

**spoorelementgehalten
in koeien uit gebieden
langs rijen en ijssel**

W.S.M. VAN DE VEN en J. GERBENS
W. VAN DRIEL
J.J.M. DE GOEIJ en P.S. TJIOE
C. HOLZHAUER en J.H.P. VERWEIJ

spoorelementgehalten in koeien uit gebieden langs Rijn en IJssel

Transport van spoorelementen naar de koe
Verschillen tussen uiterwaarden en
binnendijks gebied
Evaluatie van mogelijke risico's
voor de consument

W.S.M. VAN DE VEN en J. GERBENS¹
W. VAN DRIEL²
J.J.M. DE GOEIJ en P.S. TJIOE³
C. HOLZHAUER en J.H.P. VERWEIJ⁴

Verontreiniging van weidegebieden met chemische stoffen, inclusief spoorelementen, kan leiden tot een zodanige expositie van vee, dat ook de mens via consumptie van vlees en melk hiermee wordt belast. Zo heeft luchtverontreiniging met fluoriden, lood en molybdeen in Nederland al enkele malen aanleiding gegeven tot vergiftigingsverschijnselen bij vee (Tesink, 1967; Verweij, 1970 en 1973). Ook via bemesting kunnen toxische stoffen worden geïntroduceerd. Enkele jaren geleden bleek dat schapen werden vergiftigd door koper afkomstig van varkensmest die op de desbetreffende percelen was verspreid (Van Ulsen, 1972). Varkensmest kan veel koper bevatten, wanneer dit element aan het voer is toegevoegd om darminfecties tegen te gaan.

Verontreiniging van weidegrond via water vindt vooral plaats in de uiterwaarden van de Rijn en zijn zijtakken, die regelmatig met vervuild water worden overstroomd. Tijdens deze overstromingen sedimenteert slib, waaraan toxische stoffen in geadsorbeerde toestand voorkomen. Deze problematiek in de uiterwaarden is sinds 1970 in onderzoek.

De eerste resultaten hiervan werden vermeld door Heidinga en anderen in 1971. In deze studie werd het gehalte aan kwik in weefsels van koeien van een uiterwaardgebied van de Rijn vergeleken met die van koeien van een binnendijks gebied. Dit onderzoek toonde, wat betreft de kwikgehalten, geen significant verschil aan tussen uiterwaarden en binnendijks gebied. Wel bleek dat de kwikgehalten in de weefsels van de koeien laag waren.

Later onderzoek van van Driel, (pers. mededeling) toonde aan, dat het gekozen uiterwaardgebied bij Millingen geen representatieve keuze is geweest; de spoorelementgehalten in het slib waren daar laag vergeleken met elders in de uiter-

waarden. Deze constatering alsmede het geringe aantal onderzochte dieren, vormden de aanleiding tot een nieuw onderzoek, waarbij naast kwik andere elementen werden gemeten. Om te kunnen beoordelen aan welke belasting koeien gedurende het weideseizoen blootstaan en om een beter inzicht te verkrijgen in mogelijke stapelingseffecten, zijn behalve weefsels van koeien, ook gras, krachtvoer en grond geanalyseerd. Het hier beschreven onderzoek kwam tot stand door samenwerking van de afdeling Toxicologie van de Landbouwhogeschool, het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en het Interuniversitair Reactor Instituut. Bemonstering en analyse van grond en gras werden verricht door de afdeling Scheikunde van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. De weefsels werden verzameld door de Gezondheidsdienst voor Dieren en geanalyseerd, evenals de krachtvoermonsters, door het Interuniversitair Reactor Instituut.

materialen en methoden

keuze van bemonsteringsplaatsen en monsters

Bij het onderzoek werden drie veeteeltbedrijven betrokken. Twee hiervan zijn gelegen in de uiterwaarden, namelijk één op de westelijke oever van de IJssel nabij Wilp en één op de zuidelijke oever van de Lek nabij Beusichem. Als controle werd het binnendijkse stikstofproefbedrijf nabij Afferden gekozen, dat ook in het onderzoek van Heidinga e.a. werd bemonsterd (zie figuur 1).

Van deze bedrijven werden in het najaar van 1973 weefsels van koeien verzameld tot maximaal vijf per bedrijf. Van alle bedrijven werden gedurende het weideseizoen maandelijks grasmonsters genomen. Na het weideseizoen is van de percelen waarvan grasmonsters zijn verzameld, een representatief grondmonster genomen. Ten slotte werden per bedrijf steekproefsgewijs enkele monsters krachtvoer verzameld.

monsternamen en monstervoorbereiding weefsels van koeien

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van volwassen koeien.

De gemiddelde leeftijd bedroeg vijf jaar met een spreiding (standaarddeviatie) van 1½ jaar. Na het slachten van de koeien werden lever, nier en vlees afzonderlijk verzameld, ingevroren tot -32 °C en bij die temperatuur bewaard. Voor het nemen van aliquots voor de spoorelementanalyses werden de monsters slechts gedeeltelijk ontdooid ter beperking van verlies van weefselvocht. Daarna werden stukjes van ca. 25 gram afgesneden en ontdaan van bloedvaten, bind- en vetweefsel. Vervolgens werden de aliquots afgewogen, gedurende 72 uur bij -40 °C gevriesdroogd en opnieuw gewogen. Uit deze twee wegingen volgde het vochtgehalte van het monster. Ten slotte werden de aliquots gehomogeniseerd bij 2000 rpm gedurende 8 maal 15 s.

gras

Van eind april tot begin november is iedere maand een gräsbemonstering uitgevoerd. Per bedrijf werd daartoe uit enkele goed vergelijkbare percelen steeds dat perceel bemon-

¹) Afdeling Toxicologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen

²) Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr)

³) Interuniversitair Reactor Instituut te Delft

⁴) Gezondheidsdienst voor Dieren in de provincie Gelderland te Rozendaal

sterd waar de koeien binnen enkele dagen werden ingeschaard. Per perceel werd steeds een duplo-monster van 2 kg genomen, bestaande uit ca. 40 plukjes, willekeurig verdeeld over het perceel. Het gras werd met een grasschaar op 3-4 cm hoogte boven de wortelhals afgeknipt. Door de sterk wisselende groei-omstandigheden was de lengte van het gras niet op alle plekken en percelen gelijk.

grond

Van elk perceel waarvan grasmonsters werden verkregen, is na het weideseizoen ook een grondmonster (0-5 cm diep) genomen, bestaande uit 40 steken, willekeurig verdeeld over het perceel.

krachtvoer

Op de drie bedrijven zijn van de meest gebruikelijke krachtvoerders monsters verzameld, te weten: A-brok (matig eiwitrijk), B-brok (eiwitrijk), gedroogde pulp van Nederlandse en Spaanse herkomst en haver. Deze monsters werden op dezelfde wijze als de koeienweefsels gevriesdroogd en gehomogeniseerd.

tabel 1. Overzicht van gemeten elementen en gevolgde technieken*.

element	type monster			
	runderweefsels	gras	grond	krachtvoer
antimoon	D	D	D	
arseen	D	D	D	D
cadmium	D	A	A	D
kobalt	D			D
chroom			A	
koper	D	A	A	D
kwik	D	D	D	D
lood		A	A	
molybdeen	D			D
nikkel	D	A	A	D
seleen	D			D
ijzer	D			D
zink	D	A	A	D

spoorelementanalyses

Voor de elementanalyses werd gebruik gemaakt van de destructieve neutronenactiveringsanalyse en de atomaire absorptiespectrofotometrie. De neutronenactiveringsanalyse werd uitgevoerd op het Interuniversitair Reactor Instituut volgens een routine-procedure (Tjioe, 1976). De bepalingen via de andere techniek vonden plaats op het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid volgens daar uitgewerkte procedures. Een overzicht van de diverse gemeten elementen en gevolgde technieken is gegeven in tabel 1.

resultaten

weefsels van koeien

De gehalten aan spoorelementen in de weefsels zijn gegeven in tabel 2. Hieruit blijkt dat de gehalten voor de koeien van de twee uiterwaardbedrijven (Wilp en Beusichem) niet wezenlijk afwijken van de corresponderende waarden van het binnendienstbedrijf (Afferden). Bij meer dan de helft

*) D = Destructieve neutronenactiveringsanalyse;
A = Atomaire absorptiespectrofotometrie.

tabel 2. Spoorelementgehalten in runderweefsels, uitgedrukt in mg/kg op nattestofbasis^{a) b)}

herkomst weefsel	arseen	cadmium	kobalt	koper	kwik	molybdeen	nikkel	seleen	ijzer	zink
Beusichem^{c)}										
- lever	0,04±0,01	0,18±0,12	0,11±0,02	60±51	0,007±0,003	1,2±0,2	0,37±0,10	0,26±0,05	86±38	65±26
- nier	0,10±0,05	0,4±0,3	0,026±0,007	4,1±0,2	0,02±0,01	0,32±0,07	0,12±0,06	1,1±0,3	63±22	18±2
- vlees	0,02±0,01	0,01±0,01	0,007±0,002	2,6±0,4	0,002±0,001	0,018±0,003	0,13±0,08	0,11±0,04	42±5	54±3
Wilp^{d)}										
- lever	0,01±0,01	0,23±0,06	0,10±0,02	52±38	0,006±0,002	1,1±0,1	0,50±0,26	0,12±0,04	42±19	41±4
- nier	0,04±0,02	0,8±0,4	0,031±0,005	4±2	0,01±0,01	0,31±0,06	0,15±0,03	0,8±0,3	66±14	18±3
- vlees	0,003±0,001	0,02±0,02	0,010±0,003	3,5±1,1	0,004±0,001	0,028±0,008	0,20±0,13	0,06±0,02	43±3	60±7
Afferden^{d)}										
- lever ^{e)}	0,02±0,01	0,11±0,05	0,08±0,01	33±32	0,005±0,001	1,0±0,2	0,9±0,6	0,13±0,02	57±42	73±76
- nier	0,07±0,03	0,5±0,2	0,020±0,008	4,2±0,9	0,02±0,02	0,29±0,09	0,18±0,05	1,2±0,3	76±36	20±3
- vlees	0,005±0,002	0,01±0,01	0,004±0,002	2,5±0,5	0,010±0,004	0,03±0,03	0,35±0,10	0,06±0,02	41±16	50±6

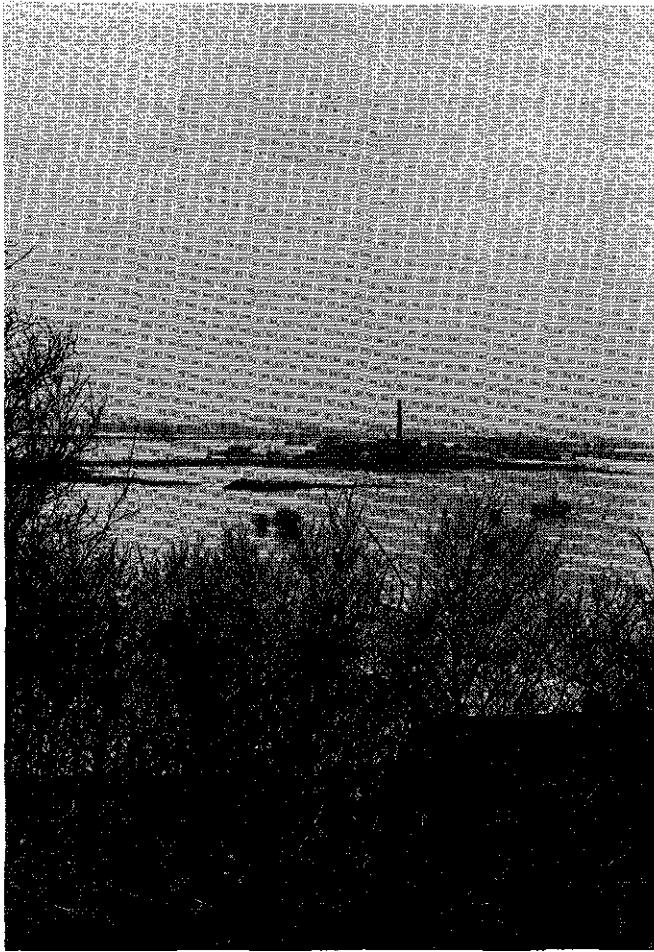
a) de foutengrens is $\frac{2\sigma}{\sqrt{N}}$, waarin N = het aantal runderen per bedrijf en σ = de standaarddeviatie

b) alle antimoongehalten waren $\leq 0,04$ mg/kg

c) N = 4

d) N = 5

e) analyse van slechts drie levers

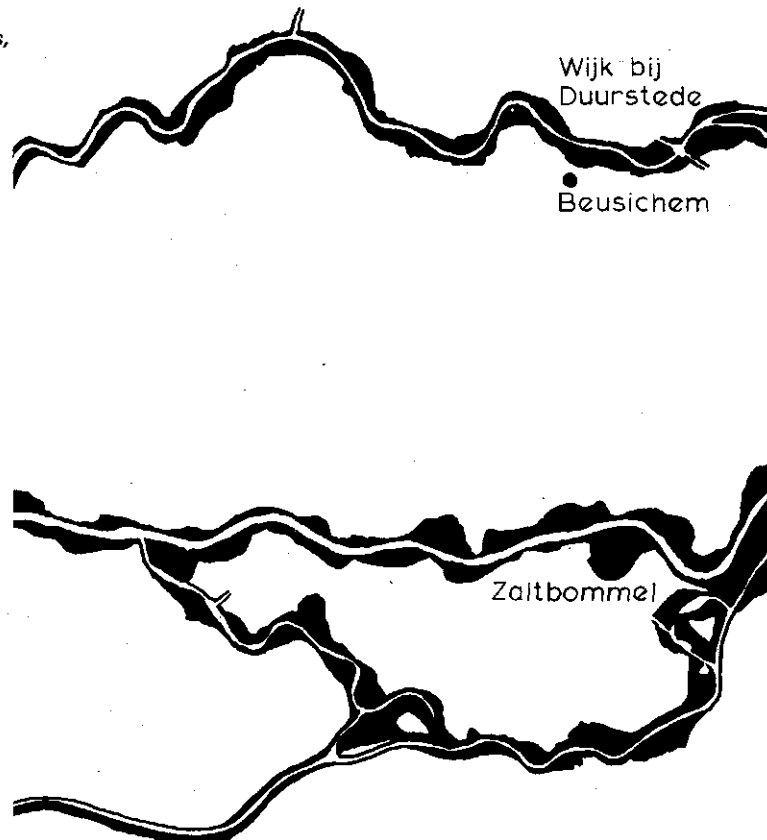


1. Overstroomde uiterwaarden bij Wageningen (foto J. Gerbens, 1977).

van de metingen ligt het controlebedrijf zelfs hoger dan de corresponderende waarden bij één van de uiterwaardbedrijven. Van de drie gemeten weefsels ligt het vlees het laagste in sporelementgehalte, met uitzondering van de elementen nikkel en zink. Van de elementen arseen, cadmium, kwik en selenium worden de hoogste waarden gevonden in de nier; de hoogste waarden voor kobalt, koper, molybdeen en nikkel komen voor in de lever.

gras

De resultaten van de sporelementanalyses in het gras zijn gegeven in tabel 3. Tevens zijn daarin de gehalten vermeld van de analyses van monsters die in 1971 te Afferden en Millingen werden genomen in het kader van het onderzoek van Heidinga e.a. Alle vermelde resultaten hebben betrekking op ongewassen grasmonsters. Afhankelijk van onder andere klimatologische omstandigheden op het moment van bemonsteren kan het sporelementgehalte van het gras variëren als gevolg van de bijdrage van aanklevende slib- en gronddeeltjes. De in de tabel aangegeven foutengrens is voornamelijk een maat voor de seizoensschommelingen.

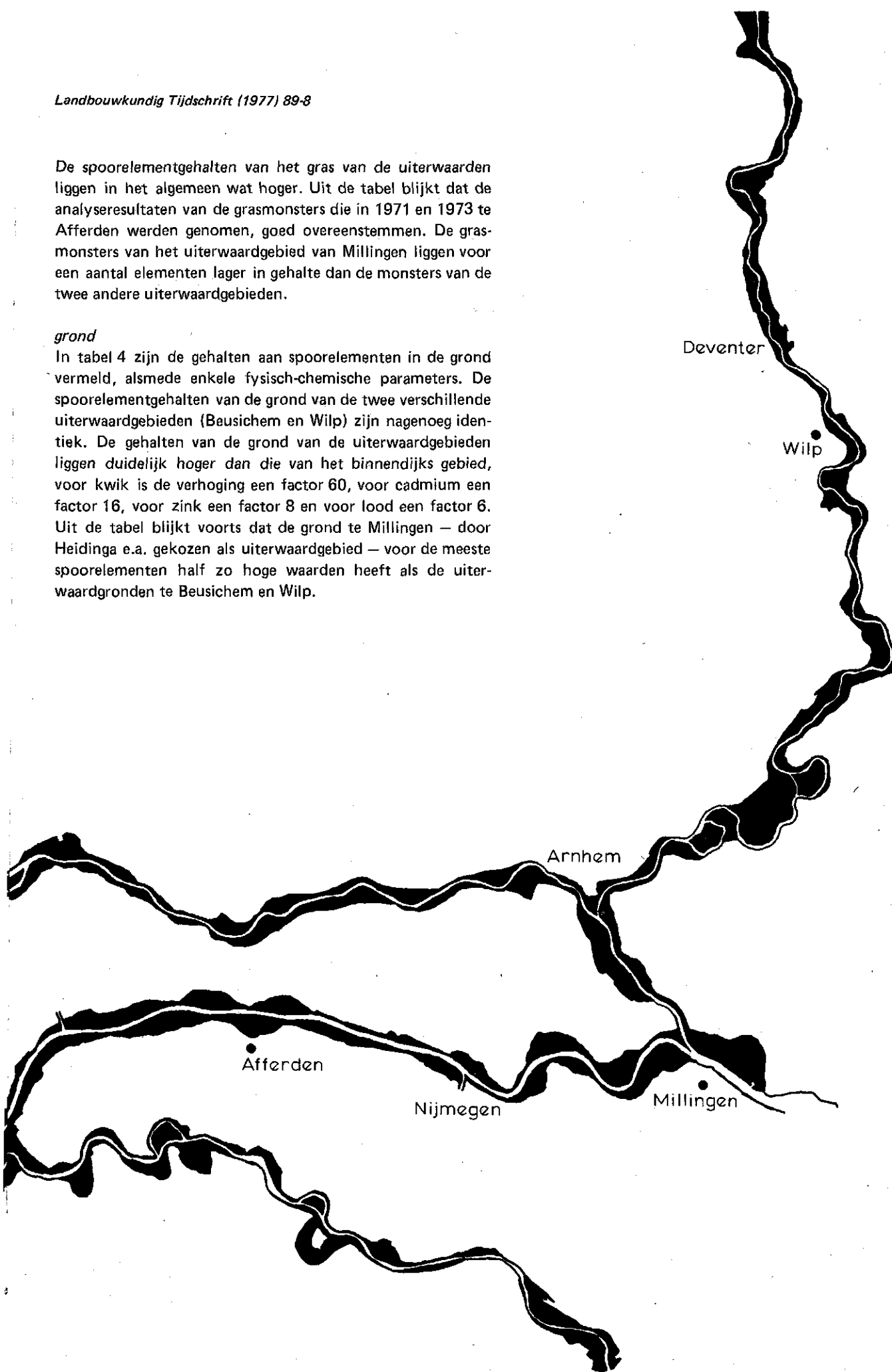


2. Uiterwaarden in Nederland van Rijn - IJssel - Waal - Maas

De spoorelementgehalten van het gras van de uiterwaarden liggen in het algemeen wat hoger. Uit de tabel blijkt dat de analyseresultaten van de grasmonsters die in 1971 en 1973 te Afferden werden genomen, goed overeenstemmen. De grasmonsters van het uiterwaardgebied van Millingen liggen voor een aantal elementen lager in gehalte dan de monsters van de twee andere uiterwaardgebieden.

grond

In tabel 4 zijn de gehalten aan spoorelementen in de grond vermeld, alsmede enkele fysisch-chemische parameters. De spoorelementgehalten van de grond van de twee verschillende uiterwaardgebieden (Beusichem en Wilp) zijn nagenoeg identiek. De gehalten van de grond van de uiterwaardgebieden liggen duidelijk hoger dan die van het binnendijks gebied, voor kwik is de verhoging een factor 60, voor cadmium een factor 16, voor zink een factor 8 en voor lood een factor 6. Uit de tabel blijkt voorts dat de grond te Millingen — door Heidinga e.a. gekozen als uiterwaardgebied — voor de meeste spoorelementen half zo hoge waarden heeft als de uiterwaardgronden te Beusichem en Wilp.



krachtvoer

Tabel 5 geeft de resultaten weer van de analyses van het verzamelde krachtvoer. De gehalten aan spoorelementen blijken nogal te variëren over de diverse soorten krachtvoer. Voor sommige elementen is er een variatie gemeten binnen een factor 10 tot 20, voor het element kobalt zelfs binnen een factor 100. De hoogste gehalten worden aangetroffen in de A- en B-brok; de laagste gehalten zijn aanwezig in haver en pulp van Nederlandse herkomst. Duidelijkheidshalve moet worden onderstreept dat de bemonstering van het krachtvoer éénmalig is uitgevoerd; daarom dienen deze resultaten als een 'momentopname' te worden beschouwd.

discussie en conclusies**spoorelementtransport langs de keten: grond-gras/krachtvoer-koe**

Vergelijking van de spoorelementgehalten van gras en grond (beide betrokken op droge stof) van Wilp en Beusichem laat

zien dat het gehalte aan koper en zink in het gras 8 tot 10 procent van het corresponderende gehalte in de grond bedraagt. Voor de elementen antimoon, arseen, cadmium, kwik en lood is dit percentage lager, namelijk van 1 tot 4 procent. Bij deze waarden dient men zich te realiseren dat de spoorelementconcentraties in het gras ten dele worden bepaald door aanklevende grond- en slibdeeltjes. Voor een juiste vergelijking van de spoorelementgehalten in de weefsels van koeien en in gras werden de meetresultaten van tabel 2 ook berekend op drogestofbasis; hierbij werd uitgegaan van een vochtgehalte van 80 procent. Toetsing van de corresponderende gehalten aan elkaar laat zien dat er voor de meeste elementen in de weefsels geen of nauwelijks accumulatie optreedt ten opzichte van gras. De enige twee uitzonderingen vormen het essentiële element koper, dat gemiddeld 18 maal zo hoog in de lever voorkomt als in gras en het niet-essentiële element cadmium, dat gemiddeld 11 maal zo hoog in de nier aanwezig is als in gras. Deze gehalten wijken echter niet af van hetgeen men als normaal beschouwt (zie controlebedrijf). Uit de tabellen 2 en 5 blijkt dat koper het enige element is, dat in een hogere concentratie in de koe voorkomt dan in de grond: de gronden van de buitendijkse en binnendijkse gebie-

tabel 3. Spoorelementgehalten in gras, uitgedrukt in mg/kg op drogestofbasis ^{a)}

herkomst	antimoon	arseen	cadmium	koper	kwik	lood	nikkel	zink
Beusichem 1973	0,3±0,1	0,7±0,3	0,4±0,2	18±4	0,05±0,02	8±4	1,6±0,5	107±36
Wilp 1973	0,2±0,1	0,4±0,2	0,3±0,1	14±2	0,05±0,03	7±4	0,9±0,4	70±16
Afferden 1973	0,4±0,2	0,3±0,1	0,2±0,1	13±2	0,03±0,01	6±2	2,2±0,5	49±8
Millingen 1971	0,2±0,1	0,4±0,2	0,2±0,1	11±2	0,03±0,01	6±3	1,5±0,3	62±9
Afferden 1971	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	11±1	0,03±0,01	5±2	2,6±0,5	48±5

a) de foutengrens is $\frac{2\sigma}{\sqrt{N}}$ waarin N = het aantal grasmonsters per bedrijf (N = 7) en σ = de standaarddeviatie.

tabel 4. Samenstelling van de grond op drogestofbasis. Spoorelementen uitgedrukt in mg/kg

herkomst	org. stof	deeltjes < 16 μ m	CaCO ₃	pH-KCl	antimoon	arseen	cadmium	chrom	koper	kwik	lood	nikkel	zink
Beusichem 1973	11,4%	43,0%	9,7%	7,0	5,5	51	9,1	310	160	4,6	240	50	1110
Wilp 1973	15,0%	58,5%	6,1%	7,0	6,2	55	8,6	300	170	5,0	270	57	1100
Afferden 1973	10,4%	61,0%	0,3%	5,6	1,4	25	0,55	90	30	0,08	40	40	145
Millingen 1971	9,8%	29,1%	5,6%	7,0	3,2	30	3,4	185	80	2,3	140	46	500

tabel 5. Spoorelementgehalten in krachtvoer (1973), uitgedrukt in mg/kg op drogestofbasis.

herkomst	arseen	cadmium	kobalt	koper	kwik	molybdeen	nikkel	seleen	ijzer	zink
gedroogde pulp (Ned. herkomst)	0,23	0,13	0,13	4,9	0,025	0,1	3	0,035	350	8,3
gedroogde pulp (Spaanse herkomst)	0,30	0,30	0,22	10	0,001	2,0	3	0,05	600	30
A-brok	0,35	0,40	0,56	15	0,006	1,2	8	0,10	800	50
B-brok	0,40	0,20	0,70	24	0,01	1,5	9	0,30	700	78
haver (Friesland)	0,60	0,08	0,005	2,6	0,003	0,8	1	0,07	30	17

tabel 6. Overzicht van cadmium- en kwikgehalten in weefsels van koeien uit diverse landen, uitgedrukt in mg/kg op nattestofbasis.

spooorelement en herkomst	weefsel		
	lever	nier	vlees
<i>kwik</i>			
Duitsland			0,004
Zweden	0,06		0,013
Denemarken	0,005		0,003
Heidinga	0,001 – 0,005	0,010 – 0,018	0,001 – 0,003
Deze studie	0,004 – 0,010	0,009 – 0,033	0,001 – 0,005
<i>cadmium</i>			
Roemenië		0,43	0,06
Duitsland	0,075 – 1,2	0,09 – 40	0,041 – 0,19
Deze studie	0,071 – 0,3	0,12 – 1,2	0,001 – 0,040

den bevatten respectievelijk ca. 165 en 30 mg/kg koper, terwijl de koeielever op drogestofbasis een gemiddeld kopergehalte heeft van ca. 240 mg/kg.

Hieruit mag men concluderen dat de concentraties van de onderzochte elementen in de keten grond-gras-koe niet groter worden.

In hoeverre de situatie van het controlebedrijf te Afferden representatief is voor andere bedrijven in het land, valt moeilijk te zeggen. Het Afferdense bedrijf is een stikstofproefbedrijf met een intensieve bedrijfsvoering. Het gebruik van kunstmest kan aanleiding geven tot verhoogde spooorelementgehalten in de grond (Hutchinson, 1974). Afhankelijk van het soort kunstmest kunnen de gehalten aan zware metalen zoals cadmium, koper, lood, nikkel en zink variëren van enkele tot enkele tientallen mg/kg kunstmest. Anderzijds kan een intensieve bedrijfsvoering ook leiden tot een verminderde aanwezigheid van bepaalde spooorelementen in het gras door uitputting.

De beschikbaarheid van spooorelementen in de bodem voor opname in het gras hangt nauw samen met een aantal fysisch-chemische parameters, zoals bodemsamenstelling, bodemstructuur, bodemactiviteit, temperatuur, vochtigheidsgraad en zuurgraad. Zo is bijvoorbeeld de beschikbaarheid van molybdeen en seleen groter naarmate de grond meer alkalisch is, terwijl mangaan juist beter beschikbaar is bij een meer zure grond. Koper en zink zijn metalen waarvan de opname minder afhankelijk is van een veranderende zuurgraad. Daarom is het van belang een aantal van deze factoren, zoals vermeld in tabel 3, te kennen bij de beoordeling van de gehalten der spooorelementen in het gras.

De diverse soorten krachtvoer, die vooral gedurende de wintermaanden een belangrijk aandeel hebben in de voeding, blijken nogal wat uiteen te lopen wat betreft spooorelementgehalten.

Maximaal toelaatbare gehalten van een aantal contaminanten in veevoerders werden in 1974 door het Produktschap voor

Veevoeder in richtlijnen vastgelegd. Voor de zware elementen arseen, cadmium, kwik en lood zijn deze grenzen respectievelijk 1, 0,2, 0,05 en 10 mg/kg. Getoetst aan deze waarden blijken de krachtvoerders – evenals de grasmonsters – de aangegeven maximale gehalten niet of niet noemenswaardig te overschrijden.

Uit de voor de krachtvoerders gemeten waarden blijkt dat de inname van spooorelementen door de koeien via krachtvoer niet wezenlijk hoger is dan via het gras.

Bij bovenstaande discussie over de inname van spooorelementen dient men zich te realiseren dat de mate van resorptie van spooorelementen in het maag-darmkanaal, alsmede de gemiddelde verblijftijd van de elementen in het lichaam van de koe, sterk afhankelijk zijn van de chemische en/of fysische vorm waarin een element wordt ingenomen (bijvoorbeeld anorganisch of organisch gebonden, oplosbaar of onoplosbaar, geadsorbeerd aan slib dan wel 'ingegroeid' in gras of krachtvoer). Daarom behoeven gelijke inname van spooorelementen via gras en/of krachtvoer niet te leiden tot gelijke belastingen van de koeien.

verschillen tussen uiterwaarden en binnendijkse gebieden

De gehalten van de grondmonsters geven een duidelijk verschil te zien tussen de uiterwaarden en binnendijkse gebieden. Met name de concentraties van de elementen cadmium, kwik, lood en zink zijn in het uiterwaardengebied belangrijk hoger, respectievelijk een factor 16, 60, 6 en 8. Voor het gras dat op deze gronden groeit, zijn echter de verschillen veel minder duidelijk; voor de elementen arseen, cadmium, kwik en zink zijn de concentraties maximaal een factor 2 hoger. *Wat betreft de spooorelementgehalten in de runderweefsels is geen significante verhoging te constateren tussen koeien, die gedurende het weideseizoen in de uiterwaarden worden gehouden en koeien die op een binnendijks gebied grazen.*

Deze bevindingen bevestigen de resultaten van het eerder verrichte onderzoek van Heidinga voor het element kwik.

De onderlinge verschillen tussen de twee uiterwaardgebieden zijn soms veel groter dan de verschillen tussen één van beide met het binnendijkse gebied. Blijkbaar is het wel of niet buitendijks zijn van het grasland niet van doorslaggevende invloed op de spooorelementgehalten van de koeien, maar kunnen factoren zoals hoeveelheid en soort krachtvoer, bemesting, mate van overbeweiding en de algemene bodemgesteldheid van het grasland een belangrijke rol spelen.

evaluatie van mogelijke risico's voor de consument

Uit tabel 6, die een overzicht geeft van de fragmentarische gegevens van cadmium- en kwikgehalten van runderorganen uit andere landen, blijkt dat de in deze studie gemeten waarden aan de lage kant zijn. Voor beide elementen heeft de nier – en in mindere mate ook de lever – een hogere waarde dan het vlees. Voor het element kwik is er een goede overeenstemming tussen de in deze studie gemeten waarden en die van Heidinga uit 1971. Hecht (1971) vermeldt een aantal spooorelementgehalten in varkens-, rund- en kalfsvlees. Ook met deze Duitse gehalten zijn de door ons gevonden waarden in het rundvlees in goede overeenstemming.

Volgens het Produktschap voor Vee en Vlees te Rijswijk is de gemiddelde consumptie per persoon van rundlever 0,01 kg/week, van rundernier 0,002 kg/week en van rundvlees 0,53 kg/week.

Hieruit kan men de gemiddelde inname van de gemeten spoorelementen door de consument berekenen. De uitkomsten hiervan zijn vermeld in tabel 7.

Volgens een in 1973 verschenen rapport van een Commissie van Deskundigen van de Wereldgezondheidsorganisatie is de huidige kennis van de natuurlijk voorkomende gehalten aan spoorelementen in de voeding onvoldoende (WHO, 1973). Daarom kan een simpele indeling in z.g. essentiële, niet-essentiële en toxische spoorelementen gevaarlijk en zelfs misleidend zijn. Zo kunnen bijvoorbeeld de essentiële elementen fluor en seleen bij een verhoogde opname toxisch zijn. Op dit moment zijn er 14 spoorelementen bekend die essentieel zijn voor dierlijk en menselijk leven. Hieronder vallen alle spoorelementen die in de runderweefsels zijn gemeten, met uitzondering van de elementen arseen, cadmium en kwik. De essentiële elementen zullen hier niet nader beschouwd worden, de in tabel 7 vermelde gemiddelden liggen volgens de literatuur ver beneden de toxische grens.

Wat betreft de niet-essentiële en tevens toxische elementen arseen, cadmium en kwik zijn in 1972 door een gemeenschappelijke Commissie van de Wereldvoedsel- en Landbouworganisatie en van de Wereldgezondheidsorganisatie inzake voedseltoevoegingen enkele aanbevelingen gedaan. Voor het element kwik werd een voorlopige toelaatbare inname van 0,3 mg/persoon/week vastgesteld, een waarde die een jaar later werd gereduceerd tot 0,21 mg/persoon/week, waarvan maximaal 0,14 mg in de vorm van methyلكwik aanwezig mocht zijn. Deze grenswaarde werd later bevestigd met dierexperimenteel onderzoek door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid te Bilthoven (RIV, 1974). Methyلكwik is van de in voedsel voorkomende vormen van kwik de meest giftige.

Voor het element cadmium bedraagt de voorlopig toegestane inname 0,4 tot 0,5 mg/persoon/week. Wat betreft het element arseen zijn tot op heden geen aanwijzingen dat de

inname via voeding leidt tot accumulatie bij de mens. De huidige tolerantiegrens ligt bij 25 mg/persoon/week.

Een toetsing van de in tabel 8 genoemde gemiddelden aan bovengenoemde grenswaarden geeft het volgende beeld: de weefsels van koeien uit zowel de uiterwaarden als het binnendijks gebied dragen voor de elementen cadmium en kwik slechts in geringe mate (1-2 procent) bij aan de toegestane belasting; de bijdrage aan de belasting van de consument met arseen is verwaarloosbaar (0,02 procent).

Bij de bovengenoemde grenswaarden dient men zich te realiseren dat bepaalde spoorelementen met elkaar interacties kunnen aangaan. In dit verband groeit de belangstelling voor het element seleen de laatste jaren sterk. Zo is vastgesteld dat seleen interacties kan aangaan met elementen zoals cadmium en kwik en mogelijk ook als gevolg hiervan de giftigheid van deze elementen vermindert. Gezien deze interacties, ook voor andere elementen, mag bij toekomstig experimenteel en epidemiologisch onderzoek niet uitsluitend gelet worden op de belasting met de afzonderlijke elementen (Parizek, 1971; Koeman, 1975).

conclusie

De conclusie van deze studie is dat de consumptie van rundlever, rundernier en rundvlees van koeien uit de uiterwaarden wat betreft de onderzochte spoorelementen geen aanleiding geeft tot enige zorg. Consumptie van runderweefsels afkomstig van uiterwaarden heeft geen significant hogere inname van spoorelementen tot gevolg dan consumptie van runderweefsels afkomstig van binnendijkse gebieden. De inname van de elementen kobalt, koper, molybdeen, nikkel, seleen, ijzer en zink via consumptie van runderweefsels blijft ver beneden de toxische grens. De gehalten in de runderweefsels aan de toxische elementen cadmium en kwik zijn, vergeleken met buitenlandse gegevens, aan de lage kant; voor beide spoorelementen leidt consumptie van runderweefsels uit de uiterwaarden tot een lage belasting van de consument. De belasting met het toxische element arseen via consumptie van runderweefsels is geheel verwaarloosbaar.

tabel 7. Theoretisch berekende inname van spoorelementen door de gemiddelde consument, door de consumptie van organen van runderen zoals berekend op grond van analyses uit deze studie.

Inname uitgedrukt in mg/week, als gemiddelde van de drie onderzochte bedrijven.										
herkomst	arsen	cadmium	kobalt	koper	kwik	molybdeen	nikkel	seleen	ijzer	zink
lever	—	0,002	0,001	0,48	—	0,011	0,006	0,002	0,61	0,6
nier	—	0,001	—	0,008	—	0,001	—	0,002	0,14	0,037
vlees	0,005	0,007	0,004	1,8	0,003	0,013	0,12	0,041	22	29
totaal afgerond	0,005	0,010	0,005	2	0,003	0,025	0,13	0,045	23	30

samenvatting

Beschreven werd een onderzoek naar de sporelementgehalten in grond, gras en weefsels van koeien van twee uiterwaardgebieden van Rijn en IJssel. Deze gehalten zijn vergeleken met die van overeenkomstige monsters van een binnendijks gebied. De conclusie van dit onderzoek is dat de concentraties van de onderzochte elementen in de keten grond-gras-koe niet hoger worden. Wat betreft de sporelementgehalten in de runderweefsels is geen significante verhoging te constateren tussen koeien die gedurende het weideseizoen in de uiterwaarden worden gehouden en koeien die op een binnendijks gebied grazen. Derhalve heeft consumptie van runderlever, rundernier en rundvlees van koeien afkomstig van de uiterwaarden geen significant hogere inname van sporelementen tot gevolg dan consumptie van runderweefsels van koeien afkomstig van binnendijkse gebieden.

literatuur

1. Hecht, H., Mima, A., Schramel, P.: Untersuchungen über den Gehalt an Spurenelementen in Schweine-, Rind- und Kalbfleisch. *Die Fleischwirtschaft* 53.2 (1973) 237.
2. Heidinga, M.C., Koeman, J.H., de Goeij, J.J.M., Zegers, C., Verwey, J.H.P., van Driel, W. en de Groot, A.J.: Onderzoek naar de accumulatie van kwik in de uiterwaarden van de Rijn. *TNO-nieuws* 26 (1971) 382-385.
3. Hutchinson, T.C., Czuba, M. en Cunningham, L.: Lead, cadmium, zinc, copper and nickel distributions in vegetables and soils of an intensely cultivated area and levels of copper, lead and zinc in the growers, in: Trace substances in environmental health-VIII (D.D. Hemphill ed.). University of Missouri 1974, p. 81.
4. Koeman, J.H., van de Ven, W.S.M., de Goeij, J.J.M., Tjioe, P.S., van Maaften, J.L.: Mercury and selenium in marine mammals and birds. *The science of the total environment* 3 (1975) 279-287.
5. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne: Vormt de kwikbelasting van de mens in Nederland een probleem? Verslag van het kwik-colloquium gehouden in het RIV op 30 mei 1974, Leidschendam 1975.
6. Parizek, J., Ostadalova, I., Kalbuskova, J., Babicky, A. and Benes, J.: The detoxifying effects of selenium; interrelations between compounds of selenium and certain metals, in: Newer trace elements in nutrition (W. Mertz and W.E. Cornatzer eds.). Marcel Dekker, Inc. New York 1971, p. 85.
7. Tesink, J.: Verontreiniging van de buitenlucht en gevolgen voor landbouwhuisdieren. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 92.25 (1967) 1751.
8. Tjioe, P.S., de Goeij, J.J.M. en Houtman, J.P.W.: Extended automated separation techniques in destructive neutron activation analysis; application to various biological materials including human tissues and blood. IRI-rapport 133-76-11.
9. Ulsen, F.W. van: Schapen, varkens en koper. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 97.12 (1972) 735.
10. Verweij, J.H.P.: Molybdeenovermaat bij het rund door luchtverontreiniging. Proefschrift, 1970, Utrecht.
11. WHO, Techn. Report Series, 532 (1973).