

# Voorstudie Zoute landbouw

Gevolgen verzouten oppervlaktewater op  
aangrenzende landbouw

stelsysteem



innovatie



WAGENINGEN UR

*For quality of life*





# Voorstudie Zoute landbouw

Gevolgen verzouten oppervlaktewater op aangrenzende landbouw

ir. C.E. Westerdijk en dr. A.J. Visser

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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 B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. ....; € .....,...

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Projectnummer: 530068

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

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.wur.nl](mailto:info@ppo.wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING .....	5
2	VERZILTING DOOR KWEL.....	7
2.1	Kwel .....	7
2.2	Zout tolerantie van planten .....	8
2.3	Opbrengstdervingen door kwel .....	16
2.3.1	Meten van de zoutconcentratie .....	16
2.3.2	Opbrengstderving bij toenemende verzilting .....	17
2.3.3	Checklist ter identificatie van zoutproblemen.....	19
2.3.4	Opbrengstderving bij meer dan 1 mm kwel per dag.....	19
3	HUIDIGE BOUWPLAN IN ZUID-WEST NEDERLAND .....	21
4	GEVOLGEN VAN VERHOOGDE ZOUTCONCENTRATIE VOOR AANGRENZENDE PERCELEN .....	25
4.1	bij minder dan 1 mm kwel per dag .....	25
4.2	bij meer dan 1 mm kwel per dag.....	25
5	CONCLUSIES EN DISCUSSIE .....	27



# 1 Inleiding

Om tal van redenen wordt de landbouw in Zuid-West Nederland geconfronteerd met een steeds zouter wordend grond- en oppervlaktewater. Veroorzaakt door o.a. door zeespiegelstijging, bodemdaling, herstel zoet-zout overgangen, geringere beschikbaarheid van zoetwater voor doorspoeling etc. Door zoute kwel worden de aangrenzende landbouwgebieden geconfronteerd met een steeds zouter wordende bodem. De huidige landbouw is gebaseerd op voorziening van de gewassen met zoet water. Wat zijn de gevolgen als er steeds minder zoet water voorhanden is en gewassen aangewezen zijn op brak water?

Vragen zijn derhalve: welke vormen van landbouw zijn mogelijk bij welke zoutconcentratie in het bodemvocht? en welke opbrengstreducties treden op bij toenemende zoutconcentraties? Wat zijn de gevolgen voor beregeningswater en tot welk niveau kan er nog met brak water beregend worden?

Wanneer ontstaan er problemen voor de landbouw?

In het geval van ingepolderde gebieden en percelen die door dijken en smalle duinen van zeewater gescheiden zijn, is er sprake van kwel. Afhankelijk van het hoogteverschil, grondwaterpeil, diepte van de drainage en geologie van de ondergrond zal de kwel meer of minder ver binnenkomen. Algemeen kan gesteld worden dat als de kwel minder dan 1 mm per dag bedraagt, het omliggende gebied niet verzilt. Bij het binnenlaten van zout water om daling van het grondwaterpeil tegen te gaan of zelfs weer te laten stijgen, zal het grondwater in versterkte mate verzilten. Pas bij een neerslagoverschot zal deze verzilting verdund worden. Het neerslagoverschot in Nederland bedraagt 300 tot 400 mm per jaar, gemiddeld ongeveer de genoemde 1 mm per dag grens voor kwel. Dit overschot valt in de wintermaanden, terwijl in de zomermaanden er een tekort is. Een buffer aan zoet grondwater zal dus in de wintermaanden opgebouwd moeten worden welke groot genoeg is om een gewas gedurende de zomer van voldoende vocht te voorzien. Studies van de Waddeneilanden laten zien dat daar nauwelijks zoute kwel van betekenis optreedt. Vergelijking van Zuid-West Nederland met de Waddeneilanden is echter niet te maken, omdat de Waddeneilanden hoger liggen dan de omringende zee. Hier is sprake van wegzijging door het neerslagoverschot en alleen ter hoogte van de stranden is sprake van kwel. Dit rapport zal de gevolgen beschrijven voor die gebieden waar de kwel meer is dan 1 mm per dag. In hoofdstuk 2 wordt de problematiek uiteengezet.

De bestaande kennis over de zout tolerantie van gewassen wereldwijd wordt in dit rapport benut. De huidige bouwplannen van de betreffende regio en bijbehorende opbrengsten worden in hoofdstuk 3 op een rij gezet. In hoofdstuk 4 zal aangegeven worden wat een zouter wordend grond- en oppervlaktewater voor gevolgen heeft voor de opbrengst van de huidige bouwplannen. Vervolgens wordt onderzocht welke gewassen daar nog geteeld kunnen worden en wat het economisch perspectief is van een dergelijk bouwplan (hoofdstuk 5). In het bestek van dit rapport is het niet mogelijk in te zoomen op een bepaald gebied. Daarvoor is detail informatie nodig over de geologie en hydrologie van zo'n gebied. Aan de hand van gebiedsspecifieke gegevens valt te berekenen in hoeverre verzilting in een bepaald gebied op zal treden.

Doel van dit rapport is het aangeven van het economisch perspectief van bedrijven in de aangrenzende gebieden van brak grond- en oppervlaktewater. In dit rapport worden de gevolgen voor de huidige landbouw in de regio aangegeven. Het economisch perspectief van alternatieven wordt in het bestek van dit rapport niet uitgewerkt. Op basis van dit rapport is een inschatting te maken van het risico van verhoogde zoutconcentraties in grond- en oppervlaktewater voor de omliggende landbouw in het studiegebied.

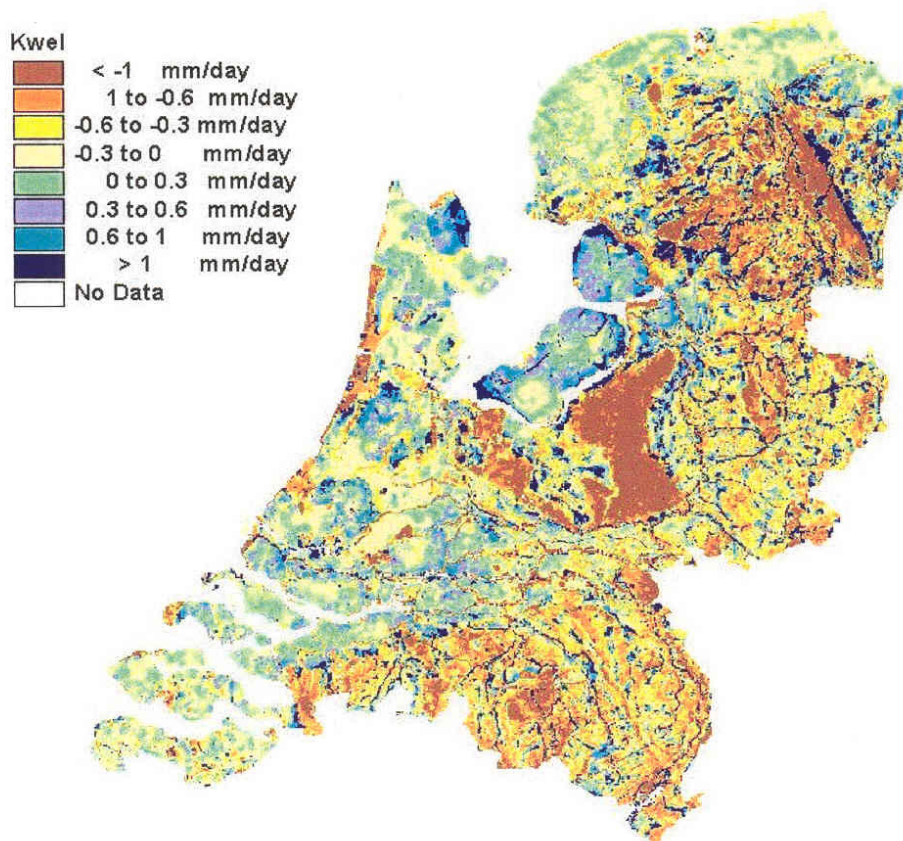




## 2 Verzilting door kwel

### 2.1 Kwel

Algemeen kan gesteld worden, dat verzilting door kwel geen rol speelt indien het neerslagoverschot groter is dan de kwel. In Nederland is het neerslagoverschot gemiddeld genomen 300 tot 400 mm per jaar, dit is per dag ongeveer 1 mm. Door Alterra (Massop *et al.*, 2000) werd een rapport opgesteld waarin onder andere een kaart is opgenomen met de gemiddelde kwel in Nederland (zie figuur 1, kopie uit dit rapport). Deze kaart werd vervaardigd door combinatie van het Landelijk Grondwater Model van Pastoors (1992), het Nationaal Grondwater Model, de Lange (1994) en Koppelingsconcept MOZART/NAGROM, Kroon (2000). De meeste kwel is kwel vanuit de rivieren en waterwegen (zoet water) en het IJsselmeer (brak water). Dit heeft geen verziltende gevolgen voor de omliggende percelen. Zout water kwel vindt vooral langs de kust en in Zeeland plaats. Voor Zeeland is te zien, dat er slechts op kleine schaal sprake is van kwel van meer dan 1 mm per dag. Voor het grootste deel van Zeeland is dit geen probleem, maar lokaal wel. In het geval van aanliggende verziltende natuurontwikkelingsgebieden geldt dit ook. De natuurlijke range van kwel beslaat een traject van 1,5 mm/dag (wegzijging) tot 5 mm/dag. In de gebieden waarin de kwel gemiddeld meer is dan 1 mm/dag, mag aangenomen worden dat vlak langs dijken kwel tot 5 mm/dag niet uitgesloten is. Vlak langs zoute wateren die hoger liggen dan het omringende land, is een 'worst case' scenario benadering gekozen. Het grondwater bestaat dan uit een mix van 4 (5-1) mm zeewater en 1 mm zoetwater. Vanuit deze maximale verzilting (80% van zeewater) zal de opbrengstderiving voor de verschillende gewassen berekend worden en zal aangegeven worden welke gewassen daar nog geteeld kunnen worden.



**Figuur 1.** Kaart van de gemiddelde kwel, Massop, 2000.

## 2.2 Zout tolerantie van planten

Tabel 1 geeft de drempelwaarden en percentages opbrengstderving per eenheid zoutconcentratie toename weer van meer dan 130 plantensoorten (akkerbouw, groenten, struiken en bomen). De meeste gegevens zijn afkomstig van waarnemingen onder praktijkomstandigheden en niet onder gestandaardiseerde condities. De opbrengstderving is bepaald onder redelijk uniforme en constante zoutgehaltenes van kiemplant tot volwassen plant. Sommige gewassen zijn in bepaalde stadia erg gevoelig, dit staat in de voetnoot weergegeven.

De zout tolerantie van bomen en struiken is ingewikkeld omdat additionele effecten kunnen optreden door specifieke ionen vergiftiging. Veel houtige gewassen zijn gevoelig voor bladbeschadiging als gevolg van cumulatie van Cl<sup>-</sup> en Na<sup>+</sup>, waarbij een grote mate van tolerantie verschillen kunnen optreden binnen een soort. De gegevens in tabel 1 zijn redelijk accuraat in het geval deze specifieke ionen vergiftiging niet optreedt. In tegenstelling tot andere gewasgroepen zijn de meeste houtachtige fruit- en nootgewassen gevoelig voor zout.

**Tabel 1. Zouttolerantie van diverse gewassen (uit: [www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm))<sup>†</sup>**

Crop	Common name	Botanical name <sup>‡</sup>	Tolerance based on	Salt Tolerance Parameters			References
				Threshold <sup>§</sup> (EC <sub>e</sub> ) dS/m	Slope % per dS/m	Rating <sup>¶</sup>	
<b>Fibre, grain and special crops</b>							
Artichoke, Jerusalem		<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Tuber yield	0.4	9.6	MS	Newton <i>et al.</i> , 1991
Barley <sup>#</sup>		<i>Hordeum vulgare</i> L.	Grain yield	8.0	5.0	T	Ayars <i>et al.</i> , 1952; Hassan <i>et al.</i> , 1970a
Canola or rapeseed		<i>Brassica campestris</i> L. [syn. <i>B. rapa</i> L.]	Seed yield	9.7	14	T	Francois, 1994a
Canola or rapeseed		<i>B. napus</i> L.	Seed yield	11.0	13	T	Francois, 1994a
Chickpea		<i>Cicer arietinum</i> L.	Seed yield	-	-	MS	Manchanda & Sharma, 1989; Ram <i>et al.</i> , 1989
Corn <sup>††</sup>		<i>Zea mays</i> L.	Ear FW	1.7	12	MS	Bernstein & Ayars, 1949b; Kaddah & Ghowail, 1964
Cotton		<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Seed cotton yield	7.7	5.2	T	Bernstein, 1955, 1956; Bernstein & Ford, 1959a
Crambe		<i>Crambe abyssinica</i> Hochst. ex R.E. Fries	Seed yield	2.0	6.5	MS	Francois & Kleiman, 1990
Flax		<i>Linum usitatissimum</i> L.	Seed yield	1.7	12	MS	Hayward & Spurr, 1944
Guar		<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (L.) Taub.	Seed yield	8.8	17	T	Francois <i>et al.</i> , 1990
Kenaf		<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	Stem DW	8.1	11.6	T	Francois <i>et al.</i> , 1992
Millet, channel		<i>Echinochloa turnerana</i> (Domin) J.M. Black	Grain yield	-	-	T	Shannon <i>et al.</i> , 1981
Oats		<i>Avena sativa</i> L.	Grain yield	-	-	T	Mishra & Shitole, 1986; USSI <sup>††</sup>
Peanut		<i>Arachis hypogaea</i> L.	Seed yield	3.2	29	MS	Shalhevet <i>et al.</i> , 1969
Rice, paddy		<i>Oryza sativa</i> L.	Grain yield	3.0 <sup>§§</sup>	12 <sup>§§</sup>	S	Ehrler, 1960; Narale <i>et al.</i> , 1969; Pearson, 1959; Venkateswarlu <i>et al.</i> , 1972
Roselle		<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Stem DW	-	-	MT	El-Saidi & Hawash, 1971
Rye		<i>Secale cereale</i> L.	Grain yield	11.4	10.8	T	Francois <i>et al.</i> , 1989
Safflower		<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Seed yield	-	-	MT	Francois & Bernstein, 1964b
Sesame <sup>¶¶</sup>		<i>Sesamum indicum</i> L.	Pod DW	-	-	S	Yousif <i>et al.</i> , 1972
Sorghum		<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Grain yield	6.8	16	MT	Francois <i>et al.</i> , 1984
Soybean		<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Seed yield	5.0	20	MT	Abel & McKenzie, 1964; Bernstein <i>et al.</i> , 1955; Bernstein & Ogata, 1966
Sugar beet <sup>##</sup>		<i>Beta vulgaris</i> L.	Storage root	7.0	5.9	T	Bower <i>et al.</i> , 1954

Crop	Salt Tolerance Parameters					
	Common name	Botanical name <sup>†</sup>	Tolerance based on	Threshold <sup>§</sup> ( $EC_e$ ) dS/m	Slope % per dS/m	Rating <sup>¶</sup> References
Sugar cane	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Shoot DW	1.7	5.9	MS	Bernstein <i>et al.</i> , 1966; Dev & Bajwa, 1972; Syed & El-Swaify, 1972
Sunflower	<i>Helianthus annuus</i> L.	Seed yield	4.8	5.0	MT	Cheng, 1983; Francois, 1996
Triticale	<i>X Triticosecale</i> Wittmack	Grain yield	6.1	2.5	T	Francois <i>et al.</i> , 1988
Wheat	<i>Triticum aestivum</i> L.	Grain yield	6.0	7.1	MT	Asana & Kale, 1965; Ayers <i>et al.</i> , 1952; Hayward & Uhvits, 1944
Wheat (semi-dwarf) <sup>†††</sup>	<i>T. aestivum</i> L.	Grain yield	8.6	3.0	T	Francois <i>et al.</i> , 1986
Wheat, Durum	<i>T. turgidum</i> L. var. <i>durum</i> Desf.	Grain yield	5.9	3.8	T	Francois <i>et al.</i> , 1986
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.	Shoot DW	2.0	7.3	MS	Bernstein & Francois, 1973; Bernstein & Ogata, 1966; Bower <i>et al.</i> , 1969; Brown & Hayward, 1956; Gauch & Magistad, 1943; Hoffman <i>et al.</i> , 1975
Alkaligrass, Nuttall	<i>Puccinellia airoides</i> (Nutt.) Wats. & Coult.	Shoot DW	-	-	T*	USSL Staff, 1954
Alkali sacaton	<i>Sporobolus airoides</i> Torr.	Shoot DW	-	-	T*	USSL Staff, 1954
Barley (forage) <sup>#</sup>	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Shoot DW	6.0	7.1	MT	Dregne, 1962; Hassan <i>et al.</i> , 1970a
Bentgrass, creeping	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Shoot DW	-	-	MS	Youngner <i>et al.</i> , 1967
Bermudagrass <sup>†††</sup>	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Shoot DW	6.9	6.4	T	Bernstein & Ford, 1959b; Bernstein & Francois, 1962; Langdale & Thomas, 1971
Bluestem, Angleton	<i>Dichanthium aristatum</i> (Poir.) C.E. Hubb. [syn. <i>Andropogon nodosus</i> (Willem.) Nash]	Shoot DW	-	-	MS*	Gausman <i>et al.</i> , 1954
Broad bean	<i>Vicia faba</i> L.	Shoot DW	1.6	9.6	MS	Ayars & Eberhard, 1960
Brome, mountain	<i>Bromus marginatus</i> Nees ex Steud.	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Brome, smooth	<i>B. inermis</i> Leyss	Shoot DW	-	-	MT	McElgunn & Lawrence, 1973
Buffelgrass	<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link. [syn. <i>Cenchrus ciliaris</i> ]	Shoot DW	-	-	MS*	Gausman <i>et al.</i> , 1954
Burnet	<i>Poterium sanguisorba</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*	USSL Staff, 1954
Canarygrass, reed	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Shoot DW	-	-	MT	McElgunn & Lawrence, 1973
Clover, alsike	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Shoot DW	1.5	12	MS	Ayars, 1948a
Clover, Berseem	<i>T. alexandrinum</i> L.	Shoot DW	1.5	5.7	MS	Asghar <i>et al.</i> , 1962; Ayars & Eberhard, 1958; Ravikovitch & Porath, 1967; Ravikovitch & Yoles, 1971
Clover, Hubam	<i>Melilotus alba</i> Dest. var. <i>annua</i> H.S.Coe	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Clover, ladino	<i>Trifolium repens</i> L.	Shoot DW	1.5	12	MS	Ayars, 1948a; Gauch & Magistad, 1943
Clover, Persian	<i>T. resupinatum</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*	de Forges, 1970
Clover, red	<i>T. pratense</i> L.	Shoot DW	1.5	12	MS	Ayars, 1948a; Saini, 1972
Clover, strawberry	<i>T. fragiferum</i> L.	Shoot DW	1.5	12	MS	Ayars, 1948a; Bernstein & Ford, 1959b; Gauch & Magistad, 1943
Clover, sweet	<i>Melilotus sp.</i> Mill.	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Clover, white Dutch	<i>Trifolium repens</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*	USSL Staff, 1954
Corn (forage) <sup>††</sup>	<i>Zea mays</i> L.	Shoot DW	1.8	7.4	MS	Hassan <i>et al.</i> , 1970b; Ravikovitch, 1973; Ravikovitch & Porath, 1967
Cowpea (forage)	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Shoot DW	2.5	11	MS	West & Francois, 1982

Crop	Salt Tolerance Parameters					References
	Common name	Botanical name <sup>†</sup>	Tolerance based on	Threshold <sup>§</sup> ( $EC_e$ ) dS/m	Slope % per dS/m	
Dallisgrass	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Shoot DW	-	-	MS*	Russell, 1976
Dhaincha	<i>Sesbania bispinosa</i> (Linn.) W.F. Wight [syn. <i>Sesbania aculeata</i> (Willd.) Poir]	Shoot DW	-	-	MT	Girdhar, 1987; Karadge & Chavan, 1983
Fescue, tall	<i>Festuca elatior</i> L.	Shoot DW	3.9	5.3	MT	Bower <i>et al.</i> , 1970; Brown & Bernstein, 1953
Fescue, meadow	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Foxtail, meadow	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Shoot DW	1.5	9.6	MS	Brown & Bernstein, 1953
Glycine	<i>Neonotonia wightii</i> [syn. <i>Glycine wightii</i> or <i>javanica</i> ]	Shoot DW	-	-	MS	Russell, 1976; Wilson, 1985
Gram, black or Urd bean	<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper [syn. <i>Phaseolus mungo</i> L.]	Shoot DW	-	-	S	Keating & Fisher, 1985
Gram, blue	<i>Bouteloua gracilis</i> (HBK) Lag. ex Steud.	Shoot DW	-	-	MS*	USSL Staff, 1954
Guinea grass	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Shoot DW	-	-	MT	Russell, 1976
Hardinggrass	<i>Phalaris tuberosa</i> L. var. <i>stenoptera</i> (Hack) A. S. Hitchc.	Shoot DW	4.6	7.6	MT	Brown & Bernstein, 1953
Kallargrass	<i>Leptochloa fusca</i> (L.) Kunth [syn. <i>Diplachne fusca</i> Beauv.]	Shoot DW	-	-	T	Sandhu <i>et al.</i> , 1981
Lablab bean	<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet [syn. <i>Dolichos lablab</i> L.]	Shoot DW	-	-	MS	Russell, 1976
Lovegrass <sup>§§§</sup>	<i>Eragrostis</i> sp. N. M. Wolf	Shoot DW	2.0	8.4	MS	Bernstein & Ford, 1959b
Milkvetch, Cicer	<i>Astragalus cicer</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*	USSL Staff, 1954
Millet, Foxtail	<i>Setaria italica</i> (L.) Beauvois	Dry matter	-	-	MS	Ravikovich & Porath, 1967
Oatgrass, tall	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauvois ex J. Presl & K. Presl	Shoot DW	-	-	MS*	USSL Staff, 1954
Oats (forage)	<i>Avena sativa</i> L.	Straw DW	-	-	T	Mishra & Shitole, 1986; USSL <sup>††</sup>
Orchardgrass	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Shoot DW	1.5	6.2	MS	Brown & Bernstein, 1953; Wadleigh <i>et al.</i> , 1951
Panicgrass, blue	<i>Panicum antidotale</i> Retz.	Shoot DW	-	-	MS*	Abd El-Rahman <i>et al.</i> , 1972; Gausman <i>et al.</i> , 1954
Pigeon pea	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth [syn. <i>C. indicus</i> (K.) Spreng.]	Shoot DW	-	-	S	Subbaro <i>et al.</i> , 1991; Keating & Fisher, 1985
Rape (forage)	<i>Brassica napus</i> L.	-	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Rescuegrass	<i>Bromus unioloides</i> HBK	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Rhodesgrass	<i>Chloris Gayana</i> Kunth.	Shoot DW	-	-	MT	Abd El-Rahman <i>et al.</i> , 1972; Gausman <i>et al.</i> , 1954
Rye (forage)	<i>Secale cereale</i> L.	Shoot DW	7.6	4.9	T	Francois <i>et al.</i> , 1989
Ryegrass, Italian	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Shoot DW	-	-	MT*	Shimose, 1973
Ryegrass, perennial	<i>Lolium perenne</i> L.	Shoot DW	5.6	7.6	MT	Brown & Bernstein, 1953
Ryegrass, Wimmera	<i>L. rigidum</i> Gaud.	-	-	-	MT*	Malcolm & Smith, 1971
Saltgrass, desert	<i>Distichlis spicata</i> L. var. <i>stricta</i> (Torr.) Bettle	Shoot DW	-	-	T*	USSL Staff, 1954
Sesbania	<i>Sesbania exaltata</i> (Raf.) V.L. Cory	Shoot DW	2.3	7.0	MS	Bernstein, 1956
Sirato	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	Shoot DW	-	-	MS	Russell, 1976
Sphaerophysa	<i>Sphaerophysa salsula</i> (Pall.) DC	Shoot DW	2.2	7.0	MS	Francois & Bernstein, 1964a
Sudangrass	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf	Shoot DW	2.8	4.3	MT	Bower <i>et al.</i> , 1970
Timothy	<i>Phleum pratense</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*	Saini, 1972
Trefoil, big	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	Shoot DW	2.3	19	MS	Ayars, 1948a, 1948b
Trefoil, narrowleaf birdsfoot	<i>L. corniculatus</i> var. <i>tenuifolium</i> L.	Shoot DW	5.0	10	MT	Ayars, 1948a, 1948b

Crop	Salt Tolerance Parameters					
	Common name	Botanical name <sup>†</sup>	Tolerance based on	Threshold <sup>§</sup> ( $EC_e$ ) dS/m	Slope % per dS/m	Rating <sup>¶</sup> References
Trefoil, broadleaf birdsfoot	<i>L. corniculatus</i> L. var <i>arvenis</i> (Schkuhr) Ser. ex DC	Shoot DW	-	-	MS	Ayars, 1950b
Vetch, common	<i>Vicia angustifolia</i> L.	Shoot DW	3.0	11	MS	Ravikovitch & Porath, 1967
Wheat (forage) <sup>†††</sup>	<i>Triticum aestivum</i> L.	Shoot DW	4.5	2.6	MT	Francois <i>et al.</i> , 1986
Wheat, Durum (forage)	<i>T. turgidum</i> L. var <i>durum</i> Desf.	Shoot DW	2.1	2.5	MT	Francois <i>et al.</i> , 1986
Wheatgrass, standard crested	<i>Agropyron sibiricum</i> (Willd.) Beauvois	Shoot DW	3.5	4.0	MT	Bernstein & Ford, 1958
Wheatgrass, fairway crested	<i>A. cristatum</i> (L.) Gaertn.	Shoot DW	7.5	6.9	T	Bernstein & Ford, 1958
Wheatgrass, intermediate	<i>A. intermedium</i> (Host) Beauvois	Shoot DW	-	-	MT*	Dewey, 1960
Wheatgrass, slender	<i>A. trachycaulum</i> (Link) Malte	Shoot DW	-	-	MT	McElgunn & Lawrence, 1973
Wheatgrass, tall	<i>A. elongatum</i> (Hort) Beauvois	Shoot DW	7.5	4.2	T	Bernstein & Ford, 1958
Wheatgrass, western	<i>A. smithii</i> Rydb.	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Wildrye, Altai	<i>Elymus angustus</i> Trin.	Shoot DW	-	-	T	McElgunn & Lawrence, 1973
Wildrye, beardless	<i>E. triticoides</i> Buckl.	Shoot DW	2.7	6.0	MT	Brown & Bernstein, 1953
Wildrye, Canadian	<i>E. canadensis</i> L.	Shoot DW	-	-	MT*	USSL Staff, 1954
Wildrye, Russian	<i>E. junceus</i> Fisch.	Shoot DW	-	-	T	McElgunn & Lawrence, 1973
<b>Vegetables and fruit crops</b>						
Artichoke	<i>Cynara scolymus</i> L.	Bud yield	6.1	11.5	MT	Francois, 1995
Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i> L.	Spear yield	4.1	2.0	T	Francois, 1987
Bean, common	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Seed yield	1.0	19	S	Bernstein & Ayars, 1951; Hoffman & Rawlins, 1970; Magistad <i>et al.</i> , 1943; Nieman & Bernstein, 1959; Osawa, 1965
Bean, lima	<i>P. lunatus</i> L.	Seed yield	-	-	MT	Mahmoud <i>et al.</i> , 1988
Bean, mung	<i>Vigna radiata</i> (L.) R. Wilcz.	Seed yield	1.8	20.7	S	Minhas <i>et al.</i> , 1990
Cassava	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Tuber yield	-	-	MS	Anonymous, 1976; Hawker & Smith, 1982
Beet, red <sup>##</sup>	<i>Beta vulgaris</i> L.	Storage root	4.0	9.0	MT	Bernstein <i>et al.</i> , 1974; Hoffman & Rawlins, 1971; Magistad <i>et al.</i> , 1943
Broccoli	<i>Brassica oleracea</i> L. (Botrytis Group)	Shoot FW	2.8	9.2	MS	Bernstein & Ayars, 1949a; Bernstein <i>et al.</i> , 1974
Brussels sprouts	<i>B. oleracea</i> L. (Gemifera Group)	-	-	-	MS*	
Cabbage	<i>B. oleracea</i> L. (Capitata Group)	Head FW	1.8	9.7	MS	Bernstein & Ayars, 1949a; Bernstein <i>et al.</i> , 1974; Osawa, 1965
Carrot	<i>Daucus carota</i> L.	Storage root	1.0	14	S	Bernstein & Ayars, 1953a; Bernstein <i>et al.</i> , 1974; Lagerwerff & Holland, 1960; Magistad <i>et al.</i> , 1943; Osawa, 1965
Cauliflower	<i>Brassica oleracea</i> L. (Botrytis Group)	-	-	-	MS*	
Celery	<i>Apium graveolens</i> L. var <i>dulce</i> (Mill.) Pers.	Petiole FW	1.8	6.2	MS	Francois & West, 1982
Corn, sweet	<i>Zea mays</i> L.	Ear FW	1.7	12	MS	Bernstein & Ayars, 1949b
Cowpea	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Seed yield	4.9	12	MT	West & Francois, 1982
Cucumber	<i>Cucumis sativus</i> L.	Fruit yield	2.5	13	MS	Osawa, 1965; Ploegman & Bierhuizen, 1970
Eggplant	<i>Solanum melongena</i> L. var <i>esculentum</i> Nees.	Fruit yield	1.1	6.9	MS	Heuer <i>et al.</i> , 1986
Garlic	<i>Allium sativum</i> L.	Bulb yield	3.9	14.3	MS	Francois, 1994b



Crop	Salt Tolerance Parameters					
	Common name	Botanical name <sup>†</sup>	Tolerance based on	Threshold <sup>§</sup> ( $EC_e$ ) dS/m	Slope % per dS/m	Rating <sup>¶</sup> References
Gram, black or Urd bean	<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper [syn. <i>Phaseolus mungo</i> L.]	Shoot DW	-	-	S	Keating & Fisher, 1985
Kale	<i>Brassica oleracea</i> L. (Acephala Group)	-	-	-	MS*	Malcolm & Smith, 1971
Kohlrabi	<i>Brassica oleracea</i> L. (Gongylodes Group)	-	-	-	MS*	
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i> L.	Top FW	1.3	13	MS	Ayars <i>et al.</i> , 1951; Bernstein <i>et al.</i> , 1974; Osawa, 1965
Muskmelon	<i>Cucumis melo</i> L. (Reticulatus Group)	Fruit yield	1.0	8.4	MS	Mangal <i>et al.</i> , 1988; Shannon & Francois, 1978
Okra	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Pod yield	-	-	MS	Masih <i>et al.</i> , 1978; Paliwal & Maliwal, 1972
Onion (bulb)	<i>Allium cepa</i> L.	Bulb yield	1.2	16	S	Bernstein & Ayars, 1953b; Bernstein <i>et al.</i> , 1974; Hoffman & Rawlins, 1971; Osawa, 1965
Onion (seed)		Seed yield	1.0	8.0	MS	Mangal <i>et al.</i> , 1989
Parsnip	<i>Pastinaca sativa</i> L.	-	-	-	S*	Malcolm & Smith, 1971
Pea	<i>Pisum sativum</i> L.	Seed FW	3.4	10.6	MS	Cerda <i>et al.</i> , 1982
Pepper	<i>Capsicum annuum</i> L.	Fruit yield	1.5	14	MS	Bernstein, 1954; Osawa, 1965; USSL <sup>††</sup>
Pigeon pea	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth [syn. <i>C. indicus</i> (K.) Spreng.]	Shoot DW	-	-	S	Keating & Fisher, 1985; Subbarao <i>et al.</i> , 1991
Potato	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Tuber yield	1.7	12	MS	Bernstein <i>et al.</i> , 1951
Pumpkin	<i>Cucurbita pepo</i> L. var <i>Pepo</i>	-	-	-	MS*	
Purslane	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Shoot FW	6.3	9.6	MT	Kumamoto <i>et al.</i> , 1992
Radish	<i>Raphanus sativus</i> L.	Storage root	1.2	13	MS	Hoffman & Rawlins, 1971; Osawa, 1965
Spinach	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Top FW	2.0	7.6	MS	Langdale <i>et al.</i> , 1971; Osawa, 1965
Squash, scallop	<i>Cucurbita pepo</i> L. var <i>melopepo</i> (L.) Alef.	Fruit yield	3.2	16	MS	Francois, 1985
Squash, zucchini	<i>C. pepo</i> L. var <i>melopepo</i> (L.) Alef.	Fruit yield	4.9	10.5	MT	Francois, 1985; Graifenberg <i>et al.</i> , 1996
Strawberry	<i>Fragaria</i> x <i>Ananassa</i> Duch.	Fruit yield	1.0	33	S	Ehlig & Bernstein, 1958; Osawa, 1965
Sweet potato	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Fleshy root	1.5	11	MS	Greig & Smith, 1962; USSL <sup>††</sup>
Tepary bean	<i>Phaseolus acutifolius</i> Gray	-	-	-	MS	Goertz & Coons, 1991; Hendry, 1918; Perez & Minguez, 1985
Tomato	<i>Lycopersicon lycopersicum</i> (L.) Karst. ex Farw. [syn. <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.]	Fruit yield	2.5	9.9	MS	Bierhuizen & Ploeman, 1967; Hayward & Long, 1943; Lyon, 1941; Shalhevet & Yaron, 1973
Tomato, cherry	<i>L. lycopersicum</i> var. <i>Cerasiforme</i> (Dunal) Alef.	Fruit yield	1.7	9.1	MS	Caro <i>et al.</i> , 1991
Turnip Turnip (greens)	<i>Brassica rapa</i> L. (Rapifera Group)	Storage root Top FW	0.9 3.3	9.0 4.3	MS MT	Francois, 1984
Watermelon	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Fruit yield	-	-	MS*	de Forges, 1970
Winged bean	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i> L. DC	Shoot DW	-	-	MT	Weil & Khalis, 1986
<b>Woody crops</b>						
Almond	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb	Shoot growth	1.5	19	S	Bernstein <i>et al.</i> , 1956; Brown <i>et al.</i> , 1953
Apple	<i>Malus sylvestris</i> Mill.	-	-	-	S	Ivanov, 1970
Apricot	<i>Prunus armeniaca</i> L.	Shoot growth	1.6	24	S	Bernstein <i>et al.</i> , 1956

Crop	Common name	Botanical name <sup>†</sup>	Tolerance based on	Salt Tolerance Parameters			References
				Threshold <sup>§</sup> ( $EC_e$ ) dS/m	Slope % per dS/m	Rating <sup>¶</sup>	
Avocado		<i>Persea americana</i> Mill.	Shoot growth	-	-	S	Ayars, 1950a; Haas, 1950
Banana		<i>Musa acuminata</i> Colla	Fruit yield	-	-	S	Israeli <i>et al.</i> , 1986
Blackberry		<i>Rubus macropetalus</i> Dougl. ex Hook	Fruit yield	1.5	22	S	Ehlig, 1964
Boysenberry		<i>Rubus ursinus</i> Cham. and Schlechtend	Fruit yield	1.5	22	S	Ehlig, 1964
Castor seed		<i>Ricinus communis</i> L.		-	-	MS	USSL Staff, 1954
Cherimoya		<i>Annona cherimola</i> Mill.	Foliar injury	-	-	S	Cooper, Cowley & Shull, 1952
Cherry, sweet		<i>Prunus avium</i> L.	Foliar injury	-	-	S	Beeftink, 1955
Cherry, sand		<i>Prunus besseyi</i> L., H. Baley	Foliar injury, stem growth	-	-	S	Zhemchuzhnikov, 1946
Coconut		<i>Cocos nucifera</i> L.		-	-	MT	Kulkarni <i>et al.</i> , 1973
Currant		<i>Ribes sp.</i> L.	Foliar injury, stem growth	-	-	S	Beeftink, 1955; Zhemchuzhnikov, 1946
Date-palm		<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Fruit yield	4.0	3.6	T	Furr & Armstrong, 1962; Furr & Ream, 1968; Furr <i>et al.</i> , 1966
Fig		<i>Ficus carica</i> L.	Plant DW	-	-	MT	Patil & Patil, 1983a; USSL Staff, 1954
Gooseberry		<i>Ribes sp.</i> L.		-	-	S	Beeftink, 1955
Grape		<i>Vitis vinifera</i> L.	Shoot growth	1.5	9.6	MS	Groot Obbink & Alexander, 1973; Nauriyal & Gupta, 1967; Taha <i>et al.</i> , 1972
Grapefruit		<i>Citrus x paradisi</i> Macfady.	Fruit yield	1.2	13.5	S	Bielorai <i>et al.</i> , 1978
Guava		<i>Psidium guajava</i> L.	Shoot & root growth	4.7	9.8	MT	Patil <i>et al.</i> , 1984
Guayule		<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray	Shoot DW Rubber yield	8.7 7.8	11.6 10.8	T T	Maas <i>et al.</i> , 1988
Jambolan plum		<i>Syzygium cumini</i> L.	Shoot growth	-	-	MT	Patil & Patil, 1983b
Jojoba		<i>Simmondsia chinensis</i> (Link) C. K. Schneid	Shoot growth	-	-	T	Tal <i>et al.</i> , 1979; Yermanos <i>et al.</i> , 1967
Jujube, Indian		<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Fruit yield	-	-	MT	Hooda <i>et al.</i> , 1990
Lemon		<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Fruit yield	1.5	12.8	S	Cerda <i>et al.</i> , 1990
Lime		<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle		-	-	S	
Loquat		<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Foliar injury	-	-	S	Cooper & Link, 1953; Malcolm & Smith, 1971
Macadamia		<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Seedling growth	-	-	MS	Hue & McCall, 1989
Mandarin orange; tangerine		<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Shoot growth	-	-	S	Minessy <i>et al.</i> , 1974
Mango		<i>Mangifera indica</i> L.	Foliar injury	-	-	S	Cooper <i>et al.</i> , 1952
Natal plum		<i>Carissa grandiflora</i> (E.H. Mey.) A. DC.	Shoot growth	-	-	T	Bernstein <i>et al.</i> , 1972
Olive		<i>Olea europaea</i> L.	Seedling growth, Fruit yield	-	-	MT	Bidner-Barhava & Ramati, 1967; Taha <i>et al.</i> , 1972
Orange		<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Fruit yield	1.3	13.1	S	Bielorai <i>et al.</i> , 1988; Bingham <i>et al.</i> , 1974; Dasberg <i>et al.</i> , 1991; Harding <i>et al.</i> , 1958
Papaya		<i>Carica papaya</i> L.	Seedling growth, foliar injury	-	-	MS	Kottenmeier <i>et al.</i> , 1983; Makhija & Jindal, 1983
Passion fruit		<i>Passiflora edulis</i> Sims.		-	-	S	Malcolm & Smith, 1971

Crop	Salt Tolerance Parameters					References
	Common name	Botanical name <sup>†</sup>	Tolerance based on	Threshold <sup>§</sup> ( $EC_e$ ) dS/m	Slope % per dS/m	
Peach	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Shoot growth, Fruit yield	1.7	21	S	Bernstein <i>et al.</i> , 1956; Brown, Wadleigh, Hayward, 1953; Hayward <i>et al.</i> , 1946
Pear	<i>Pyrus communis</i> L.		-	-	S*	USSL Staff, 1954
Pecan	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) C. Koch	Nut yield, trunk growth	-	-	MS	Miyamoto <i>et al.</i> , 1986
Persimmon	<i>Diospyros virginiana</i> L.		-	-	S*	Malcolm & Smith, 1971
Pineapple	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Shoot DW	-	-	MT	Wambiji & El-Swaify, 1974
Pistachio	<i>Pistacia vera</i> L.	Shoot growth	-	-	MS	Sepaskhah & Maftoun, 1988; Picchioni <i>et al.</i> , 1990
Plum; Prune	<i>Prunus domestica</i> L.	Fruit yield	2.6	31	MS	Hoffman <i>et al.</i> , 1989
Pomegranate	<i>Punica granatum</i> L.	Shoot growth	-	-	MS	Patil & Patil, 1982
Popinac, white	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit [syn. <i>Leucaena glauca</i> Benth.]	Shoot DW	-	-	MS	Gorham <i>et al.</i> , 1988; Hansen & Munns, 1988
Pummelo	<i>Citrus maxima</i> (Burm.)	Foliar injury	-	-	S*	Furr & Ream, 1969
Raspberry	<i>Rubus idaeus</i> L.	Fruit yield	-	-	S	Ehlig, 1964
Rose apple	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Foliar injury	-	-	S*	Cooper & Gorton, 1951
Sapote, white	<i>Casimiroa edulis</i> Llave	Foliar injury	-	-	S*	Cooper <i>et al.</i> , 1952
Scarlet wisteria	<i>Sesbania grandiflora</i>	Shoot DW	-	-	MT	Chavan & Karadge, 1986
Tamarugo	<i>Prosopis tamarugo</i> Phil.	Observation	-	-	T	National Academy Sciences, 1975
Walnut	<i>Juglans</i> spp.	Foliar injury	-	-	S*	Beeftink, 1955

<sup>†</sup> These data serve only as a guideline to relative tolerances among crops. Absolute tolerances vary, depending upon climate, soil conditions, and cultural practices. The data are applicable when rootstocks are used that do not accumulate Na<sup>+</sup> or Cl<sup>-</sup> rapidly or when these ions do not predominate in the soil.

<sup>‡</sup> Botanical and common names follow the convention of Hortus Third (Liberty Hyde Bailey Hortorium Staff, 1976) where possible.

<sup>§</sup> In gypsiferous soils, plants will tolerate an  $EC_e$  about 2 dS/m higher than indicated.

<sup>¶</sup> Ratings are defined by the boundaries in Figure A1.1. Ratings with an \* are estimates.

<sup>#</sup> Less tolerant during seedling stage,  $EC_e$  at this stage should not exceed 4 or 5 dS/m.

<sup>††</sup> Unpublished U. S. Salinity Laboratory data.

<sup>†††</sup> Grain and forage yields of DeKalb XL-75 grown on an organic muck soil decreased about 26 percent per dS/m above a threshold of 1.9 dS/m (Hoffman *et al.*, 1983).

<sup>§§</sup> Because paddy rice is grown under flooded conditions, values refer to the electrical conductivity of the soil water while the plants are submerged. Less tolerant during seedling stage.

<sup>¶¶</sup> Sesame cultivars, Sesaco 7 and 8, may be more tolerant than indicated by the S rating.

<sup>##</sup> Sensitive during germination and emergence,  $EC_e$  should not exceed 3 dS/m.

<sup>††††</sup> Data from one cultivar, "Probred".

<sup>†††††</sup> Average of several varieties. Suwannee and Coastal are about 20 percent more tolerant, and common and Greenfield are about 20 percent less tolerant than the average.

<sup>§§§</sup> Average for Boer, Wilman, Sand and Weeping cultivars. Lehmann seems about 50 percent more tolerant.

**References zijn op te vragen bij PPO-agv, Kees Westerdijk en te vinden op:**

[www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm)

Uit bovenstaande tabel 1 wordt duidelijk dat er weinig landbouwgewassen zijn met een zout tolerantie. In gebieden met een duidelijke verzilting zal er een andere gebruiksvorm ontwikkeld moeten worden. Dit blijft evenwel beperkt tot de aangrenzende percelen.

In het NRL0 rapport nr. 2000/11 wordt een overzicht gegeven van planten (halofyten) die geschikt zijn om in een zoutwater omgeving een consumentenproduct te leveren (tabel 2).



**Tabel 2.** Beknopt overzicht van halofyten met potentie (uit: NRL0 rapport nr. 2000/11). Dit overzicht kan in dit bestek niet anders dan beknopt zijn, vooral genoemd zijn die planten die niet slechts van regionale of lokale betekenis zijn. Een uitgebreid overzicht levert naar schatting zo'n 1000 plantensoorten op die in de cultuur kunnen worden geïntroduceerd.

Planten zijn per familie gerangschikt:

Poaceae (grassen)	Granen als <i>Hordeum</i> spp. (gerst), <i>Aegilops</i> spp. (een van de tarwe verwanten), sommige wilde rijstsoorten ( <i>Oryza</i> spp.), <i>Sorghum</i> , grassen als <i>Pennisetum</i> ,
<i>Festuca</i> , <i>Elytrichia</i>	
Liliaceae	<i>Asperge</i> (Asparagus spp.)
Chenopodiaceae	(familie gespecialiseerd in zout- en droogtestress) <i>Salicornia</i> spp. (groente, groenvoeder, oliehoudende zaden), <i>Suaeda</i> spp. (groenvoeder, groente), <i>Atriplex</i> spp. (groenvoeder, groente), <i>Kochia</i> (groenvoeder, groente), <i>Chenopodium quinoa</i> (graangewas!) en andere <i>Chenopodium</i> soorten, Spinazie ( <i>Spinacia</i> spp. groente), Biet ( <i>Beta</i> spp. met name snijbiet is zeer zouttolerant stapelgewas, groente), <i>Bassia</i> spp. (potentiëel vezelgewas)
Asteraceae	<i>Cichorium</i> (groente), <i>Scorzonera</i> (groente), <i>Aster trifolium</i> (zulte; groente),
<i>Inula crithmoides</i>	(groenvoeder, non food gewas)
Cruciferae	<i>Brassica</i> spp. (met de zouttolerantie van de koolgewassen wordt nog weinig gedaan ondanks de informatie die uit Arabidopsis beschikbaar is gekomen, zie EUprojecten; groentes, landbouwgewassen), <i>Crambe</i> spp. (o.a. zeekool; groente), <i>Eruca sativa</i> (landbouwgewassen), <i>Sinapis alba</i> (landbouwgewassen)
Portulacaceae	(groentes, groenvoedergewassen) <i>Portulaca</i> spp., <i>Claytonia</i> spp.
Cactaceae	<i>Opuntia</i> spp. (vruchten)
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i> spp. (courgette, pompoen), <i>Cucumis</i> spp. (komkommer, meloen), <i>Citrullus lanatus</i> (watermeloen)
Solanaceae	Tomaat ( <i>Lycopersicon</i> spp.), Pepers en Paprika's ( <i>Capsicum</i> spp.), Aubergine ( <i>Solanum melongena</i> en verwante soorten, evaluatie van herkomsten is nu EU-gefinancierd) en <i>Physalis</i> spp. (lampionplant en ananaskers)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp. (graangewas)
Umbelliferae	Peen ( <i>Daucus</i> spp.), Pastinaak ( <i>Pastinaca sativa</i> ), Venkel ( <i>Foeniculum</i> spp.), Selderij ( <i>Apium graveolens</i> ), Peterselie ( <i>Petroselinum</i> spp.)
Leguminosae	Peulvruchten als <i>Vigna</i> spp., Groenvoeders en groenbemesters als <i>Trifolium</i> spp., <i>Medicago</i> spp. <i>Lotus</i> spp., bomen als <i>Acacia</i> spp. <i>Prosopis</i> spp.
Myrtaceae	Eucalyptus spp. (bosbouw)
Casuarinaceae	Casuarina spp. (bosbouw)
Tamaricaceae	Tamarix spp. (bosbouw)

## 2.3 Opbrengstdervingen door kwel

### 2.3.1 Meten van de zoutconcentratie

Er zijn verschillende oorzaken voor verzilting van de bodem. Zeewater (getijde beweging, beregenen met zeewater en kwel), oorsprong van de bodem (gesteente van marine oorsprong of mineralen afzetting) en topografie. Voor Zeeland is de bron zeewater en daarvan hoofdzakelijk kwel. Via meting van het zoutgehalte in het bodemvocht in de bouwvoor en in het grondwater kan afgeleid worden wat de kans op schade voor het gewas is. De diepte van het grondwater is daarbij van groot belang. Diep grondwater geeft minder kans op verzilting van de bouwvoor. Door het neerslagoverschot kan het zoute grondwater de bovenlaag niet verzilten. Bij grondwatertrappen II en III (tabel 3) is er bijna altijd sprake van kwel en bij grondwatertrappen IV, V, VI en VII (tabel 3) is er sprake van meer of minder wegzijging. Aan de hand van bodemkaarten van het te ontwikkelen natuurgebied is de kans op verzilten in te schatten.

**Tabel 3.** Grondwatertrappenindeling volgens Stichting voor Bodemkartering Wageningen, Algemene begrippen en indelingen, 1980 (ISBN 90 220 0754 5).

Grondwatertrap	I	II <sup>1</sup>	III <sup>1</sup>	IV	V <sup>1</sup>	VI	VII <sup>2</sup>
Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
Gemiddeld Laagste Grondwaterstand in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)

<sup>1</sup> een \* achter deze Gt-codes betekent een 'droger deel'. Om de gedachten te bepalen: met een GHG dieper dan 25 cm beneden maaiveld.

<sup>2</sup> een \* achter deze Gt-code duidt op een 'zeer droog deel', waarbij de GHG dieper dan 140 cm wordt verwacht.

Meten van oplosbaar zout in de bodem gebeurt door een verzadigde oplossing te maken van een grondmonster en hiervan een deel water via vacuüm filtratie te extraheren. Met een elektrische cel wordt de geleidbaarheid (EC, zoutindex) gemeten in deciSiemens per meter = dS/m = mmhos/cm (tabel 1: 1 dS/m = 100 mS/m). Deze maat wordt in de internationale literatuur veel gebruikt, omdat hiermee ook met zoutaccumulatie in de bodem rekening gehouden wordt. In het geval van verzilting van landbouwgronden via kwel hebben we (nog) niet te maken met accumulatie van zout in de bodem en de plant reageert in hoofdzaak op de concentratie van zout in het bodemvocht. Voor Zeeland kunnen we dus afgaan op het zoutgehalte in het bodemvocht. Indien de verzilting doorzet, wordt ook de structuur van de bodem aangetast. Kleideeltjes vallen uiteen wat verdichting van de grond tot gevolg heeft, organische stof valt uiteen en tot slot zoutophoping aan het grondoppervlak. Deze situatie zal zich in Zeeland niet voordoen. Het zoutgehalte wordt dan uitgedrukt in mg chloor per liter (Cl/l) of in grammen NaCl per liter bodemvocht (C-cijfer). De eerste wordt vrij algemeen toegepast, de tweede in hoofdzaak daar waar het landbouwkundige problemen betreft. De in de literatuur gebezigde elektrische geleidbaarheid, EC (zoutindex, dS/m), is om te rekenen naar concentratie van zout per liter water.

EC < 5 dS/m: zoutgehalte in mg/l = EC \* 640; C-cijfer = EC \* 0.64 g NaCl/l

EC > 5 dS/m: zoutgehalte in mg/l = EC \* 800; C-cijfer = EC \* 0.8 g NaCl/l

Het zoutgehalte kan worden bepaald in een monster water of grond. Bij het grondonderzoek worden onderscheiden het A-, B- en C-cijfer:

A = vochtgehalte van de grond (uitgedrukt in g per 100 g droge grond);

B = het NaCl-gehalte van de grond (in gram per 100 g droge grond);

C = het NaCl-gehalte van het bodemvocht (in gram NaCl per liter bodemvocht).

Omrekening kan geschieden met de formule:

$$C\text{-cijfer} = (1000 * B\text{-cijfer}) / A\text{-cijfer} \quad (A\text{-cijfer} = w\text{-getal} * 100)$$

(w-getal = massaverhouding vocht: massa vocht gedeeld door massa stoofdrome grond, watergetal)

Begrippen en omrekenfactoren:

zout = NaCl

1 mol NaCl = 58,44 g; 1 g NaCl = 17 mmol NaCl; 1 ppm NaCl = 1 mg NaCl / kg H<sub>2</sub>O = 1 mg/l

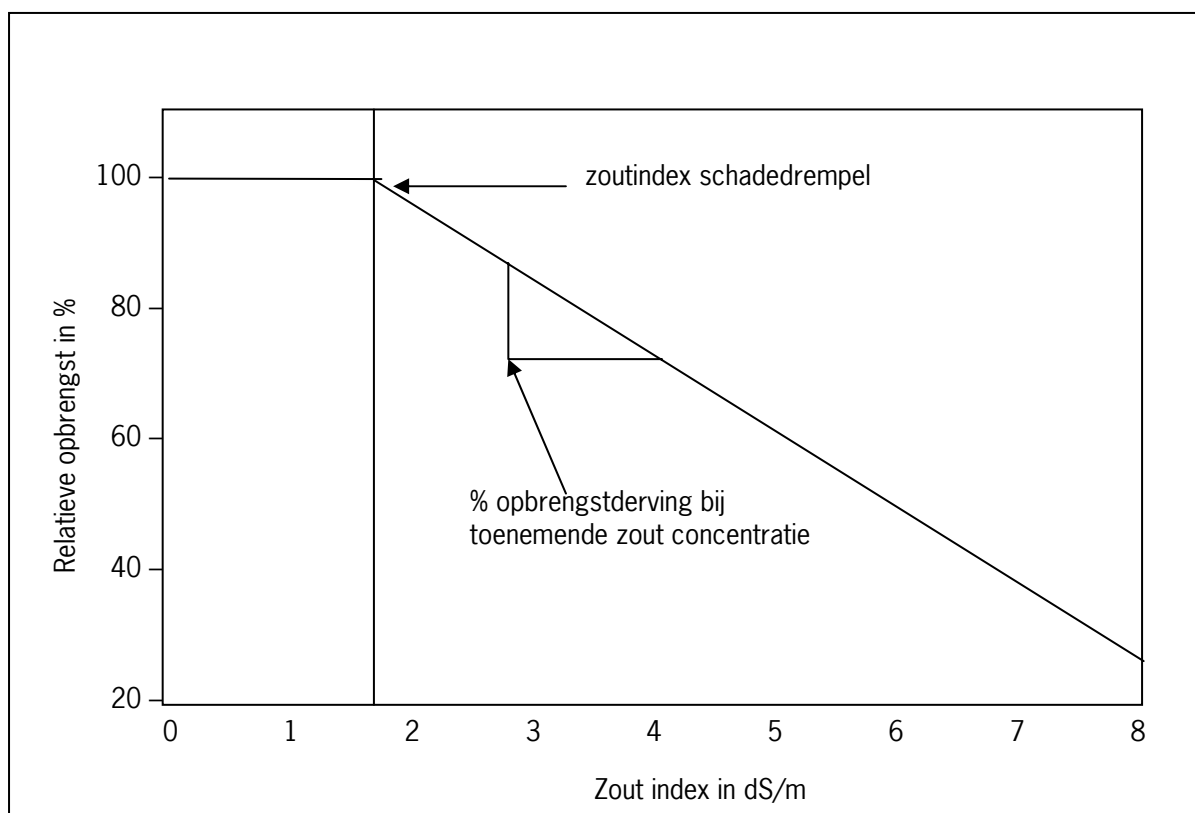
zeewater = 35.000 ppm NaCl = 35 gram per liter.

zeewater heeft een EC van ongeveer 44 dS/m (35.000/800=43.75).

Met behulp van bovenstaande kennis is het mogelijk voor een specifiek gebied aan de hand van metingen van EC en/of A-, B- of C-cijfers aan grondmonsters de gevolgen in te schatten voor de opbrengst van de op deze gronden geteelde gewassen.

### 2.3.2 Opbrengstderving bij toenemende verzilting

In figuur 2 is als voorbeeld het effect weergegeven van een toenemende zout concentratie (weergegeven als zoutindex) in het bodemvocht op de relatieve opbrengst van suikermais. Per gewas is in tabel 1 de schadedrempel weergegeven en de opbrengstreductie per eenheid dS/m (helling van de neergaande lijn).

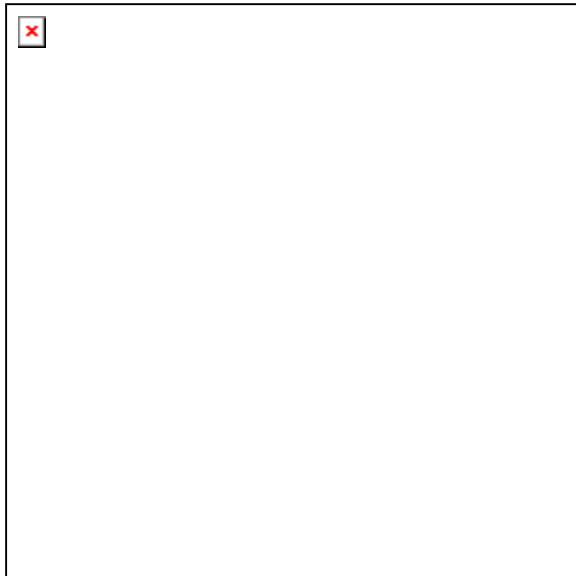


**Figuur 2.** Effect van toenemende zoutconcentratie op de relatieve opbrengst van suikermais vanaf de zoutindex schadedrempel (bron: Hanlon *et al.*, 2002).

De zoutindex varieert doordat neerslag of opname door het gewas oplosbare zouten verwijderen uit de wortelzone of als kunstmest zouten, kwel water en brak beregeningswater zouten toevoegen aan de bodem. De zoutindex varieert normaal gesproken ook horizontaal (bemesting depositie) en verticaal (diepte beworteling). Generaal reageert de plant op het gewogen gemiddelde van verzilting (EC) in de wortelzone. De tolerantie voor zoutwater is verder sterk afhankelijk van het groeistadium. Als er voldoende laaggehaltig zout water in de wortelzone aanwezig is om te voldoen aan de evapotranspiratie behoefte, zullen de meeste planten redelijk goed groeien, ondanks de aanwezigheid van hooggehaltig zout water in de normale bewortelingsdiepte. In tabel 1 worden de gewassen weergegeven op alfabet van de Engelse benaming. In kolom drie staat aangegeven waarop de tolerantie gebaseerd is (tuber = knol, grain = korrel, seed = zaad, ear = kolf, stem = stengel, pod = peul, root = wortel, shoot = bovengrondse massa, straw = stro, bud = bloemknop, spear = aspergestengel, head = kool, petiole = bladstengel, bulb = bol, top = krop, foliar injury

= blad beschadiging, seedling = kiemplant, nut = noot, trunk = stam, FW = versgewicht, DW = drooggewicht). In kolom vier is de zoutindex gegeven waar vanaf zouten de plantgroei gaan beïnvloeden (threshold = drempelwaarde). Kolom vijf geeft vervolgens de opbrengstreductie in procenten per eenheid zout toename in dS/m (slope = helling van de lijn in figuur 2 en 3).

Op basis van figuur 3 (uit [www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm)) zijn de gewassen in tabel 1 in te delen in groepen van gevoeligheid.



Figuur 3. Indeling van gewassen in groepen van gevoeligheid op basis van de hellingshoek van afname in opbrengst bij toename van de zoutconcentratie EC in dS/m.

De gegevens in tabel 1 zijn gebaseerd op gronden waar chloor het dominante anion is. Bij het maken van het verzadigde grondextract zal, door oplossen van  $\text{CaSO}_4$ , de EC van kalkrijke gronden 1-3 dS/m hoger zijn dan van kalkarme gronden bij dezelfde grondwaterconductiviteit op veldcapaciteit. Planten op kalkrijke gronden kunnen daardoor een 2 dS/m hogere EC tolereren dan op kalkarme gronden.

### 2.3.3 Checklist ter identificatie van zoutproblemen

Voor specifieke gebieden is onderstaande checklist een handig hulpmiddel:

Beregeningswater:

Meet de EC van het water. Als de EC groter is dan 2 dS/m, moet het water gemengd worden met water met een lagere EC of helemaal niet gebruikt worden.

Bodem:

Meet de EC van een 2:1 extract van een luchtdroge grond;

Converteer deze 2:1 meting naar een zoutindex (vermenigvuldigen met 8);

Of bepaal het C-cijfer en reken deze om naar  $EC = \text{zoutindex}$ ;

Gebruikt tabel 1 om na te gaan of de zoutindex de gewasgroei beïnvloed.

### 2.3.4 Opbrengstderving bij meer dan 1 mm kwel per dag

Bij een kwel van 2 mm per dag vindt in het bodemvocht een menging plaats van 1:1 zoutwater en zoetwater. Afhankelijk van de grondwaterstand komt dit zilte water meer of minder in contact met de wortels van het gewas dat hierop geteeld wordt. Stellen we een fluctuerende grondwaterstand voor tussen de -30 en -100 cm beneden maaiveld (is grondwatertrap afhankelijk), dat in de zomer de grondwaterstand dieper is, dat de meeste wortels zich bevinden in de bovenste 60 cm en dat de meeste wortels zich zullen ontwikkelen in de minst zoute omgeving, dan zal de plant te maken krijgen met ongeveer 10 % (gunstigste situatie) tot 30% (ongunstigste situatie) van de hoogste concentratie zout in het bodemvocht.

De hoogste concentratie is 1:1 oplossing = EC van ongeveer 22 (44/2) dS/m. Voor de plant betekent dit blootstelling aan een EC van ongeveer  $0.1 * 22 = 2.2$  (gunstig) tot  $0.3 * 22 = 6.6$  dS/m (ongunstig).

Bij een kwel van 3 mm wordt dit  $0.1 * 44 * 2 / 3 = 3.0$  tot  $0.3 * 44 * 2/3 = 8.8$  dS/m

Bij een kwel van 5 mm wordt dit  $0.1 * 44 * 4 / 5 = 3.5$  tot  $0.3 * 44 * 4/5 = 10.5$  dS/m.

In tabel 4 is de opbrengst derving gegeven voor de belangrijkste akkerbouwgewassen in Zuid-West Nederland. Hieruit blijkt dat vooral de consumptieaardappelen en de zaaiuien het eerste last krijgen van verzilting van de bodem. Bij verdergaande kwel zijn deze gewassen niet meer te telen.

**Tabel 4.** Opbrengst derving van enkele akkerbouw- en vollegroondsgroentegewassen als gevolg van kwel in de range van gunstig tot ongunstige situatie (10-30% van wortelgestel in aanraking met hoogste zoutconcentratie).

Gewas	Opbrengstderving 2 mm	Opbrengstderving 3 mm	Opbrengstderving 5 mm
Tarwe	0-7%	0-14%	0-30%
Gerst	0	0-5%	0-10%
Consumptieaardappelen	6-40%	12-60%	15-80%
Suikerbieten	0	0-10%	0-20%
Zaaiuien	10-45%	15-70%	20-100%
Spruiten	0-30%	10-50%	20-70%
Graszaad	0	0-20%	0-35%
Erwten	0-40%	5-60%	10-80%
Bonen	20-100%	35-100%	50-100%
Winterpeen	15-75%	30-90%	40-100%



### 3 Huidige bouwplan in Zuid-West Nederland

Hiervoor zijn de LEI statistieken van de periode 1996-2000 geraadpleegd: Bedrijfsresultaten, financiële positie en milieukegetallen van landbouwbedrijven.

**Tabel 5:** Bedrijfsopzet, gewassaldo en netto bedrijfsresultaat van het gemiddelde akkerbouwbedrijf in het Zuidwestelijk kleigebied.

	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Aantal bedrijven	3.200	3.370	3.170	2.800
Aantal steekproefbedrijven	67	67	57	55
Oppervlakte cultuurgrond	45,02	45,36	44,39	48,16
waarvan:				
blijvend grasland	1,60	1,57	1,29	1,70
kunstweide en voedergewassen	0,25	0,17	0,27	0,36
marktbaar gewassen	43,16	43,61	42,81	46,10
overige	0,01	0	0,02	0
	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Verdeling oppervlakte bouwland in %				
Tarwe	34	31	28	23
Gerst	2	3	2	5
Haver en rogge	0	0	0	0
Pootaardappelen	1	1	1	2
Consumptieaardappelen	18	18	20	20
Fabrieksaardappelen	0	0	0	0
Suikerbieten	17	16	17	17
Zaaiuien	3	3	3	3
Droge peulvruchten	3	2	1	1
Conserven	1	2	1	2
Handelsgewassen en landbouwzaden	10	11	14	10
Overige akkerbouwgewassen	6	5	6	8
Tuinbouwgewassen (incl. blijv. teelten)	2	2	2	3
Zaaklaar verhuurd land	3	4	4	6
Kunstweide en voedergewassen	1	0	1	1
Totaal	100	100	100	100
Saldo per ha wintertarwe	1.443	948	1.035	1.225
Saldo per ha zomergerst	1.389	1.071	1.094	1.053
Saldo per ha overige granen excl. korrelmais	994	980	0	1.121
Saldo per ha pootaardappelen	2.192	4.188	6.317	2.936
Saldo per ha consumptieaardappelen	803	2.845	3.753	617
Saldo per ha zetmeelardappelen	0	0	0	0
Saldo per ha suikerbieten	2.741	3.049	2.723	2.391
Saldo per ha zaaiuien	1.402	7.428	2.854	862
Saldo per ha graszaad	1.738	1.289	1.044	1.311
Gezinsinkomen uit het bedrijf	18.723	33.430	35.490	4.597
Nettobedrijfsresultaat	-31.760	-12.751	-11.889	-54.363

• Geldbedragen in euro's.

• Bron: Bedrijven-Informatienet van het LEI.

• Het LEI kan geen aansprakelijkheid aanvaarden voor transmissiefouten en voor conclusies en besluiten van gebruikers op basis van dit cijfermateriaal.

Uit de voorgaande tabel 5 kan afgeleid worden, dat het aantal bedrijven in Zuid-West Nederland afneemt maar dat een gemiddeld bedrijf in omvang toeneemt. Veehouderij en voedergewassen nemen totaal slechts 4% van de oppervlakte in beslag, akker- en tuinbouw meer dan 90%. Gevolgen van verzilting zullen voornamelijk berekend worden voor de akker- en tuinbouw bedrijven. In tabel 5 is de verdeling van de oppervlakte bouwland en saldo per gewas verder gespecificeerd.

In 1997 is een perspectievenstudie uitgevoerd voor de akkerbouw in het zuidwestelijke kleigebied (Smid, 1997). Daarin is uitgegaan van een zestal bedrijfsopzetten die daadwerkelijk in dit gebied kunnen voorkomen. Voor deze studie zal uitgegaan worden van deze zes bedrijfsopzetten (tabel 6).

**Tabel 6.** Bouwplan van de zes bedrijfsopzetten als voorbeelden van de huidige situatie in het zuidwestelijke kleigebied.

gewassen	bedrijfsopzetten					
	30A	30B	60A	60B	90A	90B
consumptieaardappelen	7.5	6	15	12	22.5	18
suikerbieten	3.1	5	10.1	10.2	15.3	15.3
zaaiuien		4	4.9	3.8		8.6
wintertarwe	5.6	7.6	20.1	20	24	33.8
zomergerst	4.4				6	
graszaad: Engels raai, 1 <sup>e</sup> jaars		3.4	4.9	9	10	8.6
stamslabonen		4				
doperwten	5		4		4.7	
spruitkool	4.4				6	
bruine bonen						4
winterpeen				4		
braak, regio 1			1	1	1.5	1.7
groenbemester, bladrammenas						
totale oppervlakte	30	30	60	60	90	90

Bij de bedrijfsopzetten is per bedrijfsgrootte van 30, 60 en 90 ha onderscheid gemaakt naar:

A – een meer intensieve variant van consumptieaardappelen (1:4 teelt);

B – een minder intensieve variant van consumptieaardappelen (1:5 teelt).

Het areaal aardappelen bestaat voor 30% uit AM-resistente rassen. Het areaal suikerbieten bedraagt 17%, waarbij een combinatie van suikerbieten met spruiten maximaal 25% van de totale oppervlakte beslaat. Spruiten worden in het bouwplan gevolgd door brouwgerst, ervan uitgaande dat het zaaien van wintertarwe niet meer mogelijk is. Naast de aardappelen, suikerbieten, granen, graszaad en uien komt een aantal contractgewassen voor zoals conservenerwten, stamslabonen en bruine bonen. In de bedrijfsopzetten wordt het zaaien en oogsten van deze contractgewassen en van de suikerbieten altijd door de loonwerker uitgevoerd. Bij de kleine bedrijven worden de meeste werkzaamheden door de loonwerker uitgevoerd, terwijl bij de grote bedrijven het meeste met eigen mechanisatie wordt uitgevoerd. Gedetailleerde uitgangspunten zijn vermeld in de publicatie nr. 86, Perspectieven voor de akkerbouw in het zuidwestelijk kleigebied. Op basis hiervan zijn de saldi van de gewassen in de uitgangssituatie berekend (tabel 7) en netto bedrijfsresultaten voor de genoemde bedrijfsopzetten doorgerekend (tabel 8).



**Tabel 7.** Saldi van de gewassen in de uitgangssituatie.

gewas	fysieke opbrengst (ton/ha)	prijs (€/kg)	bruto opbrengst (€/ha)	totale toegerekende kosten (€/ha)	saldo (€/ha)
consumptieaardappelen	48.6	0.10	4852	1818	3034
suikerbieten	59.6	0.05	3289	1127	2162
zaaiuien	46.4	0.09	4211	2105	2106
wintertarwe	9.0	0.13	1809	664	1145
brouwgerst	6.7	0.14	1579	379	1200
graszaad: Engels raai, 1 <sup>e</sup> jaars	1.5	0.79	1805	761	1044
stamslabonen	13.0	0.13	1711	810	901
doperwten	5.7	0.25	1448	778	670
spruitkool	21.5	0.40	8665	3194	5471
bruine bonen	2.7	0.70	1899	884	1015
winterpeen	77.0	0.16	12229	9687	2542
braak			446	67	379
groenbemester				96	-96

**Tabel 8.** Netto bedrijfsresultaat (x 1000 euro) van de zes bedrijfsopzetten in de huidige situatie (1997) in het zuidwestelijke kleigebied.

	bedrijfsopzetten					
	30A	30B	60A	60B	90A	90B
netto bedrijfsresultaat	-48	-47	-45	-40	-53	-61

Het netto bedrijfsresultaat is het verschil tussen de totale opbrengsten en de totale kosten en geeft hiermee inzicht in de winstgevendheid van een bedrijfsopzet. Een negatief netto bedrijfsresultaat leidt niet direct tot bedrijfsbeëindiging. In de meeste gevallen levert de ondernemer en zijn gezin een groot deel van de arbeid. Door genoeg te nemen met een lage beloning voor arbeid en een vergoeding voor het ingezette kapitaal die lager is dan de rente op de kapitaalmarkt, kan een bedrijf nog lange tijd blijven bestaan.

In alle opzetten is het netto bedrijfsresultaat negatief; dit houdt in dat alle kosten niet volledig worden vergoed. Het ondernemersinkomen (hier niet vermeld), beloning voor inzet eigen arbeid en vermogen, is positief, maar de variatie is aanzienlijk. Hoe groter het bedrijf, hoe hoger het ondernemersinkomen. Een dalend netto bedrijfsresultaat heeft ook daling van het ondernemersinkomen tot gevolg.

In het volgende hoofdstuk is berekend wat het gevolg is van een toenemende zoutconcentratie in het bodemvocht op de opbrengst van de geteelde gewassen en daarmee de reductie op saldoniveau. Gezien de effecten van opbrengstreductie is hiermee ook de afname van het netto bedrijfsresultaat te bepalen.



## 4 Gevolgen van verhoogde zoutconcentratie voor aangrenzende percelen

### 4.1 bij minder dan 1 mm kwel per dag

Geen problemen.

### 4.2 bij meer dan 1 mm kwel per dag

Uit tabel 9 blijkt al een achteruitgang in het netto bedrijfsresultaat bij 1 tot 2 mm zeewater kwel, vooral wanneer de bodemomstandigheden ongunstig zijn. Duidelijk blijkt dat de omstandigheden waaronder kwel optreedt belangrijker zijn dan de mate waarin kwel optreedt. Per gebied zal dus bekeken moeten worden tot welke mate de gewassen blootgesteld worden aan verhoogde zoutconcentraties in de bodem. Bij een hoge grondwaterstand is de kans op schade het grootst, zodanig dat de huidige bouwplannen geen opbrengst meer geven.

**Tabel 9.** Achteruitgang in netto bedrijfsresultaat (x 1000 euro) van de zes bedrijfsopzetten bij toenemende kwel in de gunstigste en in de ongunstigste situatie in het zuidwestelijke kleigebied.

netto bedrijfsresultaat, achteruitgang in k€ t.o.v. huidig	bedrijfsopzetten					
	30A	30B	60A	60B	90A	90B
1 tot 2 mm kwel, gunstig	-2.1	-4.6	-6.1	-8.1	-6.3	-9.8
1 tot 2 mm kwel, ongunstig	-27.3	-25.3	-40.0	-46.9	-60.0	-57.0
2 tot 3 mm kwel, gunstig	-7.9	-8.0	-11.4	-15.5	-17.5	-17.5
2 tot 3 mm kwel, ongunstig	-43.9	-37.7	-65.8	-70.3	-101.1	-91.7
meer dan 3 mm, gunstig	-12.6	-10.6	-14.7	-20.1	-25.4	-22.8
meer dan 3 mm, ongunstig	-61.1	-51.5	-94.2	-94.5	-144.0	-130.8

Bij een opbrengst die lager is dan de kosten voor oogsten, worden geen oogstkosten en opbrengsten meegerekend, de oogstbewerkingen komen dan logischerwijs te vervallen. De overige teeltkosten (gewasbescherming, kunstmest etc.) zijn bij alle teelten gelijk gehouden als in de uitgangssituatie.



## 5 Conclusies en discussie

Wanneer in bepaalde gebieden zout water wordt toegelaten, zal rekening gehouden moeten worden met de gevolgen daarvan voor de omliggende percelen. Afhankelijk van de optredende kwel en de hoogte van de grondwaterstand zal de omgeving kunnen verzilten. Kwel is weer afhankelijk van de geologie en hydrologie van de ondergrond en de hoogte van het zoute water ten opzichte van het land. Per geval zal daarom bekeken moeten worden wat de maximale kwel kan zijn en tot hoever deze kwel het omliggende gebied kan beïnvloeden. Ook de mogelijkheden tot beregenen zullen beperkt kunnen worden als gevolg van verzilting. Brak water tot 1000 ppm zout is niet meer te gebruiken als beregeningswater. Wanneer zoet water opgepompt kan worden en direct gebruikt voor beregening, zullen de gevolgen vertraagd kunnen worden door menging van zoet water met de zoute kwel en terugdringing door het geforceerde neerslagoverschot. In de directe omgeving van verzoute gebieden zal de akkerbouw zich moeten aanpassen en de mogelijkheden van multifunctioneel grondgebruik onderzoeken of kan de landbouw mogelijk zelfs verdwijnen. Gezien de achteruitgang in netto bedrijfsresultaat, zeker in een ongunstige situatie, is het huidige bouwplan niet meer rendabel. Mogelijke alternatieve gewassen die zouttolerant zijn, zijn gewassen waarvoor nog een markt ontwikkeld moet worden en op dit moment dus nog geen alternatief zijn.



## Geraadpleegde bronnen

Massop, H.Th.L., T. Kroon, P.J.T. van Bakel, W.J. de lange, A. van der Giessen, M.J.H. Pastoors & J. Huygen, 2000: *Hydrologie voor STONE; Schematisatie en parametrisatie*. Gepubliceerd in 2000; 102 pp.

Annon. 2002. LEI statistieken: Bedrijfsresultaten, financiële positie en milieukegetallen van landbouwbedrijven.

Department of Agriculture – Western Australia: Salinity tolerance of plants.

Commonwealth of Australia: Information step E4 – Productive uses of saline resources.

Sherwin Kashani, Shenton College, Australia: Alternative solutions to salinity.

Land & Water Management, Department of Sustainability and Environment, Victoria, Australia: Salinity indicator plants.

<http://64.139.19.181/archive/2000.06/msg00000.html>: Salt-tolerant plants.

<http://pas.byu.edu/AgHrt282/Saline/>: 12 slides about Salt tolerant crops.

International Center for Biosaline Agriculture: Production and Management Systems.

Yensen, NP, 1999. Halophyte database, Salt-tolerant plants and their uses.

Moncharoen et al., 1992. Strategies for utilizing salt affected lands.

Glenn, EP, J Jed Brown and LW O'Leary, 1998. Irrigating crops with seawater. *Scientific American*, august 1998, pp. 76-81.

Lieth, H and AA Al Masoom, 1993. Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Series: Tasks for vegetation science, Vol. 28. Kluwer Academic Publishers.

San Diego Jewish Press-Heritage: Desert Sweets, tomatoes, melons and wine grapes cultivated with salt water of Negev, March 21, 1997.

Nuclear Institute of Agriculture, Tando Jam, Pakistan, 2002: Saline agriculture and Pakistan.

Bosch, H en P de Jonge, 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. PAV publicatie nr. 47, juni 1989, 252 p.

Hanlon, EA, BL McNeal and G Kidder, 2002. Soil and Container media electrical conductivity interpretations. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences.

NRLO rapport nr. 2000/10: Bioproductie en ecosysteemontwikkeling in zoute condities. Kennis- en innovatieopgaven, ISBN 90 – 5059 – 111 – 6, 38 p.

NRLO rapport nr. 2000/11: Bioproductie en ecosysteemontwikkeling in zoute condities. Essay, literatuurscan en interviews, ISBN 90 – 5059 – 112 – 4, 89 p.

[www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e0e.htm)

[www.zeeland.nl/loket/publicaties](http://www.zeeland.nl/loket/publicaties)

Bresler, E, BL McNeal and DL Carter, 1982. Saline and sodic soils, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 236 p.

Smid, J, 1997. Perspectieven voor de akkerbouw in het Zuidwestelijk kleigebied. PAV pub. nr. 86, 61 p.

