KRUINIGE PERCELEN

Cresty fields: fields with an elevated centre and lower margins

H. de Bakker en B. A. Marsman[1])

INLEIDING

In landschappen die weinig door de mens zijn beïnvloed, zijn de grenzen tussen de bodemeenheden uitsluitend het gevolg van natuurlijke factoren. Deze grenzen worden op bodemkaarten altijd als vloeiende lijnen weergegeven. Bovendien worden de aansluitingen aan andere bodemgrenzen getekend volgens een logisch systeem dat gebaseerd is op de relevant verondersteld bodemvormende factoren.

In Nederland zijn echter veel landschappen sterk door de mens beïnvloed. In dergelijke landschappen komen veel niet-natuurlijke bodemgrenzen voor. Voorbeelden hiervan zijn: grenzen tussen opgehoogde gronden en hun omgeving (zoals tussen enkeerdgronden en podzolgronden) en grenzen tussen afgegraven en niet-afgegraven gronden. Dit soort bodemgrenzen laat men in de karteringen meestal samenvallen met perceelsgrenzen; het zijn dan ook strakke grenzen met veelal rechte hoeken.

Antropogene profielmodificaties die slechts een gedeelte van een perceel beslaan, worden op bodemkaarten vrijwel nooit aangegeven. Deze kunnen pleks- of strooksgewijs voorkomen. Voorbeelden van eerstgenoemde zijn: bezandingen bij perceelsinritten en -doorgangen; vergravingen op de plaats van voormalige gras- of bietenkuilen, verstoringen bij melkbochten e.d. Strooksgewijs voorkomende afwijkende gronden hebben veelal een min of meer systematisch patroon, waardoor de aard van de afwijkingen min of meer voorspelbaar is. Ze worden vaak aangetroffen langs sloten en vaarten, boven drainsleuven en gedichte voormalige greppelsystemen. Zo noemt Van der Knaap (1958, blz. 16) een voorbeeld van bodemverschillen i.v.m. de ligging langs vaarten: 'De zandigste gronden liggen grotendeels in stroken langs de tochtsloten, vooral daar waar deze de zandondergrond ondiep snijden, ...'. Een ander voorbeeld vindt men op de bodemkaarten van de IJsselmeerpolders waar de belangrijkste van deze verschijnselen wel op kaart gebracht zijn; zo zijn in de Noordoostpolder de zgn. vloeigronden en tochtwallen onderscheiden (Wiggers et al., 1962, blz. 100–103).

Het voorkomen van afwijkende gronden binnen percelen is voor de kartering van belang voor zover zij in een bepaald gebied frequent worden aangetroffen, hun verbreiding min of meer systematisch is en hun aanwezigheid uit uitwendige terreinverschijnselen kan worden afgeleid.

[1]) Afd. Bodemclassificatie, Stichting voor Bodemkartering.

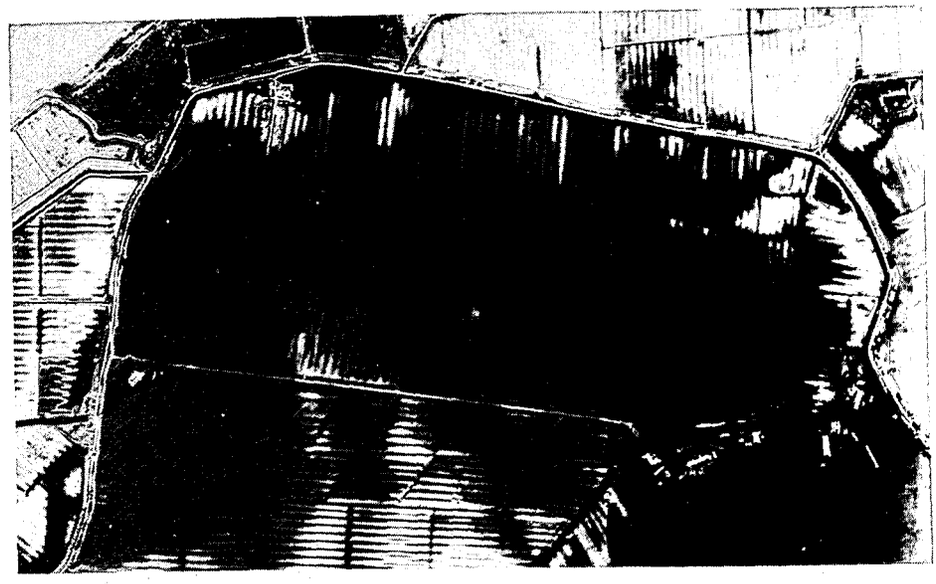


Fig. 1. Verkaveling met akkers in het zuidelijk deel van de in 1524 bedijkte Galathee Polder, in het oosten van het eiland Goeree-Overflakkee. De akkers en de gedichte greppels zijn relicten uit de tijd van de open drainage; de meeste percelen hebben nu buizendrainage (foto Geallieerde Luchtmacht, 18 maart 1945, schaal 1:10000)

Fig. 1. Ridge-and-furrow fields in the southern part of the Galathee Polder (embanked in 1524), situated in the east of the island Goeree-Overflakkee. The ridges and furrows are relics from the time of the open drains, nowadays most fields are tile-drained

In dit artikel wordt een voorbeeld behandeld van systematische bodemverschillen binnen één perceel; door langdurig toegepaste speciale cultuurmaatregelen in het verleden zijn nl. de zgn. kruinige percelen in het noordelijk zeekleigebied ontstaan.

PROBLEEMSTELLING

Vrijwel alle graslandpercelen in de rivierklei- en zeekleigebieden zijn in de lengterichting opgedeeld in 5 à 10 akkers of meten elk met een breedte tussen 10 en 20 m (zie bijv. fig. 48, blz. 119, Stichting voor Bodemkartering, 1960/1965). De akkers zijn gescheiden door ondiepe greppels, die soms niet meer zijn dan begroeide laagten. De hoogteverschillen tussen de akkers en de laagten liggen in de orde van grootte van enige decimeters.

Vóór de invoering van de buizendrainage vertoonden de meeste bouwlandpercelen in het zuidwesten een zelfde beeld. Nu is dat alleen nog te herkennen aan kleine hoogteverschillen (10 à 20 cm) tussen de middens van de akkers en de vroegere greppels. Deze akkers zijn vaak 18 à 25 m breed. Op de luchtfoto's, die in veel publikaties van de Stichting voor Bodemkartering zijn opgenomen, is dit goed te zien. De meeste van deze luchtfoto's zijn

genomen in het laatste oorlogshalfjaar, toen veel polders geïnundeerd waren. De verdeling in percelen is dan herkenbaar aan langgerekte lichtgekleurde stroken (de gedeeltelijk droogliggende akkers) te midden van donkere gedeelten (sloten en drasstaande voormalige greppels, fig. 1). Men kan wel stellen dat het beeld van akkers en vroegere greppels normaal is voor het zuidwestelijk zeekleigebied.

Ook in het noordelijk zeekleigebied liggen de graslanden op akkers. De bouwlandpercelen daarentegen bestaan niet uit enkele smalle akkers per perceel, maar elk perceel bestaat uit één grote akker, waarbij het midden aanzienlijk hoger ligt dan de randen (fig. 2 en fig. 4c). Percelen met een dergelijke bolle ligging van het maaiveld worden *kruinig* genoemd. Percelen, waarop ten gevolge van latere perceelsvergroting meer kruinen voorkomen, worden meerkruinig genoemd (fig. 2).

Dit artikel beoogt vooral de bodemverschillen die met de kruinige ligging samenhangen, te beschrijven. Een uitvoerig literatuuronderzoek is gedaan om een beschrijving over de ontstaanswijze te vinden.

DE TERM KRUINIG

Bij onderzoekers en praktijkmensen die nauw betrokken zijn bij het onderzoek en het gebruik van kruinig land in de ruilverkavelingsgebieden van de noordelijke zeeklei, is de term kruinig algemeen in gebruik gekomen. In rapporten en jaarverslagen van diverse instellingen (bijv. ICW, 1965, blz. 83; Van Hoorn, 1967, blz. 12; Klok, 1974, blz. 168; Kester en Sprik, 1974, blz. 58) wordt de betekenis als bekend verondersteld of slechts summier toegelicht.

Het Frysk Wurdboek (Buwalda et al., 1956) geeft voor het woord *krunich* 'bolliggend (van land)'. Sipma (1927) schrijft in een artikelenserie 'Frysk idioom' bij enkele termen die betrekking hebben op 'Lân (stikken lân)' achter de term krunich: 'nei de midden ta oprinnende'. Volgens Drs. Zeinstra van de Provinciale Bibliotheek van Friesland ís het woord afgeleid van krún = kruin, en kan het gezegd worden van een stuk land of een deel daarvan: een akker kan 'krunich' geploegd zijn (schriftelijke mededeling).

Het lijkt erop dat het woord van oorsprong Fries is en niet Nederlands of Gronings. In de Handelingen van de Groninger Maatschappij van Landbouw komt het voor het eerst voor in 1967 tussen aanhalingstekens (Handelingen, 1967, blz. 226 en 227); in eerdere Handelingen wordt gesproken van bolle ligging of heuvelachtige structuur. Merkwaardig is dat we het niet eerder in deze bijna 140 jaar lopende reeks van de Groninger Maatschappij van Landbouw en haar voorgangster tegenkomen. Ook ontbreekt het in de Geschiedenis van de Friese Landbouw (Spahr van der Hoek en Postma, 1952).

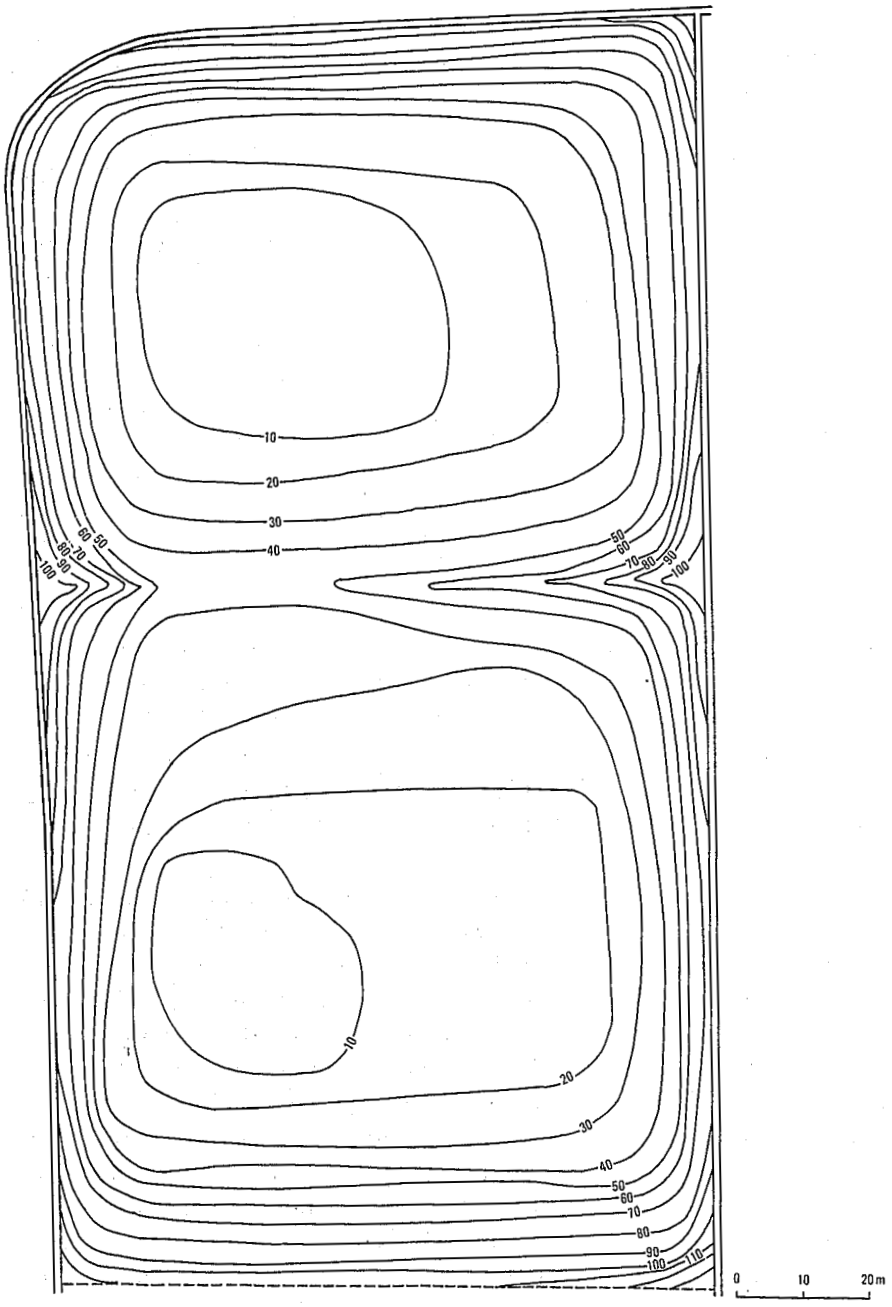


Fig. 2. Hoogtelijnenkaart van een tweekruinig perceel bij Hornhuizen (hoogte in cm beneden het hoogste punt)

Fig. 2. Contourlines on a 'two-cresty' field near Hornhuizen (in cm below the highest point)

BOLLE AKKERS IN DE LITERATUUR

Bij het literatuuronderzoek hebben wij onderscheid gemaakt tussen literatuur over percelen met *verscheidene akkers of bedden* (zgn. smalle akkers) en literatuur over *percelen die in hun geheel bol liggen.* Het was niet de bedoeling eerstgenoemde literatuur te refereren, maar tijdens de studie bleek zoveel literatuur over akkers of bedden te bestaan (met name in het Verenigd Koninkrijk, Ierland en Duitsland), dat wij hieraan niet voorbij willen gaan.

Merkwaardig is overigens, dat wij bij een overvloed aan literatuur over smalle akkers, alleen voor één streek in België percelen beschreven vonden die aan de Fries-Groningse kruinige percelen doen denken.

NEDERLAND

Er zijn geen pogingen aangewend om Nederlandse literatuur over smalle akkers te zoeken, te bestuderen en te refereren. Bewust hebben we de aandacht gericht op de kruinige percelen en de gebieden waar ze voorkomen. Op verschillende plaatsen zijn aanwijzingen gevonden, dat men het verschijnsel kende en landbouwkundig zinvol achtte, maar wij hebben geen literatuur gevonden waarin het expliciet wordt beschreven.

Terugblikkend op 100 jaar plattelandsleven in Groningen, schrijft de afdeling Garsthuizen van de Groninger Maatschappij voor Landbouw (GMvL, 1952, blz. 166): '..... werden de paarden voor het molbord gespannen, de grond werd naar het midden gedreven. Zo kwam het land droog te liggen. Nog heden ten dage zien we op onze gronden die tot de oudste inpolderingen van de Fivelboezem behoren, de ronde ligging hinderlijk en schadelijk in het tegenwoordige productieproces'. De afdeling Leens in dezelfde publikatie (blz. 186): 'Vroeger werd de slootaarde uitgereden over het gehele land met als gevolg lage kanten en daardoor enigszins bolle percelen', aansluitend worden in de volgende zin de huidige nadelen genoemd. Bij de beschouwing van deze citaten dient men wel te bedenken dat deze zinnen in 1952 geschreven zijn, terugblikkend op 1852. Dezelfde afdeling Leens had in 1858 op de vraag: 'Welke regels heeft men, bij verschillende grondsoorten, op te volgen ten aanzien van het ploegen van den akker? .....', o.a. geantwoord met de volgende zinnen: '..... een drooge akker ..... onontbeerlijk is, en vandaar ..... 1° Om altoos zoodanig te ploegen, dat de akker nimmer hol, maar altoos iets bol komt te liggen; .....' (Handelingen, 1858, blz. 99). Aangezien Leens middenin het gebied van de kruinige percelen ligt, nemen wij aan dat hier met het woord *akker* het gehele perceel wordt bedoeld. Waar in Groningse literatuur over smalle akkers wordt gesproken, worden in een adem de voren of greppels (geuten) genoemd, zo worden op de zware gronden bij Appingedam akkers vermeld met 'eene breedte van 2 ellen 8 palm à 3 ellen, de eene voor er bij gemeten' (ibidem, blz. 106).

Reinders (1892, blz. 284) beschrijft in zijn Handboek voor den Nederlandschen Landbouw en Veeteelt in een paragraaf over het droogleggen een zelfde situatie: waar men de waterlossing door de perceelssloten 'nog niet voldoende achtte, werden van afstand tot afstand kleine slootjes (slinken of spuiten) gegraven'. Uit het vervolg hiervan blijkt dat de akkers tussen deze slootjes bol werden gelegd. Reinders, die de kruinigheid uit eigen aanschouwen gekend moet hebben, spreekt op dezelfde blz. als vorig citaat terloops over: 'Door de ronde ligging van het veld in zijn geheel en van elken akker in het bijzonder wordt het land zeer ongelijk'.

Aanwijzingen in de literatuur over bolle akkers in Friesland zijn in het geheel niet gevonden, wel over smalle akkers en dan nog meestal in de graslandgebieden. Eenmaal werd in Blija van een boer vernomen, dat vroeger wel smalle akkers (bedden) op kruinige percelen werden aangelegd, t.b.v. de teelt van vroege aardappelen. Een extreme vorm van smalle akkers met hoogteverschillen tot 1,50 m is ons bekend uit West-Friesland. Deze zeer hoge smalle akkers zouden oorspronkelijk als bouwland opgezet zijn (Ente, 1963, blz. 21 en 103).

Op sommige sterk lemige zeer fijne dekzanden in Noord-Brabant komt een vorm van bolle akkers voor die een geheel perceel beslaan. Zo vermeldt Van Diepen (1968, blz. 129 en 134) het voorkomen van percelen met een 'bolvormige ligging' in de onderschriften bij twee foto's. Uit de kartering van het ruilverkavelingsgebied Oirschot-Best blijkt, dat ook daar percelen voorkomen met een 'ronde ligging' (Beekman, 1963; Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1965). Uit een bezoek aan deze gebieden bleek dat de percelen in het laatstgenoemde gebied kruinig genoemd kunnen worden en lijken op de hierna te noemen bolle akkers in België. De Brabantse percelen zijn niet nader bestudeerd. We vermoeden dat de bodemkundige opbouw nauwelijks zal afwijken van die van de kruinige percelen in het noorden van Nederland.

BELGIË

Ook hier kwam vroeger bouwland voor dat op akkers of bedden lag. 'Men noemde die bedden *gewenden* in de Kempen en het Noorden van Vlaanderen, *bedden* of *beddevoren* in Brabant en Zuid-Vlaanderen. Ze waren ten hoogste tien, doch gewoonlijk slechts zes ploegsneden breed, lagen in tongewelf en waren gescheiden door een uitgediepte greppel, ook *voor* genaamd ..... Alleen het Land van Waas maakt hierop een uitzondering', aldus Lindemans (1952, blz. 146 en 147). Dit zandgebied ligt tussen Antwerpen en Gent, rondom Sint-Niklaas. 'Het Land van Waas, had, en heeft nog zijn eigen akkerbouw die wij "koepelbouw" zouden mogen noemen. De betrekkelijk kleine ..... velden worden "rond" gelegd, d.w.z. in een licht koepelgewelf. De akkers hebben het uitzicht van een groot kussen: in het midden

zijn zij verheven en zij zakken gelijkmatig af naar de omringende gracht' (ibidem, blz. 150 en 151). Op de Belgische bodemkaarten, schaal 1:20000, worden de gebieden waar de bolle akkers voorkomen, afgegrensd. In de Verklarende Tekst bij het kaartblad Sint-Niklaas worden percelen beschreven 'waarvan het oppervlak de vorm van een koepel vertoont. Meer dan 90% van de akkers ten Noorden van de Durme en Schelde verkeren in dat geval' (Snacken, 1964, blz. 20). Volgens Snacken en Moormann (1950, blz. 67) kunnen 'de hoogteverschillen op één akker tot 3 m bedragen' en zijn 'De onderlinge verschillen in bodemgesteldheid tussen nabijgelegen bolle akkers ..... minder groot dan de verschillen in profielopbouw die men aantreft tussen de randen en het centrum van éénzelfde akker'. In een publikatie van 1971 zegt Snacken dat de hoogteverschillen 1,20 m à 1,60 m bedragen. Het verschijnsel is gedemonstreerd op een van de Belgische excursies na het Internationaal Bodemkundig Congres in Amsterdam (Guide, 1950). Hierin wordt vermeld dat 'The level of difference between the center and the border of the rounded fields is of the order of 150 cms' (ibidem, blz. 21). Al met al lijkt het erop dat de hoogteverschillen wat groter zijn dan bij de Nederlandse kruinige percelen. De Leenheer en Appelmans (z.j., blz. 11) wijzen erop dat de waarde voor de landbouw 'bijna nooit gelijk is over gans de oppervlakte van de percelen. Gewoonlijk zijn de randen minder droog dan het middenste gedeelte van de akkers'.

DUITSLAND

In Duitsland bestaat een zeer uitvoerige literatuur over Ackerbeete, Wölbbeete, aufgewölbte Beete, Hochbeete, Tonnenbeete, Wölbäcker, Hochäcker en Bifänge, die echter zonder uitzondering lang en smal tot zeer smal zijn; laatstgenoemde zijn zelfs slechts 80 tot 120 cm breed (Tietze, 1968) en kwamen vroeger veel voor op de zware verweringsgronden in het zuiden van Duitsland.

Een reden voor deze uitvoerige literatuur ligt waarschijnlijk in het feit, dat in Duitsland veel onderzoek is gedaan in Wüstungen, verlaten nederzettingen die nu onder bos of heide liggen. Oud bouwland is hier herkenbaar aan Plaggenböden (enkeerdgronden) of aan Wölbäcker. Het viel Niemeier (1967) op dat 'die mächtigen Plaggenböden offenbar ganz überwiegend auf Inseln gröszerer Sandmächtigkeit liegen', terwijl op Pseudogleyböden (in dit geval keileemgronden) juist de Wölbäcker voorkwamen.

Alleen Kittler (1963) noemt een voorbeeld van Hochäcker, die de afmetingen van een heel perceel hebben. Uit het verband blijkt dat hij deze niet uit eigen aanschouwen of uit de literatuur kent: '..... wie es in Ostpreuszen nach meiner Erkundungen oft erfolgte ..... dasz das Feld zu einer vierseitigen Pyramide aufgewölbt wurde, das Gegenbild zu dem langgestreckten Hochäcker ..... Der bisherige Begriff Hochacker, der sich nur auf Langstrei-

fenfelder bezog, musz daher erweitert werden (ibidem, blz. 152 en 145).

Benzler (1970), die o.m. in het kustgebied van Niedersachsen werkte, beschrijft lange smalle akkers in het mondingsgebied van de Elbe, die als bouwland worden gebruikt. Hij noemt zelfs een voorbeeld van klei-op-veengronden, waarbij '..... man nur den mittleren Teil der Beete aufhöhte mit Klei, den man auf den Randstreifen der Beete bis fast auf den Torf abgrub. Die Randstreifen kamen dadurch zwar in starken Grundwassereinflusz, die Beetmitte liesz sich aber ackern'.

ANDERE LANDEN

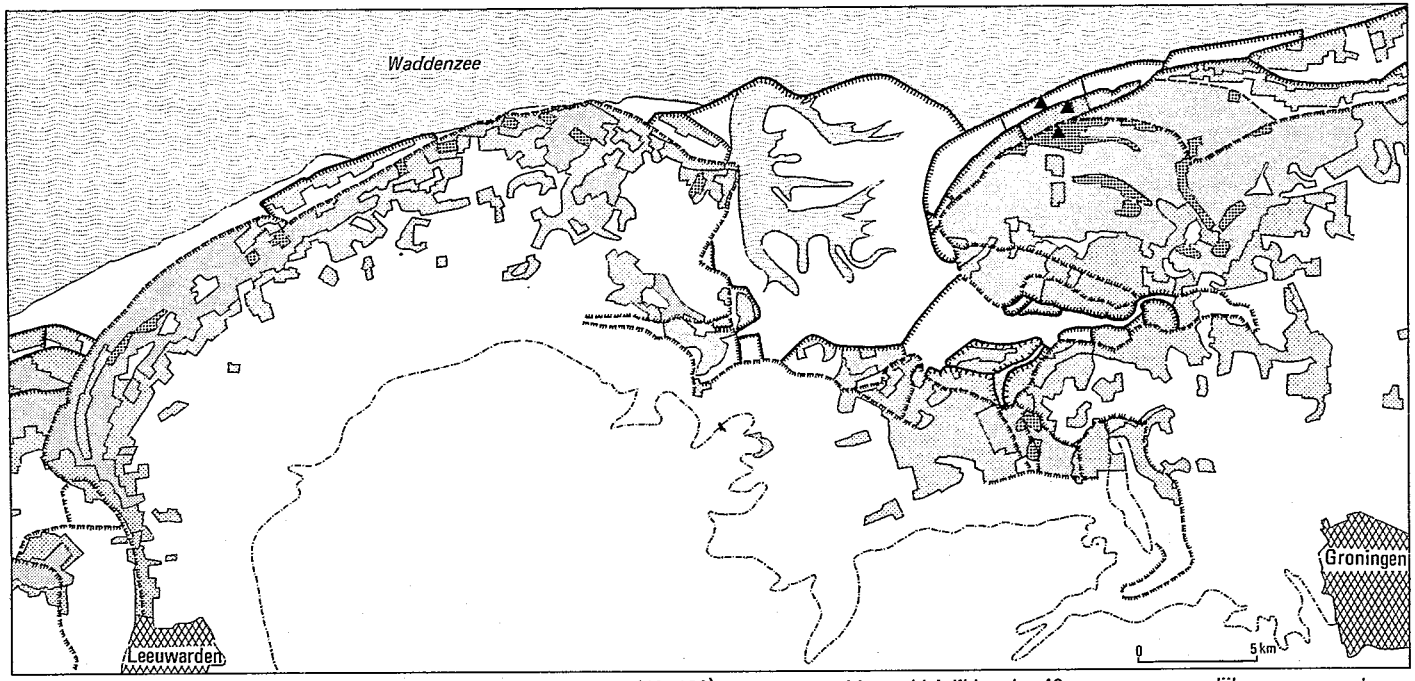
Ook in andere landen komen smalle akkers voor. Het Westermann Lexikon (Tietze, 1969) noemt onder het trefwoord Hochbeet: 'Mitteleuropa, England und der Slowakei'. Over het Engelse ridge-and-furrow systeem bestaat, evenals over de Duitse Hochäcker, een zeer uitvoerige literatuur, soms in verband met de zgn. open fields (o.a. Orwin and Orwin, 1967). De akkers (ridges) variëren daar in breedte van '..... a few yards up tot 22 yards wide' (Bedford Franklin, 1948, blz. 42), afhankelijk van de zwaarte, hetgeen ook uit het volgende citaat blijkt: '.....; on light soils it was fully 22 yards wide, but on heavy soils it might not exceed 3 yards, in order to provide more frequent drainage furrows' (Orwin and Orwin, 1967, blz. 43). Baker and Butlin (1973, blz. 148) zeggen dat ze normaal 5 tot 12 yard breed zijn, 'although a few were as much as 18 yards across'. In Ierland zijn ze erg smal en worden ze lazybeds of spade ridges genoemd, 'the face of old Ireland is wrinkled with their tracks' (Evans, 1973, blz. 40). Nergens ook maar een aanwijzing voor percelen die in hun geheel bol liggen.

Bolle akkers over gehele percelen werden wel waargenomen in het Italiaanse lagunengebied[1]) aan de voet van de Dolomieten. Dit gebeurde door studenten van de Landbouwhogeschool en van de Vrije Universiteit tijdens veldpractica in de jaren 1967, 1968 en 1969 (Buurman en De Gans, 1969; Nieuwenhuis en Van Engelen, 1969).

VERBREIDING

In figuur 3 is het voornaamste verbreidingsgebied van de kruinige percelen aangegeven. Deze kaart is een weergave van de situatie zoals die enkele jaren geleden werd aangetroffen. Sindsdien is op een aantal plaatsen de situatie gewijzigd als gevolg van ruilverkavelingswerkzaamheden en plaatselijk ook door de aanleg van nieuwe wegen (ophoging van lage perceelsranden). Het verbreidingsgebied van de kruinigheid zet zich nog voort naar het zuidwesten en het oosten. Zo komen kruinige percelen voor in het westen van Friesland bij Pingjum en Witmarsum in het gebied van kaartblad 10 West

[1]) Ir. H. G. M. Geenen maakte ons hierop attent.



mate van kruinigheid (hoogteverschil tussen het midden en de randen van de percelen in cm)
grade of crestyness (difference in elevation between centre and margins of the fields in cm)

sterk kruinig (> 100)
strongly cresty

matig kruinig (50 - 100)
moderately cresty

zwak kruinig (30 - 50)
weakly cresty

niet kruinig (< 30)
non- cresty

zuidgrens klei dikker dan 40 cm (naar de Bodemkaart van Nederland schaal 1:200 000)
southern boundary of marine deposits thicker than 40 cm

dijken na ca. 1500 AD
sea walls after about 1500 AD

dijken overwegend ver voor 1500 AD
sea walls predominantly far before 1500 AD

▲ ligging van de kaartfragmenten van fig. 4
situation of fig. 4

Fig. 3. Verbreidingsgebied van de kruinige percelen in een gedeelte van het noordelijk zeekleigebied
Fig. 3. Distribution of 'cresty' fields in a part of the northern marine area

en Oost (Stichting voor Bodemkartering, 1974) en op de lichte gronden in het noordoosten van de provincie Groningen.

Een vergelijking van figuur 3 met de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000 (Stichting voor Bodemkartering, 1960/1965) en een eenvoudige bodemgebruikskaart, bijvoorbeeld de kaart van het noorden van Nederland uit een van de recente drukken van de Bosatlas (vanaf de 47e druk) leidt tot de volgende conclusies: kruinigheid is gebonden aan lichte gronden en aan bouwland als bodemgebruik. Vooral tussen de kaarten van Friesland is er veel overeenkomst.

Behalve een relatie met zwaarte en bodemgebruik blijkt uit figuur 3 ook een verband tussen de mate van kruinigheid en de ouderdom van de gronden; dit geldt in het bijzonder voor de polders langs de noordkust van Groningen. In figuur 4 wordt dit verband nog nader geïllustreerd. De gronden van figuur 4a uit de Julianapolder (bedijkt in 1923) liggen tegen de zeedijk, de percelen liggen vlak en de hoogteligging schommelt rond de 1 m-lijn. Figuur 4b (Zevenboerenpolder, bedijkt in 1802) toont zwak kruinige percelen, de hoogteverschillen bedragen meestal minder dan 40 à 50 cm. Het gebied van figuur 4c ligt binnen de oudste dijk in dit gedeelte van Groningen. Na de Kerstvloed van 1717 is deze dijk geheel vernieuwd, maar het land is volgens oudheidkundige gegevens bewoond sinds 1000 à 1200 A.D. (Van Hoorn, 1967, blz. 10). De percelen zijn sterk kruinig, er zijn drie of meer hoogtelijnen binnen elk perceel. Overigens blijkt uit het detailbeeld van figuur 2, dat vooral de uiterste hoeken een nog groter hoogteverschil met het midden hebben dan te zien is op dit kaartfragment.

Het verband tussen zwaarte en kruinigheid blijkt uit het volgende: binnen elke afzonderlijke polder liggen de kruinigste percelen op de lichtste gronden langs de jongste dijk. De zware gronden liggen langs de oude dijk, waar geen of minder kruinige percelen voorkomen.

De hierboven genoemde verbanden zijn niet geheel te ontrafelen, de factoren zijn deels geïntercorreleerd: zware gronden zijn vaak oud en liggen veelal in gras, lichte gronden worden vrijwel steeds als bouwland gebruikt. Een vertroebelende factor is ook de verschuiving in het bodemgebruik, zowel recent als in het verleden. Zo komt in Friesland aan de zuidzijde van het kruinige gebied betrekkelijk recent grasland voor op kruinig land. Deze percelen contrasteren sterk met het nog verder zuidelijk gelegen oude grasland dat op akkers ligt op zwaardere gronden. In Groningen lijkt het erop dat de zgn. kwelderbekkengronden, vnl. eenheid 21 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, minder sterk kruinig zijn dan de omringende gronden. Dit zou verklaard kunnen worden uit een langer gebruik als grasland. Verder dient er rekening mee te worden gehouden dat in Groningen relatief meer bouwland voorkomt dan in Friesland op overeenkomstige gronden.

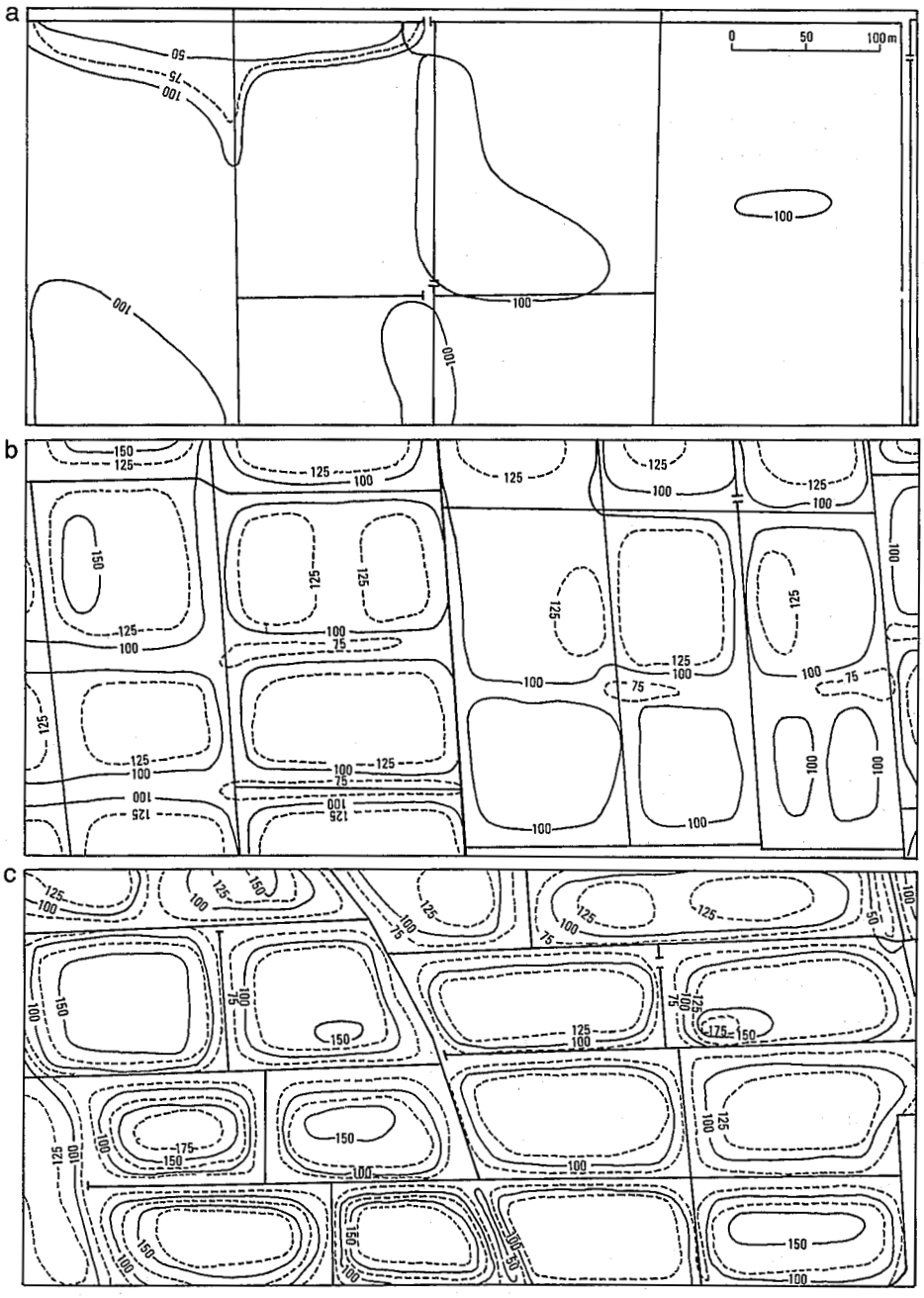


Fig. 4. Fragmenten uit een hoogtekaart (hoogte in cm), omgeving Hornhuizen (voor ligging, zie fig. 3); a. niet-kruinige percelen in de Julianapolder (bedijkt 1923), b. zwak kruinige percelen in de Zevenboerenpolder (bedijkt 1802), c. sterk kruinige percelen binnen de oudste dijk

Fig. 4. Fragments of a contour map (in cm) in the surroundings of the village Hornhuizen (for situation see fig. 3); a. 'non-cresty' fields in the Julianapolder (embanked 1923), b. weakly 'cresty' fields in the Zevenboerenpolder (embanked 1802), c. strongly 'cresty' fields on the old land

WEERGAVE OP BODEMKAARTEN

Over de zeekleigebieden van het noorden van Nederland waar kruinige percelen voorkomen, bestaan geen zgn. studiekarteringen, zoals die in de beginperiode van de bodemkartering van Walcheren, Zuid-Beveland, het Westland en de Haarlemmermeer zijn verschenen.

De bodemkaarten van Nederland, schaal 1:400000 en 1:200000 (Edelman, 1950; Stichting voor Bodemkartering, 1960/1965) noch de bijbehorende toelichtingen bevatten informatie over de kruinigheid.

Afgezien van de kaartbladen 5 West, 5 Oost, 7 West en 10 West en Oost van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000, die tussen 1973 en 1976 verschenen, bestaan er geen officieel gepubliceerde kaarten van deze gebieden. Wel zijn er tussen 1957 en nu door de Stichting voor Bodemkartering een vijftiental zgn. opdrachtkarteringen uitgevoerd, meestal ten behoeve van ruilverkavelingen. Hiervan bestaan gestencilde rapporten[1]) met bijbehorende met de hand ingekleurde kaarten. In de bodemkundige literatuur wordt de term kruinig voor het eerst gebruikt in het rapport bij de bodemkaart van Oost- en Westdongeradeel (Van den Hurk, 1966). In eerdere rapporten wordt het verschijnsel aangeduid met termen als 'bolle' of 'ronde ligging' (De Smet en Wagenaar, 1957; Kuijer en Van der Knaap, 1961a en 1961b). Eerstgenoemde auteurs zijn de enigen die op een bodemkundige consequentie wijzen: 'De meeste percelen hebben een sterke ronde ligging. Het gevolg hiervan is, dat langs de randen van de akkers de kalk minder diep zit, dan op de hoogste delen' (De Smet en Wagenaar, 1957, blz. 13).

Alleen bij de kartering van Ferwerderadeel is een aparte kaart gemaakt waarop de verbreiding van de kruinige percelen staat aangegeven (Van Holst, 1968).

Als resultaat van de studie van de kruinigheid, waarover in dit artikel wordt gerapporteerd, is het verschijnsel thans opgenomen in de legenda bij de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. 'Op de bodemkaart zijn de kruinige percelen aangegeven als poldervaaggronden met de toevoeging b vóór de code als binnen één perceel het hoogteverschil tussen kruin en rand tenminste 70 à 80 cm bedraagt. Deze toevoeging vindt men in het oude kweldergebied voornamelijk bij de kalkarme, lichte zavelgronden .....' (Stichting voor Bodemkartering, 1973, blz. 81 en 106).

De noodzaak voor het gebruik van een signatuur voor de kruinigheid geldt ook voor kaarten met grotere schalen. Pas bij een schaal van 1:2500 en groter kunnen de bodemverschillen, die met de kruinigheid samenhangen, afgebeeld worden op de kaart. Zo geven Daniëls en De Smet (1971) op de bodemkaart van een bedrijf bij Kloosterburen, schaal 1:1000, o.m.

[1]) Aanwezig in de bibliotheek van het Staringgebouw, Wageningen.

verschillen aan in kalk- en reductiediepte waarvan het patroon verklaard wordt uit de kruinige ligging van de percelen.

BODEMKUNDIGE BESCHRIJVING

De informatie over de bodemgesteldheid van kruinige percelen is voornamelijk verkregen uit gedetailleerde onderzoekingen die de auteurs hebben uitgevoerd op percelen in verschillende gedeelten van Friesland en Groningen. Ook is gebruik gemaakt van de gegevens van Daniëls en De Smet (1971) en van de kennis die is opgedaan bij de karteringen die voor ruilverkavelingen zijn uitgevoerd.

Op vijf percelen zijn gewaterpaste dwarsdoorsneden geboord, van de laagte tot de top van de kruin, waarbij vooral gelet is op de kalkdiepte, de diepte van de gelaagde ondergrond en de dikte van de A1-horizont.

Vier andere percelen zijn gekarteerd met een boringsdichtheid van resp. 10, 18, 28 en 30 boringen per ha, de hoogteverschillen op deze percelen werden geschat of globaal gewaterpast. Deze gedetailleerdheid bleek nog onvoldoende, daarom werden twee percelen zeer uitvoerig onderzocht; een perceel bij Hornhuizen met een dichtheid van 50 boringen per ha en een perceel bij Blija met een dichtheid van ruim 150 boringen per ha. Op laatstgenoemd perceel varieert de boringsdichtheid; in de randstrook, tot 5 meter van de sloot, was deze 280 per ha; in de strook tussen 5 en 15 meter 145 boringen per ha, en het centrale deel van het perceel (meer dan 15 meter vanaf de sloot) had een boringsdichtheid van 125 boringen per ha.

Zowel in Hornhuizen als in Blija zijn alle boorpunten gewaterpast. De boringsdiepte was 1,20 m, behalve in Blija waar tot in de G-horizont is geboord. Deze zgn. permanent gereduceerde ondergrond komt op het hoogste deel van het perceel op ruim twee meter diepte voor.

Voorts zijn profielkuilen gegraven en bestudeerd, hiervan werden er zeven bemonsterd.

DE A1-HORIZONT

Bij nauwkeurige beschouwing van de profielwanden blijkt op de kruinen een laag onder de bouwvoor voor te komen, die in de randstroken ontbreekt. Deze laag is op zijn dikst onder het hoogste punt op de kruin, bij één-kruinige percelen is dat steeds op het midden van het perceel. Afhankelijk van de mate van kruinigheid kan de grootste dikte van deze laag sterk variëren. Bij zwak kruinige percelen is zij 20 à 30 cm, bij sterk kruinige 50 à 60 cm dik. Bij het boren lijkt zij homogeen grijsbruin te zijn, maar in de profielkuil kan men een zekere microheterogeniteit herkennen. Het meest opvallende daarvan is de aanwezigheid van kleine brokjes C-materiaal, die grijzer zijn dan de rest van deze laag, soms iets roestig zijn en vaak kalkrijk. Ook komen plekjes lichtgrijs (2,5 Y 7/1) materiaal voor, bestaande uit kalk-

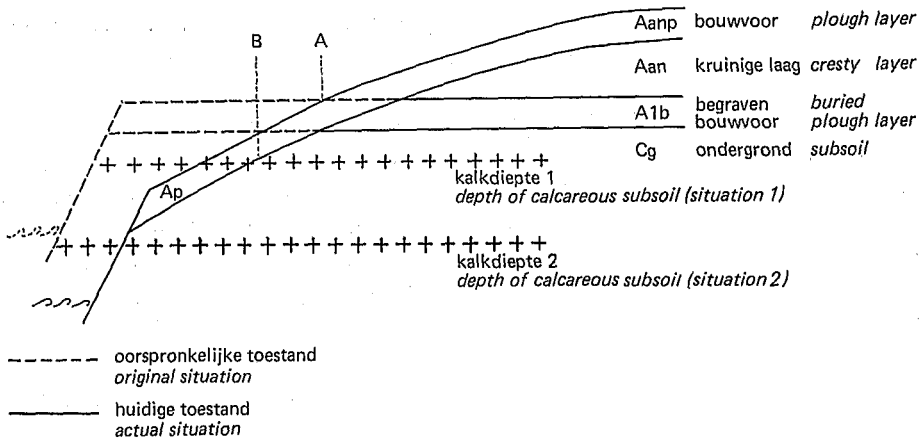


Fig. 5. De invloed van de kruinigheid op de kalkdiepte (bij twee verschillende uitgangssituaties van de kalkdiepte)
Fig. 5. Variations of depths of calcareous material caused by the developments of 'cresty' fields (for two situations)

loos zeer humusarm vrijwel zuiver silt tot uiterst fijn zand. Deze plekjes hebben meestal een fijne gelaagdheid met wat donkerder materiaal, het zijn soms onregelmatige brokjes, soms zijn ze op doorsnede halvemaanvormig. Wij menen dat dit ondergeploegd verslempt materiaal is. Verder is deze laag ook te herkennen aan kleine stukjes baksteen, houtskool en andere typisch antropogene insluitsels.

De laag lijkt ontstaan te zijn door geleidelijke ophoging (zie ook de paragraaf over de ontstaanswijze) en is tenslotte buiten bereik van de ploeg gekomen. Behalve de bouwvoor moet dus ook de homogene grijsbruine laag (kruinige laag) als een A1-horizont worden beschouwd. Op kruinige percelen dienen de horizonten als volgt te worden gecodeerd (fig. 5): de huidige bouwvoor in het midden van het perceel als Aanp; de huidige bouwvoor in de randstroken als Ap; de naar binnen gewerkte laag onder de bouwvoor als Aan. De ondergrond wordt als Cg en de diepere ondergrond als G aangegeven. Soms is in het onderste gedeelte van de Aan de oorspronkelijke bouwvoor te herkennen, de A1b-horizont; in een boring is dit niet zo duidelijk; ook in een profielkuil is de scheiding tussen Aan en A1b niet altijd te maken.

De structuur kan het best beschreven worden als een overgang tussen zwak ontwikkelde afgerond-blokkige elementen en een tamelijk massieve structuur met vrij veel poriën, die veroorzaakt lijken door de beworteling.

De gehele A1 is zwak ontwikkeld, d.w.z. het verschil in humusgehalte (tabel 1) tussen A1 en de Cg is klein. Uit de kleurbeschrijvingen (Munsell-coderingen) blijkt dat ook de kleurcontrasten tussen de horizonten klein

Tabel 1. Humusgehalten van een aantal monsters van de karakteristieke horizonten in kruinige percelen (spreiding lutumgehalte 6–12%)
Table 1. Organic matter content of some samples of the typical horizons in 'cresty' fields (clay content between 6 and 12%)

Horizont *Horizon*	Humus (%) *Organic matter (%)*		Aantal monsters *Number of samples*
	gem. *average*	spreiding *dispersion*	
Aanp	2,2	1,7–2,8	17
Ap	2,6	2,0–3,5	5
Aan (+A1b)	1,0	0,5–1,4	8
Cg	0,6	0,5–0,9	5

zijn: de value van de Aanp is steeds 4, die van de Aan 4,5–5 en die van de C 5–6; van de Ap hebben we weinig kleurbeschrijvingen, maar de indruk bestaat dat hij iets donkerder is dan de Aanp.

Gezien deze geringe verschillen is het niet verwonderlijk dat de kruinige laag (de Aan) bij eerder onderzoek aan de aandacht is ontsnapt; een grond afkomstig van een kruinig perceel uit Friesland werd in de reeks 'De Nederlandse bodem in kleur' oorspronkelijk ooivaaggrond genoemd (De Bakker en Edelman-Vlam, 1964). In de in 1976 verschenen bundeling van deze reeks is dit verbeterd in de juiste benaming: tuineerdgrond.

Naar het voorkomen en de dikte van de Aan-horizont kunnen op kruinige percelen de volgende gronden worden onderscheiden (zie fig. 5): gronden zonder Aan-horizont (Ap/Cg), gronden met een Aan-horizont (Aanp/Aan/A1b/Cg). De gronden met een Aan-horizont worden weer onderverdeeld op grond van de totale dikte van de A1-horizonten; dikker dan 50 cm (tuineerdgronden) en 50 cm of dunner (poldervaaggronden). Op zwak kruinige percelen kunnen de tuineerdgronden geheel ontbreken, op zeer sterk kruinige percelen kan de oppervlakte echter relatief zeer groot zijn. We hebben de indruk dat het hoge percentage tuineerdgronden op het perceel in Hornhuizen (tabel 2) een extreem geval is (zie ook de paragraaf over de ontstaanswijze), naar schatting zullen op minder dan 15% van alle kruinige percelen dergelijke hoge percentages tuineerdgronden worden aangetroffen.

Bij de andere in detail onderzochte percelen is er één met ongeveer dezelfde verhouding als Blija, de andere hebben een lager percentage tuineerdgronden. Dit waren dan ook zwakker kruinige percelen.

Vlak langs de sloot zijn de bovengronden (Ap) wat dikker en wat heterogener, wat ook door Daniëls en De Smet (1971, blz. 6) geconstateerd werd. Wij zijn van mening dat dit verklaard moet worden uit de aanwezigheid van uit de sloten gebaggerd heterogeen materiaal dat niet meer zoals vroe-

Tabel 2. Oppervlakteverdeling van de opgehoogde en verlaagde gronden van een kruinig perceel bij Hornhuizen en bij Blija
Table 2. Distribution of the area with raised and lowered parts of a 'cresty' field near the villages Hornhuizen and Blija

Perceel te *Location*	Oppervlakte (%) *Area*		
	opgehoogd (Aanp + Aan + A1b) *raised*		verlaagd *lowered*
	> 50 cm	< 50 cm	Ap < 50 cm
Hornhuizen	61	23	16
Blija	25	30	45

ger over het perceel wordt verdeeld.

Er is enig oriënterend bodemvruchtbaarheidsonderzoek gedaan door van de monsters die uit de bestudeerde profielkuilen genomen zijn, ook de K-HCl en P-Al te laten bepalen. De bouwvoor bleek een hoger fosfaatgehalte te hebben dan zowel de Aan- als de C-horizonten. Het verschil tussen deze twee lagen onderling was veel kleiner. Verschil in kaligehalte tussen de bouwvoor, de kruinige laag en de ongeroerde ondergrond was nauwelijks aanwezig. Het feit dat de Aan ooit bouwvoor was, heeft nauwelijks sporen achtergelaten. Men bedenke hierbij dat de ophoging heeft plaatsgehad vóór de invoering van de kunstmest. Misschien als we dit onderzoek beperkt hadden tot één perceel en mengmonsters genomen hadden van de verschillende lagen, zouden er meer sporen zijn gevonden. Invloeden van de zwaarte en onderlinge verschillen in bodemvruchtbaarheid van de onderzochte percelen zouden dan in ieder geval zijn uitgesloten.

KOOLZURE KALK EN ZUURGRAAD

Een aanzienlijk aantal kruinige percelen ligt in gebieden, waar de koolzure kalk op enige diepte onder de oorspronkelijke bouwvoor begint. Figuur 5 geeft bij twee verschillende uitgangssituaties (kalkdiepte 1 en 2) sterk geschematiseerd de invloed weer van de kruinige ligging op de kalkdiepte onder het huidige maaiveld. Op de kruin begint de kalk dieper dan in de uitgangssituatie het geval was en ergens op de flanken, waar het huidige maaiveld het oorspronkelijke maaiveld snijdt (bij punt A), is de kalkdiepte onveranderd.

Langs de randen kan de Ap zelfs kalkrijk zijn; in de figuur is dat het geval bij kalkdiepte 1 vanaf de slootkant tot punt B. Was de kalkdiepte t.o.v. het oorspronkelijke maaiveld vrij groot (kalkdiepte 2 in de figuur), dan zal het duidelijk zijn dat zowel de Aanp als de Ap over het gehele perceel kalkloos

moeten zijn. Ook dan nog kunnen de randstroken een ander kalkverloop (Stichting voor Bodemkartering, 1973, blz. 19 en 20) hebben dan de kruin. In het voorbeeld van kalkdiepte 2 van figuur 5 komt in de randstroken van het perceel kalkverloop b voor (kalk beginnend tussen 30 en 50 cm diepte) terwijl in het centrale deel uitsluitend kalkverloop c (kalk beginnend dieper dan 50 cm) wordt aangetroffen.

Uit de detailkarteringen blijkt dat bovengenoemde situaties inderdaad voorkomen. Op beide, zeer gedetailleerd onderzochte percelen komen alle drie kalkverlopen voor: op de kruinen dieper dan 50 cm, op de flanken tussen 30 en 50 cm, en in de randstroken binnen 30 cm. Op het perceel bij Blija werden deze kalkdieptes resp. verspreid over 20%, 25% en 55% van de oppervlakte gevonden. Hier viel het gebied met kalk dieper dan 50 cm bijna samen met het gedeelte waar de A1 (Aanp + Aan + A1b) dikker dan 50 cm was.

Op sommige percelen komt alleen in de uiterste hoeken ondiep kalk voor. Op de kalkverlopenkaart die Daniëls en De Smet (1971) maakten van het door hen onderzochte bedrijf bij Kloosterburen, treffen we dit beeld ook aan. Perdok et al. (1968) geven in een nota waarin gerapporteerd wordt over een slootdempingsproef te Leens (zie ook ICW, 1965, blz. 83–86) een tabel die een dergelijk kaartbeeld met cijfers illustreert (tabel 3).

Kalkarmoede op de kruin en kalkhoudendheid in de randstroken gaan uiteraard samen met verschillen in zuurgraad. Dit blijkt duidelijk uit onderzoekingen van Hibma en Postma (1963), medewerkers van het Consulentschap voor de Rundveehouderij en de Akkerbouw in het noordwesten van Friesland. Zij deden dit naar aanleiding van het feit dat op een bepaald perceel ondanks de bekalking volgens een tweede praktijkbemonstering de zuurgraad was gestegen (de pH-KCl daalde van 6,2 naar 5,6). Zij bemonsterden dit perceel opnieuw en in tegenstelling tot wat bij praktijkbemonsteringen het geval is, werden de kruin, de flanken en de laagten afzonderlijk

Tabel 3. Koolzure-kalkgehalten op een kruinig perceel bij Leens (uit: Perdok et al., 1968, blz. 4)
Table 3. Lime contents on a 'cresty' field near the village Leens (after Perdok et al., 1968, p. 4)

Diepte (cm) *Depth*	CaCO3 (%)		
	laagte *low part*	helling *slope*	kop *crest*
0–20	2,9	0,1	0,1
20–40	1,4	0,1	0,1
40–60	2,8	6,6	0,0
60–80	8,4	9,6	3,3
80–100	8,1	8,8	9,5

bemonsterd. Dit werd op twee andere percelen herhaald. Steeds werd hetzelfde kaartbeeld verkregen: de hoogten zuur, de flanken licht zuur en de slenken neutraal tot en met basisch. Dit beeld moet ons inziens evenals dat van de kalkverlopen uit de kruinige ligging verklaard worden. De ogenschijnlijke daling van de pH na de bekalking is een gevolg van het feit dat bij de tweede praktijkbemonstering toevallig een groter aantal steken uit de kruin dan uit de randstroken is genomen.

Er komen ook situaties voor, die van dit beeld afwijken. De oorspronkelijke kalkdiepte kan bijvoorbeeld binnen een perceel verschillend geweest zijn, waardoor de randstrook aan één zijde van het perceel kalkarm is en het opgehoogde gedeelte plaatselijk kalk bevat. Verder zijn percelen gevonden waarin, afgaande op de kalkdiepte t.o.v. het oorspronkelijke maaiveld, verwacht mocht worden dat al het naar binnen gewerkte materiaal kalk zou bevatten, wat soms niet het geval bleek. Dit zou verklaard kunnen worden uit ontkalking gedurende het geleidelijk groeien van de kruin. Merkwaardigerwijs komt ook het omgekeerde voor: meer kalk dan men zou verwachten. Dit is het geval op het perceel bij Hornhuizen (zie ook de paragraaf over de ontstaanswijze). Dit soort percelen komt vooral voor direct ten zuiden van de oude zeedijken. Wij vermoeden dat de verklaring hiervoor gezocht kan worden in de slijk- of slibbemesting. Hieronder werd verstaan: 'het brengen van overjarige klei van achter de zeedijk naar de zachtste percelen binnendijks en deze klei daarover zo nauwkeurig mogelijk verdelen. Dit werd geregeld toegepast op boerderijen met kweldergronden en ook met goed resultaat. Deze wijze van grondverbetering is na de opkomst der kunstmest in onbruik geraakt, zodat na 1900 van 'kleimennen' geen sprake meer was' (Groninger Maatschappij van Landbouw, 1952, blz. 146).

ANDERE BODEMKUNDIGE KENMERKEN

De bovengrond van de kruinige percelen op de bladen 5 en 7 West en van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000 blijkt uitsluitend uit lichte of zware zavel (8–25% lutum) te bestaan. De gronden met lichte zavel zijn in de meerderheid. Op kaartblad 7 West (Stichting voor Bodemkartering, 1973, blz. 122) komt 2995 ha kruinige percelen voor (kaarteenheden met een b voor de code); hiervan bestaat 205 ha uit zware zavel en 2790 ha uit lichte zavel. De gehele oppervlakte heeft profielverloop 5, wat voor deze gronden meestal wil zeggen: aflopend tot kleiig uiterst fijn zand (fijn gelaagd wadzand), zo niet binnen 1,20 m, dan toch binnen 1,50 m.

Het detailonderzoek leverde een zelfde resultaat op, met dien verstande dat ook bovengronden voorkomen die 5–8% lutum bevatten. Vermoedelijk zullen bij Ferwerd, Anjum, Hornhuizen en Uithuizen stroken voorkomen die groot genoeg zijn om op de 50000-kaart aan te geven.

Wat het profielverloop van de gronden op kruinige percelen betreft, kan

opgemerkt worden dat in de ondergrond soms een stugge laag wordt gevonden, die wat roestiger en wat zwaarder is dan de bovengrond (Daniëls en De Smet, 1971; De Smet en Wagenaar, 1957). Steeds vormt deze laag dan de onderkant van het kalkloze pakket. Op twee onderzochte percelen tussen Leens en Hornhuizen komt deze laag voor. Zij werd hier alleen onder de kruinen gevonden en niet in de laagten. De flanken van de kruinen hadden een wat zwaardere bovengrond, veroorzaakt door het dagzomen van de stugge laag.

Het al dan niet gelaagd zijn van de ondergrond is met de boor niet gemakkelijk vast te stellen, wel als de gelaagdheid duidelijk is. Duidelijke gelaagdheid treft men meestal aan op enige diepte onder de oorspronkelijke bovengrond. Zij begint ten gevolge van de kruinige ligging op de kruin pas op ca. 1 m diepte en aan de randen vrijwel direct onder de bouwvoor. De hogere indringingsweerstanden, die Daniëls en De Smet (1971, blz. 9) in de laagten vonden, zouden mogelijk veroorzaakt kunnen worden door de hogere ligging van de gelaagde ondergrond.

Uitgaande van een oorspronkelijk vlakke maaiveldsligging, kan gesteld worden dat elke afwijkende laag, voorkomende binnen 1 of 1,5 m diepte vanaf het oorspronkelijke maaiveld, consequenties moet hebben voor de bodemgesteldheid. Ten gevolge van het kruinig leggen zullen in een dergelijk geval bodemkundige verschillen binnen een perceel optreden, die een systematische verbreiding hebben. Behalve de reeds besproken afwijkende lagen zijn tijdens het detailonderzoek nog aangetroffen: een kalkloze tussenlaag, een zgn. vegetatielaag, een knippige laag en op één perceel zelfs veen binnen 1,20 m in de laagste hoek.

HET GRONDWATER

Het is bij de Stichting voor Bodemkartering gebruikelijk het grondwaterstandsverloop te karakteriseren met de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en met behulp hiervan klassen, de zgn. grondwatertrappen (Gt's), te maken (Stichting voor Bodemkartering, 1973, blz. 21).

Om een indruk te krijgen van de GHG zijn veel wintergrondwaterstanden opgenomen. Er zijn geen zomergrondwaterstanden gemeten; informatie over de GLG kan verkregen worden uit de diepteligging van de zgn. permanent gereduceerde zone (de G-horizont). Onderzoek op zandgronden in verschillende gebieden en in het zuidwestelijk zeekleigebied (resp. Haans, 1961; Van Wallenburg, 1973) heeft namelijk geleerd, dat de GLG bij benadering overeenkomt met de diepteligging van de G-horizont. In het noordelijk zeekleigebied is een dergelijk onderzoek nog niet gedaan, maar waarschijnlijk geldt het verband ook voor de gebieden met de kruinige percelen. Zo ligt de G-horizont bij de stambuis van figuur 6 op 190 cm diepte, dat

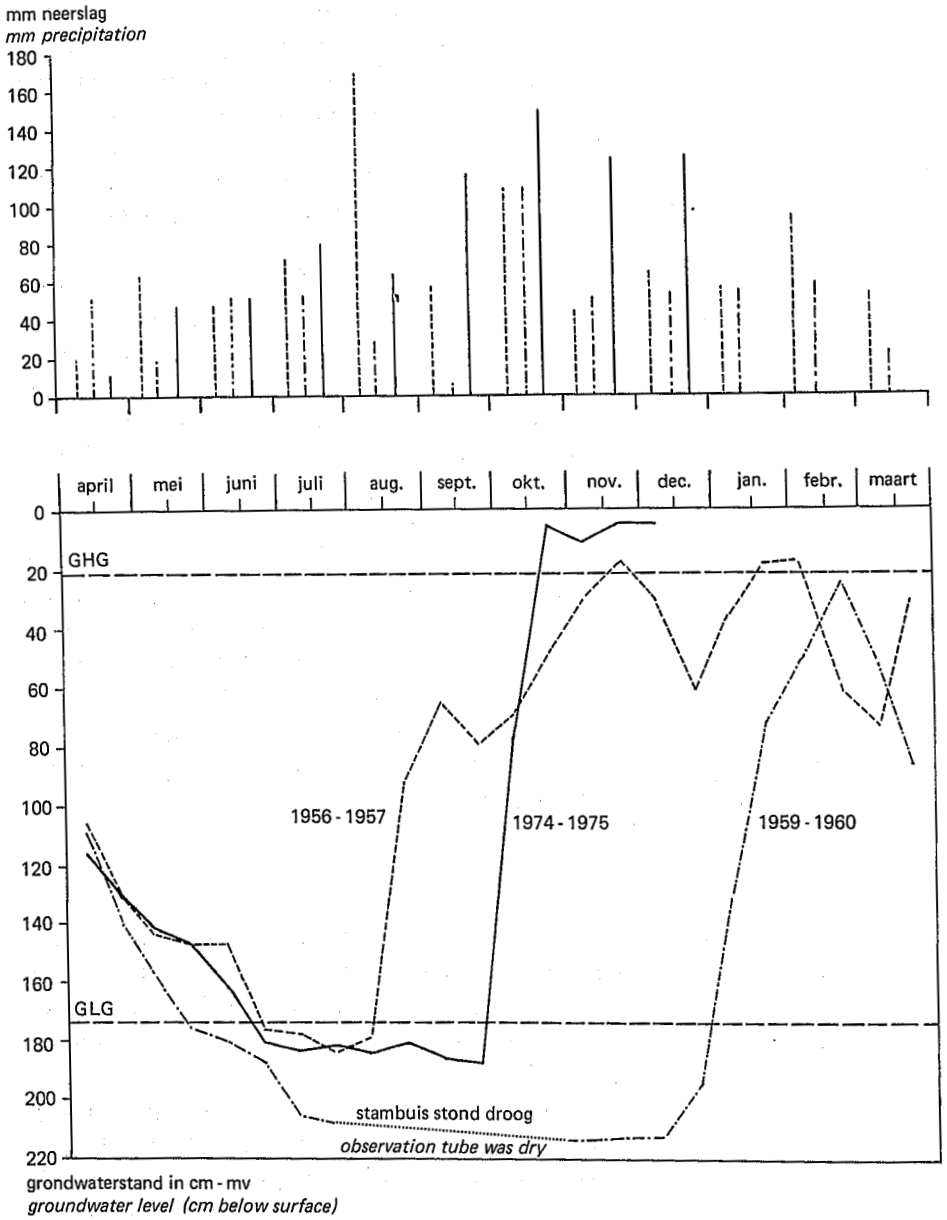


Fig. 6. Neerslag (KNMI-station Dokkum) en tijdstijghoogte (COLN-stambuis 6A-42-15 op een kruinig perceel bij Blija) uit een nat jaar (1956–'57), een droog jaar (1959–'60) en een normaal jaar (1974–'75). De GHG en de GLG zijn berekend over 9 jaren.

Fig. 6. Precipitation (meteorologic station Dokkum) and fluctuation diagrams of the groundwater (COLN-observation tube 6A-42-15 on a 'cresty' field near the village Blija) from a wet year (1956–'57), a dry year (1959–'60) and a normal year (1974–'75). The mean highest groundwatertable (GHG) and the mean lowest groundwatertable (GLG) are calculated from 9 years.

is 12 cm beneden het niveau van de uit de grondwaterstanden berekende GLG.

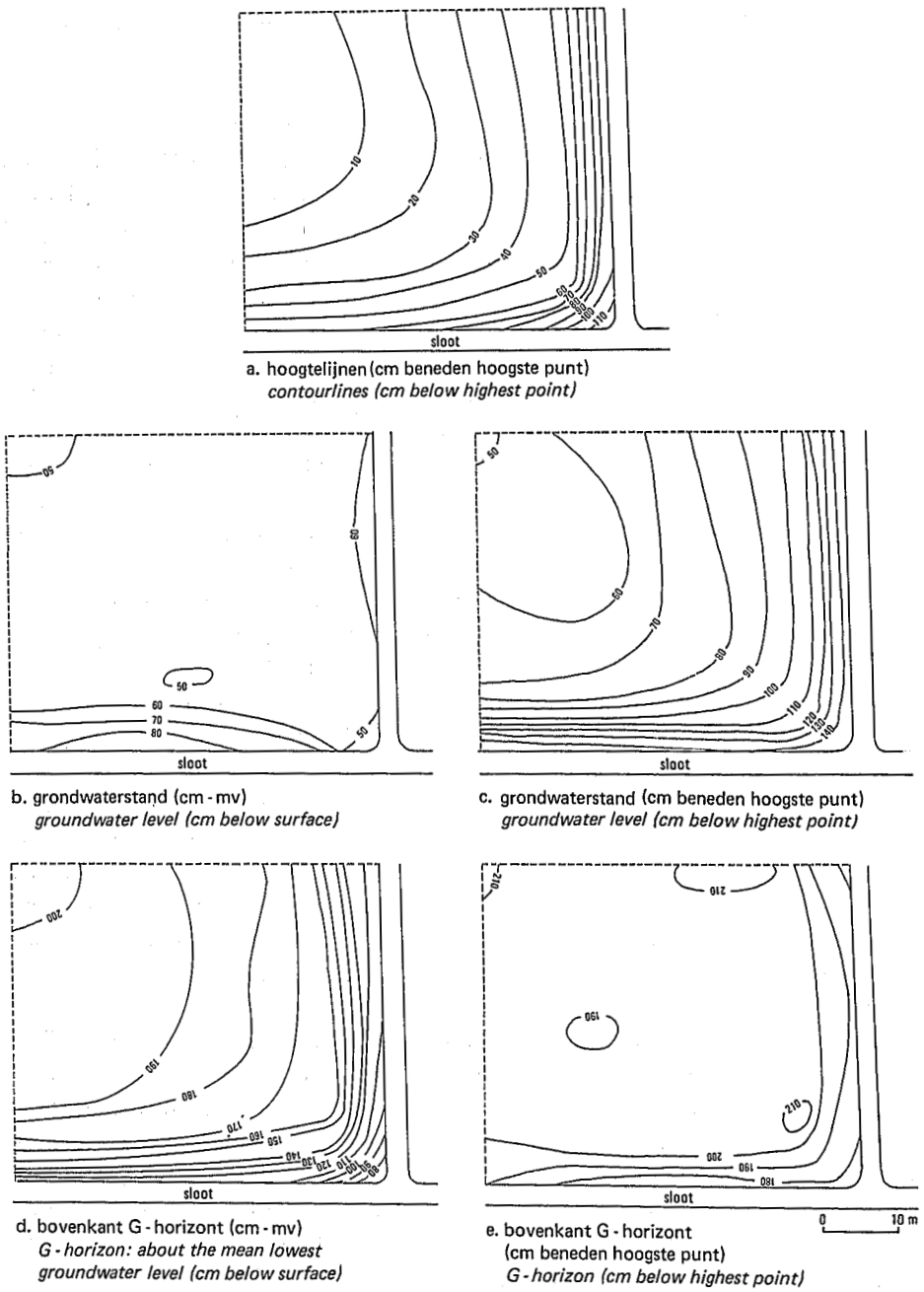
DE HOGE GRONDWATERSTANDEN

Veel grondwaterstanden zijn verzameld van de percelen bij Hornhuizen en Blija gedurende de periode oktober tot februari. Beide percelen zijn niet gedraineerd. Hier waren grondwaterstandsbuizen in raaien geplaatst (resp. 6 en 15 stuks, 1,50 m lang) en wel van laagte tot laagte, midden over de kruin. In dezelfde winterperiode zijn op het perceel bij Blija ook enkele malen grondwaterstanden gemeten in alle boorgaten. De gegevens van de raaien zijn gebruikt voor het maken van dwarsprofielen, waarbij de grondwaterstanden op verschillende tijdstippen t.o.v. het maaiveld zijn aangegeven. De gegevens uit de boorgaten zijn gebruikt om grondwaterstandsdieptekaarten van verschillende tijdstippen te maken. Het is niet mogelijk al deze figuren hier te reproduceren of te bespreken. Gekozen is voor een opnamedatum, waarop de grondwaterstanden ongeveer overeenkomen met de GHG. Voor Blija zijn hiervan kaarten gemaakt waarop de waterstanden zijn weergegeven zowel t.o.v. het maaiveld (fig. 7b) als t.o.v. het hoogste punt van het perceel (fig. 7c). Daags voor deze opname viel 0,2 mm neerslag; in de tien dagen ervoor 49,7 mm (KNMI-station Dokkum).

Bij vergelijking van figuur 7a (hoogtelijnenkaartje van de maaiveldsligging) met figuur 7c blijkt dat het freatisch vlak bijna dezelfde opbolling vertoont als het maaiveld. Bijna, want als de overeenkomst volledig zou zijn, dan zouden de grondwaterstanden t.o.v. het maaiveld (fig. 7b) geheel in één diepteklasse vallen. Dit is niet het geval: langs de randen helt de grondwaterspiegel sterker dan het maaiveld. De opbolling (het hoogteverschil) tussen de slootwaterstand (1,60 m beneden het hoogste punt) en de grondwaterstand op het hoogste punt (0,47 m beneden het hoogste punt) bedraagt 1,13 m, het grootste deel van dit hoogteverschil treedt op binnen 10 m vanaf de slootkanten.

In de raai met de waterstandsbuizen op het perceel bij Hornhuizen zien we een zelfde beeld: een opbolling van 98 cm bij een grondwaterstand van 45 cm bovenop de kruin. Daags voor deze opname viel 1,3 mm neerslag, in de voorafgaande tien dagen 21,2 mm, afgetapt door het KNMI-station in de Westpolder. Gezien de afmetingen van dit kruinige perceel (ca. 80 m × 100 m), is dit een alleszins redelijke drooglegging. Vlakliggend land met een zelfde doorlatendheid en waterbergend vermogen zal waarschijnlijk een drainafstand nodig hebben van ca. 15 m voor een zelfde drooglegging.

Tot slot een enkele opmerking over het beeld van de tijdstijghoogtelijnen. De meeste kruinige percelen liggen op matig tot zeer lichte zavelgronden met een ondergrond van kleiig uiterst fijn zand (M50 70–90 μm, U16 140–180). Gronden met zo'n textuurverloop worden gekenmerkt door een



a. hoogtelijnen (cm beneden hoogste punt)
contourlines (cm below highest point)

b. grondwaterstand (cm - mv)
groundwater level (cm below surface)

c. grondwaterstand (cm beneden hoogste punt)
groundwater level (cm below highest point)

d. bovenkant G - horizont (cm - mv)
G - horizon: about the mean lowest groundwater level (cm below surface)

e. bovenkant G - horizont
(cm beneden hoogste punt)
G - horizon (cm below highest point)

Fig. 7. Hoogteligging, grondwaterstand (ongeveer overeenkomend met de GHG) en G-horizont (ongeveer overeenkomend met de GLG) van een kwart van het perceel bij Blija
Fig. 7. Contourlines, groundwater level (about the mean highest groundwater level) and G-horizon (about the mean lowest groundwater level) from a quarter of the field near the village Blija

grote fluctuatie van het freatisch niveau. Uit de zeer steile stijgende tak van de tijdstijghoogtelijnen blijkt dat de grondwaterstand in korte tijd vanaf de GLG het GHG-niveau bereikt. Verder traden sterke 'pieken' op als in de winterperiode relatief droge perioden werden afgewisseld door natte perioden: Een en ander wordt fraai geïllustreerd in figuur 6 (zie ook Stichting voor Bodemkartering, 1973, fig. 7 op blz. 22).

DE DIEPTELIGGING VAN DE G-HORIZONT

Zoals reeds werd opgemerkt, geeft de diepteligging van de 'permanent gereduceerde zone', de G-horizont, informatie over de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De G-horizont ligt in het centrum van de kruinen altijd diep (ca. 2 m), in de hoeken en langs de randen van de percelen wordt deze 'blauwe ondergrond' soms al binnen de normale boordiepte (1,20 m) gevonden.

Uit incidentele boringen tot dieper dan 2 m was de indruk verkregen, dat de bovenkant van de G-horizont betrekkelijk vlak ligt. Op het perceel bij Blija is dit nader onderzocht door 128 van de 142 boringen tot in deze horizont uit te voeren. In figuur 7d en e wordt de diepteligging hiervan aangegeven. Evenals voor de hoge grondwaterstanden in figuur 7b en c wordt de diepteligging van de G-horizont zowel t.o.v. het maaiveld als t.o.v. het hoogste punt van het perceel aangegeven.

Uit figuur 7e blijkt dat het oppervlak van de G-horizont enigszins hol ligt. In een randstrook van 5 à 10 m langs de perceelsranden ligt dit niveau 10 à 20 cm hoger dan elders op het perceel. Deze tendens werd ook door Daniëls en De Smet gevonden (1971, blz. 12).

De diepteligging t.o.v. het maaiveld vertoont grote verschillen (fig. 7d). Dit wordt veroorzaakt door de betrekkelijk vlakke ligging van de G-horizont in combinatie met de kruinige maaiveldsligging. In de randstroken wordt dit nog versterkt door de geconstateerde holle ligging van de G-horizont.

Uit de verzamelde gegevens blijkt dat bij de onderzochte gronden de GHG vaak rond de 40 cm diepte ligt en de GLG steeds dieper dan 1,20 m beneden het maaiveld. Verwacht wordt dat vergelijkbare grondwaterstandsdiepten op veel kruinige percelen zullen voorkomen. Een aanwijzing hiervan vinden we in de frequentie van de voorkomende grondwatertrappen op kaartblad 7 West van de Bodemkaart van Nederland (Stichting voor Bodemkartering, 1973, blz. 122). Van de daar gekarteerde oppervlakte kruinige percelen (2995 ha) heeft 89% de complexe Gt V/VI (idibem, blz. 24), 10% Gt VI en 1% Gt V.

ONTSTAANSWIJZE

Eerder is al gesteld dat het erop lijkt dat de kruinige ligging ontstaan is

doordat materiaal van de randen van de percelen naar het midden gebracht is. Berekeningen van het grondverzet maken aannemelijk dat soms ook materiaal van elders een aandeel in de ophoging gehad heeft.

Uitgaande van een oorspronkelijke bouwvoordikte (de A1b) van 20 cm, is het grondverzet op het perceel bij Blija 1400 m^3 per ha en bij Hornhuizen 1900 m^3 per ha. Voor Blija betekent dit een sluitende grondbalans, d.w.z. de hoeveelheid 'opgekruind' materiaal (de Aan + Aanp, zie fig. 5) is bij benadering gelijk aan de hoeveelheid grond afkomstig van de randstroken en uit de helft van de sloten. Op het perceel bij Hornhuizen is de grondbalans niet in evenwicht; hier blijkt uit de berekening van het grondverzet dat slechts 45% van de ophoging in het midden van het perceel afkomstig kan zijn van het perceel zelf. Het is duidelijk dat ook grond van elders moet zijn gebruikt. Mogelijke bronnen hiervoor zijn: de zgn. slijkbemesting, en grond en zoden afkomstig van de onverharde landwegen. Er is wel gewezen op het feit[1]) dat een deel van deze gronden al in cultuur was in de terpentijd, dus vóór de bedijking en dat toen uit de steeds dichtslibbende kweldersloten slib op deze gronden gebracht zou kunnen zijn.

Op de betekenis van de slijkbemesting voor het kruinigheids-verschijnsel is al gewezen in de paragraaf over de koolzure kalk. Nog een citaat uit de uitgebreide literatuur die hierover bestaat, moge dit illustreren: 'In Groningen bezigt men het gebaggerde of van de kwelders uitgegraven slib, tegen 125 teerling el op het bunder kostende dit *f* 34,— en behoorende alle vier jaar te worden herhaald. Men rekent dat zulks gelijk staat met eene bemesting van 23 voer mest, die daar *f* 52,— moet kosten' (Staring, 1862, blz. 154). Het is aannemelijk dat het perceel bij Hornhuizen meer slijkbemesting heeft gehad dan dat te Blija: eerstgenoemd perceel lag tot 1804 aan de buitendijk en het perceel bij Blija ligt ca. 1 à 3 km van de huidige en vroegere buitendijk en heeft waarschijnlijk nooit behoord bij een boerderij die land tot aan de zeedijk had. Naar onze mening is de slijkbemesting aangevoerd vanuit de kwelders, de belangrijkste bron van grond van elders.

Het gebruik van grond en zoden van de onverharde landwegen lijkt aannemelijk, omdat de meeste van deze wegen vrijwel even laag liggen als de randstroken van de kruinige percelen. Een absoluut groot aandeel kan dit niet gehad hebben omdat de wegen een relatief kleine oppervlakte hebben.

Hoe het ook zij, bij de meeste kruinige percelen komt de grootste hoeveelheid opgebracht materiaal uit de randstroken en wel vnl. uit de hoeken die het laagst liggen. In dit verband wordt er dan ook op gewezen, dat een dwarsdoorsnede midden over het perceel een bedrieglijke indruk geeft van het grondverzet.

Uit de betrekkelijke homogeniteit van de Aan (het kruinige dek) valt af

[1]) Door G. H. W. de Lange, afdeling Geologie, Geomorfologie en Pollenanalyse van de Stichting voor Bodemkartering.

te leiden, dat het ophogen een geleidelijk proces is geweest. Stellig zal de manier van ploegen een rol gespeeld hebben, maar wij zijn van mening dat het molbord het voornaamste instrument geweest zal zijn. Literatuur om deze mening te staven hebben we niet of nauwelijks gevonden. Zoals uit het literatuuroverzicht blijkt, hebben we geen expliciete beschrijving van de kruinigheid zelf gevonden, laat staan een beschrijving over het hoe en waarom de percelen kruinig gelegd zijn.

Enkele vage aanwijzingen zijn gevonden, zo zegt Hartog (1867, blz. 65) sprekend over de werkzaamheden tijdens de 'zomervalg': 'Den zomer, dien wij aan de braak besteden en waarin dus het land geene vruchten opbrengt, benuttigen wij om onderscheidene vergravingen op den akker te doen, ten einde hem eene goede ligging en afwatering te geven. In het midden behoort de akker hoog en aan de wendakkers lager te zijn, om aan het water eenen goeden afloop te verzekeren ..... en kan men dit werk met het molbord vrij wat spoediger en goedkooper uitvoeren .....'. Wetend, dat er kruinige percelen bestaan, is men geneigd dit citaat op de kruinigheid te betrekken en tevens wordt de reden genoemd: ontwatering.

Op de plaats waar Reinders (1892, blz. 304) het molbord bespreekt schrijft hij o.a.: 'De voordelen eener vlakke ligging zijn niet onbelangrijk' maar niets over het kruinig leggen van percelen. Bij Reinders dus zelfs geen vage aanwijzing.

Uit het voorgaande en ook uit het literatuuronderzoek blijkt dat geen van de vorige-eeuwse landbouwkundigen beschrijft hoe de kruinigheid tot stand gekomen is, en ook niet het verschijnsel zelve. Hieruit en uit het feit dat de kruinigheid ontbreekt of slechts zwak ontwikkeld is in polders van na ca. 1850 (fig. 4) willen wij voorzichtig concluderen: het verschijnsel bestond al voor deze tijd en werd als gewoon ervaren en wat dat betreft geldt hetzelfde als wat Kittler (1963, blz. 141) over de Hochäcker zegt: 'Es handelt sich nämlich um eine alltägliche Erscheinung bei der bäuerlichen Arbeit, von der man, weil sie eben selbstverständlich ist, nicht spricht'.

CONSEQUENTIES

De maaiveldsligging van kruinige percelen heeft diverse consequenties zowel voor wetenschappelijk onderzoek als voor de praktijk. Onderstaande punten zijn deels aanbevelingen (1, 2 en 3), deels constateringen (4, 5 en 6) en deels vermoedens (7, 8 en 9).

1. Bij karteringen in gebieden met kruinige percelen verdient het aanbeveling behalve op de kruinen ook nu en dan te boren waar verwacht mag worden dat het oorspronkelijke maaiveld dagzoomt (op ruim twee derde van de afstand van de top van de kruin naar de sloot), om aan te kunnen geven of het perceel kruinig is.
2. Bij detailkarteringen moet men de raaien liever kruiselings over de krui-

nen leggen dan evenwijdig aan elkaar. De boringsdichtheid dient aan de randen groter te zijn dan op de kruinen. Voorts moet er rekening mee worden gehouden, dat meer kruinen per perceel kunnen voorkomen.

3. Bij de bemonstering van kruinige percelen moeten de flanken en de kruinen afzonderlijk worden bemonsterd.
4. Bij het aanleggen van proefvelden op kruinige percelen dient men zich te realiseren dat binnen één perceel bodemverschillen voorkomen met een systematische verbreiding. Onder meer betreft dit verschillen in kalkdiepten en in kalkgehalte en waarschijnlijk altijd belangrijke verschillen in pH in de bouwvoor.
5. De gronden op de gedeelten van de kruinige percelen waar de totale A1 dikker is dan 50 cm, dienen geclassificeerd te worden als tuineerdgronden, de andere gedeelten als poldervaaggronden.
6. Intensieve regenbuien op nog weinig begroeide percelen kunnen aanleiding geven tot ernstige erosie (zo werden op de flanken van percelen aardappelen blootgespoeld en een 'puinkegel' waargenomen in de sloot ter hoogte van de grens tussen twee kruinen op een 'tweekruinig' perceel, na de 77,1 mm neerslag op 9 mei 1972).
7. De tertiaire wegen en de landwegen liggen meestal even laag als de randstroken van de percelen. Dit kan mede een verklaring zijn voor de isolatie van sommige buurschappen en boerderijen in perioden met stuifsneeuw, zoals optrad gedurende de jaarwisseling van 1962 naar 1963.
8. Als men bij boringen op de toppen van de kruinen het opgehoogde dek als zodanig niet herkent, dan is het gevaar niet denkbeeldig dat men hierin een zgn. verjongingsdek meent te herkennen.
9. Het lijkt erop dat de historische cultuurtechnische maatregel van het kruinig leggen van percelen in een goede drooglegging heeft geresulteerd. Bij vlak liggend land kan bij deze uiterst fijnzandige zavelgronden een zelfde resultaat alleen bereikt worden door nauwe buizendrainage.

SAMENVATTING

In de polders die ouder zijn dan 100 à 300 jaar, komen op zavelgronden in het noorden van Nederland zgn. kruinige percelen voor. Deze zijn gekenmerkt door een hogere ligging van het midden t.o.v. de randen, terwijl de hoeken van de percelen het laagst zijn, de hoogteverschillen kunnen meer dan één meter bedragen. Uit literatuuronderzoek blijkt dat in Nederland in het midden van Noord-Brabant en in België in het Land van Waas soortgelijke percelen voorkomen. De Hochäcker in Duitsland en de ridge-and-furrow in Groot-Brittannië en Ierland zijn smalle akkers waarvan er meerdere per perceel voorkomen.

Uit de bodemgesteldheid per perceel blijkt dat grond van de randen naar binnen gewerkt is, waardoor in het midden een dikke antropogene A1-hori-

zont voorkomt. Ook andere bodemkundige kenmerken, zoals diepte van de G-horizont, van de kalkrijke ondergrond, en van de gelaagde ondergrond, liggen in het midden van het perceel dieper dan aan de randen. De hoge grondwaterstanden (GHG) daarentegen lopen min of meer evenwijdig aan het maaiveld.

Uit de homogeniteit van de kruinige laag (Aan-horizont) valt af te leiden dat het kruinig leggen een geleidelijk proces moet zijn geweest. Er wordt verondersteld dat daarbij het molbord het voornaamste landbouwwerktuig geweest zal zijn. Uit de berekening van het grondverzet blijkt dat op sommige sterk kruinige percelen meer grond is gebruikt voor de ophoging dan uit de verlaging van de randstroken verklaard kan worden. Dit zou verklaard kunnen worden uit het gebruik van kwelderslib als bemesting, hetgeen tot ongeveer 1900 in bepaalde gebieden veel is toegepast.

najaar 1977

Naschrift. De auteurs danken verschillende collega's voor de discussies en het kritisch doorlezen van dit artikel. Drs. J. A. J. Vervloet van de afdeling Historische Geografie en Cultuurhistorisch Landschapsonderzoek was zo vriendelijk ons in het veld de bolle akkers in de omgeving van Oirschot te demonstreren. Onze dank gaat ook uit naar Dr. J. M. G. van der Poel (Vakgroep Agrarische Geschiedenis van de Landbouwhogeschool) en naar Prof. Dr. A. J. Wiggers en zijn medewerkers (Instituut voor Aardwetenschappen van de Vrije Universiteit) voor het attenderen op literatuur en opmerkingen over het concept-artikel.

SUMMARY

In polders with medium to coarse textured soils in the north of the Netherlands, which are older than 100–300 years, so-called cresty fields are found. These fields are characterized by an elevated middle part (the crest) and lower margins, the corners being the lowest parts; differences in elevation may amount to 1 m. Literature research revealed that only in the land of Waas (Belgium) similar fields occur whereas the German *Hochäcker* and the ridge-and-furrow fields of the British Isles have many narrow ridges in each field.

Soil conditions within separate fields indicate soil material being moved from the margins to the inner part, resulting there in a thick anthropogenic A1-horizon.

Other soil characteristics, like the depth of the G-horizon, of the calcareous subsoil, and of the stratified subsoil are found shallower in the margins than in the middle of the fields. On the contrary depth of groundwater during winter (GHG), is more or less parallel to the surface.

From the homogeneity of the 'cresty' horizon (the Aan) it can be derived

that the differentiation in elevation must have been a gradual process. The authors suppose that the 'mol bord' (a horse drawn big shovel) might have been the used tool. Calculation of the amount of soil moved, shows that on some strongly 'cresty' fields more soil material had been used than could be taken from the lowered margins. This surplus may be ascribed to the silt carted from the adjacent tidal marshes. For keeping up fertility of soil, silt was used in this area until the turn of last century.

LITERATUUR

Baker, A. R. H. and R. A. Butlin (eds.), 1973: Studies of field systems in the British Isles. Cambridge.

Bakker, H. de en A. W. Edelman-Vlam, 1964: Ooivaaggrond in kalkrijke jonge zeeklei. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemij, 75, 5; 273–278.

Bedford Franklin, T., 1948: A History of Agriculture. G. Bell and Sons Ltd. London.

Beekman, A. G., 1963: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Oirschot-Best. Rapport nr. 601, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Benzler, J. H., 1970: Anthropogene Oberflächenformen in der Marsch. Zeitschr. Pflanzenern. Düngung Bodenk., Bd. 125, Heft 2, S.: 141–159.

Buurman, P. en W. de Gans, 1969: Onderzoek van pleistocene en holocene sedimenten in het Italiaanse lagunengebied (omgeving Portogruarro, Ve). Voorlopig verslag. L.H., Wageningen, Lab. v. Reg. Bodemk. Rapp. WO-68-04, Inst. v. Aardwet., V.U., Amsterdam.

Buwalda, H. S., G. Meerburg en Y. Poortinga, 1956: Frysk Wurdboek, foarste diel. J. Osinga, Bolswert.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1965: Rapport voor de ruilverkaveling Oirschot-Best.

Daniëls, D. en L. A. H. de Smet, 1971: Het bodemkundig onderzoek van het bedrijf Halsema te Kloosterburen (Gr.). Rapport nr. 1016, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Diepen, D. van, 1968: De bodem van Noordbrabant. Toelichting bij blad 8 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. Wageningen.

Edelman, C. H., 1950: Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. Noord-Hollandsche Uitgeversmij. Amsterdam.

Ente, P. J., 1963: Een bodemkartering van het tuinbouwcentrum 'De Streek'. De bodemkartering van Nederland XXI, V.L.O. nr. 68.16, diss. Wageningen.

Evans, E. E., 1973: The personality of Ireland, habitat, heritage and history. University Press., Cambridge.

Groninger Maatschappij van Landbouw, 1952: Honderd jaar Plattelandsleven in Groningen. Groningen.

Guide, 1950: Fourth International Congress of Soil Science. Guide to the post-congress excursions through Belgium, 1. Excursion Ghent.

Haans, J. C. F. M., 1961: Enkele aspecten van de waterhuishouding van Nederlandse gronden. In: Bodemkunde, Voordrachten, gehouden op de B-cursus 'Bodemkunde': 143–155. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Handelingen, 1858: Handelingen van het Genootschap ter Bevordering der Nijverheid. De Erven Loosjes, Haarlem.

Handelingen, 1967: Handelingen van de Groninger Maatschappij van Landbouw. Meppel.

Hartog, H. M., 1867: Landbouw-verbeteringen op kleigronden. W. E. J. Tjeenk Willink, Zwolle.

Hibma, H. en J. Postma. 1963: Zuurheidsgraad op bouwland. Artikelenserie in Het Friese

Landbouwblad, 16, 17, en 20.
Holst, A. F. van, 1968: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Ferwerderadeel. Rapport nr. 687. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Hoorn, T. C. van, 1967: De bewoning van het Noord-Groninger kleigebied in verband met niveauverandering. In: Achtendertigste tot en met vijftigste jaarverslag van de vereniging voor terpenonderzoek; 1–15.
Hurk, J. A. van den, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Oost- en Westdongeradeel. Rapport nr. 618. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
ICW, 1965: Jaarverslag 1965 van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. Mededeling 90, Wageningen.
Kester, J. A. en J. B. Sprik, 1974: Grondslagen kavelinrichting Noordelijk kleimozaïekgebied. ICW Regionale Studies 5. Wageningen.
Kittler, G. A., 1963: Das Problem der Hochäcker. Zeitschr. für Agrargeschichte und Agrarsoziologie, 11, 2, S.: 141–159.
Klok, J., 1974: Cultuurtechnische problemen in de Kleibouwstreek. Cultuurt. Tijdschr. 13, 4: 161–173.
Knaap, W. C. A. van der, 1958: Rapport betreffende de bodemgesteldheid en de tuinbouwkundige mogelijkheden van een groot gedeelte van het waterschap De Koekoek, Het Zwijnsleger en De Hagens. Rapport nr. 500, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Kuijer, P. C. en W. C. A. van der Knaap, 1961a. De bodemgesteldheid en de tuinbouwkundige mogelijkheden in het gebied Wynaldum-Oosterbierum (gem. Barradeel). Rapport nr. 575, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Kuijer, P. C. en W. C. A. van der Knaap, 1961b: De bodemgesteldheid en de tuinbouwkundige mogelijkheden in het gebied Oosterbierum-Minnertsga (gem. Barradeel). Rapport nr. 561, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Leenheer, L. de en F. Appelmans, z.j.: Systematisch profielonderzoek van de bodemtypen van het kaartblad 42W/St.-Niklaas. Centrum voor Grondonderzoek, Gent.
Lindemans, P., 1952: Geschiedenis van de landbouw in België, eerste deel. De Sikkel, Antwerpen.
Niemeier, G., 1967: Bodenkundliche Differenzierungen in Flurwüstungen. Archiv. f. wissensch. Geographie, Bd. XXI, S.: 278–286.
Nieuwenhuis, J. G. W. en J. W. van Engelen, 1969: Bodems op het oude land van de Venetiaanse en Friuliaanse Pianura (omgeving Portogruarro, Italië). Studentenscriptie, Wageningen.
Orwin, C. S. and C. S. Orwin, 1967: The open fields. Oxford.
Perdok, U. D., J. A. Kester en J. B. Sprik, 1968: Voorlopige resultaten van de slootdempingsproef te Leens. ICW-nota nr. 493.
Reinders, G., 1892: Handboek voor den Nederlandschen Landbouw en Veeteelt. Eerste deel, derde druk.
Sipma, S. R., 1927: Frysk Idioom (V). Artikelenserie in Frisia, 9, p. 312.
Smet, L. A. H. de, en K. Wagenaar, 1957: Rapport betreffende de bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsobject de Zwintocht. Rapport nr. 457, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Snacken, F., 1964: Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Sint-Niklaas 42 West. Centrum voor Bodemkartering, Gent.
Snacken, F., 1971: Les champs bombés du Pays de Waes. In: L'habitat et les paysages ruraux d'Europe. Comptes rendus du Symposium tenu à l'Université de Liège, du 29 juin au 5 juilliet 1969. Luik.
Snacken, F., en F. R. Moormann, 1950: Over de bodemgesteldheid van de Zandstreek. In:

Werkzaamheden van het Comité voor het opnemen van de bodem- en vegetatiekaart van België: 61–72. Verslagen van Navorschingen no. 4, Brussel.
Spahr van der Hoek, J. J. en O. Postma, 1952: Geschiedenis van de Friese Landbouw. Friesche Mij. van Landbouw, Leeuwarden.
Staring, W. C. H., 1862: Huisboek voor den landman in Nederland. A. C. Kruseman, Haarlem.
Stichting voor Bodemkartering, 1960/1965: Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, met bijbehorende toelichting. Wageningen.
Stichting voor Bodemkartering, 1973: Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij kaartblad 7 West (Groningen). Wageningen.
Stichting voor Bodemkartering, 1974: Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Toelichting bij kaartblad 10 (Sneek). Wageningen.
Tietze, W., 1968: Westermann Lexikon der Geographie. Band I, A-E. Georg Westermann Verlag, Braunschweig.
Tietze, W., 1969: Westermann Lexikon der Geographie. Band II, F-K. Georg Westermann Verlag, Braunschweig.
Wallenburg, C. van, 1973: Hydromorphic Soil Characteristics in Alluvial Soils in Connection with Soil Drainage. Pseudogley & Gley, Trans. of Comm. V and VI of the ISSS: 393–403. Weinheim/Bergstr.
Wiggers, A. J., F. H. de Jong en K. Spanjer, 1962: De bodemgesteldheid van de Noordoostpolder. Van Zee tot Land nr. 33, W. E. J. Tjeenk Willink, Zwolle.