

Afd. Anorganische Contaminanten

1984-09-04

RAPPORT 84.83

Pr.nr. 303.7910

Onderwerp: Gehalten aan cadmium, lood,
koper, ijzer en zink in monsters vlees,
levers en nieren van kalveren, bemon-
sterd in 1983

Verzendlijst: directeur, sektorhoofden, direktie VKA, afd. ACON (4x),
afd. Normalisatie/Harmonisatie (Humme), Projektbeheer,
Projektleider (Roos), LAC-werkgroep "Zware metalen",
LAC-stuurgroep "Vee, vlees en eieren".

Projekt: Monitoring vlees, organen en vetten op bestrijdingsmiddelen en zware metalen (VREK)

Onderwerp: Gehalten aan cadmium, lood, koper, ijzer en zink in monsters vlees, levers en nieren van kalveren, bemonsterd in 1983

Doel:

Het Ministerie van Landbouw en Visserij en met name de LAC-werkgroep "Zware Metalen" en de LAC-stuurgroep "Vee, Vlees en Eieren" te informeren omtrent het gehalte aan cadmium en lood in vlees, levers en nieren van kalveren, bemonsterd in 1983.

Samenvatting:

In het kader van het VREK-programma is, als vervolg op een in 1982 verricht onderzoek, een aanvullend onderzoek uitgevoerd naar de lood- en cadmiumgehalten in vlees en organen van kalveren. Tevens zijn de koper-, ijzer- en zinkgehalten van deze monsters bepaald om na te gaan of er een relatie bestaat tussen deze elementen en de lood- en cadmiumopname. De gevonden metaalgehalten zijn vergeleken met de resultaten van het in 1982 uitgevoerde onderzoek en met enkele gegevens uit de literatuur. De gevonden lood- en cadmiumgehalten zijn getoetst aan de in 1983 geldende aktiegrenzen en richtnormen voor vlees, levers en nieren van runderen.

Conclusies:

De cadmiumgehalten in vlees, levers en nieren lagen beduidend lager dan in 1982. De in 1983 gevonden gehalten lagen op een vergelijkbaar of iets lager niveau als in vlees en organen van runderen. Ten aanzien van cadmium werden de voor runderen geldende aktiegrenzen alleen overschreden in 10% van de niermonsters.

De loodgehalten in het vlees en de organen lagen globaal op hetzelfde niveau als in 1982. De voor runderen geldende aktiegrenzen werden niet overschreden.

Voor koper werd een aanzienlijke spreiding in de gehalten in zowel vlees, levers als nieren gevonden. Voor vlees en nieren lagen de mediaanwaarden op een vergelijkbaar niveau als bij runderen, terwijl de gevonden kopergehalten in levers in het algemeen aanzienlijk hoger lagen dan in runderlevers. Bij een hoge kalfsleverconsumptie zouden problemen op kunnen treden ten aanzien van de maximaal toelaatbare dagelijkse Cu-opname.

De mediaanwaarden voor de ijzergehalten in vlees, levers en nieren bedroegen respectievelijk 10,2 mg/kg, 12,9 mg/kg en 20,0 mg/kg, terwijl voor zink deze waarden lagen op respectievelijk 32,9 mg/kg, 66,2 mg/kg en 30,4 mg/kg.

Voor cadmium, lood en zink werd een goede correlatie tussen de gehalten in de nieren en de levers gevonden. Voor ijzer en koper werd geen significante nier-lever relatie gevonden.

Er werden geen duidelijke correlaties gevonden tussen de verschillende elementen (inter-element relaties). Dergelijke relaties zouden onderzocht moeten worden onder nauwkeurig gecontroleerde condities.

Op basis van de onderzoeksresultaten uit 1982 en 1983 lijkt het gewenst het onderzoek naar de cadmium-, en eventueel loodgehalten van kalfsvlees en -organen in te passen in het reguliere VREK-programma. Tevens lijkt onderzoek naar de oorzaak van de grote spreiding in de kopergehalten zinvol.

Verantwoordelijk: dr G. Vos

Medewerkers: E.H.J. Berghmans-Van Megen, A.M.G. van Betteray-Kortekaas,
J.P.C. Hovens, J.J.M.H. Teeuwen

Samenstellers: dr G. Vos, H.J. Keukens₈₃

Projectleider: A.H. Roos ⁸³

1. Inleiding
2. Monsterinformatie
3. Analysemethoden
4. Resultaten en discussie
5. Samenvatting en conclusies
6. Literatuur

1. Inleiding

In 1982 vond, in het kader van het LAC-signaleringsprogramma VREK, een onderzoek plaats naar de cadmium-, lood-, kwik- en arseengehalten in vlees, levers en nieren van kalveren [1]. Dit onderzoek werd uitgevoerd vanwege het ontbreken van gegevens met betrekking tot de zware metalen belasting van genoemde dieren in Nederland. Buitenlands onderzoek [2,3] had reeds aangetoond, dat hoge gehalten aan lood, cadmium, kwik en arseen voor kunnen komen in dierlijke produkten van kalveren. Het door het RIKILT uitgevoerde onderzoek leverde met name ten aanzien van de cadmiumgehalten in nieren een verontrustend beeld op. De cadmiumgehalten varieerden van 0,17 tot 6,9 mg/kg, waarbij voor 60% van de monsters (n=10) de voor runderen geldende aktiegrens (1 mg/kg) werd overschreden. Tevens werd voor 30% van de levermonsters de voor runderen geldende aktiegrens (0,3 mg/kg) overschreden. Voor arseen, lood en kwik werden geen overschrijdingen van de voor runderen vastgestelde aktiegrenzen geconstateerd.

In verband met de verrassend hoge Cd-niveaus werd een vervolgonderzoek noodzakelijk geacht.

IJzer, koper en zink hebben, naast vele andere factoren, invloed op de opname en toxiciteit van cadmium [4-8]. Derhalve werd besloten om naast lood en cadmium, tevens genoemde elementen te bepalen in de te onderzoeken monsters.

2. Monsterinformatie

In totaal zijn van 20 kalveren het vlees, de lever en de nieren geanalyseerd. De door de Veterinaire Dienst genomen monsters zijn afkomstig van normale slachterijen.

De monsters zijn betrokken uit de districten Gelderland, Friesland, Noord-Brabant en Noord-Zuid-Holland. De in 1982 onderzochte monsters waren afkomstig uit Gelderland.

3. Analysemethoden

Na vriesdrogen en homogeniseren [9] werden de monsters gedestruerd door middel van een droge verassing. Lood en cadmium werden bepaald met behulp van differential pulse anodic stripping voltammetry [10]. Zink-, ijzer en koperbepalingen werden verricht met behulp van vlam-atomaire absorptie spectrometrie [11].

4. Resultaten en discussie

4.1 Algemeen

In de tabellen I t/m VI wordt een overzicht gegeven van de gevonden gehalten aan cadmium, lood, koper, ijzer en zink in kalfsvlees, -levers en -nieren. Tevens zijn, voor wat betreft lood en cadmium, de resultaten van het in 1982 uitgevoerde onderzoek [1] en de, in het kader van het VREK-signaleringsprogramma, in 1983 gevonden lood- en cadmiumgehalten in vlees, levers en nieren van runderen [12] samengevat. In de tabellen zijn, naast de mediaanwaarden en de gemiddelde gehalten, tevens de 90%-waarden en de spreiding in de gevonden gehalten vermeld. Voor cadmium en lood zijn de percentages overschrijdingen van de voor runderen geldende aktiegrenzen en richtnormen aangegeven. De relaties tussen de nier- en levergehalten van de elementen afzonderlijk ("intra-element relaties") en de onderlinge relaties tussen de verschillende metalen ("inter-element relaties") zijn onderzocht met behulp van een lineaire regressiemethode. De belangrijkste resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in tabel VII en VIII. In de figuren 1 t/m 8 zijn een aantal van deze relaties weergegeven.

4.2 Cadmium

De gevonden cadmiumgehalten lagen voor zowel vlees, levers als nieren beduidend lager dan in de in 1982 onderzochte monsters. De cadmiumgehalten in kalfsvlees waren nu vergelijkbaar met de Cd-niveaus in rundvlees. Voor de levermonsters lagen de cadmiumgehalten lager dan voor runderlevers. De voor runderen vastgestelde aktiegrenzen werden voor vlees- en levermonsters niet overschreden, dit in tegenstelling tot het in 1982 uitgevoerde onderzoek, waarin voor respectievelijk 10% en 30% van de geanalyseerde vlees- en levermonsters een overschrijding van genoemde aktiegrenzen werd geconstateerd.

Met name voor wat betreft de cadmiumniveaus in de nieren was het verschil met de resultaten van het in 1982 uitgevoerde onderzoek aanzienlijk. In 1982 varieerden de gehalten van 0,17 tot 6,9 mg/kg met een mediaanwaarde van 1,1 mg/kg. In de in 1983 onderzochte niermonsters werden gehalten van 0,024 tot 1,44 mg/kg (mediaanwaarde: 0,290 mg/kg) gevonden, hetgeen iets lager is dan de cadmiumgehalten in rundernieren.

In 1983 werd in 2 niermonsters (10%) de voor runderen geldende actiegrens (1,0 mg/kg) overschreden.

De oorzaak van het verschil tussen de onderzoeksresultaten van 1982 en 1983 is vooralsnog onduidelijk.

In 1983 werden de uit 1982 daterende monsters opnieuw geanalyseerd, waarbij dezelfde cadmiumgehalten werden gevonden als in 1982. Dit impliceert, dat een fout in de analyseprocedure alleen opgetreden kan zijn door contaminatie van de monsters gedurende monsternamen, transport of monstervoorbewerking. Dit is echter onwaarschijnlijk omdat in dit geval een aantal vlees- en levermonsters eveneens sterk gecontamineerd zouden moeten zijn. Hierbij zou te verwachten zijn, dat de cadmiumgehalten in bijvoorbeeld de nieren en de levers op een vergelijkbaar niveau zouden liggen. Dit bleek niet het geval te zijn. De in 1983 gevonden cadmiumgehalten in het vlees en de organen van kalveren komen goed overeen met de resultaten van Duitse onderzoeken, waarin voor vlees, levers en nieren gemiddelde cadmiumgehalten werden gevonden van respectievelijk 0,022 mg/kg, 0,065 mg/kg en 0,200 mg/kg [2,13].

4.3 Lood

De gevonden loodgehalten in vlees en organen lagen globaal op hetzelfde niveau als in 1982. De loodgehalten in vlees lagen opnieuw laag en waren vergelijkbaar met de loodconcentraties in rundvlees. Voor levers en nieren werden mediaanwaarden gevonden van respectievelijk 0,03 mg/kg en 0,10 mg/kg. De loodgehalten van genoemde organen in runderen liggen in het algemeen iets hoger. De voor runderen vastgestelde actiegrenzen voor vlees, levers en nieren werden, evenals in 1982, niet overschreden. Forschner en Wolf [13] rapporteerden voor Duitse kalveren gemiddelde loodgehalten in levers en nieren van respectievelijk 0,19 mg/kg en 0,18 mg/kg. Vergelijkbare waarden zijn gepubliceerd door Holm [14].

4.4 Koper

De kopergehalten in het vlees en de organen van de onderzochte kalveren vertoonden een grote spreiding.

In vlees varieerden de Cu-concentraties van 0,42 mg/kg tot 13,4 mg/kg met een mediaanwaarde van 1,36 mg/kg. Vaessen et al. [15] en Nuurtame et al [16] vonden voor het Cu-gehalte van rundvlees gemiddelde waarden van respectievelijk 1,2 mg/kg en 0,81 mg/kg. De spreiding in de gehalten was echter gering.

In kalfsnieren werden Cu-gehalten, variërend van 2,58 mg/kg tot 12,3 mg/kg gevonden met een mediaanwaarde van 4,96 mg/kg.

Voor de niermonsters is de mediaanwaarde eveneens vergelijkbaar met enkele uit de literatuur bekende mediaanwaarden voor de Cu-gehalten in rundnieren, maar ook voor kalfsnieren in de spreiding aanzienlijk groter.

In de levermonsters werden kopergehalten van 5,75 mg/kg tot 403 mg/kg met een mediaanwaarde van 168 mg/kg gevonden. De gehalten liggen in het algemeen aanzienlijk hoger dan bij runderen, waarvoor in de levers Cu-concentraties van 40 mg/kg tot 89 mg/kg werden gevonden [16].

Rundle et al. [17] voerden een onderzoek uit naar de opname van o.a. Cu door stieren, welke beweid werden op gronden, die verontreinigd waren met zware metalen door het opbrengen van rioolslib. In de levers en nieren werden gemiddelde kopergehalten gevonden van respectievelijk 68,5 mg/kg en 3,67 mg/kg. De koperstapeling in de lever werd hierbij mogelijk gereduceerd door een verhoogde Mo-opname [18]. Berekend werd bovendien, dat ca. 94% van de totale Cu-opname afkomstig was van minerale toevoegingen aan het voer. Geschat werd, dat van de totale hoeveelheid "toegediend" Cu ca. 98% weer werd uitgescheiden.

Ook Suttle [19] vond een grote spreiding in de Cu-niveaus in kalveren. De Cu-retentie door met melk gevoederde kalveren werd door Suttle geschat op 23% van de toegediende hoeveelheid.

De oorzaak van de hoge Cu-gehalten in de kalfslevers en de grote spreiding in de gevonden concentraties in vlees en organen is vooralsnog onduidelijk. Naast mogelijke variaties in de Cu-gehalten van de kunstmelkpoeders, waarmee de kalveren gevoederd worden, kan tevens een aanzienlijke en per aftappunt variërende hoeveelheid Cu worden opgenomen via het drinkwater. Afhankelijk van de toegepaste dienst- en binnenleidingen en van de pH en de hardheid van het drinkwater, kunnen de Cu-gehalten in drinkwater variëren van 2 µg/l tot 2000 µg/l [20].

De aanbevolen dagelijkse Cu-opname voor de mens bedraagt voor volwassenen 30 µg per kg lichaamsgewicht. De hoogst aanvaardbare dagelijkse opname per kg lichaamsgewicht is 0,5 mg, gesteld dat het voedsel aanvaardbare hoeveelheden aan o.a. molybdeen en zink bevat [21]. Uitgaande van een gemiddeld lichaamsgewicht van 70 kg, liggen de aanbevolen en de hoogst toelaatbare dagelijkse Cu-opname op respectievelijk 2,1 mg en 35 mg.

Bij consumptie van 100 g kalfslever wordt, uitgaande van de gevonden mediaanwaarde, 16,8 mg Cu opgenomen. Bij een gemiddelde consumptie van ca. 5 g lever per dag [22], bedraagt de gemiddelde dagelijkse Cu-opname 0,8 mg. Uitgaande van het hoogste gevonden Cu-gehalte, bevat 100 g kalfslever 40 mg Cu, hetgeen bij bovengenoemd consumptiegemiddelde neerkomt op een dagelijkse opname van 2 mg Cu.

4.5 IJzer

De spreiding in de ijzergehalten in het vlees en de organen was, in vergelijking met koper, relatief gering. In de vleesmonsters varieerden de ijzergehalten van 4,0 mg/kg tot 24,4 mg/kg met een mediaanwaarde van 10,2 mg/kg. In de levers werden gehalten van 10,2 mg/kg tot 19,9 mg/kg gevonden met een mediaanwaarde van 12,9 mg/kg. De mediaanwaarde voor de ijzergehalten in kalfsnieren bedroeg 20,0 mg/kg, waarbij de gehalten varieerden van 11,2 mg/kg tot 29,6 mg/kg.

Suttle [19] onderzocht het ijzergehalte in kalveren, waarbij de karkassen werden verdeeld in twee fracties. In de eerste fractie, welke voornamelijk vlees en beenderen bevatte, werd een ijzergehalte van 225 mg/kg gevonden. De tweede fractie, waarin zich o.a. de lever bevond, bevatte 151 mg/kg Fe. Genoemde gehalten zijn gebaseerd op droog gewicht!

Doyle en Spaulding [23] vermeldden voor rundvee globale ijzergehalten in spierweefsel, levers en nieren van respectievelijk 90 mg/kg, 200 mg/kg en 310 mg/kg, eveneens gebaseerd op droog gewicht.

Suttle [19] berekende de Fe-retentie door met melk gevoederde kalveren op 43,7% van de toegediende hoeveelheid.

4.6 Zink

De zinkgehalten in de kalfsvleesmonsters varieerden van 27,1 mg/kg tot 46,0 mg/kg met een mediaanwaarde van 32,9 mg/kg.

De mediaanwaarden voor de levers en de nieren bedroegen respectievelijk 66,2 mg/kg en 30,4 mg/kg, waarbij de zinkgehalten respectievelijk varieerden van 32,7 mg/kg tot 250 mg/kg en van 14,2 mg/kg tot 87,4 mg/kg.

Miller et al. [24] bestudeerden het metabolisme van zink in kalveren. Verschillende kalveren werden gedurende 21 dagen gevoederd met een "normaal" dieet (33 ppm Zn) of een dieet, waaraan tevens 200 ppm of 600 ppm zink was toegevoegd. De gemiddelde zinkgehalten (n=4) in de levers bedroegen bij deze verschillende toedieningsniveaus respectievelijk ongeveer (*) 35 mg/kg, 64 mg/kg en 261 mg/kg, terwijl de gehalten in de nieren lagen op respectievelijk 18 mg/kg, 21 mg/kg en 123 mg/kg. Deze range van zinkgehalten komt globaal overeen met de spreiding in de gehalten in de levers en de nieren van de in het kader van het VREK-programma onderzochte monsters.

Suttle [19] berekende de Zn-retentie door met melk gevoederde kalveren op 34% van de toegediende hoeveelheid.

Doyle en Spaulding [23] vermeldden in een overzichtsartikel zinkgehalten in spierweefsel, levers en nieren van respectievelijk 23 mg/kg, 55 mg/kg en 22 mg/kg. Deze gehalten zijn vergelijkbaar met de in kalfsvlees en -organen gevonden zinkgehalten.

4.7 Intra-element nier/lever relaties

Met behulp van een lineaire regressie methode is nagegaan of er een relatie bestond tussen de metaalgehalten in de nieren en de levers. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in Tabel VII. Ten aanzien van lood en cadmium zijn tevens de bij het onderzoek in 1982 voor kalveren en in 1983 voor runderen gevonden relaties vermeld. Evenals in 1982 werd er een goede correlatie [25] gevonden tussen de cadmiumgehalten in de nieren en de levers. De in 1983 gevonden relatie is grafisch weergegeven in Figuur 1.

De loodgehalten in de levermonsters lagen in het algemeen hoger dan in de nieren. Forschner en Wolf [13] vonden in de levers en de nieren globaal dezelfde gehalten. Holm [14] vond in de nieren zelfs iets

*) Gehalten, door Miller et al [24] gerapporteerd op basis van droog produkt, zijn omgerekend naar vers produkt.

hogere gehalten dan in de levers. Voor de in het kader van het VREK-signaleringsprogramma onderzochte kalvermonsters werd zowel in 1983 als in 1982 een zeer goede correlatie gevonden tussen de loodgehalten van de nieren en de levers. De relatie tussen de loodgehalten in de nieren en de levers voor de in 1983 onderzochte monsters is weergegeven in Figuur 2.

Voor zowel lood als cadmium worden aanzienlijk betere nier-lever relaties gevonden bij kalveren dan bij runderen (zie Tabel VII).

Het voederregime en de leeftijd, welke voor kalveren in de meeste gevallen vergelijkbaar zijn, zullen hierbij mogelijk een belangrijke rol spelen.

Voor ijzer en koper werden geen significante relaties tussen de gehalten in de nieren en de levers gevonden, terwijl voor zink daarentegen een relatie met een hoge correlatiecoëfficiënt werd gevonden.

Laatstgenoemde relatie is weergegeven in Figuur 3.

De overdracht van met name cadmium en lood naar het vlees is in het algemeen gering [26, 27]. De metaalgehalten in het vlees zijn dan ook vaak nauwelijks gerelateerd aan de gehalten in de organen. Voor de relaties Cd(L)-Cd(V), Pb(L)-Pb(V) en Fe(L)-Fe(V) werden correlatiecoëfficiënten verkregen van respectievelijk 0,62, 0,54 en 0,60. Met name voor cadmium en lood werden de relaties echter significant beïnvloed door de gegevens van 1 of 2 monsters, waarvoor relatief hoge gehalten in de organen en/of het vlees werden gevonden. Aan de opgegeven correlatiecoëfficiënten dient dan ook weinig waarde te worden gehecht. De correlatiecoëfficiënten voor de overige orgaan-vlees relaties waren laag tot zeer laag.

4.8 Inter-element relaties

De correlaties voor de inter-element relaties waren in het algemeen laag tot zeer laag. In Tabel VIII zijn de relaties vermeld, waarvoor een correlatiecoëfficiënt $> 0,4$ werd gevonden. Deze relaties zijn tevens grafisch weergegeven in de Figuren 4 t/m 8. Zoals valt af te leiden uit deze figuren wordt de kwaliteit van de meeste relaties voor een belangrijk deel bepaald door een beperkt aantal datasets. Mede op basis hiervan kan gesteld worden, dat er geen duidelijke relaties werden gevonden tussen de verschillende elementen, met uitzondering wellicht tussen de zinkgehalten in de levers en de kopergehalten in de nieren (zie Figuur 8).

Op zich is het ontbreken van duidelijke relaties niet verwonderlijk, omdat een groot aantal factoren invloed kan hebben op de opname van zware metalen door dieren [4].

Naast fysiologische aspecten zullen voederbestanddelen als proteïnen, Ca en P vermoedelijk een belangrijke invloed hebben op de Cd en/of Pb retentie [4, 28, 29]. Het is derhalve duidelijk dat, voor het bestuderen van inter-element relaties, experimenten onder nauwkeurig gecontroleerde condities uitgevoerd dienen te worden.

Samenvatting en conclusies

In het kader van het VREK-programma werd, naar aanleiding van de resultaten van 1982, een vervolgonderzoek naar de cadmium- en loodgehalten in vlees en organen van kalveren uitgevoerd. Naast cadmium en lood werden tevens koper, ijzer en zink in de te onderzoeken monsters bepaald om na te gaan of laatstgenoemde elementen een invloed hebben op de lood-en cadmiumopname.

De cadmiumgehalten in vlees, levers en nieren lagen aanzienlijk lager dan in 1982. De in 1983 gevonden gehalten lagen op een vergelijkbaar of zelfs iets lager niveau als in runderen. De voor runderen geldende aktiegrenzen werden voor vlees en levers niet overschreden, terwijl de voor nieren geldende aktiegrens in 10% van de monsters werd overschreden. De overschrijdingen van de voor runderen geldende aktiegrenzen lagen in 1982 voor vlees, levers en nieren op respectievelijk 10%, 30% en 60% van de onderzochte monsters. De voor runderen opgestelde richtnormen werden in 1983 niet overschreden.

De loodgehalten in het vlees en de organen lagen globaal op hetzelfde niveau als in 1982. De voor runderen vastgestelde aktiegrenzen werden, evenals in 1982, niet overschreden.

De kopergehalten in het vlees en de organen vertoonden een grote spreiding. De voor vlees en nieren gevonden mediaanwaarden waren vergelijkbaar met voor runderen gepubliceerde gegevens.

In de levermonsters werden kopergehalten van 5,75 mg/kg tot 403 mg/kg gevonden met een mediaanwaarde van 168 mg/kg, hetgeen aanzienlijk hoger is dan de voor runderlevers gepubliceerde gehalten. Bij consumptie van veel kalfslever kunnen problemen ontstaan ten aanzien van de maximaal aanvaardbare dagelijkse koperopname, hoewel dit niet waarschijnlijk is. De grote spreiding in de gevonden Cu-gehalten wordt mogelijk mede veroorzaakt door een aanzienlijke variatie in de Cu-gehalten van het drinkwater.

De mediaanwaarden voor de ijzergehalten in vlees, levers en nieren bedroegen respectievelijk 10,2 mg/kg, 12,9 mg/kg en 29,6 mg/kg.

Voor de zinkgehalten in vlees, levers en nieren werden mediaanwaarden gevonden van respectievelijk 32,9 mg/kg, 66,2 mg/kg en 30,4 mg/kg. De gevonden gehalten kwamen redelijk overeen met uit de literatuur bekende gegevens voor runderen en kalveren.

Voor cadmium, lood en zink werd een goede relatie gevonden tussen de gehalten in de nieren en de levers. Voor koper en ijzer werd geen significante nier-lever relatie gevonden.

Er werden geen duidelijke relaties gevonden tussen de gehalten van de verschillende elementen. Voor een aantal relaties, i.e. Cu(L)-Cd(N), Cu(N)-Pb(N), Zn(L)-Pb(N), Zn(N)-Cu(N) en Zn(L)-Cu(N), werd weliswaar een correlatiecoëfficiënt $> 0,4$ verkregen, maar voor de meeste van deze relaties werd de kwaliteit van de correlatie bepaald door een beperkt aantal datasets.

Op basis van de onderzoeksresultaten uit 1982 en 1983 lijkt het gewenst het onderzoek naar de cadmium- (en eventueel lood-) gehalten van kalfsvlees en -organen in te passen in het reguliere VREK-programma. Tevens lijkt onderzoek naar de oorzaak van de grote spreiding in de kopergehalten zinvol.

Indien aan een onderzoek naar mogelijke inter-element relaties een hoge prioriteit toegekend zou worden, dan dient een onderzoek onder nauwkeurig gecontroleerde condities te worden uitgevoerd.

6. Literatuur

1. N.G. van der Veen, E.H.J. Berghmans, A.M.G. van Betteray, H.J. Horstman, J.P.C. Hovens en J.J.M.H. Teeuwen, RIKILT-verslag 83.26 (1983).
2. W. Kreuzer en A. Rosopulo, Arch. Lebensmittelhyg. 32, 173 (1982).
3. Anhörung zu Cadmium, Block C3.
Protokoll der Sachverständigenanhörung, Berlin, 2 bis 4.
November 1981, Umweltbundesamt, Berlin.
4. "Mineral Tolerance of Domestic Animals", National Academy of Sciences, Washington DC (1980).
5. J.K. Campbell en C.F. Mills, Proc. Nutr. Soc., 33, 15A (1974).
6. M.R.S. Fox, R.M. Jacobs, A.O.L. Jones en B.E. Fry Jr., Environ. Health Perspect 28, 107 (1979).
7. K.M. Six en R.A. Goyer, J. Lab. Clin. Med. 79, 128 (1972).
8. F.S. Hsu, L. Krook, W.G. Pond en J.R. Duncan, J. Nutr. 105, 112 (1975).
9. H.J. Keukens en J.J.M.H. Teeuwen, Intern RIKILT voorschrift ACON-1.
10. N.G. van der Veen, A.M.G. van Betteray en H.J. Keukens, Intern RIKILT voorschrift ACON-2.
11. H.J. Keukens, E.H.J. Berghmans en J.P.C. Hovens, Intern RIKILT voorschrift ACON-5.
12. G. Vos en H.J. Keukens, RIKILT-verslag 84.38 (1984).
13. E. Forschner en H.O. Wolf, Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit, Bonn-Hannover (1977).
14. J. Holm, Fleischwirtschaft, 56, 413 (1976).
15. H.A.M.G. Vaessen, A. van Ooik, K. Telsma, C.A.W. Smits, J. Zuijdendorp, J.P. Schols en P. Schuller, RIV Interimrapport no. 64790 7005 (1981).
16. N. Nuurtame, P. Varo, E. Saari en P. Koivistoinen, Acta Agric. Scand., Suppl. 22, 57 (1980).
17. H.L. Rundle, M. Calcroft en C. Holt, J. Agric. Sci., Camb. 102, 1 (1984).
18. K.J. Evans, I.G. Mitchell en B. Salan, Progress in Water Technol. 11, 339 (1979).
19. N.F. Suttle, Br. J. Nutr. 42, 89 (1979).
20. "Onderzoek naar de invloed van loden dienst- en binnenleidingen op het loodgehalte van drinkwater in Nederland". Rapport VEWIN/KIWA/RID onderzoek (1982).

21. T. Staarink en P. Hakkenbrak, "Het contaminantenboekje", Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage (1982).
22. W. Edel, G.J. Kremers, J.J.L. Pieters, L.J. Schuddeboom en T. Staarink, Bewakingsprogramma "Mens en Voeding". "Verslagen, Adviezen en Rapporten" van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne nr. 8. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage (1980).
23. J.J. Doyle en J.E. Spaulding, J. of Anim. Sci., 47 (2), 398 (1978).
24. W.J. Miller, D.M. Blackman, R.P. Gentry en F.M. Pate, J. Nutr. 100, 893 (1970).
25. H. de Jonge, "Inleiding tot de medische statistiek".
26. N.G. van der Veen en K. Vreman, RIKILT-verslag 82.74 (1982).
27. R.P. Sharma, J.C. Street, J.L. Strupe en D.C. Bourcier, J. Dairy Sci. 65, 972 (1982).
28. J.N. Morrison, J. Quarterman en W.R. Humphries, Proc. Nutr. Soc. 33, 88A (1974).
29. A.A. van Barneveld, Proefschrift K.U. Nijmegen (1983).

Tabel I Overzicht van de Pb en Cd gehalten van kalfsvlees, bemonsterd in 1983 en 1982 en van rundvlees, bemonsterd in 1983 (Gehalten in mg/kg vers produkt).

Kengrootheid	Cd			Pb		
	Kalveren 1983	Kalveren 1982 a)	Runderen 1983 b)	Kalveren 1983	Kalveren 1982 a)	Runderen 1983 b)
Aantal monsters N	20	10	18	20	10	18
Laagste waarde L	0,002	0,002	0,001	<0,01	<0,01	<0,01
Hoogste waarde H	0,008	0,053	0,028	0,07	0,03	0,10
Mediaan M	0,003	0,006	0,002	0,02	0,01	0,02
Gemiddelde G	0,003	0,013	0,004	0,03	0,01	0,03
90% waarde	0,005	0,021	0,005	0,05	0,01	0,03
aktiegrens A ^{c)}	0,05	0,05	0,05	0,2	0,2	0,2
% boven A	0	10	0	0	0	0
richtnorm T ^{c)}	0,05	0,05	0,05	0,4	0,4	0,4
% boven T	0	10	0	0	0	0

a) Ontleend aan ref. 1

b) Ontleend aan ref. 12

c) De voor runderen geldende richtnormen en aktiegrenzen zijn gehanteerd.

Tabel II Overzicht van de Pb en Cd gehalten van kalfslevers, bemonsterd in 1983 en 1982 en van runderlevers, bemonsterd in 1983 (Gehalten in mg/kg vers produkt).

Kengrootheid	Cd			Pb		
	Kalveren 1983	Kalveren 1982 a)	Runderen 1983 b)	Kalveren 1983	Kalveren 1982 a)	Runderen 1983 b)
Aantal monsters N	20	10	23	20	10	23
Laagste waarde L	0,006	0,020	0,031	0,02	0,02	0,03
Hoogste waarde H	0,184	0,79	0,305	0,41	0,28	0,44
Mediaan M	0,030	0,12	0,108	0,03	0,09	0,17
Gemiddelde G	0,048	0,28	0,140	0,06	0,11	0,18
90% waarde	0,135	0,70	0,188	0,09	0,18	0,32
aktiegrens Ac)	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
% boven A	0	30	4,3	0	0	0
richtnorm Tc)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
% boven T	0	0	0	0	0	0

a) Ontleend aan ref. 1.

b) Ontleend aan ref. 12.

c) De voor runderen geldende richtnormen en aktiegrenzen zijn gehanteerd.

Tabel III Overzicht van de Pb en Cd gehalten van kalfsnieren, bemonsterd in 1983 en 1982 en van rundernieren, bemonsterd in 1983 (Gehalten in mg/kg vers produkt).

Kengrootheid	Cd			Pb		
	Kalveren 1983	Kalveren 1982 a)	Runderen 1983 b)	Kalveren 1983	Kalveren 1982 a)	Runderen 1983 b)
Aantal monsters N	20	10	23	20	10	23
Laagste waarde L	0,024	0,17	0,121	0,06	0,04	0,12
Hoogste waarde H	1,44	6,9	1,2	0,48	0,93	0,81
Mediaan M	0,290	1,1	0,532	0,10	0,08	0,35
Gemiddelde G	0,377	2,4	0,520	0,14	0,28	0,35
90% waarde	0,739	6,4	0,860	0,26	0,66	0,54
aktiegrens Ac)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
% boven A	10	60	4,3	0	0	0
richtnorm Tc)	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5	1,5
% boven T	0	30	0	0	0	0

a) Ontleend aan ref. 1.

b) Ontleend aan ref. 12.

c) De voor runderen geldende richtnormen en aktiegrenzen zijn gehanteerd.

Tabel IV Overzicht van de Cu-gehalten van kalfsvlees, -levers en -nieren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt)

Kengrootheid	vlees	levers	nieren
Aantal monsters N	20	20	20
Laagste gehalte L	0,42	5,75	2,58
Hoogste gehalte H	13,4	403	12,3
Mediaan M	1,36	168	4,96
Gemiddelde G	1,94	202	5,41
90% waarde	2,28	360	7,41

Tabel V Overzicht van de Fe-gehalten van kalfsvlees, -levers en -nieren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt)

Kengrootheid	vlees	levers	nieren
Aantal monsters N	20	20	20
Laagste gehalte L	4,0	10,2	11,2
Hoogste gehalte H	24,4	19,9	29,6
Mediaan M	10,2	12,9	20,0
Gemiddelde G	11,1	13,1	21,4
90% waarde	16,3	15,0	26,9

Tabel VI Overzicht van de Zn-gehalten van kalfsvlees, -levers en -nieren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt)

Kengrootheid	vlees	levers	nieren
Aantal monsters N	20	20	20
Laagste gehalte L	27,1	32,7	14,2
Hoogste gehalte H	46,0	250	87,4
Mediaan M	32,9	66,2	30,4
Gemiddelde G	33,9	101,0	36,1
90% waarde	38,8	178	59,6

Tabel VII Quotiënten van de nier/levergehalten voor cadmium, lood, koper, ijzer en zink en de regressievergelijkingen en correlatiecoëfficiënten voor de nier/lever relaties voor deze elementen

Element	Dier	Jaar	Nier/lever quotient		regressievergelijking*	r
			spreiding	mediaan		
Cd	kalf	1983	3,3 -12,5	7,6	$y = 0,12 x + 0,003$	0,91
Cd	kalf	1982	4,5 -15,0	8,8	$y = 0,10 x + 0,03$	0,92
Cd	rund	1983	0,6 -21,0	4,4	$y = 0,06 x + 0,08$	0,26
Pb	kalf	1983	1,2 - 5,5	3,0	$y = 0,75 x - 0,04$	0,91
Pb	kalf	1982	0,6 - 3,7	2,4	$y = 0,26 x + 0,04$	0,92
Pb	rund	1983	0,9 - 6,0	1,9	$y = 0,35 x + 0,07$	0,57
Cu	kalf	1983	0,01- 0,63	0,02	$y = 17,22 x + 109,21$	0,10
Fe	kalf	1983	0,9 - 2,3	1,7	$y = 0,11 x + 10,68$	0,06
Zn	kalf	1983	0,2 - 0,7	0,4	$y = 2,59 x - 5,49$	0,90

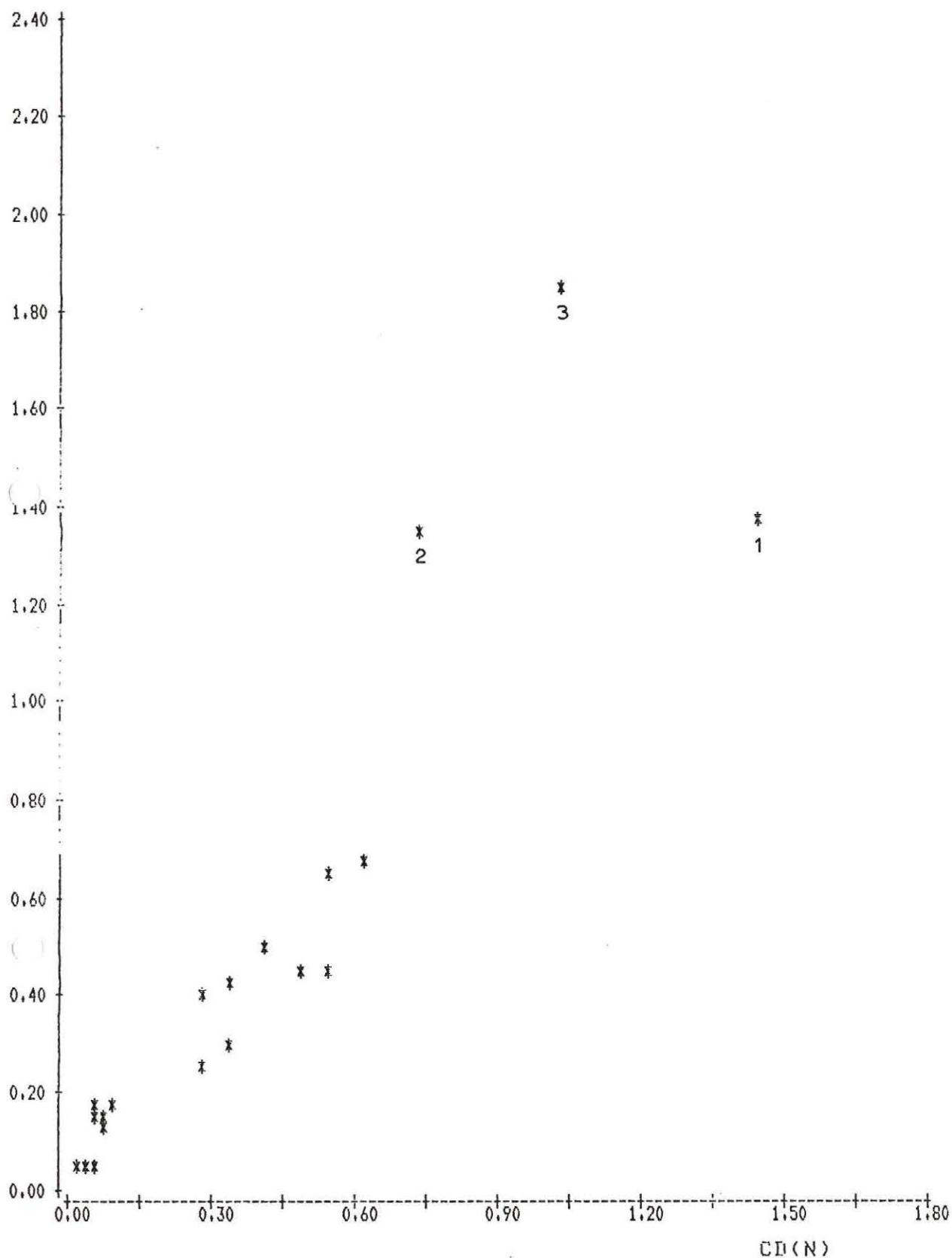
* x = metaalgehalte nier (mg/kg)
y = metaalgehalte lever (mg/kg)

Tabel VIII Inter-element relaties, met $r > 0,40$, tussen de cadmium-, lood-, koper-, ijzer- en zinkgehalten in nieren en levers van in 1983 onderzochte kalveren

x	y	regressievergelijking	r
Cu(L)	Cd(N)	$y = -0,0016 x + 0,69$	0,49
Cu(N)	Pb(N)	$y = 0,02 x + 0,02$	0,46
Zn(L)	Pb(N)	$y = 0,0008 x + 0,06$	0,49
Zn(N)	Cu(N)	$y = 0,07 x + 2,71$	0,67
Zn(L)	Cu(N)	$y = 0,03 x + 2,87$	0,75

L = lever
N = nier

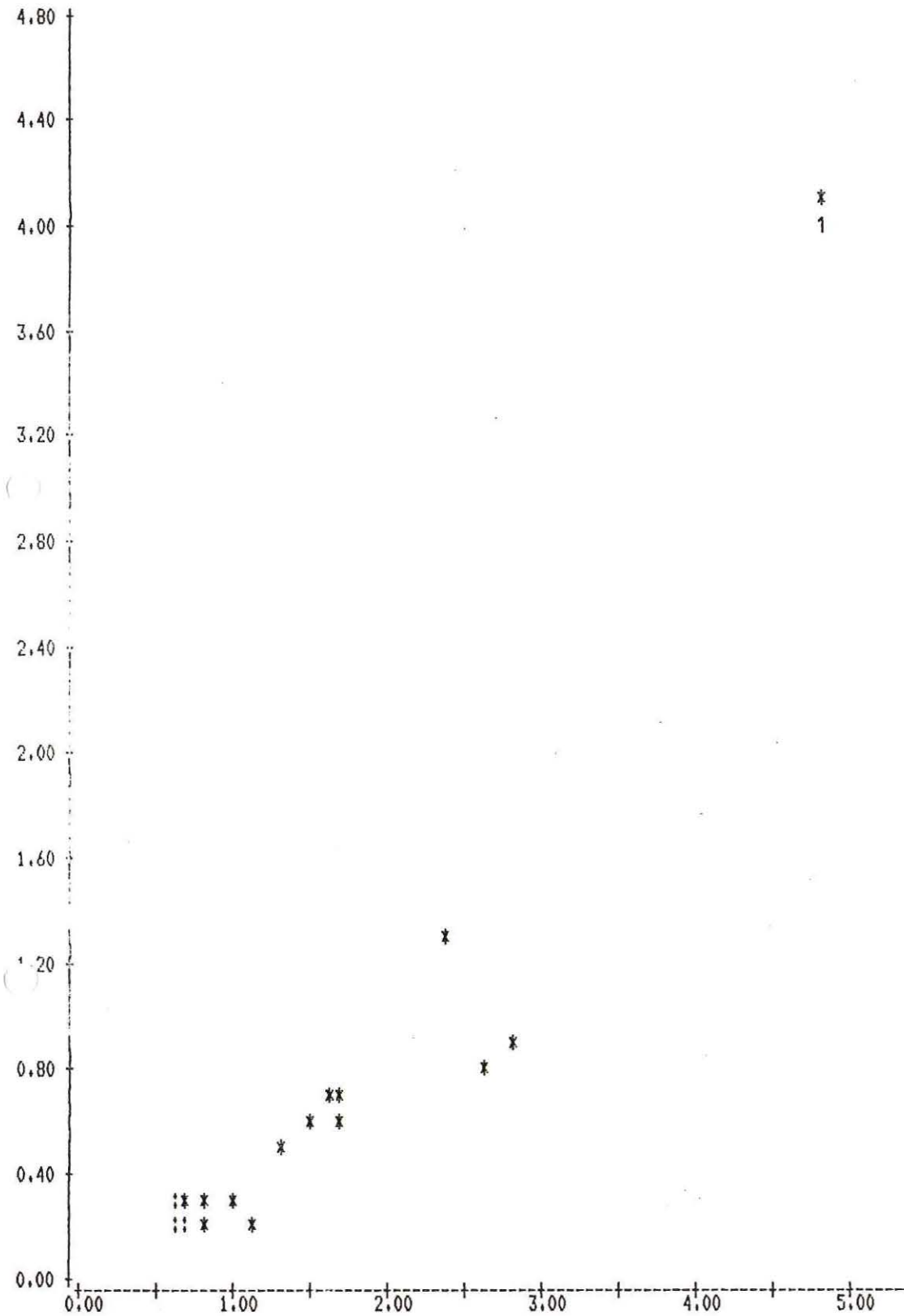
CD(L) x .1



Figuur 1. Relatie tussen de cadmiumgehalten (in mg/kg vers produkt) in kalfsnieren en -levers, bemonsterd in 1983.

Regressie vgl.: Alle data : $y = 0,12 x + 0,0032$ ($r = 0,91$)
Zonder punt 1 : $y = 0,15 x - 0,0040$ ($r = 0,93$)
Zonder punt 2 en 3 : $y = 0,09 x - 0,0068$ ($r = 0,98$)
Zonder punt 1, 2 en 3: $y = 0,09 x + 0,0067$ ($r = 0,95$)

FB(L) x .1

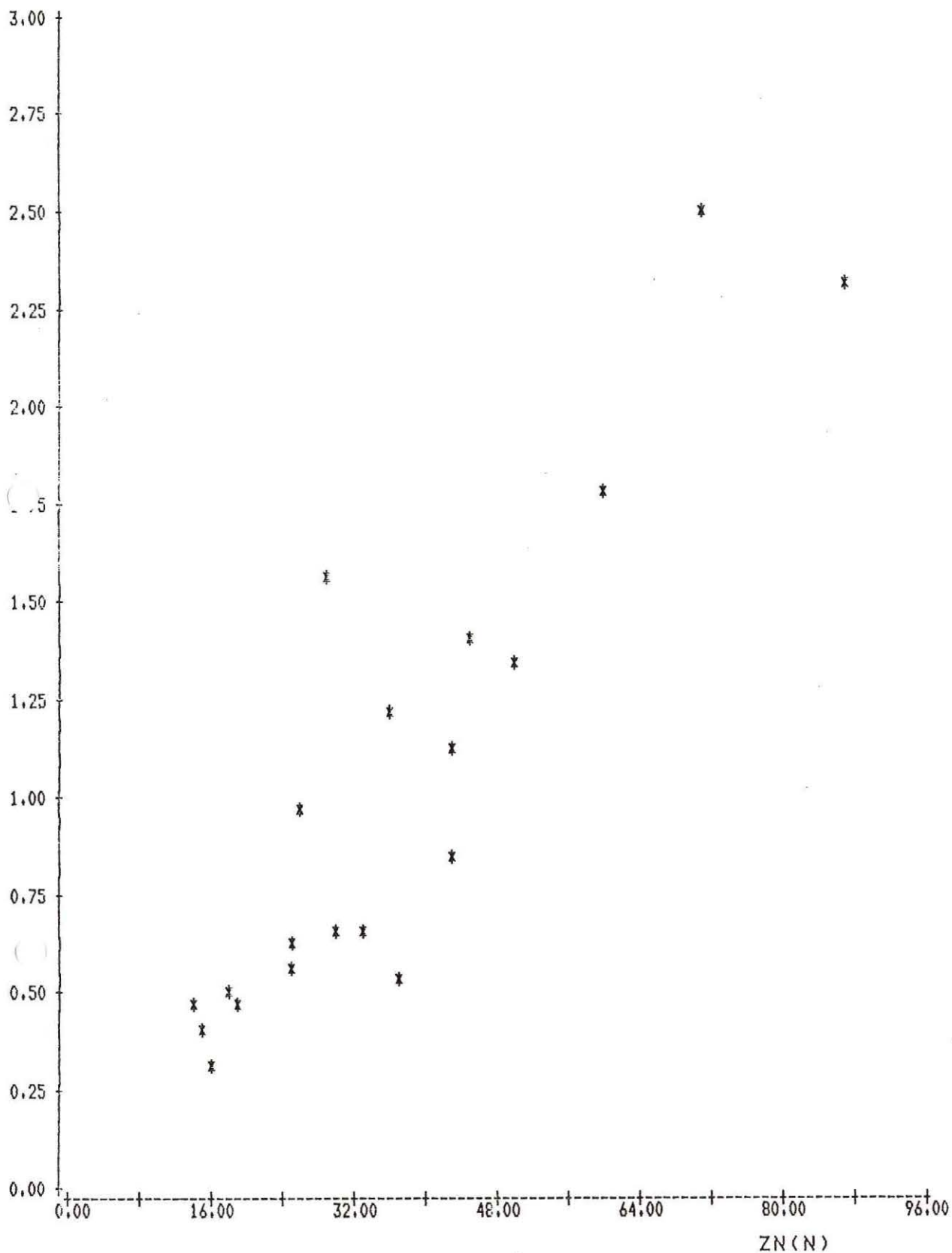


Figuur 2. Relatie tussen de loodgehalten (in mg/kg vers produkt) in kalfsnieren en -levers, bemonsterd in 1983.

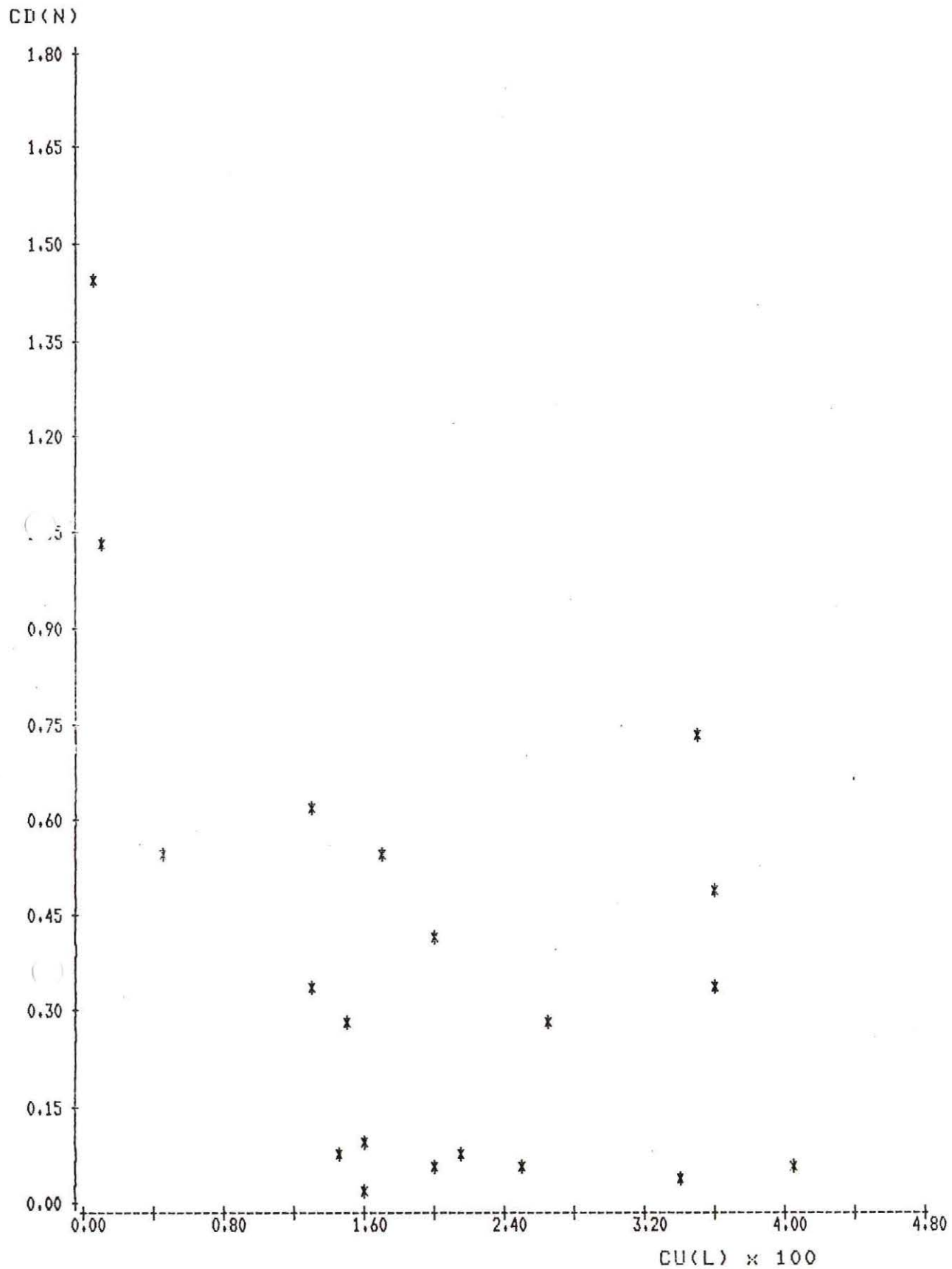
Regressie vgl.: Alle data : $y = 0,75 \cdot x - 0,04$ ($r = 0,91$)
Zonder punt 1 : $y = 0,39 \cdot x - 0,0024$ ($r = 0,91$)

: data overlap

ZN(L) x100

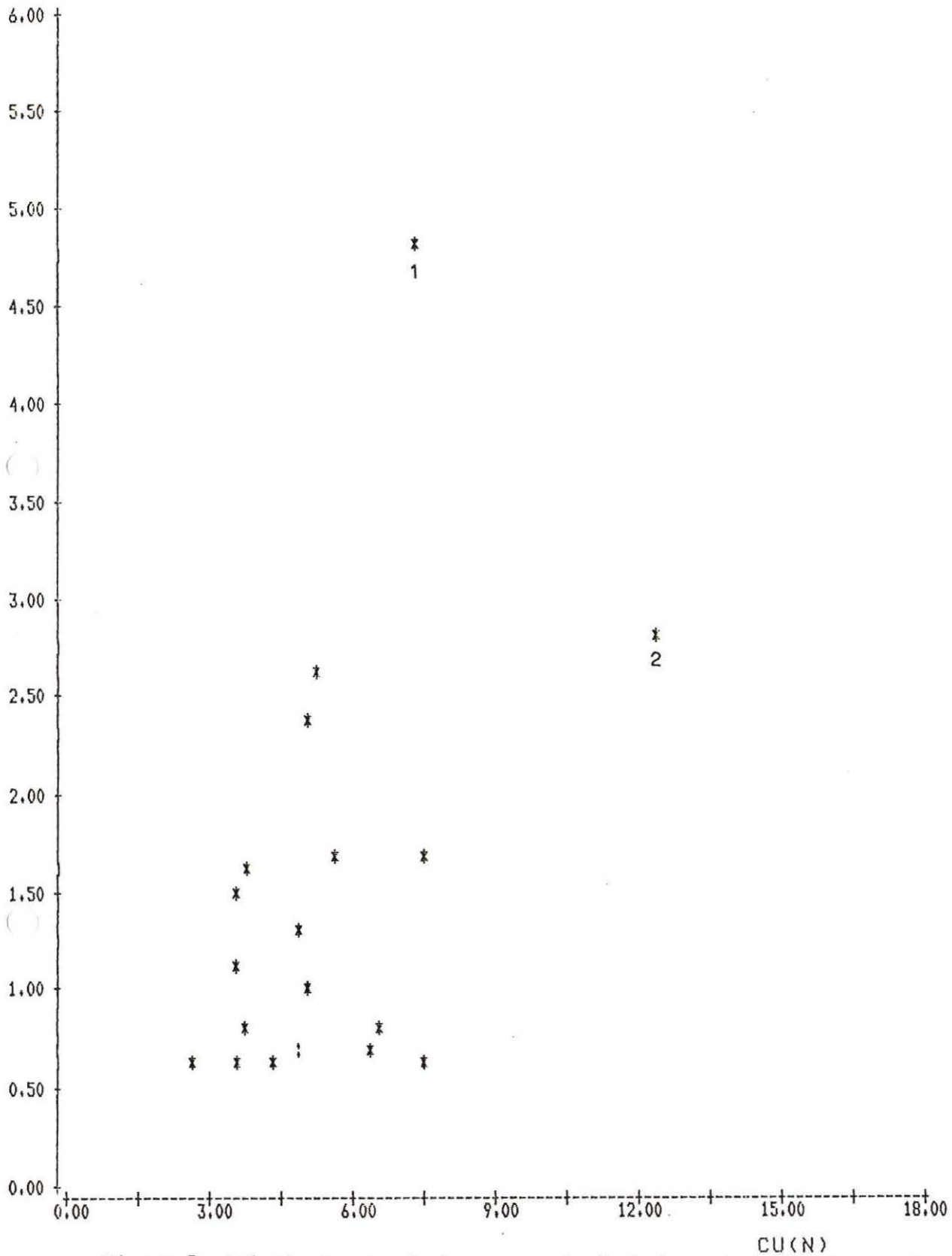


Figuur 3. Relatie tussen de zinkgehalten (in mg/kg vers produkt) in kalfsnieren en -levers, bemonsterd in 1983.
Regressie vgl.: $y = 2,59 x - 5,49$ ($r = 0,90$)



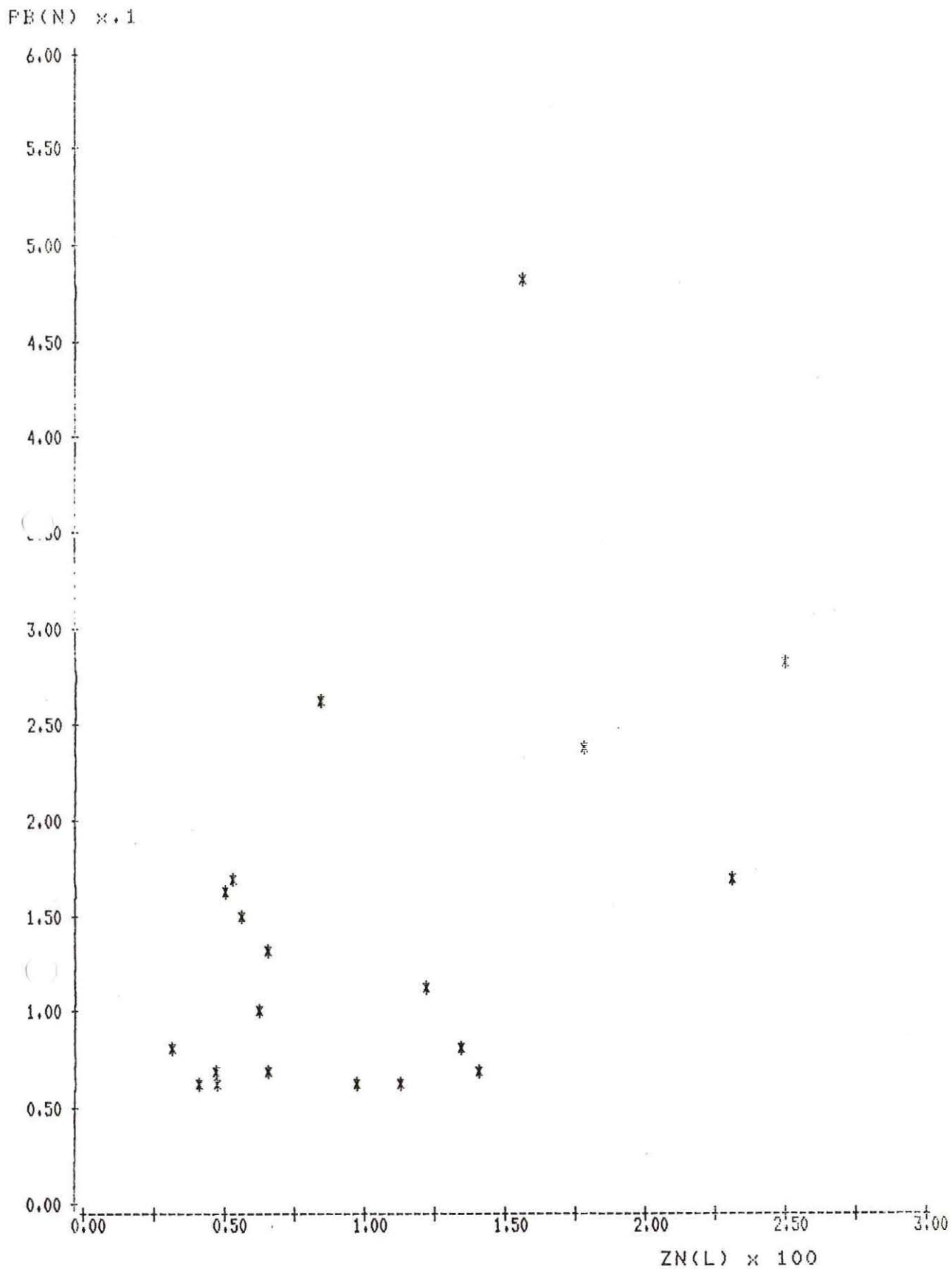
Figuur 4. Relatie tussen de kopergehalten in de levers en de cadmiumgehalten in de nieren van kalveren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt.)
 Regressie vgl.: $y = 0,0016 x + 0,69$ ($r = 0,49$)

PE(N) x .1

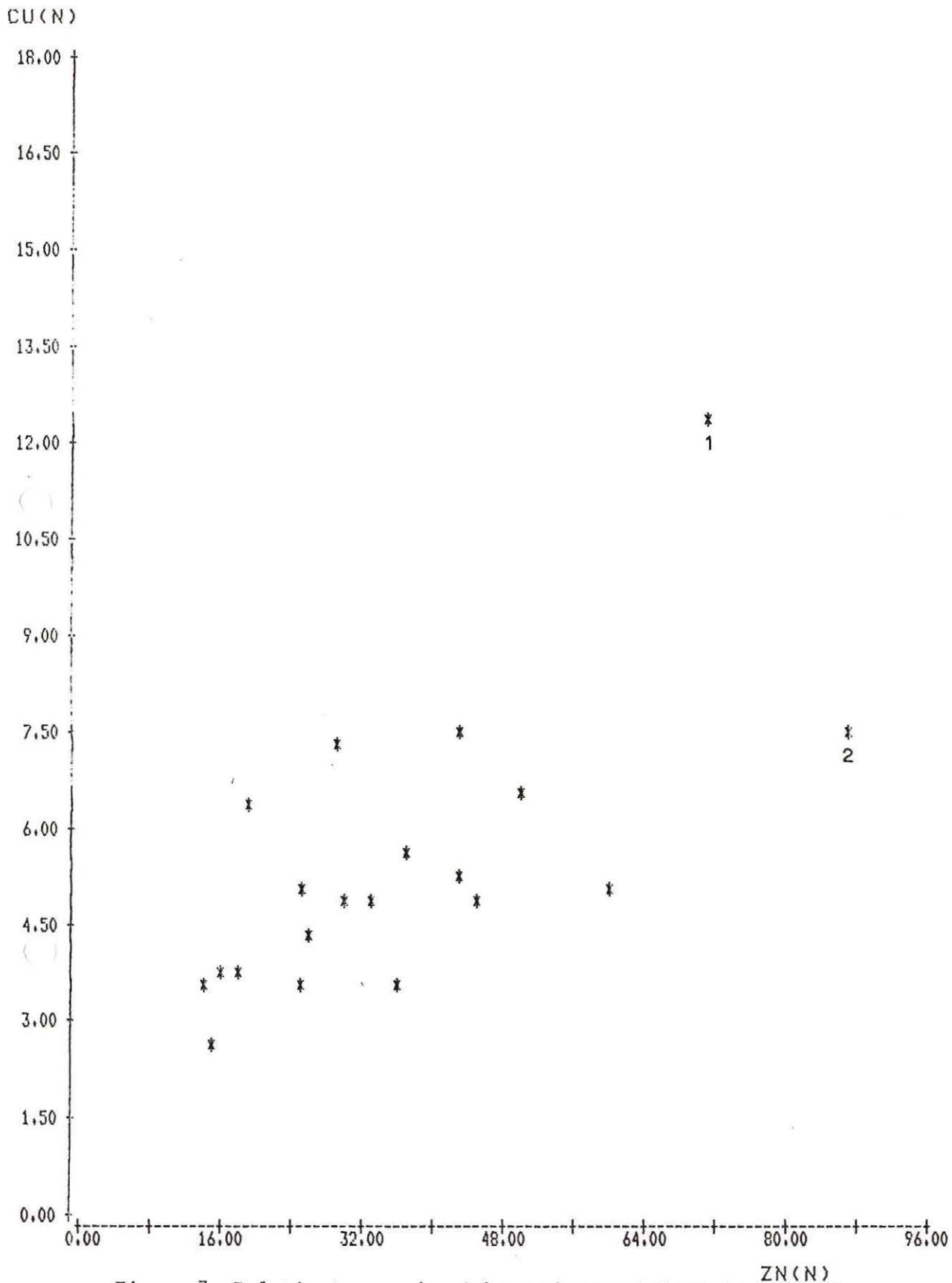


Figuur 5. Relatie tussen de koper- en loodgehalten in kalfsnieren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt.)

Regressie vgl.: Alle data : $y = 0,02 x + 0,02$ ($r = 0,46$)
 Zonder punt 1 : $y = 0,02 x + 0,04$ ($r = 0,47$)
 Zonder punt 2 : $y = 0,03 x + 0,0044$ ($r = 0,36$)
 Zonder punt 1 en 2: $y = 0,01 x + 0,09$ ($r = 0,10$)

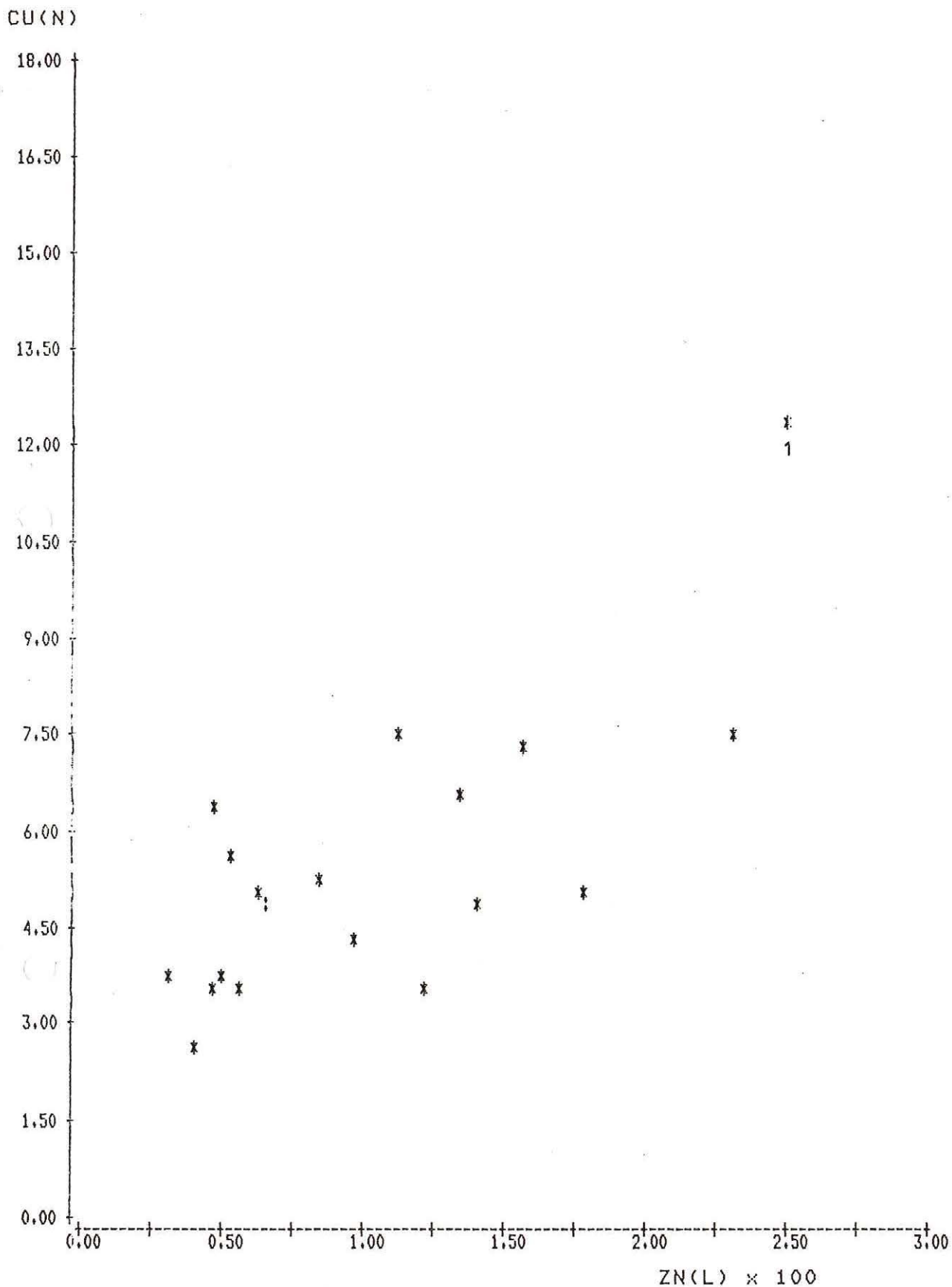


Figuur 6. Relatie tussen de zinkgehalten in de lever en de loodgehalten in de nieren van kalveren, bemonsterd in 1983.
 (Gehalten in mg/kg vers produkt.)
 Regressie vgl.: $y = 0,0008 x + 0,06$ ($r = 0,49$)



Figuur 7. Relatie tussen de zink- en kopergehalten in kalfsnieren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt.)

Regressie vgl.: Alle data : $y = 0,07 x + 2,71$ ($r = 0,67$)
 Zonder punt 1 : $y = 0,04 x + 3,71$ ($r = 0,53$)
 Zonder punt 2 : $y = 0,03 x + 4,98$ ($r = 0,14$)
 Zonder punt 1 en 2: $y = 0,05 x + 3,32$ ($r = 0,49$)



Figuur 8. Relatie tussen de zinkgehalten in de levers en de kopergehalten in de nieren van kalveren, bemonsterd in 1983. (Gehalten in mg/kg vers produkt.)

Regressie vgl.: Alle data : $y = 0,03 x + 2,71$ ($r = 0,75$)

Zonder punt 1 : $y = 0,02 x + 3,57$ ($r = 0,60$)

: data overlap