 mei, 16 juni en 6 juli 1964.

Laag Layer (cm)	Vol.% vocht bij pF 4,2 Vol.% moisture at pF 4.2	28 april				19 mei				16 juni				6 juli			
		Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture %	mm	Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture %	mm	Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneembaar vocht Available moisture %	mm	Vol.% vocht Vol.% moist.	pF	Opneemb. vocht Available moisture %	mm
156. Rucphen																	
Zwak lemige grond, grondwaterklasse 2/Slightly loamy soil, groundwater class 2																	
0 – 10	3,3	16,3	2,1	13,0	13,0	4,7	3,5	1,4	1,4	13,1	2,4	9,8	9,8	7,3	3,0	4,0	4,0
10 – 17	3,3	15,8	2,1	12,5	8,8	5,9	3,3	2,6	1,8	9,5	2,7	6,2	4,3	7,3	3,0	4,0	2,8
17 – 30	3,5	17,8	2,1	14,3	18,6	9,6	2,7	6,1	7,9	8,0	2,8	4,5	5,9	6,2	3,3	2,7	3,5
30 – 40	3,5	14,4	2,2	10,9	10,9	9,3	2,7	5,8	5,8	5,9	3,2	2,4	2,4	8,8	2,8	5,3	5,3
40 – 50	2,3	14,5	1,9	12,3	12,3	8,3	2,7	6,0	6,0	4,0	3,9	1,7	1,7	3,7	3,4	1,4	1,4
					63,2				22,9				24,1				17,1
		Grondwaterstand ca. 130 cm Watertable ca. 130 cm				Grondwaterstand ca. 140 cm Watertable ca. 140 cm				Grondwaterstand ca. 150 cm Watertable ca. 150 cm				Grondwaterst. ca. 170 cm Watertable ca. 170 cm			
158. Zundert																	
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 1/Very loamy soil, groundwater class 1																	
0 – 10	4,1	16,9	2,3	12,8	12,8	5,0	3,7	0,9	0,9	9,4	3,0	5,3	5,3	6,9	3,3	2,8	2,8
10 – 20	4,1	16,9	2,3	12,8	12,8	9,7	3,0	5,4	5,6	10,3	2,9	6,2	6,2	7,8	3,2	3,7	3,7
20 – 30	3,9	16,8	2,3	12,9	12,9	15,5	2,4	11,6	11,6	10,1	2,9	6,2	6,2	10,2	2,9	6,3	6,3
30 – 36	3,9	16,8	2,3	12,9	7,7	12,7	2,7	8,8	5,3	10,2	2,9	6,3	3,8	11,2	2,9	7,3	4,4
36 – 56	3,6	14,2	2,3	10,6	21,2	12,3	2,4	8,7	17,4	9,7	2,8	6,1	12,2	11,1	2,6	7,5	15,0
					67,4				40,8				33,7				32,2
		Grondwaterstand > 120 cm Watertable > 120 cm				Grondwaterstand > 150 cm Watertable > 150 cm				Grondwaterstand > 180 cm Watertable > 180 cm				Grondwaterst. > 180 cm Watertable > 180 cm			

152. Wouw, Westelaarse straat; Bedrijf Nelen
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 4/Very loamy soil, groundwater class 4

0 – 10	6,8	22,7	2,3	15,9	15,9	21,3	2,4	14,5	14,5	20,8	2,7	14,0	14,0	15,6	3,0	8,8	8,8
10 – 15	6,8	25,6	2,2	18,8	9,4	23,5	2,3	16,7	8,4	20,1	2,7	13,3	6,7	18,8	2,6	12,0	6,0
15 – 29	8,6	26,5	2,2	17,9	25,1	23,6	2,3	15,0	21,0	19,3	2,7	10,7	15,0	20,9	2,6	12,3	17,4
29 – 40	10,5	25,0	2,3	14,5	16,0	22,8	2,4	12,3	13,5	18,1	2,6	9,6	11,5	18,3	2,6	7,7	8,5
40 – 48	8,4	28,4	2,1	20,0	16,0	25,1	2,2	16,7	13,4	21,9	2,2	13,5	10,8	19,4	2,3	11,0	8,8
					82,4				70,8				58,0				49,0
		Grondwaterstand ca. 130 cm Watertable ca. 130 cm				Grondwaterstand ca. 130 cm Watertable ca. 130 cm				Grondwaterstand ca. 150 cm Watertable ca. 150 cm				Grondwaterst. > 200 cm Watertable > 200 cm			

157. Wouw, Wouwse Hil
Sterk lemige grond, grondwaterklasse 2/3 / Very loamy soil, groundwater class 2/3

0 – 10	5,2	26,6	2,0	21,4	21,4	22,9	2,3	17,7	17,7	12,8	2,9	7,6	7,6	10,1	3,2	4,9	4,9
10 – 23	5,2	25,5	2,1	20,3	26,4	23,5	2,2	18,3	23,8	15,0	2,7	9,8	12,7	15,0	2,9	9,8	12,7
23 – 30	5,1	32,3	2,0	27,2	19,0	21,7	2,3	6,6	11,6	17,1	2,6	12,0	8,4	14,3	2,7	9,7	6,8
30 – 43	7,3	25,9	1,8	18,6	24,2	24,6	1,9	17,7	22,5	19,6	2,0	12,3	16,0	20,4	2,0	13,1	17,0
					91,0				75,6				44,7				41,4
		Grondwaterstand ca. 120 cm Watertable ca. 120 cm				Grondwaterstand ca. 150 cm Watertable ca. 150 cm				Grondwaterstand ca. 180 cm Watertable ca. 180 cm				Grondwaterst. > 200 cm Watertable > 200 cm			

Table 14. Available moisture and moisture tension of one slightly and three very loamy soils on 28 April, 19 May, 16 June and 6 July 1964.

iets hoger; waarschijnlijk moet dit aan een meetfout geweten worden.

Een zelfde beeld geven de cijfers uit 1964. Het verloop van de vochtspanning van de zwak lemige grond 156 wijkt sterk af van dat van proefplek 157 uit Wouw, ofschoon deze grond op een van de hoogste kopjes van het gebied ligt. Op alle waarnemingsdata is op de sterk lemige gronden een aanmerkelijk grotere hoeveelheid opneembaar vocht in de bovengrond aanwezig. Ook de toch zeer hoog liggende grond uit Zundert (158), waarop men, in tegenstelling met de overgrote meerderheid van de sterk lemige gronden, zelfs geen suikerbieten verbouwt, heeft op alle meetdata meer vocht dan de grond van nr. 156.

Een indruk van de verschillen tussen de zwak en sterk lemige gronden verkrijgt men ook uit het aantal lagen in de bovengrond, waarin een pF hoger dan 3,0, resp. hoger dan 3,5 voorkwam. Bij of althans in de buurt van deze pF-waarden begint van de zuigspanning een merkbare ongunstige invloed op de groei van het gewas uit te gaan.

In 1962 blijkt bij de zwak lemige grond nr. 105 zevenmaal een pF van 3,0 of hoger en tweemaal van 3,5 of hoger voor te komen, tegen geen enkele maal bij de sterk lemige grond nr. 142 met dezelfde grondwaterklasse. In 1964 zijn deze cijfers achtmaal 3,0 of hoger en tweemaal 3,5 of hoger bij de hoge zwak lemige grond nr. 156, tegen vijfmaal, resp. eenmaal bij de zeer hoge sterk lemige grond uit Zundert en slechts tweemaal 3,0 of hoger bij de hoge sterk lemige grond nr. 157 uit Wouw; hoger dan pF 3,5 kwam bij deze grond niet voor.

Uit de tabellen komt naar voren dat de meeste sterk lemige gronden in het vroege voorjaar vanaf het oppervlak of althans op enkele decimeters diepte een vochtspanning van pF 2,1 of lager hebben. Als we met de grondwaterstanden rekening houden, is dit niet verwonderlijk. Later in het groeiseizoen hebben de sterk lemige gronden echter eveneens een relatief lage vochtspanning, althans lager dan vergelijkbare zwak lemige gronden. Fig. 21 geeft voor het jaar 1964 een zelfde beeld. In deze figuur valt ook op dat er een sterke stijging van de vochtspanning optreedt bij de zwak lemige grond nr. 156 tussen 28 april en 19 mei, zelfs in vergelijking met de ook vrij hoge sterk lemige grond nr. 158.

Dat de sterk lemige gronden inderdaad een grote weerstand tegen verdroging hebben, volgt uit een ander onderzoek (Van Oosten, 1971) in de droge zomer van 1959 toen een aantal vochtmetingen bij zeer lage grondwaterstanden kon worden gedaan. Uit gegevens van Rijtema (1971) blijkt dat de kans op een vroege droogteperiode met een neerslag van slechts 39 mm in 75 dagen (15 april tot eind juni) slechts eenmaal per 100 jaar is. De waarnemingen van het KNMI voor Steenbergen geven van 2 mei tot 25 juni 1959 slechts 18 mm neerslag, dus inderdaad uitzonderlijk weinig. Zowel in het gebied van Wouw als bij enkele sterk lemige gronden elders in westelijk Noord-Brabant was de vochtspanning in de humushoudende bovengrond op 25 juni nog betrekkelijk laag; deze kwam slechts bij één profiel iets boven pF 3,0 (tabel 15). Bij enkele zwak lemige gronden met grondwaterklasse 3 (nrs. 102 en 105) was het opneembare vocht in de bovengrond echter volledig of bijna volledig verbruikt; de pF was hier ongeveer 4,2. Ten tijde van de meting waren hier dan ook sterke verdrogingsverschijnselen in het gewas zichtbaar. Bij een lage en een zeer lage zwak lemige grond (nrs. 107

Tabel 15. Vochtspanning van de humushoudende bovengrond van enkele zwak en enkele sterk lemige gronden op 25 juni 1959, na een droogteperiode van bijna acht weken.

Nr. No.	Plaats Site	Gewas Crop	Grondwaterklasse Groundwater class	pF
Sterk lemige gronden/Very loamy soils				
93	Wouw, Den Akker	gerst/barley	5	2,9
92	Wouw, Goudmijn	gerst/barley	6	2,6
97	Baarle-Nassau, Bedaf	gerst/barley	5	3,1
90	Etten, De Wildert I	gerst/barley	5	2,3
91	Etten, De Wildert II	rogge/rye	5	2,6
Zwak lemige gronden/Slightly loamy soils				
102	Breda, Lies	gerst/barley	3	4,2
105	Etten, Rucphense baan 1	gerst/barley	3	4,1
107	Etten, Rucphense baan 3	rogge/rye	4	3,5
106	Etten, Rucphense baan 2	rogge/rye	4/5	2,9

Table 15. Moisture tension of the humose topsoil of some slightly loamy and some very loamy soils on 25 June 1959, after a dry period of nearly eight weeks.

en 106) met resp. een vochtspanning van pF 3,5 en 2,9 was bij de eerste geen duidelijke verdroging in het gewas zichtbaar; de stand van het gewas was echter aanzienlijk slechter dan in een normaal jaar op deze gronden. Op de zeer lage grond was een goed ontwikkeld gewas aanwezig. In overeenstemming hiermee is, dat in het algemeen geen verdroging bleek op te treden bij zwak lemige gronden met grondwaterklasse 5, terwijl de gewassen op gronden met grondwaterklasse 4 en 3 resp. licht en sterk verdroogden.

4.5 Discussie van de verschillende waarnemingen

Mede gezien de onnauwkeurigheden bij de aflezing van pF-curven, zijn de berekeningen door de gevolgde werkwijze behept met een zeker foutenpercentage. De cijfers pretenderen dan ook niet exacte kwantitatieve verschillen tussen de waterhuishouding van de sterk en van de zwak lemige gronden te geven. Ze zijn echter wel voldoende om de orde van grootte van deze verschillen vast te stellen en een globaal inzicht te verschaffen in de vochtvoorziening van de gronden. De voorlopige indrukken die in het veld waren opgedaan, te weten de natheid in voor- en najaar, het lang vochtig blijven van deze gronden in de loop van het seizoen en hun grote resistentie tegen verdroging in de zomer, blijken door het onderzoek te worden bevestigd.

De natheid in voor- en najaar blijkt vooral te worden veroorzaakt door de hoge grondwaterstanden in deze jaargetijden. Deze hoge grondwaterstanden hangen samen met de geologische opbouw van het gebied, speciaal met de aanwezigheid van zware kleilagen in de ondergrond, en met het geringe bergend vermogen.

Dat de sterk lemige gronden gedurende het groeiseizoen zeer resistent zijn tegen verdroging, ondanks de dan juist diepe tot zeer diepe grondwaterstanden, vindt zijn

oorzaak in de grote hoeveelheid vocht die aan deze gronden onttrokken kan worden. Zowel de hoeveelheid in de bovengrond als in de ondergrond is aanzienlijk groter dan bij zwak lemige gronden. Toch kan het gewas nog vocht tekort komen, ook in gronden waarvan de totale hoeveelheid opneembaar vocht in de grond voldoende is om het verdampingsoverschot te compenseren. De grondwaterspiegel kan namelijk inmiddels zo ver gedaald zijn, dat de capillaire stijgsnelheid niet groot genoeg meer is om de benodigde hoeveelheid vocht snel genoeg aan te voeren. Doordat in de sterk lemige gronden echter ook een grotere hoeveelheid vocht kan worden onttrokken aan de bovengrond, waar het altijd binnen het bereik van de wortels is, hebben deze gronden een extra weerstand tegen verdroging in de zomermaanden.

Voordat duidelijk zichtbare verdrogingsverschijnselen optreden, heeft een minder goede vochtvoorziening al een ongunstige invloed op het gewas. De produktie van een gewas hangt namelijk samen met het waterverbruik, dat weer afhankelijk is van het vochtgehalte of beter met de vochtspanning van de grond (Jamison, 1956; Bierhuizen, 1958; Rijtema, 1959; Schothorst, z.j.; De Vos & Toussaint, 1966). Zo bleek uit een onderzoek van laatstgenoemde auteurs bij haver (fig. 22), dat het vochtgehalte vroeg in het seizoen nog vrij sterk kan dalen, zonder dat dit een belangrijke invloed op het waterverbruik heeft (curve I). Ook de produktie zal dan weinig beïnvloed worden. Later in het seizoen echter heeft een geringe daling van het vochtgehalte en dus een

Fig. 22. Het verband tussen het vochtgehalte van een humushoudende bovengrond (0–40 cm) en het waterverbruik van rogge gedurende het groeiseizoen (naar De Vos & Toussaint, 1966).

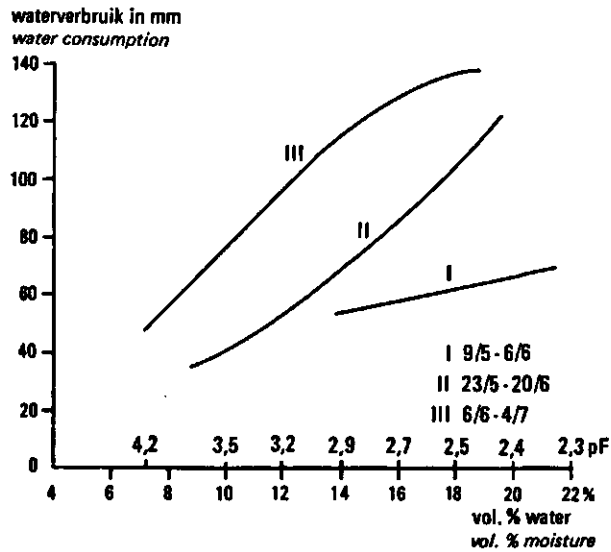


Fig. 22. Relation between moisture content of a humose topsoil (0–40 cm) and water consumption of rye during the growing season (from De Vos & Toussaint, 1964).

geringe stijging van de vochtspanning een duidelijk merkbare invloed op het waterverbruik en daarmee op de produktie (curve II en III). Het is dus van belang, dat de vochtspanning juist later in het seizoen zo laag mogelijk blijft. Uit de figuur blijkt, dat indien tussen ca. half mei en ca. half juni reeds een hoge vochtspanning aanwezig is, het waterverbruik en de produktie aanzienlijk beïnvloed worden (Jamison, 1956). Vooral bij later afrijpende gewassen kan dit een rol spelen. Bij granen bleek dit speciaal in de overgangsfase van het vegetatieve naar het generatieve stadium (bij wintergranen eind mei/begin juni, bij zomergranen de eerste helft van juni) van belang te zijn. Hogere vochtspanningen in deze periode gaven een duidelijke vermindering in korrelopbrengsten te zien (Rijtema, 1969).

In paragraaf 4.4 bleek dat de sterk lemige gronden van het gebied van Wouw begin juni meestal nog een pF van 2,3 hebben; omstreeks half juni ligt deze nergens hoger dan 2,5 à 2,6. Het hoogste waterverbruik van gerst valt echter reeds omstreeks begin juni en van tarwe kort na het midden van deze maand. De goede vochtvoorziening op de sterk lemige gronden zal dan ook een belangrijke factor zijn voor de teeltmogelijkheden van tarwe en voor de goede opbrengsten van de gewassen in dit gebied.

5 Ontstaan en ontwikkeling van het agrarische landschap

5.1 Inleiding

De in de drie voorgaande hoofdstukken besproken geologische, bodemkundige en hydrologische gesteldheid van het gebied van Wouw heeft in de loop der eeuwen de landbouwkundige ontwikkeling en daarmee het landschap duidelijk beïnvloed. In dit hoofdstuk zal hierop nader worden ingegaan. Een globale indruk van het oorspronkelijke, natuurlijke landschap kon verkregen worden uit botanische en toponymische gegevens (5.2). Enkele aanwijzingen over de toestand tot de ontginningen in de Middeleeuwen en het schaarse materiaal over het ontstaan van het dorp worden in 5.3 besproken. Een aantal aspecten van de ontginningsgeschiedenis en van de landbouwkundige en daarmee samenhangende landschappelijke ontwikkeling in later eeuwen worden in 5.4 en 5.5 behandeld.

5.2 Het oorspronkelijke landschap

Het is niet eenvoudig ons de natuurlijke toestand van het gebied van Wouw voor te stellen, zoals die voor het eerste ingrijpen van de mens moet zijn geweest. De oudste geschreven bronnen dateren pas uit de dertiende eeuw. Enige inlichtingen van oudere datum kunnen de talrijke overgeleverde toponiemen geven. De elders op de zandgronden zo gewone heidetoponiemen ontbreken in het sterk lemige zandgebied, afgezien van enkele twijfelachtige benamingen. Pas in het omringende zwak lemige zandgebied treden heidetoponiemen plotseling algemeen op. Daarentegen komen niet minder dan 159 bosnamen voor (Van Gorp, 1937b), waarvan 5 met het reeds vóór de dertiende eeuw bekende lo, nl. Westele, Oosterle en Suierle, naderhand (waarschijnlijk onder invloed van de ontginning) aangepast aan andere laar-toponiemen en sindsdien resp. Westlaar, Oostlaar en Zuivelaar genoemd. Verder Heerle, Looike(?) ten oosten van Moerstraten en De Loo of Looy (perceel bij Vroenhout).

In de bronnen uit de dertiende eeuw en later lezen we inderdaad, dat op de omringende zwak lemige zandgronden uitgestrekte heidevelden, veengronden e.d. voorkwamen. In het gebied van Wouw is voornamelijk sprake van bouwland en van half of geheel natuurlijke graslanden. Indien echter niet voor de landbouw in gebruik zijnde gronden worden vermeld, wordt steeds over bos gesproken. Vooral in latere eeuwen betreft dit evenwel niet altijd van oudsher bestaand bos; soms werd bouwland naderhand weer met schaarhout ingeplant.

Ook de in hoofdstuk 3 besproken bodemkundige toestand, alsmede de nog (tot

zeer recent overvloedig aanwezige) wilde flora dragen ertoe bij om aan te nemen, dat het gebied tot de occupatie met bos begroeid was. Er zou hier dan een overeenkomstige toestand zijn geweest als in de zandleemstreek van Vlaanderen, waar volgens Verhulst (1964) op de lemige gronden tot ver in de Middeleeuwen geen heide, maar bos voorkwam.

Over de aard van dit bos kan men zich een idee vormen uit de vegetatie van de bosrestanten, die tot enkele tientallen jaren geleden nog vrij talrijk voorhanden waren. Uit hun ligging, de samenstelling van de vegetatie en uit vergelijking met oude kaarten mag worden afgeleid, dat een aantal van deze bosrestanten waarschijnlijk nooit in cultuur is geweest. Ze lagen meestal op voor de landbouw minder geschikte plaatsen, vooral in de beekdalen en waar de zware, onder-pleistocene klei zeer dicht onder het oppervlak voorkomt.

Dank zij het systematisch onderzoek van de Nederlandse flora, dat sinds het begin van deze eeuw heeft plaats gevonden, kon uit de plantenkaartjes van dit gebied, aanwezig in het Rijksherbarium te Leiden, een indruk van de flora van deze bosrestanten worden gevormd. Enkele mondelinge inlichtingen en eigen waarnemingen in de paar nog aanwezige bosjes completeerden het beeld.

Van de kenmerkende bosplanten kwamen bosandoorn (*Stachys silvatica*), muskuskruid (*Adoxa moschatellina*), bosanemoon (*Anemone nemorosa*) en wijfjesvaren (*Athyrium filix-femina*) in het gehele gebied vrij algemeen voor. Gele dovenetel (*Lamium galeobdolon*), robertskruid (*Geranium robertianum*), nagelkruid (*Geum urbanum*), gulden boterbloem (*Ranunculus auricomus*), slanke sleutelbloem (*Primula elatior*), dagkoekoeksbloem (*Melandrium rubrum*), gewoon bosviooltje (*Viola riviniana*), bosbeemdgras (*Poa nemorosa*), zwarte rapunzel (*Phyteuma nigrum*) en witte rapunzel (*Phyteuma spicatum*) groeiden op één of meer plaatsen. Deze lijst van kenmerkende bosplanten laat er weinig twijfel over bestaan dat het gebied althans grotendeels met één of meer vormen van het betrekkelijk zware, voedselrijke eiken-haagbeukenbos (*Stellario-Carpinetum Oberdorfer '57*) of van het elzen-essenbos (*Alno-Padion Knapp '42*) moet zijn bedekt geweest. Dit in tegenstelling tot de zwak lemige zandgronden, die voor het ontstaan van de heide begroeid waren met beuken-eikenbos (*Fago-Quercetum Tx. '55*) of met een vorm van het veel armere eiken-berkenbos (*Querco roboris-Betuletum Tx. '37*). Dit laatste bostype was vrij laag en waarschijnlijk weinig zwaar ontwikkeld.

Afhankelijk van reliëf en waterhuishouding zullen in het gebied van Wouw verschillende bostypen zijn voorgekomen. De hoogste delen droegen waarschijnlijk ook hier een beuken-eikenbos (*Fago-Quercetum Tx. '55*). Het vroegere voorkomen van planten als guldenroede (*Solidago virgaurea*), dubbeloof (*Blechnum spicant*), grootbloemmuur (*Stellaria holostea*), valse salie (*Teucrium scorodonia*), eikvaren (*Polypodium vulgare*), dalkruid (*Maianthemum bifolium*), kamperfoelie (*Lonicera periclymenum*) en fraai hertshooi (*Hypericum pulchrum*) wijst in deze richting. Omgekeerd waren in de lage, natte gronden elzen-essenbossen (*Circaea-Alnion Doing '62*) en elzenbroekbossen (*Carici elongatae-Alnetum W. Koch '26*) aanwezig. Speciaal de laatstgenoemde bostypen zullen bestaan hebben uit een rijk, opgaand bos met een welige ondergroei, waarin gedurende een groot deel van het jaar de bodem drassig was.

5.3 De situatie tot de Middeleeuwse ontginningen en de eerste vermeldingen in geschreven bronnen

Wanneer de mens in het landschap voor het eerst heeft ingegrepen, is onzeker. Wellicht waren enkele hoge koppen reeds voor het begin van de jaartelling bewoond. Op één plek (De Besterd) werd bouwland uit ca. 250 na Chr. aangetroffen (zie 3.3.1). Hier werd ook een aantal oude scherven en zelfs afslag van vuursteen gevonden. Deze en eventueel andere vroeg bewoonde plaatsen moeten naderhand weer vele eeuwen met bos begroeid zijn geweest. Daarop duidt ook de in 3.3.1 besproken bodemontwikkeling.

De aanwezigheid op hoog gelegen plaatsen van een zeer vroege bewoning die naderhand werd afgebroken, is in overeenstemming met een ook elders in Noord-Brabant geconstateerde breuk in de occupatie. Wellicht hangt dit samen met een afbrokkeling van de grenzen van het Romeinse rijk en een opdringen van Germaanse stammen (Ackersdijk, 1835 - 1851; Edelman & Edelman-Vlam, 1960). Deze opvatting wordt gesteund door het op enkele plaatsen in het gebied voorkomende toponiem 'Bijster' (Biister, Bysters, Besterd), dat op verlaten, verwilderd (bouw)land duidt, zoals blijkt uit het geuzenlied 'Claechliet der boeren'.[1] Het toponiem komt in het gebied van Wouw steeds voor op landschappelijk hoog liggende plaatsen, dus juist waar bij voorkeur de vroegste nederzettingen werden gevestigd. Wel werd ook in het begin van de zeventiende eeuw, ten gevolge van de krijgshandelingen van de tachtigjarige oorlog (beleg van Bergen op Zoom!), veel land verlaten. Uit de geschreven bronnen en uit de oude kaarten valt meestal niet met zekerheid af te leiden, of het toponiem Bijster op verlaten bouwland uit deze tijd of uit vroeger eeuwen betrekking heeft. Een uitzondering vormt echter het gebied van 'De Besterd' ten zuidoosten van de Wouwsche Hil. Hier is de naam al in de vijftiende eeuw bekend.

Uit geheel westelijk Noord-Brabant zijn middeleeuwse en oudere gegevens uitermate schaars. Alles wijst erop, dat de streek ten westen van de lijn Princenhage - Etten - Rijsbergen - Zundert relatief dun bevolkt was (Dhondt, 1952; Hermans, 1840; Stolte, 1961). Pas vrij laat kregen de aan de rand van het gebied liggende, over water bereikbare nederzettingen Bergen op Zoom, Steenbergen en Geertruidenberg enige betekenis (Juten, z.j.). De verlatendheid wordt bevestigd door het vrijwel ontbreken van archeologische vondsten. Grafheuvels, urnenvelden en sporen van nederzettingen, zo talrijk in midden en oostelijk Noord-Brabant, werden hier vrijwel niet gevonden. Zelfs Romeinse en Merovingische vondsten zijn, op enkele incidentele gevallen na, hier vrijwel onbekend (Beex, 1957, 1960).

Indien we ons het natuurlijke landschap van westelijk Noord-Brabant bij het begin van onze jaartelling voorstellen, blijken grote delen minder geschikt voor bewoning te

1. Waer sullen wij noch blijven
Wij boeren cleyn en groot
Ons koeyen siet men ontdrijven
Wij werden bysler end bloot.

zijn geweest. Enerzijds kwam tussen Roosendaal en Zundert een uitgestrekt hoog en droog (stuif)zandgebied voor, anderzijds waren uitgestrekte venen aanwezig tegen de huidige Belgische grens nabij Rucphen, ten noorden van Bergen op Zoom, ten oosten van Roosendaal, enz. In het noorden lag het grote Hollandse veengebied. Bovendien ontbraken westelijk van de Weerijs de riviertjes, waarlangs men zich bij voorkeur vestigde. Tussen de Weerijs en de Schelde bevonden zich alleen de beken bij Wouw en de Roosendaalse Vliet, maar de Wouwse beken stroomden juist door het beschreven moeilijk toegankelijke, drassige gebied. Een uitzondering vormde wellicht het zuidelijke deel van de Roosendaalse Vliet (de Molenbeek), waar dan ook als grote uitzondering een vroeg-middeleeuwse nederzetting (Nispen) lag (Van Hasselt, 1965). De rest van de streek moet weinig aanlokkelijk zijn geweest in een tijd waarin er nog geen gebrek aan goede, gemakkelijk ontginbare gronden was.

De oudste vermelding uit het gebied van Wouw dateert pas uit het jaar 1232. Dat Wouw voordien in geen enkele acte van het Hertogdom Brabant wordt genoemd, is des te opmerkelijker, omdat dit Hertogdom toen reeds meer dan honderd jaar bestond (Dhondt, 1953). Het verkreeg al in 1106 het Markgraafschap Antwerpen, dat zich waarschijnlijk tot de noordgrens van het Wouwse zandgebied uitstrekte. Toch moeten voor de dertiende eeuw al een aantal ontginningen hebben plaats gevonden. Van Loon (1965b) heeft duidelijk gemaakt, dat in het oudst bekende cijnsboek van 1359 nog sporen zijn terug te vinden van een vroegere hoforganisatie. Hierbij werd van een grondbezit de kern, de hof met omliggend land, rechtstreeks door de grondheer of zijn vertegenwoordiger geëxploiteerd; het overige land werd aan horigen uitgegeven in ruil voor goederen, arbeid en diensten. Deze mogelijke 'hoven', die ten dele met een gracht omgeven waren, lagen bij Moerbeek, in de Bulkstraat, ten westen van het dorp, bij De Triest, bij Het Sas en even ten noorden van de huidige grens met Steenbergen in de Kruislandse Polder (Spelreborch). Daar het hofstelsel omstreeks 1350 niet meer bestond, zouden deze 'hoven', of zoals Van Loon voorzichtigheidshalve zegt 'waterhoeven', uit de dertiende eeuw of nog eerder moeten stammen.

Het is onbekend tot welke tijd de stichting van deze 'hoven' teruggaat. Een belangrijk deel van het gebied blijkt naderhand eigendom van de heren van Breda te zijn, die hier in de dertiende eeuw een kasteel bouwden, maar de moeilijkheid is, dat men niet weet hoe zij aan hun bezittingen zijn gekomen (Kleyn, 1861; Boeren, 1965a).

In het oudstbekende bericht over het gebied uit 1232 komt verrassenderwijs reeds direct de naam van het dorp voor. In het vermelde jaar wordt namelijk een conflict bijgelegd tussen de hertog en Gilles van Breda over het beheer van de bezittingen van de minderjarige kinderen van Godfried van Breda, waarover Gilles de voogdij voerde (Cerutti, 1952, 1956; Boeren, 1965a). Hij krijgt hierbij het vruchtgebruik (terug) van het land langs de zoom, i.c. de westrand van het hoge gebied langs de Schelde: '... terram prope Zome, preter *Woide* quam Boidimus tenebat, statim rehabebit' (hij zal het land bij de Zoom, uitgezonderd Woide, dat Boidimus (in leen?) placht te houden, terugontvangen). Deze acte roept enkele vragen op, die met de occupatie van het gebied samenhangen.

Aangenomen mag worden dat in de acte met Woide Wouw werd bedoeld, zoals met

Boidimus de naam Boudewijn is te identificeren (Weynen, mond. med.). De spelling Woude komt verder voor in acten uit o.a. 1268 '... villa nostra de Woude...', uit 1279 '... in prochia tota de Woude...' en uit 1300 (bij de beschrijving van een vroegere huwelijksgift van de Heer van Breda aan zijn tweede vrouw) '... Hadewigis de Strijne ... de bonis de ... et Woude'.

Opvallend is, dat de naam 'Woude' niet bij de 'hoven' of hoeven voorkomt; er is ook geen (vroeger) 'hof'centrum op de plaats van het huidige dorp bekend, tenzij men dit bij een vroeger ten westen van het dorp gelegen gracht zou willen situeren. Wel bestond vóór 1232 reeds een hertogelijk leengoed, de heerlijkheid Gageldonk, dat ook bezittingen onder Wouw had (Cerutti, 1945; Van Loon, 1950, 1964, 1965b; Boeren, 1965a). Dat in de acte van 1232 de heerlijkheid Gageldonk bedoeld is, is niet waarschijnlijk. Aangezien de heren van Breda Gageldonk noch in eigendom, noch als leen bezeten hadden, konden ze het uiteraard ook niet terugkrijgen, zoals voor het overige gebied duidelijk vermeld staat; de hele uitzonderingsclausule over Woide zou in dat geval overbodig zijn.

Enig licht op het probleem wordt wellicht geworpen door het toponiem Woud(e). We hebben hier te doen met een o.a. in Friesland, Noord- en Zuid-Holland algemeen voorkomend toponiem, dat in Brabant vrijwel onbekend is. Afgezien van de oude bosnaam *lo*, werd bos in Brabant *hout* genoemd, waarna pas in later tijd (ca. 13e eeuw) het woord *bos* ingang vindt (Gijsseling, 1960; Moerman, 1956; Van Passen, 1961). In Holland duidde 'woud' speciaal een laag gelegen, moerassig, moeilijk toegankelijk bos aan (Van den Bergh, 1949; Van Gorp, 1937b; Edelman, 1954; Pons & Van Oosten, 1974; Slicher van Bath, 1944, 1967), dat tot het elzenbroekbos of verwante bostypen moet hebben behoord. Dit is nu juist het type bos, dat op grond van bodemkundige en vegetatiekundige overwegingen als de oorspronkelijke begroeiing van de natste delen van de Wouwse zandgronden wordt verondersteld.

Op de bodemkaart zet het brede dal van 'Het Loopje' (ten oosten van De Donken) zich ten zuidoosten van het dorp voort als natte, oude bouwlandgronden (Ez54). Nog verder zuidwaarts buigt deze strook ten noorden van de Bulkstraat naar het oosten. Hier komen zelfs moerige gronden voor, aangeduid met de signatuur zWp. Toponiemen als De Martel, Holrieten, Scheurbroeken, alle namen die op een natte, moerassige ligging wijzen (Schönfeld, 1955), geven wel duidelijk het karakter van dit gebied aan, dat naar het westen tot bijna het huidige marktplein reikt. Ook het brede dal van de Smalle Beek ten westen van het dorp zal een dergelijk gebied geweest zijn. Daar waren de lage, plaatselijk moerige gronden op het eind van de achttiende eeuw nog gedeeltelijk met bos begroeid. De naam 'woud' zou oorspronkelijk aan deze gebieden of een deel ervan gegeven kunnen zijn. De situatie lijkt enigszins op die in de Friese Wouden, waar deze naam waarschijnlijk ook gegeven werd aan de moerasbossen in de beekdalen, toen de tussenliggende hogere delen reeds in cultuur waren (Veenenbos, 1952).

Later moet de naam van het bos, die mogelijk al een streeknaam was geworden, op het dorp zijn overgegaan. Het is moeilijk uit te maken, welke bewijskracht aan een vermelding uit 1666 mag worden toegekend. In dat jaar wordt in het 'Landboek van

het Marquizaat van Bergen op Zoom en de Baronie van Breda' door Jodocus Bal bij de opsomming van de bezittingen vermeld: '... Wouw, dat eertijds maar een capelle placht te zijn, genaamt Onze Lieve Vrouwe in 't Wout'. De herkomst van de naam 'Onze Lieve Vrouwe in 't Wout' wordt helaas niet gegeven, maar de aanduiding blijkt duidelijk te slaan op een ligging *in* een bos, dat 'woud' wordt genoemd. Er is wel verondersteld, dat deze benaming een door Bal zelf verzonnen (re-)constructie zou zijn. Maar dan had een benaming als 'Onze Lieve Vrouwe *van* Wouw of Woude' of iets dergelijks toch meer voor de hand gelegen dan een benoeming naar een bos met een bovendien in Brabant vrijwel onbekend woord. Het is daarom niet onmogelijk, dat Bal inderdaad kennis had van de zeer oude benaming voor een vroegere kapel. Deze kan dan in een van de twee gebieden, ten westen of ten oosten van het dorp, gestaan hebben.

Omdat het weinig aannemelijk is, dat de inheemse bevolking een bos met een voor haar onbekend woord zou hebben aangeduid en dan temidden van de zeer talrijke andere bostoponiemen slechts op één plaats, mogen we ons afvragen of deze naam wellicht op een andere manier hier gekomen kan zijn.

5.4 Enkele grepen uit de ontginningsgeschiedenis

5.4.1 Conclusies uit de toponiemen

Reeds lang is bekend dat, behalve het wel zeer markante toponiem 'woude', in het onderhavige gebied (en overigens in geheel westelijk Noord-Brabant) nog een aantal toponiemen voorkomt, dat op een 'vreemde' (taal?) invloed wijst (Lindemans, 1943). Ook Weynen (1952, 1965) heeft op dit verschijnsel de aandacht gevestigd. Onder de hier bedoelde toponiemen valt rondom Wouw allereerst het woord 'hil' op, dat meermalen voorkomt: 'Wouwsche hil' ,'Grayenhil', 'Varenhil' en enkele andere. Bijzonder opvallend is het toponiem 'De Nesten' op een kaart met legger van Adan uit 1758 voor een gebiedje tussen het dorp en de Spellestraat, ten oosten van het Loopje. De naam wordt echter ook vermeld voor twee perceeltjes, die aan weerszijden van deze toen nog niet vergraven beek lagen (zie fig. 25). Het lijkt niet te ver gezocht in deze naam het woord 'nes' met T-suffix te zien. Nes is een bekend Ingwaeoons[1] toponiem voor een laag gelegen, in het water vooruitspringende landtong (vgl. het woord neus). Vorm en ligging van de twee perceeltjes geven hiervan een fraaie bevestiging.

Uit een bestudering van de tot op heden bekende toponiemen uit het gebied, zijn nog enkele merkwaardigheden naar voren gekomen. Behalve uit de genoemde kaart van Adan, die slechts tot de grens met de gemeente Roosendaal gaat, is daarbij voor

1. Na het wegtrekken van de Romeinse legioenen werd het kustgebied bezet door nieuwe, Germaans sprekende bewoners. Hun dialect wordt, wegens een aantal eigenaardigheden die samengaan met het Fries en Angelsaksisch 'Ingwaeoóns' of kustgermaans genoemd. Ook Zeeland en Vlaanderen behoorden tot dit taalgebied, waarvan de invloed tot in Oost-Vlaanderen en westelijk Noord-Brabant doordrong (Gijseling en Blok, 1959).

het Roosendaalse deel van de Wouwse zandgronden geput uit de studies van Slootmans (1942), van Van Hasselt & Weynen (1948) en uit de aanvulling op deze studies door Van Loon (1962, 1965a).

Van de graslandbenamingen (Lindemans, 1946) is het in heel Midden- en Oost-Brabant voorkomende 'beemd' slechts 6 maal aangetroffen. Hiertegenover staat 18 maal 'maat' of 'meet' en enkele keren 'made'. Het verband tussen het typische Vlaamse 'maat' en het Ingwaeoonse 'made' is nog onzeker (mondelinge mededeling A. Weynen). Dat echter het woord 'weide', een benaming voor grasland die in de twaalfde eeuw nog niet veel wordt gebruikt, de meest voorkomende vorm is (80 maal), zou evenals de late vermelding in de geschreven bronnen op een relatief late ontginning van een aanzienlijk deel van het gebied kunnen wijzen. Wel moet bij de 'weide'-namen er rekening mee worden gehouden, dat na de inpoldering van de beweide schorren in het noorden (zie 5.4.4) hier en daar wat perceeltjes bouwland zijn omgezet in grasland. Maar ook bij de bouwlandbenamingen (Schönfeld, 1949) komt een zelfde toponymisch beeld naar voren. Oorspronkelijk heette in Noord-Brabant het bouwland rondom de dorpen 'akker' (Lindemans, 1943). Het onontgonnen gebied daarbuiten heette 'veld'. Toen dit gebied naderhand werd ontgonnen, werd de naam 'veld' ook voor het nieuwe bouwland gebruikt. Nu komt het toponiem 'akker' in het gebied van Wouw slechts 50 maal voor, tegenover 402 maal 'veld' of 'veldeke'. Ten tijde van de naamgeving moet dit dus al een gebruikelijke naam voor het bouwland zijn geweest. Verder heten ca. 200 percelen hier 'heyning(e)' (Carnoy, 1941). Ofschoon de benaming wel zal slaan op de vroeger talrijke percelen met houtwallen, schijnt een dergelijke concentratie van dit toponiem in een betrekkelijk klein gebied zeer ongewoon te zijn (mondelinge mededeling D. F. Blok). Het is onbekend welke waarde aan dit verschijnsel moet worden gehecht, maar misschien mag toch wel een verband worden gezocht met de ontginning uit bos.

Het is mogelijk dat we in de 'vreemde' toponiemen alleen een uitstraling mogen zien van een vanaf de kust afkomstige, taalkundige invloed, die tot de bewoners van deze streken, aan de rand van de zandgronden, kon doordringen. Een belangrijk deel van het gebied kan echter oorspronkelijk onontgonnen zijn gebleven, omdat de bewoners van de Brabantse zandgronden juist het voor hen ongewone en ten dele vrij zware en moerassige bosgebied ongemoeid lieten. De ontginning hiervan zou dan pas gebeurd kunnen zijn door met dergelijke bossen vertrouwde, van elders afkomstige (Vlaamse, Hollandse?) immigranten, die wellicht door de laat-middeleeuwse overstromingen uit hun oorspronkelijke woonplaatsen waren verdreven. Zij kunnen hiertoe toestemming hebben gekregen of zelfs zijn aangemoedigd door de Heer van Breda, nadat deze in 1198 het gebied in leen had gekregen. Van deze immigranten kan dan het toponiem 'woud' afkomstig zijn. Opmerkelijk is ook, dat er blijkbaar maar één woudnaam voorkwam. Zouden er meer geweest zijn, waarvan de naam later verloren kan zijn gegaan, dan zou het hier bedoelde bos nabij het latere dorp, ter onderscheiding van de andere bossen, eerder een naam met het achtervoegsel 'woud' hebben gekregen dan alleen maar de aanduiding 'woud'.

Bij de hier geschetste gang van zaken zou er inderdaad een relatie bestaan tussen

Fig. 23. Kapel op de splitsing van Dalstraat en Grote Spellestraat.

Fig. 23. Shrine at the corner of Dalstraat and Grote Spellestraat.

het kasteel, de kapel met de naam 'Onze Lieve Vrouw in 't Wout' en het dorp. Ten oosten van het dorp, nabij het huidige kapelletje langs de oude weg naar Roosendaal (fig. 23) stond eertijds, vóór de stichting van de huidige kerk in het dorp, een kapel en wel op het hoogste punt van de omgeving. Ook in het beekdal ten westen van het dorp, niet ver van het kasteel, langs het oude voetpad naar Heerle, stond tot voor enkele jaren een kapel. Over de ouderdom is niets bekend, maar wat de ligging betreft, zou de door Jodocus Bal beschreven kapel zeker hier, waar in 1758 alles nog bos was, gestaan kunnen hebben.

5.4.2 De verkaveling

Van de akkernamen valt het op, dat de meeste in kleine groepjes bij elkaar liggen, nabij een oude nederzetting (Haink, Oostlaar, Westlaar, Saafsel, enz.) of er komt in de nabijheid een perceel voor, dat op de kaart van Adan uit 1758 'de oude hofstee', 'de oude hof', e.d. heet. Er is ook een duidelijke samenhang tussen deze concentraties van akkernamen en een aantal van de door Van Loon genoemde, mogelijke oude hofkernen. Daarentegen ontbreken rondom Wouw, een enkele uitzondering daargelaten, de akkernamen. Misschien zou ook hierin een aanwijzing kunnen liggen, dat vóór de

tijd dat het dorp moet zijn ontstaan, slechts plaatselijk kleine oppervlakten ontgonnen waren.

Van Loon (1963) meent dat het kasteel van Wouw, dat even ten noordwesten van het dorp aan de Smalle Beek lag (fig. 25), mogelijk niet de eerste vestiging van de Heren van Breda in dit gebied is geweest. Iets ten zuiden van de weg naar Bergen op Zoom, eveneens langs de Smalle Beek, komt op oude kaarten de veelbetekenende naam 'Ouwburg' voor (fig. 24), in 1451 vermeld als 'die oudeborg' (Van Loon, 1963). Dit 'Ouwburg' was in de zestiende eeuw al verdwenen, maar Van Loon houdt rekening met de mogelijkheid dat we hier met een voorloper van het kasteel te maken hebben. Hiervoor zou pleiten dat later de plaats van Ouwburg aan de Markies van Bergen op Zoom behoort en "s Heeren Block' heette. Een andere mogelijkheid is, dat dit Ouwburg het centrum van de Gageldonkse bezittingen was, waarop recente onderzoekingen schijnen te wijzen (mondelinge mededeling W. A. van Ham, Gemeentearchief Bergen op Zoom). In dit verband is opvallend, dat ten zuiden van Ouwburg een verkaveling met zeer smalle, langwerpige percelen wordt aangetroffen, waarvan niet minder dan vijftien de naam 'donk' dragen (fig. 24). Dit gebied onderscheidt zich duidelijk van de aangrenzende delen met rechthoekige percelen in een onregelmatige, waarschijnlijk jongere verkaveling. Precies dezelfde situatie komt voor vlak bij het vroegere kasteel, op het noordelijke deel van de hoge rug tussen de Smalle Beek en het Loopje (fig. 25). Ook hier dragen op bovengenoemde kaart vijftien percelen de naam donk, terwijl het hele gebied 'De Donken' heet. De sporen van een verkaveling in lange, smalle percelen zijn zelfs nu nog zichtbaar in het terrein. Buiten de genoemde plaatsen komt de naam 'donk' slechts vijfmaal in het hele gebied voor, althans op de kaart uit 1758, waarvan viermaal vlakbij een van de twee genoemde plaatsen en eenmaal tussen Wouw en Haink en dan nabij een perceel, dat de 'Woutse akker' heet! Een samenhang tussen deze vrijwel gelijkvormige ontginningsblokken en de centra Ouwburg en het kasteel lijkt dan ook aanwezig. De situatie doet enigszins denken aan die in Vlaanderen, waar de oudste ontginningen (kouters) uit 1 - 2 grote blokken bestonden, die eigendom waren van de hof. Hiernaast kwamen een aantal smalle percelen voor (repelpercelen) die aan de afhankelijke boeren uit de omgeving behoorden (Verhulst, 1964). De meervoudsvorm 'De Donken' voor één hoog terreindeel, een 'donk' (Van Gorp, 1935, 1937a), wijst er mogelijk op dat het hier gemeenschappelijk ontgonnen, onder een aantal van de genoemde centra afhankelijke verbruikers verdeeld akkerland betrof. Dergelijke oude ontginningen hebben vrijwel altijd meervoudsnamen (Hofstee & Vlam, 1952).

Er zijn aanwijzingen dat het kasteel inderdaad pas gebouwd is nadat de ontginning in het gebied reeds op gang gekomen was. De vroegere toegangsweg naar het kasteel is kennelijk direct op het centrum van het dorp gericht en liep vroeger blijkbaar door tot het voetpad naar Heerle (fig. 25), waarbij de indruk wordt gewekt, dat een oudere verkaveling wordt doorsneden.

Behalve de reeds in de achttiende eeuw gedeeltelijk verdwenen verkaveling met lange, smalle percelen bij Ouwburg en bij het kasteel, komen ook nog een onregelmatige, min of meer blokvormige percelering en een jonger aandoend, strak verkave-

Fig. 24. Verkaveling en topografie ten zuidwesten van Wouw naar een gedeelte van de kaart van Adan uit 1768.

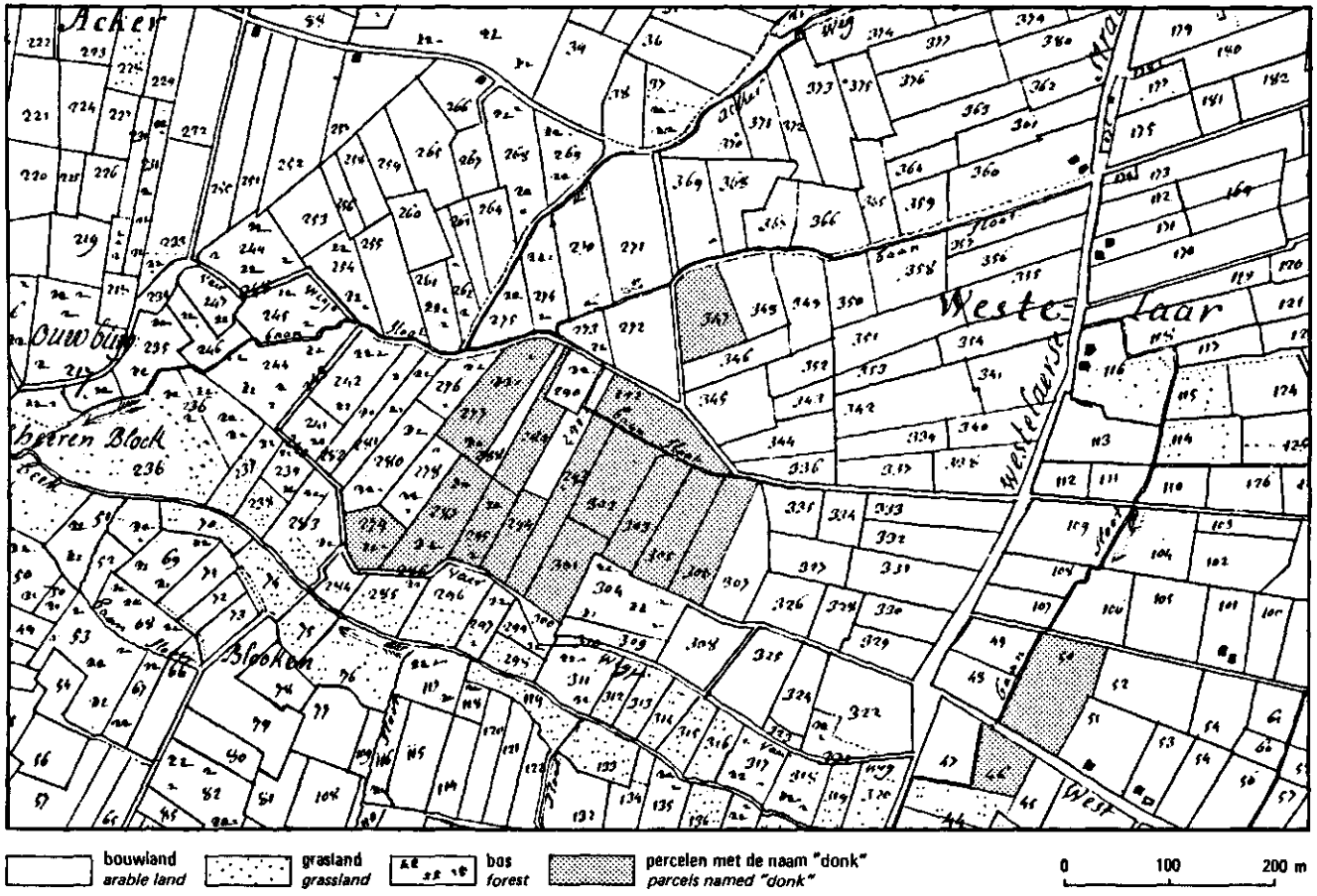


Fig. 24. Parcellation and topography southwest of Wouw (from a map by Adan, 1768).

Fig. 25. Verkaveling en topografie direct ten noorden en noordoosten van Wouw, naar een gedeelte van de kaart van Adan uit 1768.

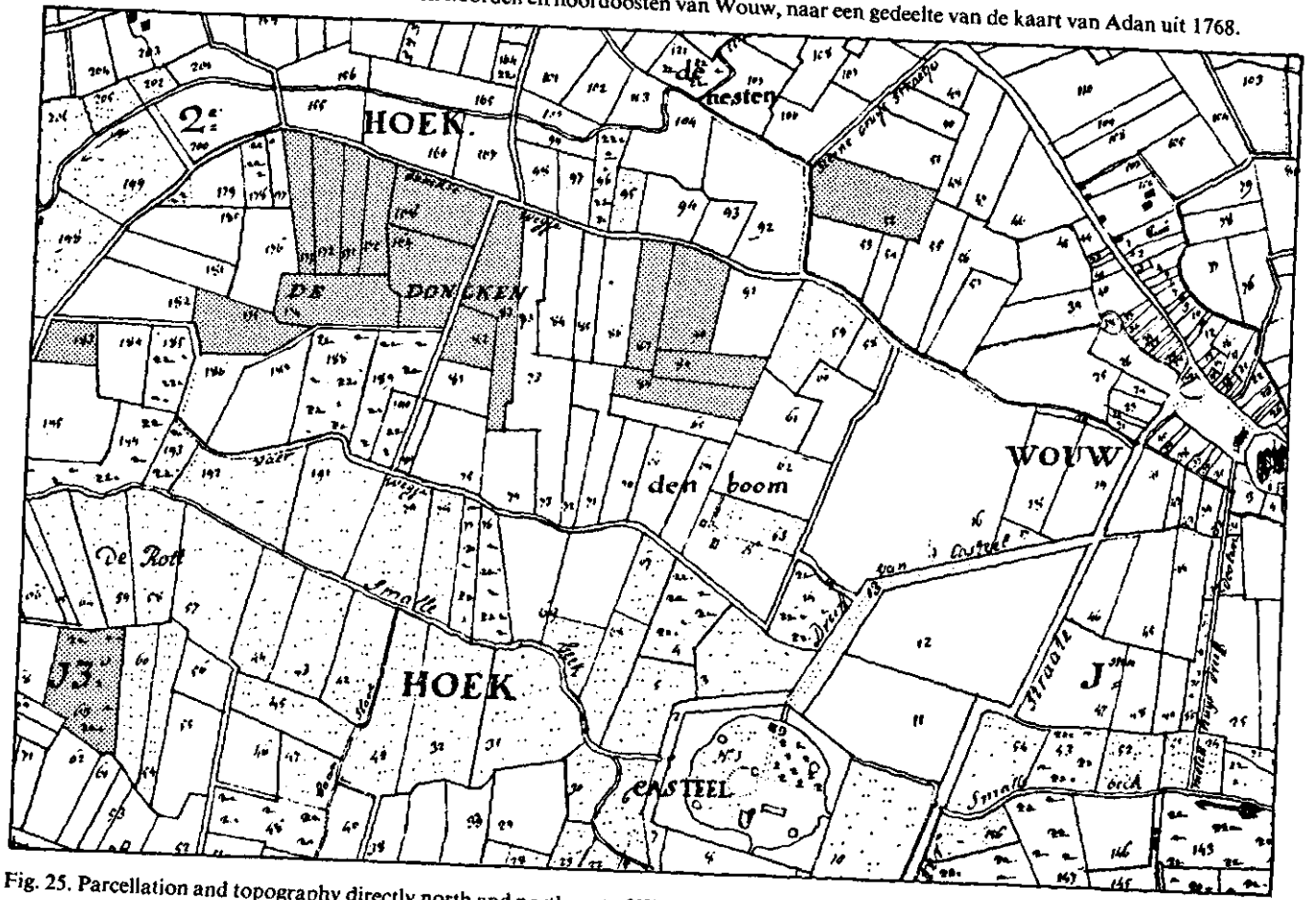


Fig. 25. Parcellation and topography directly north and north east of Wouw (from a map by Adan, 1768).

lingspatroon met rechthoekige percelen voor. De blokvormige verkaveling vinden we tussen Wouw en het kasteel, ten oosten van Wouw (fig. 25), en rondom de oudere kernen, waaronder de 'hoven' van Van Loon. De rechthoekige percelen, die hierboven bij de bespreking van de 'donk'verkaveling reeds werden genoemd, liggen vaak in elkaars verlengde (fig. 24). Op de kaart uit 1758 loopt de nummering van de percelen vaak in de lengte van deze stroken, hetgeen erop wijst dat we met een weloverwogen, systematische ontginning te maken hebben. Dit verkavelingspatroon komt vooral voor in het zuiden bij Westlaar en Oostlaar, maar ook nabij Wouw zelf. We zouden hierin een bevestiging kunnen zien van de door Van Loon veronderstelde latere ontginning van Oostlaar en Westlaar. De oudste benamingen zijn namelijk Oosterle en Westerle. Hierin zijn, zoals reeds in 5.3 besproken, enkele oude lo-namen behouden. Hetzelfde geldt waarschijnlijk voor de huidige 'Zuivelaar' tussen de Wouwsche Hil en Haink, dat vroeger Suierle (Zuiderlo) heette.

Het is niet precies bekend uit welke tijd deze jongere verkaveling dateert. Al in de veertiende eeuw komen veel nu nog bestaande boerderij- en streeknamen voor: Moerbeek 1359, Westlaar 1356, Zaafsel 1359, Haink 1202!, Vinkenbroek 1359, Boeiink 1359, Triest 1359, Looike 1359. Een groot deel van het sterk lemige zandgebied moet toen in cultuur zijn geweest (Erens, 1948; Goetschalckx & Van Domminck, 1926), zij het dat overal verspreid nog talrijke bosresten voorkwamen, vooral in de beekdalen.

5.4.3 De begrenzing van het ontgonnen gebied in de late Middeleeuwen

De begrenzing van het ontgonnen gebied zal tegen het eind van de veertiende eeuw ongeveer als volgt zijn geweest. Naar het westen zal ten zuiden van Altena, de Herelse Straat ruwweg de grens gevormd hebben. Wel komt omstreeks 1600 een vermelding voor van wat bouwland nabij Altena ten westen van de Runningswaterloop (ca. 200 m westelijk van de Herelse Straat), maar verder naar het zuiden had de ontginning bij deze waterloop wel haar grootste uitbreiding bereikt. Tot het einde van de achttiende eeuw bleef de situatie hier vrijwel onveranderd; alleen een smalle strook langs genoemde waterloop en iets verder naar het zuiden ten westen van de weg naar Zoomvliet waren toen ontgonnen. Pas in de loop van de vorige eeuw werd de rest van dit gebied ontgonnen (Holleman 1956).

De zuidelijke begrenzing liep ongeveer vanaf Moerbeek evenwijdig met de Westlaarsestraat en de Saeftelsestraat naar De Besterd (Holleman, 1956). Verder zuidwaarts lag tot in de negentiende eeuw een uitgestrekt vennen-, heide- en stuifzandgebied, waarin alleen in de zestiende eeuw de Wouwsche Plantage was aangelegd.

Daar Haink, Bulkenaar, Vinkenbroek en Boeiink reeds in de veertiende eeuw worden genoemd, moet de ontginning in het oosten al tot de grens met Roosendaal voltooid zijn geweest.

In het noorden is de situatie minder duidelijk. Onder de eerder vermelde 'hoven' komen reeds Spelreborch en De Triest voor. Uit een acte van 1290, over de vaststelling van de grens met Steenbergen blijkt, dat deze over Spelreborch liep. Aangezien

bekend is, dat deze grens vroeger noordelijker heeft gelegen dan de huidige grens (Delahaye, 1972), lijkt het waarschijnlijk, dat dit Spelreborch op het Spelle lag (Vervloet, 1972b); dit is een zandige opduiking in de zeeklei in het zuiden van de Kruislandse Polder (ten zuiden van de hoeve De Lamp, langs de Cavelweg). Vóór de laatmiddeleeuwse overstromingen, waarbij de zeeklei werd afgezet, moet dit een zandige opduiking in het veen geweest zijn. Dit gebied is pas laat overstroomd. Volgens Vervloet (1972a) was in het zuidwesten en zuiden van de Kruislandse Polder in het midden van de dertiende eeuw waarschijnlijk nog geen kleiafzetting van betekenis aanwezig. Het is niet bekend of voordien het direct bij de pleistocene zandgronden van het gebied van Wouw aansluitende veengebied geheel of gedeeltelijk in cultuur was, of dat alleen enkele hoge zandkoppen, zoals het Spelle ontgonnen waren. Waar de zeeklei direct op het zand rust, zoals in een brede strook ten noorden van het zandgebied het geval is, werden nooit bewerkingssporen in de zandondergrond aangetroffen. Vaak is zelfs de humushoudende bovengrond van het vroegere bodemprofiel nog aanwezig. Dit doet vermoeden, dat het bouwland ongeveer nabij de grens met de huidige zeeklei eindigde, (waarschijnlijk in verband met de natte ligging), en dat het veenland ter plaatse nauwelijks ontgonnen was. Waar het bouwland eindigde, begonnen geheel of half natuurlijke graslanden.

Tegen het einde van de dertiende eeuw nam de activiteit van de zee echter toe, zoals uit een aantal geschriften blijkt. In 1271 werd een congregatie van zusters, door een zekere Servatius van Breda op zijn bezittingen onder Wouw bijeengebracht, in de orde van de Norbertijnen opgenomen (Commissaris, 1947; Erens, 1928/29). Servatius zou echter, zolang hij leefde, het beheer over dit klooster van St. Catharinadal voeren, '... om te voorkomen dat de nieuwe aanplanting (ontginning?), waarvoor nog bevloeiing (?) nodig was door de 'ongenoegzaamheid' van de bewoners zou overstroomd worden door het zeewater!' Dit klooster zou hebben gestaan ten noorden van de huidige Dalstraat, die nog naar het klooster heet. Een aantal percelen heette hier in 1868 "t Heyerdije' en 'Eijerdije'; in 1644 was de naam 'in 't Hey Addij' en in 1533 'd'Abdije'.

In 1288 werd bij een geweldige stormvloed, de z.g. St. Aagtenvloed, het gebied vanuit de richting Steenbergen ten dele overstroomd. De archieven van St. Catharinadal vermelden hierover: '... als wanneer ons klooster tot Woude met de wateren verdorven is geweest...'. Mede ten gevolge hiervan werd het klooster in 1295 verplaatst naar Oosterhout. Volgens de overlevering zou de streek na de overstroming jarenlang geïnundeerd zijn geweest. Van der Aa (1835 - 1851) vermeldt hierover, dat het land 56 jaar onder water stond en dat daarna nog slechts een stuk van de toren van Vroenhout over was. De juiste toedracht valt uit de beschikbare gegevens moeilijk te achterhalen. De stormvloed zal er wel geweest zijn, maar het is weinig waarschijnlijk, dat de overstroming zo langdurig of zelfs van zo ernstige aard geweest is. Het feit dat men het klooster pas in 1295 verliet, pleit hier al tegen. Maar bovendien heeft Vroenhout nooit een kerk gehad. Als we verder nog zien, dat de plaats waar het klooster zou hebben gestaan 2,50 tot 3,20 m boven NAP ligt, wordt het hele verhaal weinig geloofwaardig.

Een dijk, die in een acte uit 1290 wordt vermeld, heeft waarschijnlijk niets met het hernieuwde opdringen van de zee te maken. Deze dijk wordt genoemd bij de grensvaststelling met Steenbergen: '... buyten Halsteren (tot) op die Dierickshuys van den dijcke...'. Dit laatste is het punt bij de Zure Maden, waar de grens nog steeds een knik heeft. Op een uit 1817 daterende kaart van de tienden onder Wouw, Steenbergen, enz., die de toestand van 1756 en 1769 weergeeft, komt in de Zure Maden, direct ten noorden van de knik, een weg voor, die vanaf de Herelse straat over de beek voert en zich voortzet als 'voetpad naar Roosendaal'. Deze weg heet op de kaart ''s heeren Dirksdijk' en is dus waarschijnlijk identiek met de dijk, genoemd in de acte uit 1290. We zullen hier dus eerder met een enigszins verhoogde weg door het beekdal te doen hebben, die niet in de eerste plaats als waterkering was bedoeld. In deze zin komt het woord 'dijk' vrij algemeen in Noord-Brabant voor; in het onderhavige gebied nog als Westlaarse dijk, waar de Westlaarse straat de Smalle Beek kruist.

Hoewel de zee tot het pleistocene zandgebied doordrong, zullen de overstromingen in het algemeen een rustig karakter hebben gehad. Ten noorden van het zandgebied werd het veen geleidelijk met een betrekkelijk dunne kleilaag bedekt en ontstond een langzaam opslibbend schorren- of gorzengebied, waarop beweiding mogelijk was. Talrijke gorsnamen komen dan ook sinds het midden van de veertiende eeuw voor. In 1356 werd door de Heer van Breda het zuidelijke deel van de huidige polder Kruisland verkocht ter indijking; deze inpoldering is overigens, althans in de voorgenomen omvang, nooit doorgegaan. De grens van het gebied liep '... naar de dijk van Cromwiele' en vandaar naar 'het gors van Heenen van der Wellen'. Ook andere gorsnamen, ten dele nog bestaand, komen voor. Zo vermeldt Van Loon (1966) bij een beschrijving van de inkomsten van de Heer van Bergen op Zoom in 1385: 'van den gorse van gortshoec...', die in het zuidelijke deel van de Kruislandse polder lag. Ook uit 1390, 1394 en 1396 worden inkomsten uit dit gebied vermeld. Zoals uit de door Van Loon beschreven domeinrekeningen blijkt, gaat het hier om een constant beweid gebied. Dit blijkt duidelijk uit de zinsnede: '... yen (ooien) die in Cromwiele ghenomen waeren te gorsene'. Andere gorsnamen hier waren: Hoppengors, Coppensgors, Philipsgors, Slotgors, enz.

Ook de St. Elisabethsvloed (1421) heeft hier geen of slechts een geringe rol gespeeld. Bij de domeinrekeningen uit 1425, dus pas enkele jaren nadien, worden inkomsten uit het schorrengebied vermeld. In hetzelfde jaar worden de schorren van Goirshoek voor zeven jaar verpacht, terwijl in 1436 en 1438 weer vermeldingen in de domeinrekeningen voorkomen. Uit alles blijkt, dat de zee geen langdurige invloed in dit gebied kan hebben gehad en dat hier, afgezien van tijdelijke overstromingen, een beweidbaar schorrengebied lag.

Er mag dus worden aangenomen, dat aan het eind van de veertiende eeuw het bouwland in het noorden bij de grens van de zeeklei eindigde. Binnen de beschreven grenzen is de oppervlakte van het landbouwgebied in redelijke overeenstemming met een door Van Loon (1966) gedane schatting. Alle onzekerheden bij de omrekening van cijnsen in oppervlakten in aanmerking nemend, schat hij dat in 1359 minstens ca. 1536 ha, maar waarschijnlijk tegen de 2000 ha, in cultuur waren. Dit cultuurland lag

niet in kleine eenheden, met daartussen aaneengesloten oppervlakten onontgonnen gronden, maar het besloeg een groot deel van de Wouwse zandgronden, slechts afgewisseld met onregelmatig verspreide boscomplexen. We vinden hier niet het vertrouwde beeld van veel nederzettingen elders op de zandgronden, namelijk van één of enkele, betrekkelijk beperkte akkercomplexen nabij het dorp of gehucht met daaromheen een groot onontgonnen, meestal met heide begroeid gebied (Prims, 1937; Helsen, 1950; Edelman & Edelman-Vlam, 1958; Keuning, 1963). Het cultuurland kon daar slechts zeer langzaam worden uitgebreid door gebrek aan mest. Om meer mest te verkrijgen zou men de veestapel hebben moeten vergroten. Het vee vond zijn voedsel echter voornamelijk op de schrale woeste gronden, zodat voor een betrekkelijk kleine veestapel de grote oppervlakte woeste grond niet gemist kon worden. Het was dan ook vrijwel onmogelijk verandering aan te brengen in de subtiele evenwichtstoestand tussen oppervlakte bouwland, woeste grond en veestapel (Slicher van Bath, 1960; Van Diepen, 1971). Het gevolg was, dat tot het einde van de negentiende eeuw grote oppervlakten tussen de akkercomplexen onontgonnen bleven (Edelman & Edelman-Vlam, 1960, 1963).

5.4.4 Het specifieke karakter van de ontginning in dit gebied

De ontginning van een relatief groot gebied als de Wouwse zandgronden in de dertiende en/of veertiende eeuw was alleen mogelijk door bijzondere omstandigheden die samenhangen met de in hoofdstuk 2, 3 en 4 besproken natuurlijke gesteldheid van de streek. In dit bosgebied had men een grote oppervlakte relatief goede grond, terwijl men elders op de zandgronden bij uitbreiding van het oorspronkelijke cultuurland te maken kreeg met zeer arme, zure heidegrond. Bijzonder gunstig zal verder de omstandigheid zijn geweest, dat de Wouwse zandgronden ook vroeger vrijwel nooit last van verdroging zullen hebben gehad, gezien de in hoofdstuk 4 besproken nauwe samenhang van de waterhuishouding met de geologie en de bodemgesteldheid. Het is bekend, dat het gebied vroeger nog veel natter was; zelfs in het begin van deze eeuw liep in natte winters het water bij de Spellestraat nog over de weg!

Elders op de zandgronden waren voor bouwland geschikte, niet verdrogende gronden slechts zeer beperkt aanwezig; bovendien lagen deze meestal in kleine oppervlakten verspreid tussen de andere gronden. De zware bemesting die men gaf, was gedeeltelijk bedoeld om door opjagen van het gewas de gevolgen van verdroging althans enigermate te compenseren. De daarvoor benodigde mest kreeg men door het vee slechts korte tijd te laten grazen en daarna in de potstal bijeen te drijven, waar de mest werd vermengd met heideplaggen, strooisel of soms met zand. Hierdoor kreeg men een grote hoeveelheid goed te verspreiden stalmest (Domhof, 1953; Van Diepen, 1971). Waar de noodzaak van een extra zware bemesting in het gebied van Wouw reeds vanouds ontbrak, kon men per oppervlakte-eenheid dus met minder mest volstaan, of/en men kon met een bepaalde veebezetting meer land bemesten dan elders. Het was echter vooral de oppervlakte weide- en hooiland, die de mate van welstand van een dorp bepaalde (Kakebeeke, 1963). Wat dat betreft, kon men in het gebied van Wouw over een

grote oppervlakte redelijk goede graslanden beschikken. Zoals werd vermeld, lag de grens met Steenbergen vroeger meer naar het noorden. Men had dus niet alleen de beschikking over de brede beekdalen met grasland, maar aanvankelijk ook over het zuidelijke deel van de schorren op de zeeklei. Er zijn aanwijzingen, dat men hier niet alleen schapen hield, maar dat de schorren evenals in Zeeland (Blink, 1904) ook als veeweide werden gebruikt. Hier lagen aanvankelijk onverdeelde graslanden, die aan de Heer van Wouw behoorden en als 'de gemeyne van Wouw' werden aangeduid. Nabij de grens met de zeeklei komt momenteel nog de naam 'Goudmijn' voor (zie fig. 2). De oude benaming is echter 'Gouwene meyne'. 'Meyne' (meynte, gemeyn(te)) duidt ook hier waarschijnlijk op onverdeelde, gemeenschappelijk gebruikte weidegronden, die aan de heer behoorden. Dergelijke weidegronden kwamen bij veel dorpen voor en lagen vaak nabij de grens van het betreffende dorp. Iets ten westen van De Goudmijn komen in de legger bij de reeds meermalen genoemde kaart van Adan uit 1758 de namen 'Wouw grost', 'De Wouw grost' en 'Groot (verbastering of verschrijving van grost?) onder Wouw' voor. Ook hieruit krijgt men de indruk, dat het om gemeenschappelijke graslanden gaat, temeer daar onder Rietgoor, ten zuiden van Roosendaal, een 'gemeyne groes' ligt. Nog iets verder westelijk dan de zojuist genoemde plaatsen ligt een aantal percelen met de naam 'd'Ettingen', waarmee ook (gemeenschappelijke?) weideplaatsen werden aangeduid.

5.5 Het landschap en de landbouwkundige situatie tot in het begin van deze eeuw

Doordat in het gebied van Wouw een grote oppervlakte goede weidegrond aanwezig was en bovendien voldoende hooi van redelijk goede kwaliteit kon worden gewonnen, kon men er een groter veebestand houden dan elders op de zandbedrijven. Er was daardoor zo veel mest, dat men een extra grote oppervlakte grond goed kon bemesten. Doordat men voldoende hooi had, was men bovendien niet of althans in mindere mate genoodzaakt de koeien 's winters met stro te voeren. De toch al goede stro-opbrengst kon men hierdoor grotendeels in de potstal gebruiken in plaats van plaggen of strooisel, een systeem dat eveneens gebruikelijk was op de goede (keileem)-gronden in het noordwesten van Duitsland (Ellenberg, 1937). Ander materiaal dat eventueel nog werd aangevoerd, was ook van relatief goede kwaliteit, doordat men strooisel uit het bos haalde, heggekanten uitkrabde, enz. Volgens oudere boeren werd dit omstreeks de eeuwwisseling nog wel gedaan. Doordat elders veel anorganisch materiaal in de potstal terecht kwam dat met de mest naar het bouwland werd gebracht, werd dit in de loop der eeuwen geleidelijk opgehoogd, waarbij de kwaliteit van dit opgebrachte dek afhankelijk was van het in de potstal gebruikte materiaal. In het gebied van Wouw bleef de ophoging door het gebruik van stro in de potstal en door de geringere mestbehoefte beperkt tot een dun dek van relatief goede kwaliteit. Hierdoor, door de vele en goede mest en doordat geen verdroging voorkwam, is het aannemelijk, dat op de Wouwse zandgronden de opbrengsten ook vroeger al hoger lagen dan op de overige zandgronden (hoofdstuk 7). Als men bedenkt dat uit een (wellicht iets te pessimistisch) stuk uit 1621 blijkt, dat een jaar al vruchtbaar werd

geacht als het uitgezaaide koren een viervoudige opbrengst gaf (Blink, 1904), dan is het te begrijpen dat een kleine opbrengstverbetering reeds een grote welvaartsvermeerdering kon teweegbrengen (Slicher van Bath, 1960).

We mogen daarom verwachten dat het gebied van Wouw al vroeg een relatief welvarende landbouwstreek was. Dit blijkt ook uit het voorkomen in 1289 van twee korenmolens, de oostmolen en de westmolen. De eerste, die ongeveer op de grens met Roosendaal langs de straatweg lag, is verdwenen. De korenmolen ten westen van het dorp staat nog steeds op de plaats van de vroegere westmolen. Ook het feit dat de oorspronkelijke weg naar Roosendaal in de vijftiende eeuw al geplaveid was, zoals onder de fundamenten van het naderhand op deze weg gebouwde koor van de kerk, na de verwoesting in de laatste oorlog, kon worden vastgesteld (Wolters, 1953), wijst op een zeer welvarende nederzetting. Deze veronderstelling wordt bevestigd door de eerste volkstelling van het Hertogdom Brabant in 1374 (Cuvelier, 1912/13). Het aantal volwassenen dat ten minste een jaarlijkse som van één mouton d'or gedurende drie jaar kon betalen, bedroeg te Wouw toen 425. Vergeleken met de veel grotere en belangrijker centra Bergen op Zoom en Steenbergen, met resp. 1199 en 526 personen is dit hoog. Wouw nam zelfs tussen de 628 plaatsen in het hertogdom (indien we de grote steden als Breda, Antwerpen, Bergen op Zoom, Turnhout e.d. buiten beschouwing laten) de elfde plaats in!

Van Loon (1966) wees er op dat al in de veertiende eeuw een groot deel van het gebied eigendom van de lokale bevolking was, zeker waar het de grotere bezittingen betrof. Deze situatie was tegen het eind van de achttiende eeuw nog steeds zo, toen van de 128 eigenaren met een bezit van meer dan 4 ha, te zamen 82% van de in cultuur zijnde gronden bezittend, hoogstens 10 à 15 als vreemden waren te beschouwen. Ook bleken toen al bedrijven van 25 à 30 ha voor te komen en hadden niet minder dan 58 van de 128 eigenaren een bezit van meer dan 12 ha, wat op ca. 60% van het totale cultuurland neerkomt (Van Loon, 1963). Als we bovendien op de kaart van Adan uit 1758 zien dat het aantal zeer kleine percelen (van minder dan 1 ha b.v.) bijzonder gering was en dat ook toen reeds talrijke groepen van twee of meer percelen aan één eigenaar behoorden, dan blijkt voor een zandgebied toch wel een bijzondere situatie aanwezig te zijn geweest.

Het gebied heeft gedurende de tachtigjarige oorlog nogal te lijden gehad, mede door het beleg van Bergen op Zoom. Een deel van het land schijnt toen een tijdlang verlaten te zijn geweest. Wellicht is hierna een aantal vroegere bouwlanden met (schaar)hout beplant. Dit schijnt hier en daar ook nog in de achttiende eeuw te hebben plaatsgevonden.

Een groot aantal bouwlandpercelen was omstreeks het midden van de vorige eeuw nog omgeven door houtwallen. Percelen zonder houtwal waren toch merendeels omgeven door hagen of bomenrijen. Grasland kwam buiten de beekdalen slechts hier en daar verspreid tussen de bouwlanden voor (fig. 26). Waarschijnlijk werd dit aangelegd na het wegvallen van de weidegronden op de schorren door inpoldering van het zeekleigebied in het noorden. Daar was in 1487 de polder Kruisland tot stand gekomen (Juten, 1926).

Fig. 26. Het bodemgebruik omstreeks het midden van de negentiende eeuw.

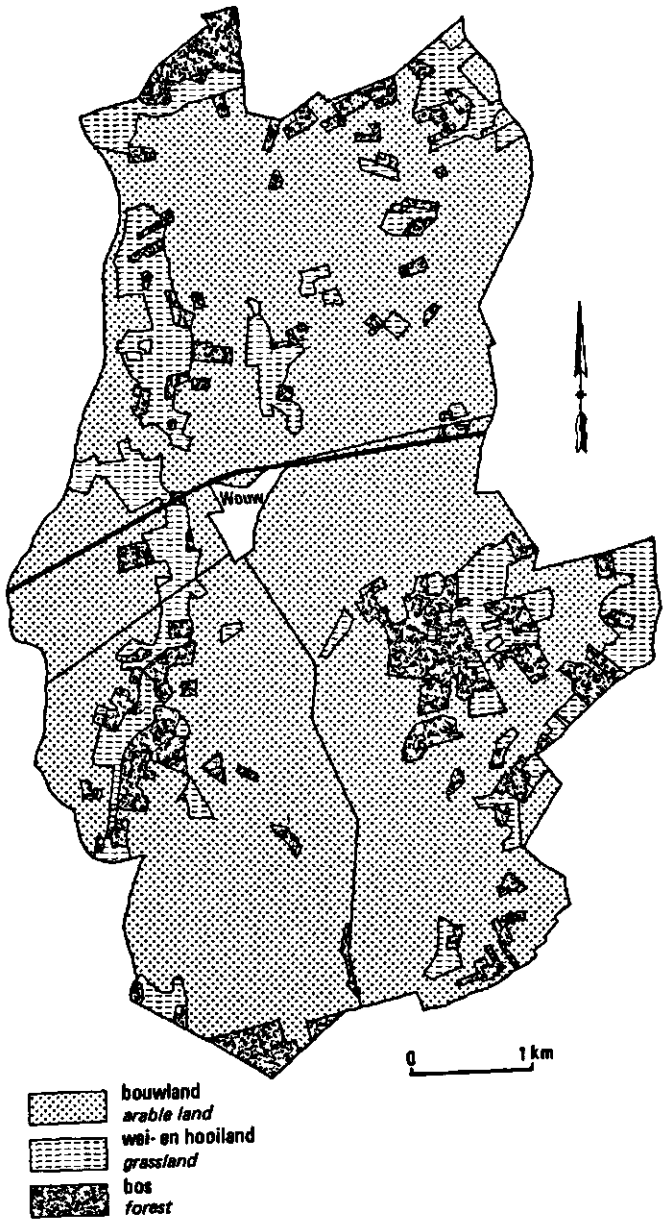


Fig. 26. Land-use about the middle of the Nineteenth Century.

Vrij snel na de opkomst van de suikerbietenteelt in ons land werd dit gewas al in het gebied van Wouw verbouwd. Hierbij zullen de vooruitstrevendheid van de boeren en het voorbeeld van het aangrenzende kleigebied zeker een rol hebben gespeeld. Maar het was toch vooral dank zij de bijzondere bodemgesteldheid en waterhuishouding

mogelijk dit gewas al vroeg met succes op deze zandgronden op grote schaal in te voeren en hiermee nieuwe mogelijkheden voor de landbouw te scheppen. Uit mondelinge mededelingen van oudere boeren, van wie de ouders de oude toestand nog hadden meegemaakt, en uit enkele andere bronnen blijkt dat in de tweede helft van de vorige eeuw veel gronden om de drie jaar met bieten werden beteeld. De andere twee jaren werd dan meestal graan verbouwd. Een gevolg van de opkomst van de suikerbietenteelt was, dat men een nieuwe bron van wintervoeding voor het vee verkreeg. Men kon hierdoor nu een deel van het stoppelgewas, dat men vooral na de roggeoogst als wintervoeding voor het vee kweekte, missen. Als gevolg hiervan werd geleidelijk de rogge vervangen door tarwe, die door de late oogst geen herfstgewas meer toelaat. Deze vervanging was weer mogelijk, doordat de bodemgesteldheid voor dit

Fig. 27. Gedeelten van de topografische kaart uit het begin van deze eeuw. De houtwallen rondom Wouw zijn nog talrijk, maar aanzienlijk minder dan in het zwak lemige zandgebied ten zuiden van Roosendaal.

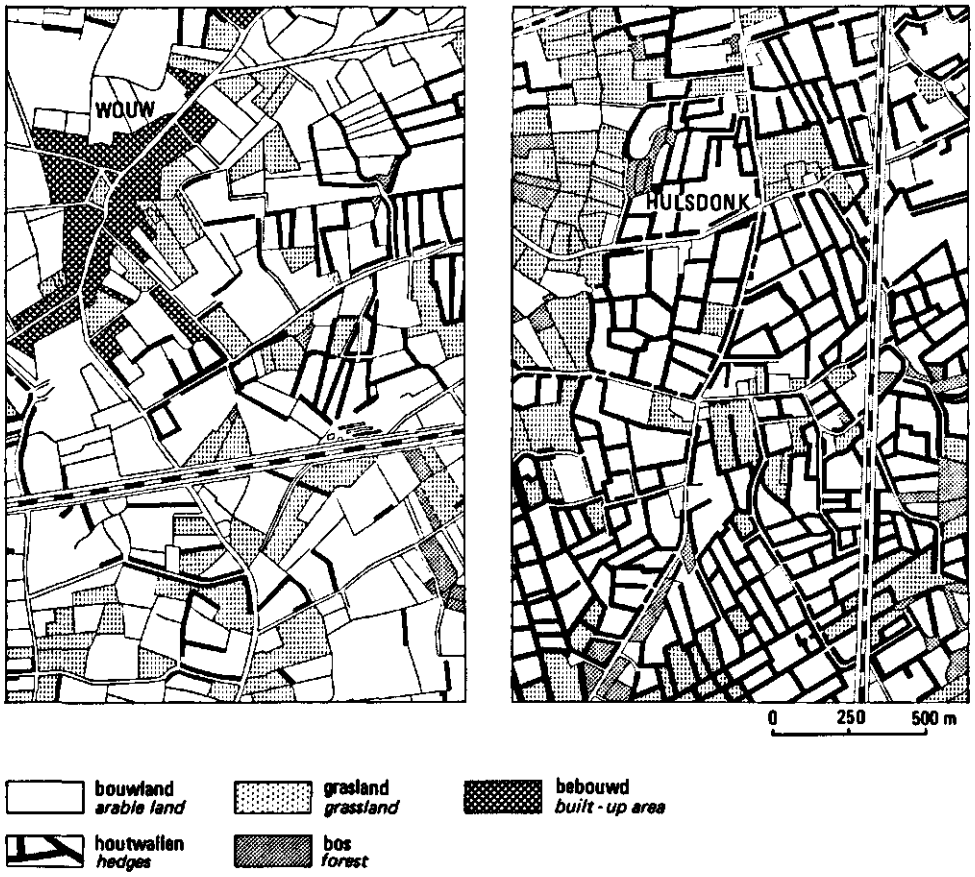


Fig. 27. Parts of the ordnance map from the beginning of this century. There are numerous hedges around Wouw, but considerably less than in the slightly loamy sand region south of Roosendaal.

gewas gunstig was (hoofdstuk 4 en 6). Tarwe kon voordien wel min of meer regelmatig verbouwd worden op de grote bedrijven, die niet genoodzaakt waren op alle graanakkers een stoppelgewas te verbouwen. Naderhand nam ook de teelt van gerst toe, zodat aan het einde van de vorige eeuw de rogge, die toch al minder werd verbouwd dan op de overige zandgronden, bijna uit het bouwplan was verdwenen. De invoering van de kunstmest omstreeks dezelfde tijd, zal eveneens tot deze ontwikkelingen hebben bijgedragen.

Door het gebruik van kunstmest en de opkomst van de moderne landbouwmethoden vonden omstreeks de eeuwwisseling grote veranderingen in het gebied plaats. Op de topografische kaart, schaal 1:25 000 uit 1912 (blad 641, Wouw) valt dit al sterk op. Hoewel nog houtwallen en hagen aanwezig zijn, is het aantal reeds verminderd, vergeleken met de toestand op kaarten uit 1860. Het verschil op de kaart uit 1912 met bijvoorbeeld de streek rondom Rietgoor in het zwak lemige zandgebied, is opvallend (fig. 27). Nadien voltrokken de veranderingen zich in versneld tempo. De goede landbouwkundige bedrijfsresultaten op deze gronden resulteerden in een kapitaalkrachtige en ondernemende boerenstand. Een aantal van de beste boeren zag kans hun bedrijven voortdurend te vergroten, waarschijnlijk door aankoop van kleinere bedrijven of delen hiervan. Dit zal vergemakkelijkt zijn, door het reeds vermelde, groot aantal eigenaren in verhouding tot het aantal pachtbedrijven (Van Loon,

Fig. 28. Boerderij langs de Westlaarse Straat.

Fig. 28. Farmstead in the Westlaarse Straat.

1964). Momenteel telt het gebied daardoor een opmerkelijk hoog percentage grote bedrijven, met voor de Brabantse zandgronden grote boerderijen (fig. 28).

Doordat de grote bedrijven veel aaneensluitende percelen verkregen, konden door opruiming van houtwallen en hagen grote blokken worden gevormd. Aldus werd enerzijds het gebruik van landbouwmachines, die in dit gebied al vroeg hun intrede deden, bevorderd. Omgekeerd gaf de mogelijkheid van machinale bewerking weer een stimulans om de hindernissen die de hagen en houtwallen vormden, in versneld tempo op te ruimen (Van de Watering, 1947). Ook de in 1912 nog aanwezige vrij grote percelen bos, zoals ten oosten van Oostlaar, verdwenen vrijwel geheel. Aan dit alles was ook een streven niet vreemd, om het bedrijf zoveel mogelijk aan te passen aan de bedrijfsvoering op de nabije zeeklei.

Gelijktijdig voltrok zich nog een verandering. Gezien het omstreeks het einde van de vorige eeuw bestaande bouwplan, is het niet verwonderlijk dat de schade, veroorzaakt door bietenaaltje en havercystenaaltje, sterk toenam. Daaraan was in de jaren tachtig de ineenstorting van de graanprijzen al voorafgegaan. Onder invloed van de omstreeks die tijd op de zandgronden opkomende veredelingslandbouw ging men er toe over het bouwland een aantal jaren als grasland te exploiteren. Door de gunstige waterhuishouding in de zomer was het gebied bijzonder geschikt voor een systeem met langjarige kunstweide.

Geleidelijk ontstond op deze wijze de huidige landbouwkundige situatie, die in hoofdstuk 7 zal worden beschreven.

6 De landbouwkundige geschiktheid

6.1 Inleiding

In hoofdstuk 5 bleek de landbouwkundige ontwikkeling van het gebied van Wouw duidelijk te zijn beïnvloed door de bodemgesteldheid en de waterhuishouding. Dit behoeft nog niet in te houden dat dit ook geldt voor de tegenwoordige landbouwkundige situatie, met name voor het bodemgebruik, dat bepalend is voor het huidige landschap. Nagegaan moet dus worden in hoeverre het bodemgebruik is aangepast aan de beste mogelijkheden die de bodemgesteldheid en waterhuishouding bieden. Een bodemgeschiktheidsbepaling voor een aantal akkerbouwgewassen en de weidebouw schept hiertoe de mogelijkheid. De mate van geschiktheid wordt afgemeten aan een aantal, met de bodem en de waterhuishouding verband houdende eigenschappen van de grond en in een enkel geval (bij grasland) van het gewas. In het gebied van Wouw zijn het moedermateriaal, de aanwezigheid en diepte van de slecht doorlatende kleilagen, het humusgehalte en de dikte van de humushoudende bovengrond, de aanwezigheid van de vlammenhorizont, het gedrag van het grondwater en het vochtleverend vermogen van de grond van belang.

De groei van de plant en de cultuurmaatregelen worden beïnvloed door de eigenschappen van de grond. Het landbouwkundig gebruik van de grond wordt dan aan bepaalde beperkingen gebonden. Het zijn deze beperkingen die worden beoordeeld en niet de eigenschappen zelf. Zo hebben de zeer sterk lemige gronden de eigenschap dat ze soms sterk verslempen, maar door toepassing van enige extra cultuurmaatregelen (zie 6.2.3.3) blijft de nadelige invloed op het gewas meestal beperkt.

In tabel 16 wordt de geschiktheid van de gronden voor de voornaamste vijf akkerbouwgewassen in het gebied van Wouw gegeven, alsmede de beperkingen die uit een zevental bodemeigenschappen voortvloeien. In tabel 18 wordt een beoordeling van de geschiktheid voor grasland gegeven, afgemeten aan drie beperkingen, waarvan twee samenhangen met bodemeigenschappen en één met een eigenschap van het gewas.

De beoordeling is geschied naar resultaten en bedrijfsomstandigheden van enkele jaren geleden. Aangezien bij de huidige snelle veranderingen in de landbouw iedere geschiktheidsbeoordeling in korte tijd kan veranderen, bestaat de mogelijkheid dat ook deze beoordeling niet meer op alle punten geldig is.

Alleen de sterk lemige en de zeer sterk lemige gronden zijn beoordeeld, en wel naar de eenheden van de bodemkaart met hun grondwaterklassen. Enkele eenheden die zo'n kleine oppervlakte innemen dat de beoordeling hierdoor te onzeker werd, zijn buiten beschouwing gelaten.

6.2 De beoordeling van de gronden voor de akkerbouw

6.2.1 De geschiktheidsbeoordeling

Onder het hoofd geschiktheid wordt in tabel 16 vermeld, in hoeverre de grond mogelijkheden biedt voor de teelt van bepaalde gewassen. Het is een op de praktijk gebaseerde waardering, waarbij niet alleen de opbrengsten die op de betreffende gronden behaald kunnen worden in het oordeel zijn betrokken, maar ook de kwaliteit, het oogstrisico en de aan te wenden moeite en kosten. Hierbij zij nog opgemerkt, dat met name de zwaarte van de grond een zekere betekenis heeft. De indruk bestaat, dat speciaal de mogelijkheden voor de tarweteelt, vooral die voor wintertarwe, op de zeer sterk lemige gronden iets gunstiger zijn dan op de overige Wouwse gronden. Ook blijkt van de meeste andere gewassen het produktieniveau op de zeer sterk lemige gronden het hoogst te zijn (zie hoofdstuk 7). Vanwege het globale karakter van de beoordelingen komt een en ander in de tabel niet steeds tot uitdrukking. Bij een gedetailleerdere beoordeling zou dit echter wel het geval zijn.

De cijfers van de vierdelige waarderingsschaal hebben de volgende betekenis:
1 = Zeer goed geschikt. Het gewas kan onder vrijwel alle omstandigheden zonder extra moeite of kosten worden geteeld en zal dan in de regel goede tot zeer goede opbrengsten geven.
2 = Goed geschikt. Het gewas kan onder de meeste omstandigheden worden geteeld en kan dan goede tot zeer goede opbrengsten geven. De grond is echter niet geheel oogstzeker en er moeten soms meer moeite en/of kosten worden aangewend dan bij 1.
3 = Matig geschikt. Het gewas kan nog wel worden geteeld en ook zijn nog wel goede, onder gunstige omstandigheden zelfs nog zeer goede opbrengsten mogelijk, maar het oogstrisico is duidelijk groter dan bij 2 en de aan te wenden moeite en/of kosten zijn relatief groot.
4 = Weinig geschikt. Het gewas kan zelden met succes worden verbouwd. Het teeltrisico is zeer groot; ook met relatief zeer veel moeite en/of kosten is dit niet te verminderen.

6.2.2 De bodemeigenschappen (tabel 16)

6.2.2.1 Wateroverlast

Met wateroverlast wordt in het algemeen de directe, ongunstige invloed van het grondwater op de groei van de gewassen en/of op de te nemen cultuurmaatregelen aangeduid. In het voorjaar kan wateroverlast nadelig zijn voor de groei en zodoende voor de opbrengst van wintergewassen doordat de wortels een tekort aan lucht hebben. Voorts kan wateroverlast een belemmering vormen voor het vroegtijdig bewerken van de grond, het inzaaien of planten in het voorjaar en voor het oogsten in het najaar. De mogelijkheid tot een vroegtijdige bewerking van de grond is gunstig voor de werkverdeling in het bedrijf en door vroeg inzaaien of planten kan voorkomen worden

dat de groeiperiode van een gewas te kort wordt voor het behalen van een redelijke opbrengst. In Wouw moeten we bovendien enigszins rekening houden met de langzame uitzakking van water uit de bovengrond (hoofdstuk 4). Dit kan in het voor- en najaar moeilijkheden geven bij het nemen van cultuurmaatregelen, ook bij voldoende diepe grondwaterstanden.

De beperkingen ten gevolge van wateroverlast kunnen als volgt worden omschreven:
1 = Geen of zeer geringe beperking. Onder vrijwel alle omstandigheden kunnen de gewassen in het voorjaar tijdig en zonder extra cultuurmaatregelen worden gezaaid of gepoot en in het najaar worden geoogst.
2 = Lichte beperking. Slechts in natte jaren zijn in voor- en najaar moeilijkheden ten gevolge van wateroverlast te verwachten of moet met kans op oogstdepressies van wintergewassen rekening worden gehouden. Soms moeten bepaalde werkzaamheden uitgesteld worden en zijn in het voorjaar speciale cultuurmaatregelen gewenst, b.v. extra losmaken van de bovengrond voor spoediger opdrogen.
3 = Matige beperking. Vrijwel elk jaar komt in voor- en/of najaar enige wateroverlast voor. Daardoor zijn in het voorjaar gewoonlijk extra cultuurmaatregelen nodig om tijdig een geschikt zaai- of pootbed te krijgen. In veel jaren kunnen de zomergewassen niet zo vroeg gepoot worden als op gronden met lichte beperkingen. De kans op oogstdepressies van wintergewassen is eveneens groter.
4 = Sterke beperking. Exploitatie als bouwland is nog mogelijk, maar deze wordt vrijwel elk jaar duidelijk gehinderd door wateroverlast. Ondanks extra cultuurmaatregelen kan pas vrij laat worden gezaaid of gepoot. Er bestaat kans op aanzienlijke oogstdepressies of zelfs op misoogsten van wintergewassen.

Zoals we in hoofdstuk 4 gezien hebben, zijn vrijwel alle sterk en zeer sterk lemige gronden in het gebied van Wouw in het vroege voorjaar nat of zelfs zeer nat. Hieruit volgt, dat de meeste Wouwse gronden enigszins laat in het voorjaar zijn, althans zeker niet tot de vroeg bewerkbare gronden gerekend kunnen worden. Alleen een kleine oppervlakte gronden met grondwaterklasse 2 en 3 verkeert dan in een wat gunstiger positie. Toch vindt in matig natte jaren de grondbewerking maar weinig later plaats dan elders op de zandgronden. Wel worden dan vaak een of meer extra grondbewerkingen uitgevoerd (o.a. met de cultivator) om tijdig te kunnen zaaien of poten. Bij gronden met matige beperkingen kan het echter in een nat voorjaar wel eens moeilijk zijn, het zaad op tijd in de grond te krijgen.

In het najaar komt in matig natte jaren directe schade door wateroverlast bij zomergewassen betrekkelijk zelden voor. Op de gronden met een lichte tot matige beperking zal de oogst van hakvruchten in het najaar wat meer moeite en geld vragen en zal de teelt van wintergranen wat riskanter zijn. Op gronden met een sterke beperking geldt dit uiteraard in versterkte mate. Deze gronden zijn nog maar juist geschikt voor bouwland; ze kunnen in het najaar dermate nat worden dat de gehele oogst van hakvruchten in gevaar komt. In het voorjaar kunnen de gewassen op deze gronden pas laat worden gezaaid of gepoot, ondanks extra cultuurmaatregelen. Bovendien kan de ontkieming en groei van het nieuwe gewas door zuurstofgebrek ernstig worden belemmerd en bestaat een gerede kans op misoogsten van wintertarwe.

Tabel 16. Geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw.

Kaart-eenheid Map unit	Geschiktheid voor:/Suitability for:					Aard en gradatie van de beperkingen/Soil quality limitations					
	wintertarwe winter wheat	zomertarwe spring wheat	gerst spring barley	suikerbieten sugarbeets	aardappelen potatoes	wateroverlast excess of water	berijdbaarheid trafficability	slempigheid slaking	verkruimelbaarheid+ en structuurstabiliteit workability+ and structure	verdroging water deficiency	stuifgevaar wind erosion danger
cHz23	3	2	2	3	2	1	1	1	1	2	1
cHz33	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1
Ez33	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eb33	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
cHb33	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2
cHz43	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ez43	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eb43	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
cHb43	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2
cHz53	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Ez53	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Eg53	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Eb53	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
cZg53	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
cZn53	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
cHb53	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1
zWp53	3	2	2	3	2	3	3	2	2	1	1
Eg63	3	2	2	2	2	3	3	2	2	1	1
cZg63	3	2	2	2	2	3	3	2	2	1	1
cHb63	3	2	2	2	2	3	3	3	2	1	1
cHz44	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ez44	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
cHb44	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
cHz54	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
Ez54	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
cZg54	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1

cZn54	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
Eg64	3	2	2	3	3	3	3	2	2+	1	1
cZg64	3	2	2	3	3	3	3	2	2+	1	1
cZn64	3	2	2	3	3	3	3	2	2+	1	1
zWp64	4	3	3	3	4	4	4	2	2+	1	1

Geschiktheid/Suitability
1 = zeer goed geschikt/very well suited
2 = goed geschikt/well suited
3 = matig geschikt/moderately suited
4 = weinig geschikt/poorly suited

Beperkingen/Limitations
1 = geen of zeer geringe beperkingen/very slight or no limitations
2 = lichte beperkingen/slight limitations
3 = matige beperkingen /moderate limitations
4 = sterke beperkingen/severe limitations

Table 16. Suitability ratings for arable.

6.2.2.2 Berijdbaarheid

De berijdbaarheid hangt in sterke mate samen met wateroverlast. Het begrip berijdbaarheid geeft een indruk van de draagkracht van de grond en van de mate waarin de grond weerstand biedt tegen vervorming, zoals versmering bij berijden met landbouwwerktuigen. Gezien de mechanisatie in de landbouw is het van belang dat de grond ook onder ongunstige omstandigheden berijdbaar is.

Hoewel beperkingen in verband met berijdbaarheid zowel in voor- als najaar kunnen voorkomen, spelen deze vooral een rol bij de oogst van hakvruchten, speciaal van suikerbieten. Bij slechte berijdbaarheid van de grond gaat de oogst van deze gewassen vaak gepaard met grote moeilijkheden en hoge kosten. Bovendien wordt de grond stukgereden en de structuur vernield, met als gevolg ook moeilijkheden en hogere kosten bij latere grondbewerking.

In tabel 16 worden vier gradaties onderscheiden:

1 = Geen of zeer geringe beperking. De grond is onder praktisch alle omstandigheden berijdbaar.

2 = Lichte beperking. Onder normale omstandigheden is de grond goed berijdbaar, maar bij natte weersomstandigheden in voor- en najaar kan deze matig tot slecht berijdbaar worden.

3 = Matige beperking. Onder normale weersomstandigheden is de grond in voor- en najaar slechts matig berijdbaar; onder natte weersomstandigheden is de berijdbaarheid slecht.

4 = Sterke beperking. Zelfs in de zomer is er onder natte weersomstandigheden een gerede kans op slechte berijdbaarheid. In voor- en najaar is de berijdbaarheid meestal slecht tot zeer slecht.

Bij gronden met een lichte beperking zal het land onder natte weersomstandigheden in het najaar vrijwel alleen worden stuk gereden indien laat wordt geoogst. Bij een matige beperking is stukrijden in het najaar vrijwel niet te voorkomen.

Doordat de snelle stijging van het grondwater het gevolg is van het inzetten van de herfstregens omstreeks half oktober (hoofdstuk 4), zou men kunnen trachten een en ander te ondervangen door vroeg te rooien. Maar omdat het gronden betreft die in het voorjaar laat zijn, zal het groeiseizoen bij een vroege oogst te kort zijn. Hierdoor worden de opbrengsten nadelig beïnvloed.

Sterke beperking komt alleen voor bij moerige gronden, die echter overwegend voor grasland in gebruik zijn.

De beoordeling is voornamelijk afgestemd op de berijdbaarheid van de grond in het voor- en najaar. In het moderne landbouwbedrijf wil men vaak ook in de winter het land kunnen berijden. De berijdbaarheid in de winter is meestal minder goed dan in deze beoordeling tot uiting komt.

6.2.2.3 Slempigheid

Onder slempigheid verstaat men de eigenschap, dat ten gevolge van de neerslag structuurverval in de bovengrond optreedt en het oppervlak door schifting van de bodembestanddelen dichtslaat. Het verschijnsel is vooral bekend bij lichte, zavelige gronden in het zeekleigebied (Boekel, 1970; De Smet, 1970).

Aangezien slempigheid schijnt samen te hangen met een relatief hoog percentage fijn zand, behoeft het niet te verwonderen dat bij vrijwel alle Wouwse gronden dit verschijnsel enigszins optreedt. Meestal is hier de invloed op de gewassen echter van weinig betekenis en behoeven, indien de weersomstandigheden niet al te ongunstig zijn geweest, nauwelijks extra cultuurmaatregelen te worden toegepast. Daarom zijn in tabel 16 slechts drie gradaties in de beperkingen onderscheiden.

1 = Geen beperkingen. De gronden zijn wel enigszins slempig, maar een eventuele zeer lichte verslemping heeft geen nadelige invloed op het gewas, zodat vrijwel nooit extra cultuurmaatregelen nodig zijn.

2 = Lichte beperking. Verslemping komt geregeld voor, doch heeft slechts geringe invloed op de omvang van de cultuurmaatregelen.

3 = Matige beperking. Verslemping komt veelvuldig voor en heeft een duidelijke invloed op de omvang van de cultuurmaatregelen.

Fig. 29. Verslempingsbeeld in wintertarwe op zeer sterk lemige grond.

Fig. 29. Slaking of extremely loamy soil under winter wheat.

Tot de gronden met een lichte beperking behoren vooral die met grondwaterklasse 6 en de moerige gronden (eenheden zWp53 en zWp64). Indien zeer sterk lemige gronden in de herfst zijn ingezaaid, waarbij de bouwvoor dus fijn verkruimeld is, kunnen ze in het voorjaar zodanig verslempen, dat het oppervlak een gladde, structuurloze korst wordt (fig. 29). Maar juist deze gronden herstellen zich vrij gemakkelijk, omdat bij het drogen krimpscheuren ontstaan. Een lichte grondbewerking is dan meestal voldoende. Gewoonlijk zal het gewas later in het jaar nauwelijks schade door verslemping vertonen.

Ook de lichtere, z.g. 'bruine' gronden van eenheid cHb verslempen gemakkelijk. Het percentage fijn zand is hier in verhouding tot het leemgehalte groot en de structuurstabiliteit laat te wensen over (6.2.2.4). Dit geldt vooral voor gronden van eenheid cHb (behalve de hoogste met grondwaterklasse 3), omdat bij een lager humusgehalte de verslemping schijnt toe te nemen. De gronden van eenheid Eb hebben meestal een iets hoger humusgehalte en een wat gunstiger structuur.

Onderzoekingen van Boekel (1963 en 1965) en Pelgrum (1963) in het noordelijke zeekleigebied hebben aangetoond dat er een verband bestaat tussen de slempigheid enerzijds en de verhouding van het vochtgehalte bij de z.g. vloeigrens tot de vochtspanning na vrij uitzakken anderzijds. Gronden, die bij pF 2,1 (zie 4.4) minder vocht bevatten dan bij de vloeigrens, of anders gezegd, waarbij het quotiënt van het vocht-

Tabel 17. De slempigheid van enkele gronden in het gebied van Wouw, uitgedrukt in het quotiënt van het vochtgehalte bij vloeigrens en pF 2,1 (quotiënt > 1 = weinig of geen slempigheid, < 1 = toenemende slempigheid).

Kaarteenheid Map unit	Plaats Site	Vochtgehalte (%) bij Moisture content (%) at		Verschil Difference	Quotiënt
		Vloeigrens upper plastic limit	pF 2,1		
Sterk lemige gronden/Very loamy soils					
cHz43	Spellestraat	24,8	28,5	3,7	0,87
cHz53	Kruislandse straat O.	22,1	26,0	3,9	0,85
cHz53	Kruislandse straat W.	23,8	26,5	2,7	0,90
Zeer sterk lemige gronden/Extremely loamy soils					
cHz44	Bedrijf Nelen	23,0	29,0	6,0	0,80
cHz54	Bedrijf Doggen	30,7	36,0	5,3	0,85
cHz54	Kruislandse straat 2	29,0	34,5	5,5	0,84
cZn64	Goudmijn	26,4	34,0	7,6	0,78
'Bruine' gronden/'Brown' soils					
cHb43	De Donken	22,4	34,0	11,6	0,66

Table 17. Susceptibility to slaking of some soils in the Wouw area, expressed as the quotient of moisture content at upper plastic limit and pF 2.1. Quotient > 1 means little or no susceptibility to slaking; < 1, increasing susceptibility.

gehalte bij de vloeigrens en pF 2,1 groter dan 1 was, waren weinig of niet slempig. Naarmate dit quotiënt kleiner was, nam de slempigheid toe.

Hoewel geen uitvoerig onderzoek kon worden verricht, werd aan een negental gronden nagegaan in hoeverre deze bevindingen ook op de Wouwse gronden van toepassing waren. Bij het onderzoek waren vier sterk lemige gronden betrokken, vier zeer sterk lemige en één 'bruine' grond (eenheid cHb). De gevonden cijfers, die in tabel 17 worden gegeven, blijken de veldwaarnemingen van de mate van verslemping te bevestigen. Ofschoon in het vochtgehalte bij pF 2,1 een fout van enkele procenten aanwezig kan zijn, blijkt dit toch bij alle gronden duidelijk groter te zijn dan bij de vloeigrens. De in het veld gevonden verschillen tussen de sterk lemige, de zeer sterk lemige en de 'bruine' gronden schijnen door de cijfers te worden bevestigd, maar het aantal bepalingen is te gering om hierover een betrouwbare uitspraak te doen.

6.2.2.4 Verkruimelbaarheid van de bouwvoor en structuurstabiliteit

Hiermee wordt aangegeven de mate, waarin de grond tot een goed zaaibed (pootbed) te verkruimelen is, resp. de mate waarin de structuur verslechtert door grondbewerking.

Alleen de sterk lemige gronden (eenheden Eg, cZg en cZn) met grondwaterklasse 6 vragen door een wat slechtere verkruimelbaarheid wat meer moeite bij het klaarmaken van een goed zaai- of pootbed. Alle overige gronden van het gebied geven geen, of vrijwel geen moeilijkheden in dit opzicht. Zowel de eerstgenoemde, als het merendeel van de overige gronden van het gebied hebben geen beperkingen in verband met de structuurstabiliteit (waardering 1). Slechts enkele gronden waarbij de verkruimelbaarheid dus goed is, hebben een lichte of matige beperking voor deze eigenschap.

De drie onderscheiden gradaties in de beperkingen zijn als volgt:

1 = Geen beperkingen. De gronden zijn gemakkelijk te verkruimelen en de structuur heeft niet of vrijwel niet te lijden bij bewerken.

2 = Lichte beperking. Er moet, in verband met een lichte neiging tot structuurbederf, extra zorg aan de juiste grondbewerking worden besteed, òf de gronden eisen wat meer bewerking voor het verkrijgen van een voldoende fijn zaai- of pootbed (in dit geval in tabel 16 aangegeven met 2^+). Daar voor meer bewerking meestal ook wat meer trekkracht nodig is, zijn de exploitatiekosten ook hoger.

3 = Matige beperking. De gronden zijn goed verkruimelbaar, maar de structuur kan nogal te lijden hebben van de bewerking, zodat vrij veel zorg aan de juiste grondbewerking moet worden besteed.

Tot de gronden met een lichte beperking in verband met de structuurstabiliteit behoren in de eerste plaats de gronden, die ook een lichte beperking voor verslempen hebben. Indien verslemping is opgetreden, is meestal een extra grondbewerking nodig. Bij onjuiste grondbewerking treedt dan echter gemakkelijk structuurverval op. Bewerking bij een zo gunstig mogelijke vochttoestand en met de juiste werktuigen is hier zeer belangrijk.

Een lichte beperking hebben ook enkele gronden, die de neiging hebben wat kluiterig op te drogen. Er is dan een wat uitvoeriger grondbewerking nodig, die op deze gronden bovendien met wat zwaardere werktuigen moet plaats vinden.

6.2.2.5 Verdrogingsgevaar

Vochttekort in de zomer kan de groei van de gewassen ongunstig beïnvloeden. In hoofdstuk 4 is al gebleken, dat dit verschijnsel in het gebied van Wouw vrijwel niet voorkomt. Alleen op enkele hoge koppen met grondwaterklasse 2 en 3, die echter slechts een geringe oppervlakte innemen, kan in een droge periode de groei van de gewassen enigszins ongunstig worden beïnvloed. De verdroging hangt op deze gronden overigens sterk af van de dikte van het humushoudende dek en van de dikte van de sterk lemige laag. Zo kunnen in gronden van de eenheid cHz33 plekken voorkomen, waar een relatief dunne humushoudende bovengrond, die bovendien slechts 18 à 24% leem bevat, direct op zwak lemig zand rust. Deze plekken kunnen in sommige jaren al verdrogen wanneer van verdrogingsverschijnselen op de omringende grond van dezelfde eenheid met een dikkere bovengrond en/of een hoger leemgehalte nog geen sprake is. Deze ongunstige plekken, die te klein waren om op de bodemkaart te worden weergegeven, tekenen zich dan later in het voorjaar duidelijk af in de stand van het gewas.

In verband met de geringe mate van verdroging van de Wouwse gronden worden slechts twee gradaties in de beperkingen onderscheiden:

1 = Geen beperkingen. In jaren zonder extreme droogteperioden komt geen of vrijwel geen vochttekort voor.

2 = Lichte beperking. In zomers met een duidelijke droge periode kan enige verdroging in het gewas optreden.

6.2.2.6 Stuifgevaar

Gronden waarvan de bodemdeeltjes niet voldoende binding hebben, kunnen bij uitdroging verstuiven. Daar het verschijnsel vrijwel alleen op niet of schaars begroeide gronden wordt aangetroffen, treedt het vooral in de winter en in het voorjaar in bouwland op. Gezien de natheid van de meeste Wouwse gronden komt het hier vrijwel alleen voor, gedurende een vorstperiode, bij de slempige lichte gronden met een minder goede structuurstabiliteit van de bovengrond. Door eerder in het seizoen opgetreden verslemping is de structuur van de bovengrond dan verloren gegaan.

In verband met de lichte vorm waarin het verschijnsel op de Wouwse gronden voorkomt, worden slechts twee gradaties onderscheiden:

1 = Geen beperkingen. Verstuiving komt onder vrijwel geen enkele omstandigheid voor.

2 = Lichte beperking. Onder daartoe gunstige omstandigheden kan enige verstuiving optreden.

6.3 De beoordeling van de gronden voor grasland

6.3.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 7 zal worden beschreven, worden alleen de gronden in de beekdalen, die wegens hun natheid voor bouwland ongeschikt zijn, (eenheden Eg64, Eg74, Eg84, cZg64, cZg74 en cZg84) als blijvend grasland geëxploiteerd (in de tabel aangegeven met +). In het gangbare bedrijfstype wordt grasland na 4 à 10 jaar gescheurd, waarna de grond enige tijd als bouwland wordt gebruikt. Het is moeilijk te beoordelen of en in hoeverre deze gronden geschikt zijn voor blijvend grasland, te meer omdat bij een daarop gerichte bedrijfsvoering ook de exploitatiemethoden zouden worden aangepast (betere beweidingstechniek, betere verzorging enz.). Dat althans voor sommige gronden mogelijkheden bestaan, bewijst een aantal z.g. 'huisweiden' dicht bij de boerderijen gelegen, die soms (al zeer) lang als grasland worden gebruikt. Meestal krijgen deze toch wel een andere behandeling dan de overige weidegronden door hun ligging dicht bij het bedrijf. Een deel van de overige gronden zal ook bij een aangepaste bedrijfsvoering wellicht geschikt zijn voor blijvend grasland. De beoordeling is echter gebaseerd op het bedrijfstype waarbij het grasland na een zeker aantal jaren wordt gescheurd.

6.3.2 De geschiktheidsbeoordeling

In de eerste kolom van tabel 18 wordt de geschiktheid van de diverse gronden voor grasland met de cijfers 1 t/m 3 gegeven. De voornaamste factoren die het waarderingscijfer beïnvloeden zijn de netto-grasproduktie en de moeite en kosten die nodig zijn om tot bepaalde resultaten te komen.

Er worden drie gradaties in de geschiktheid voor grasland onderscheiden:

1 = Zeer goed geschikt. De grond heeft een relatief goede tot zeer goede nettoproduktie. Deze kan met relatief weinig moeite resp. kosten worden verkregen.

2 = Goed geschikt. De grond heeft in het algemeen een goede en soms zeer goede produtie, maar deze ligt meestal lager dan bij de gronden van waardering 1. De exploitatie eist veelal wat meer zorg en de kosten zijn meestal wat hoger dan bij waardering 1.

3 = Matig geschikt. De netto-produktie varieert van redelijk tot goed naar gelang de weersomstandigheden. De exploitatie geeft echter meer moeilijkheden en de kosten zijn meestal hoger dan bij waardering 2.

6.3.3 Gewas- en bodemeigenschappen

6.3.3.1 Voorjaarsontwikkeling van het gras

Een laat begin van de grasgroei en een geringe groeisnelheid in het voorjaar kunnen het tijdstip waarop de beweiding aanvangt in ongunstige zin beïnvloeden. Ook de

Tabel 18. Geschiktheidsbeoordeling voor grasland.

Kaarteenheid Map unit	Geschiktheids-waardering Suitability	Beperkingen/Limitations		
		voorjaarsontwikkeling earliness	draagkracht bearing capacity	verdroging water deficiency
cHz23	3	1	1	2
cHz33	2	1	1	2
Ez33	1	1	1	1
Eb33	1	1	1	1
cHb33	2	1	1	2
cHz43	1	1	1	1
Ez43	1	1	1	1
Eb43	1	1	1	1
cHb43	1	1	1	1
cHz53	1	1	1	1
Ez53	1	1	1	1
Eg53	1	1	2	1
Eb53	1	1	2	1
cZg53	1	1	2	1
cZn53	1	1	2	1
cHb53	1	1	2	1
zWp53	2	2	3	1
Eg63	2	2	2	1
cZg63	2	2	2	1
cHb63	2	2	2	1
cHz44	1	1	1	1
Ez44	1	1	1	1
cHb44	1	1	1	1
cHz54	1	1	2	1
Ez54	1	1	2	1
cZg54	1	1	2	1
cZn54	1	1	2	1
Eg64*	2	2	2	1
cZg64*	2	2	2	1
cZn64	2	2	2	1
zWp64	3	3	3	1
Eg74*	3	2	3	1
cZg74*	3	2	3	1
cZg84*	3	2	3	1

* Gronden in beekdalen, die uitsluitend als blijvend grasland worden geëxploiteerd.
Soils in brook valleys used only as permanent grassland.

Geschiktheid/Suitability
1 = zeer geschikt/very well suited
2 = goed geschikt/well suited
3 = matig geschikt/moderately suited

Beperkingen/Limitations
1 = geen of zeer geringe beperkingen/very slight or no limitations
2 = lichte beperkingen/slight limitations
3 = matige beperkingen/moderate limitations

Table 18. Suitability ratings for grassland.

mogelijkheid tot vroege winning van wintervoer hangt met de voorjaarsontwikkeling samen. Bovendien gaat op gronden die in het voorjaar vroeg zijn, de groei in het najaar meestal langer door.

De voorjaarsontwikkeling hangt sterk samen met de natheid van de grond; hierdoor kunnen de gronden in het voorjaar lang koud blijven. De meeste Wouwse gronden zijn daardoor voor grasland enigszins laat.

De voorjaarsontwikkeling is met drie gradaties aangegeven:

1 = Geen beperkingen. De voorjaarsontwikkeling is zodanig, dat men al vroeg in het voorjaar over voldoende gras voor beweiding beschikken kan en eveneens vroeg tot de winning van wintervoer kan overgaan.

2 = Lichte beperking. De voorjaarsontwikkeling is zodanig, dat in de meeste jaren de beweiding of de winning van wintervoer wat later begint dan bij gradatie 1; in natte voorjaren kan een grotere vertraging plaatsvinden.

3 = Matige beperking. De voorjaarsontwikkeling is zodanig, dat een duidelijke, in natte voorjaren zelfs een vrij grote vertraging in de aanvang van de beweiding en de winning van het wintervoer optreedt.

Onder gradatie 1 vallen de hogere delen van het landschap met grondwaterklasse 2, 3, 4 en 5. De meeste andere gronden moeten tot gradatie 2 gerekend worden; het zijn uitstekend voor grasland geschikte gronden, die een hoge netto-grasproduktie kunnen leveren, maar door de wat latere voorjaarsontwikkeling toch lager dan de zandgraslandgronden van gradatie 1 worden gewaardeerd. Gradatie 3 omvat hoofdzakelijk de laag gelegen, natte, moerige gronden met grondwaterklasse 6.

6.3.3.2 Draagkracht

Hiermee wordt aangegeven in hoeverre in de bovengrond bij belasting, vervorming en versmering optreedt.

De draagkracht is van grote betekenis in verband met de intensivering en toenemende mechanisatie van het weidebedrijf. Onvoldoende draagkracht kan moeilijkheden geven bij het berijden van het grasland. Het resulteert ook in vertrapping en beschadiging van de zode door het vee. Hierdoor kan de beweiding pas laat in het voorjaar beginnen en moet ze soms voortijdig worden afgebroken of althans tijdelijk worden gestaakt. Door vertrapping wordt het rendement van de grasproduktie nadelig beïnvloed en kan de kwaliteit van de grasmat achteruitgaan.

Ook hier zijn drie gradaties onderscheiden:

1 = Geen beperkingen. De draagkracht van de bovengrond is zodanig, dat vertrapping of schade bij berijden niet of vrijwel niet voorkomt.

2 = Lichte beperking. De draagkracht van de bovengrond is zodanig, dat in het voor- en najaar voornamelijk onder natte omstandigheden lichte tot matige schade kan ontstaan.

3 = Matige beperking. De draagkracht van de bovengrond is zodanig, dat in de winter, maar ook vaak in voor- en najaar en in natte zomers duidelijke schade optreedt.

De draagkracht van de zode is vooral van belang voor de gevoeligheid voor vertrappen. Indien de draagkracht minder dan 5 kgf/cm² bedraagt, kan ernstige vertrapping worden verwacht. Bij een draagkracht van 5 – 7½ kgf/cm² is een grond nog gevoelig voor vertrappen, bij meer dan 7½ kgf/cm² is gevaar voor vertrappen vrijwel afwezig (Schothorst 1963, 1965; Wind & Schothorst, 1965).

Ofschoon de beoordeling in tabel 18 op praktijkwaarnemingen in het veld is gebaseerd, werden in de herfst (half oktober) van 1968 nog enkele metingen gedaan om de beoordeling globaal te toetsen (fig. 30). De metingen werden verricht met een handsondeerapparaat, voorzien van een conus met een basisoppervlakte van 5 cm². Elke stip in de afbeelding is een gemiddelde van 12 sonderingen op één plaats. Hoewel de metingen geen gegevens verschaffen over de draagkracht op andere tijdstippen van het jaar of een betrouwbaar gemiddelde over een aantal jaren geven, kenschetsen ze toch enigszins de toestand van de grond in een kritieke periode, namelijk de tijd dat de herfstregens reeds zijn ingezet, maar het vee nog in de weide is. Daar de metingen in de zeer natte herfst van 1968 plaatsvonden bij grondwaterstanden die gedeeltelijk zelfs hoger waren dan in het voorjaar bij het begin van de beweiding, verschaffen de gevonden cijfers toch enig inzicht in de draagkracht van deze gronden.

Volgens tabel 18 vallen onder gradatie 1 voornamelijk gronden met grondwaterklasse (2), 3 en 4. Tot gradatie 2 behoren vrijwel alle gronden met grondwaterklasse 5 en 6. De gronden met grondwaterklasse 7 en 8, die alle regelmatig in voor- en najaar vertrapping te zien geven, worden tot gradatie 3 gerekend. Ook de moerige gronden (zWp) vallen onder deze gradatie.

De in fig. 30 weergegeven metingen zijn hiermee goed in overeenstemming. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat de draagkracht van grasland toeneemt

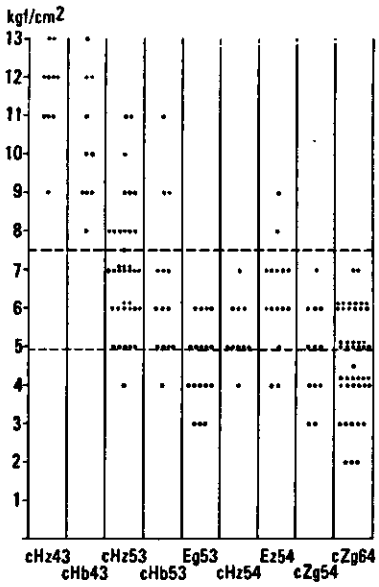


Fig. 30. De draagkracht van de graslandzode op een aantal Wouwse gronden in de herfst van 1968.

Fig. 30. Bearing capacity of the surface of grassland soils around Wouw in autumn 1968.

naar gelang een grond na exploitatie als bouwland weer langer als grasland wordt gebruikt. Hieruit laten zich in fig. 30 enerzijds de grote spreiding en draagkracht verklaren bij de gronden van eenheid cZg64, waar een deel van de metingen op relatief oud grasland met een zeer dichte zode betrekking had, en anderzijds de onverwacht geringe draagkracht bij een deel van eenheid Eg53, waar de meting op zeer jong grasland werd gedaan.

Uit het voorgaande mag worden afgeleid, dat over het algemeen bij de Wouwse gronden het grondwaterregime belangrijker voor de vertrapping is dan de overige eigenschappen. Wel is er nog enig verschil tussen de sterk en de zeer sterk lemige gronden, maar bij de gevolgde globale indeling komt dit niet tot uitdrukking.

6.3.3.3 Verdrogingsgevaar

Behalve op zeer natte gronden, behoort een zekere vertraging van de grasgroei in de zomermaanden tot de normale verschijnselen. Bij een té geringe vochtvoorziening kan deze groeivertraging echter in ernstige vorm optreden; in de nazomer is er dan soms een slechte hergroei van het gras. Evenals bij de akkerbouw kan door vochttekort in de zomer de groei zodanig gestoord worden, dat dit de exploitatie nadelig beïnvloed. Het zal duidelijk zijn, gezien de waterhuishouding van het gebied, dat bij de meeste gronden een hinderlijke groeivertraging in de zomer door verdroging vrijwel ontbreekt. In overeenstemming hiermee komt alleen een geringe verdroging voor op hogere landschapsdelen met grondwaterklasse 2 of 3. Er worden derhalve slechts twee gradaties onderscheiden en wel:

1 = Geen beperkingen. Verdroging treedt niet zodanig op dat deze een hinderlijke groeivertraging veroorzaakt. Alleen op sommige gronden wordt in droge zomers een lichte hinder ondervonden.

2 = Lichte beperking. Er kan in de meeste zomers een lichte, hinderlijke groeivertraging door vochttekort optreden.

7 De huidige landbouwkundige situatie en conclusies

7.1 Inleiding

Het landschap rondom het dorp Wouw is sinds het begin van deze eeuw dusdanig veranderd, dat men momenteel bij oppervlakkige beschouwing de indruk krijgt dat men met een zeekleigebied te maken heeft. Dit geldt vooral voor het gedeelte ten noorden van het dorp. De overgang naar het zeekleigebied is hier zeer geleidelijk en valt alleen plaatselijk op door het verschil in reliëf en bodemgebruik (fig. 31). Niettemin heeft het landbouwkundige patroon van de Wouwse zandgronden enige ken-

Fig. 31. Landschap in het overgangsgebied van zeeklei naar dekzand bij de Brandse Weg. Het bouwland op de voorgrond ligt nog op zand. Daarachter een laagte met grasland op zeeklei. Op de achtergrond een geïsoleerde zandkop met bouwland.

Fig. 31. Scene in the transitional area between marine clay and coversand near the Brandse Weg. The arable land in the foreground lies on sand. The meadows behind are on marine clay. In the distance is an isolated outcrop of sand used for arable.

merkende verschillen ten opzichte van het zeekleigebied, maar deze zijn kleiner dan de verschillen tussen het sterk en het zwak lemige zandgebied.

In de volgende paragrafen zal eerst de huidige landbouwkundige situatie worden besproken, die zal worden vergeleken met die van het aangrenzende zeekleigebied in het noorden, van het zwak lemige zandgebied in het zuiden en van enkele andere zandgebieden. Vervolgens zal worden nagegaan, in hoeverre het huidige bodemgebruik en daarmee het agrarische landschap in overeenstemming is met de geschiktheidsbeoordeling van hoofdstuk 6 en daarmee aangepast is aan de in hoofdstuk 2, 3 en 4 besproken fysische factoren.

7.2 Algemeen agrarisch beeld

Tarwe, gerst, suikerbieten en aardappelen beslaan ca. 80% van het bouwlandareaal in bonte afwisseling met grasland. Bouw- en grasland wisselen hierbij regelmatig van plaats. Het aantal jaren grasland houdt verband met de vochtvoorziening. Het varieert in het algemeen tussen 5 en 8 jaar, soms kan het 8 à 10 jaar bedragen.

Wat betreft het bouwland zijn er veel grote, met één gewas beteelde oppervlakten (fig. 32). Deze voor de gemechaniseerde landbouw gunstige situatie hangt samen met de aanwezigheid van een opvallend aantal grote bedrijven (zie tabel 19).

De voor een zandgebied grote bedrijven van meer dan 20 ha beslaan volgens de tabel ongeveer 40% van het landbouwareaal. Het is echter wel zeker, dat op de sterk lemige gronden het percentage grote bedrijven nog hoger is. De telling betreft namelijk de gehele gemeente Wouw, die voor ongeveer 25% bestaat uit een relatief jong ontginningsgebied op zwak lemig zand in het zuiden. Hier en in het zwak lemige gebied in het westelijke deel van de gemeente is het aantal kleine bedrijven nog vrij groot. Door het reeds hoge percentage grote bedrijven neemt het aantal kleine be-

Tabel 19. Aantal landbouwbedrijven en oppervlakte cultuurgrond in de gemeente Wouw per bedrijfsgrootte in 1965 (Bron: C.B.S., Den Haag).

Bedrijfsgrootte Size of holding (ha)	Aantal bedrijven Number of holdings	Totale oppervlakte Total area (ha)
1 – 5	104	287
5 – 10	91	644
10 – 15	62	780
15 – 20	32	553
20 – 30	25	594
30 – 50	25	902
50 – 100	1	52

Table 19. Number of agricultural holdings and total area of agricultural land in the community of Wouw by size of holding in 1965 (Data from Netherland Central Bureau of Statistics, The Hague).

Fig. 32. Het bodemgebruik in 1964 van een gebied ten noorden (links) en ten zuiden (rechts) van het *dorp.*

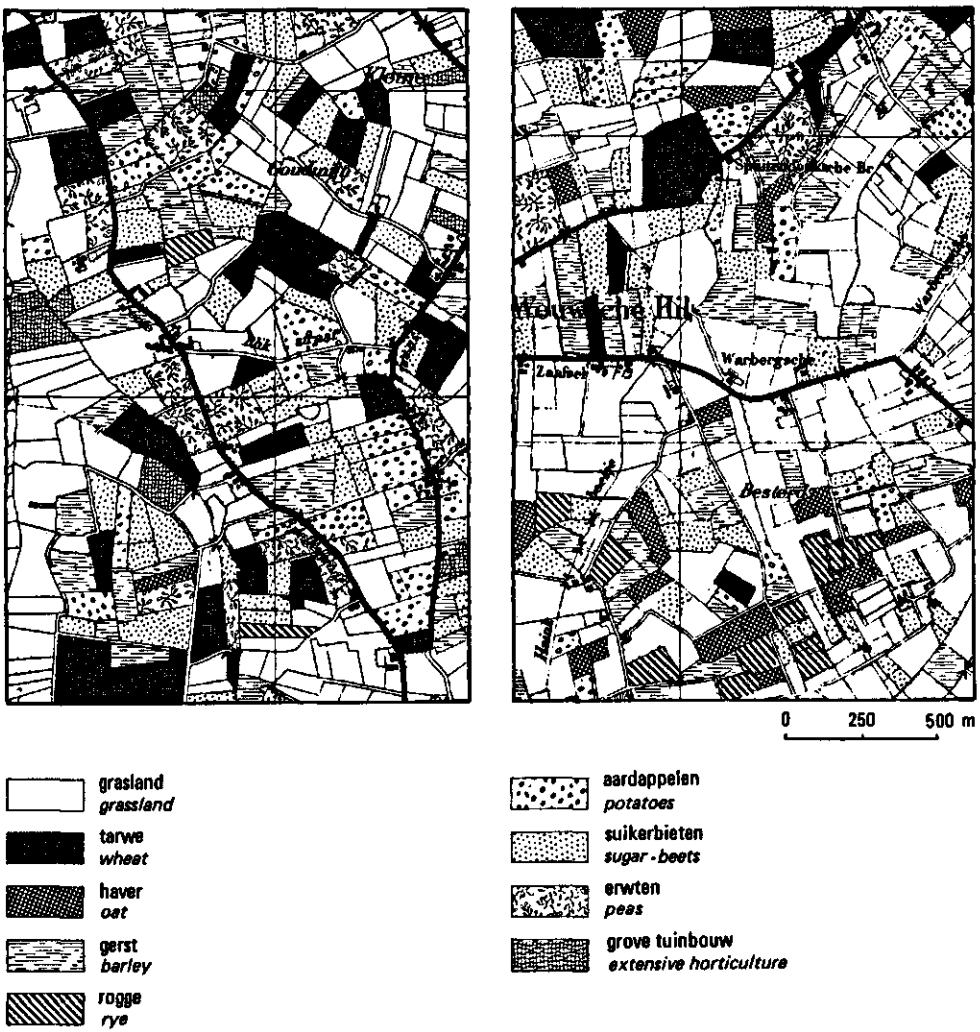


Fig. 32. Land-use in 1964 of an area north (left) and south (right) of Wouw.

drijven nog maar langzaam af. Van 1959 tot 1967 is het aantal bedrijven kleiner dan 10 ha met nog geen 10 verminderd. Wel nam de oppervlakte cultuurgrond van deze bedrijven iets af.

Behalve het vrijwel verdwijnen van haver uit het teeltplan hebben zich in de teelt van de akkerbouwgewassen sinds het begin van deze eeuw geen essentiële veranderingen meer voorgedaan. Verschuivingen in de loop der jaren werden vooral door het prijsbeleid bepaald. Zo nam in de jaren twintig de tarweteelt toe onder invloed van de toen ingevoerde toeslag op dit gewas. Hetzelfde verschijnsel deed zich voor in de jaren

zestig bij de teelt van gerst. De tarwe werd volgens de boeren in die jaren meer uit een oogpunt van arbeidsverdeling verbouwd dan uit financiële overwegingen. Dit berust ten dele op het feit, dat men het maaien en dorsen veel uitbesteedt aan loonbedrijven; verschil in tijdstip van oogstrijpheid tussen gerst en tarwe (vooral wintertarwe) voorkomt dan een te grote opeenhoping van oogstwerkzaamheden. Toch neemt de beteelde oppervlakte tarwe over een groot aantal jaren niet duidelijk toe of af. Wel is er jaarlijks enige variatie in de oppervlakte en een sterk wisselende verhouding tussen zomer- en wintertarwe. Deze variaties worden bij dit gewas vooral beïnvloed door de weersomstandigheden. Als er nogal wat tarwe uitwintert, bestaat de neiging het volgende jaar minder tarwe te telen en bovendien de teelt meer naar zomertarwe te verschuiven. De teelt van haver is de laatste tien jaar sterk verminderd.

Het was zeer moeilijk enigszins betrouwbare cijfers over de opbrengsten van de gewassen te verkrijgen. Een enquete onder de boeren, gegevens van de Landbouwvoorlichtingsdienst en cijfers van het Instituut voor rationele suikerproduktie te Bergen op Zoom leverden de volgende opbrengstcijfers op die onder enig voorbehoud als gemiddelden voor de Wouwse zandgronden mogen worden aangehouden:

wintertarwe	4000 – 4500 kg/ha
zomertarwe	ca. 4000 kg/ha
zomergerst	4500 – 5000 kg/ha
suikerbieten	40 – 50 ton/ha
aardappelen (bintje)	30 – 35 ton/ha (veldgewas)

In zeer goede jaren kunnen de opbrengsten echter belangrijk hoger zijn. Zo werd bijvoorbeeld in 1964 op gronden van de eenheden cHz43 en cHz54 een opbrengst van 80 ton suikerbieten per ha verkregen.

Ter vergelijking geeft tabel 20 de cijfers van de gemiddelde opbrengsten uit de jaren 1955 – 1964. De cijfers hebben betrekking op de westelijke Kempen (gemeenten Gilze, Tilburg, Chaam, Baarle-Nassau, Alphen, Goirle, Hilvarenbeek, Moergestel en Dies-

Tabel 20. Gemiddelde jaarproduktie in Wouw (enquete) en in enkele andere Westbrabantse gebieden in de periode 1955-1964 (statistische gegevens van het Ministerie van Landbouw en Visserij).

	Wintertarwe Winter wheat (kg/ha)	Zomertarwe Spring wheat (kg/ha)	Zomergerst Spring barley (kg/ha)	Suikerbieten Sugar-beets (ton/ha)	Aardappelen (veldgewas) Potatoes (ton/ha)
Wouw	4000 – 4500	± 4000	± 4500	40 – 50	ca. 35
Westelijke Kempen	3005	2666	3065	39,1	26,2
Land van Breda	3616	3354	3443	38,3	26,3
Westelijke zandgronden	4127	3786	3879	38,7	30,1
Westbrabantse zeeklei	4676	4105	4344	45,1	30,0

Table 20. Average production in Wouw (survey by interview) and in some other regions in the western part of the Noord-Brabant province in the period 1955-1964 (statistical data of the Netherland Ministry of Agriculture and Fisheries).

sen), het Land van Breda (gemeenten Breda, Nieuw Ginneken, Rijsbergen, Zundert en Rucphen), de westelijke zandgronden (alle hoofdzakelijk uit zandgrond bestaande gemeenten westelijk van het Land van Breda, maar met inbegrip van de gemeenten Princenhage, Teteringen en Oosterhout) en ten slotte het Westbrabantse zeekleigebied (alle hoofdzakelijk uit zeeklei bestaande gemeenten). Hierbij vertegenwoordigt het gebied van de westelijke Kempen vrij goed het 'normale' Brabantse dekzandgebied, terwijl de twee andere zandgebieden als betere zandgronden bekend staan. Deels berust dit laatste op het voorkomen van vrij grote oppervlakten sterk lemig dekzand, die in zekere mate met de Wouwse zandgronden overeenkomen, deels omvatten deze twee gebieden gemeenten met een kleine oppervlakte zeeklei.

Bij vergelijking van de cijfers blijkt dat de opbrengsten in het gebied van Wouw, zelfs al zouden ze wellicht iets te hoog zijn gegeven, aanzienlijk boven de opbrengsten van de overige zandgronden liggen. Wat gerst, suikerbieten en aardappelen betreft, zijn de opbrengsten in het gebied van Wouw zelfs van dezelfde orde van grootte als op de zeekleigronden. Alleen met tarwe blijven de Wouwse gronden onder de opbrengsten van de zeeklei. Indien we bedenken, dat alleen de allerbeste zeekleigronden in westelijk Noord-Brabant voor tarwe en suikerbieten hogere opbrengsten dan resp. 4500 kg en 48 ton geven (Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000; Toelichting bij blad 43 West, Willemstad) dan is het Wouwse zandgebied in dit opzicht vergelijkbaar met goede tot zeer goede zeekleigronden.

Van het grasland zijn geen jaarcijfers beschikbaar. De veldopname van het bodemgebruik in de jaren 1961 – 1965 en de cijfers in tabel 21 geven echter de indruk, dat de oppervlakte grasland in het gebied van Wouw vrij constant blijft. Verder blijkt uit deze tabel de tendens, zoals ook elders op de zandgronden, om op de middelgrote bedrijven van 10 – 15 ha het percentage grasland te vergroten, terwijl juist bij de grote bedrijven, die financieel iets meer armslag hebben, de neiging bestaat om, in verband met de

Tabel 21. Totaal aantal ha bouwland, grasland en tuinbouw per bedrijfsgrootte in Wouw in 1959 en 1965 (Bron- C.B.S., Den Haag).

Bedrijfsgrootte Size of holding (ha)	Bouwland Arable		Grasland Grassland		Tuinbouw Hortic. land	
	1959	1965	1959	1965	1959	1965
1 – 5	112	94	136	129	42	65
5 – 10	298	212	370	369	49	65
10 – 15	304	301	356	455	26	24
15 – 20	248	210	324	308	9	36
20 – 30	356	271	349	281	4	43
30 – 50	422	534	340	253	2	113
50 – 100	73	23	43	28	–	–

Table 21. Total area of arable land, grassland and horticultural land by size of holdings in the Wouw region in 1959 and 1965 (Data from Netherland Central Bureau of Statistics, The Hague).

schaarse en dure arbeidskrachten, het veebestand en daarmee de oppervlakte grasland te verminderen.

In de laatste jaren neemt de tuinbouw, vooral de grove tuinbouw, sterk toe zoals uit tabel 21 blijkt. De gewassen van de grove tuinbouw (spinazie, kool, erwten, bonen en in toenemende mate gladiolen) worden vooral op de grote bedrijven in grote, aaneengesloten oppervlakten verbouwd, meestal in contractteelt of men verhuurt een bepaalde oppervlakte bouwland aan contracttelers. Enkele jaren geleden kwamen ook reeds enkele volledige tuinbouwbedrijven binnen het gebied voor, waarvan zelfs twee met warenhuizen (tomaten), maar deze lagen grotendeels op het zwak lemige zand.

7.3 Ruimtelijke verdeling van de bouwlandgewassen en het grasland

De teelt van de vier in Wouw belangrijke akkerbouwgewassen lijkt weinig afhankelijk te zijn van verschillen in bodemgesteldheid. Het zijn hoofdzakelijk de wat drogere kopjes en de natste, nog juist voor bouwland geschikte gronden, waarop men bij de gewassenkeuze duidelijk met de bodemgesteldheid rekening schijnt te houden. Toch zijn ook op de overige gronden nog wel enige verschillen aanwezig. Zo bleek uit de reeds genoemde enquete dat men op de 'zwaardere' gronden algemeen om de vijf jaar, soms zelfs om de drie jaar, bieten teelde tegenover om de 5 à 7 jaar op de 'lichtere' gronden. Op wat men als de beste gronden beschouwde, werd soms twee of driemaal achtereen bieten geteeld of tweemaal achtereen gerst.

Om wat nauwkeuriger na te gaan in hoeverre met de bodemgesteldheid wordt rekening gehouden, werd via de door Vink (1956) beschreven methode, uit de gegevens van de gewassenopname, per bodemtype berekend, hoeveel procent van het aantal percelen met een bepaald gewas bezet is. De gedachtengang hierbij is, dat ondanks mogelijke afwijkingen, toch de neiging bestaat die gewassenkeuze op een bepaalde grond aan te houden waarvoor deze grond het meest geschikt is. Ofschoon, zoals Vink terecht opmerkt, een vergelijking van de oppervlakte ingenomen door een gewas juister zou zijn dan de verhouding van het aantal percelen per gewas, moet de gevolgde methode toch voldoende geacht worden om een inzicht in het vraagstuk te krijgen. Het is overigens zeer de vraag of via de tijdrovende methode van oppervlaktebepalingen belangrijk betere resultaten zouden worden verkregen.

In tabel 22 worden de resultaten van de telling uit 1965 gegeven voor de eenheden van de bodemkaart met hun grondwaterklasse en tevens voor elke grondwaterklasse afzonderlijk. Alleen eenheden met meer dan 20 percelen werden in de tabel opgenomen. Indien minder dan 20 percelen met bouwland voorkwamen, werd alleen het grasland in de beoordeling betrokken. Bij de telling per grondwaterklasse onder in de tabel werden echter alle percelen van de desbetreffende grondwaterklasse geteld, dus ook van de niet opgenomen kaarteenheden. In tabel 23 werd het aantal percelen wintertarwe uitgedrukt in procenten van het totaal aantal percelen tarwe.

Vooral als we de cijfers per grondwaterklasse bekijken, die door het groter aantal betrokken percelen iets minder toevallige uitschieters te zien geven, valt op dat sterk afwijkende percentages bij de voornaamste vier gewassen nauwelijks voorkomen. De

Tabel 22. Procentuele verdeling van het aantal percelen over de gewassen, per kaarteenheid (A) en per grondwaterklasse (B), in 1965.

	Tarwe Wheat	Gerst Barley	Suikerbieten Sugarbeets	Aardappelen Potatoes	Erwten Peas	Bonen Butter beans	Overige tuinb. gew. Other hort. crops	Haver Oats	Diversen Various	Bouwlandpercelen Arable fields		Graslandpercelen Grassland fields	
										aantal number	%	aantal number	%
A. Kaarteenheid[1]/Map unit[1]													
cHz33	13,9	34,9	23,3	11,6	4,7	—	7,0	2,3	2,3	43	50,6	42	49,4
cHz43	17,0	22,1	22,1	22,1	4,7	3,3	5,8	1,1	1,8	276	50,3	206	49,7
Ez43	21,7	6,5	34,8	10,9	6,5	4,4	10,9	—	4,3	46	48,9	48	51,1
cHb43	19,6	26,8	19,8	10,7	8,9	14,3	—	—	—	56	73,1	21	26,9
cHz53	16,9	28,0	11,4	26,0	6,1	6,3	3,1		2,3	131	56,9	100	43,1
cZg53	10,7	28,6	29,3	7,1	—	3,6	—	3,6	7,2	28	54,9	23	45,1
cHz44	22,8	36,3	36,3	4,5	—	—	—	—	—	44	65,7	23	34,3
cHz54	22,1	16,9	29,9	9,1	10,4	7,8	1,3	1,3	1,3	77	62,1	47	37,9
cZn54	25,6	13,4	23,2	15,9	7,3	4,9	8,5	—	1,2	82	73,9	29	26,1
EZg64	8,7	30,4	17,4	8,7	4,3	13,0	13,0	4,3	—	23	43,4	30	56,6
cZg64	20,0	22,4	8,6	17,1	17,1	14,3	—	—	1,0	57	41,3	81	58,7
EZb43										15	50,0	15	50,0
Ez53										14	36,8	23	63,2
Eg53										14	45,2	17	54,8
cZn53										6	21,4	22	78,6
zWp53										12	48,0	13	52,0
cZg63										10	33,4	20	66,6
Ez54										9	30,0	21	70,0
cZg74										7	25,0	21	75,0
B. Grondwaterklasse/Groundwater class													
Sterk lemige zandgronden/Very loamy sand soils													
3	16,1	32,2	21,0	11,3	6,3	—	1,6	2,3	6,3	62	51,2	59	48,8
4	18,3	20,6	23,2	18,8	5,9	4,8	5,6	1,0	1,8	393	58,1	291	41,9
5	17,0	25,9	19,3	18,5	3,1	4,2	6,9	2,7	2,3	259	53,0	230	47,0
6	11,1	33,2	20,0	17,7	—	6,6	8,8	—	2,2	45	50,0	45	50,0

Zeer sterk lemige zandgronden/Extremely loamy sand soils													
4	21,4	34,0	35,7	3,5	—	3,5	—	—	1,8	56	65,9	29	34,1
5	23,1	16,7	26,6	12,1	8,6	6,2	4,6	0,6	1,7	173	62,4	104	37,6
6	20,3	27,0	10,1	15,5	11,6	10,1	1,6	0,8	1,8	115	47,1	129	52,9

1. Percentages van minder dan 20 percelen niet berekend/Percentages of less than 20 parcels not calculated.

Table 22. Percentile distribution of the number of fields under each crop by map unit (A) and by groundwater class (B), in 1965.

Tabel 23. Wintertarwe in 1965 in procenten van totaal aantal percelen tarwe per grondwaterklasse van de sterk lemige en zeer sterk lemige zandgronden.

Grondwaterklasse Groundwater class	Sterk lemig zand Very loamy sand	Zeer sterk lemig zand Extremely loamy sand
3	20,0	
4	22,2	33,3
5	13,6	52,5
6	*	74,0

* Aantal percelen te klein/Negligible.

Table 23. Winter wheat in 1965 as percentage of total number of fields under wheat by groundwater class of the very loamy and extremely loamy sand soils.

grootste afwijkingen treden op bij tarwe op sterk lemige gronden met grondwaterklasse 6 en bij suikerbieten en aardappelen op zeer sterk lemige gronden, resp. met grondwaterklasse 6 en 4. Bij tarwe en suikerbieten zal de natheid van de betreffende gronden de oorzaak van de lagere bezetting zijn. Voor het lage percentage aardappelen kon geen verklaring gegeven worden; bij controle bleek het ook in andere jaren voor te komen. In de overige gevallen liggen de percentages bij de gronden die het grootste gedeelte van het in kaart gebrachte gebied beslaan zo dicht bijeen, dat de genoemde, schijnbaar weinig markante invloed van de bodemgesteldheid op de gewassenkeuze wel door de cijfers bevestigd wordt.

Tabel 22 geeft verder nog aanleiding tot de volgende opmerkingen. Tarwe heeft een relatief laag bezettingspercentage op de iets drogere gronden van cHz33 en op de wegens hun natheid wat riskantere gronden van eenheid cZg53. De invloed van de natheid komt duidelijk naar voren in het lage percentage tarwepercelen met grondwaterklasse 6, vergeleken met de overige grondwaterklassen van de sterk lemige gronden. Speciaal bij de percentages van de grondwaterklassen blijkt de grotere voorkeur voor tarweteelt op de zwaardere, dus de zeer sterk lemige gronden. Nog duidelijker blijkt dit uit de cijfers voor het aandeel van de wintertarwe in tabel 23. Dit varieert op de sterk lemige gronden van 13 tot 22% van het totaal aantal percelen tarwe en op de zeer sterk lemige gronden van 33 tot 74%. Wel zou men hier in verband met de natheid een wat lager percentage voor grondwaterklasse 6 verwachten, zoals bij suikerbieten. De gronden van eenheid cZg64 beslaan echter een vrij aanzienlijk deel van de zeer sterk lemige gronden met grondwaterklasse 6 en geven in gunstige jaren een bijzondere goede opbrengst voor tarwe. Hoewel hoge grondwaterstanden in deze gronden door hun ligging nabij de beken vaak wat minder langdurig zijn dan in de overige gronden, blijft toch de kans op uitwinteren van een wintergewas groot. Men schuwt het risico echter niet; na een ongunstige winter ploegt men het land en zaait een ander gewas in.

Op de wat drogere gronden van grondwaterklasse 3, speciaal op de gronden van cHz33, blijkt minder tarwe verbouwd te worden dan op vochtiger gronden, maar meer gerst. Hier wordt zelfs het hoogste percentage gerst van de sterk lemige gronden bereikt. Ook bij de zeer sterk lemige gronden komt gerst het meest voor op de droogste gronden (hier in grondwaterklasse 4). Het lage percentage op Ez43 berust gedeeltelijk op een toevallige afwijking; in andere jaren bedraagt de bezetting ca. 15%. De uitbreiding van de oppervlakte suikerbieten in 1965 is kennelijk ten koste van de gerst gegaan.

Bij suikerbieten zijn evenals bij tarwe de percentages het hoogst op de zeer sterk lemige gronden, behalve, zoals reeds is opgemerkt, op de natste met grondwaterklasse 6. Zowel bij de sterk als bij de zeer sterk lemige gronden prefereert men kennelijk grondwaterklasse 4 voor de verbouw van suikerbieten. Dit is in overeenstemming met een mededeling van de boeren, dat zij de voorkeur zouden geven aan gronden met grondwaterklasse 5 indien door optimale ontwatering de duur van de hoge voor- en najaarsgrondwaterstanden aanzienlijk zou kunnen worden bekort. Het betrekkelijk lage percentage op gronden van cHb43 dat hiermee schijnbaar in tegenspraak is, is te wijten aan beperkingen voor de teelt op deze gronden in verband met slempigheid en structuurstabiliteit (zie hoofdstuk 6).

Aardappelen blijken duidelijk minder voor te komen op de zeer sterk lemige gronden. De wat uitgebreider teelt van tarwe en suikerbieten op deze gronden in 1965 is blijkbaar grotendeels ten koste van de verbouw van aardappelen gegaan.

Ongeveer de helft van het gebied wordt ingenomen door grasland. Het ligt vrij gelijkmatig verspreid. Op de niet te natte, zeer sterk lemige gronden is het wat minder aanwezig, omdat deze gronden bij voorkeur voor bouwland worden gebruikt. Het hoogste percentage grasland hebben de zeer sterk lemige gronden met grondwaterklasse 6.

7.4 Ruimtelijke verdeling van de bouwlandgewassen en het grasland vergeleken met andere gebieden

De verschillen in bezettingspercentage binnen het gebied van Wouw zijn niet opvallend groot; wel komen duidelijke verschillen voor ten opzichte van de aangrenzende zwak lemige zandgronden en de zeekleigronden (tabel 24). Vergeleken met de zwak lemige gronden hebben de sterk lemige een duidelijk hoger percentage voor de teelt van tarwe en aardappelen; het percentage voor deze gewassen is nóg hoger op de zeekleigronden. Hierbij moet men wel bedenken, dat de aangrenzende zwak lemige gronden betrekkelijk weinig hoge, drogere gronden omvatten, vergeleken met het gemiddelde zwak lemige dekzandgebied. Daar zal de oppervlakte tarwe nog geringer zijn, maar die van aardappelen echter weer groter.

Op de zwak lemige zandgronden, met hun meer beperkte bouwplan, blijkt vooral de teelt van gerst een grote plaats in te nemen. Haver en rogge werden ook op de zwak lemige gronden grenzend aan het sterk lemige zandgebied in 1965 nauwelijks meer verbouwd, hoewel het bezettingspercentage hoger is dan op de sterk lemige gron-

Tabel 24. Percentage percelen per gewas op zwak lemig zand, sterk en zeer sterk lemig zand en zeeklei in 1965.

	Zwak lemig zand Slightly loamy sand	Sterk en zeer sterk lemig zand Very and extremely loamy sand	Zeeklei Marine clay
Tarwe/Wheat	6,5	19,5	29,7
Wintertarwe/Winter wheat		33,2*	67,3*
Gerst/Barley	40,4	23,9	12,0
Suikerbieten/Sugar-beets	20,2	21,8	18,3
Aardappelen/Potatoes	9,0	15,8	22,3
Erwten/Peas	2,2	5,9	7,4
Bonen/Butterbeans	3,6	4,8	9,1
Overige tuinbouwgewassen Other horticultural crops	9,0	5,5	
Haver/Oats	4,3	1,1	
Rogge/Rye	1,8		
Diversen/Various	2,9	2,5	0,6
Totaal aantal percelen Total number of fields	277	1103	176

* Percentage van totaal aantal percelen tarwe/Percentage of total number of fields with wheat.

Table 24. Percentage of fields by crop on slightly loamy sand, very loamy and extremely loamy sand and marine clay in 1965.

den. Voordien, bijvoorbeeld bij de gewassenopname in 1959, werd de grens tussen het sterk lemige en het zwak lemige zandgebied in het zuiden en het zuidoosten nog scherp gemarkeerd door het direct voorkomen van veel percelen rogge en door een duidelijke toename van de teelt van haver.

Terwijl de teelt van erwten en bonen toeneemt naar gelang de gronden zwaarder worden, blijkt de tuinbouw juist op de lichtere gronden voor te komen.

Vergelijking met de landbouwkundige situatie van enkele andere zandgebieden, waarvan geen gewassenopnamen beschikbaar waren, is mogelijk door vergelijking van de geschiktheidsbeoordeling van het gebied van Wouw met enkele andere gebieden in Noord-Brabant. Deze beoordelingen zijn immers alle gebaseerd op beperkingen, die weer afhankelijk zijn van de bodemkundige en hydrologische gesteldheid van het betrokken gebied.

Indien we van de sterk en zeer sterk lemige gronden met grondwaterklasse 2 – 6 de eenheden die minder dan 25 ha beslaan (te zamen ca. 10% van de totale oppervlakte) buiten beschouwing laten, dan behoort van de overige gronden in het gebied van Wouw 49%, dus vrijwel de helft, tot de prima (zand)bouwlandgronden, met hoogstens een lichte beperking voor de teelt van wintertarwe. Voor ca. 25% geldt bovendien een lichte beperking voor suikerbieten en voor zomertarwe of aardappelen en soms een wat grotere beperking voor wintertarwe. Slechts 15% heeft (gedeeltelijk) ernstige beperkingen voor wintertarwe en een matige voor alle overige gewassen.

Als vergelijking kan de beoordeling van de zwak en niet lemige gronden van de bo-

demkaart van Nederland, schaal 1:50 000, bladen 45 West ('s Hertogenbosch) en 50 Oost (Breda) dienen (Stichting voor Bodemkartering, 1964, 1969). Op kaartblad 45 West wordt slechts 4% van de totale oppervlakte van de zwak en niet lemige gronden (voor zover deze meer dan 25 ha beslaan) ingenomen door prima akkerbouwgronden zonder beperkingen; 26% heeft lichte beperkingen in verband met wateroverlast of verdroging en niet minder dan 55% behoort tot de matige tot slechte akkerbouwgronden met ernstige beperkingen. Ca. 15% moet als geheel ongeschikt voor akkerbouw worden beschouwd. Op kaartblad 50 Oost behoort van de 15575 ha zwak en niet lemige zandgronden 12% tot de zeer goede akkerbouwgronden (met hoogstens bij een gedeelte een lichte beperking), 15% tot de goede, met enige beperkingen voor de meeste gewassen en 58% tot de matige tot slechte akkerbouwgronden met min of meer ernstige beperkingen. Ook hier is ca. 15% geheel ongeschikt voor akkerbouw.

Bij het grasland zijn de verschillen nog duidelijker. Terwijl in het gebied van Wouw van de sterk en zeer sterk lemige gronden niet minder dan 52% uitstekend geschikt voor grasland is, 23% een lichte beperking heeft en slechts 15% door ernstige beperkingen minder geschikt is, zijn deze cijfers op de kaartbladen 45 West en 50 Oost resp. 10, 44 en 32% en 9, 33 en 49%; resp. 14 en 10% van de gronden van deze kaartbladen zijn geheel ongeschikt voor grasland.

7.5 De relatie tussen de bodemgesteldheid, het bodemgebruik en het agrarische landschap

In de inleiding werd gesteld dat de invloed van de natuurlijke factoren (in het bijzonder bodemgesteldheid en waterhuishouding en daarmee ook de geologie) op het agrarische landschap van het gebied van Wouw duidelijk aanwijsbaar is. Zoals uit hoofdstuk 5 blijkt, hangt de landbouwkundige ontwikkeling van het gebied inderdaad nauw samen met deze natuurlijke factoren. De vroege ontginning van een groot aaneengesloten gebied, de relatief hoge opbrengsten, waardoor al vroeg een welvarende boerenstand ontstond met veel grote bedrijven in eigen bezit, de snelle opkomst van de suikerbietenteelt en de verdringing van rogge door tarwe waren mogelijk door de specifieke geologische, bodemkundige en hydrologische aspecten van het gebied. Blijft nog de vraag of ook het huidige bodemgebruik en het daarmee samenhangende agrarische landschap deze relatie met de natuurlijke gesteldheid vertonen. Een antwoord kan worden gevonden door vergelijking van het bodemgebruik met de geschiktheidsbeoordeling uit hoofdstuk 6.

Weliswaar steunt deze geschiktheidsbeoordeling niet op kwantitatieve gegevens over de betrekkingen tussen de bodemgesteldheid en hydrologie enerzijds en de teeltmogelijkheden van de gewassen anderzijds: hierover is nog maar weinig bekend. Aangenomen mag echter worden dat een beoordeling gebaseerd op de praktijkervaring betreffende de teelt van een gewas, in redelijke mate de relatie tussen de teeltmogelijkheid en een aantal met de bodem- en waterhuishouding samenhangende eigenschappen van de grond weergeeft. Hierbij moet bedacht worden, dat een geschiktheidsbeoordeling nooit geheel in overeenstemming zal zijn met een eenmalige gewassenopname. Ook zal het feit dat in verband met de vruchtwisseling de meeste gewassen zo nu en dan

op voor hen minder geschikte gronden verbouwd moeten worden, afwijkingen veroorzaken. Alleen duidelijke verschillen tussen bodemgebruik en geschiktheidswaardering zullen daarom in aanmerking mogen worden genomen.

Bezien we de beoordelingstabellen als geheel, dan valt het in tabel 16 op dat voor akkerbouw weinig geschikte gronden vrijwel ontbreken en dat gronden met een matige geschiktheid slechts een kleine minderheid vormen. De grote meerderheid behoort tot de gronden die zeer goed en goed voor akkerbouw geschikt zijn. Bovendien zijn er slechts bij een gering aantal gronden verschillen in geschiktheid tussen de beoordeelde gewassen. Verder blijkt uit tabel 18 dat buiten de beekdalen slechts een kleine oppervlakte niet optimaal geschikt voor grasland is.

Bij het werkelijke bodemgebruik (tabel 22) vertoont de procentuele verdeling van de percelen over de vier hoofdgewassen per kaarteenheid meer afwijkingen dan per grondwaterklasse. Behalve de genoemde, onvermijdelijke afwijkingen bij een eenmalige opname waarbij het kleine aantal percelen vaak ongunstig werkt (eenheid cZg53), spelen toevallige factoren hierbij soms een rol. Zo werd in 1965 op het grootste blok gronden van eenheid Ez43 gerst in de vruchtwisseling vervangen door contractgroenteteelt. Als we de gronden met de grondwaterklassen 4 en 5, die het grootste deel van het gebied beslaan, echter tezamen nemen, blijken tarwe, gerst, suikerbieten en aardappelen resp. 21,0, 26,6, 25,3 en 27,3% van hun gezamelijk aantal percelen op de sterk lemige gronden en 27,0, 25,4, 34,9 en 12,2% op de zeer sterk lemige gronden in te nemen. Het wat hogere percentage suikerbieten en wat lagere percentage aardappelen bij de zeer sterk lemige gronden is vooral te wijten aan het lage percentage bij eenheid cHz44, waarvoor geen verklaring kon worden gevonden.

De lagere percentages voor tarwe op sterk lemige gronden met grondwaterklasse 6 en suikerbieten op de zeer sterk lemige gronden met een zelfde grondwaterklasse zijn goed in overeenstemming met de geschiktheidsbeoordeling. De eerstgenoemde gronden zijn vrijwel de enige in het gebied, die voor tarwe slechts matig geschikt zijn, de laatstgenoemde zijn het minst geschikt voor suikerbieten (tabel 16). Alleen het hoge percentage tarwe op de zeer sterk lemige gronden met grondwaterklasse 6 wijkt duidelijk af van de geschiktheidsbeoordeling. De oorzaak werd reeds in 7.3 besproken. Aangezien de financiële resultaten in goede jaren de in 7.3 beschreven teeltmethode blijkbaar verantwoord maken, geeft de geschiktheidsbeoordeling in dit geval een iets te ongunstig beeld.

Ook de grote oppervlakte die door het grasland wordt ingenomen wordt gerechtvaardigd door de hoge waardering voor een groot deel van de totale oppervlakte voor dit doel (tabel 18). Vergelijking van de afzonderlijke eenheden of van de grondwaterklassen zou hier een vertekend beeld geven, omdat de neiging bestaat, gronden met een zelfde waardering voor bouw- en grasland, voor bouwland te gebruiken. Bovendien is een grote oppervlakte met grondwaterklasse 6 en 7 in gebruik als grasland, niet omdat deze gronden daarvoor geschikt zijn, maar omdat ze nog minder geschikt of meestal volkomen ongeschikt zijn voor bouwland.

Vatten we de gegevens over de gewassenkeuze in het gebied van Wouw samen, dan blijkt dat de vier hoofdgewassen in een vrijwel gelijke verhouding op de sterk lemige

en zeer sterk lemige gronden voorkomen (tabel 24). Dit is goed in overeenstemming met de geschiktheidsbeoordeling, weergegeven in tabel 16.

Uit het voorgaande mag tenslotte worden geconcludeerd, dat het bodemgebruik goed is aangepast aan de potentiële mogelijkheden van het gebied en derhalve aan de mogelijkheden die de bodemgesteldheid biedt. Dit betekent dat ook het in hoofdzaak door het bodemgebruik gekarakteriseerde (agrarische) landschapsbeeld in grote mate door de natuurlijke gesteldheid van het gebied wordt bepaald.

7.6 Toekomstbeeld

Ofschoon met de vorige paragraaf het onderwerp eigenlijk afgesloten is, lijkt het nuttig nog iets over de toekomst van het gebied te zeggen.

Een reeds vrijwel vaststaande ingreep vormt de toekomstige Zoomweg, die het gebied tussen Wouw en Heerle van noord naar zuid zal doorsnijden. Nog ingrijpender zijn de plannen voor een stadsgewest, dat zich vanaf Bergen op Zoom via Roosendaal in de richting Breda zal uitstrekken en derhalve dwars door het gebied van de Wouwse zandgronden zal lopen. Weliswaar zal een aaneengesloten bebouwing niet de bedoeling zijn, maar het blijft de vraag of het middengedeelte van het Wouwse gebied, in de as van dit stadsgewest gelegen, op den duur als landbouwgebied gehandhaafd zal kunnen worden.

Momenteel heeft het gebied voor massa-recreatie weinig aantrekkelijks. Redelijke recreatieobjecten zijn alleen op verre afstand aanwezig (Wouwsche Plantage, bossen bij Bergen op Zoom); naar het oosten en noorden heeft de streek nog minder te bieden. De sterk lemige, relatief natte gronden zullen investeringen ten behoeve van recreatie weinig aantrekkelijk maken.

Zou handhaving van de landbouw in het middengedeelte of elders niet mogelijk zijn, dan zou het gebied zich bijzonder goed lenen voor bebossing. Gezien de vroegere natuurlijke begroeiing (zie hoofdstuk 5) en de min of meer vergelijkbare bossen elders in westelijk Noord-Brabant, moet het mogelijk zijn hier op den duur weer een bijzonder fraai loofbos tot ontwikkeling te brengen. Ofschoon afhankelijk van bodemgesteldheid en waterhuishouding hier en daar ook wat nattere of drogere bostypen gewenst zullen zijn, zal in een groot deel van het gebied een gemengd loofbos met eik en beuk en met een ondergroei van de gewone soorten van het eiken-haagbeukenbos (esdoorn, kornoelje, Europese vogelkers, etc.) zeker op zijn plaats zijn. Het moet zeer wel mogelijk worden geacht, dat de natuurlijke bosflora van het rijke eiken-haagbeukenbos, waarvan een aantal soorten nog steeds in het gebied aanwezig is, zich er weer zal vestigen. Op den duur kan dan een bostype ontstaan, zoals momenteel nog aanwezig is op de eveneens sterk lemige gronden van het Liesbos bij Breda en van het Ulvenhoutse Bos met aansluitende landgoederen tussen Ulvenhout en Chaam.

Ook zijn bepaalde gedeelten van de Wouwse gronden wel geschikt voor de aanplant van goed vochtverdragende en vochteisende naaldhoutsoorten, zoals sitkaspar en fijnspar.

Deze bossen, die dan vrijwel alle aan de toekomstige Zoomweg zouden komen te

liggen, zouden op dezelfde manier voor een beperkte recreatie bruikbaar kunnen worden als de bossen bij Breda en Ulvenhout, die gedeeltelijk ook reeds min of meer in de stedelijke sfeer zijn getrokken.

Waar de gronden voor agrarisch gebruik behouden blijven, zijn ook bepaalde mogelijkheden voor de tuinbouw aanwezig. De grove tuinbouw (diverse koolsoorten, spinazie, bonen, gladiolen), die snel is toegenomen, geeft reeds een aanwijzing dat de gronden voor dit soort teelten zeker redelijke perspectieven bieden. Voor de fijnere tuinbouw, al dan niet onder glas, zijn de Wouwse gronden echter minder geschikt. De waterhuishouding van het gebied is hiervoor weinig gunstig. Ook bij relatief diepe drainage blijft het probleem van de langdurig hoge vochtgehalten in de sterk lemige bovengrond, zoals in hoofdstuk 4 is beschreven. Een nauwkeurige regeling van de waterhuishouding, die in de tuinbouw noodzakelijk is, is vrijwel niet te realiseren. Ook aan de eis van een zo lang mogelijk teeltseizoen is op deze vrij natte en weinig vroege gronden niet gemakkelijk te voldoen. De uitbreiding, die de fijne tuinbouw in de laatste jaren heeft ondergaan, vond dan ook vrijwel geheel plaats op de aangrenzende zwak lemige gronden (omgeving van Heerle, ten oosten van het dorp en ten zuidoosten van Wouwsche Plantage).

Samenvatting

De ontwikkeling van de landbouw is vanouds in sterke mate beïnvloed door de natuurlijke gesteldheid van het terrein. Soms werd deze samenhang doorkruist door andere invloeden, zoals traditie, rechtsverhoudingen of het landbouwstelsel, maar in veel overwegend agrarische landschappen is een duidelijk verband aanwezig met de natuurlijke factoren. Het gebied rondom het dorp Wouw, tussen Roosendaal en Bergen op Zoom in Noord-Brabant, geeft hiervan een goed voorbeeld.

In deze studie wordt getracht aan te tonen, dat de bijzondere bodemkundige en hydrologische gesteldheid, direct of via wederzijdse beïnvloeding, de landbouwkundige situatie en daarmee het huidige landschapsbeeld overwegend heeft beïnvloed.

Het landschap van dit sterk lemige zandgebied is (momenteel) zeer open. Vrijwel alleen langs de wegen, direct rondom het dorp en rondom enkele boerderijen komt opgaand geboomte voor. Het vrijwel aaneengesloten landbouwareaal kent veel grote bedrijven; ook zijn de meeste percelen groter dan elders op de zandgronden. Het grasland, dat ongeveer een even grote oppervlakte beslaat als het bouwland, is niet tot de lagere landschapsdelen beperkt, maar komt over het gehele gebied in bonte afwisseling met het bouwland voor. Rogge wordt vrijwel niet meer geteeld; tarwe neemt daarentegen in de vruchtwisseling een belangrijke plaats in.

De grenzen van het door de genoemde kenmerken gekarakteriseerde gebied vallen vrijwel samen met de grens van een aan het oppervlak liggende, ca. 60 cm dikke laag sterk lemig zand. Bovendien bevindt zich op 1 à 4 m diepte een enkele decimeters tot ca. 2 m dikke laag zware, onder-pleistocene klei. Onderaan de hellingen naar de beekdalen komt deze laag aan, of dicht aan het oppervlak. Boven de kleilaag ligt een enkele decimeters tot enkele meters dik pakket afzettingen uit het Onder- en/of Midden-Pleniglaciaal van de Weichselijstijd. Deze afzettingen worden afgedekt door een laag grotendeels zeer fijn, zwak lemig Ouder dekzand II uit het Boven-Pleniglaciaal, die in de ruggen tussen de beekdalen 2 à 2,5 m en in lagere landschapsdelen 1 à 2,5 m dik is. Naar de beekdalen toe wordt deze laag geleidelijk dunner (evenals eventueel aanwezige afzettingen uit het Onder- en Midden-Pleniglaciaal); vaak ontbreekt het Oudere dekzand onderaan de hellingen geheel. Het sterk lemige dekzand vormt het bovenste deel van het Oudere dekzand.

Er is een oorzakelijk verband tussen de aanwezigheid van het sterk lemige dekzand en de zware kleilaag in de ondergrond. Waar de kleilaag tijdens de laatste fase van de dekzandafzetting op geringe diepte lag, bleef het oppervlak lang vochtig en kwam een relatief dichte (toendra)vegetatie voor. Doordat de windsnelheid geringer was dan

voorheen, werden alleen nog de fijnere delen van het zand dicht langs het oppervlak verplaatst. Dit fijne zand werd voornamelijk op de plaatsen met vegetatie opgevangen en mede door de vochtige grond vastgehouden.

In het Holoceen werden in het sterk lemige zand hoofdzakelijk humuspodzolen en op enkele hoge koppen moderpodzolen gevormd. Zoals in alle sterk lemige zanden is de B-horizont van de humuspodzolen grauwgrijs van kleur en betrekkelijk dun. Door vergraven of ploegen is een aanzienlijk deel of het gehele podzolprofiel in de humushoudende bovengrond verwerkt. Deze bovengrond is in het algemeen ca. 40 cm dik. Gezien de dikte van de A- en B-horizonten van het oorspronkelijke bodemprofiel, moet de ophoging met potstalmest, de oorzaak van dergelijke dikke humushoudende bovengronden elders op de zandgronden, in het gebied van Wouw slechts gering zijn geweest. Deze ophoging zal alleen wat groter zijn geweest direct rondom Wouw en op enkele plaatsen elders, waar de humushoudende bovengrond 55 à 60, plaatselijk 70 cm dik is.

Ofschoon wel over de 'zwarte gronden van Wouw' wordt gesproken, blijkt de kleur van de bovengrond eerder iets lichter dan donkerder te zijn dan bij andere zandgronden. In het vroege voorjaar, als het gewas de grond nog niet aan het oog heeft onttrokken, zijn de gronden in het gebied van Wouw echter vochtiger dan elders, waardoor ze op dat moment een donkere tint hebben.

Op talrijke plaatsen is in de humushoudende bovengrond een duidelijke driedeling aanwezig. Boven de oude, verwerkte bovengrond van het vroegere podzolprofiel ligt een opvallend grauw-grijsbruin gekleurde, vaak sterk heterogene laag. Hierin zijn talrijke geelbruine en donkerbruine vlekken aanwezig. De bovengrond is bij deze gronden wat bruiner dan van de overige gronden van het gebied. Ze worden op de bodemkaart apart onderscheiden (code Eb en cHb). Aangenomen wordt, dat dit zeer oude akkergronden zijn, gedeeltelijk zelfs ouder dan de vroegmiddeleeuwse ontginningen. Het sterk gevlekte uiterlijk is waarschijnlijk ontstaan door een latere begroeiing met bos, vooral met hakhout.

Onder (de resten van) de B3- of BC-horizont van het humuspodzol- of moderpodzolprofiel òf, waar dit geheel verstoord is, direct onder de humushoudende bovengrond, ligt een bleke, gehomogeniseerde horizont van 1 à 3 decimeters dikte. Hieronder volgt gelaagd (dek)-zand, waarin een aantal donkerbruine banden voorkomt. De bleke horizont dringt met onregelmatig trechtervormige tongen diep in de laag met banden door. Het centrale deel van de tongen bevat hetzelfde bleke, gehomogeniseerde materiaal als de bleke horizont erboven. Onderin de tongen is zeer zware klei als dunne adertjes aanwezig. Naar de buitenzijde gaat het bleke centrum van de tongen meestal geleidelijk over in een plaatselijk nog gelaagd, grijs gedeelte. De tongen zijn omgeven door een feloranje tot roodbruine roestzone. Deze bestaat uit een smalle, vaak scherp afgegrensde band of uit onregelmatige, soms diffuus begrensde vlekken.

In de onderste bruine band komen talrijke scheuren voor, die in een horizontale doorsnede een polygoonpatroon vormen. De scheuren sluiten naar boven aan bij de tongen. Scheve doorsnijding van de tongen geeft een onregelmatige afwisseling van

lichtgekleurde, oranje of roodbruine en donkerbruine vlekken en vlammen te zien. Het ontstaan van een dergelijke z.g. vlammenhorizont (in het buitenland vaak als pseudogleyhorizont aangeduid) kan, uitgaande van hetgeen in het buitenland van min of meer overeenkomstige profielen in löss- en leemgronden bekend is, als volgt worden gedacht.

In het dekzand zijn gedurende het laatste deel van de ijstijd vorstscheuren ontstaan, die een polygoonnet vormden. Wellicht is toen ook enige klei ontstaan door kryoklastische verkleining. Toen het klimaat verbeterde, werd het dekzand bovenin al snel ontkalkt en begon een verwering van primaire mineralen, waarbij ijzer vrij kwam en wat klei werd gevormd. Dit materiaal hechtte zich als zeer dunne (z.g. primaire) ijzerhoudende huidjes rondom de zandkorrels.

Bij de verdere bodemvorming werd een deel van deze ijzerhoudende klei uit de bovengrond naar de ondergrond verplaatst en daar in een aantal banden weer afgezet als dikke huidjes rondom de korrels (banden-B- of B2t-horizont). Door de verarming aan klei en ijzer ontstond bovenin het profiel een bleke horizont (A2-horizont). Waar, zoals in het gebied van Wouw, betrekkelijk fijn materiaal direct op grover materiaal rust, ligt de onderste band van de banden-B-horizont dikwijls op of dicht boven deze grens. Dit hangt samen met de vertraagde uitzakking van water naar de ondergrond. Vooral waar niet te diepe (gemiddelde) grondwaterstanden voorkomen, waardoor de uitzakking van water extra wordt vertraagd, wordt in de onderste band veel klei afgezet.

De doorlatendheid van de grond wordt door deze processen geleidelijk slechter. Ook verarmt de bovengrond steeds meer en neemt de biologische activiteit af. In natte perioden ontstaat in de bovengrond een anaëroob milieu, waardoor een deel van het ijzeroxyde van de nog aanwezige kleihuidjes gereduceerd wordt en in complexe verbinding met organische zuren wordt afgevoerd. De ontijzerde klei dispergeert gemakkelijk en wordt vervolgens eveneens uitgespoeld. Deze klei wordt in de B2t-horizont weer afgezet als zeer dikke huidjes, waaraan later ook weer een deel van het ijzeroxyde uit de A2-horizont wordt gebonden. De A2-horizont verdiept zich en dringt met tongvormige instulpingen in de banden-B-horizont door. Deze wordt daardoor bovenaan geleidelijk afgebroken. De tongen ontstonden juist ter plaatse van de (vroegere) vorstscheuren, omdat dit vrijwel de enige plaatsen waren, waar wortels in de ondergrond konden doordringen. Deze wortels voorzagen ten dele in het organische materiaal, dat bij de genoemde reductie van het ijzer nodig was.

Bij de degradatie van het bodemprofiel kreeg de onderste band fragipanachtige eigenschappen. Het kleigehalte in deze laag is hoger dan in de overige banden, de doorlatendheid is gering en bij geringe druk springt het materiaal in schubvormige elementen uiteen.

Het regenwater dat door de A2-horizont zakt, kan gemakkelijker de tongen dan het aangrenzende materiaal binnendringen. Doordat de tongen wigvormig toelopen, kan het water echter niet snel worden afgevoerd. De tongen raken snel verzadigd, waardoor een anaëroob milieu ontstaat. Het ijzeroxyde van de kleihuidjes aan de rand van de tongen wordt gereduceerd en door het water zijdelings naar de nog ten dele ge-

aëreerde delen van de grond, verplaatst. Waar het ijzer op enige afstand van de tongen met lucht in aanraking komt, wordt het opnieuw geoxydeerd. Hierdoor ontstaat de feloranje tot roodbruine zone nabij de rand van de tongen. Evenals in de A2-horizont dispergeert de ontijzerde klei gemakkelijk. Een deel wordt door het zijdelings verplaatste water eveneens in de roestzone of iets verder binnenwaarts afgezet, waar het zeer dikke kleihuidjes vormt, doortrokken met later aangevoerd ijzeroxyde, en de holten vaak geheel opvult. Een ander deel van de klei wordt onderin de tongen opgehoopt en vormt dunne adertjes van zeer zware klei. Door het beschreven proces verbreden de tongen zich geleidelijk, waarbij ook de roestzone weer kan worden aangetast.

Ook de waterhuishouding van het gebied heeft enkele speciale aspecten. De meeste sterk lemige gronden in dit gebied zijn in het vroege voorjaar relatief nat. Ze blijven in de zomer opvallend vochtig en zijn in het najaar weer snel nat. In overeenstemming hiermee komen droogteverschijnselen in het gewas, zelfs in (niet te extreme) droogteperioden, nauwelijks voor.

Uit grondwaterstandsmetingen is gebleken, dat het verschil tussen de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand zeer groot is. Bovendien zijn de wintergrondwaterstanden zeer ondiep, zelfs op hoge delen van het landschap. De oorzaak is de ondiepe ligging van de zeer zware, slecht doorlatende, onder-pleistocene kleilaag en het geringe bergend vermogen van de erboven liggende grond.

Het vrijwel ontbreken van droogteverschijnselen in het gewas hangt samen met de grote hoeveelheid vocht die aan de grond kan worden onttrokken. Deze hoeveelheid is aanzienlijk groter dan bij zwak lemige gronden met vergelijkbare wintergrondwaterstanden. In de sterk lemige gronden is gedurende het groeiseizoen van de gewassen de vochtvoorziening vrijwel altijd gewaarborgd, vooral bij in de zomer afrijpende gewassen, zoals granen. Ook indien de totale hoeveelheid te onttrekken vocht van een grond groot genoeg is om in de waterbehoefte van een gewas gedurende zijn groeiperiode te voorzien, kan het bij een diepe grondwaterstand voorkomen dat het vocht niet snel genoeg kan worden aangevoerd. Bij de sterk lemige gronden kan dan echter aan de bovengrond, waarin het vocht altijd direct voor de wortels beschikbaar is, meer vocht worden onttrokken dan bij de zwak lemige gronden. Het hogere leemgehalte bleek hierbij een rol te spelen.

Uit onderzoekingen naar de vochttoestand van de bovengrond gedurende het voorjaar en de voorzomer bleek op alle waarnemingsdata dat in de sterk lemige gronden meer opneembaar vocht aanwezig was dan in de zwak lemige gronden. Slechts een enkele maal werd in een deel van de sterk lemige bovengrond een vochtspanning van meer dan pF 3,0 gemeten; bij de zwak lemige gronden was dit veel vaker het geval en werden vochtspanningen van pF 3,7 bereikt.

Een grotere hoeveelheid opneembaar vocht, dus een lagere vochtspanning, heeft vooral later in het groeiseizoen een gunstige invloed op de groei van de gewassen. Dit en de eerder genoemde aspecten van de waterhuishouding vormen een belangrijke factor in de gunstige teeltmogelijkheden voor de gewassen in het gebied van Wouw, met name voor tarwe.

De bodemkundige en hydrologische gesteldheid van het gebied hebben de ontginningsgeschiedenis en de landbouwkundige ontwikkeling duidelijk beïnvloed. Van de alleroudste ontginning is weinig bekend. Aangenomen mag worden, op grond van nog bestaande en vroegere flora-elementen en van de toponiemen, dat het gebied direct uit bos ontgonnen is en geen langdurige heidebegroeiing heeft gekend. Ook de naam van het dorp duidt op een ontginning uit bos en wel uit een moerassig bos. Gezien de in Noord-Brabant vrijwel onbekende naam 'woud' voor een bos, is althans een deel van het gebied wellicht ontgonnen door een van elders afkomstige bevolkingsgroep. Dit hangt mogelijk samen met de toenemende invloed van de Heren van Breda in de twaalfde eeuw.

Zowel bij het vroegere kasteel van de Heer van Breda als bij een veronderstelde eerdere nederzetting (Ouwburg, langs de Smalle Beek even ten zuiden van de weg naar Bergen op Zoom) ligt op een hoge kop een complex bouwland met lange, smalle percelen, waarvan vele de naam 'donk' dragen. Dit bouwland moet waarschijnlijk als de vroegste ontginning, behorende bij de genoemde vestigingen, beschouwd worden. Het dorp moet ongeveer tegelijkertijd zijn ontstaan.

In het begin van de vijftiende eeuw was reeds een groot deel van het gebied ontgonnen, al bleven verspreide bosresten nog lang in stand. Het 'normale' beeld van nederzettingen op zandgronden – een aantal gehuchten, omgeven door wat bouwland en gescheiden door uitgestrekte heidevelden – ontbreekt hier. Dit hangt vooral samen met de aanwezigheid van veel goede weidegronden. Behalve de brede beekdalen waren dit de schorren van het aangrenzende zeekleigebied, waarvan het zuidelijke deel toen nog tot het gebied van Wouw behoorde en als gemeenschappelijke(?) weidegrond in gebruik waren. Doordat men veel vee kon houden, was er bij de ontginning van het gebied van Wouw geen gebrek aan mest, zoals bijna overal elders op de zandgronden. Bovendien was de grond hier van betere kwaliteit dan elders, zodat minder zwaar gemest behoefde te worden. Omdat men tevens veel wintervoer voor het vee kon winnen, kon men hier, in plaats van de gebruikelijke heideplaggen en zand, een deel van de relatief hoge stro-opbrengst gebruiken voor de mestbereiding in de potstal. Hierdoor en door de minder zware bemesting werd het bouwland slechts weinig opgehoogd met in de mest aanwezig anorganisch materiaal. Hierdoor was het gebied van Wouw al vroeg een welvarende landbouwstreek. Door de gunstige bodemgesteldheid kon men zich snel aanpassen aan veranderingen in de landbouw. Zo werd na de invoering van de suikerbietenteelt in ons land, dit gewas al vrij snel in Wouw verbouwd. Doordat het ook als wintervoer voor het vee kon worden gebruikt, kon men een deel van de stoppelgewassen missen. Daardoor werd de roggeteelt geleidelijk vervangen door die van tarwe. Voordien werd tarwe alleen op de grotere bedrijven verbouwd.

Na de ineenstorting van de graanprijzen in de jaren tachtig van de vorige eeuw ging men ertoe over het bouwland een aantal jaren als grasland te exploiteren en na 5 tot 8 à 10 jaren weer te scheuren. De toenemende schade die door bieten- en havercystenaaltjes werd aangericht en de opkomst van de veredelingslandbouw hebben deze ontwikkeling belangrijk gestimuleerd. Momenteel is in het gebied ongeveer evenveel grasland als bouwland aanwezig.

Om vast te stellen in hoeverre de meest verbouwde gewassen ook de meest geschikte zijn, werd een bodemgeschiktheidsbeoordeling voor bouwland en voor grasland gemaakt. Deze beoordeling is gebaseerd op een aantal met de geologie, de bodemgesteldheid en de waterhuishouding samenhangende eigenschappen. Bij de akkerbouwgewassen bleken vooral wateroverlast, berijdbaarheid en verslemping van belang, bij het grasland vooral de voorjaarsontwikkeling en de draagkracht.

Een groot deel van de sterk lemige gronden bleek zeer goed geschikt te zijn voor de teelt van aardappelen, suikerbieten, gerst en zomertarwe, d.w.z. dat zeer goede opbrengsten worden verkregen zonder veel risico en zonder veel extra kosten of moeite. De kleine oppervlakte wat drogere kopjes en de hoofdzakelijk in de beekdalen gelegen zeer natte gronden, zijn voor de genoemde gewassen wat minder en soms (vooral voor suikerbieten) slechts matig geschikt. Voor wintertarwe is de meerderheid van de gronden goed geschikt. Alleen de zo juist genoemde kleine oppervlakte wat drogere en de zeer natte gronden zijn ook voor dit gewas minder geschikt of soms ongeschikt. Bij een klein deel van de gronden die door wateroverlast niet optimaal geschikt zijn voor de beoordeelde gewassen, speelt ook de hiermee samenhangende slechtere berijdbaarheid in voor- en najaar een rol. Eveneens draagt tot deze geringere geschiktheid bij de verslemping, die weliswaar bij alle gronden in lichte mate voorkomt, maar bij deze gronden wat groter is en wat meer grondbewerking en dus wat hogere kosten vraagt.

Ook voor grasland zijn de meeste gronden zeer goed geschikt. Een uiterst kleine oppervlakte is iets minder geschikt door kans op verdroging; een betrekkelijk geringe oppervlakte is slechts matig geschikt door een te natte ligging, waardoor de voorjaarsontwikkeling te wensen overlaat en de draagkracht minder goed of vrij slecht is.

Wat het bodemgebruik betreft, bleek bij een telling in 1965 grasland bijna de helft van het gebied te beslaan en kwamen tarwe, gerst en suikerbieten over het algemeen in ongeveer gelijke mate voor. De oppervlakte beteeld met aardappelen was wat geringer. Voornamelijk op de kleine oppervlakte wat drogere gronden werd minder tarwe en suikerbieten en meer gerst verbouwd. Tarwe, vooral wintertarwe, en suikerbieten besloegen een wat grotere oppervlakte op de zeer sterk lemige gronden. Dit beeld komt goed overeen met de geschiktheidsbeoordeling waarbij de meest voorkomende gronden zeer goed tot goed geschikt voor alle gewassen en voor grasland zijn. Afwijkingen zijn uiteraard onvermijdelijk door de noodzaak van vruchtwisseling en doordat de natte gronden in de beekdalen vrijwel geheel als grasland worden gebruikt, hoewel ze hiervoor slechts weinig geschikt zijn. Voor bouwland zijn deze gronden echter nog minder geschikt of geheel ongeschikt.

Geconcludeerd mag worden dat het bodemgebruik goed is aangepast aan de potentiële mogelijkheden van het gebied, d.w.z. van de mogelijkheden die de natuurlijke gesteldheid biedt. Het voornamelijk door het bodemgebruik gekarakteriseerde agrarische landschap van Wouw is derhalve een afspiegeling van deze natuurlijke gesteldheid, vooral van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding.

Summary

Since ancient times, man has taken account of natural conditions, when transforming the original landscape for agriculture. If other natural factors (relief, climate) are less important, especially soil and water conditions influenced the agriculture, unless some other causes (tradition, law or the agricultural system) obstructed these relationship.

As an example, this study describes the very loamy sand region around the village of Wouw in the province of North-Brabant (Fig. 2). Here geology, soil and hydrological conditions directly or mutual clearly determine the rural landscape.

The most remarkable characteristics of this region are as follows:

The landscape is very exposed (Fig. 1 and 29). Trees grow mainly along the roads, around and in the village of Wouw and directly around some farmsteads. The area is almost entirely under agriculture, with many large farms and large farmsteads (Table 19 and 21; Fig. 28). The grassland that covers about an equal area as arable land (Table 21) is not restricted to lower parts of the landscape, but alternate throughout the area irregularly with arable land. Unlike other sandy areas, rye is hardly grown and wheat is an important crop.

Geology

One of the most remarkable characteristics of the region is a surface layer of very loamy or extremely loamy sand ca 60 cm thick (Table 3; Fig. 4 and 14). The characteristic landscape corresponds closely with the distribution of this loamy sand.

A lower Pleistocene layer of clay (Table 6a), some decimetres to ca 2 metres thick, lies nearly everywhere, at a depth of 1 to 4 m (Fig. 4) under the very loamy coversand. This clay layer approaches the surface or is exposed along slopes down to watercourses (Fig. 14). Above the clay are sediments, a few decimetres to some metres thick, from the Lower or Middle Pleniglacial period of the Weichselian (Table 1). These sediments are covered by very fine slightly loamy Older Coversand II, deposited during the Upper Pleniglacial Period. The uppermost part of this coversand consists of the very loamy sand. The Older coversand is 2 to 2.5 m thick on the ridges between the watercourses and 1 to 1.5 m in lower parts of the region. The coversand is thinner on the slopes to watercourses (like sediments of Lower and Middle Pleniglacial age where present). Near the watercourses, the Older Coversand is often absent.

There is a relation between the occurrence of the very loamy coversand and the clay layer in the subsoil. Where this layer was near the surface at the end of the Pleniglacial period, the soil remained moist and was covered with a relatively dense

(tundra) vegetation. The wind velocity diminished in this period and also the fine fraction of the coversand was transported near the surface. The fine sand fraction was retained by the tundra vegetation and fixed by the wet soil.

Soil conditions

During the Holocene period, humic podzols formed in the very loamy coversand. The B horizon of these podzols is thin and grayish, as in all very loamy soils. Much of the B horizon has been disturbed by man and is mixed with the humic A horizon, which is usually 40 cm thick. From the known thickness of the original profile, soils cannot have been raised much by spreading Plaggen manure (manure from stalls of cattle bedded on heather sods, forest litter or sand). Elsewhere on sandy soils in the Netherlands, this ancient practice has resulted in Plaggen soils, insignificant in this region except immediately around the village of Wouw and in some other small areas (see soil map), where the humic surface soil is 55 to 60 cm, or even 70 cm thick.

Contrary to common opinion, the colour of the surface soil is somewhat lighter instead of somewhat darker than elsewhere (Fig. 6). However, in early spring, when the bare surface is still visible, the surface soil in Wouw is moister than elsewhere and so looks darker.

In many places, the humic A horizon consists of three clearly separated parts. Above the reworked upper part of the former humus-podzol, there is a marked grayish-brown layer. It is often very uneven with many yellow-brown and dark-brown spots and grayish-brown parts. The surface layer is somewhat browner than of other soils in the region (Table 2). These soils are supposed to be very old farmland, partly even pre-Medieval. The strongly spotted appearance probably developed after the reversion to forest, especially into coppice.

Under the (remaining part of) the B_3 or BC horizon of the podzol profile or, where this profile has completely been destroyed, immediately under the humic A horizon, there is a pale homogenized horizon, some decimetres thick. It lies on top of still stratified coversand with dark-brown lamellae with somewhat more clay (banded B horizon). The pale horizon penetrates with irregular funnel-shaped tongues, with some horizontal ramifications (Fig. 7 and 8B) far into the banded B horizon.

The middle of the tongues consists of the same pale homogenized material as the pale horizon above them. Thin veins of clay are situated near the bottom of the tongues. Towards the outside, the tongues turn grayer and are still partly stratified. The tongues are bordered by a zone of vivid orange or red-brown ferric oxide. The deepest brown band has numerous cracks, forming a polygonal pattern in a horizontal plane. The cracks merge upwards into the bleached tongues. A sloping or oblique intersection of the tongues with a profile wall causes irregular alternation of pale gray, orange or red-brown, gray and dark-brown parts, the marbled or pseudogley horizon (Fig. 8A).

From data about similar phenomena in loess and other loams, the development of such a horizon can be explained as follows (Fig. 10). Late in the Weichselian period,

frost cracks originated in the coversand (Fig. 10A). Possibly some clay formed by cryoclastic weathering. When the climate improved, the top of the coversand soon decalcified (Fig. 10B); the easily weatherable minerals supplied free iron oxide and some clay. The clay formed thin ferrogeneous cutans (primary ferri-argillans) around the sand grains. With continuing soil formation, part of the clay fraction was removed from the mixed upper part of the profile; it formed rather thick ferri-argillans around the grains and on the walls of pores of a number of lamellae in the subsoil (Fig. 9B).

A slightly bleached A_2 horizon originated above still stratified sand (Table 5, No 2 and 3) with the dark-brown clay-enriched lamellae (banded B horizon; Table 5, No 4; Fig. 10C).

The very loamy sand with a sharp boundary lies on loam-poor material (Table 5, No 15; Fig. 8B); if so, drainage is often restricted and the lowest clay-enriched lamella forms at or near this boundary. Especially where the (mean) watertable is close to such a boundary, drainage is very slow and much clay is deposited in the lamella.

In the course of time, such soils became less permeable; the impoverishment of the surface continued and biological activity diminished. During wet periods, the surface turned anaerobic, ferric oxide in the ferri-argillans was reduced and leached away (Fig. 9A) in complexes with humic organic compounds. The clay was then easily dispersed and also leached downward. The loss of iron and clay intensified the bleaching of the A_2 horizon. The leached clay, later again enriched with reoxidised iron from the A_2 horizon, was deposited as very thick argillans and ferri-argillans around the grains and in pores of the banded B horizon (Table 5, No 4; Fig. 9C).

As loss of iron and clay continued (Table 5, No 1), the A_2 horizon became thicker (Fig. 10D) and penetrated as tongues into the banded B horizon (Fig. 7, 8B, 10E), whose upper part was gradually destroyed, initially again by removal of iron oxide from the ferri-argillans and probably by disorganization of clay particles in the remaining argillan, causing a flecked appearance of the argillans under the microscope (Fig. 9D).

A small fraction of the reduced iron would almost immediately be reoxidized at surfaces of unmixed material in the A_2 horizon (Fig. 10D) and later especially in stratified remnants of destroyed thin lamellae (Fig. 10E). Gradually the pores of these parts were entirely filled with iron oxide (Fig. 10F); they hardened and concreted. Afterwards they may be found in the B horizon of a later formed podzol at the top of the old A_2 horizon (Fig. 7, B, 10G).

The ancient frostcracks were almost the only places where roots could penetrate the subsoil. Such roots supplied organic matter for the reduction of the iron oxide, causing tongues to develop especially in the frostcracks. At the same time the lowest lamella of the banded B horizon became fragipanlike (Fig. 10E). It contains more clay (Table 5, Nos 5, 6; Fig. 9E) than the other lamellae, is low in permeability and is very brittle when dry.

The rainwater that percolates through the A_2 horizon penetrated easier into the tongues than elsewhere. However it could not drain away quickly because of the funnel shape of the tongues, which became saturated and caused anaeroby with low redox

potentials. Here again, iron oxide in the ferri-argillans at the border of the tongues was reduced and transported horizontally to remaining aerated parts of the soil outside the tongues with higher redox potentials. The iron reoxidized in a small zone (Fig. 7, J, 10F). As in the A_2 horizon, the iron poor clay at the border of the tongues was easily dispersed. These processes bleached the central part of the tongues (Table 5, Nos 10, 11; Fig. 7, F, 10F) and resulted in sand grains without cutans or with thin argillans, partly still with some iron oxide, mixed with transported clay material with a striated orientation (Fig. 9F).

The bleached part of the tongues gives way to a thin gray still stratified zone (Fig. 7, G), where the iron oxide has disappeared, but argillans are still present (Table 5, No 7, 8, 9; Fig. 9H). Part of the dispersed clay shifted laterally into the zone rich in iron oxide (Table 5, Nos 13, 14). Here, very thick ferri-argillans formed, gradually saturated with newly precipitated iron oxide (Fig. 9J) and most pores were filled up. Much of the clay gradually accumulated at the bottom of the tongues (Fig. 7, H, 9G, 10F), as thin veins (Table 5, No 12). These processes gradually enlarged the tongues; even the zone rich in iron oxide was affected again (Fig. 9K). Finally a podzol may form in the upper part of the impoverished A_2 horizon (Fig. 10G, Fig. 11).

Soil hydrology

The hydrology of the region has some special features of importance for agriculture. Most of the soils around Wouw are wet in early spring, remain remarkably moist throughout the summer and become wet again quickly in autumn. Crops rarely wilt in dry periods, unless extreme. Watertables are indicated on the soil map (Table 4).

Measurement indicated extreme differences between the mean highest and mean lowest watertable (Fig. 13, 14, 17). In winter, the watertable is shallow, even in higher places (Fig. 14) and the rise in autumn is very quick (Fig. 14; Table 8), because of the poorly permeable clay layers in the subsoil (Table 6a; Fig. 14) and of the low storage capacity of the soil (Tables 6b, 7 ;Fig. 15). Here and there during heavy rain in winter, the soil cannot take up all the water, of which the surplus runs off and may cause some gully erosion (Fig. 16).

The lack of wilting is caused by the large amount of water that can be extracted from the soil by crops (Fig. 18). It is considerably more than in weakly loamy soils with comparable mean highest watertable (Table 9). Comparisons with the chance of an evaporative surplus in different periods during the growing season (Table 10) indicate that in Wouw the amount of extractable water nearly always supplies the wants of crops, especially that ripen early in summer.

But even if the total extractable water guarantees the supply for a crop, the upward movement from a deep watertable may be too slow. However, in the very loamy soils more water can be extracted from the humic top soil, where water is always immediately available for the roots, than in slightly loamy soils: at the same moisture tension, the soil contains more water (Fig. 20). This is partly due to the larger loam fraction (Fig. 19).

In spring and early summer very loamy soils always contained more available soil moisture than slightly loamy soils (Table 12, 13, 14; Fig. 21A, B). In the soils of Wouw, the moisture tension at field capacity (moisture content after complete saturation and free drainage) was pF 2.1 (Table 11) and not 2.3 as in slightly loamy soils. Even after a dry period of six weeks in 1959, when many weakly loamy soils approached wilting point (pF 4.2), the moisture tension in the very loamy soils was still quite low (Table 15).

As the low moisture tension in early summer favours water consumption and thus production (Fig. 22), it could be one cause of the good yields of wheat and other crops (Table 20).

Origin and history of rural landscape

The soil and hydrological conditions of the region influenced on a large scale the reclamation and rural development. Little is known about first reclamation. Existing and former natural vegetation and place-names suggest that the region was covered by forest; heathland never existed. The name of the village itself, first recorded in 1232, means a boggy forest. The Lord of Breda gained influence in the area in the Twelfth Century and near where his catle stood as well as near a supposed earlier site, blocks of arable land were situated in strips on an elevated ridge (Fig. 24, 25). Many of them are called 'donk', and old name for a small isolated elevation. These blocks of arable land probably represent the first systematically reclamation, associated with the castle sites and the other settlement and with the foundation of the village.

At the beginning of the Fifteenth Century, most of the region was already farmed. Because of the abundance of good grassland, the settlement pattern differs from that typical of sandy regions in the Netherlands: dispersed hamlets surrounded by a little arable land and separated by vast heathlands.

Besides the large valleys of watercourses, grassland was available on adjoining salt-marshes to the north. The large herds of livestock produced much manure, so that a large area could be cultivated. Moreover, the soil conditions were better than elsewhere, so the land required less manure.

As winter feed for the cattle was also plentiful, part of the straw could be used as bedding for inwintered cattle, instead of the usual heather-sods, forest litter or sand. This and the smaller amount of manure needed explains the slight raising of the arable land, compared with other old farmland on sandy soils.

With its various advantages, the region has always been rather prosperous. The good soil conditions allowed rapid adaptation of agriculture. An example is the cultivation of sugar-beet in the Nineteenth Century, soon after its introduction into the Netherlands. Sugar-beet also supplied winter fodder, so other fodder crops, cultivated after the harvest of rye, could be disposed off. Therefore rye was replaced by wheat, which was previously grown only on the large estates. Also the clearing of hedges from around the fields, perhaps always less numerous than in other regions (Fig. 27), started much earlier than elsewhere. This favoured mechanization.

After cereal prices slumped in the 1880s, part of the arable land in rotation was turned to grass for some years. After five to eight or ten years, it was cropped again. This ley system was stimulated by the increasing damage from beet and oat cyst-eelworms and by the introduction of the intensive stockfarming on sandy soils. Grassland, which was rare outside the valleys of watercourses about the middle of the Nineteenth Century (Fig. 26) now covers about half the region (Table 22). The area under grassland is almost constant.

Agricultural suitability

To find out how far the cultivated crops are the most suitable, a soils suitability rating for arable and for grassland was made (Table 16, 18). The assessment is based on properties connected with geology, soil and hydrology.

For arable land the water surplus, the bearing capacity and the slaking of soil restrict cultivation. Slaking occurs especially in soils with a higher moisture content at pF 2.1 than at the upper plastic limit (Table 17). Slight slaking can be observed in nearly all soils around Wouw but is more pronounced only in some soils (Fig. 29) and requires more labour in spring. For grassland, the earliness of growth and bearing capacity are important factors.

Most of the very and extremely loamy soils are very well or well suited for spring wheat, barley, sugar-beet and potatoes; these crops give high yields with little risk and a little cost of money and labour. For winter wheat most soils are well suited. Only a small area is moderately suitable for sugar-beet and moderately or poorly suited for wheat.

Most soils are well suited for grassland. Only a small area is less suited because of the chance of wilting. Some soils are only moderately suited for grassland through excess of water. On these soils, the spring flush is late and their bearing capacity is insufficient, being less than 0.5 MPa (ca 5 $kgf \cdot cm^{-2}$) (Fig. 30). These soils may be extensively damaged by poaching.

Present agriculture

In a survey of 1965 (Table 22; Fig. 32), wheat was more cultivated in this region than on weakly loamy soils, where barley was the main crop (Table 24). Peas and butterbeans were grown more on heavy-textured soils; for horticulture, light-textured soils were otherwise preferred.

On the very loamy and extremely loamy sands of Wouw, barley and sugar-beet covered about the same area (Table 22). Potatoes covered slightly less area. Wheat and sugar-beet were grown somewhat less on the drier soils. For these crops, especially winter wheat, the extremely loamy soils were preferred (Table 23).

In aggregate for the whole area, the four main crops covered about the same area (Table 24). This is in line with the suitability evaluation, especially with the slight differences in suitability for the four main crops and with good suitability of most

of the area for grassland. Some deviation is inevitable through crop rotation, accidental circumstances or lack of alternative. For instance, the wet soils in the valleys are used exclusively for grassland, even though they are hardly suitable for such use. However, they are entirely unsuitable for crops.

From the foregoing may be concluded that land-use in the area of Wouw is well adapted to natural conditions, especially soil-conditions and hydrology. The rural landscape, mainly characterized by land-use, is therefore also connected with the natural conditions.

Literatuur

Aa, A. J. van der, 1835-1851. Aardrijkskundig woordenboek der Nederlanden.

Ackersdijk, W. C., 1838. Nasporingen omtrent het landschap in vroeger eeuwen Taxandria genoemd.

Akker, A. M. van den, M. Knibbe & G. C. Maarleveld, 1964. Het Sallandse dekzandlandschap. Tijdschr. K. ned. aardrijksk. Genoot. 81(3): 287–297.

Altemüller, H. J., 1962. Beitrag zur mikromorphologischen Differenzierung von durchschlämmter Parabraunerde, Podzol-Braunerde und Humuspodzol. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 98: 247–258.

Amerijckx, J., 1960. La pédogénèse en Flandre sabloneuse. Pédologie, Gand 10: 124–190.

Aubert, G. & P. Duchaufour, 1956. Projet de classification des sols. Trans. 6th int. Congr. Soil Sci., Paris Vol. V: 597–604.

Bakker, H. de & J. Schelling, 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Pudoc, Wageningen.

Baldwin, M., 1928. The grey Brown Podzolic Soils of the eastern U.S. Proc. 1st int. Congr. Soil Sci., Washington Vol. IV: 276-282.

Bal, Jodocus, 1666. Landboek van het Marquizaat van Bergen op Zoom en van de Baronie van Breda.

Bartelli, L. J. & R. T. Odell, 1960. Field studies of clay enriched horizons in the lowest part of the solum of some brunizem and gray brown podzolic soils in Illinois. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 24: 388–390.

Bartelli, L. J. & D. B. Peters, 1959. Integrating soil moisture characteristics with classification units of some Illinois soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23: 149–151.

Beex, G., 1957. Noord-Brabants oudste geschiedenis. Brabantia 6: 242–247.

Beex, G., 1960. Verspreiding van de praehistorische landbouwculturen in de Kempen. In: Kultuurhistorische verkenningen in de Kempen I. Uitg. Brabants Heem.

Bergh, L. Ph. C. van den, 1949. Handboek der Middelnederlandse geografie. 's-Gravenhage.

Bétrémieux, R., 1951. Etude expérimentale de l'évolution du fer et du manganèse dans les sols. Annls agron. 2: 193–295.

Bétrémieux, R. & S. Hénin, 1965. Artificial profile development by decomposition of plant material. In: Experimental pédology, Proc. 11th Easter School Agron. Sci., University of Nottingham '64. p. 179–188.

Bierhuizen, J. F., 1958. Some observations on the relation between transpiration and soil moisture. Neth. J. agric. Sci. 6: 94–99.

Blink, H., 1904. Geschiedenis van de boerenstand en de landbouw in Nederland. Groningen.

Bloomfield, C., 1951. Experiments on the mechanism of gleyformation. J. Soil Sci. 2: 196–212.

Bloomfield, C., 1963. Mobilisation phenomena in soils. Rep. Rothamsted exp. Stn. p. 226–230.

Blume, H. P., 1964. Zur mechanismus der Tonverlagerung. Trans. 8th int. Congr. Soil Sci., Bucharest 1964, Vol. V: 715–722.

Blume, H. P., 1968. Zur Mechanismus der Marmorierung und Konkretionsbildung in Stauwasserböden. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 119: 124–134.

Blume, H. P. & U. Schwertmann, 1969. Genetic evaluation of the profile distribution of aluminium, iron and manganese. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 33: 438–444.

Blümel, F., 1962. Formen der Eisenoxydhydrat-Ausscheidungen in Gleyen und Pseudogleyen. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 98: 258–264.

Boekel, P., 1963. Invloed van de zwaarte op enkele physische eigenschappen van de grond. Landbouwk. Tijdschr. 75: 507–518.
Boekel, P., 1965. Karakterisering van de slempigheid van zavelgronden door bepaling van de consistentie. Landbouwk. Tijdschr. 77: 306–311.
Boekel, P., 1970. Verbetering en handhaving van de structuur van de bouwvoor. In: Bodem en Bemesting. Cursus Bodemkunde III. p. 683–684. Wageningen.
Boeren, P. C., 1965a. De heren van Breda en Schoten, ca. 1100-1281. Leiden.
Boeren, P. C., 1965b. Van Haviksdonk tot Roosendaal. Jaarb. Ghulden Roos 25: 65–90.
Bouma, J., L. J. Pons & J. van Schuylenborgh, 1968. On soil genesis in temperate humid climate. VI: The formation of a glossudalf in loess (silt loam). Neth. J. agric. Sci. 16: 58–70.
Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. London.
Brewer, R. & A. D. Haldane, 1957. Preliminary experiments in the development of clay orientation in soils. Soil Sci. 84: 301–309.
Broek, J. M. M. van den, 1958/1959. Bodenkunde und Archäologie mit besonderer Bezugnahme auf die Ausgrabungen im Neolithikum von Sittard und Geleen. Palaeohistoria VI-VII: 7–18.
Broek, J. M. M. van den, 1966. De bodem van Limburg. Toelichting bij blad 9 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. Wageningen.
Broek, J. M. M. van den & H. W. van der Marel, 1968/1969. Weathering, clay migration and podzolisation in a hydromorphic loess soil. Geoderma 2: 121–150.
Brümmer, G., 1973. Redoxreaktionen als merkmalsprägende Prozesse hydromorpher Böden. In: Schlichting & Schwertmann (Ed.): Pseudogley and gley. Trans. Comm. 5th int. Soc. Soil Sci. p. 17–27.
Brunnacker, K., 1959. Bemerkungen zur Parabraunerde. Geol. Jahrb. 76: 561–576.
Buol, W. S. & F. D. Hole, 1961. Clayskin genesis in Wisconsin soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 25: 377–379.
Carlisle, F. D., 1954. Characteristics of soils with fragipan in a Podzol region. Dissertatie Cornell University of Ithaca.
Carlisle, F. J., E. G. Knox & R. B. Grossmann, 1957. Fragipan horizons in New York soils. I. General characteristics and distribution. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 21: 320–321.
Carnoy, A., 1941. De voornaamste namen voor omheiningen in de Vlaamsche en Waalsche toponomy. Hand. K. Comm. Toponomy en Dialektologie 15: 289–298.
Cerutti, F. F. X., 1945. Gageldonk. Jaarb. Ghulden Roos 5: 52–85.
Cerutti, F. F. X., 1952. Geschiedenis van Breda: de Middeleeuwen. p. 26–55. Tilburg.
Cerutti, F. F. X., 1956. Middeleeuwse rechtsbronnen van stad en heerlijkheid Breda. 1: inleiding rechtsbronnen. Kemink, Bussum.
Childs, E. C., 1957. Physics of land drainage. In: Drainage of agriculture lands. Agronomy 7: 1–78.
Cline, M. G., 1949. Profile studies of normal soils of New York. 1: Soil profile sequences involving brown forest, gray-brown podzolic and brown podzolic soils. Soil Sci. 68: 259–272.
Coen, G. M., S. Pawluk & W. Odynsky, 1966. The origin of bands in sandy soils of the stony plain area. Can. J. Soil Sci. 46: 245–254.
Commissaris, A. C., 1947. St. Catharinadal. Schets over de geschiedenis van het oudste klooster. Breda.
Coninck, F. de, 1967. Aspects physico-chimiques de la pédogénèse en campine anversoise. Dissertatie Gent. Centrum voor Bodemkartering, Gent.
Coninck, F. de & J. Laruelle, 1964a. Pédogénèse dans les sols sableux glauconifères de la Campine belge. Trans. 8th int. Congr. Soil Sci., Bucharest, Vol. V: 373–382.
Coninck, F. de & J. Laruelle, 1964b. Soil development in sandy materials of the Belgian Campine. In: Jongerius (Ed.): Soil micromorphology; Proceedings of the 2nd international working-meeting on soil micromorphology, Arnhem. p. 169–188.
Crommelin, R. D., 1965. Sedimentpetrologie en herkomst van jong Pleistoceen dekzand in Nederland. Boor Spade 14: 138–150.

Cuvelier, J., 1912/1913. Les dénombrements de foyers en Brabant (XIV-XVIe siècle).
Deckers, J., 1957. Sols hydromophiques des hautes plateaux de l'Ardenne belge et leur mise en valeur. Pédologie, Gand 7: 193–198.
Deckers, J. & L. Bayens, 1963. Polysequumprofielen van de Hoge Kempen, Pédologie, Gand 13: 120–154.
Delahaye, A., 1972. De polders van Steenbergen. In: Steenbergen in de Middeleeuwen, p. 221–262. Uitg. Gemeentebestuur Steenbergen.
Dhein, A. & N. Mott, 1956. Untersuchungen über den Einflusz des Grundwassers auf den Wasserhaushalt des Bodens in dynamischer und statischer Hinsicht. Z. Ack.- u. PflBau 100: 41–52.
Diepen, D. van, 1968. De bodem van Noordbrabant. Toelichting bij blad 8 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. Wageningen.
Diepen, D. van, 1971. De ontwikkeling van het oude cultuurlandschap in het zuidoostelijke gedeelte van de Brabantse Peel. Boor Spade 17: 150–176.
Dhondt, J., 1952. Proloog van de Brabantse geschiedenis. Bijdrage tot de studie van Brabants Heem III. Bergen op Zoom.
Dhondt, J., 1953. Het ontstaan van het hertogdom Brabant. Brabants Heem 5: 74–86.
Domhof, J., 1953. Strooiselwinning voor potstallen in verband met de profielopbouw van heide- en oude bouwlandgronden. Boor Spade 6: 192–203.
Dorsser, H. J. van, 1956. Het landschap van westelijk Noordbrabant. Dissertatie Utrecht.
Dricot, E. M., 1961. Microstratigraphie des argiles de Campine. Bull. Soc. belge Géol. Paleont. Hydrol. 70(2): 113–141.
Duchaufour, P., 1969. Evolution de l'aluminium et du fer par la matérie organique dans certains sols. Sci. Sol 2: 3–17.
Duchaufour, P., 1970. Précis de Pédologie. 2e ed. Paris.
Duchaufour, P., 1972. Processes de formation des sols; biochimie et géochimie. Academie Nancy-Metz.
Duchaufour, P., M. Becher, J. M. Hétier & F. le Tacon, 1973. Note sur la pédogénèse des sols lessivés à pseudogley sur limons anciens des Basses Vosges et de Lorraine. In: Schlichting & Schwertmann (Ed.): Pseudogley and gley. Trans. Comm. 5th int. Soc. Soil Sci. p. 287–293.
Duchaufour, P. & F. Lelong, 1967. Entrainement au destruction d'argile dans les horizons eluviaux des sols lessivés. C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, série D, t. 264: 2884–2887.
Dudal, R., 1953. Etude morphologique et génétique d'une séquence de sols sur limon loessique. Agricultura I (2e reeks): 119–163.
Dijkerman, J. C., M. Cline & G. W. Olson, 1967. Properties and genesis of textural subsoil lamellae. Soil Sci. 104: 7–16.
Edelman, C. H., 1951. Niveo-aeolische afzettingen. Geologie Mijnb. (nieuwe serie) 13: 288–289.
Edelman, C. H., 1954. Over de plaatsnamen met het bestanddeel woud en hun betrekking tot de bodemgesteldheid. Boor Spade 7: 197–216.
Edelman, C. H. & A. W. Edelman-Vlam, 1958. Een poging tot reconstructie van het verloop van de ontginning van Bennekom. In: Een Veluws dorp. p. 163–174. Uitg. Stichting Oud-Bennekom.
Edelman, C. H. & A. W. Edelman-Vlam, 1960. Een bijdrage tot de ontginningsgeschiedenis van de zuidelijke zandgronden. In: Kultuurhistorische verkenningen in de Kempen I. p. 29–51. Uitg. Stichting Brabants Heem.
Edelman, C. H. & A. W. Edelman-Vlam, 1963. Bijdrage tot de ontginningsgeschiedenis van enige agrarische nederzettingen op de zandgronden. Boor Spade 13: 1–11.
Edlefsen, N. E. & G. B. Bodman, 1941. Field measurement of water movement through a silt loam soil. Agron. J. 33: 713–731.
Ehwald, E., 1958. Bemerkungen zur Abgrenzung und Gliederung der wichtigsten Bodentypen Mitteleuropas unter dem Gesichtspunkt einer internationalen Annäherung in der Bodensystematik. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 80: 18–42.

Ellenberg, H., 1937. Ueber die bauerliche Wohn- und Siedlungsweise in NW-Deutschland in ihrer Beziehungen zur Landschaft, ins besondere zur Pflanzendecke. Mitt. flor.-soz. ArbGemein. 3: 204–235.

Erens, A., 1928/1929. De oorkonden van het Norbertijnenklooster St. Catharinadal te Breda-Oosterhout. Tongerloo.

Erens, A., 1948. De oorkonden der abdij Tongerloo. Tongerloo.

Féderoff, N., 1968. Génèse et morphologie de sols à horizon B-textural en France atlantique. Sci. Sol 1: 29–65.

Féderoff, N., 1972. The clay illuviation. Soil micromorphology; Proceedings of the 3rd international working-meeting on soil micromorphology, Warszawa. p. 196–207.

Folks, H. C. & F. F. Riecken, 1956. Physical and chemical properties of some Iowa soil profiles with clay-iron bands. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 20: 575–580.

Franz, H., 1960. Feldbodenkunde als Grundlage der Standortsbeurteilung und Bodenwirtschaft. Wien.

Franzmeyer, D. P., E. P. Whiteside & A. Erickson, 1960. Relationship of texture classes of fine earth to readily available water. Trans. 7th int. Congr. Soil Sci., Madison, Vol. I: 354–363.

Frei, L. & C. M. Cline, 1949. Profile studies of normal soils of New York. II: Micromorphological studies of the gray brown-Brown Podzolic soil sequence. Soil Sci. 68: 333–344.

Geologische Stichting, 1956. Geologische geschiedenis van Nederland. Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland, schaal 1:200000. 's-Gravenhage.

Gieszel, W., M. Renger & O. Strebel, 1972. Berechnung des kapilären Aufstiegs aus dem Grundwasser in den Wurzelraum unter stationären Bedingungen. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 132: 17–30.

Gile, L. H., 1958. Fragipan and water table relationship of some brown podzolic and low humic gley soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 22: 560–565.

Goetschalckx, E. H. P. J. & B. van Domminck, 1926. Oorkondenboek van de abdij van St. Bernaards aan de Schelde, 1e deel.

Goetz, D., 1970. Bänderparabraunerden aus jungpleistozänen Sanden im Raum Berlin. Dissertatie Berlin.

Gorp, J. van, 1935. Donknamen in de provincie Antwerpen. Med. vlaam. Toponymische Vereen. Leuven; Bijlage VIII: 1–18.

Gorp, J. van, 1937a. De donken. In: Kempische landschapsgeschiedenis; 6e Historisch Congres Hoogstraten. p. 46–51.

Gorp, J. van, 1937b. De Woudtoponymen. In: Kempische landschapsgeschiedenis; 6e Historisch Congres Hoogstraten. p. 18–26.

Greenland, D. J., J. M. Oades & T. W. Sherwin, 1968. Electronic microscopical observations of iron oxydes in red soils. J. Soil Sci. 19: 123–126.

Groszman, R. B., J. B. Fehrenbacher, A. H. Beavers, I. Stephen & J. M. Parker, 1959. Fragipan soils of Illinois. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23: 65–75.

Gijsseling, M., 1960. Toponymisch woordenboek van België, Nederland, Luxemburg, N. Frankrijk en W. Duitsland. Brussel.

Gijsseling, M. & D. F. Blok, 1959. Studies over de oudste plaatsnamen van Holland en Utrecht. Bijdr. Med. Naamk. Comm. Kon. Ned. Ak. Wet., Amsterdam.

Haans, J. C. F. M., 1961. Enkele aspecten van de waterhuishouding van Nederlandse gronden. In: Bodemkunde; voordrachten gehouden op de B-cursus bodemkunde. p. 14–18. Ministerie van Landbouw en Visserij, 's-Gravenhage.

Haise, H. R., H. J. Haas & L. R. Jensen, 1955. Soil moisture studies of some Great Plain soils. II: Field capacity as related to 1/3 atmosphere percentages. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 19: 20–25.

Hammen, T. van der, 1951a. Vegetatie en stratigraphie van het Laat-Glaciaal en het Pleniglaciaal. Geologie Mijnb. (nieuwe serie) 13: 308–310.

Hammen, T. van der, 1951b. Late glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Dissertatie Leiden.

Hammen, T. van der, G. C. Maarleveld, J. C. Vogel & W. G. Zagwijn, 1967. Stratigraphy, climatic succession and radio-carbon dating of the last glacial in the Netherlands. Geologie Mijnb. 46: 79–95.

Hamming, C., M. Knibbe & G. C. Maarleveld, 1965. Afzettingen van de IJssel nabij Zwolle. Boor Spade 14: 88–103.

Hartge, K. H., 1964. Volumen und Gröszenverteilung der Hohlräume in Braunerden und Podsole aus Sand. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 106: 1–12.

Hartge, K. H. & F. Bailly, 1967. Beziehungen zwischen Stauwässermerkmalen, Wasserleitfähigkeit und Porenkontinuität in Lösz-Parabraunerden im südlichen Niedersachsen. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 116: 10–25.

Hasselt, R. J. G. M. van, 1943. Het landschap van de Roosendaalsche en Wouwsche beken. Jaarb. Ghulden Roos 3: 51–55.

Hasselt, R. J. G. M. van, 1965. Plaatsbeschrijving van Roosendaal en Nispen. Jaarb. Ghulden Roos 25: 3–16.

Hasselt, R. J. G. M. van & A. Weynen, 1948. De plaatsnamen van Roosendaal. Jaarb. Ghulden Roos 8: 15–206.

Heesen, H. C. van., P. van der Sluijs & A. J. Krabbenborg, 1973. Het bergend vermogen van zandgronden. Interne Meded. 24. Stichting voor Bodemkartering. Wageningen.

Heide, G., 1964. Kulturböden aus künstlich umgelagertem Bodenmaterial. Trans. 8th int. Congr. Soil Sci., Bucharest, Vol. V: 951–959.

Helsen, J., 1950. Van nederzetting tot dorp. Brabants Heem 2: 59–67.

Hermans, C. K., 1840. Geschiedenis en aardrijkskundige beschrijving der provincie Noordbrabant. 's-Hertogenbosch.

Hill, D., 1959. The storage of moisture in Connecticut soils. Bull. Conn. agric. Exp. Stn. 627.

Hoeksema, K. J., 1953. De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Boor Spade 6: 24–29.

Hoeksema, K. J. & C. H. Edelman, 1960. The role of biological homogenization in the formation and transformation of Gray-Brown Podzolic soils. Trans. 7th int. Congr. Soil Sci., Madison, Vol. IV: 402–405.

Hofstee, E. W. & A. W. Vlam, 1952. Opmerkingen over de ontwikkeling van de perceelsvormen in Nederland. Boor Spade 5: 195–235.

Holleman, F. A., 1956. Zoomvliet; historie van een buitenhuis onder Bergen op Zoom en zijn bewoners, met een bijdrage over oud Brabants jachtrecht. Zutphen.

Hubert, J. & M. Jamagne, 1964. Sols à fragipan en Haute-Brie. Trans. 8th int. Congr. Soil Sci., Bucharest, Vol. V: 359–372.

Jamagne, M., 1964. Introduction à une étude pédologique dans la partie nord du bassin de Paris. Pédologie, Gand 14: 228–342.

Jamagne, M., 1972. Some micromorphological aspects of soils developed on loess deposits in N. France. Soil micromorphology; Proceedings of the 3rd international working-meeting on soil micromorphology. p. 196–207.

Jamagne, M., 1973. Contribution à l'étude pédogénitique des formations loessiques du Nord de la France. Dissertatie Gembloux.

Jamison, V. C., 1956. Pertinent factors governing the availability of soil moisture to plants. Soil Sci. 81: 459–471.

Jamison, V. C. & E. M. Kroth, 1958. Available moisture storage capacity in relation to textural composition and organic matter content of several Missouri soils. Soil Sci. 58: 189–192.

Janecovic, G., 1961. Ueber das Alter und den Bildungsprozess von Pseudogley aus pleistozänem Staublehm am südwestlichen Rande des pannonischen Beckens. Mitt. öst. Bodenkl. Ges. 6: 184–189.

Juten, G. C. A., 1926. De parochie Kruisland. Taxandria 33: 255.

Juten, G. C. A., z.j. De vroegste geschiedenis van de westkust van Noord-Brabant. Gemeentearchief Breda.

Kakebeeke, A. D., 1963. Beken en occupatiepatronen in de acht zaligheden. In: Het stroomgebied van de Dommel 1863-1963. p. 390–393. Uitg. Het waterschap 'Het stroomgebied van de Dommel', Boxtel.

Keuning, H. J., 1963. De problematiek van het esdorp. In: Het esdorp. Bijdr. Med. Naamk. Comm. Ned. Ak. Wet. Amsterdam.

Kleyn, A. G., 1861. Geschiedenis van het land en de heeren van Breda tot het tijdstip der afscheiding van Bergen op Zoom. Breda.

Knibbe, M., 1969. Gleygronden in het dekzandgebied van Salland. Diss. Wageningen. Bodemk. Studies 8; Versl. landbouwk. Onderz. 726.

Kowalkowski, A., 1967. Eigenschaften und Entstehung der Böden auf Sandlöss in den Dalkauer Bergen im Katzengebirge. Albrecht-Thaer-Arch. 11: 483–501.

Krauss, G., 1928. Die sogenannte Bodenerkränkungen. Jber. dt. Forstver. p. 121–128.

Kubiëna, W. L., 1953. Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.

Kundler, P., 1957. Zur Charakterisierung und Systematik der Braunen Waldböden. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 78: 209–231.

Kundler, P., 1961a. Zur Charakterisierung und Systematik der Waldböden aus Sand im nordostdeutschen Flachland. Arch. Forstw. 10: 417–429.

Kundler, P., 1961b. Lessivés (Parabraunerden, Fahlerden) aus Geschiebemergel der Würm-Eiszeit im norddeutschen Tiefland. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 95: 97–110.

Kundler, P., 1961c. Untersuchungen über die Bodenbildung aus Geschiebemergel aus Sand unter Wäldern des nordostdeutschen Tieflandes. Habillitations Schrift, Eberswalde.

Kundler, P., 1962. Berücksichtigung der Uebergang zwischen den Braunerden und Podsolen in der Bodensystematik. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 96: 62–70.

Kundler, P., 1964. Die Waldbodentypen der D.D.R. Trans. 8th int. Congr. Soil Sci., Bucharest, Vol. V: 383–391.

Laatsch, W., 1957. Dynamik der Mitteleuropäischen Mineralboden. Dresden/Leipzig.

Laruelle, J., 1958. Micromorphologie des sols de la Belgique. Pédologie, Gand 8: 79–102.

Laves, D., 1972. Beitrag zur Mikromorphologie und Mikromorphogenese von Fahlerden (Lessivés). Soil micromorphology; Proceedings of the 3rd international working-meeting on soil micromorphology, Wroclaw. p. 324–335.

Leenheer, L. de & M. van Ruymbeke, 1960. Is it possible to predict some physical soil characteristics knowing the soil components? Trans. 7th int. Congr. Soil Sci., Bucharest. Vol. 1: 272–278.

Lieberoth, I., 1959. Beobachtungen im nordsächsischen Lössgebiet. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 86: 141–155.

Lieberoth, I., 1963. Lösssedimentation und Bodenbildung während des Pleistozäns in Sachsen. Geologie 12: 149–187.

Lieberoth, I., 1964a. Bodenbildung aus Löss während des Pleistozäns und Holozäns in Sachsen. Habillitations Schrift. Leipzig.

Lieberoth, I., 1964b. Zur Unterscheidung von Parabraunerden und Fahlerden aus Weichsellöss in Sachsen. Albrecht-Thaer-Arch. 8: 487–508.

Liere, W. J. van, 1950. De bodemgesteldheid van de gemeente Zundert. Rapport 205, Stichting Bodemkartering, Wageningen.

Lindemans, J., 1943. Toponymische verschijnselen geografisch bewerkt. I: Akker-veld. Hand. K. Comm. Toponomie en Dialectologie XVII: 249–268.

Lindemans, J., 1946. Toponymische verschijnselen geografisch bewerkt. II: de namen van het bouwland en van het grasland. Nom. Geogr. Flandrica V, 2.

Loon, J. B. van, 1950. Enkele oude nederzettingen in het platteland van Wouw en omgeving. Jaarb. Ghulden Roos 10: 113–132.

Loon, J. B. van, 1962. De plaatsnamen van Roosendaal; enkele aanvullingen. Jaarb. Ghulden Roos 22: 97–124.

Loon, J. B. van, 1963. Grondbezitsverhoudingen in het verleden te Wouw, Moerstraten en Gastel. Jaarb. Ghulden Roos 11: 97–151.
Loon, J. B. van, 1964. Altena. Meded. Ver. Naamk. Leuven en Comm. Naamk. A'dam 40: 102–111.
Loon, J. B. van, 1965a. Perceels- en terreinnamen in het zuidelijk deel van Kruisland. Jaarb. Ghulden Roos 25: 65–80.
Loon, J. B. van, 1965b. Sporen van het hofstelsel in noord-Brabants zuidwesten. Jaarb. Ghulden Roos 25: 113–144.
Loon, J. B. van, 1966. Grondgebruik in Noord-Brabants zuidwesten in de Middeleeuwen. Jaarb. Ghulden Roos 26: 17–138.
Lozet, J. M. & A. J. Herbillon, 1971. Fragipan soils of Condroz (belgium): mineralogical, chemical and physical aspects in relation with their genesis. Geoderma 5: 325–343.
Lüders, R., 1965. Eine Entwicklungsreihe von der Parabraunerde über den Pseudogley zum Podzol im Goldenstedter Flottsandgebiet. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 110: 126–134.
Lund, Z., 1959. Available water-holding capacity of alluvial soils in Louisiana. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23: 1–3.
Manil, G., 1962. Diskussion über den Ausdruck 'Lessivé' auf Grund mikromorphologischer Beobachtungen. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 98: 214–218.
Maréchal, R., 1958. Contribution à l'étude des terrains superficiels de la région condrussienne. Pédologie, Gand Mém. 1.
Mehra, O. P. & M. L. Jackson, 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays Clay miner 8: 317–327.
Miller, D. E., 1960. Effect of profile stratification and other factors on water infiltration. Diss. Abstr. 20 (2461).
Miller, D. E. & W. H. Gardner, 1962. Water infiltration into stratified soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 26: 115–119.
Moerman, H. J., 1956. Nederlandse plaatsnamen. Leiden.
Mohr, E. C. J., F. A. van Baren & J. van Schuylenborgh, 1972. Tropical soils. The Hague.
Moore, R. E., 1939. Water conduction from shallow watertables. Hilgardia 12: 383–426.
Mückenhausen, E., 1950. Ueber gleiartigen Böden im Rheinland. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 50: 113–134.
Mückenhausen, E., 1962. Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt am Main.
Mückenhausen, E., 1963. Le pseudogley. Sci. Sol 1: 21–29.
Mückenhausen, E., 1964. Mikromorphologische Eigenschaften von kompakter und verharter Böden. Landw. Forsch., Sonderh. 17: 26–31.
Mückenhausen, E., 1973. Pseudogleye und Gleye in der Bodengesellschaft der humiden, gemäszigt warmen Klimaregion. In: Schlichting & Schwertmann (Ed.): Pseudogley und gley. Trans. Comm. int. Soc. Soil Sci. V and VI: 147–157. Weinheim.
Müller, E. H., 1963. Die Bildungsbedingungen von Braunerden und Parabraunerden, sowie die Möglichkeiten ihrer Meliorierung. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 103: 112–128.
Nelson, H. W. & T. v. d. Hammen, 1950. Een kwartair-geologisch onderzoek van het z.w. deel van Noordbrabant. Geologie Mijnb. (nieuwe serie) 12: 241–251 en 272–276.
Nielsen, D. R., D. Kirkham & W. R. van Wijk, 1959. Measuring water stored temporary above the field moisture capacity. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23: 408–412.
Nikiforoff, C. C., R. P. Humbert & J. G. Glady, 1948. The hardpan in certain soils of the coastal plain. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 65: 134–153.
Oosten, M. F. van, 1967. Bijdrage tot de kwartair-geologie van westelijk Noordbrabant. Geologie Mijnb. 46: 131–146.
Oosten, M. F. van, 1971. Sterk lemige dekzandgronden in westelijk Noordbrabant. Boor Spade 17: 39–53.
Oosten, M. F. van, S. Slager & A. G. Jongmans, 1974. The morphology and genesis of pseudogley

phenomena in a Pleistocene loamy sand soil in the Netherlands. Neth. J. agric. Sci. 22: 22–30.
Paas, W., 1965. Profildifferenzierung durch Feinsubstanzverlagerung in Löss-Sandlöss und Flugsandböden am linken Niederrhein. Mitt. dt. Bodenk. Gesellsch. 4: 17–23.
Pape, J. C., 1970. Zand- en leemgronden. In: Bodem en bemesting; cursus bodemk., dl. 2: 303–390. Uitg. Onderafdeling Scholing van het Ministerie van Landbouw en Visserij in samenwerking met het Rijkslandbouwconsulentschap voor Bodem- en Bemestingsvraagstukken te Wageningen.
Passen, R. van, 1961. Bos en hout. Meded. Ver. Naamk. Leuven en Comm. Naamk. A'dam 37: 107–133.
Pécrot, A., 1956. Etude détaillée des sols de la Hesbaye occidentale. Dissertatie Gent. Centrum voor Bodemkartering Gent.
Pécrot, A. & P. Avril, 1958. Les sols ardennais. II: Etude morphologique et génétique des sols hydromorphes associés aux sols bruns acides et podsols du Plateau de St. Hubert. Bull. Inst. agron. Stns Rech. Gembloux 26: 151–169.
Pelgrum, A., 1963. Gevoeligheid voor verslemping van lichte klei- en zavelgronden. Landbouwvoorlichting 20: 637–645.
Plaisance, G., 1953. Observations sur les sous-sols marmoroides de certains sols de limons. Séanc. Acad. Sci. 236, 25: 2435–2437.
Plaisance, G., 1956. Les sols à simili-gley. Bull. Ass. Fr. Etude Sol 73: 392–416.
Plaisance, G., 1966. Les sols à marbrure de la Fôret du chaux. Ann. Sci. Forest. 22: 437–680.
Plass, W., 1966. Braunerden und Parabraunerden in Nordhessen. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 114: 12-27.
Ploey, J. de, 1961. Morfologie en kwartair-stratigrafie van de Antwerpse Noordkempen. Dissertatie Leuven.
Pons, L. J. & M. F. van Oosten, 1974. De bodem van Noordholland. Toelichting bij blad 5 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000.
Prims, F., 1937. Het dorp, de oorsprong der dorpen. Kempische landschapsgeschiedenis. 6e Historisch Congres, Hoogstraten. p. 57–69.
Ranney, R. W. & M. T. Beatty, 1969. Clay translocation and albic tongue formation in two glossoboralfs of West-Central Wisconsin. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 33: 768–775.
Reuter, G., 1962. Lessivé-Braunerde interferenzen auf Geschiebemergel. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 98: 240–246.
Richards, L. A., 1941. Uptake and retention of water by soil as determined by distance to a water-table. J. Am. Soc. Agric. 33: 778–786.
Richards, L. A., 1949. Methods of measuring soil moisture tension. Soil Sci. 68: 95–112.
Robins, J. S., W. O. Pruitt & W. H. Gardner, 1954. Unsaturated flow of water in field soil and its effect on soil moisture investigations. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 18: 344–347.
Roeschmann, G., 1963. Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöss südlich von Bremen. Neues Jb. Geol. Paläont. Abh. 117: 286–302.
Russell, M. B., 1959. Water and its relation to soil and crop. Adv. Agron. 11: 1–131.
Rijtema, P. E., 1959. Evapotranspiration in relation to suction and capillary conductivity. Proceedings Madrid Symposium on Plant-Water relationship in arid and semi-arid conditions. Misc. Repr., Inst. Cultuurtechn. Waterhuish. 3.
Rijtema, P. E., 1965. An analysis of actual evapotranspiration. Versl. landbouwk. Onderz. 659; Dissertatie Wageningen.
Rijtema, P. E., 1969. On the relation between transpiration, soil physical properties and crop production as a basis for water supply plans. Techn. Bull. I.C.W. 58.
Rijtema, P. E., 1971. Een berekeningsmethode voor de benadering van de landbouwschade ten gevolge van grondwateronttrekking. Nota Inst. Cultuurtechn. Waterhuish. 587.
Scheffer, F., B. Meyer & H. Gebhardt, 1966. Pedochemische und kryoklastische Verlehmung (Tonbildung) im Böden aus kalkreichen Lockersedimenten (Löss). Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 114: 77–89.

Schlichting, E., 1973. Pseudogleye und Gleye. Genese und Nützung hydromorpher Böden. In: Schlichting & Schwertmann (Ed.) Pseudogley and gley. Trans. Comm. int. Soc. Soil Sci., Weinheim V and VI: 1–6.

Schönfeld, M., 1949. Veldnamen in Nederland. Meded. K. ned. Akad. Wet., N.R. 12 (1).

Schönfeld, M., 1955. Nederlandse waternamen. Bijdr. Meded. Naamk. Comm. K. ned. Akad. Wet. VI.

Schönhals, E., 1951. Fossile gleyartiger Böden. Notizbl. hess. Landesamt. Bodenforsch. Wiesbaden 6: 60–82.

Schönhals, E., 1961. Spät- und nacheiszeitliche Entwicklungsstadien von Böden aus äolischen Sedimenten in Westdeutschland. Trans. 7th int. Congr. Soil Sci., Madison, Vol. IV: 283–290.

Schönhals, E. & E. Becher, 1964. Ueber Unterschiede in den Bodenbildungsprozessen während des spät- und postglazials in Mitteleuropa. Trans. 8th int. Congr. Soil Sci., Bucharest, Vol V: 897–906.

Schothorst, C. J., z.j. De relatie tussen het vochthoudend vermogen van het bodemprofiel, de grondwaterdiepte en de opbrengst bij haver, volgens een onderzoek in 1952 in het stroomgebied van de Lollebeek. Cultuurtechnische Dienst, Utrecht.

Schothorst, C. J., 1963. De draagkracht van graslandgronden. Tijdschr. ned. Heidemaatsch. 74: 104–111.

Schothorst, C. J., 1965. Weinig draagkrachtig grasland. Landbouwvoorlichting 22: 492–500 en 701–706.

Semmel, A., 1964. Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. Notizbl. hess. Landesambt. Bodenforsch. Wiesbaden 92: 275–285.

Segalen, P., 1964. Le fer dans le sol. Off. Rech. Sci. Tech. Outre-mer. Paris.

Sevink, J. & A. P. A. Vink, 1969. Some banded soils of the Southern Veluwe. Geoderma 3: 157–173.

Slager, S., 1964. A study of the distribution of biopores in some sandy soils in the Netherlands. In: A. Jongerius (Ed.): Soil micromorphology; Proceedings of the 2nd international working-meeting on soil micromorphology, Arnhem.

Slager, S., 1966. Morphological studies of some cultivated soils. Dissertatie Wageningen.

Slicher van Bath, B. H., 1944. Mens en land in de Middeleeuwen. Assen.

Slicher van Bath, B. H., 1960. De agrarische geschiedenis van West-Europa van 500-1850. Antwerpen en Utrecht.

Slicher van Bath, B. H., 1963. De oogstopbrengsten van verschillende gewassen, voornamelijk granen, in verhouding tot het zaaizaad, ca. 810-1820. A.A.G. Bijdragen 9: 29–126.

Slicher van Bath, B. H., 1967. L'histoire des forêts dans les Pays-Bas septentrionaux. A.A.G. Bijdragen 14: 91–104.

Slootmans, C. J. F., 1942. Wouwsche hoeve-, akker- en beemdnamen. Jaarb. Ghulden Roos 2: 1–18.

Smet, L. A. H. de, 1970. Bodemgeschiktheidsonderzoek en classificatie. In: Bodem en bemesting, Cursus Bodemkunde III,8.6 (structuurverval en verslemping). Uitg. Onderafdeling Scholing van het Ministerie van Landbouw en Visserij in samenwerking met het Rijkslandbouwconsulentschap voor Bodem- en Bemestingsvraagstukken te Wageningen.

Smith, R. M. & D. R. Browning, 1946. Occurence, nature and land-use significance of 'siltpan' subsoils in West Virginia. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 62: 306–317.

Sonneveld, F., 1958. De bodemkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoekingen in het Land van Heusden en Altena. De bodemkartering van Nederland 18. Versl. landbouwk. Onderz. 64.4; Dissertatie Wageningen.

Souchiez, B. & P. Duchaufour, 1969. Sur la stabilité des suspensions argileuses en milieu acide. C. r. Acad. Sci. Paris, t. 268, 1849–1852.

Stichting voor Bodemkartering, 1964. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij blad 50 Oost, Breda.

Stichting voor Bodemkartering, 1967. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij blad 43 Oost, Willemstad.

Stichting voor Bodemkartering, 1968. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij blad 58 Oost, Roermond.
Stichting voor Bodemkartering, 1969. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij blad 45 West, 's-Hertogenbosch.
Stichting voor Bodemkartering, 1970. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij blad 60 West en Oost, Sittard.
Stichting voor Bodemkartering, 1972. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij blad 57 Oost, Valkenswaard, en 58 West, Roermond.
Stolte, B. H., 1961. Brabant in de romeinse tijd. Kultuurhistorische verkenningen in de Kempen II. Uitg. Stichting Brabants Heem. p. 9–29.
Tacon, F. le, 1967. Les sols d'un massif forestier des Basses-Vosges. Les stades d'évolution. Ann. Sci. Forest. 24: 177–203.
Tavernier, R., 1942. L'age des argiles de la Campine. Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol. 51: 193–209.
Tavernier, R., 1954. Le Quaternaire. Extr. du Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Liège.
Tavernier, R., 1964. La génèse des sols de la Belgique. In: Soils of s.e. Europe. Int. Symp. Soil Sci., Sofia 1963. Acad. Agron. Sci. Sofia. p. 79–93.
Tavernier, R. & R. Maréchal, 1957. Les sols à fragipan de la région condrussiènne. Pédologie, Gand 7: 199–203.
Tavernier, R. & G. D. Smith, 1957. The concept of Braunerde (Brown Forest soil) in Europa and the United States. Adv. Agron. 9: 217–289.
Thiere, J. & D. Laves, 1968. Untersuchungen zur Entstehung der Fahlerden, Braunerden und Staugleye in nordostdeutschen Jungmoränengebiet. Albrecht-Thaer-Archiv 12: 659–677.
Vandamme, J. & L. de Leenheer, 1968. On the formation of and relationship between different morfological B-bands under the different genetic conditions in the sandy soils of the Campine (northern Belgium). Pédologie, Gand 18: 374–391.
Veenenbos, J. S., 1952. Landschapsvorming en cultuurvormen in pleistoceen Noord-Nederland in verband met de waterhuishouding. Boor Spade 5: 149–155.
Veenenbos, J. S. & W. van der Knaap, 1953. De bodemgesteldheid van de objecten A en B in het ontwerp uitbreidingsplan van de gemeente Roosendaal. Rapport Stichting Bodemkartering 345.
Verhulst, A., 1964. Het landschap in Vlaanderen. Antwerpen.
Vervloet, J. A. J., 1972a. Het Steenbergse natuurlandschap. In: Steenbergen in de Middeleeuwen. p. 89–104. Uitg. Gemeentebestuur Steenbergen.
Vervloet, J. A. J., 1972b. De exploitatie vóór de bedijkingen. In: Steenbergen in de Middeleeuwen. p. 105–172. Uitg. Gemeentebestuur Steenbergen.
Vetterlein, E., 1960. Zur Problematik der Wasserkapazität des Bodens und ihre Bestimmung. Albrecht-Thaer-Archiv 4: 245–267.
Vetterlein, E., 1962. Ergebnisse von Untersuchungen über die Wasserbewegung mit Hilfe der Vakuumkapilarimeters. Albrecht-Thaer-Archiv 6: 118–127.
Vink, A. P. A., 1949. Bijdrage tot de kennis van löss en dekzanden. Dissertatie Wageningen.
Vink, A. P. A., 1956. Een landbouwkundige geschiktheidskaart van de gemeenten Ottersum, Gennep en Bergen (in het noorden van de provincie Limburg). Boor Spade 8: 26–55.
Visser, W. C., 1959. Soil moisture sampling as a basis for a detailed description of moisture utilisation by crops. Proc. Madrid symp. on Plant-Water relationship in arid and semi-arid conditions. Misc. reprints I.C.W. 4: 33–41.
Visser, W. C., 1966. Progress in the knowledge about the effect of soil moisture content on plant production. Techn. Bull. I.C.W. 45.
Vogel, J. C. & T. van der Hammen, 1967. The Denekamp- and Paudorf interstadials. Geologie Mijnb. 46: 188–194.
Vos, N. M. de & C. G. Toussaint, 1966. De vochtvoorziening van zomergranen op een droogte-

gevoelige zandgrond. Meded. Inst. Cultuurtechn. Waterhuish. 89.
Watering, K. van de, 1947. Wouw. Ons Landschap 2: 11–14.
Weynen, A., 1952. De dialecten van Noord-Brabant. Provinciaal Genootschap voor Kunsten en Wetenschappen in Noord-Brabant.
Weynen, A., 1965. De bewogen geschiedenis van het westnoordbrabants dialect. Jaarb. Ghulden Roos 25: 49–60.
Wilcox, J. C., 1962. Rate of soil drainage following an irrigation. III: A new concept of the upper limit of available moisture. Can. J. Soil Sci. 42: 122–128.
Wind, G. P., 1955. A field experiment concerning capillary rise of moisture in a heavy clay soil. Neth. J. agric. Sci. 3: 60–70, 259–264.
Wind, G. P., 1961. Capillary rise and some applications of the theory of moisture movement in insaturated soils. Techn. Bull. I.C.W. 22.
Wind, G. P. & C. J. Schothorst, 1965. Over de invloed van de bodemgesteldheid op de beweidingsmogelijkheden en van de beweiding op de bodemgesteldheid. Landbouwk. Tijdschr. 77: 189–199.
Wolters, Th., 1953. De St. Lambertuskerk te Wouw. Jaarb. Ghulden Roos 13: 89–92.
Wright, W. R. & J. E. Foss, 1968. Movement of silt-sized particles in sand columns. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 32: 446–448.
Yassoglou, N. J. & E. P. Whiteside, 1960. Morphology and genesis of some soils containing fragipans in northern Michigan. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 24: 396–407.
Zagwijn, W. H., 1960. Aspects of the pliocene and early pleistocene vegetation in the Netherlands. Dissertatie Leiden.
Zakosek, H., 1954. Ueber Pseudogleye in der Rheinpfalz. Notizbl. hess. Landesamt. Bodenforsch. 82: 258–268.
Zakosek, H., 1960. Durchlässigkeitsuntersuchungen an Böden unter besonderer Berücksichtigung der Pseudogleye. Abh. hess. Landesamt Bodenforsch. 52: 1–63.
Zottl, H. & H. Fuszmaul, 1967. Tonverlag in Lössboden unter Laubmischwald und Acker. An. Edafol. Agrobiol. 16: 381–394.
Zonneveld, I. S., 1960. De Brabantse Biesbos. Bodemk. Studies 4; Versl. landbouwk. Onderz. 65.20; Dissertatie Wageningen.

GEDETAILLEERDE OVERZICHTSKAART VAN DE WOUWSE ZANDGRONDEN

SEMI - DETAILED SOIL MAP OF THE LOAMY SAND SOILS OF WOUW

Bijlage van/Appendix of M.F. van Oosten:
Invloed van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding op het agrarische landschap rondom Wouw
(Dissertatie Wageningen, VLO 833, Bodemkundige Studie 12, 1975)

LEGENDA
LEGEND

DIKKE EERDGRONDEN
THICK EARTH SOILS

Ez 'Hoog' zonder roest in de donkere bovengrond
**) 'High' without iron mottles in the dark coloured topsoil

.1* .2* .3* 4*

11 — grondwaterklasse 1 *groundwater class 1*
21 22 — grondwaterklasse 2 *groundwater class 2*
31 32 33 — grondwaterklasse 3 *groundwater class 3*
41 42 43 44 — grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*
52 53 54 — grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*
62 64 — grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

Eb 'Hoog' zonder roest in de lichtgekleurde bovengrond
**) 'High' without iron mottles in the light coloured topsoil

22 — grondwaterklasse 2 *groundwater class 2*
32 33 — grondwaterklasse 3 *groundwater class 3*
42 43 44 — grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*
52 53 — grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*

Eg 'Laag' met roest in de donkere bovengrond
**) 'Low' with iron mottles in the dark coloured topsoil

52 53 54 — grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*
62 63 64 — grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*
72 73 74 — grondwaterklasse 7 *groundwater class 7*
84 — grondwaterklasse 8 *groundwater class 8*

MATIG DIKKE EERDGRONDEN
MEDIUM THICK EARTH SOILS

cZg Beekeerdgronden
'Beek' earth soils

43 — grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*
53 54 — grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*
63 64 — grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*
73 74 — grondwaterklasse 7 *groundwater class 7*
84 — grondwaterklasse 8 *groundwater class 8*

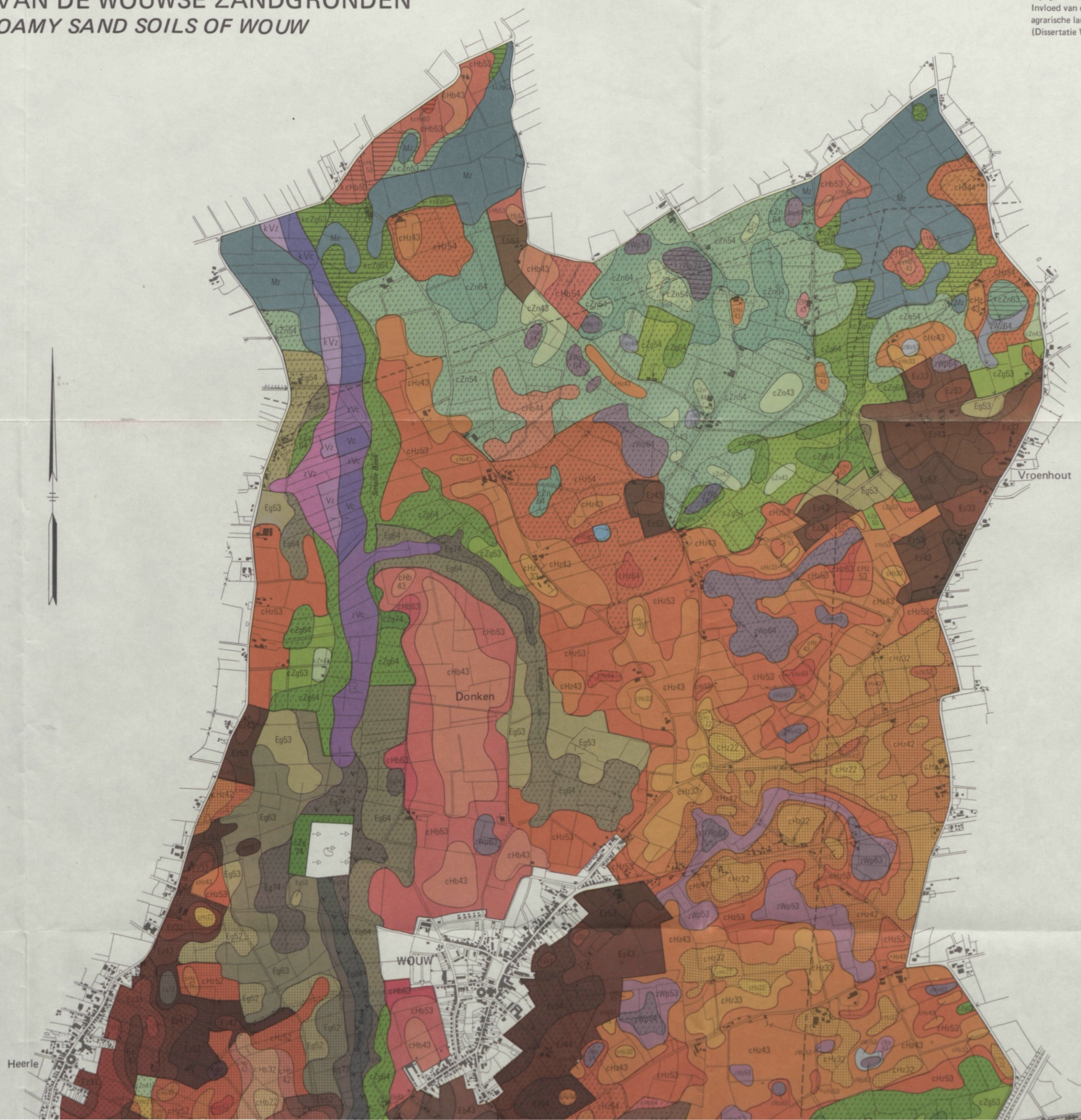
cZn Gooreerdgronden
'Goor' earth soils

41 43 44 — grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*
53 54 — grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*
63 64 — grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

(HUMUS) PODZOLGRONDEN
(HUMUS) PODZOL SOILS

cHz Matig dikke donkere bovengrond
Medium thick dark coloured topsoil

12 — grondwaterklasse 1 *groundwater class 1*
21 22 23 — grondwaterklasse 2 *groundwater class 2*
32 33 — grondwaterklasse 3 *groundwater class 3*
41 42 43 44 — grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*
52 53 54 — grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*
62 63 64 — grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*



grondwaterklasse 3 *groundwater class 3*

grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*

grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*

grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

cHb Matig dikke lichtgekleurde bovengrond
Medium thick light coloured topsoil

grondwaterklasse 1 *groundwater class 1*

grondwaterklasse 2 *groundwater class 2*

grondwaterklasse 3 *groundwater class 3*

grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*

grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*

grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

H Dunne donkere bovengrond
Thin dark coloured topsoil

grondwaterklasse 2 *groundwater class 2*

grondwaterklasse 3 *groundwater class 3*

grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*

grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*

grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

MOERIGE GRONDEN
PEATY SOILS

zWp Met podzolprofiel
With podzolprofile

grondwaterklasse 4 *groundwater class 4*

grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*

grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

grondwaterklasse 7 *groundwater class 7*

grondwaterklasse 8 *groundwater class 8*

zWz Zonder podzolprofiel
Without podzolprofile

grondwaterklasse 5 *groundwater class 5*

grondwaterklasse 6 *groundwater class 6*

grondwaterklasse 7 *groundwater class 7*

VEENGRONDEN
PEAT SOILS

Zeggeveen; zandondergrond dieper dan 120 cm
Carex peat; sandy subsoil at greater depth than 120 cm

Vc veenbovengrond *topsoil of peat*

kVc bovengrond van klei *topsoil of clay*

zVc humeus bezandingsdek *humose sand cover*

Zeggeveen; zandondergrond ondieper dan 120 cm
Carex peat; sandy subsoil within 120 cm depth

Vz veenbovengrond *topsoil of peat*

kVz bovengrond van klei *topsoil of clay*

zVz humeus bezandingsdek *humose sand cover*

ZEEKLEIGRONDEN
MARINE CLAY SOILS

Mz 40 tot 80 cm zware zavel op zand of op veen
40 - 80 cm loam and silt loam on sand or on peat

TOEVOEGINGEN
ADDITIONS

k..... kleidek *clay cover, thinner than 40 cm*

...v veen in de ondergrond *peat in subsoil*

vergraven *soil disturbed by man*

OVERIGE ONDERSCHEIDINGEN
MISCELLANEOUS

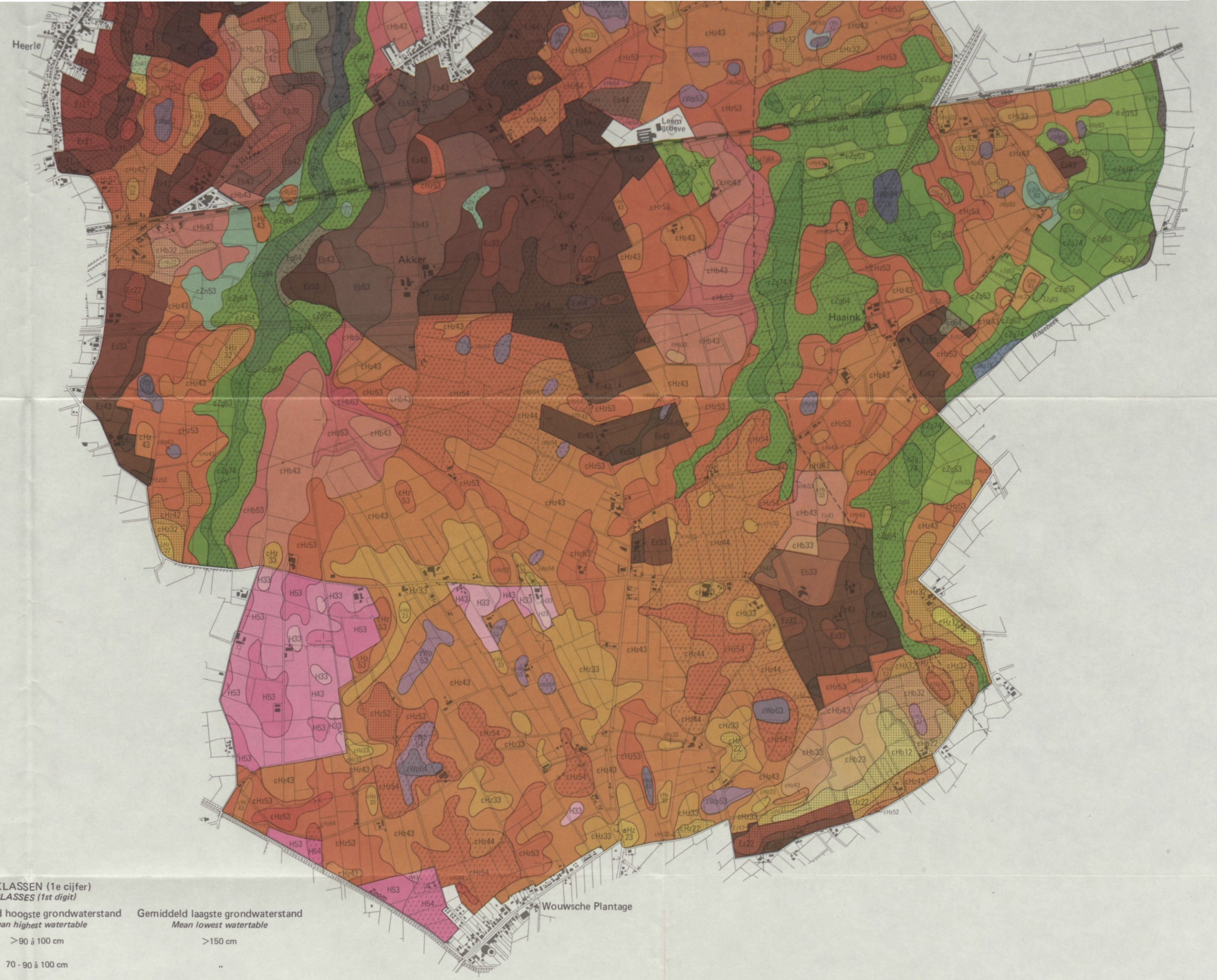
bebouwd *built-up areas*

water *water*

gemeentegrens *municipal boundary*

*) De letters van de code duiden de bodemklassen aan, zoals deze in de tekst zijn beschreven; het eerste cijfer geeft de indeling naar grondwaterklasse, het tweede naar de textuur
the first digit refers to the groundwater classification, the second to the texture classification

**) *High and low indicate the relative position above the watertable*



GRONDWATERKLASSEN (1e cijfer)
GROUNDWATER CLASSES (1st digit)

symbool *symbol*	Gemiddeld hoogste grondwaterstand *Mean highest watertable*	Gemiddeld laagste grondwaterstand *Mean lowest watertable*
1.	>90 à 100 cm	>150 cm
2.	70 - 90 à 100 cm	"
3.	50 - 70 cm	"
4.	35 - 50 cm	"
5.	20 - 35 cm	"
6.	<20 cm	>120 cm
7.	"	80 à 90 - 120 cm
8.	"	<80 à 90 cm

TEXTUURKLASSEN (2e cijfer)
TEXTURAL CLASSES (2nd digit)

.1 Leemarm fijn zand *Loam-poor fine sand* (<10% <50 μm)

.2 Zwak lemig fijn zand *Slightly loamy fine sand* (10 - 17,5% <50 μm)

.3 Sterk lemig fijn zand *Very loamy fine sand* (17,5 - 35% <50 μm)

.4 Zeer sterk lemig fijn zand *Extremely loamy fine sand* (>35% <50 μm)

Nomenclature of the soil units, with some modifications, according to "A system of soil classification for the Netherlands" De Bakker and Schelling, 1966

Stichting voor Bodemkartering; Wageningen
Soil Survey Institute, Wageningen, The Netherlands
Opname 1961 - 1964 door H.L.Kanters o.l.v. Ir.M.F. van Oosten
Survey: 1961 - 1964 by H.L.Kanters; party chief Ir.M.F. van Oosten

Schaal 1 : 15 000
Scale
0 150 300 1500 m

Druk: VGI Verenigde Grafische Industrie BV - Rijswijk (ZH)