

INHOUDPAGINA

Introductie	1
Eenheden	1
Electrisch geleidingsvermogen, natrium en chloor	2
Stikstof, fosfaat en kali	3
Calcium en magnesium	4
Sulfaat	5
Bicarbonaat	6
pH	7
IJzer	8
Micro-elementen	10

## 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 recirculatie systemen. Aanvullingen en opmerkingen blijven van harte welkom.

## Eenheden.

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

Element	Symbol	Atoomgewicht
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 = 2,8 maal mmol  $\text{HCO}_3^-$   
 Totale hardheid = 5,6 maal mmol ( $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ )

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 het grond- en oppervlaktewater in Nederland worden aangetroffen zijn natrium ( $\text{Na}^+$ ), chloor ( $\text{Cl}^-$ ), calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{++}$ ), bicarbonaat ( $\text{HCO}_3^-$ ) en sulfaat ( $\text{SO}_4^{--}$ ). Indien de ionensamenstelling niet te eenzijdig is kan voor de waardering van gietwater voor de glastuinbouw de volgende indeling worden gehanteerd.

Kwaliteitsklasse	EC <sub>-1</sub> mS.cm <sup>-1</sup> (25 °C)	Na <sub>-1</sub> mmol.l <sup>-1</sup>	Cl <sub>-1</sub> mmol.l <sup>-1</sup>
1	< 0.5	< 1.5	< 1.5
2	0.5 - 1.0	1.5 - 3.0	1.5 - 3.0
3	1.0 - 1.5	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5

Bij de gegeven kwaliteitsklassen behoort de volgende toelichting.

Klasse 1. Water van deze kwaliteit is geschikt voor alle doeleinden.

Klasse 2. Niet geschikt voor teelten in een beperkt wortelvolume, waarbij niet of onvoldoende kan worden doorgespoeld tijdens de teelt.

Klasse 3. Niet geschikt voor zoutgevoelige gewassen in het algemeen en voor minder zoutgevoelige gewassen geteeld in een beperkt wortelvolume.

Bij waarden van EC, Na en Cl boven deze genoemd in klasse 3 moet in feite gezegd worden dat het water ongeschikt is om als gietwater in de glastuinbouw te gebruiken. Dit houdt niet in dat bij hogere waarden geen tuinbouwgewassen geteeld kunnen worden, maar groei en opbrengst nemen af met toenemend zoutgehalte.

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  $\text{mmol.l}^{-1}$ . Hogere gehalten duiden veelal op sterke verontreiniging van het water met bijvoorbeeld drainwater van land- of tuinbouwgronden, industrieel- of huishoudelijk afval water of lozing van gier door veeteeltbedrijven.

Binnen 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 worden gevonden. 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, dan blijven ze in de grond 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.

Voor wat betreft het nadelige effect van calcium en magnesium moet dus in feite worden gesteld dat ze slechts schadelijk zijn indien ze bepaalde grenzen overschrijden. Dit geldt slechts, indien hiermede bij de bemesting rekening wordt gehouden en de benodigde calcium en magnesium niet met de bemesting wordt toegediend of door de grond zelf wordt geleverd.

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

In het algemeen kan worden gesteld dat  $\frac{1}{2}$  tot  $1 \text{ mmol.l}^{-1}$  magnesium en  $2 - 3 \text{ mmol.l}^{-1}$  calcium voor de plantevoeding nodig is. Boven deze waarden wordt het gehalte aan ionen van het gietwater onnodig verhoogd en zal dus opbrengstreductie veroorzaken als de grenzen voor de EC worden overschreden.

Sulfaat.

Vrijwel alle grond- en oppervlaktewater bevat enig sulfaat; soms worden zelfs hoge gehalten gevonden. Sulfaat is in bepaalde concentraties noodzakelijk voor de plantegroei. Hogere concentraties zijn niet specifiek schadelijk voor de meeste gewassen, maar omdat ze dan onnodig het zoutgehalte van het gietwater verhogen zijn ze toch nadelig voor de plantegroei indien de grenzen voor de EC daardoor worden overschreden.

Bij hoge sulfaatgehalten kan bij watergeven over het gewas heen neerslag van calciumsulfaat worden afgezet. Een dergelijk neerslag is vaak moeilijk te verwijderen, omdat gips vrijwel niet meer in oplossing is te krijgen.

Voor de meeste gewassen is een hoeveelheid sulfaat van  $\frac{1}{2} - 1 \text{ mmol.l}^{-1}$  voldoende voor de voeding van het gewas. Bij een dergelijk gehalte moet dus meestal geen sulfaat meer met de bemesting worden toegediend.

## Bicarbonaat.

Bicarbonaat wordt in vrijwel alle grond- en oppervlaktewater in Nederland aangetroffen. 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 veelal hoge gehalten aan calcium en magnesium aanwezig zijn. Het bicarbonaat wordt met deze ionen neergeslagen 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 bicarbonaat equivalent niet in grotere hoeveelheden mag voorkomen in het gietwater als calcium en magnesium tezamen; dus

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

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 worden van belang 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  $\text{HNO}_3$  of 98 mg  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (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. Als gevolg daarvan is het evenwicht

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

verstoord. Een nabehandeling van het water kan de agressiviteit opheffen.

pH.

De pH van veel water in Nederland ligt tussen 6.5 en 8.5. In oppervlakte-water 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  $\text{H}_3\text{O}^+$  ionen worden grotendeels op deze wijze geneutraliseerd en de veranderingen in pH zijn slechts gering zolang nog  $\text{HCO}_3^-$  aanwezig is.

Hoge pH waarden komen voor in water waarin algen groeien. Dit wordt veroorzaakt door onttrekken van  $\text{CO}_2$  aan het water. Het  $\text{CO}_2$  gehalte van het water is dan niet meer in evenwicht met het gehalte in de lucht. In water dat niet in evenwicht is met het  $\text{CO}_2$  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.

Normale waarden voor de pH liggen tussen 6.5 en 8.5. Bij lage waarden is het water agressief voor metalen.



## IJzer.

IJzer is weinig toxisch voor de plant. Omdat ijzer dat in gietwater aanwezig is bij toetreding van zuurstof gemakkelijk uitvlokt, kan het echter zeer hinderlijk zijn door vervuiling van materialen, gewas en kasopstanden.

Voorts kan in bepaalde gevallen als gevolg van het uitvlokken van ijzer de pH van het gietwater zodanig laag worden dat bladverbranding optreedt.

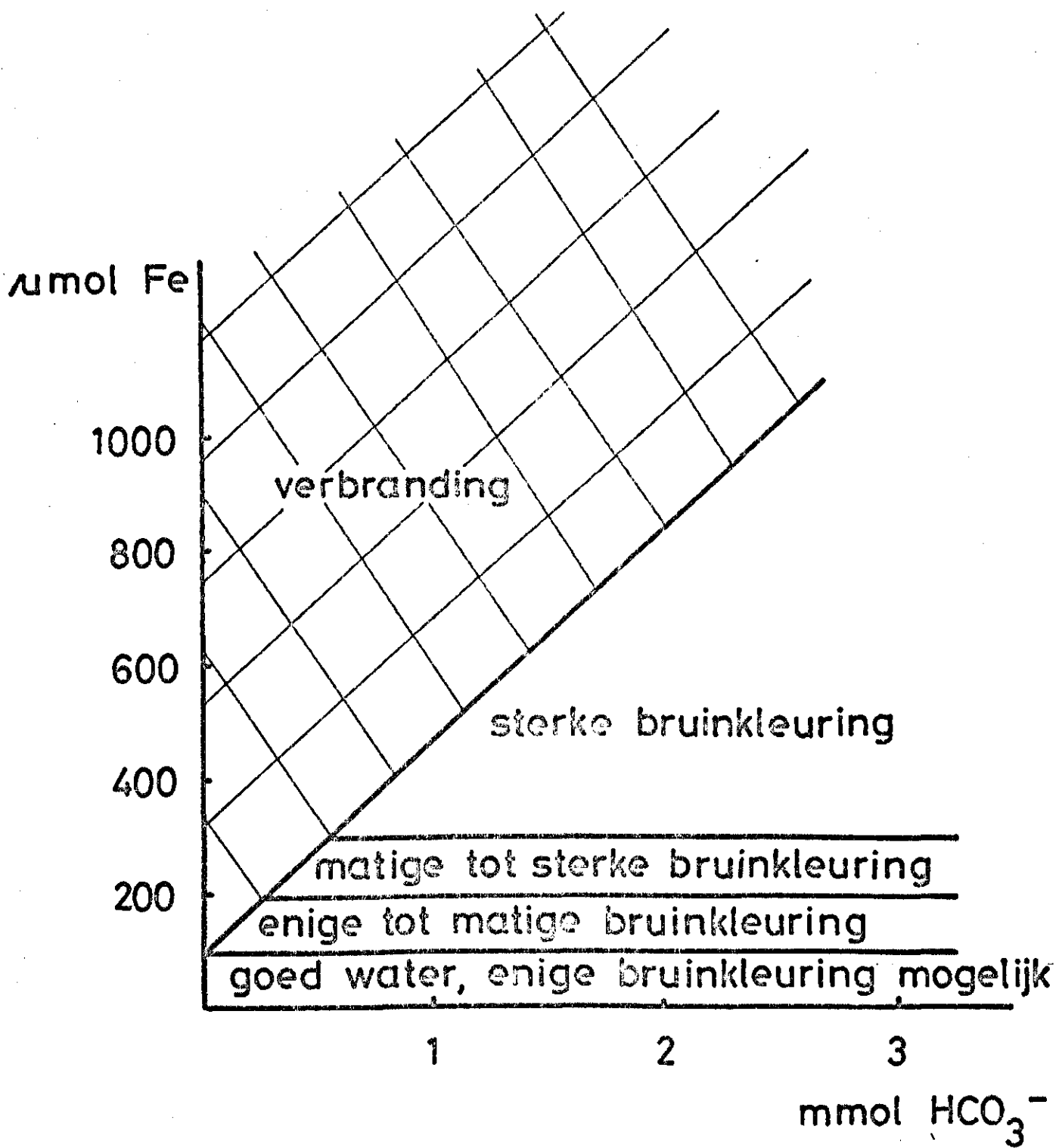
De grenzen voor het toelaatbare ijzergehalte van gietwater zijn tamelijk genuanceerd. Enerzijds omdat de eisen naar omstandigheden variëren en anderzijds omdat de snelheid van uitvlokken van het ijzer sterk uiteen kan lopen.

In veel gevallen kan worden volstaan met interpretatie aan de hand van bijgaande figuur. Dit houdt in dat met een ijzergehalte tot  $100 \mu\text{mol.l}^{-1}$  redelijk kan worden gewerkt in de glastuinbouw. Hierbij dienen echter de volgende punten in de interpretatie te worden betrokken.

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

Bij gebruik van druppelbevloeiing treedt zeer gemakkelijk vervuiling van het druppelsysteem op door uitvlokking van ijzer. In feite moet het ijzergehalte dan nul zijn. Als het water rijk is aan organische stof, is een gehalte tot 10 à 20  $\mu\text{mol}$  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 nauwere eisen voldoen. Veelal mag, het ijzergehalte dan niet boven 25 à 50  $\mu\text{mol}$  zijn.

In de praktijk is wel de ervaring opgedaan dat water dat enkele mmol ammoniak per liter bevatte bladverbranding bij gewassen kon veroorzaken bij ijzergehalten lager dan  $100 \mu\text{mol.l}^{-1}$ .



### Micro-elementen.

Bepaalde elementen kunnen in gietwater bij zeer lage concentraties reeds schadelijk zijn voor de plantegroei. 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, waarmede wel problemen voorkomen.

### Borium.

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

### Fluor.

Bij teelten in kasgrond zal bij de voorkomende concentraties 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  $25 \mu\text{mol.l}^{-1}$  blijven en voor andere gewassen beneden  $50 \mu\text{mol.l}^{-1}$ .

### 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  $4 \mu\text{mol.l}^{-1}$ . Hogere gehalten zullen in water en substraatcultures gemakkelijk aanleiding geven tot accumulatie. Bij voorkeur moeten de gehalten aan zink voor deze teeltwijzen beneden  $10 \mu\text{mol.l}^{-1}$  zijn en als in een recirculatie systeem wordt geteeld liefst beneden  $5 \mu\text{mol.l}^{-1}$ . 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 aan zink liefst niet meer dan  $25 \mu\text{mol.l}^{-1}$  aanwezig zijn. Schade aan gewassen door verbranding bij berekening over het gewas heen ontstaat pas bij veel hogere gehalten dan hier genoemd. Bij gehalten beneden  $100 \mu\text{mol}$  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 gemakkelijk wordt geoxydeerd en dan neerslaat als mangaanoxyde. Bij lage pH verloopt de oxydatie echter niet of moeilijk.

Voor water- en substraatsultures moet het mangaangehalte liefst niet boven  $20 \mu\text{mol.l}^{-1}$  zijn. Voor berekening van teelten in de kasgrond zullen hogere gehalten niet spoedig schade veroorzaken als de pH van de grond voldoende hoog is. Als nadeel moet echter worden genoemd dat dan veel mangaanoxyden in de grond worden opgehoopt.

#### Koper.

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