

Dankwoord

Gaarne wil ik de Stichting het Limburgs Landschap bedanken voor de toestemming tot onderzoek op de Bemelerberg, het Rijks Instituut voor Natuurbeheer en met name H. Turin voor de toestemming tot het bewerken van het vangpotmateriaal en het gebruik van de bijbehorende gegevens, alsmede Jaques Peeters te Blerick voor het maken van beide foto's.

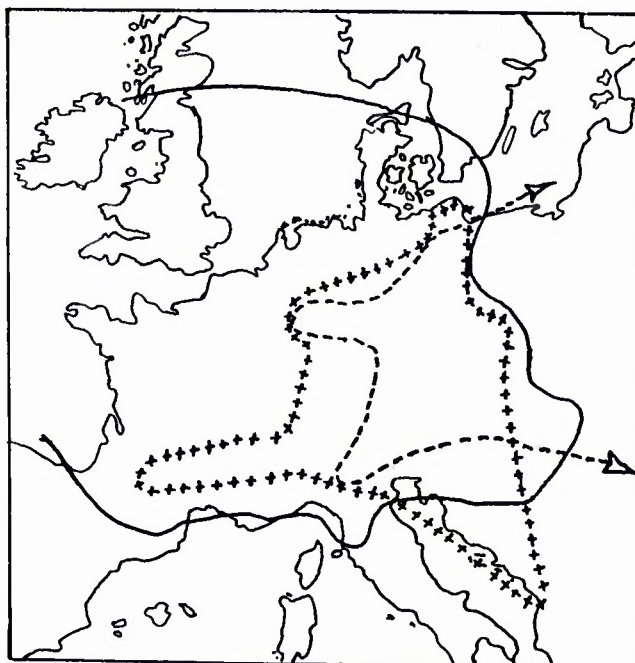
Summary

On the occurrence of the mygalomorph spiders *Atypus affinis* Eichwald and *A. piceus* (Sulzer) (Arachnida, Araneae, Atypidae) in the nature reserve "De Bemelerberg" near Maastricht (province of Limburg, The Netherlands).

Although the presence of *Atypus* species in The Netherlands has been recorded since the end of the last century, there has been much confusion about the identity of these species. Now we definitely know that two species are concerned, *Atypus affinis* and *A. piceus*.

The former is known from various sites from mainly the central and southern part of the country, whereas *A. piceus* until recently was known only two localities in the southern part of Limburg: a single male specimen from "near Maastricht" (VAN HASSELT, 1890) and a huge population from the nature reserve "Het Gerendal" near Oud-Valkenburg (VAN HELSDINGEN, 1980; KOOMEN, 1986).

In this paper, the syntopic occurrence of *A. affinis*



Figuur 6. Voorlopig beeld van de verspreiding van *Atypus affinis* (—), *A. piceus* (+++++) en *A. muralis* (---) in Europa (naar Kraus en Baur, 1974, vereenvoudigd).

and *A. piceus* in the nature reserve "De Bemelerberg" at Bemelen near Maastricht is recorded. This is the third record of *A. piceus* in The Netherlands and the third record of syntopic occurrence of both species in Europe (KRAUS & BAUR, 1974). The specimens were collected by continuous pitfall trapping from March 21 till October 28, 1981.

The fact that no females were caught may be explained by the observation that females of *Atypus* rarely leave their silk tubes. Males of *A. affinis* and *A. piceus* were collected in separate periods of the year. This agrees with the observations of KRAUS & BAUR (1974), who suggest that these differences may play a role in preventing hybridization between syntopic species.

Literatuur

- HASSELT, A.W.M. VAN, 1890. Catalogus Areanarum, hucusque in Hollandia inventarum, suppl. II. Tijdschr. Ent., 33, p. 181 - 214.
- HELSDINGEN, P.J. VAN, 1980. De mijnen in Limburg zijn nog niet dicht. De Levende Natuur no 3, p. 99 - 103.
- KOOMEN, P., 1986. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse Kalkgraslanden. Spinnen (Arachnida, Araneae) van het Gerendal en de Kruisberg. Natuurhist. Maandbl. 75 (11), p. 198 - 207.
- KRAUS, O. en H. BAUR, 1974. Die Atypidae der West-Paläarkt. Systematik, Verbreitung und Biologie (Arach.: Araneae). Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 17, p. 85 - 116.

Bodemverontreiniging in het Maasdal: geen zaak van vandaag of gisteren

M.C. RANG en C.J. SCHOUTEN

Correspondentie-adres: Statenstraat 2b, Maastricht

Hoewel de verontreiniging van de bodem pas het laatste decennium in de belangstelling is komen te staan is bodemverontreiniging in Zuid-Limburg geen nieuw verschijnsel. De oorzaak van deze historische bodemverontreiniging is het voorkomen van exploiteerbare ertsvoorraden in de directe omgeving. Hierdoor is de non-ferro metalurgische industrie al vroeg tot ontwikke-

ling gekomen. De eeuwenoude mijnbouw en de daarmee samenhangende industriële en stedelijke activiteiten heeft een continue toevoer van zware metalen bevattende afvalstoffen naar het oppervlaktewater veroorzaakt. Dit heeft niet alleen geleid tot ernstige aantasting van de waterkwaliteit, maar ook tot verontreiniging van de oevergronden. Door sedimentatie van mijnafval en

verontreinigd slib kunnen met name de frequentst overstroomde delen van de rivier- en boekoevergronden in ernstige mate verontreinigd zijn met zware metalen. Uit onderzoek is gebleken dat de verontreiniging van rivierafzettingen in het stroomgebied van de Maas al meer dan 300 jaar geleden is begonnen en haar maximum bereikte in het midden van de vorige eeuw.

Eeuwenlang zijn de grote Europese rivieren, waaronder ook de Maas, gebruikt als openbaar riool, waarop vrijelijk huishoudelijk en industrieel afval geloosd kon worden. Met name in de 19e eeuw, toen nog weinig bekend was over de mogelijk schadelijke gevolgen van bepaalde afvalstoffen, zijn grote hoeveelheden huishoudelijk, industrieel en mijnafval rechtstreeks op de rivieren geloosd. De verontreiniging blijft niet beperkt tot uitsluitend de waterfase. Door aanvoer van verslib en door de produktie van organisch materiaal (algen, wieren etc.) vindt voortdurend adsorptie plaats van de opgeloste metalen aan de vaste stof. De vaste deeltjes zullen na verloop van tijd coaguleren, vervolgens bezinken en deel gaan uitmaken van de onderwaterbodem. Tijdens perioden met piekafvoeren en hoge stroomsnelheden kan het bezonken materiaal opnieuw opgenomen en getransporteerd worden. Door sedimentatie van dit

materiaal is een groot deel van de oevergronden langs de grote rivieren ernstig verontreinigd. In de laatste decennia heeft deze verontreiniging in Nederland een onacceptabel niveau bereikt (SALOMONS, 1982). In het stroomgebied van de Maas was veel eerder sprake van een ernstige verontreiniging, de oorzaak hiervan is de exploitatie van de lood-, zink- en steenkoolvoorkomens in het stroomgebied.

In deze tekst zal ingegaan worden op de historische veranderingen in de verontreiniging van de Maasafzettingen in Zuid-Limburg met zware metalen. Getracht is de onderzochte afzettingen zowel relatief, als absoluut te dateren. De relatieve datering is verricht op basis van de mate van bodemontwikkeling die in de afzettingen heeft plaatsgevonden. Bij de absolute datering is gebruik gemaakt van afzettingen uit dichtgeslibde oude beddingen van de Maas, waarvan het mo-

ment van beddingverlegging vastgesteld kon worden met behulp van historisch kaartmateriaal en manuscripten.

Tijdens het onderzoek trad een piekafvoer op met een herhalingsijd van 50 jaar (feb. 1984). Na deze piekafvoer, waarbij een groot deel van de overstromingsvlakte werd geïnundeerd (figuur 1 en 2), zijn 94 monsters vers sediment verzameld.

Mijnbouw in het stroomgebied van de Maas

De winning van steenkool vond al in de vroege middeleeuwen plaats, maar kwam pas na de industriële revolutie volledig tot ontwikkeling. Tijdens de snelle industriële ontwikkeling na de tweede wereldoorlog, bereikte de mijnbouw haar hoogtepunt. Het materiaal dat in de mijnen gewonnen werd



Figuur 1. Overzichtsfoto van geïnundeerde percelen in Midden-Limburg tijdens het hoogwater van zomer 1982.



Figuur 2. Hoogwater te Itteren in febr. 1984.

werden, i.c. op verschillen in soortelijke dichtheid van de erts en het matrixmateriaal. De scheidingstechnieken waren verre van efficiënt, zodat het afvalwater nog hoge gehalten aan metaalrijke deeltjes bevatte. Dit afvalwater werd op de rivier geloosd, hetgeen geleid heeft tot een aanzienlijke toevoer van zware metalen aan het rivierversysteem.

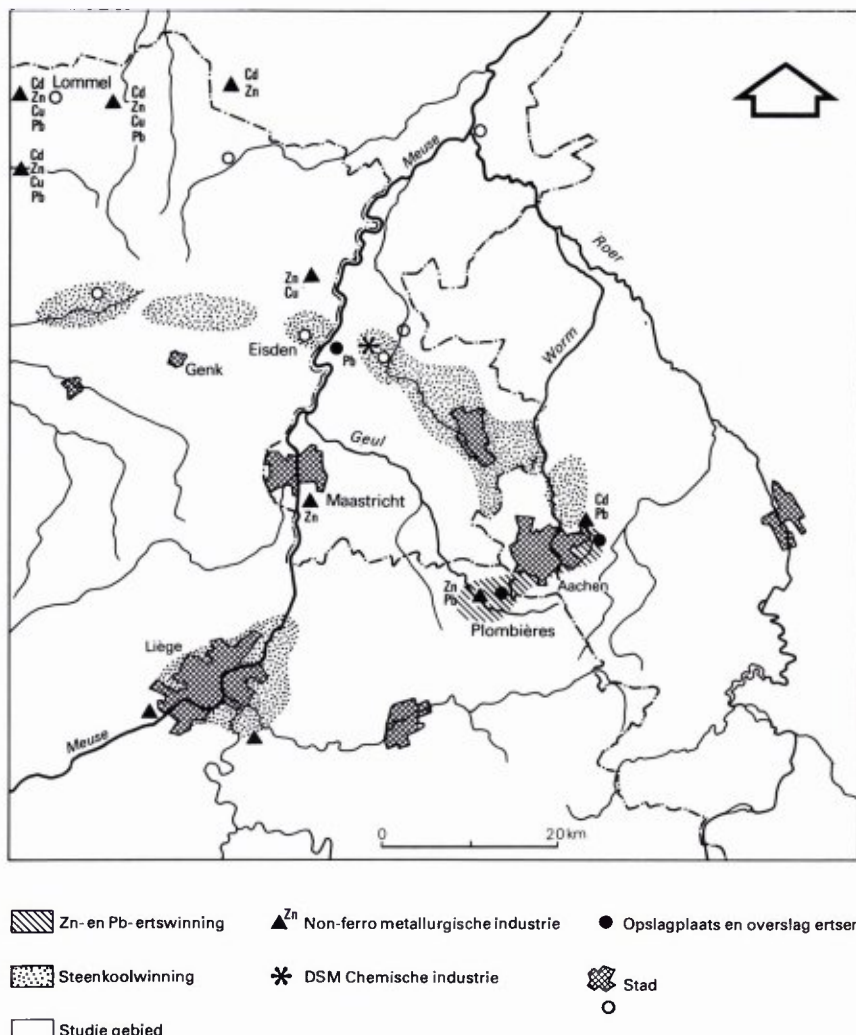
Bodems en bodemontwikkeling in het Maasdal

Bodemvorming in het Maasdal hangt sterk samen met het hydrologische gedrag van de Maas. In Zuid-Limburg wordt de Maas slechts plaatselijk door dijken begeleid, zodat ze hier tot in

het recente verleden regelmatig haar bedding kon verleggen (figuur 4). Hierdoor werd de bodemontwikkeling plaatselijk onderbroken door erosie van het bodemmateriaal, of door bedekking hiervan met vers sediment. Als gevolg hiervan varieert de ouderdom van de bodems in het Maasdal sterk. Met de ouderdom varieert ook de mate waarin de oorspronkelijke rivierafzettingen door bodemvormende processen veranderd zijn. Doordat de Maas in Zuid-Limburg continu haar bedding heeft verlaagd bevinden de oudste bodems zich op een hoger niveau ten opzichte van de rivier dan de jongere bodems. Aangezien laag gelegen bodems frequenter overstromd worden dan hoog gelegen bodems, zullen de bodemkundige verschillen tussen de oude en jonge bodems nog vergroot worden.

bevatte naast steenkool nog grote hoeveelheden matrixmateriaal, zoals zand- en kleisteen. De steenkool werd van dit matrixmateriaal gescheiden door toepassing van flotatietechnieken. Het afvalwater, dat nog hoge gehalten aan gesuspendeerd materiaal bevatte, werd aanvankelijk ongezuiverd op het oppervlaktewater geloosd. Tot aan het begin van deze eeuw was hierdoor de concentratie van kooldeeltjes in de Maas zo hoog, dat gedurende perioden met lage afvoeren het water zwart gekleurd was.

Belangrijke ertsvoorkomens worden aangetroffen nabij Aken, in het stroomgebied van de Inde, een zijrivier van de Roer, en nabij Plombières in het Belgische deel van het stroomgebied van de Geul (zie figuur 3). De exploitatie van de zink- en loodertsen startte in de vroege middeleeuwen en maakte tussen 1820 en 1880 haar bloeitijd door. Sinds de jaren '30 van deze eeuw zijn de mijnen uitgeput en is de exploitatie hiervan gestopt. Tot in de jaren '50 is men doorgegaan met de winning van lood uit het mijnafval dat gedeponeerd was op grote stortbergen op het voormalige mijnterrein. De scheidingstechnieken die bij de ertswinning gebruikt werden, waren gebaseerd op de zelfde principes als in de steenkoolproductie toegepast



Figuur 3. De belangrijkste bronnen van zware metalen in de regio Zuid-Limburg.

De bodemvorming begint direct na afzetting van grof, grindrijk materiaal ter hoogte van de laagwaterlijn. Wanneer dit materiaal begroeit raakt met een pioniervegetatie, kan door accumulatie en biologische omzetting van afgestorven plantenresten enige aanrijking met humus plaatsvinden. Tijdens perioden met hoge afvoer zal opnieuw materiaal afgezet worden, waardoor de oever zich in de loop der jaren ophoogt. Naarmate de hoogteligging toeneemt zullen de afzettingen steeds fijner van textuur worden. Na verloop van jaren is de oever zover opgehoogd dat zij nog slechts zelden overstroomd wordt. Hierdoor kan een sterkere accumulatie van organisch materiaal in de toplaag van de bodem optreden. Zo ontstaat de zandig-lemige "kalkhoudende Ooivaaggrond", die in een groot gedeelte van het Maasdal aangetroffen wordt. Door de inwerking van neerslag, vegetatie en bodemorganismen zal het oorspronkelijke kalkhoudende bodemmateriaal ontkalken, waardoor de zuurgraad van de bodem zal toenemen tot een pH van ongeveer 6,0 à 6,5. Onder dergelijke licht zure omstandigheden zal interne vertering van het bodemmateriaal gaan optreden, waardoor ijzer uit de bodemmineralen wordt vrijgemaakt. Dit vrije ijzer, dat in de bodem aanwezig is als hydroxide, is verantwoordelijk voor een duidelijke bruinkleuring van de bodems. Dergelijke verbruinde bodems worden in Duitsland "Braunerden" genoemd (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1979) en worden in Nederland aangeduid met de wat fantasieloze naam "kalkloze Ooivaaggrond". Wanneer de (natuurlijke) verzuring van de bodem zich voortzet, zal uiteindelijk bij een pH van ongeveer 5,5 kleuitspoeling kunnen optreden. De bodemlaag waarin de kleideeltjes accumuleren wordt op grond van zijn rosig-bruine kleur en zijn compactheid "briklaag" genoemd (brik is Zuid-Nederlands voor baksteen). De bodems in het Maasdal met een dergelijke briklaag worden geklassificeerd als "Radebrikgrond".

Het verschil in ouderdom van de bodem uit zich niet alleen in de mate van bodemontwikkeling, maar ook in de eigenschappen van het moedermateri-



Figuur. 4 Restgeul in het Maasdal nabij Voulwammes.

aal. Sinds het achterland van de rivier in cultuur is gebracht, wordt het fluvia-tiele systeem, en hiermee de samenstelling van de afzettingen, sterk beïnvloed door menselijke activiteiten. Het hele stroomgebied van de Maas was oorspronkelijk bedekt met bos. De hoeveelheid sediment die aan de rivier werd toegeleverd was hierdoor klein. Tijdens de ontbossing en cultivering van het stroomgebied nam de sedimentlast van de rivier door erosie van de lossgronden sterk toe en veranderde ook de aard van de sedimenten. Terwijl de oorspronkelijke afzettingen een meer kleiige textuur bezaten, kenmerkt het materiaal dat is afgezet na de ontbossing van het stroomgebied zich door haar sterk siltige karakter en door haar helder bruine kleur.

De recente aanslibbingen van de Maas, dat wil zeggen de sedimenten die zijn afgezet na de industriële revolutie, kenmerken zich door antropogene verontreiniging met kolenslik en sintelgruis. Deze beïnvloeding is plaatselijk zo sterk dat feitelijk gesproken kan worden van een afwijkend moedermateriaal, dat gekenmerkt wordt door grauwe, zwarte kleuren. De bodems die in dit materiaal ontwikkeld zijn, worden in het onderhavige onderzoek aangeduid met de fantasie-naam "kalkhoudende Vuilvaaggrond".

Zware metalen in oeverafzettingen

Teneinde een goed inzicht te verkrijgen in de eigenschappen en de relatieve ouderdom van de bodems in de overstromingsvlakte van de Maas is een uitgebreid bodemkundig veldonderzoek uitgevoerd. Hiertoe is op ongeveer 150 lokaties een boring uitgevoerd tot een diepte van 1,20 meter. Het bodemprofiel werd ter plaatse bemonsterd en beschreven. Op basis van dit bodemonderzoek zijn 26 lokaties geselecteerd, waar de verticale verdeling van zware metalen in het bodemprofiel onderzocht is. Op elke lokatie werden monsters op twee verschillende diepten genomen en geanalyseerd op zink, cadmium, lood en koper (zie tabel I). Alleen het min of meer onveranderde moedermateriaal op 100 cm diepte kan gebruikt worden bij de reconstructie van de historische veranderingen in de mate van verontreiniging van het maasslib. De redenen hiervoor zijn:

- alleen het bodemmateriaal onderin het profiel kan relatief gedateerd worden; de toplaag kan tijdens de bodemvorming afgezet zijn;
- ondiep in het profiel kan een post-sedimentaire toevoer van zware

metalen hebben plaatsgevonden, bijvoorbeeld via bemesting of atmosferische depositie.

Ook op grotere diepten kan het zware metalengehalte na afzetting door uitspoeling zijn veranderd. De mobiliteit van zware metalen in de bodem - en hiermee de kans op uitspoeling - wordt bepaald door het organische stofgehalte van de bodem, het gehalte aan afslibbare delen, het kalkgehalte en de pH. In tabel II zijn de relevante fysische en chemische eigenschappen van de onderzochte bodemprofielen weergegeven.

Op grond van het hoge gehalte aan organische stof en kalk en de hoge pH mag aangenomen worden dat in de twee jongste bodems, te weten de Vuilvaaggrond en de kalkhoudende Ooivaaggrond een verticale translocatie van zware metalen niet of nauwelijks is opgetreden. Ook in de twee oudste bodems wordt de mobiliteit van zware metalen gering geacht. Desalniettemin moet het gezien de ouderdom van deze gronden niet uitgesloten worden geacht dat er een herverdeling van zware metalen in het bodemprofiel heeft plaatsgevonden. Ondanks bovengenoemde beperkingen geven de zware metalengehalten van de verschillende bodems op een meter diepte een redelijke indicatie van de gehalten aan zware metalen van het maasslib op het moment van sedimentatie. Getracht is aan de hand van de mate van bodemontwikkeling en aan de hand van de landschappelijke situering van de bemonsterde bodemprofielen de verschillende afzettingen te dateren.

De resultaten, die samengevat zijn in tabel III suggereren een toename in de gehalten aan zware metalen meer dan 1000 jaar geleden. De geconstateerde verschillen in zware metalen gehalten tussen de twee oudste bodems kunnen echter ook veroorzaakt worden door post-sedimentaire translocatie van zware metalen, onder invloed van percolerend bodemwater. Wel kan met zekerheid aangenomen worden dat de toename in het zware metalengehalte van het maasslib in elk geval meer dan 200 jaar geleden begon.

Tabel I. Het gemiddelde gehalte aan zware metalen (in mg/kg) op 10 en 100 cm diepte in vier verschillende bodemtypes ontwikkeld in oeverafzettingen.

bodemtype	diepte	n	Zn	Cd	Pb	Cu
kelkhoudende Vuilvaaggrond	0.1	10	1522	10.0	365	115
	1.0	10	1680	12.0	700	150
Kalkhoudende Ooivaaggrond	0.1	6	1522	10.0	520	138
	1.0	6	136	0.6	85	15
Kalkloze Ooivaaggrond	0.1	4	260	2.0	98	27
	1.0	4	105	0.4	31	22
Radebrikgrond	1.0	6	61	0.4	17	16

Tabel II. Enkele fysische en chemische eigenschappen van de onderzochte bodemprofielen

bodemtype	diepte (m)	<2 µm (%)	<16 µm (%)	kelk-gehalte (%)	organische stof (%)	pH
Kelkhoudende Vuilvaaggrond	0.1	15	35	4.6	14.6	6.8
	1.0	13	30	5.4	8.4	7.4
Kalkhoudende Ooivaaggrond	0.1	21	47	4.5	4.8	6.9
	1.0	21	44	5.3	1.2	7.3
Kalkloze Ooivaaggrond	0.1	22	44	0	2.8	6.5
	1.0	31	42	0	1.2	5.8
Radebrikgrond	1.0	19	37	0	2.6	6.2
	1.0	28	45	0	0.8	5.2

Tabel III. Gemiddelde zware metalengehalte (in mg/kg) van fluviatile afzettingen van verschillende ouderdom (n = aantal monsters)

ouderdom (j)	bodemtype	n	Zn	Cd	Pb	Cu
- 1	recente afzettingen	94	860	8.0	230	74
2 - 200	kalkh. Vuilvaaggrond	10	1680	12.0	700	150
200 - 1000	kalkh. Ooivaaggrond	6	136	0.6	85	15
1000 - 2000	kalkloze Ooivaaggrond	4	105	0.4	31	22
2000 -	Radebrikgrond	6	61	0.4	17	16

Tabel IV. De verticale verdeling van zware metalen (in mg/kg) in een opgevulde bedding van de Maas

diepte (cm)	Zn	Pb	Cd	Cu
0	234	89	1.4	21
30	209	72	1.4	18
60	118	53	1.0	17
90	125	57	1.0	19
120	136	57	0.8	20
150	118	55	0.8	21
180	101	58	0.8	18
210	117	67	1.2	22
240	176	80	1.2	27
270	154	84	1.0	27

Tabel V. Het gemiddelde gehalte aan zware metalen (in mg/kg) van fossiele en recente beddingsedimenten

rivier	locatie	ouderdom (j)	n	Zn	Pb	Cd	Cu
Maas	fossiele bedding	350	1	154	84	1.0	27
Maas	fossiele bedding	120	1	8000	1406	24.7	67
Maas	grindgroeve	10	2	1660	530	27.0	160
Meas	huidige bedding	1	5	1600	390	21.8	90

De verontreiniging van afzettingen in voormalige Maasbeddingen

De oudste dichtgeslibde Maasloop die gedateerd kon worden met behulp van oude kaarten en documenten is tenminste 300 jaar oud. Het bemonsterde profiel is ontsloten in een grindgroeve nabij het plaatsje Grote Meers. Op kaarten van voor 1650 wordt de hoofdbedding van de Maas op deze plaats aangegeven. Op een kaart uit 1651 blijkt de loop van de Maas zich meer dan een kilometer naar het westen te hebben verplaatst. Oude documenten uit de tweede helft van de 16e en de eerste helft van de 17e eeuw maken melding van snelle beddingverleggingen gedurende deze periode (RULKENS, 1949). Een document uit 1559 beschrijft een catastrophale overstroming die resulteerde in een aanzienlijke verplaatsing van de loop van de Maas.

Het in de grindgroeve ontsloten profiel van de opgevulde bedding vertoont enkele zeer opmerkelijke verschijnselen. Het diepste deel van dit profiel bestaat uit een dikke laag grind met een duidelijke gelaagdheid. Matrixmateriaal in de fijnere fractie ontbreekt in deze laag vrijwel volledig. Binnen dit grindpakket komen lagen voor met een overvloed aan afgeronde brokken steenkool met diameters oplopend tot meer dan 50 mm. Verder werden boten van vee, stukken hout en houtskool aangetroffen, maar opmerkelijk weinig baksteen. Deze afzetting is vermoedelijk het gevolg van een of twee catastrophale overstromingen, waarbij de kaden langs de Maas in Luik en Maastricht volledig schoongespoeld zijn, en veel vee is verdronken.

Op het grindpakket bevindt zich een laag kalkhoudende helderbruine leem, met een dikte van meer dan drie meter. Indien dit pakket volledig is afgezet na 1600 dan bedroeg de sedimentatiesnelheid tenminste 1 meter per jaar. In tabel IV is de verticale verdeling van de zware metalen in de leemige afzettingen weergegeven.

De oudste afzettingen zijn tenminste

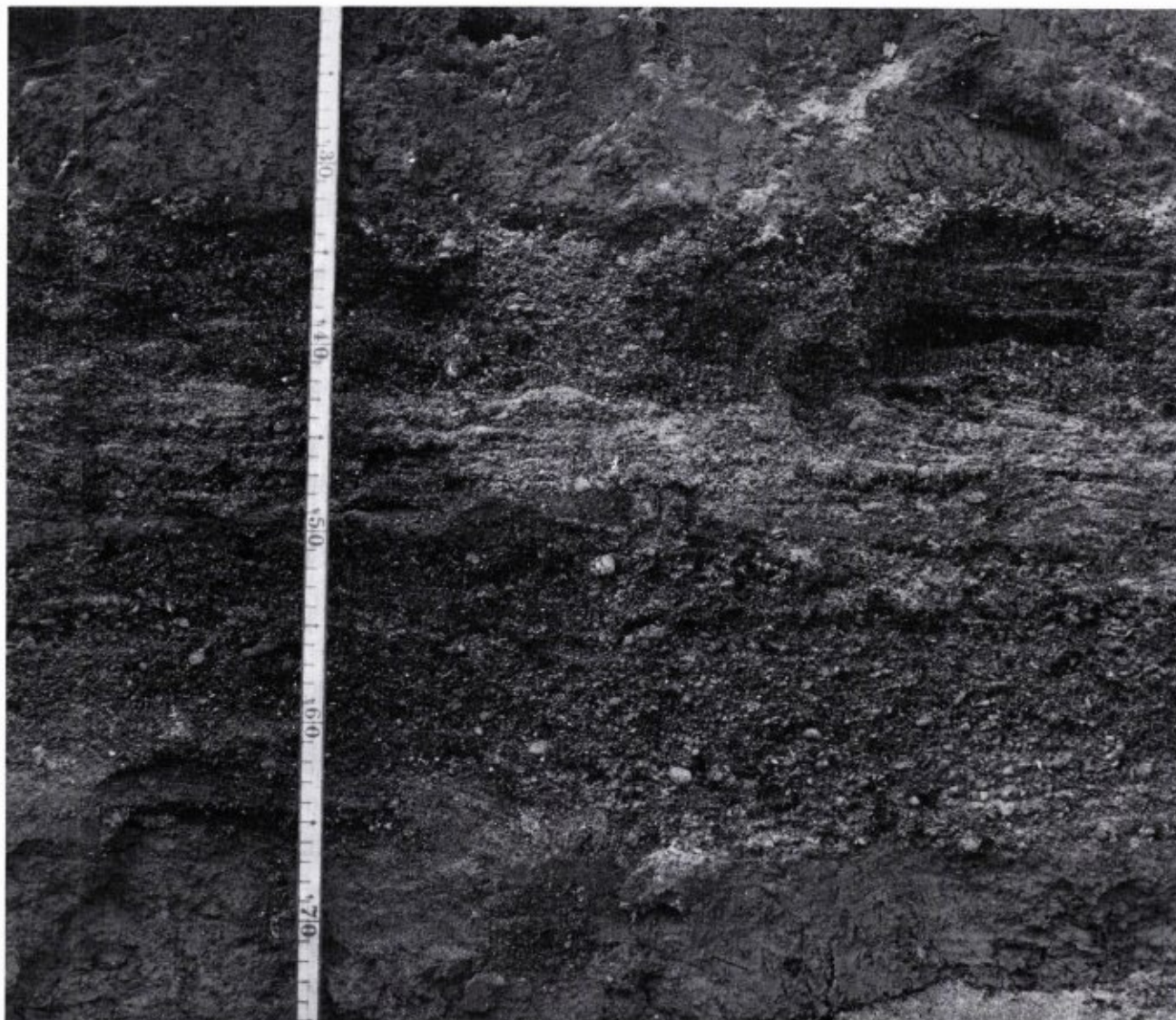
300 tot 350 jaar oud. De gehalten aan lood en zink in deze afzettingen zijn duidelijk verhoogd t.o.v. de natuurlijke gehalten. Hieruit valt af te leiden dat de verontreiniging van het maasslib met zware metalen geen recent verschijnsel is, maar al aan het eind van de 16e eeuw is begonnen. Dit vormt een bevestiging van de dateringen die uitgevoerd zijn op basis van bodemontwikkeling.

De jongste afzettingen zijn helderbruin van kleur en in ongeveer gelijke mate verontreinigd als de oudste. Deze afzettingen komen niet overeen

met het materiaal waaruit de Vuilvaaggronden zijn opgebouwd. Het onderhavige profiel moet daarom geklassificeerd worden als een kalkhoudende Ooivaaggrond. De jonge afzettingen zijn dus tenminste circa 200 jaar oud. Dit betekent dat de afzetting van het drie meter dikke pakket leem in een nog veel kortere periode moet hebben plaatsgevonden. Uitgaande van een ouderdom van de oudste sedimenten van 350 jaar heeft de aanslibbing in circa 150 jaar plaatsgevonden, hetgeen een sedimentatiesnelheid oplevert van 2 meter per eeuw!



Figuur 5. Door de Geul geërodeerde Maasafzettingen. De donkere lagen in het profiel bestaan hoofdzakelijk uit sintels (zie ook figuur 6 en 7).



Figuur 6. Detailopname van de Maasafzettingen.

Een tweede dichtgeslibde bedding van de Maas is bemonsterd nabij het confluentiepunt van de Geul en de Maas. Deze bedding is uitstekend ontsloten op de plaats waar het door de Geul wordt aangesneden. In het profiel zijn tot een diepte van meer dan 3,5 meter lagen kolengruis vermengd met zand aangetroffen en tot 10 cm dikke lagen afgeronde steenkoolsintels (zie figuur 5 en 6). Door vergelijking van historisch en modern kaartmateriaal kan een globale uitspraak gedaan worden over de ouderdom van de afzettingen.

Op de Tranchotkaart uit 1820 en de oudste rivierkaart uit 1849 ligt de maasoever circa 200 meter zuidelijker

dan nu het geval is, i.c. bij het punt waar de Oude Kanjel in de Geul uitmondt. Op de rivierkaart van 1892 volgt de Maas al haar huidige loop. Op deze kaart staat een bekisting langs de maasoever aangegeven, waarbij de jaartallen 1854 vermeld staan. De oudste afzettingen die in het profiel zijn aangetroffen zijn dus ten hoogste 130 jaar oud. Door vergelijking van de hoogtecijfers op de rivierkaart uit 1892 met de hoogtecijfers op de hoogtepuntenkaart van de topografische dienst uit 1976 is de opslibbing gedurende deze periode bepaald op circa 1 meter. De onderste afzettingen uit het profiel zijn dus van voor 1892 en van na circa 1850. Uit figuur 7 blijkt dat de

gehalten aan zware metalen toenemen met de diepte, hetgeen betekent dat naarmate de afzettingen ouder zijn de gehalten aan zware metalen hoger zijn. Uitzondering hierop vormen de monsters 154 en 156, die echter geheel uit slakkengruis bestaan.

Uit deze toename kan geconcludeerd worden dat de verontreiniging in het verleden groter was dan nu het geval is. Aangezien de oudste afzettingen in de onderzochte bedding het sterkst verontreinigd zijn, is de maximale verontreiniging van het maasslib opgetreden voor het dichtslibben van de bedding, dus tenminste 90 tot 130 jaar geleden.

In tabel V zijn de zware metalengehalten van de afzettingen waarvan de ouderdom bekend is samengevat. Uit deze tabel blijkt dat de toename in het zware metalengehalte van het maasslib al meer dan 300 jaar geleden is begonnen en tenminste 90 jaar geleden haar maximum bereikte. Het meest aannemelijk is een maximale verontreiniging omstreeks het midden van de vorige eeuw, samenvallend met de bloeitijd van de lood- en zinkmijnbouw en de hieraan gerelateerde industriële activiteiten in het Belgische deel van het stroomgebied.

Conclusies

De verontreiniging van de sedimenten van de Maas met zware metalen be-

gon al meer dan 350 jaar geleden. Het maximale verontreinigingsniveau werd ongeveer 100 jaar geleden bereikt, samenvallend met de hoogtijdagen van de ertswinning in het Belgische deel van het stroomgebied.

De verontreinigde riviersedimenten die in de overstromingsvlakte zijn afgezet vormen, na erosie tijden hoogwater, een secundaire bron van verontreiniging, die een sterk en langdurig effect op de kwaliteit van het rivierslib kan hebben.

Summary

Historical changes in the enrichment of fluvial deposits with heavy metals.

In order to evaluate the role of sediment analysis in the reconstruction of the pollution history of flu-

vial systems, an investigation was carried out in the Meuse River Catchment in the southern part of the Netherlands.

Sediment samples were collected at more than 25 locations in the floodplain of the Meuse River and three of her tributaries. These samples could be divided into two groups: samples of fossil channel deposits and samples of overbank deposits. Part of the fossil channel deposits were dated absolutely using historical maps. The overbank deposits could be dated relatively on the basis of soil development. The sediment samples were analyzed for zinc, lead, cadmium and copper.

It is shown that in the Meuse River Catchment the enrichment of the sediments with zinc, cadmium and lead started more than 300 years ago and reached its climax in the middle of the 19th century. This period was the heyday of mining and related industrial activities in the catchment of the Meuse River.

From the results of our case studies it follows that sediment analysis plays an important role in the establishment of historical changes in the environmental quality of fluvial systems.

Literatuur

MULKEN, L. VAN, 1949. Enige gegevens over de vroegere loop van de Maas bij Elsloo. De Maasgouw, no. 63.

SALOMONS, W., W. VAN DRIEL, H. KERDIJK en R. BOXMA, 1982. Help! Holland is plated by the Rhine (Environmental problems associated with contaminated sediments)". Effects of Waste Disposal on Groundwater and Surface Water, Proceedings of the Exeter symposium, Juli, IAHS Publ. no. 139.

SCHAEFFER, F. en P. SCHACHTSCHABEL, 1979. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

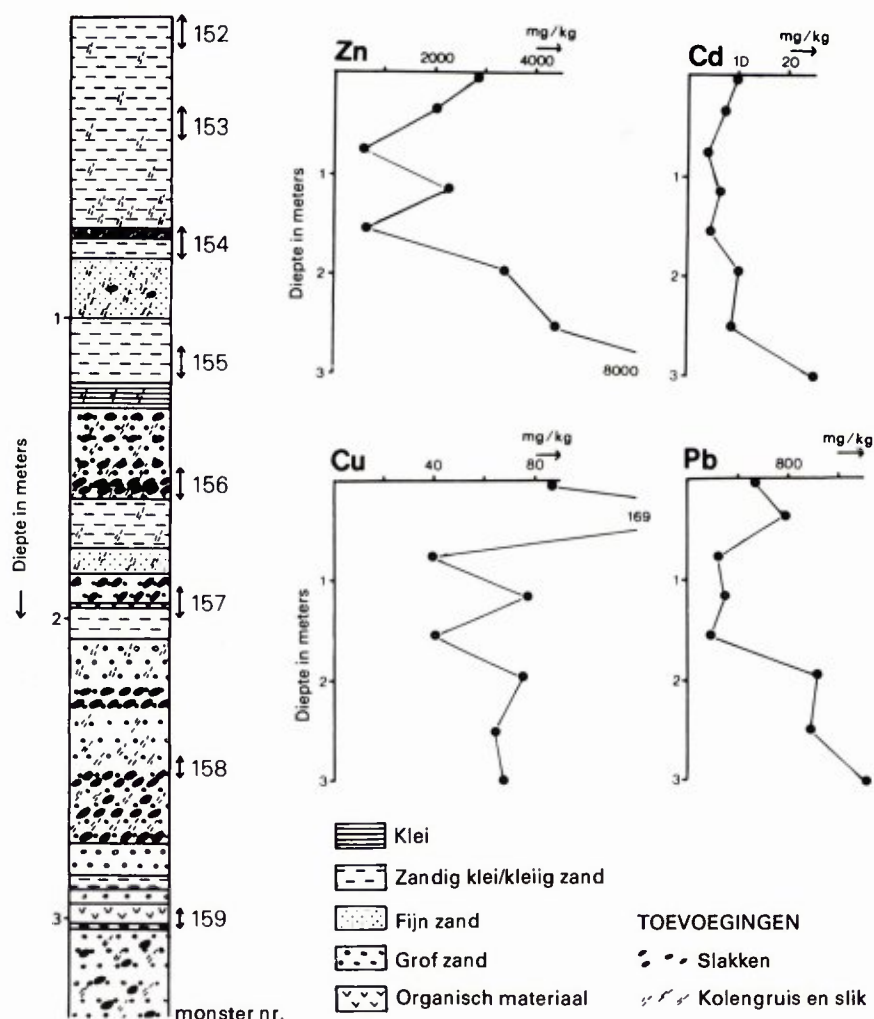
Verdere informatie over de verontreiniging van de gronden langs de Maas, de Geul, de Worm en de Roer is te vinden in de volgende publicaties:

RANG, M.C., C.E. KLEIJN en C.J. SCHOUTEN, 1985. Bodemverontreiniging met zware metalen in een deel van het winterbed van de Maas. K.N.A.G., Geografisch tijdschrift, nr. 4.

RANG, M.C., C.E. KLEIJN en C.J. SCHOUTEN, 1986. Mapping of soil pollution by application of classical geomorphological and pedological field techniques. Proceedings of the First international conference on geomorphology, Manchester, sep. 1985, John Wiley Press, Cambridge.

RANG, M.C., C.E. KLEIJN en C.J. SCHOUTEN, 1986. Historical changes in the enrichment of fluvial deposits with heavy metals. In: Monitoring to detect changes in water quality series, publication of the International Association of Hydrological Sciences, No. 157.

RANG, M.C., 1986. Verontreinigde rivier- en beekdalen in Zuid-Limburg. In: "Planologische discussiebijdragen". Stichting Planologische discussiedagen, Delft.



Figuur 7. De verticale verdeling van zware metalen in een opgevulde bedding van de Maas.