

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS
IN NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR DE BLOEMISTERIJ
IN AALSMEER

INFORMATIE EN KENNISCENTRUM,
AFD. GLASGROENTE EN BESTUIVING

NORMEN VOOR WATERKWALITEIT IN DE GLASTUINBOUW

Aan deze uitgave van de Voedingsoplossingen Glastuinbouw
werkten mee:

- C. Sonneveld: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk
- C. de Kreij: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk
- A. van der Wees: Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw
Afdeling Glasgroente en Bestuiving

Vijfde druk

No. 11

juli 1991

Serie Voedingsoplossingen glastuinbouw

Prijs f 10,-



INHOUD	PAGINA
Introductie	1
Eenheden	1
Electrisch geleidingsvermogen, natrium en chloor	3
Stikstof, fosfaat en kali	12
Calcium en magnesium	13
Sulfaat	15
Bicarbonaat	16
pH	18
IJzer	19
Micro-elementen	21
Borium	21
Fluor	21
Zink	21
Mangaan	22
Koper	22
Bromide	23

Introductie

In deze brochure zijn gegevens opgenomen over waardering van analyseresultaten van wateronderzoek voor tuinbouw onder glas. Bij de interpretatie is rekening gehouden met het gebruik van water als gietwater voor teelten in kasgrond en voor teelten in substraten. Ook is voor zover nodig een interpretatie gegeven voor gebruik in recirculatiesystemen. Aanvullingen en opmerkingen blijven van harte welkom.

Eenheden

De chemische eenheden zijn aangepast aan het S.I. Bij berekeningen kunnen de volgende atoommassa's worden gebruikt:

Element	Symbool	Atoommassa
Waterstof	H	1
Borium	B	10.8
Koolstof	C	12
Stikstof	N	14
Zuurstof	O	16
Fluor	F	19
Natrium	Na	23
Magnesium	Mg	24.3
Fosfor	P	31
Zwavel	S	32.1
Chloor	Cl	35.5
Kali	K	39.1
Calcium	Ca	40.1
Mangaan	Mn	54.9
IJzer	Fe	55.9
Koper	Cu	63.6
Zink	Zn	65.4
Broom	Br	79.9
Molybdeen	Mo	95.9

In deze adviesbasis zijn niet de normen voor ketelwater behandeld, omdat deze buiten het kader van de teeltkundige aspecten vallen. Uit de analyses kan de hardheid van water echter wel worden berekend. Hiervoor gelden de volgende regels.

Tijdelijke hardheid (in °D) = 2.8 maal $\text{mmol HCO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$.

Totale hardheid (in °D) = 5.6 maal $\text{mmol (Ca + Mg) \cdot l}^{-1}$.

Electrisch geleidingsvermogen, natrium en chloor

Het electrisch geleidingsvermogen (EC) van gietwater is een maat voor het totale gehalte aan ionen. Het verschaft geen informatie over de aard van de ionen die in het water aanwezig zijn. De belangrijkste ionen die in grond- en oppervlakte water in Nederland voorkomen zijn natrium (Na), chloor (Cl), Calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfaat (SO_4) en bicarbonaat (HCO_3). Sommige van deze ionen, zoals calcium, magnesium en sulfaat, kunnen als voedings-elementen worden aangemerkt, mits ze bepaalde concentraties niet overschrijden. Voor andere ionen, zoals natrium en chloor is dit niet het geval. Interpretatie van EC, natrium en chloor vindt daarom plaats in onderlinge samenhang. Vanuit de analyseresultaten kan het water ingedeeld worden in klassen volgens tabel 1*. Tabel 2 geeft vervolgens parameters,

Tabel 1. Indeling van gietwater in kwaliteitsklassen

Kwaliteits- klassen	EC mS.cm^{-1} (25 °C)	Na mmol.l^{-1}	Cl mmol.l^{-1}
1.1	< 0.5	< 1.5	< 1.5
1.2	< 0.5	1.5 - 3.0	1.5 - 3.0
1.3	< 0.5	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5
2.1	0.5 - 1.0	< 1.5	< 1.5
2.2	0.5 - 1.0	1.5 - 3.0	1.5 - 3.0
2.3	0.5 - 1.0	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5
3.1	1.0 - 1.5	< 1.5	< 1.5
3.2	1.0 - 1.5	1.5 - 3.0	1.5 - 3.0
3.3	1.0 - 1.5	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5

* Indien Na en Cl niet gelijk zijn, bepaalt het hoogste gehalte van één van deze elementen de klasse-indeling.

Tabel 2. Zoutgevoeligheid, teeltmethode en gietmethode voor waardering van waterkwaliteit

Zoutgevoeligheid van gewassen

1. Zeer gevoelig
2. Gevoelig
3. Tolerant

Teeltmethode

- .1. Grond
- .2. Substraat met drainage (doorspoeling > 20%)
- .3. Substraat met beperkte drainage (doorspoeling \leq 20%)
- .4. Substraat zonder drainage

Gietmethode

- .1. Druppelbevloeiing
 - .2. Regenleiding
 - .3. Eb-vloed systeem
-

die voor de waardering van belang zijn en tabel 3 geeft een indeling van de gewassen naar zoutgevoeligheid. Daarna kan in tabel 4 worden nagegaan of het water voor een bepaald gewas, bij een bepaalde teelt- en gietmethode geschikt is. Indien in deze tabel is aangegeven dat de geschiktheid afhankelijk is van de verdere chemische samenstelling, dan betekent dit dat een sterk eenzijdige ionensamenstelling meestal ongunstig is. Wanneer de EC van het water is opgebouwd uit een redelijke verhouding van verschillende ionen, zoals K, Ca, Mg, NO_3 , HCO_3 en SO_4 , dan is een wat hoge EC veel minder bezwaarlijk dan wanneer de EC wordt veroorzaakt door een hoge concentratie van slechts enkele ionen. Raadpleeg hierbij ook de opmerkingen bij de waardering voor de verschillende ionen.

Tabel 3a. Gewasindeling zoutgevoeligheid

	Zeer gevoelig	Gevoelig	Tolerant
Groenten:			
	Boon	Komkommer	Tomaat
		Paprika	Spinazie
		Aubergine	Andijvie
		Sla	Radijs
Snijbloemen:			
	Anthurium	Gerbera	Anjer
	Cymbidium	Hippeastrum	Chrysan
		Alstroemeria	Bouvardia
		Roos	Euphorbia fulgens
		Anemoon	Gypsophila
		Tulp	Freesia

Pot- en perkplanten: zie afzonderlijke bladzijden.

Tabel 3b. Zoutgevoeligheid pot- en perkplanten

Klasse zeer gevoelig

Adiantum
Azalea
Calceolaria
Cattleya
Coffea
Davallia
Didymochlaena
Episcia
Erica
Ficus (pumila)
Fittonia
Gardenia
Gesneria
Ixora
Microcoelum
Microlepia
Nertera
Paphiopedilum
Pellaea
Phalaenopsis
Phlebodium
Pinus (silver crest)
Platynerium
Primula
Pteris
Saintpaulia
Selaginella
Sinningia
Soleirolia
Streptocarpus
Tillandsia
Vriesea
Vuylstekeara

Tabel 3c. Zoutgevoeligheid pot- en perkplanten

Klasse gevoelig

Abutilon
Acalypha
Achimenes
Acorus
Aechmea
Aeschynanthus
Ageratum
Aglaonema
Allamanda
Ampelopsis
Ananas
Antirrhinum
Anthurium
Aphelandra
Araucaria
Ardisia
Areca
Asparagus
Aspidistra
Asplenium
Aucuba
Begonia (potpl. - kleinbl.)
Begonia
Beloperone
Blechnum
Bougainvillea
Browallia
Brunfelsia
Calathea
Calceolaria
Callistephus
Camellia
Campanula
Canna
Capsicum
Carex
Caryota
Catharanthus
Celosia
Chamaedorea
Chamaerops
Chlorophytum
Cryptanthus
Chrysanthemum
Citrus
Cissus
Cleome
Clerodendrum
Cleyera
Clivia
Cocos

Codiaeum
Codonanthe
Coleus
Columnea
Cordyline
Crossandra
Ctenanthe
Cuphea
Cupressus
Cyperus
Cyrtomium
Cytisus
Dahlia
Dieffenbachia
Dipladenia
Dizyhoteca
Dracaena
Duchesnea
Eucalyptus
Euphorbia pulcherrima
Euterpe
Exacum
Fatshedera
Fatsia
Ficus
Fuchsia
Gazania
Gerbera
Glecoma
Gloriosa
Grevillea
Guzmania
Gynura
Hebe
Hedera
Heliotropium
Hibiscus
Hippeastrum
Howeia
Hydrangea
Hypocyrta
Hypoestes
Impatiens
Ipomoea
Iresine
Jacaranda
Jacobinia
Jasminum
Kalanchoë
Kochia
Lagerstroemia
Lantana
Laurus
Leea
Lobelia
Maranta

Medinilla
Mikania
Mirabilis
Monstera
Musa
Myosotis
Nemesia
Nephrolepis
Nerium
Nicotiana
Oxalis
Pachystachys
Parthenocissus
Passiflora
Penstemon
Peperomia
Petunia
Philodendron
Pilea
Pisonia
Pittosporum
Plectranthus
Plumbago
Polyscias
Portulaca
Punica
Rhoeo
Rosa
Salpiglossis
Salvia
Sansevieria
Saxifraga
Schefflera
Schizanthus
Scindapsus
Scirpus
Senecio
Solanum
Sparmannia
Spathiphyllum
Stephanotis
Stereospermum
Strobilanthes
Stromanthe
Syngonium
Tagetes
Thunbergia
Tolmiea
Tradescantia
Trevesia
Verbena
Viola
Washingtonia
Yucca
Zantedeschia
Zebrina

Tabel 3d. Zoutgevoeligheid pot- en perkplanten

Klasse tolerant

Aeonium
Agave
Aloë
Beaucarnea
Cactus
Ceropegia
Clusia
Crassula
Cycas
Cyclamen
Echeveria
Epiphyllum
Euonymus
Euphorbia (succ.)
Euphorbia milli
Hoya
Jatropha
Pachypodium
Pandanus
Pedilanthus
Pelargonium
Phoenix
Rhipsalidopsis
Rochea
Schlumbergera
Sedum
Senecio
Zamia

Tabel 4. Waardering van het gietwater van de verschillende kwaliteitsklassen

Gewas groep	Teelt- methode	Giet- methode	Kwaliteitsklassen								
			1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3
1	1	1	X	0		X	0		0		
1	1	2	X	0		X	0		0		
1	2	1	X	0		X	0		0		
1	2	2	X	0		X	0		0		
1	2	3	X	0		X	0		0		
1	3	1	X			X					
1	3	2	X			X					
1	3	3	X			X					
1	4	1	X			X					
1	4	2	X			X					
1	4	3	X			X					
2	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	1	2	X	X		X	X		X	X	
2	2	1	X	X		X	X		0	0	
2	2	2	X	X		X	X		0	0	
2	2	3	X	X		X	X		0	0	
2	3	1	X			X			0		
2	3	2	X			X			0		
2	3	3	X			X			0		
2	4	1	X			X			0		
2	4	2	X			X			0		
2	4	3	X			X			0		
3	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	2	1	X	X		X	X		0	0	
3	2	2	X	X		X	X		0	0	
3	2	3	X	X		X	X		0	0	
3	3	1	X	0		X	0		0		

Gewas groep	Teelt- methode	Giet- methode	Kwaliteitsklassen								
			1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3
3	3	2	X	0		X	0		0		
3	3	3	X	0		X	0		0		
3	4	1	X			X			0		
3	4	2	X			X			0		
3	4	3	X			X			0		

X - geschikt

0 - geschiktheid afhankelijk van de verdere chemische samenstelling (zie toelichting in de tekst).

N.B. Overige combinaties niet geschikt

Stikstof, fosfaat en kali

Onder normale omstandigheden worden in grond- en oppervlaktewater slechts beperkte hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali gevonden. Gewoonlijk niet meer dan enkele tienden mmol.l^{-1} . Hogere gehalten duiden veelal op sterke verontreiniging van het water met bijvoorbeeld drainwater van land- of tuinbouwgronden, industrieel- of huishoudelijke afvalwater of lozing van gier door veeteeltbedrijven.

Beneden bepaalde grenzen is de aanwezigheid van bovengenoemde stoffen in het water niet schadelijk, omdat ze als plantevoeding dienen. Het verdient wel aanbeveling altijd aard en oorzaak van de verontreiniging op te sporen. Stikstof kan in water zowel in nitraatvorm als in ammoniumvorm voorkomen. Ammoniumstikstof kan de ontijzering van water storen.

Calcium en magnesium

Calcium en magnesium zijn voedingselementen voor de plant. Indien ze echter in grotere hoeveelheden in het gietwater voorkomen dan ze door de plant worden opgenomen, blijven ze in de grond of het substraat achter en verhogen onnodig de ionenconcentratie van het bodemvocht. Naast dit effect kunnen calcium en magnesium hinderlijk zijn door vorming van neerslag met bicarbonaat; terwijl calcium ook neerslag kan vormen met sulfaat. Zie hierover de beschrijving bij bicarbonaat en sulfaat. Calcium en magnesium zijn dus slechts schadelijk indien de gehalten bepaalde grenzen overschrijden. Dit geldt slechts, indien met de aanwezigheid van calcium en magnesium bij de bemesting rekening wordt gehouden en de benodigde hoeveelheden niet reeds met de bemesting worden toegediend of door de grond zelf worden geleverd.

Bij de meeste gewassen treden geen specifieke ion effecten op indien niet zeer hoge calcium of magnesiumgehalten worden bereikt.

In het algemeen is 0.5 tot 1.5 mmol.l⁻¹ magnesium en 2 - 4 mmol.l⁻¹ calcium in een voedingsoplossing nodig. Boven deze waarden wordt het gehalte aan ionen van het gietwater onnodig verhoogd en zal dus opbrengstreductie veroorzaken als de toelaatbare grenzen voor de EC worden overschreden. Globaal kunnen de onderstaande richtlijnen worden aangehouden.

Wanneer in recirculatiesystemen wordt gewerkt, wordt in het geheel geen calcium of magnesium uit het wortelmilieu afgevoerd met het drainwater. De gehalten mogen dan niet hoger zijn dan de opname door het gewas.

Afhankelijk van de teelt wordt 0.7 - 2.0 mmol Ca en 0.3 - 0.7 mmol Mg per liter water opgenomen.

Ca (mmol.l⁻¹)

geschiktheid

< 2

geschikt

2 - 4

geschikt bij voldoende mogelijkheden
voor doorspoelen

4 - 6

bij mogelijkheden voor veel door-
spoelen nog geschikt

> 6

minder geschikt

Mg (mmol.l^{-1})

geschiktheid

< 0.5

geschikt

0.5 - 2

geschiktheid is afhankelijk van behoefte,
doorspoelen kan nodig zijn

> 2

minder geschikt

Sulfaat

Vrijwel alle grond- en oppervlaktewater bevat enig sulfaat; soms worden zelfs hoge gehalten gevonden. Sulfaat is noodzakelijk voor plantengroei. Hoge concentraties zijn niet specifiek schadelijk voor de meeste gewassen, maar omdat ze dan onnodig het zoutgehalte van gietwater verhogen zijn ze toch nadelig indien de grenzen voor de EC daardoor worden overschreden. Bij hoge sulfaatgehalten kan bij watergeven over het gewas heen neerslag van calciumsulfaat (gips) op de bladeren worden afgezet. Deze neerslag is vaak moeilijk te verwijderen, omdat gips vrijwel niet meer in oplossing is te krijgen.

Voor de meeste gewassen is $0.5 - 1.5 \text{ mmol.l}^{-1}$ sulfaat voldoende voor de voeding. Bij een dergelijk gehalte moet dus meestal geen sulfaat meer met de bemesting worden toegediend. Bij hogere gehalten zal extra doorspoeling nodig zijn.

Bicarbonaat

Bicarbonaat komt in vrijwel alle grond- en oppervlaktewater in Nederland voor. Desondanks wordt het in de bodemoplossing in de grond gewoonlijk slechts in geringe hoeveelheden aangetroffen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat in de bodemoplossing meestal veel calcium en magnesium aanwezig is. Bicarbonaat slaat met deze ionen neer als calcium- en magnesiumcarbonaten.

Bicarbonaat in water kan verschillende nadelen hebben. In de eerste plaats kan het zoals gezegd neerslaan met calcium en magnesium. Indien het water zelf niet voldoende calcium en magnesium bevat zal dit aan de bodemoplossing worden onttrokken, waardoor deze te arm aan deze elementen wordt. Een tweede aspect is de stijging van de pH van de grond die door bicarbonaathoudend water wordt veroorzaakt. Een derde effect is vervuiling van de gewassen als over het gewas heen wordt beregend.

Voor wat betreft het eerste effect moet gelden, dat het gehalte aan bicarbonaat uitgedrukt in equivalenten niet groter mag zijn dan calcium en magnesium tesamen, ook uitgedrukt in equivalenten; dus

$$\text{aantal mmol HCO}_3 \leq 2 \text{ maal het aantal mmol (Ca + Mg)}$$

Op gronden waar gegoten wordt met water dat niet aan bovengenoemde eis voldoet, ontstaat op den duur een dichte structuur en een zeer hoge pH. Vervuiling van de planten en verhoging van de pH ontstaan als het water enkele $\text{mmol.l}^{-1} \text{HCO}_3$ bevat.

In beperkte wortelvolumen kan de pH-verhoging echter al eerder hinderlijk worden; vooral als het substraat weinig buffer heeft. Teneinde aan de pH-verhoging te ontkomen kan zuur worden gedoseerd. De volgende reactie verloopt dan;



Het zuur moet dus in equivalente hoeveelheid met het bicarbonaat worden gedoseerd. Voor de tuinbouw is het gebruik van salpeterzuur en fosforzuur het meest geëigend. Voor het neutraliseren van $1 \text{ mmol HCO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ dient 63 mg HNO_3 of 98 mg H_3PO_4 (100%) te worden gedoseerd.

Door het doseren van zuur wordt ook het vervuilen van het gewas grotendeels voorkomen, omdat geen carbonaten meer gevormd kunnen worden. Als het water veel sulfaat bevat kunnen nog wel vlekken ontstaan door neerslag van calciumsulfaat.

Water waarin bicarbonaat is geneutraliseerd met zuur blijft vrij lang agressief en mag dus alleen in contact komen met corrosie bestendige materialen. De agressiviteit ontstaat door het gevormde koolzuur dat slechts langzaam ontwijkt. Het evenwicht tussen $(H_3O) \cdot (HCO_3)$ en (CO_2) in de constante

$$K = \frac{(H_3O) \cdot (HCO_3)}{(CO_2)}$$

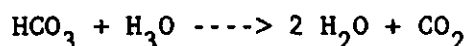
wordt verstoord. Een nabehandeling van het water kan de agressiviteit opheffen. Bij zeer hoge HCO_3 -gehalten ($HCO_3 > 10 \text{ mmol/l}$) moet het water minder geschikt worden geacht. De hoeveelheid HCO_3 is dan zodanig groot dat het zich minder leent voor neutralisatie. Zonder neutralisatie wordt de stijging van de pH in de grond of het substraat vaak een hinderlijk probleem.

pH

De pH van veel water in Nederland ligt tussen 6.5 en 8.5. In oppervlaktewater van veenkoloniale gebieden en in grondwater worden wel lagere waarden gevonden.

De pH van water moet altijd worden geïnterpreteerd in samenhang met de capaciteit van de aanwezige buffer. Verbindingen die in water als buffer voorkomen zijn fosfaat, humuszuren en bicarbonaat. In natuurlijk water zijn de twee eerstgenoemde van weinig belang. Bicarbonaat is echter een belangrijke buffer voor pH-waarden tussen 5.5 en 7.5.

Bij toevoeging van zuur aan bicarbonaathoudend water verloopt de volgende reactie.



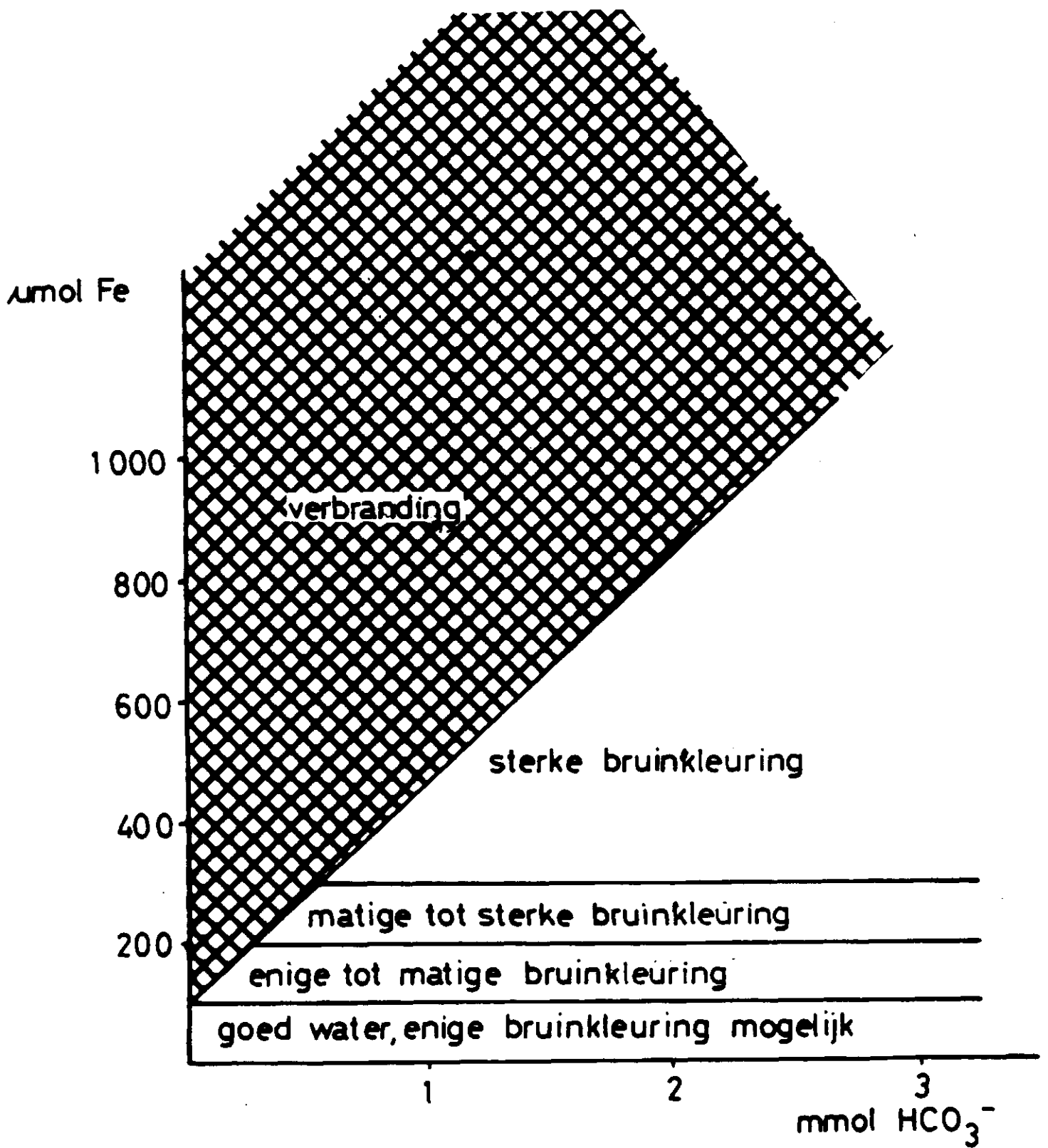
De H_3O ionen worden grotendeels op deze wijze geneutraliseerd en de veranderingen in pH zijn slechts gering zolang nog HCO_3 aanwezig is. Hoge pH-waarden komen voor in water waarin algen groeien. Dit wordt veroorzaakt door onttrekken van CO_2 aan het water. Het CO_2 -gehalte van het water is dan niet meer in evenwicht met het gehalte in de lucht. In water waarin het CO_2 -gehalte niet in evenwicht is met het CO_2 -gehalte in de lucht doen zich gemakkelijk pH-veranderingen voor bij schudden. Bij onderverzadiging of oververzadiging treedt dan respectievelijk daling of stijging van de pH op.

IJzer

IJzer is weinig toxisch voor de plant maar kan zeer hinderlijk zijn als het vervuiling van materialen, gewas en kasopstanden geeft. Dit komt doordat ijzer dat in gietwater aanwezig is bij toetreding van zuurstof gemakkelijk uitvlokt. Voorts kan in bepaalde gevallen als gevolg van het uitvlokken van ijzer de pH van het gietwater zodanig laag worden dat bladverbranding optreedt. De grenzen voor het toelaatbare ijzergehalte van gietwater zijn tamelijk genuanceerd. Enerzijds omdat de eisen naar omstandigheden variëren en anderzijds omdat de snelheid van uitvlokken van het ijzer sterk uiteen kan lopen. In veel gevallen kan worden volstaan met interpretatie aan de hand van bijgaande figuur. Dit houdt in dat met een ijzergehalte tot 100 umol.l^{-1} redelijk kan worden gewerkt in de glastuinbouw. Hierbij dienen echter de volgende punten bij de interpretatie te worden betrokken.

Indien vervuiling van gewas, opstanden en sproei-apparatuur geen rol spelen, zoals bijvoorbeeld in gevallen waar met laagspoeiende regenleidingen wordt gewerkt, worden hogere ijzergehalten dan 100 umol.l^{-1} veelal niet als hinderlijk ervaren.

Bij gebruik van druppelbevloeiing treedt zeer gemakkelijk vervuiling van het druppelsysteem op door uitvloeking van ijzer. In feite zou het ijzergehalte dan nul moeten zijn, maar moet zeker beneden 10 umol.l^{-1} blijven. Als het water rijk is aan organische stof, is een gehalte tot $10 \text{ à } 20 \text{ umol.l}^{-1}$ wel toelaatbaar. Het aanwezige ijzer is dan geadsorbeerd aan het organische materiaal en vlokt vrijwel niet uit. Dezelfde eisen moeten ook worden gesteld aan water dat wordt gebruikt voor stekken onder waternevel. Gietwater dat wordt gebruikt voor beregening over gewassen met hoge eisen ten aanzien van bladvervuiling, zoals potplanten en bladhoudende sierheesters, moet ook aan strengere eisen voldoen. Het ijzergehalte mag dan niet boven $25 \text{ à } 50 \text{ umol.l}^{-1}$ zijn.



Micro-elementen

Bepaalde elementen kunnen in gietwater bij zeer lage concentraties reeds schadelijk zijn voor de plantengroei. De schade wordt dan veroorzaakt door opname van een te grote - voor de plant toxische - hoeveelheid van dit element. In het volgende worden enkele elementen besproken, waarmee problemen voorkomen.

Borium

In het algemeen wordt gesteld dat boriumvergiftiging kan optreden bij een gehalte van 100 umol.l^{-1} borium in het wortelmilieu. Dit houdt in dat indien met enige accumulatie rekening wordt gehouden liefst niet meer dan 50 umol.l^{-1} in het gietwater aanwezig moet zijn. Voor water- en substraat-cultures met recirculatie van de voedingsoplossing moet het gehalte in het toegevoerde water niet hoger zijn dan 25 umol.l^{-1} .

Fluor

Bij teelten in kasgrond zal bij de voorkomende concentratie aan fluor in het gietwater in Nederland niet spoedig vergiftiging optreden. Indien echter geteeld wordt in een beperkt wortelvolumen, dan moet voor bol- en knolgewassen het gehalte beneden 25 umol.l^{-1} blijven en voor andere gewassen beneden 50 umol.l^{-1} .

Zink

Zink komt vooral voor in water dat met verzinkte materialen in aanraking is geweest. Regenwater van verzinkte kasdekken of water dat in verzinkte buizen wordt getransporteerd kan veel zink bevatten. Bij te hoge gehalten kan schade optreden door bladverbranding als over het gewas heen wordt beregend, maar ook door opname via de wortel. In het laatste geval is vooral het optreden van chlorose kenmerkend.

Voor de voeding van de gewassen is aan zink niet meer nodig dan 2 tot 4 umol.l^{-1} . Hogere gehalten zullen in water- en substraatcultures gemakkelijk aanleiding geven tot accumulatie. Bij voorkeur moeten de gehalten aan zink voor deze teeltwijzen beneden 10 umol.l^{-1} zijn en als in een recirculatie systeem wordt geteeld liefst beneden 5 umol.l^{-1} . Voor de teelt in kasgronden zal niet spoedig schade optreden door een wat hoog zinkgehalte van gietwater omdat zink sterk wordt geadsorbeerd aan het adsorbtiecomplex. Op de lange duur kan het gebruik van gietwater met een hoog zinkgehalte aanleiding geven tot een te grote ophoping van zink in de grond. Voor de teelt in kasgrond moet daarom liefst niet meer dan 25 umol.l^{-1} zink aanwezig zijn. Schade aan gewassen door verbranding bij beregening over het gewas heen ontstaat pas bij veel hogere gehalten dan hier genoemd. Bij gehalten beneden 100 umol.l^{-1} zal niet spoedig bladverbranding optreden.

Mangaan

Een te hoog mangaangehalte komt vrijwel uitsluitend voor in grondwater. Het is veelal minder bezwaarlijk dan een hoog zinkgehalte van gietwater, omdat mangaan bij hoge pH gemakkelijk wordt geoxydeerd en dan neerslaat als mangaanoxyde. Bij lage pH verloopt de oxydatie echter niet of moeilijk. Voor water- en substraatcultures moet het mangaangehalte liefst niet boven 10 umol.l^{-1} zijn. Voor beregening van teelten in de kasgrond zullen hogere gehalten niet spoedig schade veroorzaken als de pH van de grond voldoende hoog is. Het nadeel is echter dat dan veel mangaanoxyden in de grond worden opgehoopt. Gehalten boven 20 umol.l^{-1} moeten als ongewenst worden beschouwd.

Koper

Voor de voeding van de gewassen is $0.5 - 1 \text{ umol.l}^{-1}$ koper nodig. Bij gehalten van $2 \text{ à } 3 \text{ umol.l}^{-1}$ in het gietwater zal meestal geen vergiftiging in het gewas optreden; zeker niet als in kasgrond wordt geteeld. Koper wordt in de grond namelijk sterk geadsorbeerd aan de klei- en humusdelen. Hoge gehalten dienen echter te worden vermeden om onnodige ophoping in grond en gewas te voorkomen.

Bromide

Bromide is voor de meeste gewassen niet giftig. Voor anjer is dit wel het geval. Toch worden strenge eisen gesteld aan de bromidegehalten van consumptiegewassen. Vooral bladgewassen kunnen een hoog bromidegehalte hebben. Bromidegehalten dienen liefst zo laag mogelijk te zijn. Voor doorspoelen van kasgronden wordt wel gewerkt met water tot 100 umol.l^{-1} . Voor het gieten van de gewassen is dit echter veel te hoog. Het gehalte moet dan in ieder geval beneden 40 umol.l^{-1} zijn. Met substraatteelten is geen ervaring opgedaan met bromide-houdend water. Een laag gehalte is bij dergelijke teelten zeker vereist.