

NN31545.1656

BIBLIOTHEEK
STADSGEBOUW

ICW Nota 1656
december 1985



nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

PRODUKTIE BIJ DRAINAGEAANLEG OP VIER
BODEMTYPEN IN DE RUILVERKAVELING BEERTA

ing. J.G.S. de Wilde
M.P. Mobach

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0165 2987

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

8 JULI 1986

ICW 1656

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. METHODE VAN ONDERZOEK	2
2.1. Gebied en bodem	2
2.2. Werkwijze	5
3. RESULTATEN	7
3.1. Algemeen	7
3.2. Produktie	8
3.3. Stagnatie	10
3.4. In relatie met produktie	12
3.4.1. Algemeen	12
3.4.2. Vermogen versus produktie	13
3.4.3. Produktie versus reekslengte	14
3.5. Drainafstanden	15
4. CONCLUSIE	16
LITERATUUR	18
BIJLAGEN	19

1. INLEIDING

Landinrichtingsplannen en planwijzigingen vereisen nauwkeurige kostenbegrotingen, die gebaseerd moeten zijn op recente werkmethoden en produkties. Door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding wordt voor dit doel sinds een aantal jaren onderzoek gedaan om te komen tot produktienormen voor bepaalde cultuurtechnische werkzaamheden (BOELS et al., 1981; DE WILDE, 1981 en 1985; DE WILDE en VAN DER MEER, 1983).

Daarnaast wordt onderzoek gedaan om de methoden, volgens welke genoemde werkzaamheden worden uitgevoerd, te verbeteren (DE WILDE, 1984). De voor de begroting benodigde prijzen voor het ingezette personeel en materieel worden elders verkregen (BOVAL, jaarlijks en NIVAG, 1983).

Het aanleggen van drainage is één van de werkzaamheden waarvoor nauwelijks produktienormwaarden voorhanden zijn. Voor de sleufloze drainage met de Willnerploeg, die enkele jaren geleden algemeen is ingevoerd in Nederland, zijn zelfs geheel geen normen bekend. De studie voor het vaststellen van produktienormen heeft zich daarom enigermate op de aanleg van drainage geconcentreerd.

In een voorronde van het onderzoek zijn daarom uit de weekrapporten van de Heidemij Nederland BV, betreffende werkzaamheden in de ruilverkaveling Beerta, resultaten van de aanleg van drainage afgeleid. Als belangrijkste doel van deze handelwijze moet het verruimen van inzicht in de produktiemogelijkheid van drainagemachines op verschillende bodemtypen gezien worden. Voor negen machines, waaronder één sleufloos opererende, kon de produktie worden bepaald bij de drainage op een viertal bodemtypen. De inzet van de sleufloos werkende machine was in Beerta helaas nog beperkt. De gedraineerde afstand waarop de gehele analyse betrekking had bedroeg 1060 km. De studieresultaten worden in dit artikel gegeven.

2. METHODE VAN ONDERZOEK

2.1. Gebied en bodem

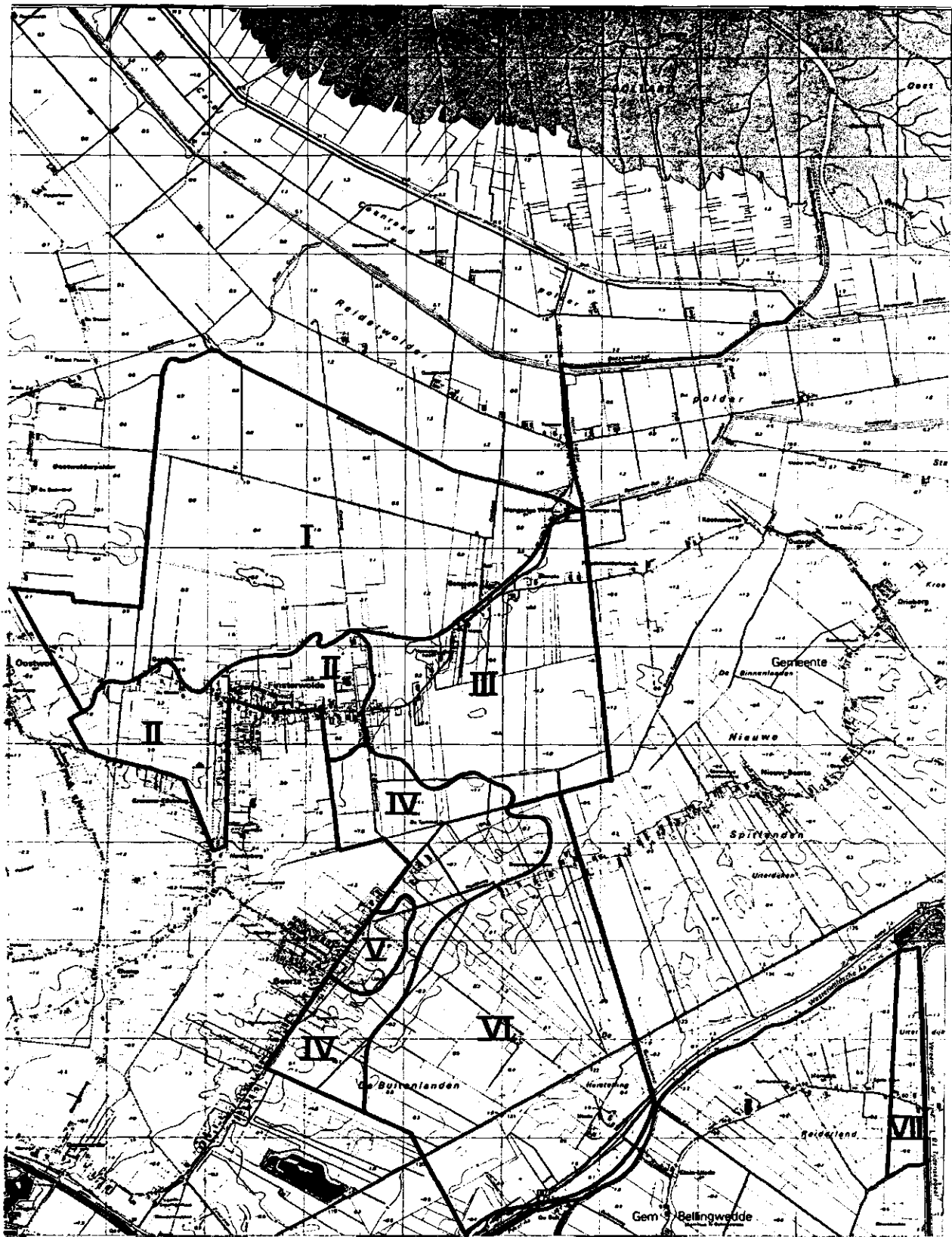
Het gebied waar de drainage werd uitgevoerd ligt in het oosten van de provincie Groningen. De begrenzing wordt in het noorden voor een deel gevormd door de Binnenbermsloot (van de Reiderwolderpolder) en in het zuiden voor een deel door de Pekel Aa en de Westelwoldsche Aa. De gedraineerde percelen liggen in de direkte omgeving van de gemeenten Finsterwolde en Beerta. De werkzaamheden werden uitgevoerd als kavelinrichtingswerk in de ruilverkaveling Beerta gedurende 1981 en 1982.

De gedraineerde oppervlakte landbouwgrond, die in het onderzoek is betrokken, bedraagt 2858 ha. Hiervan komt 2802 ha voor in een aangesloten gebied en 56 ha in een oostelijk daarvan gelegen gebiedje onder Nieuwe Schans. De oppervlakte van het gehele ruilverkavelingsgebied Beerta bedraagt 6170 ha (CENTRALE CULTUURTECHNISCHE COMMISSIE, 1973).

In het gehele gedraineerde gebied komt, volgens de bodemkaart van het Dollardgebied (DE SMET, 1962), een grote variatie in bodemtypen voor. Voor het onderzoek is bepaald op welke bodemtypen de drainage heeft plaatsgevonden. Voor dit doel is aan de hand van de reeds genoemde bodemkaart een vereenvoudigde bodemkaart van het te draineren deel van de ruilverkaveling Beerta afgeleid, zie figuur 1.

Het gebied kan volgens deze eenvoudige bodemkaart (figuur 1) worden opgedeeld in een zevental aansluitende delen waarin overwegend hetzelfde bodemtype wordt aangetroffen. Globaal onderscheiden we hierbij een viertal bodemtypen, met name zware klei, klei op zand, klei op veen en zand. Hoe aan deze globale indeling gekomen is, kan afgeleid worden uit de gegevens van tabel 1. De nummering van de gebieden is overeenkomstig de nummering in figuur 1.

We onderscheiden zware kleigebieden, zandgebieden, een klei op zand en een klei op veen gebied. In de zandgebieden en het klei op zand gebied komt in de ondergrond keileem voor. Deze keileem wordt in vele gevallen reeds aangetroffen in het profiel tussen maaiveld en de draindiepte, die in het onderzoeksgebied in ieder geval 1,20 m-mv moest bedragen.



Figuur 1. Vereenvoudigde bodemkaart van het te draineren deel van de ruilverkaveling Beerta (afgeleid van de bodemkaart Dollardgebied-de Smet 1962)

Tabel 1. Bodemtypen (globaal) naar gebiedsindeling volgens figuur 1 en afgeleid aan de hand van de bodemkaart Dollardgebied (DE SMET, 1962).

Gebied	Bodemtypen (globaal)	Bodemtype volgens bodemkaart Dollardgebied	in mindere mate
		overwegend	
I	zware klei	kalkrijke, zware kleigronden op zeer kalkrijke, zware klei	kalkarme, zware kleigronden op kalkhoudende tot kalkrijke, zware klei (zuidwestelijk deel van I)
II, V	zand (op keileem)	ondiep humusarme tot humeuze, kalkarme, lemige en leemhoudende zandgronden op keileem	donkere, humeuze tot venige, kalkarme klei-op-veengronden (lichte rodoornige gronden, uitsluitend in westelijk deel van II)
III	klei op veen	kalkarme, zware kleigronden op kalkrijke, lichte klei overgaand in lichte zavel en kalkarme tot kalkhoudende, rijke, zware zavel overgaand in lichte zavel 1)	kalkarme zware kleigronden en kalkarme, zware kleigronden op kalkhoudende tot kalkrijke, zware klei en kalkhoudende, zware kleigronden op kalkrijke, zware klei 2)
IV	klei op zand	grijsbruine, kalkarme, knikkige klei-op-veengronden (zware rodoornige gronden) 2)	donkere, humeuze tot venige, kalkarme klei-op-veengronden (lichte rodoornige gronden) 1)
VI	zware klei	kalkarme, zware kleigronden op kalkhoudende tot kalkrijke, zware klei en kalkarme, zware kleigronden op kalkhoudende tot kalkrijke, zware klei overgaand in kalkrijke, lichte zavel	---
VII	zware klei	kalkarme, zware kleigronden op kalkhoudende tot kalkrijke, zware klei en kalkarme tot kalkhoudende, zware kleigronden op kalkrijke, zware klei	kalkarme tot kalkhoudende, zware kleigronden op kalkrijke, zware klei overgaand in lichte zavel en kalkarme tot kalkhoudende zware kleigronden op kalkrijke lichte klei overgaand in lichte zavel 1)

1) veen beginnend tussen 60 en 120 cm

2) zand, soms met veen, beginnend tussen 60 en 120 cm

2.2. Werkwijze

De weekrapporten van de Heidemij Nederland BV betreffende de drain-aanleg in de ruilverkaveling Beerta vermeldde onder andere de volgende gegevens:

- de tijd van uitvoering, van 7 september 1981 tot en met 20 april 1982, werd per dag aangegeven
- de gebruikte draineermachine aangegeven als bijvoorbeeld v.DI of v.DII
- het bladnummer van de tekening waarop het blok is aangegeven waar bepaald drainagewerk moet worden uitgevoerd
- de plaats van uitvoering aangeduid als bijvoorbeeld 'perceel van Jansen'
- het aantal gelegde drains, de lengte, de diameter van de buis en of deze kaal of omhuld is met een filter
- de tijd als moment waarop stagnatie optreedt en is verholpen.

De tijdsduur, benodigd om de drains te leggen, was niet op de weekrapporten vermeld. Om deze toch te bepalen is uitgegaan van het gemiddeld aantal uren per dag dat de machine en bemanning op het werk aanwezig was. Dit aantal uren per dag werd door de Heidemij voor iedere machine berekend op nacalculatiebasis en was inclusief stagnatie. Door deze tijd te verminderen met de uit de weekrapporten te berekenen stagnatieuren wordt de drainageduur gevonden.

Enkele gegevens van de gebruikte draineermachines worden samen met het gemiddeld aantal uren gegeven in tabel 2.

Niet alle gegevens uit de weekrapporten waren bruikbaar. In sommige gevallen moest een schatting worden gemaakt aan de hand van het aantal gelegde drains en drainlengte. Indien de werkduur niet te rubriceren viel, werden de gegevens als niet betrouwbaar beschouwd en weggelaten, hetgeen in enkele gevallen is voorgekomen.

Het te draineren bodemtype kon worden bepaald, door de grenzen van de genummerde gebiedjes (bladnummer) te leggen over de vereenvoudigde bodemkaart, figuur 1, en daarna de perceelsligging in te plaatsen.

Tabel 2. Draineermachine-gegevens en gemiddeld aantal uren per dag op nacalculatiebasis inclusief stagnatie (uren volgens HEIDEMIJ, 1982)

Volg- nummer	Aanduiding	Machine	Vermogen kW/n*	Gem. aantal uren per dag
Kettinggraver				
1	v.DI	eigenbouw	162/-	9.5
2	v.DII	eigenbouw	129/-	9.5
3	G.I	Hollanddrain G.S.S.	148/2000	6.5
4	G.II	Hollanddrain E.S.L.	118/2300	7
5	D.I	Draientie D16	107/2200	8.5
6	D.II	Hoes Gigant	147/2500	8.5
7	D.III	Drainmaster S100	147/2500	8
8	H	Mastenbroek 26/20	199/-	9.5
Sleufloos (Willner)				
9	G.III	Hollanddrain GSXsuper	208/2200	8

* n = motortoerental in omw. min.⁻¹

De vermogens in tabel 2 zijn verkregen aan de hand van de typeaanduidingen van de fabrikant.

3. RESULTATEN

3.1. Algemeen

De resultaten kunnen niet los gezien worden van de bij de uitvoering gestelde bestekeisen, zoals die voor de drainagewerken in de ruilverkaveling Beerta gegolden hebben.

Deze bestekeisen waren onder andere:

- de draineerdiepte dient minimaal 1,20 m-mv en in principe zo diep mogelijk te zijn
- de helling van de verhanglijn is minimaal 1 : 1000 (1^o/oo)
- de draineermachines moeten een werkdiepte van 2,00 m hebben (één machine moet een werkdiepte van 2,75 m hebben)
- de toegestane afwijking van de binnenonderkant buis (b.o.b.) ten aanzien van de geprojecteerde verhanglijn mag maximaal de helft van de buisdiameter bedragen
- direkt na aanbrengen van de buizen (tijdens draineren dus) een doorlatende grondlaag aanbrengen van + 20 cm
- de sleuven verder aanvullen na toestemming directie (dus niet dichtschuiven tijdens het terugrijden van de machine).

De gedraineerde afstanden in m van de bij het onderzoek betrokken drainagewerken bedroegen voor de vier bodemtypen:

zand (op keileem)	68 440 m
klei op zand	93 863 m
klei op veen	167 737 m
zwarte klei	730 141 m
totaal	1 060 181 m

De sleufloze machine werd voor de bij het onderzoek betrokken drainagewerk alleen ingezet op zware klei over een lengte van 93 494 m. Deze lengte is onderdeel van de 1 060 181 m, die hiervoor als totaal gegeven werd. Het bij het onderzoek betrokken drainagewerk gedraineerd door de sleufloze machine, bedraagt ongeveer 93% van de in ruilverkaveling Beerta met deze machine uitgevoerde drainage. Zo ook bedraagt het totaal (1 060 181 m) ongeveer 1/3 deel van het in totaal uitgevoerde drainagewerk in deze ruilverkaveling.

Bij de drainage in Beerta werd overwegend gebruik gemaakt van omhulde ribbelbuis. Kale ribbelbuis bleef beperkt tot gebruik op zware klei en in het zandgebied. Op zware klei werd van de 730 141 m onge-

veer 38,6% voorzien van kale buis, in het zandgebied bedroeg dit slechts 4,7% van de 68 440 m. Dit laatste percentage moet worden toegeschreven aan het globale van de vereenvoudigde bodemkaart, aangezien in het zand altijd omhulde buis wordt gebruikt. Het aandeel dat de sleufloze machine hierin heeft gehad, bleef beperkt tot circa 5% voor zware klei, hetgeen 39% is van het totaal dat deze machine op zware klei draineerde. Op zand werd de sleufloze machine niet ingezet.

De aanlegdiepte van de drainage bleek voor het grootste deel van de 1 060 181 m die gedraineerd werd rond de 1,30 m-mv te liggen (gemiddeld circa 1,40 m-mv voor de kettinggravers en gemiddeld circa 1,20 m-mv voor de sleufloze machine).

3.2. Produktie

Als produktie van de gebruikte machines werd de bruto-produktie in $m.h^{-1}$ berekend. Onder bruto-produktie wordt hier verstaan de gedraineerde afstand gedeeld door de bruto-tijd (uren) voor de handelingen die nodig zijn om de drains te leggen en de sleuf, indien nodig, te dichten. In deze bruto-tijd is tevens verrekend de tijd voor persoonlijke verzorging, tanken, overleg, enz. die als nevenactiviteiten worden gerekend. De stagnatie ten gevolge van reparatie van de draineermachine is niet in deze bruto-tijd begrepen. De voor het draineren benodigde werkzaamheden zijn:

- uitzetten reeksen
- aanvoer drainrollen vanuit depot aan de verharde weg
- opzetten en instellen roterende laser
- verdelen van de eindbuizen over het perceel
- aankoppelen eindbuis en taludgoot
- het leggen van de buis (inzetten, leggen en terugrijden)
- opzetten nieuwe drainrollen
- aankoppelen van een nieuwe rol
- afzagen en afdoppen van drain
- het dichten en aanrijden van de sleuf
- het vervoer op het werk.

Het 'vervoer op het werk' hoort, van de opgesomde werkzaamheden, het minst thuis in deze rij. De reden daarvoor is dat dit vervoer niet afhankelijk is van de grootte van het project (lengte drains en aantal).

Het 'vervoer op het werk' is afhankelijk van de afstand tussen de percelen en deze kan weer samenhangen met de planning. Liever hadden wij daarom dit vervoer afzonderlijk bekeken en per object een gemiddelde waarde toegevoegd. Doch uit de weekrapporten, die als bron werden gehanteerd, was dit vervoer niet afzonderlijk af te leiden.

De berekende bruto-productie wordt in tabel 3 gegeven voor iedere machine en ieder bodemtype en als gemiddelde waarde.

Tabel 3. Bruto-productie in $m.h^{-1}$ voor draineren in de ruilverkaveling Beerta op een viertal bodemtypen

Nr.	Machine	Zand (op keileem)	Klei op zand	Klei op veen	Zware klei	Gemiddeld ⁴⁾
met sleuf ¹⁾						
1	v.DI	— ³⁾	382	306	394	383
2	v.DII	226	726	566	536	541
3	G I	366	450	359	412	398
4	G II	—	244	—	—	244
5	D I	434	—	—	355	376
6	D II	303	297	271	325	302
7	D III	180	—	201	164	179
8	H	—	—	—	480	480
sleufloos ²⁾						
9	G III	—	—	—	443	443
gemiddeld ⁴⁾		318	362	427	432	414

1) uitgevoerd door een kettinggraver

2) Willnerploeg

3) machine heeft niet op dat bodemtype gewerkt

4) gemiddelde waarde = $\frac{\sum \text{drainlengte}}{\sum \text{aantal bruto-uren}}$

Uit de waarden in tabel 3 blijkt onder andere dat:

- de bruto productie voor verschillende machines op hetzelfde bodemtype sterk verschilt
- gemiddeld over de gebruikte machines werd de hoogste productie gehaald op zware klei, daarna op klei op veen, vervolgens op klei op zand en de laagste op zand (op keileem)

- bij geen enkele machine afzonderlijk blijkt een overeenkomstige tendens als bij de voorgaande (gemiddelde waarde)
- gemiddeld over de bodemtypen wordt de hoogte produktie gedraaid door de machine nr. 2 en de laagste door de machine nr. 7
- de sleufloze machine, uitsluitend ingezet op zware klei, haalt een produktie die nauwelijks hoger ligt als de gemiddelde waarde van alle machines.

In de bijlagen 1 t/m 9 wordt voor iedere machine en bodemtype de drainlengte, het aantal drains, de voor het draineren benodigde bruto-tijd, de gemiddelde drainlengte en de bruto-produktie gegeven.

3.3. Stagnatie

De stagnatietijd, niet in de bruto-tijd begrepen, kon in tegenstelling met het 'vervoer op het werk' wel afzonderlijk uit de weekrapporten worden afgeleid. Deze stagnatietijd door reparatie van de draineermachine wordt per bodemtype en als totaal gegeven in tabel 4 naast de bruto-tijd. In tabel 4 wordt bovendien de stagnatietijd uitgedrukt als percentage van de bruto-tijd. Dit percentage kan zonodig als toeslag op de bruto-tijd worden gegeven om de totaal-tijd 'op het werk' te bepalen.

Volgens het kolomtotaal in tabel 4 treedt op zand de meeste stagnatie op, 14,9% van de bruto-tijd, alhoewel drie van de vijf machines die op zand gewerkt hebben daar geen stagnatie ondervonden. De minste stagnatie vond op klei op veen plaats. De beide andere bodemtypen hebben een gemiddelde waarde die lager ligt dan het gemiddelde van de beide voorgaande. De stagnatietijd bedraagt in totaal nog ongeveer 10% van de bruto-tijd. De bijdrage daaraan door de sleufloze machine was bijna te verwaarlozen, het stagnatie-percentage bedroeg 1%. De machines 6 en 1 hadden eveneens een laag stagnatie-percentage. De machine 4 had zelfs geheel geen stagnatie, doch deze machine draaide slechts 21 uur (bruto-tijd). Machines met een hoog stagnatie-percentage waren die met de nummers 5, 2 en 3. Bij de eerste van deze drie werd de stagnatie voornamelijk veroorzaakt op zand, bij machine 3 hoofdzakelijk op klei op zand en bij machine 2 werd de stagnatie voornamelijk veroorzaakt door een reparatie die wel moest worden uitgevoerd, doch niet over de bodemtypen verdeeld kon worden.

Tabel 4. Stagnatietijd en bruto-tijd voor drainage (uren) en de stagnatietijd uitgedrukt als percentage van de bruto-tijd voor machine en bodemtype

Machine	Zand op (keileem)		Klei op zand		Klei op veen		Zware klei		Totaal						
	bruto-uren	stagnatie %	bruto-uren	stagnatie %	bruto-uren	stagnatie %	bruto-uren	stagnatie %	bruto-uren	stagnatie %					
met sleuf															
1	- ¹⁾	- ²⁾	136	0	68	0	483	18	3,7	687	27 ³⁾	3,9			
2	14	0	8	12,5	187	0	356	32	9,0	565	90 ³⁾	15,9			
3	32	0	21	47,6	55	3	150	19	12,7	258	32	12,4			
4	-	-	21	0	-	-	-	-	-	21	-	0			
5	54	48,1	-	-	-	-	151	32	21,2	205	58	28,3			
6	77	0	74	0	66	4	102	7	6,9	319	11	3,5			
7	38	15,8	-	-	16	-	25	-	0	79	6	7,6			
8	-	-	-	-	-	-	214	17	7,9	214	17	7,9			
sleufloos															
9	-	-	-	-	-	-	211	2	1,0	211	2	1,0			
totaal	215	32	14,9	260	11	4,2	392	7	1,8	1692	127	7,5	2559	243 ³⁾	9,5

1) machine werd op dat bodemtype niet ingezet

2) stagnatie komt niet voor

3) inclusief stagnatie die niet te verdelen was over de bodemtypen

Indien we de cijfers van de tabellen 4 (stagnatie) en 3 (bruto-
produktie) met elkaar combineren, dan blijkt dat:

- van de vier bodemtypen, op zand (op keileem) gemiddeld de laagste
produktie en het hoogste stagnatie-percentages wordt bereikt
- de produktie op klei op veen en zware klei aanzienlijk hoger lag
dan op zand, terwijl het stagnatie-percentages voor zowel klei op
veen als zware klei minder dan de helft bedroeg van dat op zand
- machine 2 gemiddeld de hoogste produktie haalt en het op één na
hoogste stagnatie-percentages heeft
- machine 8 met de gemiddelde produktie op de tweede plaats komt,
terwijl het stagnatie-percentages de helft van dat van machine 2
bedraagt, waardoor machine 8 op de vierde stagnatie-plaats komt
- machine 3 met de gemiddelde produktie voor kettinggravers op plaats
drie komt en qua stagnatie dezelfde plaats heeft
- de laagste gemiddelde produktie heeft machine 7, bij deze bedraagt
de produktie een faktor 2,7 van die van machine 8, terwijl de stag-
natie op gelijk peil ligt, machine 4 heeft de tweedes laagste pro-
duktie en komt ten aanzien van stagnatie als beste naar voren
- machine 6 komt qua laagste gemiddelde produktie op plaats drie en
naar stagnatie voor de kettinggravers op de tweede plaats.

3.4. In relatie met produktie

3.4.1. Algemeen

De produktie die een machine haalt kan naast de motorgrootte (ver-
mogen) afhangen van onder andere de reekslengte, de machineconstructie,
de toestand van de ketting of Willnerploeg, de bodemgesteldheid, de
draineerdiepte en de egaliteit van het maaiveld. Betreffende de laatste
vijf punten werden in de wekrapporten geen mededelingen gedaan. Het
zal moeilijk tot onmogelijk zijn, om hiervoor alsnog gegevens te verza-
melen. Om de hoeveelheid werk te beperken is dit ook achterwege gelaten.
Wel moet bedacht worden dat de produktie op zichzelf een weinig zeggende
grootheid is. Zo is het mogelijk dat de hoogste produktie gehaald werd
bij de kleinste drainagediepte, de beste machineconstructie, de scherp-
ste ketting en de ten gevolge van bodemgesteldheid en bodemtype lichtst
te bewerken grond. Het tussenliggende als het tegenovergestelde kan
echter ook waar zijn.

Wel is nagegaan of betreffende genoemde punten mededelingen kunnen worden gedaan en of van het motorvermogen en reekslengte een samenhang kan worden gegeven met de produktie. Van de draineerdiepte is bekend, dat deze voor het grootste deel van de gedraineerde lengte rond de 1,30 m -mv heeft gelegen, doch dat er ook aanzienlijk dieper is gedraineerd. De sleufloze machine was nieuw, de andere machines draaiden reeds vele jaren. De kettingen waren niet nieuw, sommige waren reeds veel gebruikt. Op zand werd dikwijls hinder ondervonden door keien die in de ondergrond voorkwamen, eveneens kwamen obstakels voor op klei op veen. De samenhang tussen vermogen en reekslengte met de produktie worden hierna in afzonderlijke paragrafen behandeld.

3.4.2. Vermogen versus produktie

Bij het onderzoek naar het bepalen van een eventuele samenhang tussen vermogen en produktie is de sleufloze machine buiten beschouwing gelaten. Van dit type machine heeft slechts één machine gedraineerd, De sleufloze machine haalde daarbij een gemiddelde bruto-produktie van 445 m.h^{-1} . De machine werd uitsluitend ingezet op zware klei.

Na lineaire regressie van de gevonden punten voor de ketting-gravers zijn de volgende relaties tussen het vermogen $N(\text{kW})$ en de bruto-produktie $q_b (\text{m.h}^{-1})$ bepaald:

zand (16 punten)

$$N_1 = - 0,0574 q_{b1} + 149 \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

klei op zand (16 punten)

$$N_2 = - 0,0083 q_{b2} + 152 \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

klei op veen (30 punten)

$$N_3 = - 0,0322 q_{b3} + 155 \quad (\text{kW}) \quad (3)$$

zware klei (103 punten)

$$N_4 = 0,0142 q_{b4} + 142 \quad (\text{kW}) \quad (4)$$

Voor zand, klei op zand en klei op veen bleken de richtingscoëfficiënten van de lijn negatief te zijn, hetgeen zeggen wil dat de produktie toeneemt bij afnemend vermogen. Bij zware klei bleek het omgekeerde het geval. De spreiding tussen de punten bleek groot te zijn. Voor de vergelijkingen (1) t/m (4) werden respectievelijk de volgende correlatiecoëfficiënten berekend $r_1 = -0,4272$, $r_2 = -0,0930$, $r_3 = -0,5961$ en $r_4 = 0,0880$.

Als bruto-produktie begrenzingsen zijn voor de vergelijkingen (1) t/m (4) voor zand 50 en 550 m.h^{-1} , voor klei op zand 150 en 750 m.h^{-1} , voor klei op veen 75 en 850 m.h^{-1} en voor zware klei 100 en 850 m.h^{-1} aangehouden.

3.4.3. Produktie versus reekslengte

Naast het in de vorige paragraaf besproken verband tussen vermogen en produktie is ook getracht een relatie af te leiden tussen produktie en de reekslengte. Deze laatste kan uit de cijfers van de weekrapporten worden berekend. Voor de vier bodemtypen zien deze relaties tussen bruto-produktie q_b (m.h^{-1}) en de reekslengte L (m) er als volgt uit:

zand (16 punten)

$$q_{b_1} = 0,2444 L_1 + 237 \quad (\text{m.h}^{-1}) \quad (5)$$

klei op zand (16 punten)

$$q_{b_2} = -0,1988 L_2 + 448 \quad (\text{m.h}^{-1}) \quad (6)$$

klei op veen (30 punten)

$$q_{b_3} = 0,4746 L_3 + 268 \quad (\text{m.h}^{-1}) \quad (7)$$

zware klei (118 punten)

$$q_{b_4} = 0,0954 L_4 + 389 \quad (\text{m.h}^{-1}) \quad (8)$$

De spreiding tussen de punten bleek, evenals bij de relaties tussen vermogen en produktie, groot te zijn. Voor de vergelijkingen (5) t/m (8)

werden achtereenvolgens de volgende correlatiecoëfficiënten berekend:

$$r_1 = 0,1294, r_2 = -0,1501, r_3 = 0,2839 \text{ en } r_4 = 0,0936.$$

Alleen bij vergelijking (6), relatie tussen produktie en reekslengte voor klei op zand, is de richtingscoëfficiënt negatief. Dus voor klei op zand geldt dat naarmate de reekslengte groter wordt de produktie afneemt. Als reekslengte-begrenzingswaarden voor de vergelijkingen (5) t/m (8) hebben ongeveer de volgende waarden gegolden: voor zand 100 en 400 m, voor klei op zand 100 en 600 m, voor klei op veen 80 en 660 m en voor zware klei 505 en 830 m.

3.5. Drainafstanden

Bij het samenstellen van de lijsten met cijfers uit de weekrapporten en het bestuderen van de drainagetekeningen per perceel, zoals in paragraaf 2.2 is aangegeven, is ook de te realiseren drainafstand opgenomen. Deze onderlinge afstand wordt hoofdzakelijk bepaald door het bodemtype.

Hoe groot deze drainafstanden in het onderzoeksgebied in de ruilverkaveling Beerta zouden worden, is aangegeven op het overzichtskaartje op bijlage 10. Ter vergelijking zijn voor dit gebied op een overeenkomstig kaartje de indertijd geadviseerde drainafstanden ingetekend (DE SMET, 1962), zie bijlage 11. Voor het merendeel van het gebied blijkt de indertijd geadviseerde drainafstand en de nu te realiseren drainafstand overeen te komen.

De te realiseren drainafstand komt voor de vier bodemtypen globaal overeen met:

- 10 en 12 m voor zand (op keileem) en klei op zand en
- 10, 12, 15 tot 20 m voor klei op veen en zware klei.

4. CONCLUSIE

Het onderzoeksgebied betreffende de drainage in de ruilverkaveling Beerta bedraagt 2858 ha, dit is circa 46% van de gehele oppervlakte cultuurgrond van het ruilverkavelingsgebied aldaar. In het onderzoeksgebied werd de aanleg van 1 060 131 m drainagebuis geregistreerd, dit is circa 1/3 deel van het totaal uitgevoerde drainagewerk in de ruilverkaveling. In het gebied werden zware kleigebieden, zandgebieden, een klei-op-zand- en een klei-op-veen-gebied onderscheiden. De aanwezige keileem in het zandgebied en in het klei-op-zandgebied gaf aanleiding tot stagnatie, evenals de stobben en andere obstakels die in overige gebieden voorkwamen.

Het motorvermogen van de kettinggravers lag tussen de 107 en 199 kW, het bedroeg gemiddeld over de acht machines 145 kW. Het vermogen van de sleufloze machine, uitgerust met een Willnerploeg, was het grootst en bedroeg 208 kW.

Het merendeel van het drainagewerk (in meters) werd uitgevoerd op zware klei (circa 69%). De sleufloze machine, die alleen werd ingezet op zware klei, nam hierbij ongeveer 13% voor zijn rekening.

Kale ribbelbuis werd ook toegepast. Het gebruik bleef beperkt tot zware klei (circa 39%) en in het zandgebied (circa 5%).

Gemiddeld over de gebruikte kettinggravers werd de hoogste produktie gehaald op zware klei (430 m.h^{-1}) en de laagste op zand. De gemiddelde produktie op klei op veen lag dicht bij die op zware klei, terwijl die voor klei op zand iets dichter bij de produktie voor zand lag. Deze produktietendens over de bodemtypen, als gemiddelde over de kettinggravers, blijkt niet bij de machines afzonderlijk voor te komen. De produktie van de sleufloze machine op zware klei, 443 m.h^{-1} , lag nauwelijks hoger (3%) dan het gemiddelde voor de kettinggravers voor dit bodemtype, terwijl de kettinggravers gemiddeld circa 20 cm dieper draïnerden.

De hoogste produktie (726 m.h^{-1}) werd gehaald op klei op zand, de gedraineerde lengte was hierbij overigens kort. Door dezelfde machine werd ook de tweede plaats bereikt, ten aanzien van de hoogte van de produktie, het bodemtype was hierbij klei op veen en de afstand 105 985 m. Ook de derde plaats was voor dezelfde machine. Hierbij werd zware klei gedraineerd over een afstand van 191 026 m, waarbij de produktie 536 m.h^{-1} bedroeg.

De meeste stagnatie, als percentage van de bruto-tijd op dat bodemtype, bleek op zand opgetreden te zijn (14,9%), daarna op zware klei (7,5%), vervolgens op klei op zand (4,2%) en het minst op klei op veen (1,8%). De stagnatietijd bedraagt in totaal ongeveer 10% van de bruto-tijd. De stagnatie bij de sleufloze machine was bijna te verwaarlozen klein.

De combinatie van produktie en stagnatie laat zien dat de hoogste stagnatie wordt veroorzaakt waar gemiddeld de laagste produktie wordt behaald en wel op zand. Voor de kettinggravers geldt verder dat gemiddeld over de bodemtypen de vier machines met de hoogste produktie een even groot stagnatiepercentage (10%) hebben als de vier machines met de laagste produktie.

Niet duidelijk kon worden aangetoond dat een groter machinevermogen ook leidt tot een hogere produktie. Alhoewel er nauwelijks sprake is van een goede correlatie tussen de punten voor vermogen en produktie werd toch algemeen een hogere produktie waargenomen bij - het tegenovergestelde wat men zou verwachten - kleiner wordend vermogen. Naarmate de reekslengte groter is, wordt een hogere produktie gehaald, wat blijkt voor drie van de vier bodemtypen. Voor het vierde bodemtype is het omgekeerde waar.

LITERATUUR

- BOELS, D., J.B. SPRIK en G.H. HORST, 1981. Tijdstudies aan machines in de cultuurtechniek. Cultuurtechnisch Tijdschrift, jrg.21, 4, 60 pp.
- CENTRALE CULTUURTECHNISCHE COMMISSIE, 1973. Rapport voor de ruilverkaveling Beerta. Cultuurtechnische Dienst (thans Landinrichtingsdienst), Utrecht. 36 pp. + bijlagen.
- HEIDEMLIJ, 1982. Aanbrengen drainage in de ruilverkaveling Beerta (0893). Rapport N-05-16 Assen, 9 pp. + bijlagen.
- SMET, L.A.H. DE, 1962. Het Dollardgebied. Bodemkundige en landbouwkundige onderzoekingen in het kader van de bodemkartering. Wageningen, Pudoc, 1962, 292 pp.
- WILDE, J.G.S. DE, 1981. Dieplepelproducties bij het graven van waterlopen en bepaald met behulp van een nieuw opnamesysteem. Nota 1315 ICW. 80 pp. + bijlagen.
- WILDE, J.G.S. DE en J.F. VAN DER MEER, 1983. Produktiemodel en produktienormen voor het graven van waterlopen. Nota 1417 ICW. 52 pp. inclusief bijlagen.
- WILDE, J.G.D. DE, 1984. Dammen van riet, heide of boomschors als perceelverbinding in veenweidegebieden. Rapport ns 13 ICW. 35 pp. + bijlagen.
- WILDE, J.G.S. DE, 1985. Rekenmodel en produktienormen voor grondtransport met getrokken en zelfrijdende dumpers. Rapport ns 16 ICW (in druk).

DRAINAGE

M a c h i n e 1

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		- m
bruto tijd*	: - h		
bruto-productie:	-		$m^1 . h^{-1}$

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	51918 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	133		390 m
bruto-tijd*	: 135,85 h		
bruto-productie:	382		$m^1 . h^{-1}$

KLEI

totale drainlengte:	20937 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	66		317 m
bruto-tijd*	: 68,4 h		
bruto-productie:	306		$m^1 . h^{-1}$

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	190276 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	448		425 m
bruto-tijd*	: 482,6 h		
bruto-productie:	394		$m^1 . h^{-1}$

*) bruto-tijd = tijd voor:
 leggen, aankoppelen, opzetten rollen, opzetten laser, verdelen rollen
 over perceel, uitzetten reeksen, afzagen en doppen, dichtrijden sleuf,
 terugrijden, aanvoer drainrollen vanuit depot, inzetten en vervoer op
 het werk.

DRAINAGE

M a c h i n e 2

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	3227 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	14		230,5 m
bruto-tijd ^x :	14,25 h		
	bruto-produktie:	226	m ¹ .h ⁻¹

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	5514 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	13		424 m
bruto-tijd ^x :	7,6 h		
	bruto-produktie:	726	m ¹ .h ⁻¹

KLEI

totale drainlengte:	105985 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	338		314 m
bruto-tijd ^x :	187,15 h		
	bruto-produktie:	566	m ¹ .h ⁻¹

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	191026 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	608		314 m
bruto-tijd ^x :	356,25 h		
	bruto-produktie:	536	m ¹ .h ⁻¹

^x) bruto-tijd: zie bijlage 1

DRAINAGE

M a c h i n e 3

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	11888 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	66		180 m
bruto-tijd [*] :	32,50 h		
	bruto-productie:	366	m ¹ .h ⁻¹

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	9355 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	34		275 m
bruto-tijd [*] :	20,8 h		
	bruto-productie:	450	m ¹ .h ⁻¹

KLEI

totale drainlengte:	19618 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	50		392 m
bruto-tijd [*] :	54,6 h		
	bruto-productie:	359	m ¹ .h ⁻¹

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	61780 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	163		379 m
bruto-tijd [*] :	149,83 h		
	bruto-productie:	412	m ¹ .h ⁻¹

*) bruto-tijd: zie bijlage 1.

DRAINAGE

M a c h i n e 4

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	-	m	gem. drainlengte:	
aantal drains	:	-		m
bruto-tijd [*]	:	-	h	
			bruto-productie:	$m^1 \cdot h^{-1}$

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	5118	m	gem. drainlengte:	
aantal drains	:	22		233 m
bruto-tijd [*]	:	21	h	
			bruto-productie:	244 $m^1 \cdot h^{-1}$

KLEI

totale drainlengte:	-	m	gem. drainlengte:	
aantal drains	:	-		m
bruto-tijd [*]	:	-	h	
			bruto-productie:	$m^1 \cdot h^{-1}$

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	-	m	gem. drainlengte:	
aantal drains	:	-		m
bruto-tijd [*]	:	-	h	
			bruto-productie:	$m^1 \cdot h^{-1}$

*) bruto-tijd: zie bijlage 1.

DRAINAGE

M a c h i n e 5

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	23244 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	123		189 m
bruto-tijd [*] :	53,55 h		
	bruto-productie:	434	$m^1 \cdot h^{-1}$

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto-productie:		$m^1 \cdot h^{-1}$

KLEI

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto-productie:		$m^1 \cdot h^{-1}$

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	53687 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	195		275 m
bruto-tijd [*] :	151,3 h		
	bruto-productie:	355	$m^1 \cdot h^{-1}$

*) bruto-tijd: zie bijlage 1.

DRAINAGE

M a c h i n e 6

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	23187 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	82		283 m
bruto-tijd [*] :	76,5 h		
	bruto-productie:	303	m ^l .h ⁻¹

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	21958 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	51		431 m
bruto-tijd [*] :	73,95 h		
	bruto-productie:	297	m ^l .h ⁻¹

KLEI

totale drainlengte:	17975 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	96		187 m
bruto-tijd [*] :	66,3 h		
	bruto-productie:	271	m ^l .h ⁻¹

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	33183 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	123		270 m
bruto-tijd [*] :	102 h		
	bruto-productie:	325	m ^l .h ⁻¹

*) bruto-tijd: zie bijlage 1.

DRAINAGE

M a c h i n e 7

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	6894 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	61		113 m
bruto-tijd ^x :	38,4 h		
	bruto-productie:	180	m ¹ .h ⁻¹

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd ^x :	- h		
	bruto-productie:		m ¹ .h ⁻¹

KLEI

totale drainlengte:	3222 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	16		201 m
bruto-tijd ^x :	16 h		
	bruto-productie:	201	m ¹ .h ⁻¹

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	4063 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	16		254 m
bruto-tijd ^x :	24,8 h		
	bruto-productie:	164	m ¹ .h ⁻¹

*) bruto-tijd: zie bijlage 1.

DRAINAGE

M a c h i n e 8

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto [*] -produktie:		m ¹ .h ⁻¹

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto [*] -produktie:		m ¹ .h ⁻¹

KLEI

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto [*] -produktie:		m ¹ .h ⁻¹

ZWARE KLEI

totale drainlengte:	102632 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	289		355 m
bruto-tijd [*] :	213,75 h		
	bruto [*] -produktie:	480	m ¹ .h ⁻¹

*^o) bruto-tijd: zie bijlage 1.

DRAINAGE

M a c h i n e 9

ZAND/KEILEEM

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto [*] -produktie:		m ^l .h ⁻¹

KLEI OP VEEN

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto [*] -produktie:		m ^l .h ⁻¹

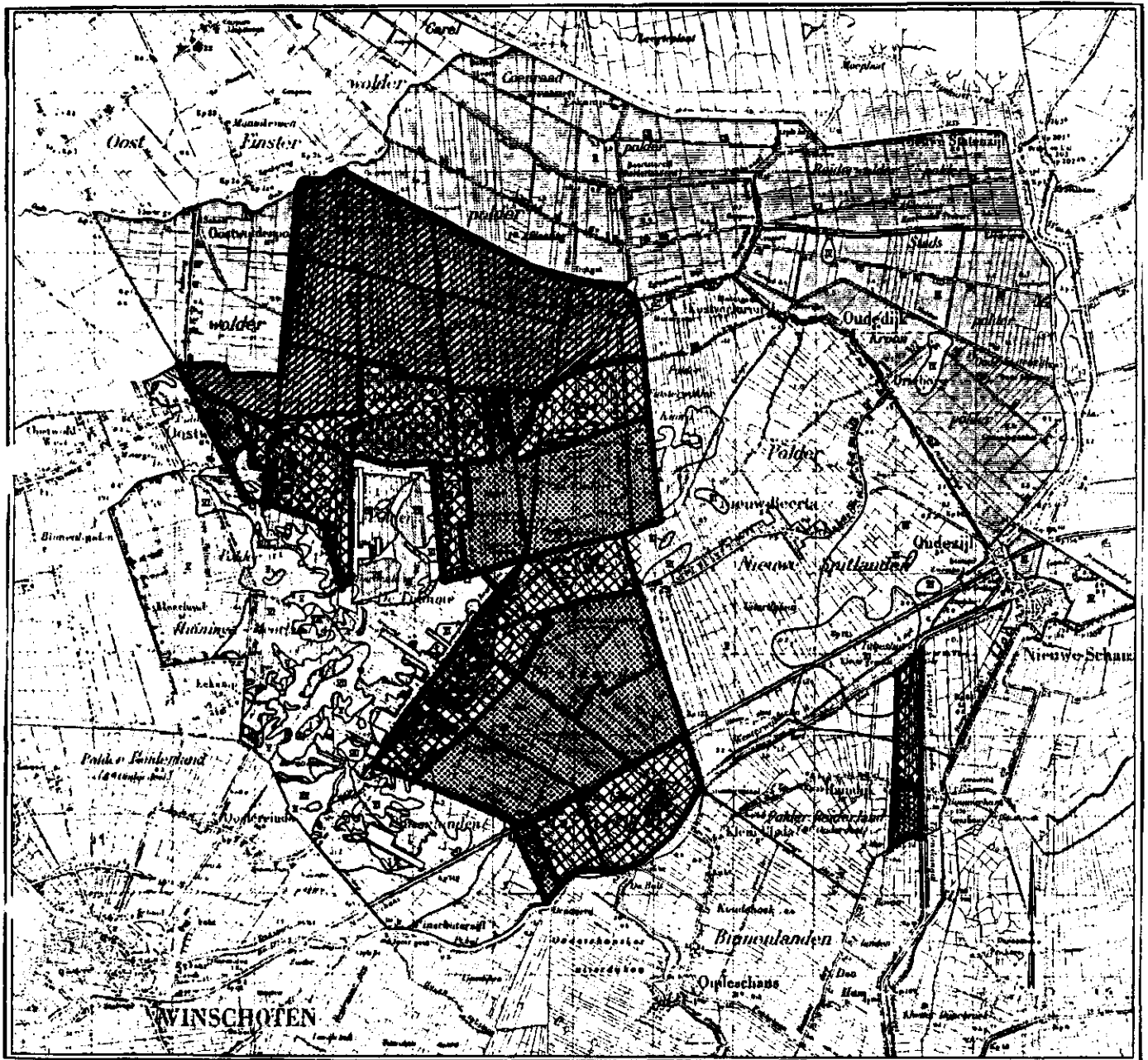
KLEI

totale drainlengte:	- m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	-		m
bruto-tijd [*] :	- h		
	bruto [*] -produktie:		m ^l .h ⁻¹




ZWARE KLEI

totale drainlengte:	93494 m	gem. drainlengte:	
aantal drains :	302		310 m
bruto-tijd [*] :	211,2 h		
	bruto [*] -produktie:	443	m ^l .h ⁻¹

*) bruto-tijd: zie bijlage 1.

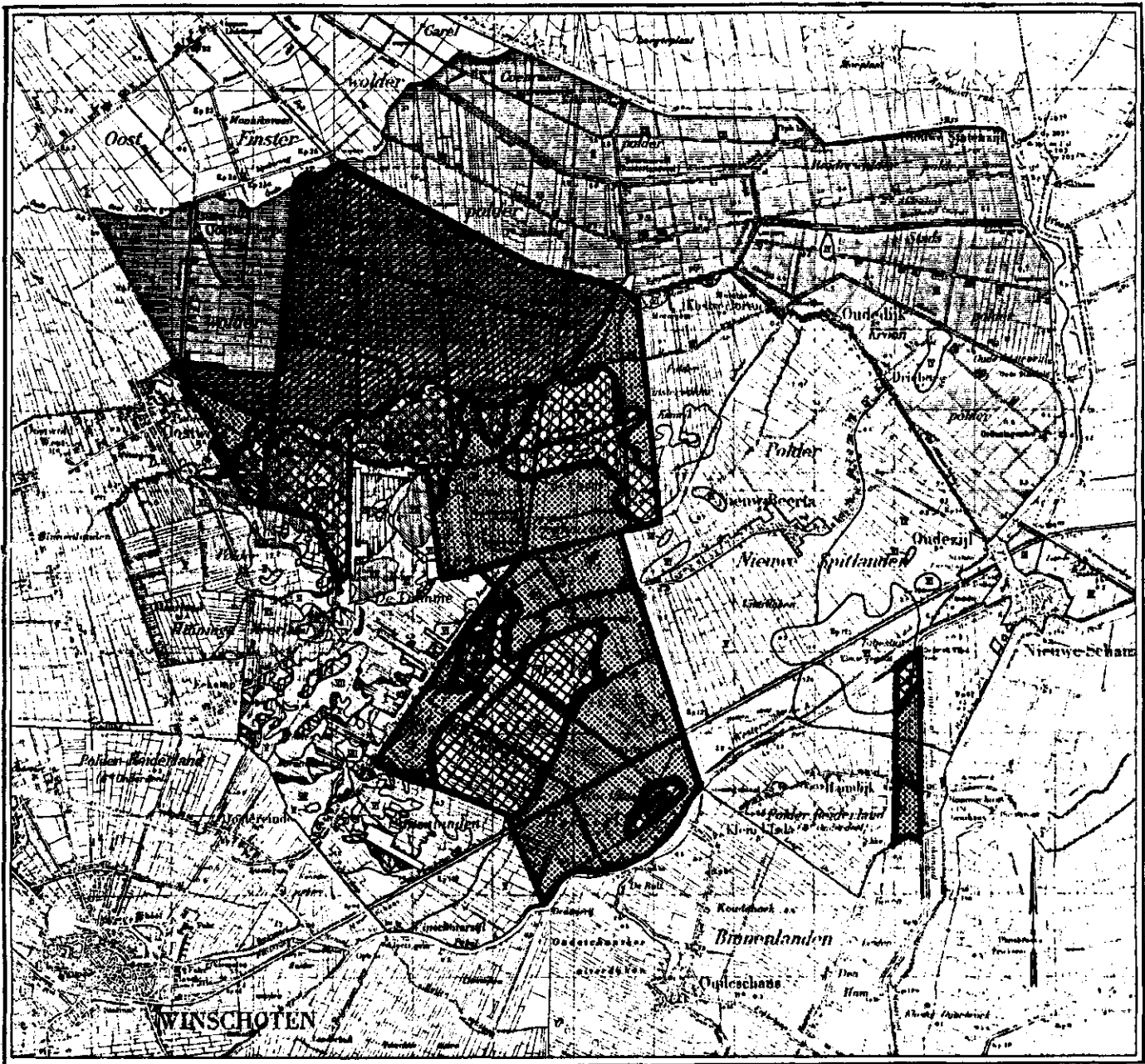


Uitgevoerde drainafstand (en/of afstand bestaande drains)
in de ruilverkaveling Beerta




	10 - 12 m
	15 m
	20 m

kaartbasis volgens:

STICHTING VOOR BODEMKARTERING, WAERHINGEN
THE SURVEY INSTITUTE, WAERHINGEN, THE NETHERLANDS
Samengesteld door Ir L.A.M. de Smet 1956 - 1957
Designed by Ir L.A.M. de Smet 1956 - 1957



Geadviseerde drainafstand x)

-  ≤ 10 m
-  10 - 20 m
-  ≥ 20 m

x) volgens:

STICHTING VOOR BODENKARTERING, WAGENINGEN
 SOIL SURVEY INSTITUTE, WINSCHOTEN, THE NETHERLANDS
 Samengesteld door Ir L.A.H. de Smet 1956 - 1957
 Designed by Ir L.A.H. de Smet 1956 - 1957