PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

Vernatting en gevolgen voor de teelt van akkerbouwgewassen

ing. J. Alblas

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.
april 2002

Projectrapport nr. 1123105 - 1

ISN 1651863

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0968 8017

WAGENINGEN UR

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Deze studie is uitgevoerd door PPO binnen het DLO-programma 362 "Integraal waterbeheer" in opdracht van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
Postbus 20401
2500 EK 's-GRAVENHAGE

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING 5

1. INLEIDING 7

2. AARDAPPELEN-CONSUMPTIE MIDDENVROEG/LAAT 9
2.1 BRUTO JAARLIJKSE OPBRENGST 9
2.2 ALGEMENE EIS 9
2.3 BODEMSTRUCTUUR 9
2.4 VERSLEMPING 9
2.5 AFSTERVEN GEWAS DOOR LUCHTGEBREK/WATEROVERLAST 10
2.6 PLOEGEN, POOTKLAAR MAKEN EN POTEN 11
2.6.1 Rugopbouw 11
2.6.2 Kieming en opkomst 11
2.7 DROOGTESCHADE 11
2.7.1 Doorwas 11
2.8 ZIEKTEN 11
2.9 LOOFDODING 12
2.10 OOGST 12
2.11 BEMESTING 12
2.12 ONKRUIDBESTRIJDING 13

3. SUIKERBIETEN 15
3.1 BRUTO JAARLIJKSE OPBRENGST 15
3.2 ALGEMENE EIS 15
3.3 BODEMSTRUCTUUR 15
3.4 VERSLEMPING 15
3.5 PLOEGEN, ZAAIBEDBEREIDING EN ZAAIEN 17
3.5.1 Kieming en opkomst 17
3.6 BEMESTING 17
3.7 ZIEKTEN EN PLAGEN 17
3.8 ONKRUIDBESTRIJDING 18
3.9 DROOGTESCHADE 18
3.10 WATEROVERLAST 18
3.11 OOGST 18

4. UIEN 21
4.1 BRUTO JAARLIJKSE OPBRENGST VAN DE ZAAIUIEN 21
IN ZUIDWESTELIJK KLEIGEBIED IS DE GEMIDDELDE OPBRENGST 46,4 TON À FL 0,20/KG = FL 9280.- = € 4212.- (KWIN 2000) 21
4.2 ALGEMEEN 21
4.3 BODEMSTRUCTUUR EN VERSLEMPING 21
4.4 PLOEGEN, ZAAIKLAAR MAKEN EN ZAAIEN 21
4.5 BEMESTEN 22
4.6 ONKRUIDBESTRIJDING 22
4.7 ZIEKTEN EN PLAGEN 22
4.8 WATEROVERLAST 23
4.9 OOGST 23

5. WINTERTARWE 25

5.1 BRUTO JAARLIJKSE OPBRENGST 25
5.2 ALGEMENE EIS 25
5.3 GEWASGROEI 25
5.4 PLOEGEN, ZAAIKLAAR MAKEN EN ZAAIEN 25
5.5 OPKOMST 26
5.6 BEMESTING 26
5.7 GROEIREGULATOR 26
5.8 ZAAIEN GROENBEMESTER 26
5.9 ONKRUIDBESTRIJDING 27
5.10 ZIEKTEBESTRIJDING 27
5.11 INSECTENBESTRIJDING 27
5.12 VERSLEMPING VAN DE GROND 27
5.13 OOGST 28

6. ZOMERGRANEN: HAVER, ZOMERGERST EN ZOMERTARWE 29
6.1 BRUTO JAARLIJKSE OPBRENGST VAN DE ZOMERGRANEN 29
6.2 ALGEMENE EIS 29
6.3 GEWASGROEI 29
6.4 ONDIEPE ONTWATERING IN DE WINTER 29
6.5 PLOEGEN, ZAAIKLAAR MAKEN EN ZAAIEN 30
6.6 OPKOMST 30
6.7 ONKRUID- EN ZIEKTEBESTRIJDING 31
6.8 BEMESTING 31
6.9 GROEIREGULATOR 31
6.10 ZAAIEN GROENBEMESTER 32
6.11 AFSTERVEN GEWAS DOOR LUCHTGEBREK 32
6.12 UITSTELLEN VAN DE OOGST 32

7. INVLOED VAN DE GRONDWATERSTAND OP GEWASOPBRENGST, STIKSTOFVOORZIENING EN BODEMSTRUCTUUR 33
7.1 ZWARE KLEI (NIEUW-BEERTA) 33
7.2 KLEIGROND (FLEVOLAND) 34
7.3 ZANDGROND (VREDEPEEL) 35
7.4 INVLOED VAN ONTWATERING OP BODEMSTRUCTUUR EN STIKSTOF IN DE BODEM (FLEVOLAND) 36
7.4.1 Bodemstructuur 36
7.4.2 N-mineraal 37
7.5 SAMENVATTING 37

LITERATUUR 39

Samenvatting

Verhoging van grondwater- en slootwaterpeilen heeft gevolgen voor het grondgebruik, en voor de teelt van gewassen in het bijzonder. In een literatuurstudie en na gesprekken met teeltdeskundigen zijn beschrijvingen gemaakt van te verwachten gevolgen van vernatting. Deze gevolgen zullen afhankelijk zijn van de mate van peilverhoging. De beschrijvingen betreffen onder andere grondbewerkingseisen, onkruid- en ziektebestrijding en bemesting.

Trefwoorden: *grondwaterstand, vernatting, wintertarwe, zomergraan, aardappelen, suikerbieten, uien, bodemstructuur en stikstof.*

1. Inleiding

Verhoging van grondwaterstanden en van peilen in oppervlaktewateren maakt deel uit van het overheidsbeleid dat gericht is op efficiënter gebruik van water. Deze verandering van beleid heeft gevolgen voor het grondgebruik. In sommige gevallen profiteert de natuur daarvan. Maar ook de professionele grondgebruiker als boer en tuinder kunnen hier voordeel van hebben. Dit is het geval als minder gebruik hoeft te worden gemaakt van beregeningsapparatuur. Er zullen zich ook gevallen voordoen van nadelige effecten.
De grondwaterstanden zijn niet voor niets verlaagd gedurende de laatste 40 jaren!

Verhoging van grondwaterstanden roept vragen op over bodemgebruik en gevolgen voor het telen van gewassen. Effecten hiervan zullen doorwerken in bedrijfsresultaten. Maar hoe?

Binnen het DLO-programma 362 Integraal waterbeheer wordt het project "Waterpas" uitgevoerd.
Dit project heeft als doel instrumenten te ontwikkelen waarmee de gevolgen van peilverhogingen voor de bedrijfsresultaten zijn te berekenen.
In dit geheel is najaar 2001 een studie uitgevoerd naar de effecten van hogere peilen op de productie van gewassen. Hiervoor is naast literatuurstudie geput uit de massa kennis die aanwezig is bij de teeltonderzoekers van PPO. De resultaten hiervan zijn vaak inschattingen; dit omdat de omstandigheden qua ontwatering in de akker- en tuinbouwgebieden de laatste decennia veelal optimaal zijn. Waardoor ervaringen met telen van gewassen bij "slechte ontwatering" dus ontbreken.

De keuze van de gewassen is gedaan in overleg met collega's van de in het project deelnemende instituten* en beperkt zich tot de zogenaamde hoofdgewassen. Geprobeerd is voor alle relevante teelthandelingen een inschatting te geven van de gevolgen van vernatting. Soms is dit door normstelling, bijvoorbeeld bij grondbewerking, of door schatting van effecten van niet kunnen uitvoeren van een handeling.

De hierna volgende beschrijvingen zijn basis voor invoergegevens in gewasproduktiemodellen die binnen het project "Waterpas" worden gebruikt/ontwikkeld.

** Alterra, PRI, PV en PPO (-BB en -AGV).*

2. Aardappelen-consumptie middenvroeg/laat

2.1 Bruto jaarlijkse opbrengst

De bruto financiële opbrengst voor consumptie-aardappelen in de kleigebieden is als gevolg van ras, kg-productie en teeltgebied verschillend. Gemiddeld is de opbrengst per ha 51400 kg à 22 ct/kg = € 5139 Op de zandgronden 50000 kg à 17 ct/kg = € 3858,- (KWIN 2000).

2.2 Algemene eis

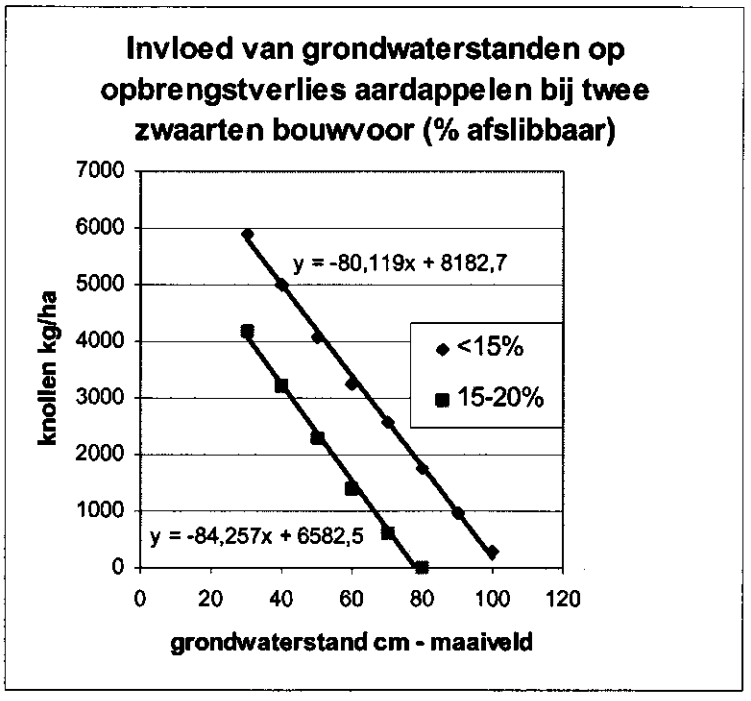
Aardappelen groeien vanuit een knol (moederknol). De hoofdscheuten hieruit worden de hoofdstengels. Bovengronds vormen zich bladeren en bloeiwijze, ondergronds stolonen (uitlopers) die zich aan het einde verdikken en tot knollen uitgroeien. Het loofmaximum wordt veelal eind juli bereikt. De knolproductie is dan 40 à 70% van de eindoogst. Tijd van poten: april. Tijd van oogsten: middenvroege rassen in september en late rassen in oktober.
Het gewas heeft een beperkte bewortelingsdiepte: in een homogeen redelijk losse bodem (dichtheid <1,40) bereikt deze een diepte van 70 cm. Een dichtheid van ≥1,50 wordt niet beworteld. Tegen het loofmaximum is de maximale worteldiepte bereikt.
Aardappelen worden in ruggen geteeld op onderlinge afstand van 75 cm. In de rug/rij afhankelijk van teeltdoel op 30 - 40 cm. Het oogsten gebeurt machinaal met zwaar materieel.

2.3 Bodemstructuur

Voor een goede productie is een luchtgehalte van 20% vereist (Boekel, 1973). In kleihoudende grond kan dit percentage 15 zijn omdat in deze gronden krimp en zwel spelen. Deze auteur geeft aan dat bij 16 volume procenten lucht 5% en bij 12% lucht 17% minder opbrengst wordt verkregen. De conclusie hieruit is dat gedurende het groeiseizoen (1 april - eind oktober) een ontwateringsdiepte vereist is die garant is voor 20% volume procenten lucht in de bewortelde zone/bouwvoor van zandgronden; in zavel- en kleigronden 15%.

2.4 Verslemping

Volgens Boekel (1973) kan verslemping als gevolg van hoge grondwaterstanden de knolproductie nadelig beïnvloeden. Figuur 1 is afgeleid uit figuur8 in genoemde rapportage en geldt wanneer vóór de winter wordt geploegd. Als kort voor het poten in het voorjaar wordt geploegd, dan blijft de opbrengstderving beperkt tot ongeveer 2,5 ton knollen/ha. Uit oogpunt van voorkomen van verslempingsschade adviseert de auteur zavelgronden met grondwaterstanden binnen 70 cm beneden het maaiveld in het voorjaar te ploegen.



Figuur 1. **Effect van de grondwaterstand in winter (tot 1 maart) op de opbrengstreductie van aardappelen (naar Boekel, 1973).**

2.5 Afsterven gewas door luchtgebrek/wateroverlast

Luchtgebrek als gevolg van te natte omstandigheden in de aardappelrug tijdens het groeiseizoen (actief groen blad) lijdt al snel tot grote opbrengstverliezen (zie tabel 1). Bij een bodemtemperatuur van 16 graden Celsius kan verwacht worden dat bij twee etmalen onderwater staan 80% van de knollen rot is.
Als na wateroverlast niet alle knollen rot zijn kan worden aangenomen dat als de vochtspanning in de rug (15 cm -maaiveld) groter is dan pF 3,4 (h= -1250 cm) gedurende minimaal 7 dagen de knollen zijn verdroogd. Dit vergt dan geen extra arbeid bij de oogst.
Indien bij de oogst het aandeel rotte knollen groter is dan 1% (één procent), dan is de partij niet bewaarbaar. Aangenomen kan worden dat 95% van de Nederlandse aardappelproductie in bewaaropslag gaat.

Tabel 1. **Percentage van de knollen dat rot vertoont door de duur van het zuurstofgebrek en afhankelijk van de temperatuur in de rug. (Veerman, 1999).**

		Temperatuur gr. C		
		12	16	20
Dagen zuurstofloos	1	*0%*	*0%*	*41%*
	2	*5%*	*79%*	*100%*
	3	*49%*	*100%*	*100%*
	4	*100%*	*100%*	*100%*

2.6 Ploegen, pootklaar maken en poten

Voor het ploegen geldt een draagkrachteis van 0,6 MPa op 25 cm diepte. Gronden met meer dan 12% lutum worden vóór de winter geploegd. In het algemeen geldt: hoe zwaarder qua lutumgehalte, hoe vroeger. Te beginnen vanaf 1 oktober en uiterste datum 15 december. Overschrijding van deze datum kan een nadelig effect hebben, maar dat is niet kwantificeerbaar.
Zandgrond en zavelgronden met minder dan 12% lutum worden geploegd vanaf half februari tot de datum van poten. Bij laat (kort voor poten) ploegen dient de vorenpakker te worden gebruikt.
Voor het pootklaarmaken van en het poten in een perceel zandgrond is een draagkracht vereist van 0,7 MPa op 5 cm diepte, voor kleihoudende bodems geldt 1,1 MPa op 5 cm - maaiveld (van Wijk ea,1988). Deze hoge eis vindt zijn oorzaak in de redelijk grote diepte van de grondbewerking voor het maken van een pootbed.
Pootbedbereiding en poten zijn gekoppeld. De gebruikelijke periode voor de hier beschreven teelt is van 01 april tot 20 mei. Uitstel van de grondbewerking en het poten na de kritische pootdatum (van 20 april) kost 0,50% opbrengst per dag uitstel (Alblas, 2000). Poten vóór15 april gaf in Zuidwest Nederland een suboptimale knolopbrengst ten gevolge van een te lange periode tussen poten en opkomst.
Bij later poten en gunstige groeiomstandigheden zal het gewas later afrijpen, dus oogstbaar zijn. (Vuistregel is: aantal dagen later afrijpen = 1/2 * aantal dagen later poten.)

2.6.1 Rugopbouw

Het maken van de aardappelruggen gebeurt één tot drie weken na het poten. Hiervoor geldt een berijdingseis van 0,7 MPa op 15*cm - maaiveld.

2.6.2 Kieming en opkomst

Voor de kieming en opkomst van de aardappelen zie van Wijk ea (1988).

2.7 Droogteschade

Indien tijdens het groeiseizoen de grondwaterstand sterk oploopt zal wortelafsterving beneden het grondwaterniveau plaats hebben. Na herstel van het grondwaterpeil is de bewortelingsdiepte van de aardappelen dan gereduceerd en zal het gewas (veel) moeite hebben voldoende vocht op te nemen voor de productie. Beregenen kan dan nodig zijn. Herstel van wortelgroei is te verwachten tot en met moment van knolzetting (30 juni), daarna niet meer.

2.7.1 Doorwas

Bij een combinatie van hoge temperatuur en droogte is doorwasinductie mogelijk. De hoge temperatuur wordt gemakkelijk bereikt als de grondbedekking met loof onvoldoende is. Kriteria voor doorwas zijn een temperatuur in de aardappelrug >25 °C en een drukhoogte van <h= -500 cm (>pF 2,7) op 5 cm - maaiveld. De financiële gevolgen van doorwas zijn zeer wisselend; dit is afhankelijk van de verschillen in droge stofgehalte in de primaire en secundaire knollen.

2.8 Ziekten

De meest gevreesde ziekte in aardappelen is *Phytophthora infestans*. Deze ziekte vraagt een preventieve behandeling, dus bij kans op voor de ziekte gunstige omstandigheden wordt gespoten. Het aantal bespuitingen kan oplopen tot 20 per teeltseizoen. Uitstel van een bespuiting door nat-omstandigheden zal vallen in een periode met grote ziektedruk. Indien niet kan worden gespoten kan een ziekteaantasting tot vervroegd (pleksgewijs) doodspuiten van het gewas leiden. Het product is niet bewaarbaar, dus waardeloos. De schade is dan ..... *[Voorstel is deze schade buiten de berekening te houden!]*
Eén bestrijding van bladluizen in de tweede helft van juni (meestal tegen toprol) is standaard. Kosten aan middel zijn € 13,60. Uitstel van de behandeling kost 2% knolopbrengst.
Voor het uitvoeren van een bespuiting is een draagkracht vereist van 0,6 MPa op 15*cm - maaiveld. In

percelen waarvan bekend is dat een hoge grondwaterstand tijdens het groeiseizoen het rijden bemoeilijkt, is het leggen van vaste spuitbanen een alternatief.

2.9 Loofdoding

Veelal zal tegen het einde van de groeiperiode of om het oogsttijdstip te vervroegen het loof worden gedood middels een bespuiting of loofklappen. Draagkrachteis 0,6 MPa op 15*cm - mv. Na de loofvernietiging wordt een periode van minimaal 10 dagen voor afharden van de knollen aangehouden. Uitstellen van deze bespuiting heeft tot gevolg dat het oogsttijdstip moet worden opgeschoven. Dit heeft geen gevolgen voor de knolopbrengst. Wel neemt her risico toe onder moeilijker omstandigheden te moeten oogsten.

2.10 Oogst

Voor de uitvoering van de oogst is een draagkracht vereist van 0,6 MPa op 15*cm - maaiveld op zandgrond en van 1,1 MPa op 15*cm -maaiveld op kleigrond (van Wijk ea, 1988).
Omdat de gewasverdamping nihil is, zal de grond alleen via de opengrondverdamping drogen. Oogsten onder natte omstandigheden kost veel meer tijd en moeite. De huidige staat van mechanisatie is zo dat waar gereden kan worden ook geoogst kan worden. De wijze van oogsten, transport en inschuren of afleveren biedt geen ruimte meer voor uitrapen van rotte knollen.
Aanwezigheid van rotte knollen verlaagt de waarde van de partij flink. Het inbrengen van aardappelen met rotte knollen en/of veel grondtarra leidt tot meer droogkosten in de opslag.

2.11 Bemesting

De bemesting voor aardappelen wordt op zandgrond in het voorjaar gegeven. Op kleigronden wordt meestal in het voorafgaande jaar een deel gegeven plus een deel kort voor de teelt.
Kleigrond: In de voorafgaande nazomer wordt veelal dierlijke mest aangewend en deze moet direct worden ingewerkt. Het moment van ploegen is de uiterste datum van de najaarstoediening. Tevens wordt de kalibemesting en soms de fosfaatbemesting in kunstmestvorm gestrooid. Tot 01 oktober. Voor het uitrijden van deze najaarsbemesting is een draagkracht nodig van 0,6 MPa op 5 cm diepte.
In het voorjaar wordt (merendeels toekomst) dierlijke mest uitgereden en geïnjecteerd. Draagkrachteis is, om structuurschade te voorkomen, dezelfde als voor poten geldt. Dit gaat ook op voor het strooien van de kunstmest vóór het poten.
Voor toediening van kunstmest na dat de ruggen zijn gemaakt, is minimaal 0,6 MPa op 15*cm beneden maaiveld vereist.
Zandgrond: De nutriëntenvoorziening heeft plaats in het voorjaar van 01 maart tot ploegen. Dierlijke mest moet meteen worden ingewerkt. Ook de aanvullende kunstmesttoediening gebeurt vóór het ploegen.
Berijdingsvereiste: zie ploegen.
Indien de mesttoediening vóór het ploegen plaats vindt is de draagkrachteis 0,6 MPa op 5 cm. Dit zelfde geldt voor kunstmesttoediening.
Uitrijden van mest en kunstmest kan ook gebeuren na het poten en vóór het maken van de aardappelruggen: dus vóór opkomst. Omdat dan nog losse grond beschikbaar moet komen voor het maken van de ruggen is de benodigde draagkracht ald die voor poten.
Voor toediening van kunstmest na dat de ruggen zijn gemaakt is minimaal 0,6 MPa op 15*cm beneden maaiveld vereist.
Stikstofbemesting: In 2000 werd in een vergelijking van grondwaterstanden in zandgrond geconstateerd dat bij een grondwaterstand van >120 cm - maaiveld met 140 N kg/ha eenzelfde opbrengst werd behaald als met 240 N kg/ha, namelijk 72 ton knollen. Hierbij is niet beregend. Bij het hoge peil van 60 cm - maaiveld was 240 N kg/ha nodig om deze opbrengst te halen. In beide gevallen was de minerale N-voorraad in het voorjaar gelijk. Dit duidt op een hogere N-bemesting voor aardappelen op hoge grondwaterpeilen van

ongeveer 100 N kg/ha. Meerkosten voor N-bemesting € 50,-. (100 N kg/ha)

2.12 Onkruidbestrijding

Bij een nattere bodem zal de mogelijkheid om onkruiden mechanisch te bestrijden kleiner zijn dan bij een drogere. Als gevolg van deze beperking zal chemische bestrijding toenemen, terwijl het onkruidbestand verschuift naar de moeilijker te bestrijden soorten. Voor het uitvoeren van de chemische bestrijding na het maken van de ruggen is MPa 0,6 op 15*cm –maaiveld nodig.
Voor mechanische bestrijding vóór en na het ruggen maken is vereist dat de bovengrond ter dikte van 1 à 2 cm nagenoeg luchtdroog is. De berijdings- c.q. bewerkingseis is een draagkracht van 0,6 Mpa op 15*cm. Uitstel van een mechanische bestrijding als het gewas erop staat, is niet voldoende te corrigeren met een chemische behandeling. Loopt het gewas echt onder het onkruid, dan is de schade te schatten op 5% opbrengstverlies. Dit kan zich voordoen waar chemische bestrijding niet is toegestaan (bijvoorbeeld natuurbeheersgebied) en in de biologische teeltwijze.

*15*cm -maaiveld komt overeen met 5 cm -bodem tussen de ruggen.*

3. Suikerbieten

3.1 Bruto jaarlijkse opbrengst

De bruto financiële opbrengst voor suikerbieten in de kleigebieden is gemiddeld € 3398.- voor 60,7 ton wortels) op de zandgronden € 2973.- voor 53 ton wortels (KWIN 2000).

3.2 Algemene eis

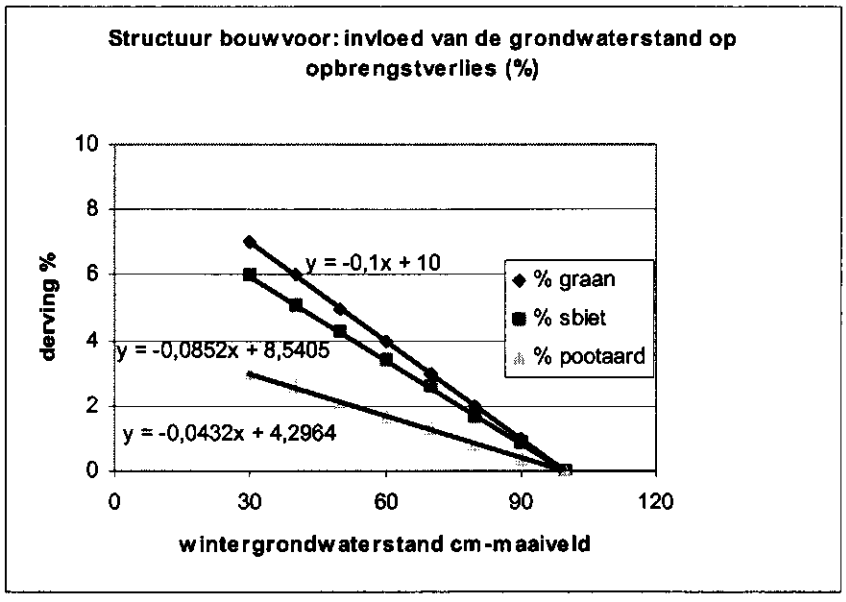
Suikerbieten worden geteeld voor de wortelproductie. Het loof wordt nog slechts incidenteel verzameld voor voederdoeleinden. Dit gewas verlangt een diep bewortelbaar profiel, een goed gelijkmatig fijn zaaibed en een goede structuur van de bouwvoor. Een vroeg en vlot groeiend gewas is garant voor een hoge opbrengst. Een in het voorjaar ontstane achterstand in groei wordt nimmer ingelopen. Tijd van zaaien: tweede helft maart - begin mei; de oogstperiode is van 20 september t/m november.
Bieten zijn afkomstig uit maritieme gebieden: ze verdragen korte tijd wateroverlast.
Op zware klei werd bij een constante grondwaterstand van 40 cm diep een opbrengstreductie vastgesteld van 5% ten opzichte van die bij 110 cm -maaiveld. Voor de opbrengst bij het hoge peil was zo'n 90 N kg/ha meer nodig.
De bewortelingsdiepte van suikerbieten komt overeen met die van wintertarwe. De maximaal gevonden diepte in zandgrond en löss is180 cm. De ontwikkelingsperiode van het wortelstelsel naar de diepte is vanaf opkomst tot eind juli. Verdichtingen >2 MPa in en onder de bouwvoor beperken de bewortelingsdiepte; bij >3 MPa reduceert ze tot nul.

3.3 Bodemstructuur

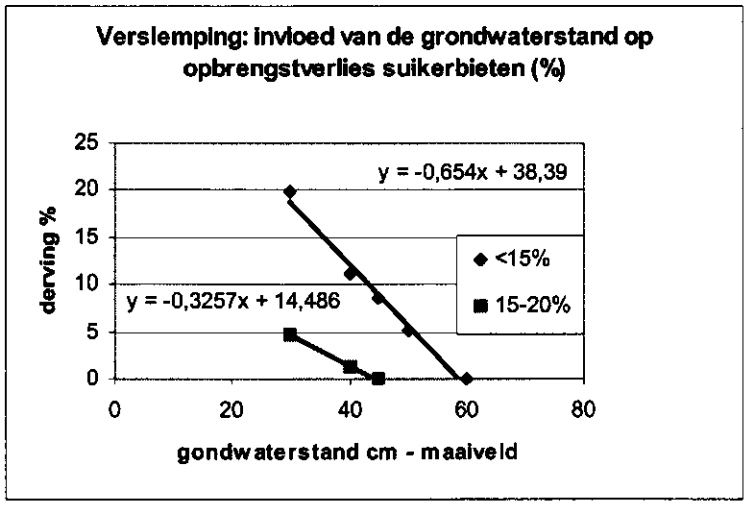
Voor een goede opbrengst is een minimaal luchtgehalte in de bouwvoor nodig van 12 volume procenten. Beneden dit gehalte valt de groei sterk terug: bij 10% lucht vermeldt Boekel (1973) 10% en bij 8% luchtgevulde poriën 35% opbrengstverlies.
Een slechte structuur van en gelaagdheid binnen de bouwvoor veroorzaken vertakte bieten, die per plant minder gewicht hebben plus bij de oogst vaak afbreken. Boekel (1973) berekent voor zavel- en lichte kleigronden bij een wintergrondwaterstand van 40 cm beneden het maaiveld een opbrengstderving van 5,1% die hij toeschrijft aan de actuele structuur. Zie figuur 1.

3.4 Verslemping

Verslemping kan grote invloed hebben op de opkomst en begingroei. Slempgevoelige percelen behoeven dan ook veel aandacht betreffende het bewerkingstijdstip en fijnheid van het zaaibed. Lichte, dus ook slempgevoelige zavelgronden dienen hierom in het voorjaar te worden geploegd, zeker als de grondwaterstand binnen 70 cm -maaiveld zit (Boekel, 1973). Bij ploegen voor of voorin de winter kan verslemping binnen de bouwvoor productie kosten. Zie figuur 2.



Figuur 1. **Effect van de wintergrondwaterstand (tot 1 maart) via de actuele structuur op de opbrengstderving (in%) van suikerbieten.**



Figuur 2. **Effect van de wintergrondwaterstand (tot 1 maart) via de verslemping op de opbrengstderving (in%) van suikerbieten.**

Verslemping van het oppervlak in de periode van kieming en opkomst kan veel planten, is opbrengst, kosten. De dikte, de hardheid en de duur van de korst zijn bepalend voor een goede of slechte opkomst van de bieteplantjes. De beslissing wel of niet overzaaien is afhankelijk van plantaantal, de zaaidatum en datum van overzaaien (Westerdijk en Zwanepol,1994 - tabel 10). De kosten voor het overzaaien, incl. grondbewerking en onkruidbestrijding, zijn € 300.-. Het opbrengstverlies door te laat zaaien is 0,46% per dag (Alblas, 2000). Geschat is dat overzaaien éénmaal per 15 jaar voorkomt.
((Verslemping van het oppervlak zal ontstaan als de vloeigrens (de vloeigrens ligt even boven het vochtgehalte =Water-getal= bij verzadiging van de bovenste centimeters van de bouwvoor) wordt overschreden. Dit kan zowel ontstaan door een hoog vochtgehalte als gevolg van een hoog grondwaterpeil als door neerslag. Harde neerslag zal vervloeiing van de bodemdeeltjes bevorderen.))

3.5 Ploegen, zaaibedbereiding en zaaien

Voor dit gewas een flinke ploegdiepte aanhouden: 28 à 30 cm plus zo mogelijk ondergronden tot 10 cm beneden ploegdiepte. Berijdingseis: zand 0,6 MPa op 25 cm diepte; periode van ploegen half februari tot zaaien.
Een vlakke ligging is belangrijk i.v.m. de zaaibedbereiding. Daarom vragen zware kleigronden een tijdige nabewerking. Dat wil zeggen dat de ruw liggende grond wordt voorbewerkt/verfijnd. Hoe zwaarder de grond, hoe vroeger de nabewerking; liefst nabewerken gecombineerd met het ploegen. Draagkrachteis voor ploegen: 0,6 MPa op 25 cm diepte. Periode: najaar tot 15 december. Overschrijding van deze datum heeft voor zavelgronden <20% lutum geen nadelig effect.
Voor het zaaibed te streven naar een vlak en homogeen dik zaaibed van ± 3 cm op vaste ondergrond. De berijdingseis is 0,7 MPa op 5 cm in zandgrond en 1,0 MPa in kleihoudende grond <40% lutum en 0,6 MPa in zware kleigrond. Vroeggeploegde, lichte zavelgronden en leemhoudende zandgronden die tevens opdrachtig zijn, kunnen voorafgaand aan de zaaibedbereiding een voorbewerking nodig hebben. Hieronder te verstaan een extensieve bewerking met een cultivator om droging van de toplaag te versnellen.
Benodigde tijd voor bewerken plus zaaien: 2 werkdagen (van Wijk ea, 1988). Periode 16 maart tot 10 mei.
Uitstellen van het moment van zaaien na de kritische zaaidatum van 28 maart kost per dag uitstel 0,46% wortelopbrengst (Alblas, 2000).
Voor overzaaien, zie hiervoor paragraaf Verslemping.

3.5.1 Kieming en opkomst

Bietenzaad heeft een warmtesom van ongeveer 100 graaddagen nodig om te kiemen. Minimum kiemtemperatuur is 4° C; het maximum van 40°C wordt in Nederland nimmer bereikt. Het optimale kiemtraject is van 20° tot 25°C bij een vochttoestand die ligt tussen pF 2,0 en pF 2,7 ofwel een drukhoogte van h= -100 cm en h= -500 cm. Voor de kieming en begingroei is een actuele luchtfractie van 0,15 in de bovenste 5 cm van de bouwvoor nodig (Perdok ea, 1974).

3.6 Bemesting

Toepassing van dierlijke, organische mest gebeurt op kleigrond in de nazomer voorafgaand aan het teeltjaar. Het moment van ploegen is het uiterste tijdstip van toediening. Draagkrachtvereiste 0,6 MPa op 5 cm diepte. Op zand en in toenemende mate op klei wordt dierlijke mest in het voorjaar aangewend. Op zand voorafgaand aan de hoofdgrondbewerking; eis 0,6 MPa op 5 cm diepte. In zavel- en kleigrond wordt na de hoofdgrondbewerking geïnjecteerd bij een draagkracht van minimaal 1 MPa op 5 cm diep. Indien geen dierlijke mest kan worden aangewend, dan zal kunstmest gebruikt moeten worden.

Aanwending van kunstmest in het voorjaar vóór zaaibedbereiding. Op zandgrond 0,7 MPa en op kleigronden 1,0 MPa op 5 cm diepte. Een eventueel tweede deel van de N-bemesting tussen 10 mei en 1 juni bij een gewasgrootte van 2-4 blaadjes. Vanwege het voor het suikergehalte negatieve effect van stikstof is een mestgift na 31 mei onverstandig.
Bij een constant hoog grondwaterpeil is een aangepaste N-bemesting nodig. Bij 40 cm waterstandsdiepte lijkt een extra gift van 80 N kg/ha en bij een peil van 60 cm lijkt 40 N kg/ha nodig. Na een hoog winterpeil plus een in het groeiseizoen dieper dan 100 cm wegzakkend peil zijn voornoemde extra giften te halveren.

3.7 Ziekten en plagen

Ter voorkoming van schade door de bietenkever, trips, bietenvlieg en vroege bladluizen is vrijwel alle bietenzaad behandeld. In het deel van Nederland dat zuidelijk ligt van Flevoland zal gedurende het groeiseizoen éénmaal een bestrijding van bladluizen moeten plaatshebben om vergelingsziekte te voorkomen. Periode: 1 juni tot 15 juli. Berijdingseis 0,6 MPa op 5 cm. Als een bestrijding van de vergelingsvirus overbrengende bladluizen niet mogelijk is zal dit resulteren in een schade van 20% opbrengst bij besmetting in de 1e week van juni tot 3% in 2e week van juli. Gemiddelde schade 10% éénmaal

per 10 jaar is 1% per jaar.
Bodemziekten worden hier buiten beschouwing gelaten. Deze zijn in het algemeen bekend zodat het teeltplan aangepast wordt.

3.8 Onkruidbestrijding

Voor toepassing van een bodemherbicide is tussen zaaien en opkomst een draagkracht nodig van 0,7 MPa op 5 cm diepte. Bij hoge grondwaterstanden zal een bodemherbicide goed werken.
Mechanische bestrijding van onkruid vindt vanaf opkomst plaats door middel van eggen en schoffelen. De grond moet droog zijn en een draagkracht hebben van 0,6 MPa op 5 cm diepte. Periode van opkomst tot de langste dag. Het niet kunnen bestrijden van onkruid kan zoveel opbrengst kosten, dat bietenteelt onverantwoord is.

3.9 Droogteschade

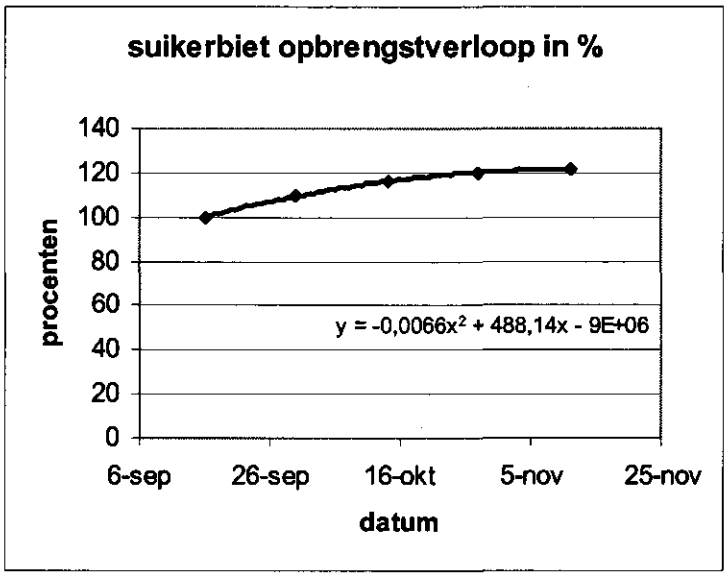
Bieten hebben niet zo vlug last van vochttekort omdat ze diep wortelen. Beregenen wordt weinig gedaan. Schade door droogte ontstaat als het bieteblad langer dan 24 uur onafgebroken slap hangt. Elke dag niet assimileren kost 1% opbrengst. Meer voorkomend is dat het bietenloof 's morgens weer fris is en in de loop van de dag slap gaat. De groeischade is dan 0,5% per dag vochttekort.

3.10 Wateroverlast

De schade door wateroverlast bestaat uit productieverlies als gevolg van verlies van de wortelfunctie. Dat houdt in dat er een aantal dagen is van afstervende wortels en een periode van herstel van de wortels. Deze is als volgt te schatten: Bij ongeveer 15 graden celsius: het aantal dagen dat de wortelzone verzadigd met water (dat is één tot vier dagen langer dan het water boven maaiveld staat) is plus 7 dagen voor herstel van de wortelactiviteit. In oktober (ongeveer 10 graden Celsius) te rekenen met 2 weken voor herstel van de wortelactiviteit.(van Swaaij, pers.med.)

3.11 Oogst

Bieten hebben het voordeel dat zij tot aan het tijdstip van oogsten water verdampen. Hierdoor is berijden van de bodem vrijwel altijd mogelijk. Bieten worden daardoor altijd geoogst.
De grootste belasting van de bodem gedurende een bietenteeltjaar vindt plaats bij de oogst. Op minder draagkrachtige grond is met de huidige oogstuitrusting van in één fase oogsten (koppen, rooien en laden) het beste resultaat te bereiken (Westerdijk en Zwanepol, 1994). Deze oogstmachines zijn uitgerust met banden die met 1 bar spanning een grote last van 7 á 8 ton kunnen dragen. Deze machines zijn in het voordeel omdat ze de geoogste bieten mee nemen in een bunker. Berijden van de bodem met een trekker plus kieper is niet nodig. Zaak is dat per perceel een (draagkrachtige) plaats aanwezig is waar de bunker kan worden geleegd in een ander transportmiddel.



Figuur 3. **Wortelproductie gedurende het najaar.**

Oogsten onder gunstige omstandigheden qua vochttoestand van de bodem geeft naast een goede berijdbaarheid minder tarra. Dit kan op zwaardere gronden tot 10% grondtarra verschillen ten opzichte van oogsten onder natte omstandigheden.
Vervroeging van de oogst kost productie ten opzichte van laat oogsten. De groei van de wortels is in de twee helft van september 2,5 ton/week, in de eerste helft oktober 1,5 ton/week, in de tweede helft van oktober 1 ton/week en in de eerste helft november 0,5 ton /week (figuur 3).

4. Uien

4.1 Bruto jaarlijkse opbrengst van de zaaiuien

In Zuidwestelijk kleigebied is de gemiddelde opbrengst 46,4 ton à fl 0,20/kg = fl 9280.- = € 4212.-
(KWIN 2000)

4.2 Algemeen

De ui is een tweejarige plant, maar de bol wordt al in het eerste jaar geoogst. Uien worden hoofdzakelijk in het voorjaar gezaaid. Vanwege de fijnheid van het zaad is een fijn zaaibed vereist. Uien tonen structuurproblemen in de bouwvoor vrij makkelijk. Het aantal planten en de verdeling daarvan in de rij zijn bepalend voor de opbrengst, in het bijzonder de sortering. Het gewas bedekt de bodem nimmer voor 100%, zodat verslemping en daardoor het wegvallen van planten een reëel teeltgevaar is.
De oogst valt in september in twee fasen: het rooien in zwad en later het oprapen.

4.3 Bodemstructuur en verslemping

Voor een goede productie vraagt het gewas een goede structuur van de bouwvoor. Het gewas heeft een ondiepe beworteling: 60% van de wortelmassa bevindt zich in de bovenste 18 cm van het profiel (de Visser en Zwanepol, 1993). In de gehele bouwvoor van 28-30 cm dik moeten zich minstens 20% met lucht gevulde porien bevinden.
Verslemping kan grote invloed hebben op de opkomst en begingroei. Slempgevoelige percelen behoeven dan ook veel aandacht betreffende het bewerkingstijdstip en fijnheid van het zaaibed. Lichte, dus ook slempgevoelige zavelgronden dienen hierom in het voorjaar te worden geploegd, zeker als de grondwaterstand binnen 70 cm -maaiveld zit (Boekel, 1973). Bij ploegen voor of voorin de winter kan verslemping binnen de bouwvoor productie kosten.
Verslemping van het oppervlak in de periode van kieming en opkomst kan veel planten, is opbrengst, kosten. De dikte, de hardheid en de duur van de korst zijn bepalend voor een goede of slechte opkomst van de uienplantjes.
((Verslemping van het oppervlak zal ontstaan als de vloeigrens (de vloeigrens ligt even boven het vochtgehalte =Water-getal= bij verzadiging van de bovenste centimeters van de bouwvoor) wordt overschreden. Dit kan zowel ontstaan door een hoog vochtgehalte als gevolg van een hoog grondwaterpeil als door neerslag. Harde neerslag zal vervloeiing van de bodemdeeltjes bevorderen.))

4.4 Ploegen, zaaiklaar maken en zaaien

Uien vragen een vlak, ondiep en fijn zaaibed. Dit houdt in dat knoeien bij de oogst van het voorafgaand gewas in de uien zichtbaar kan zijn. Omdat uien een open gewas is moet worden voorkomen dat opslag van een voorgaand gewas, zoals aardappelen en witlof, niet aanwezig is. Na het ploegen of spitten moet de grond vlak liggen. Eventueel is een nabewerking na het ploegen of een voorbewerking in de winter nodig. Verslemping van (binnen) de bouwvoor is niet gewenst.
Voor ploegen is een draagkracht vereist van 0,6 MPa op 25 cm diepte. Ploegen van zavel en klei tussen 01 oktober en 15december, zand en zeer lichte zavel van 15 februari tot 15 april.
Het voor zaaien klaarmaken, dat wil zeggen een 2-3 cm gelijkmatig diep losse laag maken, vraagt een

draagkracht van 0,7 MPa op 5 cm diep in zandgrond en 1,0 MPa in zavel en lichte klei.
Uien worden zo vroeg als mogelijk na de winter gezaaid. De kiemtemperatuur is 1,4 °C (Bierhuizen en Wagenvoort,1974). Draagkracht ten behoeve van het zaaien is 0,6 MPa op 5 cm in zandgrond en 0,9 MPa in zavel- en lichte kleigronden. De zaaiperiode ligt tussen 01 maart en 30 april.
Zaaibed maken plus zaaien vraagt 1 dag.
Uitstel van zaaien wordt geschat op 0,75% aan opbrengst-derving per dag vanaf 31 maart.

4.5 Bemesten

Betreffende de N-voorziening van uien bij hoge grondwaterpeilen zijn geen gegevens bekend. Het navolgende is afgeleid uit het onderzoek te Nieuw-Beerta en in Flevoland (Sieben 1964 en 1974).
De gevolgen van verhoging van grondwaterpeilen voor de stikstofvoorziening van de uien worden hier uitgesplitst naar constant hoog peil en hoog peil gedurende de winterperiode. De vermelde N-hoeveelheden gelden bij een overeenkomstig N-mineraal gehalte in de bodem in het voorjaar in vergelijking met een goed ontwaterde perceel.
>>Bij handhaving van een contant peil op 60 cm minus het maaiveld is voor een gelijke opbrengst zo'n 40 N kg/ha meer nodig dan bij een peil >110 cm. Bij 40 cm grondwaterniveau komt er 40 N kg/ha bij, dus totaal 80 N kg/ha meer dan bij grondwater dieper dan 110 cm..
>>In geval dat alleen in de winterperiode (tot 1 maart) een hoog peil aangehouden wordt en dit in het groeiseizoen dieper dan 100 cm kan wegzakken is voor uien 35 N kg/ha meer nodig. Is ook het peil in het voorjaar nog hoog, dan wordt dit 50 N kg/ha meer.

Bemesten vraagt 1 dag ruim vóór de dag van zaaien, liefst meer dan 2 weken, om te voorkomen dat een te hoge concentratie van zouten de kieming benadeelt. Voor natte gronden zal het bemesten opschuiven naar het moment van zaaibedbereiding en zaaien. Dan is deling van de stikstofbemesting aan te raden: de helft bij zaai en het andere deel tweede helft van mei. Berijdingseis vóór het zaaien is 0,7 MPa op 5 cm diepte in zandgrond en 1,0 MPa op 5 cm in zavel en lichte klei.; na zaaien 0,6 MPa op 5 cm .

Opmerking: De berijdingseis bij zaaien is lichter dan bij bemesten en zaaiklaarmaken. Dit omdat deze handelingen vóór het zaaien plaatshebben en sporen onder het gewas voorkomen moeten worden. Bij het zaaien worden bedden gemaakt waarop gezaaid wordt.

4.6 Onkruidbestrijding

De geringe bodembedekking door een uiengewas vereist een geslaagde onkruidbestrijding. In redelijk schone percelen die minimaal redelijk droog zijn kan mechanische bestrijding, eventueel gecombineerd met chemische behandeling in de rijen, plaats hebben.
Eggen gebeurt kort na zaaien tot 1 week vóór opkomst en vanaf eerste echte blad tot 15 cm lengte (= half mei - half juni). Schoffelen vanaf vlagblad tot strijken. (= 2 weken na opkomst tot 01 augustus). Draagkracht 0,6 MPa op 5 cm. De bovenste paar centimeters moeten droog zijn. Gerekend moet worden op 4 keer schoffelen.
Voor natte tot goed vochtige gronden is chemische bestrijding raadzaam. Hiervoor geldt een berijdingseis van 0,6 MPa op 5 cm gedurende het hele groeiseizoen.
Indien onkruidbestrijding niet mogelijk is dan geen oogst.

4.7 Ziekten en plagen

Gedurende het groeiseizoen is een aantal behandelingen nodig in de periode van opkomst tot 4 weken voor de oogst. Gemiddeld zal 6 à 8 keer en gewasbehandeling plaatshebben tegen bladvlekkenziekte en valse meeldauw. Worden deze bespuitingen niet uitgevoerd dan kunnen bladvlekkenziekte en valse meeldauw een oogstreductie van resprectievelijk 40 en 100% veroorzaken. Berijdingseis 0,6 MPa op 5 cm.

4.8 Wateroverlast

De schade van wateroverlast: Bij 12 gr. Celsius één dag onder water geeft 10% watervellen, bij 16 gr. 15% watervellen en bij een temperatuur van 20 gr. Celsius 15% watervellen plus 10% rot.
De handel accepteert partijen met 1 à 2% watervellen of rot niet.

4.9 Oogst

Als het de bedoeling is de uien langere tijd te bewaren (aflevering vanaf maart) dan is een bespuiting met een kiemremmend middel gewenst. Dit moet gebeuren als het loof gaat strijken tot 4 weken voor de oogst (periode 15 juli tot 31 augustus) en 0,5 MPa op 5 cm. Voorwaarde voor een goed effect van de behandeling is dat het een egaal gewas betreft qua stand en vrij van ziekten. Niet kunnen uitvoeren van de bespuiting beperkt de bewaar- en afzetmogelijkheden.
De oogstwerkzaamheden dienen te gebeuren als het gewas droog is. Dit geldt ook voor de grond om versmering (vervuiling) van de uien te voorkomen. Bij de twee-fasen oogst:
1e fase: Voor loofverwijdering en rooien 0,6 MPa op 5 cm diepte. In de periode 15 augustus tot 15 september is 1 dag nodig.
2e fase: Voor het oprapen en afvoeren geldt voor zand 0,5 MPa op 10 cm diepte en voor zavel en lichte klei 0,9 MPa op 10 cm. In de periode 15 augustus tot 30 september 1 dag.

5. Wintertarwe

5.1 Bruto jaarlijkse opbrengst

Kleigronden 8500 kg korrel en 4400 kg stro à 28 resp 11 ct/kg = fl 2380 + fl 484 = fl 2864 = €1300.
Zandgronden 7600 kg korrel en 4000 kg stro à 28 resp 11 ct/kg = fl 2128 + fl 440 = fl 2568 = € 1166
Een EU-toeslag kan, afhankelijk van bodemsoort, van toepassing zijn!! Voor 2001 zijn deze bedragen resp. € 415 en 272. Totaal Kleigronden € 1715 en zandgrond € 1438. (KWIN 2000).

5.2 Algemene eis

Wintertarwe is een gewas dat gezaaid wordt in het najaar, gedurende de winter te velde staat en zich in het voorjaar ontwikkelt. Natte plekken, in het bijzonder plassen, betekenen het einde van het gewas. Zo veroorzaakt ook verslemping van de bovenlaag wegval van tarweplanten. Voorkomen van uitval vereist een grondwaterstand waarbij nog waterberging mogelijk is, bijv. >40 cm - maaiveld. Hierbij is een bolle ligging van het perceel een pré. Holle percelen met hoge grondwaterstanden zijn ongeschikt voor wintergewassen. Het kan, in verband met verhoging van het peil in het najaar, nodig zijn het tijdstip van zaaien te vervroegen. Wintertarwe maakt bij de hervatting van de groei in het vroege voorjaar veel wortels. Tarwe wortelt diep, tot >100 cm waar mogelijk.

5.3 Gewasgroei

Bij zaaien in oktober ontwikkelt de tarwe zich tot een gewas met 2 à 3 bladeren (Zadoks 12-13) vóór de winter. Gedurende de winter en in het vroege voorjaar volgt de uitstoeling (vanaf Zadoks 21), de stengelstrekking (vanaf Zadoks 31), de aarverschijning (vanaf Zadoks 51), bloei (vanaf Zadoks 61), korrelvulling (vanaf Zadoks 71) en rijping.

5.4 Ploegen, zaaiklaar maken en zaaien

Het ploegen als jaarlijkse hoofdgrondbewerking vindt plaats van 15 september tot 15 december (90 dagen). Dit is tevens de periode van zaaien. Gebruik is dat het zaaien direct volgt op de hoofdgrondbewerking (ploegen of spitten). Indien het zaaien moet worden uitgesteld tot na Nieuwjaar, dan gaat de voorkeur naar zomertarwe.
Een in gebruik zijnd alternatief is dat na de oogst van de aardappelen, waarbij veel knollen op het land zijn achtergebleven, de grondbewerking wordt gedaan met de cultivator.
De benodigde draagkracht voor het ploegen is 0,6 MPa op 25 cm diepte. Ploegen vraagt 2,5 uur/ha.
Voor het zaaiklaar maken en voor het zaaien is een draagkracht van 0,5 Mpa op 5 cm -mv nodig. Zaaiklaar maken plus zaaien vraagt 2,0 uur/ha.
Zaaien van de tarwe per 15 oktober geeft een 10% hogere opbrengst dan per 15 december gezaaide tarwe (Darwinkel en Zwanepol, 1997). Per dag is dat een opbrengstreductie van 10%/60 dagen = 0,167% per dag
Vervroegen van het zaaien naar september heeft veelal tot gevolg een zich uitbundig ontwikkelend gewas vóór de winter. Vaak is het dan noodzakelijk een extra chemische onkruidbestrijding (met groeistof) uit te voeren. Een bespuiting tegen meeldauw kan nodig zijn. En één tegen bladluizen is nodig om gerstvergelingsvirus te voorkomen. De kosten zijn resp. € 11,35, € 36,31 en € 13,62. Verder is de kans groot dat in het voorjaar een bespuiting tegen voetziekte (Cercocporella) nodig is. Deze is te combineren met de eerste behandeling met de groeiregulator. Geschat eenmaal per drie jaar voetziektebehandeling a.g.v.

verhoogd peil = 0,33 * € 45 = € 15 per jaar.

5.5 Opkomst

De minimum temperatuur voor kieming is 4°C. Het optimum ligt bij 20 - 25°C en de maximum kiemtemperatuur is 31°C. In de kiemperiode is alleen de minimum temperatuur van belang (Darwinkel en Zwaneveld, 1997).

5.6 Bemesting

Verhoging van het grondwaterpeil van >110 cm naar 60 cm - maaiveld vraagt een extra N-hoeveelheid van 60 à 100 N kg/ha bij een overeenkomstige voorraad minerale N in het profiel. Omdat de N-opname bij gelijke opbrengst bij hoog en bij laag peil overeenkomstig is, is de extra N-gift als verloren (door denitrificatie en uitspoeling) te beschouwen. Zie hoofdstuk "Schatting van de N-verliezen" - tabel 1 -.
Wintertarwe wordt in het algemeen in drie keer van stikstof voorzien. De tarwe wordt in het vroege voorjaar bemest met een N- of een N+P-meststof of een N+P+K-meststof afgestemd op de voorraad minerale N. Deze periode loopt van 01 februari tot 15 maart; de tweede N-gift volgt in gewasstadium een à twee knopen (Zadoks 31-32 : 20 april tot 05 mei) en de derde gift in het vlagbladstadium (Zadoks 39-40 : 25 mei tot 05 juni).
Indien de tarwe geteeld wordt op percelen waar het gehele groeiseizoen een ondiepe grondwaterstand (<60 cm) gehandhaafd wordt, is te overwegen bij de eerste N-bemesting de gift met 20 à 30 N kg/ha te verlagen en deze mee te geven bij de derde gift.
Benodigde tijd voor bemesten: het toedienen van kunstmest is vrijwel onafhankelijk van giftgrootte en vraagt 0,3 uur/ha per keer bemesten (1 dag per keer). Dierlijke mest via injectie in vroege voorjaar vraagt 1,5 uur/ha (> deze toedieningstechniek is officieel niet toegestaan, wordt voorlopig gedoogd. Onderzoek volgt in 2002 <). Injectie van mest vraagt een draagkracht gelijk aan voorjaarsgrondbewerking = zaaiklaar maken.
Voor het strooien van de meststof is een draagkracht van 0,6 Mpa op 5 cm - mv nodig. De eerste N-gift wordt altijd gegeven. Het niet tijdig kunnen uitbrengen van de eerste N-bemesting heeft tot gevolg dat onvoldoende aren gevormd gaan worden. Dit kan als gevolg van te dunne stand leiden tot een opbrengstreductie: één procent per dag overschrijding van 15 meert tot maximaal 20%. Uitstellen van de tweede en derde gift hebben een reductie van 5% tot gevolg en afstellen resp.10 en 5%.

5.7 Groeiregulator

Bij het streven naar hoge korrelopbrengsten is een behandeling met een regulator ter versteviging van het gewas nodig. De behandeling kost € 6,60 en wordt uitgevoerd bij ontwikkeling Zadoks 30/31: 10 april tot 20 april.
Bij zaaien in september is na 10 à 14 dagen een tweede bespuiting met een ander middel regulator nodig: kosten € 13,60. Uitstellen tot na het optimale tijdstip geeft een minder sterk gewas, waardoor de kans op legering toeneemt met mogelijk als gevolg een opbrengstreductie, die kan uiteenlopen van 2-15%. Te rekenen met 5%..
Draagkrachteis 0,6 Mpa op 5 cm.

5.8 Zaaien groenbemester

In het voorjaar tot gewasstadium 2e knoop kan een groenbemester worden ingezaaid. Hiervoor is een draagkracht van MPa 0,5 op 5 cm diepte nodig. De zaaiperiode is 30 dagen, van 20 maart tot 20 april. De opbrengst van een goede grasgroenbemester is 2500 kg droge stof bij maaien of € 15.- voor stikstofnawerking tegen toegerekende kosten van € 90,80. (KWIN, 2000)

Deze vroeg startende groenbemester kan in het najaar ongeveer 100 N kg/ha opnemen. Dit geldt ook voor een groenbemester die vóór 20 augustus gezaaid wordt. Bij later zaaien wordt minder N vastgelegd.

5.9 Onkruidbestrijding

Tarwe lijdt slechts schade als er een zeer zware onkruidbezetting is, vooral als dit de grasachtigen, zoals duist en windhalm, en kleefkruid betreft. Een chemische bestrijding na het zaaien tot kort na opkomst, kosten € 45,40 voor een bodemherbicide, is dan nodig. Op percelen waar relatief vaak graan wordt geteeld zal een duistbezetting alsnog sterk toenemen, waardoor de graanopbrengst daar onder zal lijden. Deze schade kan oplopen tot 20% opbrengst en kan zelfs een jaar echt braken (eenmaal per 10 jaren) rechtvaardigen.
Als relatief laat in het najaar is gezaaid (na half november) kan de bodemherbicide ad € 45,40 in het vroege voorjaar worden toegepast; inzaai van een groenbemester is dan niet mogelijk. Dit kan wel bij gebruik van contactherbiciden of groeistoffen. Eén bespuiting tegen ontsnapte (wortel)onkruiden met groeistof is gebruik. Draagkrachtvereiste is 0,6 MPa op 5 cm - mv.
Opmerking: Te bedenken is dat biologische teelt moeilijker is omdat onkruid alleen mechanisch bestreden wordt!!! Daarom op biologische bedrijven alleen zomertarwe.

5.10 Ziektebestrijding

Kiemschimmels worden bestreden middels een behandeling van het zaaizaad en is standaard.
Voet-, blad en aarziekten komen bij zaaien vanaf 15 oktober niet in het najaar voor. Slechts bij zaaien vòòr 01 oktober is er kans op. Eén of meer ziekten kunnen zich wel in voorjaar en zomer voordoen. Bij normale en vroege zaaitijd is in het voorjaar één behandeling tegen bladziekte en één tegen aarziekten voldoende. Zaaien in september vraagt extra aandacht: door de vroege ontwikkeling is de kans op voetziekte (Cercosporella) 50% op meer dan 15% aangetaste stengels en vraagt dan een behandeling. Deze is dan te combineren met de eerste bespuiting met de groeiregulator.
Voor het berijden met de spuitmachine is een draagkracht van 0,6 MPa op 5 cm - mv nodig. Kosten van een behandeling zijn: tegen voetziekte € 36,30, bladziekte € 40,- en aarziekte € 68,--. Excl. spuitkosten. Draagkrachtvereiste 0,6 MPa op 5 cm - maaiveld.
Indien een ziekte niet kan worden bestreden moet worden gerekend met een opbrengstreductie van 15%.

5.11 Insectenbestrijding

Vrijwel zeker is dat in juni een bestrijding van bladluizen ad € 13,60 nodig is. Uitstel van de behandeling kan een opbrengstreductie leveren van 5%. Zeer incidenteel kan een bespuiting tegen larven van de tarwestengelgalmug noodzakelijk zijn.
Bij inzaain in september is in het najaar een bespuiting tegen bladluizen nodig om besmetting met het gerstvergelingsvirus te voorkomen. Zo'n besmetting kost 5 tot 30% opbrengst; te rekenen met 15% reductie bij weglaten van de bespuiting. Draagkrachtvereiste 0,6 MPa op 5 cm - maaiveld.

5.12 Verslemping van de grond

Gedurende de winter optredende verslemping van de bovengrond heeft via een verminderd luchtgehalte in de bodem een nadelig effect op de gewasproductie. Naarmate de kleihoudende grond lichter is zal de schade van een hoge grondwaterstand groter zijn. Uit Boekel (1973) is af te leiden dat 16% luchtgevulde poriën moet worden aangehouden als kritiek luchtgehalte waaronder schade optreedt. Bij 10% lucht is de opbrengstderving 16% en bij 6% lucht 40% opbrengstverlies.

5.13 Oogst

Voor het oogsten van de tarwe is een draagkracht vereist van 0,6 MPa op 10 cm beneden het maaiveld. De oogst vindt plaats in de periode van 01 augustus tot 01 september. Om de oogst binnen te halen zijn 5 dagen nodig. Schade door uitstel van de oogst bestaat uit achteruitgang van de strokwaliteit en van de bakkwaliteit van de korrels ten gevolge van schot. De stroprijs kan nul worden; de korrelprijs reduceert met 5%.
Wintertarwe wordt altijd geoogst.

6. Zomergranen: haver, zomergerst en zomertarwe

6.1 Bruto jaarlijkse opbrengst van de zomergranen

De fysieke en financiële opbrengst van de zomergranen is volgens KWIN 2000 de volgende:

Gewas:	*haver*		*zomergerst*		*zomertarwe*	
Grondsoort:	*zand*	*klei*	*zand*	*klei*	*zand*	*klei*
Korrel kg/ha	5400	–	5700	6500	6400	7800
Stro kg/ha	3600	–	3000	3500	3600	4200
Totaal in €*	1082	–	1259	1537	1258	1560

*zand incl EU-toeslag 2000: zand € 272 en klei € 415.

6.2 Algemene eis

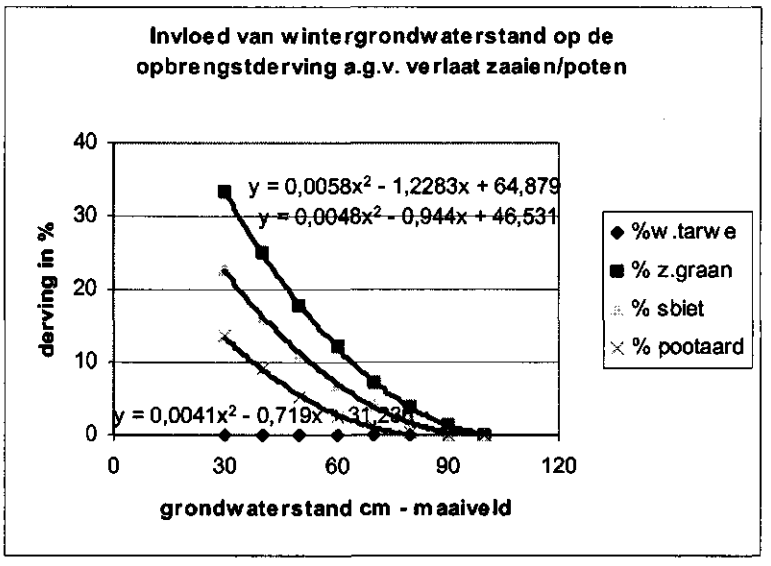
Zomergranen worden zo vroeg mogelijk in het voorjaar gezaaid. De oogst valt in augustus. Zomergranen worden veelal geteeld daar waar wintergraan niet tijdig gezaaid kan worden of de bodem te nat is gedurende de winter.
De granen wortelen diep, tot >100 cm waar mogelijk.
De beste zaaitijd ligt rond 1 maart. Alblas (2000) vermeldt voor zomertarwe, zomergerst en haver respectievelijk 25 februari, 2 maart en 5 maart als kritische zaaidata. Na deze data gelden dervingsfactoren (opbrengstreducties) van 0,59, 0,59 en 0,88% per dag later zaaien. De uiterste zaaidatum ligt eind april.

6.3 Gewasgroei

Na opkomst van de plantjes volgt al snel uitstoeling (vanaf Zadoks 21), de stengelstrekking (vanaf Zadoks 31), de aarverschijning (Zadoks 51 en verder), bloei, korrelvulling en rijping.

6.4 Ondiepe ontwatering in de winter

In de IJsselmeerpolders is kort na de ontginning onderzoek gedaan naar de ontwatering. Uit een aantal proefvelden waar zeer intensief grondwaterstanden zijn gemeten concludeert Sieben (1964) dat ondiepe grondwaterpeilen in de winter en het voorjaar negatief zijn voor de opbrengst van granen. Dit zowel voor wintertarwe als voor zomergranen. De ontwateringstoestand wordt door deze auteur gekarakteriseerd met de SO_{30}-waarde. Dit staat voor de som van de per dag in cm gemeten grondwaterstandsoverschrijding van het niveau van 30 cm beneden het maaiveld. In de rapportage wordt met SOW_{30} geduid op de waarde voor de winterperiode lopend van 1 november tot 1 maart.
Bij de teelt van zomergranen geeft een SOW_{30}-waarde tot 200 geen afwijking in de gewasproductie, bij een waarde van 500 vond Sieben (1964) een derving van 2% en bij 1300 een reductie van 10% opbrengst. (Voor in de winter te velde staande gewassen liggen de SOW_{30}-waarden resp. op 100, 300 en 1100.) De hoge grondwaterpeilen in de winter hebben dus een indirect effect op de gewasgroei in de zomerperiode, o.a. via de stikstofhuishouding (Sieben, 1974).



Figuur 1. **Invloed van de wintergrondwaterstand op de opbrengstderving van zomergranen.**

Boekel (1973) geeft het effect van de grondwaterstand op de gewasproductie (figuur 1). De figuur is berekend uit tabel VII in bedoeld rapport.

6.5 Ploegen, zaaiklaar maken en zaaien

Het ploegen als jaarlijkse hoofdgrondbewerking op kleigronden vindt plaats in het voorafgaande najaar van 01 oktober tot 15december (75 dagen). Het zaaien volgt in het vroege voorjaar. Gebruik is dat het zaaien in zandgronden direct volgt op de hoofdgrondbewerking (ploegen of spitten). De benodigde draagkracht voor het ploegen is 0,6 MPa op 25 cm diepte. Ploegen vraagt 2,5 uur/ha.
Voor het zaaiklaar maken en voor het zaaien is op zandgrond een draagkracht van 0,6 MPa op 5 cm -mv nodig, kleihoudende grond 0,9 MPa en op zware klei 0,5 MPa op 5 cm diepte. Zaaiklaar maken plus zaaien vraagt 2,0 uur/ha.

De zaaiperiode voor *zomertarwe* sluit aan bij die van wintertarwe. De 'wissel-datum" ligt ergens bij medio januari. De kritische zaaidatum is 25 februari. Eén dag later zaaien geeft een reductie van 0,59%. Als uiterste datum voor een redelijke opbrengst is half april aan te houden.
Voor de *zomergerst* ligt de zaaiperiode tussen 1 februari en 10 mei. De kritische zaaidatum is 2 maart, hierna neemt de opbrengst af met 0,59% per dag later zaaien.
Haver heeft als kritische zaaidatum 5 maart. De opbrengst loopt bij later zaaien sneller terug (dervingsfactor 0,88% per dag) dan bij zomergerst. 30 April is uiterst zaaitijdstip.
Van deze drie zomergranen is zomergerst het gewas dat het minst lijdt van laat zaaien. Voor deze gewassen geldt dat naarmate later gezaaid wordt aanpassing van de zaaizaadhoeveelheid raadzaam is om toch voldoende aren/m^2 te verkrijgen. Algemeen is dat laat gezaaide gewassen wat zwakker zijn voor ziekten en vochttekort. Indien meer dan 10 dagen later gezaaid kan worden dan de kritische zaaidatum is te rekenen met extra kosten voor meer zaaizaad plus ziektebestrijding van € 1,00 per dag. Dus bij zaaien op de 25e dag na de kritische datum: (25 - 10) *€ 1,00 = € 15,00.

6.6 Opkomst

De minimum temperatuur voor kieming van zomertarwe is 4°C, zomergerst 2°C en haver 3°C. De optima liggen rond de 25°C. In de kiemperiode is alleen de minimum temperatuur van belang

6.7 Onkruid- en ziektebestrijding

Voor berijding is een draagkracht nodig van 0,6 MPa op 5 cm diepte. Voor uitvoering van een mechanische onkruidbestrijding (eggen) is een droge grond nodig. De bewerking dient 2 à 3 keer te worden uitgevoerd in de periode dat het gewas nog voldoende open is. Als alternatief kan een chemische bestrijding plaats hebben. Niet onkruid kunnen bestrijden lijdt tot 5% opbrengstverlies.
Voor bestrijding van ziekten is een draakkracht nodig van 0,6 MPa op 5 cm diepte. Te rekenen op minimaal één behandeling tussen opkomst en 10 juli. Niet kunnen spuiten (=bestrijden) geeft een opbrengstverlies van 15%; bij gerst valt de brouwgerst-kwaliteit weg wat een prijsreductie betekent van 20%.

6.8 Bemesting

De gevolgen van verhoging van grondwaterpeilen voor de stikstofvoorziening van de zomergranen worden hier uitgesplitst naar constant hoog peil en hoog peil gedurende de winterperiode. De vermelde N-hoeveelheden gelden bij een overeenkomstig N-mineraal gehalte in de bodem in het voorjaar in vergelijking met een goed ontwaterde perceel.
>>Bij handhaving van een contant peil op 60 cm minus het maaiveld is zo'n 40 N kg/ha meer nodig dan bij een peil >110 cm. Bij 40 cm grondwaterniveau komt er 40 N kg/ha bij, dus totaal 80 N kg/ha meer.
>>In geval dat alleen in de winterperiode (tot 1 maart) een hoog peil aangehouden wordt en dit in het groeiseizoen dieper dan 100 cm kan wegzakken is voor zomergranen 35 N kg/ha meer nodig. Is ook het peil in het voorjaar nog hoog, dan wordt dit 50 N kg/ha meer.
Zomertarwe wordt in het algemeen in twee keer van stikstof voorzien. De tarwe wordt in het vroege voorjaar bemest met een N- of een N+P-meststof of een N+P+K-meststof afgestemd op de voorraad minerale N. Deze periode loopt van 16/02 tot 31/03; de tweede N-gift volgt in gewasstadium een-drie knopen (Zadoks 31-33 : 30/04-20/05).
Indien de tarwe geteeld wordt op percelen waar het gehele groeiseizoen een ondiepe grondwaterstand (<60 cm) gehandhaafd wordt, is te overwegen bij de eerste N-bemesting de gift met 20 à 30 N kg/ha te verlagen en deze te geven als derde gift (Zadoks 39-43: 05/06-20/06).
Zomergerst: Voor dit gewas is een eenmalige bemesting gewenst als brouwgerst geteeld wordt. Bij constant hoog peil is een deling in twee keer aan te raden om N-verlies te beperken: de verlaging van de eerste gift (30 à 40 N kg/ha) toevoegen als tweede bij in aar komen.
Haver: De N-voorziening gebeurt in twee delen. Om een te zwaar gewas te voorkomen is de extra N-hoeveelheid ten gevolge van hoog peil te verdelen over beide giften.

Benodigde tijd voor bemesten: het toedienen van kunstmest is vrijwel onafhankelijk van giftgrootte en vraagt 0,3 uur/ha per keer bemesten (1 dag per keer). Dierlijke mest via injectie in vroege voorjaar vraagt 1,5 uur/ha (- deze toedieningstechniek is officieel niet toegestaan, wordt gedoogd.-). Injectie van mest vraagt een draagkracht gelijk aan voorjaarsgrondbewerking = zaaiklaar maken. Bij aanwending van dierlijke mest voor zaaien wordt vervalt de eerste kunstmestgift.
Voor het strooien van de meststof is een draagkracht van 0,6 Mpa op 5 cm - mv nodig. De eerste N-gift wordt altijd gegeven als er gezaaid kan worden. Uitstellen van de tweede en derde gift hebben een reductie van 5% tot gevolg en afstellen resp.10 en 5%.

6.9 Groeiregulator

Bij het streven naar hoge korrelopbrengsten is een behandeling met een regulator ter versteviging van het gewas nodig. Dit is mogelijk bij zomertarwe en haver. De behandeling kost (middel) € 5,00 en wordt uitgevoerd bij ontwikkeling Zadoks 30/31: 20/04-10/05.
Uitstellen tot na het optimale toepassingstijdstip geeft een minder sterk gewas, waardoor de kans op legering toeneemt met mogelijk als gevolg een opbrengstreductie, die kan uiteenlopen van 2-15%. Te rekenen met 5%..
Draagkrachteis 0,6 Mpa op 5 cm.

6.10 Zaaien groenbemester

In het voorjaar tot gewasstadium 2e knoop kan een groenmester worden ingezaaid. Hiervoor is een draagkracht van MPa 0,6 op 5 cm diepte nodig. De zaaiperiode is 40 dagen, van 31/03-10/05.
De opbrengst van een goede grasgroenbemester is 2500 kg droge stof bij maaien of fl 30 voor N-nawerking tegen toegerekende kosten van € 91,- . Deze vroeg startende groenbemester kan in het najaar ongeveer 100 N kg/ha opnemen. Dit geldt ook voor een groenbemester die vóór 20 augustus gezaaid wordt. Bij later zaaien wordt minder N vastgelegd. Voor de grondbewerking en het zaaien van een groenbemester na de oogst van de granen is een draagkracht nodig van 0,6 MPa op 5 cm diepte.

6.11 Afsterven gewas door luchtgebrek

Voor zomergranen aansluiten bij Huinink (pers.med.) betreffende afsterven gewas door luchtgebrek. (Zie van Bakel en van Bolt, bijlage 5 bij OGR De Leijen)

6.12 Uitstellen van de oogst

Voor het oogsten van de granen is een draagkracht vereist van 0,6 MPa op 15 cm - mv. De oogst vindt plaats in de periode van 25/07* tot 10/09*. Om de oogst binnen te halen zijn 10 werkdagen nodig.
Schade door uitstel van de oogst bestaat uit achteruitgang van de kwaliteit van het stro en van de kwaliteit van de korrel ten gevolge van schot. De stroprijs kan tot nul dalen; de prijs voor korrels met 5%.
(* *Opmerking: Vroege zomergerst kan rond 1 augustus. oogstrijp zijn, haver en laatrijpende zomertarwe eind augustus.*)

7. Invloed van de grondwaterstand op gewasopbrengst, stikstofvoorziening en bodemstructuur

Bij het beschrijven van de teelt van gewassen en de te verwachten effecten van hogere grondwaterstanden op de diverse teeltaspecten cq handelingen voor de teelt, ontstond de behoefte aan meer kennis van de toename van de stikstofbehoefte van gewassen die bij hoge peilen geteeld worden. Hiertoe is een soort quick-scan uitgevoerd. Beschikbaar was een zeer beperkt aantal rapportages, één over grondwaterstanden in zware kleigrond in Groningen en één betreft een zeer jonge kleigrond in Flevoland. Hiernaast zijn twee oogstjaren vermeld van een in uitvoering zijnd onderzoek in het Zuidoostelijk zandgebied.

7.1 Zware klei (Nieuw-Beerta)

De navolgende schattingen van N-verliezen zijn afkomstig uit de jaarverslagen van de toenmalige proefboerderij te Nieuw Beerta, gerapporteerd door medewerkers van het toenmalige ICW (nu Alterra). Het betreft proef 657 op perceel 7: een zware kleigrond (ongeveer 65% <16mu) met een reeks grondwaterstanden in de zomerperiode van 40, 60, 90, 120 en 150 cm beneden het maaiveld. In de winter werd, met uitzondering van het 150 cm-object, een grondwaterstand gehandhaafd van 40 cm beneden het maaiveld.
In de vakken 40, 90 en 150 cm zijn een drietal N-giften toegepast. Uit deze onvolkomen N-vergelijkingen zijn de navolgende N-hoeveelheden afgeleid die nodig waren om een vergelijkbaar opbrengstniveau te halen.

Suikerbieten:
1956 en 1957: 95% Wortelopbrengst werd behaald bij

grondwaterstand cm-mv	*40*	*90*	*150*
met ...kg N/ha	200	110	150

Bij de grondwaterstand van 150 cm beneden het maaiveld is veel meer loof geproduceerd dan bij de andere grondwaterstanden, wat ten koste is gegaan van de wortelopbrengst. Een grondwaterstand van ongeveer 110 cm lijkt hier optimaal te zijn geweest.

Granen:
1959 zomergerst: 115% korrelopbrengst werd behaald bij

grondwaterstand cm-mv	*40*	*90*	*150*
met ...kg N/ha	130	60	50

1962 wintertarwe: 5700 kg/ha korrel werd behaald bij

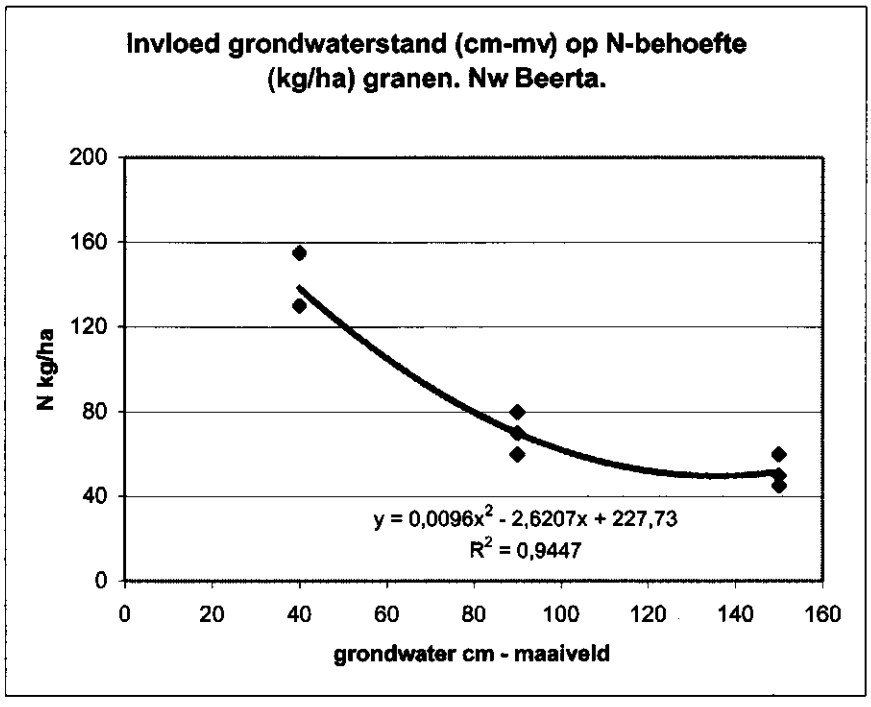
grondwaterstand cm-mv	*40*	*90*	*150*
met ...kg N/ha	130	70	45

1965 haver: 5000 kg/ha korrel werd behaald bij

grondwaterstand cm-mv	*40*	*90*	*150*
met ...kg N/ha	155	80	60

Gemiddeld voor de granen:

grondwaterstand cm-mv	*40*	*90*	*150*
met ...kg N/ha	140	70	50



Figuur 1. **Invloed van het grondwaterpeil op de N-behoefte van granen.Nieuw-Beerta 1959-1965.**

Uit de berekening van de curve (zie figuur 1) blijkt de benodigde hoeveelheid stikstof groter te zijn naarmate de grondwaterstand tijdens het groeiseizoen dichter bij het maaiveld is. Zo is bij een peil van 90 cm beneden het maaiveld 15 N kg/ha meer nodig dan bij een grondwaterstand van 115 cm. Bij een verhoging van 65 naar 40 cm is 41 N kg/ha meer nodig om een goede korrelopbrengst te verkrijgen. Zie tabel 1. Er is geen verschil tussen wintertarwe en de zomergranen. Gegevens over N-gehalte in oogstproducten zijn niet bekend.

Tabel 1. **Toename in N-behoefte van granen als gevolg van grondwaterstandverhoging. Nieuw-Beerta 1956-1965.**

Grondwaterstandsverschil in cm beneden maaiveld	*verschil N kg/ha*	*N kg/ha per 10 cm grondwaterstandsverschil*
van 115 naar 90	15	6
van 90 naar 65	25	10
van 65 naar 40	41	16
van 115 naar 65	40	8
van 90 naar 40	66	13
van 115 naar 40	81	11,5

7.2 Kleigrond (Flevoland)

In een perceel kleigrond (bouwvoor ongeveer 25% <2 mu met een lichtere ondergrond) is in de jaren na de drooglegging gedurende vier jaren (1960-1963) onderzoek gedaan naar de invloed van tot in de bouwvoor reikende hoge grondwaterstanden in de winter (tot eind februari - object W) en het voorjaar (tot half april - object W+V) op de gewasgroei en -productie en N-voorziening (Sieben, 1974). Vergeleken is met een perceelsdeel waar de wintergrondwaterstand niet binnen 30 cm - maaiveld is geweest (D). In alle gevallen zakte het grondwaterpeil in het voorjaar, resp. de voorzomer dieper weg dan 120 cm. De proefgewassen waren wintertarwe, haver en zomergerst.

Wintertarwe (1961):
Daar waar zich de natste situatie gedurende de winter en het voorjaar (W+V) voordeed was 110 N kg/ha nodig om een opbrengst te behalen gelijk aan 0 N kg/ha bij de goede ontwatering (D). In de natste situatie (W+V) werd met de hoogste N-gift van 150 kg/ha het opbrengstniveau van ruim 13 ton droge stof per ha, dat bij 80 N kg/ha van object D werd verkregen, niet behaald. Bij een wat minder slechte ontwateringstoestand (W+V) bleek 150 N kg/ha een opbrengst te geven die gelijk was aan die bij 50 N kg/ha bij de goede ontwatering.

Haver (1962):
Haver behaalde bij slechte ontwatering (W+V) een korrelopbrengst gelijk aan die op de goede ontwatering. Hiervoor was echter 60 N kg/ha extra nodig. Na een natte winter (W) had de haver 40 N kg/ha nodig om die opbrengst te behalen.

Zomergerst (1963):
Voor de opbrengst van zomergerst was in de ongunstigste ontwateringstoestand (W+V) 40 N kg/ha extra nodig en na de natte situatie gedurende de winter (W) 30 N kg/ha ten opzichte van de goede toestand.

Wintertarwe vraagt ongeveer 100 N kg/ha en de zomergranen verlangen ongeveer 50 N kg/ha extra bemesting na een natte winter- èn voorjaarssituatie (W+V). Na een natte winter (W) is 35 N kg/ha meer nodig dan bij goede ontwatering. Het grote verschil wordt door Sieben (1974) toegeschreven aan de vroegheid van het gewas en factoren als bodemstructuur èn vooral stikstofhuishouding. De auteur veronderstelt dat latere gewassen als bieten en aardappelen minder extra N-bemesting vragen bij een slechte ontwateringssituatie tijdens het winterhalfjaar.

7.3 Zandgrond (Vredepeel)

In de winter van 1999-2000 zijn een tweetal percelen opgesplitst in elk twee delen. Deze delen hebben gedurende het groeiseizoen verschillende slootpeilen. Via infiltratie via de drainbuizen worden de hoge grondwaterpeilen gehandhaafd. In de winterperiode hebben de beide delen van een perceel een gelijk slootpeil.

Veulen 2000: aardappelen.

Grondwaterstand cm - mv	*65*			*>110*		
N-bemesting kg/ha	0	140	240	0	140	240
Verse massa knollen ton/ha	40	64	74	53	72	72
Droge stof knollen ton/ha	7,9	12,1	14,2	11,3	13,7	13,1
Afvoer knollen N kg/ha	58	130	159	95	165	186

Dit jaar was de neerslagverdeling gunstig. Beregenen is niet nodig geweest. Bij een grondwaterstand van >110 cm werd een opbrengst van 72 ton knollen behaald met 140 N kg/ha en bij de grondwaterstand van 65 cm was hiervoor 210 N kg/ha nodig. Peilverhoging met 50 cm vroeg een hogere stikstofbemesting van 70 N kg/ha. De stikstofafvoer was bij het diepe peil ongeveer 30 N kg/ha hoger dan bij de hoge grondwaterstand.

Veulen 2001: conservenerwten.

Grondwaterstand cm - mv	*65*			*>110*		
N-bemesting kg/ha	0	15	30	0	15	30
Verse massa ton/ha	45,4	46,9	45,1	49,6	50,9	49,6
Droge stof ton/ha	6,1	6,5	6,1	7,0	7,2	6,7

Bij dit groengeoogste vlinderbloemige gewas werd geen N-effect vastgesteld. Wel werd bij het hoge peil 8% minder verse massa en 10% minder drogestof geoogst. Het gewas op de diepe grondwaterstand is éénmaal beregend.

Vredepeel 2001: suikerbieten.

Grondwaterstand cm - mv	*75*			*>110*		
N-bemesting kg/ha	0	105	155	0	105	155
Verse massa wortel ton/ha	43,6	51,7	58,5	32,7	52,6	53,1
Suiker ton/ha	7,2	9,0	10,4	5,7	8,9	8,7
Droge stof wortel ton/ha	10,7	11,9	13,6	7,6	12,5	12,4
Afvoer wortel N kg/ha	42	53	76	31	71	60

Bij het hoge grondwaterpeil is de stikstofreactie kleiner dan bij het diepe peil. De optimale N-gift bij diep peil ligt bij ongeveer105 N kg/ha, terwijl bij het hoge peil meer N rendabel is gemaakt. Er is, ondanks verschijnselen van droogtestres bij het diepe peil, geen beregening uitgevoerd.

7.4 Invloed van ontwatering op bodemstructuur en stikstof in de bodem (Flevoland)

In de rapportages over het proefveld te Nieuw-Beerta wordt genoemd dat de structuur van de bouwvoor minder is als het grondwaterpeil hoger is. Tevens gaan zich op termijn onkruidproblemen voordoen. Vochtminnende - en/of wortelonkruiden nemen toe.
In het onderzoek in Flevoland (Sieben, 1974) is meer aandacht besteed aan de gevolgen van hoog peil voor de structuur. De ontwateringstoestand wordt door deze auteur gekarakteriseerd met de SO_{30}-waarde. Dit staat voor de som van de per dag in cm gemeten grondwaterstandoverschrijding van het niveau van 30 cm beneden het maaiveld. In de rapportage wordt met SOW_{30} geduid op de waarde voor de winterperiode lopend van 1 november tot 1 maart en met de SOV_{30} wordt de periode 1 maart tot 15 april bedoeld. Vaak wordt gesproken over de periode W+V (1november-15april).

7.4.1 Bodemstructuur

In de vier voorjaren gedurende de proef werd steeds in het object W+V een hogere dichtheid gemeten dan bij het normale grondwaterpeil. Het verschil was gemiddeld 0,10 op een niveau van 1,03 kg/liter. Naarmate de SO_{30}-waarde voor de winter + voorjaar hoger was, was het volumegewicht ofwel de dichtheid ook hoger (zie tabel 1). Bedacht moet worden dat dit onderzoek zich afspeelde kort na de drooglegging van de polder. De dichtheid was nog laag en nam in de vier jaren van het onderzoek met 0,14 kg/liter toe.
Het actuele luchtgehalte in de bouwvoor is na de nattere situaties te laag voor een goede gewasgroei. Als een luchtfractie van 0,15 wordt aangehouden als minimum voor gewasgroei dan is een opbrengstderving na SO_{30} = 1000 een zekerheid, en bij SO_{30} = 600 is ook productieverlies te verwachten.

Tabel 1. **De dichtheid (kg/liter stoofdroge grond) en luchtfractie van de bouwvoor in voorjaar (V) en voorzomer (Z) bij een drietal ontwateringstoestanden. Flevoland 1962 en 1963.**

	dichtheid kg/l		*luchtfractie*			
SOW_{30} + SOV_{30}	*1962*	*1963*	*1962*		*1963*	
	Z	*Z*	*V*	*Z*	*V*	*Z*
200	1,10	1,10	0,18	0,25	0,19	0,21
600	1,16	1,19	0.13	0.21	0.12	0.16
1000	1.18	1.23	0.12	0.18	0,08	0.12

7.4.2 N-mineraal

De invloed van de ontwateringstoestand op de stikstofhuishouding is niet mis. In tabel 2 zijn de hoeveelheden gemineraliseerde nitraatstikstof in de laag van 0 tot 60 cm diepte vermeld die zijn vastgesteld in onbegroeide en onbemeste veldjes. De invloed van de winterpeilen strekt zich uit tot het gehele groeiseizoen. Het mineralisatieproces start na een hoog peil later en verloopt aanvankelijk trager dan bij gewoon peil. Dit heeft tot gevolg dat zelfs bij een stikstofbemesting van ruim 100 N kg/ha nog effecten van de peilen zichtbaar zijn. Na hoge grondwaterstanden in de winter en voorjaar zijn aanpassingen in de stikstofbemesting nodig om overeenkomstige opbrengsten te behalen als bij de goede ontwateringstoestand.

Tabel 2. **De hoeveelheid gemineraliseerde nitraatstikstof (N kg/ha) in de laag 0-60 cm in maart (M), juni (J) en augustus (A) in kale, niet bemeste grond bij een drietal ontwateringstoestanden. Flevoland 1962 en 1963..**

	1962			*1963*		
$SOW_{30} + SOV_{30}$	*M*	*J*	*A*	*V*	*J*	*A*
200	16	31	50	11	46	56
600	8	16	41	7	34	39
1000	5	12	39	5	24	36

7.5 Samenvatting

De hiervoor aangehaalde resultaten betreffen elk en andere situatie: naar profielopbouw èn ontwateringstoestanden. Op de zware klei (Nieuw-Beerta) werden de grondwaterpeilen gedurende het gehele jaar op hetzelfde niveau gehandhaafd; op de jonge klei van de Flevopolder is onderzoek gedaan naar de effecten van hoge winter- en voorjaarspeilen en in het zuidoostelijk zandgebied (Vredepeel) werden gedurende het zomergroeiseizoen de peilen hoog gehouden.
Over deze drie proeven heen is de conclusie dat hoge grondwaterstanden een hogere stikstofbemesting vragen om van de gewassen voldoende productie te verkrijgen. Opvallendst is dat hoge winterpeilen nog flinke gevolgen hebben voor de stikstofbehoefte van (zomer)gewassen. Opbrengsten die bij normale ontwatering worden verkregen met adviesgiften zijn bij slechte ontwateringstoestanden slechts te behalen met een soms flink hogere stikstofbemesting.

Literatuur

Alblas, J., 2000: Later zaaien kost opbrengst. PAV-bulletin Akkerbouw April 2000 4e jg, p 4-8.

Alblas, J. en H.A.G. Verstegen, 2001: Groei blijft achter bij hoog water. Boerderij/Akkerbouw 86-10, p 12-13.

Bierhuizen, J.F. en W.A. Wagenvoort, 1974: Some aspects of seed germination in vegetables. Scienta Horticulturae 2, p 213-219.

Boekel, P., 1973: De betekenis van de ontwatering voor de bodemstructuur op de zavel- en lichte kleigronden. IB-rapport 5-1973, 42 pp.

Darwinkel, A. en S. Zwanepol, 1994: Teelt van haver, PAGV-teelthandleiding nr 61, 83 pp.

Darwinkel, A. en S. Zwanepol, 1997: Teelt van wintertarwe. PAGV-teelthandleiding nr 76, 84 pp.

KWIN 2000: Kwantitatieve Informatie 2000/2001, PAGV-publikatie nr 102, 365 pp.

Loon, C.D. van, A. Veerman, C.B. Bus en S. Zwanepol, 1993: Teelt van consumptie-aardappelen. PAGV-teelthandleiding nr 57, 142 pp.

Perdok, U.D., P. Boekel en J. Jorritsma, 1974: Het grondbewerkingsadvies voor suikerbieten. Bedrijfsontwikkeling 5-10, p.861-865.

Sieben, W.H., 1964: Het verband tussen ontwatering en opbrengst bij de jonge zavelgronden in de Noordoostpolder. Van zee tot land nr 40, 117 pp.

Sieben, W.H., 1974: Over de invloed van de ontwatering op de stikstoflevering en op de opbrengst van jonge zavelgronden in de IJsselmeerpolders. Van zee tot land nr 51. 179 pp.

Swaaij, A.C.P.M. van (IRS): persoonlijke mededeling.

Timmer, R.D. en H.K.J. Bosch, 1999: Teelt van zomergerst, PAGV-teelthandleiding nr 87, 75 pp.

Veerman, A., 1999: Erwinia rotting of submerged potato tubers. Abstracts of conferance papers and demonstrations, 14th Triennial Conf.of Eur.Ass.for Potato Research, 2-7 May, Sorrent, Italy, p.541-542.

Visser, C.L.M. de en S. Zwanepol, 1993: Teelt van zaaiuien, PAGV-Teelthandleiding nr 52, 95 pp.

Westerdijk, C.E. en S. Zwanepol, 1994: Teelt van suikerbieten, PAGV teelthandleiding nr 64, 126 pp.

Wijk, A.L.M. van, R.A. Feddes, J.G. Wesseling en J. Buitendijk, 1988: Effecten van grondsoort en ontwatering op de opbrengst van akkerbouwgewassen. I.C.W raport 31, 130 pp.

Persoonlijke bijdragen van PPO-collega's:

Rob van den Broek en Hanspeter Versluis (uien)
Kees Bus en Arjan Veerman (aardappelen)
Albert Darwinkel en Ruud Timmer (wintertarwe en zomergranen)
Lubbert van den Brink en Kees Westerdijk (suikerbieten)
Wim Dekkers (invloed van de grondwaterstand)