STUDIE OVER DE TOEPASBAARHEID VAN PALAEOLIMNOLOGISCH ONDERZOEK IN RIVIERSEDIMENTEN. EEN MIDDEL OM BIOLOGISCHE BEOORDELING VAN RIVIEREN TE ONDERBOUWEN?

Alexander Klink

Hydrobiologisch Adviesburo ir. A.G. Klink
Riemsdijkstraat 17 6701 BC Wageningen (08370-18282)
Rapporten en Mededelingen 7

Dankwoord

Bij de uitvoering van dit onderzoek zijn de volgende personen mij zeer behulpzaam geweest:

de Heren Higler en Mol (Rijksinstituut v. Natuurbeheer)

Spaay en Verbraak (Rijksgeologische Dienst, Arnhem)

Hoeksema en Pape (Bodemkunde en Geologie, Wageningen)

Beijer en Gijlstra (Natuurbeheer, Wageningen)

de Heer Hogendoorn (Rijkswaterstaat Dir. Bovenrivieren, Arnhem)

Stokman (Rijkswaterstaat, Dienstkring Rijn, Arnhem)

Aarts (Rijkswaterstaat, Meetkundige dienst, Delft)

waarvoor bij deze mijn hartelijke dank.

Inhoudsopgave pagina

1. Inleiding 3
2. Palaeolimnologie: wat is het en wat kan ermee gedaan worden? 4
3. Datering 5
4. Enige hoogtepunten uit de geschiedenis van de rivieren 6
5. Beschrijving, datering en bewerking van de monsters 8
6. Lijst van aangetroffen taxa, ecologie en verspreiding 11
7. Evaluatie van de verzamelde gegevens 19
8. Konklusies 23
9. Samenvatting 24
10. Literatuur 25

Bijlagen:

I De waterstaatkundige toestand in het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen.
II De Rijn bij Rhenen in 1682
III De Rijn bij Opheusden (1838)
IV Idem in 1879
V Idem in 1918
VI Splitsing bij Schenkenschans (1595-1682)
VII Idem van 1699 tot 1721
VIII Idem van 1735 tot 1980
IX Geleding en verhang van de Rijn
X Resten zoals die in de sedimenten zijn aangetroffen
XI Publikaties te bestellen bij het hydrobiologisch Adviesburo

1. Inleiding

In het voor U liggende onderzoek, uitgevoerd in opdracht van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, zullen argumenten bijeengebracht worden waaruit moet blijken of the vraagteken in de titel veranderd kan worden in een punt.
In deze oriënterende studie zal de aandacht vooral gericht zijn op de toepasbaarheid van een methode. Slechts waar de interpretetie dit vereist worden biologische karakteristieken aangevoerd.
In een vervolgonderzoek dat, naar bedoeling, in 1984 zal worden uitgevoerd, komt het zwaartepunt te liggen op de fysisch-chemische veranderingen in de grote Nederlandse rivieren en de gevolgen hiervan op de levensgemeenschap.
Tevens zal worden getracht de afgelopen 1000 jaar voor U aktueel te maken.

2. Palaeolimnologie: wat is het en wat kan ermee gedaan worden?

Palaeolimnologie is een tak van wetenschap die zich bezighoudt met de bestudering van zoetwaterbewoners uit het verleden. Het bestaansrecht van deze wetenschap wordt ontleend aan de omstandigheid dat resten van insekten, Cladoceren, Bryozoën maar ook phytoplankton(o.a. Diatomeeën) en chemische verbindingen in het sediment terecht komen en daar niet verteren.
De praktische uitvoering bestaat uit het verzamelen van het sediment, het uitlezen van de doelgroep, het dateren en het determineren.
Toepassingen:
Het beantwoorden van de vraag "wat zat er vroeger?" verschaft inzicht in lange- zowel als korte termijn veranderingen in kombinatie met de oorzaak.
Op een termijn van vele duizenden jaren is het mogelijk gebleken de veranderingen in de insektenfauna te relateren aan diverse klimatologische tijdvakken (Hofmann, 1971 en Wilkinson, 1981).
Op kortere termijn (10-tallen tot 100-en jaren) zijn de meeste veranderingen toe te schrijven aan de toenemende menselijke beinvloeding, met als voorbeelden verzuring en eutrofiëring.
-Verzuring-
Henrikson e.a. (1982) konstateren een verandering in de soortsamenstelling van de Chironomiden-fauna als gevolg van verzuring in een Zweeds meer. In een Nederlands ven wordt dezelfde konklusie getrokken na onderzoek van resten in het sediment (Klink, 1983).
-Eutrofiëring-
Carter (1977) konkludeert dat een eutroof Iers meer tot 1915 een oligotroof karakter bezat. Warwick (1975) toont aan dat, sinds de komst van immigranten in 1784, een baai in het Ontariomeer verandert van oligo- naar eutroof.
Vooral door het vastleggen van de levensgemeenschappen in verschillende stadia van beinvloeding kan een wezenlijke bijdrage geleverd worden bij het beoordelen van diverse saneringsmaatregelen. Tevens kunnen ecologische doelstellingen en haalbaarheid daarvan in het waterkwaliteitsbeheer beter worden onderbouwd.

3. Datering

Het dateren van sedimenten kan op verschillende manieren worden uitgevoerd.
Zo kan de ouderdom van sedimenten worden bepaald middels isotopen.
Het isotoop C^{14} is, met een halfwaardetijd van 5570 jaar, bruikbaar om lagen van duizenden tot 10-duizenden jaren oud te dateren. In recente sedimenten kunnen de isotopen Pb^{210} en Cs^{137} worden toegepast met respektievelijke halfwaardetijden van 21 en 30,23 jaar (Weast, 1978).
Een afgeleide methode voor datering is pollenanalyse. Hierbij is het bijvoorbeeld mogelijk de komst te volgen van achtereenvolgens: hazelaar, eik, els, es, iep, linde, beuk en haagbeuk, gaande van het preboreaal naar het subatlanticum.
Hieraan is dan eerst een isotopendatering voorafgegaan.
Ook op grond van historische gegevens kan met pollen worden gedateerd. Zo is rogge geïntroduceerd door de Romeinen en is in de late middeleeuwen de boekwijt brandkultuur opgekomen (Westhoff e.a., 1973).
Warwick (1975) dateert zijn monsters bij het Ontariomeer door de komst en uitbreiding van immigranten te relateren aan de fraktie pollen behorende tot Ambrosia (een komposiet die door de immigranten in kultuur is gebracht).

Zoals bij de bespreking van de monsters zal blijken, is in dit onderzoek gedateerd op historische gegevens in relatie tot de aard van de bodem.
Een zomerbed van een rivier bestaat uit grof sediment (zand). Indien het bed wordt verlaten of er worden kribben in aangelegd, dan zal de stroomsnelheid ter plaatse afnemen en vooral de fijnere deeltjes zullen gaan bezinken. Indien kaarten van oude rivierbeddingen aanwezig zijn, kan de overgang van zand naar zavel en klei worden beschouwd als de periode dat het oorspronkelijke bed is verlaten.

4. Enige hoogtepunten uit de geschiedenis van de rivieren
(voornamelijk gebaseerd op Pons (1957), van de Ven (1976) en van Til (1979))

Het stelsel van bedijkingen is jonger dan 1000 n. Chr. Bewoning vond plaats op de oeverwallen die door kaden werden beschermd tegen het water.
Bij hoge waterstanden liep het water via lagere delen in de kommen waar klei werd afgezet.
Vanaf ca. 1200 is de waterstaatzorg vanuit het westen in groter verband georganiseerd (Rijnland, 1202-1220 en de Grote Waard in 1213). In de 13^{e} en 14^{e} eeuw heeft men zich ook in Brabant en Gelderland georganiseerd (Betuwe, 1327 en de Maaskant in 1331). De aaneensluiting van de onregelmatige bekadingen tot een stelsel van bandijken heeft in de navolgende periode plaatsgehad (zie ook Bijlage I). Hiermede is in grote lijnen het winterbed van de rivieren vastgelegd.

In de eeuwen hieropvolgend heeft men allerlei maatregelen uitgevoerd om de uiterwaarden zo lang mogelijk droog te houden ten behoeve van veeteeld en kleiwinning. De zomerdijken werden opgehoogd en ook wel werd riet en wilg aangeplant. In het zomerbed werden lange houten kribben aangelegd voor landaanwinst (Bijlage II). Dit alles had tot gevolg dat het water in zowel zomer- als winterbed ernstig werd belemmerd in haar afstroming.
Getuige de situatie waarin de rivieren verkeerden, een citaat van Velsen (1768): "Maar bij ons heeft men genoegsaam geen aandacht altoos, op dat gewichtig stuk gehad, een ieder heeft met in 's-Lands rivieren gehandeld en huisgehouden, naar welgevallen; zy zyn genoegsaam geheel zonder toezicht geweest: wierdt haar op een of andere wyze een dodelijke wond toegebracht, niemand bekreunde zig des; niemand droeg er leed over. In de plaats van Goddelyk of Heilig te heeten, waren ze maar geacht als Vuilnis-gooten, waar elk mogt morsen zo als het hem behaagde. Daar door zyn ze geraakt in die wanschapen toestanden, als in dit werkje wordt aangewezen"

In 1798 werd het beheer van de Rijntakken onder het centrale bestuur gebracht van de Bataafse Republiek. Deze vaardigde in 1806 een rivierwet uit waarin het werd verboden, behoudens een vergunning, werken aan te leggen tussen de bandijken die de vrije afstroming van het water konden belemmeren.
-Normalisatie-
In de eerste helft van de 19^{e} eeuw is men de rivieren in kaart gaan brengen en is de eerste normalisatie uitgevoerd. Deze is beperkt gebleven tot enkele plaatselijke stroomgeleidingswerken.
Bij de tweede normalisatie in de tweede helft van de vorige eeuw, heeft met gestreefd naar een regelmatig zomerbed met voldoende diepgang voor de scheepvaart. Uit deze tijd stammen veel kribben die momenteel in de rivieren liggen.

Ten slotte heeft men in het begin van deze eeuw nog een derde normalisatie uitgevoerd, waarmede het zomerbed haar huidige vorm heeft gekregen.

-Kanalisatie-

Bij de wet van 1915 werd besloten de Maas te kanaliseren ten behoeve van de scheepvaart tot 2000 ton. Hiertoe werden tot 1929 stuwen gebouwd van Borgharen tot Grave. Tevens zijn het Julianakanaal en het Maas-Waal kanaal gegraven. Nadat men aanvankelijk voorbereidingen heeft getroffen voor een kanalisatie van de IJssel, heeft men in 1941 besloten tot Rijnkanalisatie. In 1954 is men gestart met de uitvoering en in 1961 werd de stuw bij Hagestein opgeleverd. Hierna zijn de stuwen bij Amerongen (1966) en Driel (1971) aangelegd en kon de kanalisatie in bedrijf worden gesteld.

5. Beschrijving, datering en bewerking van de monsters

5.1. Beschrijving en datering

Monster 12-14:

Lokatie (Bijlagen III-V).

Deze monsters (waarvan monster 12 niet is geanalyseerd op sedimentresten) zijn geboord op 11-8- 1983 in de noordelijke uiterwaard van de Rijn tegenover Opheusden, aan de bovenstroomse kant van krib 905^{970} op een afstand van ca. 15 m van de kribwortel. Deze krib is evenals de bovenstrooms gelegen krib 905^{780} gelegd in 1880 (Rijkswaterstaat: het Leggen der Werken). Tussen deze kribben is in de eerste wereldoorlog een kribvormige bunker neergezet. Op de eerste rivierenkaart die in 1838 is opgemeten, zowel als op de eerste herziening (opgemeten in 1879/1880) is een vegetatie ingetekend die in de eerste herziening als riet vermeld staat. Het monsterpunt heeft gelegen in een binnenbocht.
De monsters 12-14 zijn bedekt door een laag zware zavel/lichte klei (Rd 90A, Bodemkaart 1:50.000 blad 39 Oost) met een dikte van 1,60 m. Van deze monsters is de korrelgrootte-verdeling bepaald in de fraktie 0,1-2,0 mm in volume percentages (geschat). Bovendien is de grondsoort en de diepte bepaald.

Monster:	12	13	14
2 mm en groter	10	--	--
0,5 - 2 mm	90	50	--
0,212 - 0,5 mm	--	40	40
0,100 - 0,212 mm	--	10	60

	Grondsoort	Diepte in m-mv
12	grof zand en grind	3,70 - 2,30
13	lemig zand	2,30 - 2,20
14	fijn lemig zand	2,20 - 1,60

Datering.

Nadat de kribben in 1880 zijn aangelegd, kwam er geen grof materiaal meer tot bezinking in het kribvak, zodat de overgang van zand naar zavel tot stand gekomen moet zijn in de periode na 1880. De monsters 12-14 zijn dus vóór 1880 afgezet en de zavel erna.
Ook in de rivier zelf is een boring verricht tussen voornoemde kribben.
Het profiel van deze boring is alsvolgt beschreven:

Diepte	Grondsoort
1,00 - 0,72 m	grind en grof zand
0,72 - 0,11 "	zavel met een weinig zand
0,11 - 0,06 "	grof en fijn zand met kleibolletjes
0,06 - ---- "	grof zand

Hierbij is de scherpe overgang tussen het grind/grof zand naar zavel (-0,72 m) veroorzaakt door de aanleg van de kribben in 1880. Het verschijnsel dat de bovenste laag wederom bestaat uit grof materiaal schijnt in relatie te staan met de kanalisatie van de rivier (voltooid in 1971). Door de afnemende stroomsnelheid zou de golfslag van de schepen een sterke eroderende werking uitoefenen op de oevers (mondel. med. Dienstkring Rijn, Arnhem).

Monster 15-17:

Lokatie (Bijlagen VI-VIII).

De monsters 15-17 zijn geboord op huidig Duits grondgebied aan de zuidzijde van de Bovenrijn bij Schenkenschans. Deze verschansing is gebouwd in 1586 door Schenk, een officier in dienst van Leicester, met de bedoeling meer kontrole uit te oefenen op dit grensgebied (v. Til, 1979). Tussen 1721 en 1745 is de zuidelijke tak drooggevallen en het dorp wordt nu omringd door weilanden. Het monsterpunt ligt 200 m ten noorden van de noordelijke uitgang van het dorpje in een populierenbosje ca. 500 m van de huidige Rijn en 750 m van de "Alte Rhein" verwijderd. Dit riviertje is een restant van de Waalarm anno 1595.
De boring is verricht tot een diepte van 5 m en gekarakteriseerd volgens onderstaande tabel:

Monster:	15	16	17
2 mm en groter	--	--	--
0,5 - 2 mm	90	90	--
0,212 - 0,5 mm	10	5	20
0,100 - 0,212 mm	--	5	80

	Grondsoort	Diepte in m-mv
15	grof zand	5,00 - 4,00
16	grof en fijn zand met leem	4,00 - 3,10
17	fijn lemig zand	3,10 - 3,00

Datering.

Na 1745 heeft ter plaatse van het monsterpunt geen zomerbed meer gelegen. Het monsterpunt heeft nog wel een tijd behoord tot het winterbed, of behoort daar nog steeds toe. Gezien het grove sediment in monsters 15 en 16, is dit

afgezet vóór 1745. Monster 17 is afgezet toen de rivier zich ging verleggen en het sediment dateert derhalve tussen 1721 en 1745.

Monster 19:

In de Waal bij Ochten is op 25-10-1983 een driftmonster genomen in de stroomgeul, dit om enige indruk te krijgen van het vervoer van faunaresten door de stroming. Hiertoe heeft een driftnet gediend met een maaswijdte van 0,25 mm. Hierbij is ca. 30 m^3 water gezeefd.

5.2. Bewerking van de monsters

Nadat de bodemmonsters (12-17) zijn gestoken met een guts en een zuigerboor, afhankelijk van de cohesie der bodemdeeltjes, zijn ze gezeefd door bodemzeven van 2,0 - 0,5 - 0,212 en 0,100 mm. De diverse frakties zijn overgebracht in ethanol (70%) en bij een vergroting van 14-80 maal uitgelezen. De herkenbare resten zijn gekonserveerd in 96% ethanol, waarna ze zijn verwerkt in mikroskopische preparaten, door insluiting met Euparal (firma Boom b.v. Meppel). Ten slotte zijn de resten gedetermineerd, waarbij een groot aantal tekeningen is gemaakt voor referentie en verifikatie (hiervan enkele voorbeelden in Bijlage X).

Monster 19 is eveneens gezeefd, waarbij de fraktie 0,212 - 0,5 mm is geanaliseerd.

6. Lijst van aangetroffen taxa, ecologie en verspreiding

Allereerst zal een lijst worden gepresenteerd met de verdeling van de taxa over de monsters. Vervolgens zal de ecologie en verspreiding worden besproken van de flora en fauna, waarbij ik me zal beperken tot die taxa, die met een grote mate van betrouwbaarheid op naam te brengen zijn.

6.1. Lijst van taxa aangetroffen in de monsters:

	13	14	15	16	17	19	
EPHEMEROPTERA:							
Ephoron virgo		3	3	4	7	1	
Ephemera spec.	1		1		3		
Potamanthus luteus		1		1	3		
cf. Potamanthus luteus					1		
Heptagenia spec.		1	1				
Ecdyonurus spec.		1	2	1	6		
Rhithrogena spec.		1	15	3	9		
Heptageniidae	2	1	1	1	4		
cf. Isonychia ignota					1		
Leptophlebiidae gen, div.					6	1	
Baëtis spec.			2		6		
cf. Centroptilum	1	1					
cf. Cloëon	1	2					
cf. Ephemerella	2				3	2	
indet		1	6	3	4		
PLECOPTERA:							
Filipalpia			1	3			
cf. Nemouridae	1						
Setipalpia	3		1	1	2		
Perlidae					1		
Perlodidae	1						
cf. Isogenus nubecula					1		
Isoperla cf. grammatica			1				
TRICHOPTERA:							
Rhyacophila spec.	1						
Glossosoma spec.	1				1		
Cheumatopsyche lepida	4	4	5	1	9		
Hydropsyche angustipennis			3		1	1	
H " contubernalis	7	14	9	8	17	117	
H " cf. pellucidula		1	1	2	5		
H " spec.			2	2			
Hydropsychidae	29	79	114	67	204	600	(geschat)
Ecnomus tenellus		1				3	
Cyrnus flavidus			1			1	
C " trimaculatus		1			1		
Polycentropus flavomaculatus			1		2	1	
Polycentropodidae		1		2	2	1	
Psychomyia pusilla	10	11	20	9	37	6	
Brachycentrus cf. subnubilus	?		1		1	1	

	13	14	15	16	17	19
Micrasema spec.	2	1	1	1		
Brachycentridae				1		
Lepidostoma hirtum			2		1	
Lepidostomatidae			1	1	1	
Limnephilidae			2	1	3	1
Athripsodes spec.					1	
Ceraclea cf. annulicornis			1		1	
Mystacides longicornis		1				
Triaenodes bicolor			1			
Sericostoma spec.			2		1	
Hydroptylidae					1	
indet	1	3	6	2	12	
SIMULIDAE:						
Prosimulium cf. hirtipes					1	
P " cf. inflatum		1				
cf. Prosimulium					1	
Byssodon/Parabyssodon					4	
Eusimulium spec.	3	4	3	1	17	3
Odagmia/Wilhelmia	4	4	15		62	4
Simulium austeni/morsitans					1	
S " cf. galeratum			1	1	8	
S " spec.	3	6	15	8	51	3
Simulidae gen?			2		9	
indet	6	9	10	7	16	9
CHIRONOMIDAE:						
Tanypodinae:						
Macropelopiini					3	3
Procladius spec.	2	5	3	2	4	3
Pentaneurini	12	25	9	7	22	24
indet	2					
Buchonomyiinae:						
Buchonomyia thienemanni (ex)			2			
Diamesinae:						
Diamesa gr. carpatica					1	
cf. Diamesa		1				
Monodiamesa bathyphila					1	
Prodiamesa olivacea	2		1		3	1
cf. Syndiamesa	1	2		3	1	
Orthocladiinae:						
Brillia longifurca	1	1	3			
B " modesta	1		1			1
cf. Cardiocladius				1		
Chaetocladius piger agg.					2	
Cricotopus (Isocladius) spec.	21	33	1	1	11	9
C " /Orthocladius spec. div.	27	31	33	23	69	36
Eukiefferiella s.l. spec. div.		1		3	1	
cf. Heterotrissocladius	1					
Orthocladius (Euorthocladius) rivulorum	3	6	3		3	1
O " (cf. Euorthocladius)	1					
Paracladius conversus		1			3	
Psectrocladius gr. sordidellus					1	
Symposiocladius lignicola			3		1	
Orthocladiinae gen. div.			1		2	
indet.	5	5	5	4	5	5

	13	14	15	16	17	19
Chironomini:						
Chironomus spec.	18	26	18	13	31	35
Cryptochironomus spec.	1	4	2	3	2	2
Cryptocladopelma gr. laccophila	1	1				
Dicrotendipes spec.		5	2		1	45
Endochironomus albipennis					1	1
E " tendens						1
Glyptotendipes spec.		3			1	23
Harnischia spec.		1			1	
Lipiniella arenicola	1		2		1	
Microchironomus tener	1	2				
Microtendipes spec.	4	3	15	8	14	1
Parachironomus gr. arcuatus						1
P " longiforceps			1			
Paracladopelma spec.				1		
Paratendipes gr. albimanus	1		1			
Phaenopsectra spec.	1					
Polypedilum gr. laetum	1	3	2	3	3	
P " gr. nubeculosum	2	7	3		6	4
P " gr. pedestre		7	1			
P " gr. sordens						1
Stenochironomus spec.	1	6	3		2	
Stictochironomus spec.	3	5	6	3	3	
Xenochironomus xenolabis						7
Chironomini gen. div.	1	1		1	1	1
indet	2	1	1		1	5
Tanytarsini:						
Cladotanytarsus spec.		2	2	1		
Micropsectra spec.	2	3		1	2	22
Rheotanytarsus spec.						1
Tanytarsus cf. curvicornis					1	
T " spec.	1				3	
indet	8	4	13	12	17	21
BRYOZOA:						
Cristatella mucedo	2	8	3	2	17	
Plumatella spec. div.	72	78	6	9	15	74
THALLOPHYTA:						
Characea		1	11	5	1	
Totaal aantal individuen:	287	432	408	224	788	1083
Totaal aantal taxa:	53	57	65	44	83	43

indet = te zeer beschadigd om te determineren
(ex) = exuviae (overige zijn larvenresten)
gen. div. = diverse genera waarvan geen beschrijving is gevonden

_____ = taxa die bij de recente inventarisatie (Klink en Moller Pillot, 1982) niet levend in de monsters zijn aangetroffen

6.2. Ecologie en verspreiding:

EPHEMEROPTERA

Ephoron virgo - Deze eendagsvlieg is sedert 1936 niet meer in Nederland aangetroffen (Mol, 1981). De soort is karakteristiek voor zandige- en lemige afzettingen in langzaam stromende rivieren (Schoenemund, 1930). In de Rijn zelf slechts bekend van de benedenloop voorbij Bonn (Bijlage IX, Niederrhein) (Lauterborn, 1918). Voorts is *E. virgo* in de benedenloop van de Moesel aangetroffen totdat de kanalisatie in de zestiger jaren hieraan een eind heeft gemaakt (Mauch, 1963).

Ephemera spp. - Enige soorten van dit geslacht graven zich in zandbodems in van beken en stilstaande wateren. *Ephemera lineata* is gebonden aan benedenlopen van grote rivieren (Mol, 1981).

Potamanthus luteus - Een bewoner van grote en kleine rivieren. De soort kwam tot het eind van de vorige eeuw voor tot Rotterdam (Albarda, 1889). Het is geen soort die gebonden is aan de benedenloop, aangezien de vangstgegevens zich uitstrekken over de gehele Rijn (Lauterborn, 1917 en 1918).

Isonychia ignota - Deze soort leeft in grote rivieren, op plaatsen met een snelle stroming (Schoenemund, 1930). De vorige eeuw ook in Nederland verzameld (Albarda, 1889).

PLECOPTERA

Isogenus nubecula - Een soort van grote rivieren (Illies, 1955). In Nederland voor het laatst gevangen in 1936 (Claessens, 1981). Deze soort heeft de gehele Rijn bewoont tot Basel (Lauterborn, 1917 en 1918).

Isoperla grammatica - kwam in Nederland voor in grotere en kleinere rivieren (Geijskes, 1940). Na 1954 is geen exemplaar meer gevangen (Claessens, 1981).

TRICHOPTERA

Rhyacophilidae - De familie (met één geslacht in Europa) is, behoudens enige soorten, in haar verspreiding beperkt tot beken en bronnen in het middengebergte (Botosaneanu & Malicky, 1978). In Nederland slechts bekend uit Z. Limburg (de Vos, 1930 en Smissaert, 1959).

Glossosoma sp - Het geslacht komt voor in bergbeken met een snelle stroming. in Nederland slechts aangetroffen in Z. Limburg (de Vos, 1930).

Cheumatopsyche lepida - Deze soort is zeer algemeen geweest in de Nederlandse rivieren (Albarda, 1889) Deze eeuw is echter geen vindplaats meer vermeld (Fischer, 1934). Lauterborn meldt het voorkomen in de Rijn tot Basel.

Hydropsyche angustipennis - komt nog voor in Nederland, zij het uitsluitend in snelstromende beken en kleinere rivieren. Vermoedelijk is *H. angustipennis* de meest bovenstrooms gerichte soort van de Hydropsychidae die tijdens dit onderzoek zijn verzameld. Bij de recente inventarisatie van Klink en Moller Pillot

(1982) is deze soort niet aangetroffen in de Rijn of Maas.
Hydropsyche contubernalis - Enige verwarring ontstaat bij het raadplegen van rivierliteratuur. Zowel in oudere literatuur van de Rijn en Maas, als die betrekking heeft op Russische riveren en de Donau, wordt *H. contubernalis* niet vermeld. Als meest abundante soort wordt *H. ornatula* genoemd. Botosaneanu & Malicky (1978) stellen vast dat *H. ornatula* weliswaar een groot verspreidingsgebied heeft maar, naar het lijkt, overal zeer zeldzaam is. Mischien is de soort *H. ornatula* uit de geraadpleegde literatuur dezelfde als, de door mij, in recente zowel als historische monsters verzamelde *H. contubernalis*. Te meer daar de laatste nergens wordt genoemd waar *H. ornatula* abundant in benedenlopen van rivieren is aangetroffen.
De door Albarda (1989) genoemde soort *H. orantula* is zeer algemeen langs de rivieren (deze opgaven hebben betrekking op imagines). Van Urk (1981) stelt vast dat in het afgelopen decennium *H. contubernalis* zich in de IJssel heeft gevestigd en er momenteel een groeiende populatie aanwezig is.
Hydropsyche pellucidula - is eveneens een typische rivierbewoner. Lauterborn (1918) noemt het massale voorkomen van deze soort in de "Mittelrhein". Ook in Nederland is *H. pellucidula* beslist niet zeldzaam geweest in de grote rivieren (Albarda, 1889).
Ecnomus tenellus - is ook hede ten dage aan algemene soort van stilstaand en langzaam stromende wateren. In de Maas abundant en in de Rijn schaars vertegenwoordigd (Klink en Moller Pillot, 1982).
Cyrnus spp. - Zowel *C. flavidus* als *C. trimaculatus* zijn algemeen in Nederland. *C. trimaculatus* is vooral in de Maas regelmatig aangetroffen. In de Rijn is dit in veel mindere mate het geval (Klink en Moller Pillot, 1982).
Polycentropus flavomaculatu - De soort komt in allerlei stromende en stilstaande wateren voor (Botosaneanu & Malicky, 1978). In veel rivierinventarisaties wordt *P. flavomaculatus* vermeld. In de huidige rivieren is de soort niet verzameld (Klink en Moller Pillot, 1982).
Psychomyia pusilla - bewoont bij voorkeur grote rivieren, maar ook beken en meren vormen een geschikte biotoop (Botosaneanu & Malicky, 1978). De soort is vanaf Basel algemeen geweest in de Rijn (Lauterborn, 1917 en 1918, Albarda, 1889). De laatste Nederlandse vondst dateert uit 1933 (Fischer, 1934).
Brachycentrus subnubilus - is eveneens een soort van grote rivieren. Lauterborn (1917) geeft de soort op voor de "Oberrhein". Mauch (1963) verzamelde *B. subnubilus* in de Moesel bij de monding van de Saar en de Sûre onder grote stenen in matige tot sterke stroming. Eveneens werd de soort gevangen op de eigenlijke rivierbodem. In Nederland zijn geen opgaven bekend uit de grote riveren, wel is

de soort gevangen in de Swalm (1930) en in de Aa bij Berlicum (1929) (Fischer, 1934)
Micrasema spp. - Dit geslacht bevat hoofdzakelijk bewoners van het middengebergte alwaar ze te vinden zijn in beken. Slechts *M. setiferum* wordt door Botosaneanu & Malicky (1978) ook als rivierbewoner gekarakteriseerd. Uit Nederland is slechts *M. minimum* bekend van Z. Limburg (de Vos, 1930).
Lepidostoma hirtum - leeft bij voorkeur in grote rivieren. In de vorige eeuw verzameld bij Venlo en Arnhem (Albarda, 1889) en in deze eeuw in de Swalm (de Vos, 1930).
Ceraclea spp. - Van dit geslacht wordt een aantal soorten opgegeven voor grote rivieren, zoals *C. alboguttata, C. annulicornis, C. aurea, C. dissimilis* en *C. nigronervosa* (Botosaneanu & Malicky, 1978). Tijdens de recente inventarisatie door Klink en Moller Pillot (1982) zijn, in zeer kleine aantallen, *C. dissimilis* en *C. senilis* verzameld in de Maas en *C. fulva* in de Rijn. *C. annulicornis* is bekend uit de "Mittelrhein" (Lauterborn, 1918) en in Nederland uit de Maas, de Z. Willemsvaart en de Swalm (Fischer, 1934).
Mystacides longicornis en *Triaenodes bicolor* - komen ook tegenwoordig voor in allerlei stilstaande wateren. Volgens Botosaneanu & Malicky (1978) komen deze soorten ook vaak voor in langzaam stromende wateren met een rijke vegetatie.
SIMULIDAE
Prosimulium spp. - Het geslacht is vooral aan te treffen in snelstromende beken (Zwick, 1978) en kan zeker niet karakteristiek worden genoemd voor grote rivieren.
Byssodon/Parabyssodon - Beide geslachten zijn typische bewoners van grote rivieren met een matige tot sterke stroming. *Byssodon maculatum* en *Parabyssodon transiens* kwamen volgens Rubsow (1964) massaal voor in de grote rivieren van west en oost Europa. Volgens van der Wulp (1877) is *Byssodon maculatum* een zeer gewoone soort in Gelderland. Ook eens te Rotterdam gevangen.
CHIRONOMIDAE
Buchonomyia thienemanni - Brundin & Saether (1978) hebben deze soort geplaatst in een nieuwe subfamilie. De larve is onbekend. De verspreiding volgens Fittkau & Reiss (1978) beperkt zich in hoofdzaak tot rivieren. De exuviàe, behoudens de 2 tergieten verzameld tijdens dit onderzoek, zijn door mij aangetroffen in de Sûre (Luxemburg, 28-8-1983). De Sûre is een rivier met een afwisselend eroderend en sedimenterend karakter.
Diamesa gr. carpatica - De larve is bekend van de benedenloop van de Donau (Cure, 1964) en wordt door Candea-Cure (1971) ingedeeld bij de psammorheofiele biocoenose.
Monodiamesa bathyphila - Komt voor in oligotrofe meren en rivieren in Rusland (Tshernovski, 1961). In de "Bodensee" is de soort door Reiss (1968) verzameld in het sublittoraal.

Prodiamesa olivacea - Een algemene soort van allerlei stromende wateren. Ook tegenwoordig in de grote rivieren aanwezig.

Brillia spp. - Beide soorten komen in Nederland voor in beken en rivieren. Door gebrek aan referentiemateriaal is het helaas niet mogelijk om *Brillia longifurca* te onderscheiden van de rivierbewonende *Eurycnemus crassipes* die in de vorige eeuw is gevangen bij Heelsum en Arnhem (v. d. Wulp, 1977 sub *E. elegans*).

Orthocladius (Euorthocladius) rivulorum - Dit is een rheobionte soort van beken en rivieren (Lauterborn, 1917, Thienemann, 1935 en Cranston, 1982[a]).

Paracladius conversus - Tegenwoordig een zeldzame soort in de Maas en niet aangetroffen in de Rijn (Klink en Moller Pillot, 1982). *P. conversus* bewoont meren en langzaam stromende rivieren (Hirvenoja, 1973). In Nederland is de soort verder bekend van beken met een bedding van zand en detritus.

Symposiocladius lignicola - Een houtmineerder waarvan de imagines in W. Europa zijn verzameld in Engeland en W. Duitsland (Cranston, 1982[b]).

Een biocoenose, beschreven in hetzelfde artikel omvat naast deze, nog de volgende soorten:

Brillia longifurca
B " modesta
Metriocnemus gr. hygropetricus
Thienemannimyia spec.
Polypedilum pedestre
P " spec.
Stenochironomus spec.
Micropsectra notescens

Hiervan is *Stenochironomus* eveneens een houtminerend geslacht, dat echter ook in waterplanten aangetroffen kan worden (Moller Pillot, 1978ff.)

Chironomus spec. - Een algemeen geslacht in detritusrijk water. Evenals

Glyptotendipes spec.
Parachironomus gr. arcuatus
Phaenopsectra spec.
Polypedilum gr. nubeculosum
Cladotanytarsus spec.

behorend tot de pelofiele rivierfauna in de zin van Klink en Moller Pillot (1982).

Cryptochironomus spec. - behoort met *Cryptocladopelma gr. laccophila, Harnischia spec., Microchironomus tener* (alle tegenwoordig aanwezig), *Microtendipes spec.* en *Paratendipes gr. albimanus* (niet (meer) aanwezig) tot de psammopelofiele fauna van de grote rivieren (Klink en Moller Pillot, 1982).

Lipiniella arenicola - Een bewoner van rivierzand in de stroming, of in het zandige littoraal van grote meren (Tshernovski, 1961). In O. Europa bekend uit een aantal grote rivieren in Rusland (Shilova, 1963 en Pankratova, 1964). in W. Europa slechts gevonden in het Amstelmeer (N. Holland).

Microchironomus tener - Zie *Cryptochironomus.*

Parachironomus gr. arcuatus - Zie *Chironomus.*

Parachironomus longiforceps - Abundant in de huidige rivieren en levend in Bryozoën-kolonies.

Paracladopelma spec. - Het geslacht bestaat uit zandbewonende soorten van stilstaand en stromend water. Dit taxon is door Klink en Moller Pillot (1982) ingedeeld bij de psammofiele fauna die niet in Nederland, maar wel in de Donau en de Russische rivieren is verzameld. Hetzelfde geldt voor *Stictochironomus* en *Lipiniella arenicola*.

Paratendipes gr. albimanus - Zie *Cryptochironomus*.

Polypedilum gr. laetum - Een algemeen taxon in meren en stromend water (Moller Pillot, 1978ff).

Polypedilum gr. nubeculosum - Zie *Chironomus*.

P " gr. pedestre - De larven leven in meren en stromend water. In Nederland zijn slechts weinig vindplaatsen bekend (Moller Pillot, 1978ff). Enkele exuviae zijn vorig voorjaar in de Rijn verzameld (Klink en Moller Pillot, 1982). Zie voorts *Symposiocladius lignicola*.

Polypedilum gr. sordens - In Nederland op veel plaatsen verzameld in stilstaand eutroof water. De larven leven in- en op plantenstengels (Moller Pillot, 1978ff).

Stenochironomus spec. - Slechts weinig vindplaatsen in Nederland. In Rusland levend in de littoraal zone van meren met een abundante vegetatie, alsmede langs de oevers van rivieren waar ze in oude takken en Carex-bladeren boren (Tshernovski, 1961). In de Donaudelta is het geslacht gevonden in slib met houtresten (Cure, 1964) zie voorts *Symposiocladius lignicola*.

Stictochironomus spec. - Zie *Paracladopelma spec.*

Xenochironomus xenolabis - leeft in sponskolonies die zich op de stenen hebben vastgezet. In de huidige rivieren algemeen.

BRYOZOA

Cristatella mucedo - Een algemene soort voor oude rivierarmen. *C. mucedo* neemt snel af bij toenemende stroomsnelheid waarvoor *Plumatella*-soorten meer de voorkeur hebben (Lauterborn (1917).

THALLOPHYTA

Characea - Ten aanzien van kranswieren merkt Lauterborn (1917) op dat in bijna afgesloten rivierarmen waar slechts nog af en toe stroming optreedt, vaak aaneengesloten velden van *Characea* aanwezig zijn op een diepte van 1 - 2,5 m.

7. Evaluatie van de verzamelde gegevens

In het vorige hoofdstuk is gebleken dan de sedimentresten grotendeels hebben behoord aan organismen die vroeger en tegenwoordig in de Nederlandse Rijn zijn aangetroffen.
Het merendeel van de taxa heeft de gehele Rijn bewoont en slechts een klein gedeelte is gebonden aan de benedenloop. Hiernaast zijn ook enige resten verzameld van taxa die, in hun huidige verspreiding, beken en kleine rivieren bewonen.
Teneinde het gedrag van de sedimentresten enigzins te kunnen begrijpen, wil ik de volgende denklijn introduceren:

Het kader waarin de sedimentresten zich, in sterk vereenvoudigde vorm, kunnen gedragen ligt tussen de volgende grensvoorwaarden.

1. Alle resten worden meegevoerd met de stroom.

Dit heeft tot gevolg dat in het estuarium, in chronologische volgorde, de faunaresten uit het gehele stroomgebied worden afgezet, met uitzondering van de resten die onderweg permanent aan het water worden onttrokken. In konkreto zijn dit dichtslibbende meanders en andere plaatsen met een zodanige stroomsnelheid dat het slib bezinkt en ook bezonken blijft. Bijvoorbeeld de "Bodensee" en trajekten die gebaggerd moeten worden om de rivier bevaarbaar te houden. Bij deze hypothese zal stroomafwaarts gaande, een steeds kleinere hoeveelheid resten in de stroming aanwezig zijn, afkomstig uit de bodenloop. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de plaats en het aantal van deze zg. "restenvangers". De faunasamenstelling in de monsters zal een reflektie zijn van bewoners, afkomstig uit alle habitats die in de rivier aanwezig zijn.

2. Alle resten blijven achter in het sediment.

Dit houdt in dat de stroming geen resten meevoerd en de resten die in de monsters worden aangetroffen, afkomstig zijn van organismen die ter plaatse hebben geleefd. Zodoende zal, in dit geval, een monster bestaan uit faunaresten die afkomstig zijn van één habitat.

Uit de verzamelde gegevens zal de aktuele situatie worden ingeschat tussen deze uitersten.
De monsters 13-17 bevatten een zeer uiteenlopende korrelgrootte-verdeling. Desondanks vertoont de fauna een opmerkelijk grote overeenkomst. Bovendien kan uit de faunasamenstelling in de monsters worden afgeleid dat het totale rivierbeeld hierin is vertegenwoordigd. Naast stroomminnende soorten zijn ook bewoners van slib en blad/hout mineerders aangetroffen in éénzelfde monster.
Beide konstatereringen tenderen naar grensvoorwaarde 1.
Vervolgens zijn de dichtheden bepaald van de resten per volume-eenheid sediment.

Hierbij is geen rekening gehouden met het in de bodem aanwezige water.
Bij monster 19 is het sedimentvolume bepaald aan de hand van de hoeveelheid zwevende stof (40 mg/l, naar R.I.Z.A. (1980)), met de aanname dat deze stof van minerale oorsprong is (soortelijke massa 2,7 gr/ml).

Monster	Bodemsoort	Volume	Aantal resten	Dichtheid/ltr
13	lemig zand	0,1 ltr	287	2870
14	lemig zand	0,8 "	432	540
15	grof zand	6,3 "	408	55
16	grof/fijn zand met leem	2,6 "	224	86
17	fijn lemig zand	0,3 "	788	2626
19	zwevende stof	0,4 "	1083	2707

Ondanks de zeer globale karakterisering van de sedimenten (de fraktie kleiner dan 0,100 mm is niet bepaald), blijkt grover sediment zeer weinig resten te bevatten. Tevens is de dichtheid van resten in de stroming zeer hoog (monster 19). Ook hieruit moet worden gekonkludeerd dan de resten zich, min of meer, gedragen als in grensvoorwaarde 1 geschetst. De "restenvangers zijn de lemige zanden in het zomerbed en de kleien in het winterbed.

In het voorafgaande ben ik uitgegaan van een rivier die resten meevoert en deze, ten dele, op bepaalde plaatsen laat bezinken. In het nu volgende zal aandacht worden besteed aan erosie, een belangrijk proces in de benedenloop van een genormaliseerde rivier. Van Til (1979) geeft in de onderstaande tabel een overzicht van de daling in gemiddelde zomerstand van de Waal over de periode 1871-1880 tot 1951-1960. Hierbij valt de eerste periode samen met de uitgebreide aanleg van kribben tijdens de tweede normalisatie (zie ook Bijlagen IV en V)

Waal	Daling in dm
Keulen	9
Lobith	10
Nijmegen	8
Tiel	12 MV (Bij middelbare vloed)
	12,5 ME (bij middelbare eb)
Zaltbommel	10 MV
	15 ME
Gorinchem	minder dan 1 MV
	meer dan 1 ME

De Lek en de IJssel vertonen een overeenkomstig beeld. In de Duitse "Niederrhein" is, in de afgelopen 80 jaar, bijna 1 m verlaging opgetreden in de laagwaterstanden (v. Til, 1979).

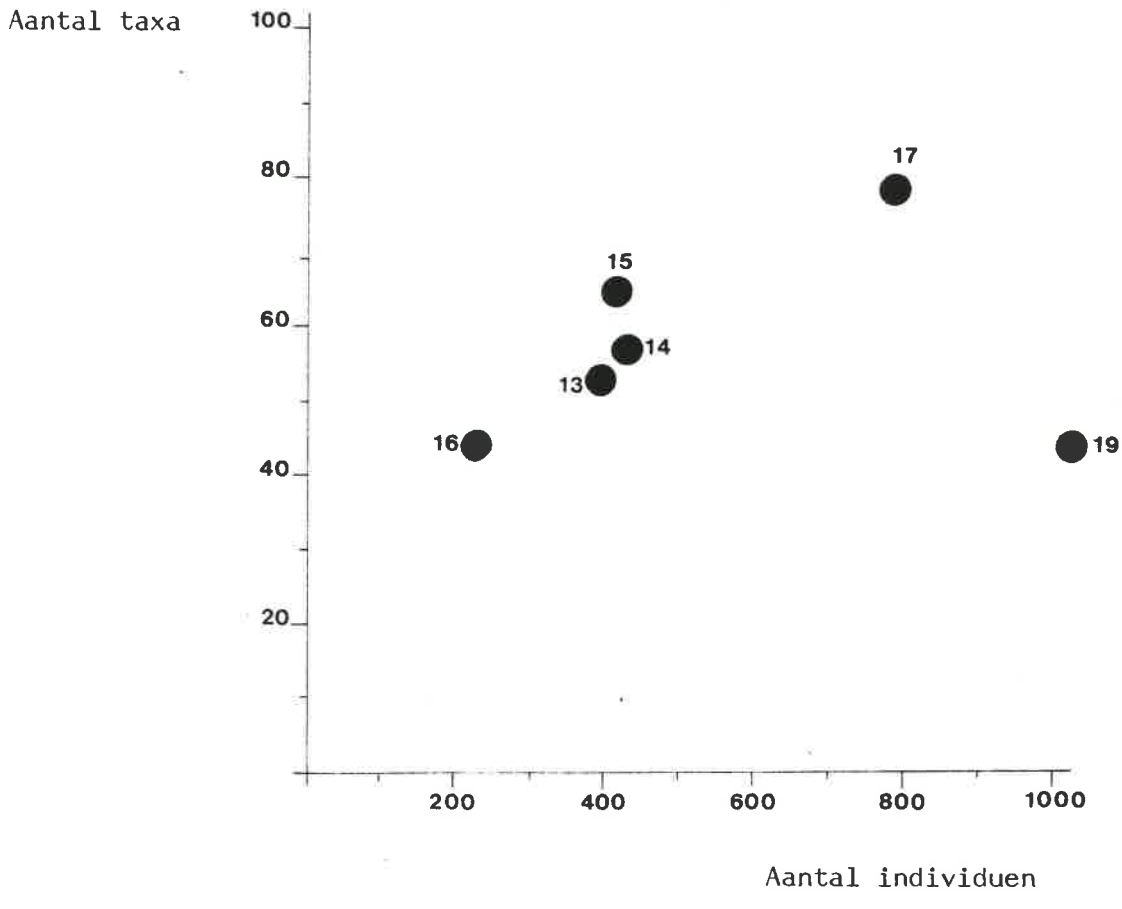
In het begin van dit hoofdstuk is een hypothese geformuleerd, waarbij de sedimentresten voor het merendeel afkomstig zijn uit het direkt bovenstrooms gelegen trajekt. Hierop moet de invloed van erosie worden ingeschat.

Immers, indien door erosie oude sedimenten worden meegevoerd, dan kunnen deze bijgemengd zijn in het, recent afgezette, sediment.

Dit aspekt kan worden belicht door de fauna van monster 19 te evalueren.

Het monster wijkt in de volgende opzichten af van de overige monsters:

1. Het procentuele aandeel van *Ephemeroptera* + *Plecoptera* is veel lager.
2. De verhouding *Hydropsyche contubernalis/Cheumatopsyche lepida*, in de overige monsters schommelend tussen 2 en 8, is volledig verschoven naar *H. contubernalis*.
3. De aandelen van *Dicrotendipes* en *Glyptotendipes* zijn, bij de Chironomidae sterk toegenomen, terwijl *Xenochironomus xenolabis* slechts aanwezig is in monster 19.
4. De diversiteit is veel lager (zie onderstaande figuur).



Deze verschillen zijn te verklaren uit de toenemende beinvloeding gedurende de afgelopen eeuw(en). De invloed van erosie is echter toch merkbaar. Uit het voorkomen van *Ephoron virgo, Psychomyia pusilla, Polycentropus flavomaculatus* en *Microtendipes* blijkt dat ook faunaresten uit het verleden in de huidige rivier worden meegevoerd. Op grond van de totale faunasamenstelling in monster 19 blijkt dat deze invloed weliswaar gering is, maar dat terdege rekening moet worden gehouden met het feit dat datering van een sediment wel mogelijk is voor de plaats waar het sediment voor het laatst is afgezet, maar dat de faunaresten een hogere leeftijd kunnen hebben.
Derhalve kan slechts de minimale ouderdom van een sediment en haar resten worden vastgesteld.

Samenvattend kan de volgende werkhypothese worden geformuleerd:
De resten zijn voor het merendeel afkomstig uit het, direkt, bovenstrooms gelegen trajekt. Een klein, niet kwantificeerbaar, gedeelte van de resten kan afkomstig zijn van verder stroomopwaarts. Door erosie is ook het verleden in huidige resten gereflekteerd.
Hierbij moet worden opgemerkt dat het, met de beschikbare gegevens, niet mogelijk is om de invloed van afvoerverschillen in te schatten op deze hypothese.

Ter afsluiting van dit hoofdstuk nog enige opmerkingen van hydrobiologische aard:
- In dit onderzoek is gebleken dat alle groepen van insekten met een aquatische levenswijze, resten achterlaten die slechts mechanische schade ondervinden.
- In de lijst van aangetroffen taxa zijn de kevers niet opgenomen, aangezien ik aan de resten niet kan zien waar het aquatische- en waar het terrestrische kevers betreft. Deze resten (overigens zeer klein in aantal) zijn onder behandeling van Drs. J. Cuppen (mijn dank hiervoor). Voorts zijn resten aangetroffen van Cladocera, Diatomeeën, gepanserde mijten (Oribatidae), zaden en andere plantenresten, waaraan in deze studie geen aandacht is besteed.
- Aangezien een biologische beoordeling haar fundament heeft in organismen, of resten ervan, is het van groot belang dat zoveel mogelijk resten tot soortsniveau worden gedetermineerd. In een aantal gevallen levert dit weinig problemen op. Bij Ephemeroptera, Plecoptera en Simulidae echter zijn de overblijfselen vaak niet diegene waaraan een grote taxonomische waarde is toegekend. Derhalve wil ik er op aandringen dat een vervolg van dit onderzoek wordt gekombineerd met een taxonomische studie aan deze groepen.

8. Konklusies

1. Resten van de fauna die heeft geleefd vóór 1745 (monsters 15-17) en vóór 1880 (monsters 13 en 14) zijn overeenkomstig oudere literatuuropgaven uit Nederland en meer recente opgaven uit de Donau en enige Russische rivieren.
2. De herkomst van de resten is niet zonder meer duidelijk. De meest aannemelijke werkhypothese, die met de beschikbare gegevens kan worden geformuleerd, is dat de resten voor het overgrote deel afkomstig zijn uit een trajekt, direkt bovenstrooms het monsterpunt. Hierbij kan een fraktie afkomstig zijn van meer bovenstrooms gelegen trajekten, terwijl bovendien bijmenging aanwezig is van oudere faunaresten. Hetgeen veroorzaakt wordt door erosie.
3. Datering van de monsters, op grond van historische gegevens, is mogelijk, zij het dat slechts de minimale ouderdom kan worden bepaald.
4. Van de Ephemeroptera, Plecoptera en Trichoptera is, in de huidige Rijn, slechts de kokerjuffer *Hydropsyche contubernalis* vertegenwoordigd in redelijk aantal.
5. Met palaeolimnologisch onderzoek in riviersedimenten acht ik het mogelijk om veranderingen in de fauna in relatie te brengen met de chemische verandering van water en bodem. Eveneens verwacht ik de fysische veranderingen van het rivierbed terug te vinden in de faunasamenstelling van de sedimenten.

9. Samenvatting

Op twee plaatsen naast de Rijn is, met behulp van historische gegevens, een boring uitgevoerd in sedimenten daterend van vóór 1745 en 1880.
In de Waal is, met een fijnmazig driftnet, een monster genomen in de stroomgeul. Tesamen heeft dit geleid tot de analyse van 3222 resten, verdeeld over 119 taxa, waarvan 118 behorend tot de fauna en 1 tot het plantenrijk. Hierbij is aan enige taxa een ecologische typering gegeven.
Voorts wordt ingegaan op enige fysische aspekten van de sedimentresten, in relatie tot de herkomst en de leeftijd. Hieruit worden een aantal konklusies geformuleerd die zijn gericht op de mogelijkheden van palaeolimnologische onderzoek bij de biologische beoordeling van rivieren.

10. Literatuur

Albarda, H., 1889. Cataloque raisonné et synonymique der Néuroptères observés dans les pays limitrophes -*Tijdschr. Ent.* 32: 211-375.

Bendegom, L. van, 1961. Hydrografie van het Rijnbekken. in: Dertiende vakantiekursus in drinkwatervoorziening -*Moormans per. Pers* p: 15-45.

Botosaneanu, L. & Malicky, H., 1978. Trichoptera. in: Illies, J.J. (ed.) - *Limnofauna Europaea Stuttgart* p: 333-359.

Brundin, L. & Saether, O.A., 1978. Buchonomyia burmanica sp. n. and Buchonomyiinae, a new subfamily among the Chironomidae (Diptera) - *Zool. Scripta* 7: 269-275.

Candea-Cure, V., 1971. Contributions à la connaissance de la faune de Chironomidés (larves) du bassin de la rivière Bistrita dans la zone du lac de barrage Bicaz avant, au début et six ans après la mise en eau - *Can. Ent.* 103: 424-431.

Carter, C.E., 1977. The recent history of the chironomid fauna of Lough Neagh from analysis of remains in sediment cores - *Freshw. Biol.* 7: 415-423.

Claessens, E.E.C.M., 1981. The stoneflies (Plecoptera) of the Netherlands - *Nieuwsbrief Eur. Inv. Survey* 10: 73-77.

Cranston, P.S., 1982[a]. A key to the larvae of the British Orthocladiinae (Chironomidae) - *F. B. A. sc. Publ.* 45: 1-152.

Cranston, P.S., 1982[b]. The metamorphosis of Symposiocladius lignicola (Kieffer) n. gen., n. comb., a wood-mining Chironomidae (Diptera) - *Ent. scand.* 13: 419-429.

Cure, V., 1964. Beiträge zur Kenntnis der Tendipediden (Larven) im rumanischen Donaugebiet - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 27: 418-441.

Fischer, F.C.J., 1934. Verzeichnis der in den Niederlanden und dem Nachbargebiete vorkommenden Trichoptera - *Tijdschr. Ent.* 77: 177-201.

Fittkau, E.J. & Reiss, F., 1978. Chironomidae. in: Illies, J.J. (ed.) - *Limnofauna Europaea Stuttgart* p: 404-440.

Geijskes, D.C., 1940. Verzeichnis der in den Niederlanden vorkommenden Plecoptera mit einige geschichtlichen, ökologischen und systematischen Bemerkungen - *Tijdschr. Ent.* 83: 3-16.

Henrikson, L. e.a., 1982. The impact of acidification on Chironomidae (Diptera) as indicated by subfossil stratification - *Hydrobiologia* 86: 223-229.

Hirvenoja, M., 1973. Revision der Gattung Cricotopus van der Wulp und ihrer Verwandten (Diptera, Chironomidae) - *Ann. zool. fenn.* 10: 1-363.

Hofmann, W., 1971. Die postglaciale Entwicklung der Chironomiden- und Chaoborus-Fauna des Schösees - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 40: 1-74.

Illies, J., 1955. Steinfliegen oder Plecoptera - *Tierweld deutschl.* 43: 1-150.

Klink, A.G., 1983. Een oriënterend onderzoek aan de sedimenten van het groot Huisven - *Hydrobiol. Advb. Klink Rapp. Med.* 4: 1-5.

Klink, A.G. & Moller Pillot, H.K.M., 1982. Onderzoek aan de makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren - *Hydrobiol. Advb. Klink Rapp. Med.* 3: 1-57.

Lauterborn, R., 1917. Die geografische und biologische Gliederung des Rheistroms - *Sber. heidelb. Akad. Wiss. Math. Nat. Klasse Abt. B Abh.* 5: 1-70.

Lauterborn, R., 1918. Die geografische und biologische Gliederung des Rheistroms - *Sber. heidelb. Akad. Wiss. Math. Nat. Klasse Abt. B Abh.* 1: 1-80.

Mauch, E., 1963. Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte - *Mitt. zool. Mus. Berlin* 39: 1-172.

Mol, A.W.M., 1981. Some preliminary notes on the distribution patterns of Ephemeroptera in the Netherlands -*Nieuwsbrief Eur. Inv. Survey* 10: 67-71.

Moller Pillot, H.K.M., 1978ff. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) *Ned. faun. Med.* 1^a.

Pankratova, V. Ya., 1970. Diptera, Chironomidae = Tendipedidae. (larvae and pupae of the subfamily Orthocladiinae of the U.S.S.R. fauna) - *Izd. nauk Leningrad* p: 1-344 (Russisch).

Pons, L.J., 1957. De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen - *Versl. lanbk. Onderzoekingen* 3: 1-156 + 11 Bijl.

Reiss, F., 1968. Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden des Bodensees - *Arch. Hydrobiol.* 64: 176-323.

R.I.Z.A., 1980. De waterkwaliteit van de Rijn in Nederland in de periode 1972-1979 - *Notanr.* 80-032: 1-71.

Rubsow, I.A., 1964. 14. Simulidae (Melisinidae) in: Lindner, E. (ed.) - *Die Fliegen der Paläarktischen Region Bd.* III^4: 1-689.

Schoenemund, E., 1930. Eintagsfliegen oder Ephemeroptera - *Tierwelt deutschl. und angrenzenden Meeresteile* 19: 1-106.

Shilova, A.I., 1963. (The metamorphosis of Lipiniella arenicola Shilova (Diptera, Chironomidae)) - *Trudy Inst. biol. Vodokhran.* 5: 71-80 (Russisch).

Smissaert, H.R., 1959. Limburgse beken - *R.I.V.O.N. med.* 52: 7-78.

Thienemann, A., 1935. Chironomiden-Metamorphosen X. Orthocladius-Dactylocladius (Dipt.) - *Stettiner ent. Zeit.* 96: 201-224.

Til, K. van, 1979. De Rijntakken van de bovenrivieren sedert 1600 - *Rijkswaterstaat Bovenrivieren Arnhem* p: 1-36 + 10 Bijl.

Tshernovski, A.A., 1961. Identification of larvae of the midge family Tendipedidae. (Transl. Lees, E. & Marshall, K.E.) -*Nat. lending Libr. Sc. Techn. Boston Spa* p: 1-300.

Urk, G. van, 1981. Veranderingen in de macro-invertebraten-fauna van de IJssel - H_2O 21: 494-499.

Velsen, C., 1768. Rivierkundige verhandelingen. Afgeleid uit waterwigt- en waterbeweegkundige grondbeginselen. En toepasselijk gemaakt op den Rhyn, de Maas, de Waal, de Merwede en de Lek - *Harlingen* p: 1-3.

Ven, G.P. van de, 1976. Aan de wieg vna rijkswaterstaat (wordingsgeschiedenis van het Pannerdenskanaal) - *Walburg Pers Zutphen* p: 1-437.

Vos, A.P.C., 1930. Über die Verbreitung der aquatiles Insektenlarven in den Niederlanden -*Int. Rev. ges. Hydrobiol/Hydrograph*. 24: 485-506.

Warwick, W.F., 1975. The impact of man in the Bay of Quinte, Lake Ontario, as shown by the subfossil chironomid succesion (Chiornomidae, Diptera) - *Verh. int. Ver. Limnol.* 19: 3134-3141.

Weast, R.C. (ed.), 1978. CRC handbook of chemistry and physics, 58th edition - *CRC Press Cleveland*.

Westhoff, V. e.a., 1973. Wilde planten deel 3: de hogere gronden - *Ver. Behoud Natuurmonumenten* p: 1-359.

Wilkinson, B., 1981. Quarternary sub-fossil Trichoptera larvae from a site in the English Lake District - *Proc. 3^{d} int. Symp. Trich.* 409-418.

Wulp, F.M. van der, 1877. Diptera neerlandica - *Martinus Nijhoff 's Gravenhage* p: 1-497 + 10 Pl.

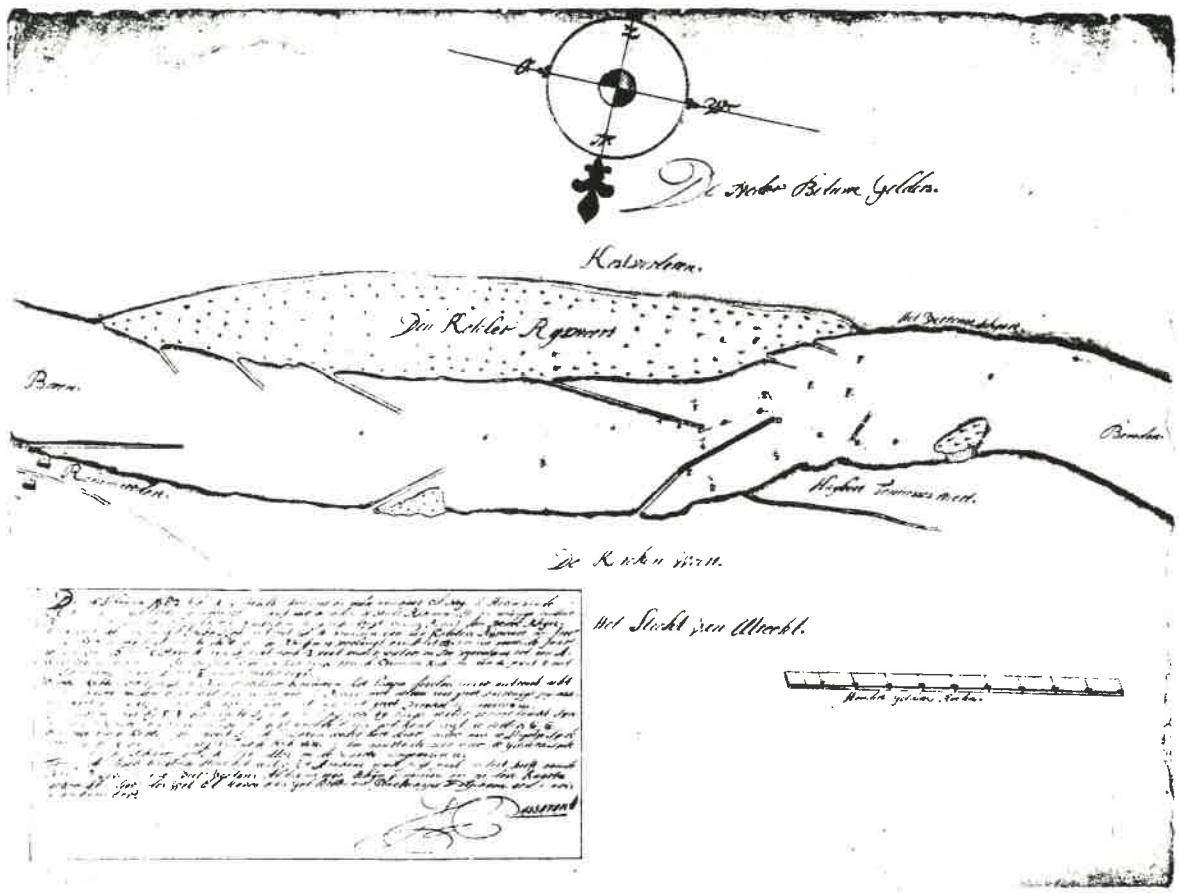
Zwick, H., 1978. Simulidae. in: Illies, J.J. (ed.) - *Limnofauna Europaea Stuttgart* p: 396-403.

Bijlage I:

De waterstaatkundige toestand in het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen (Pons, 1957)

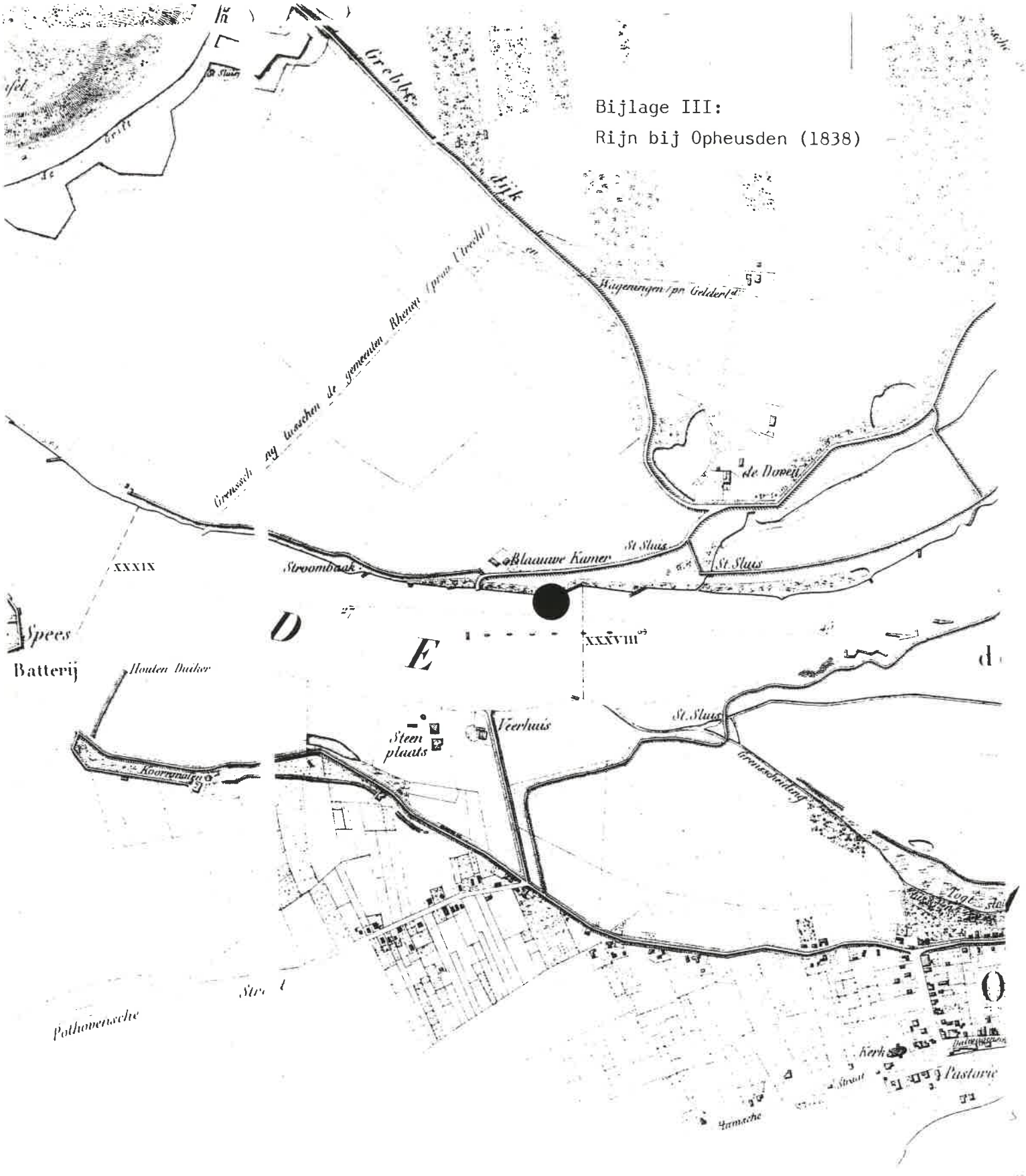
Bijlage II:

De Rijn bij Rhenen in 1682 (uit van de Ven, 1976)



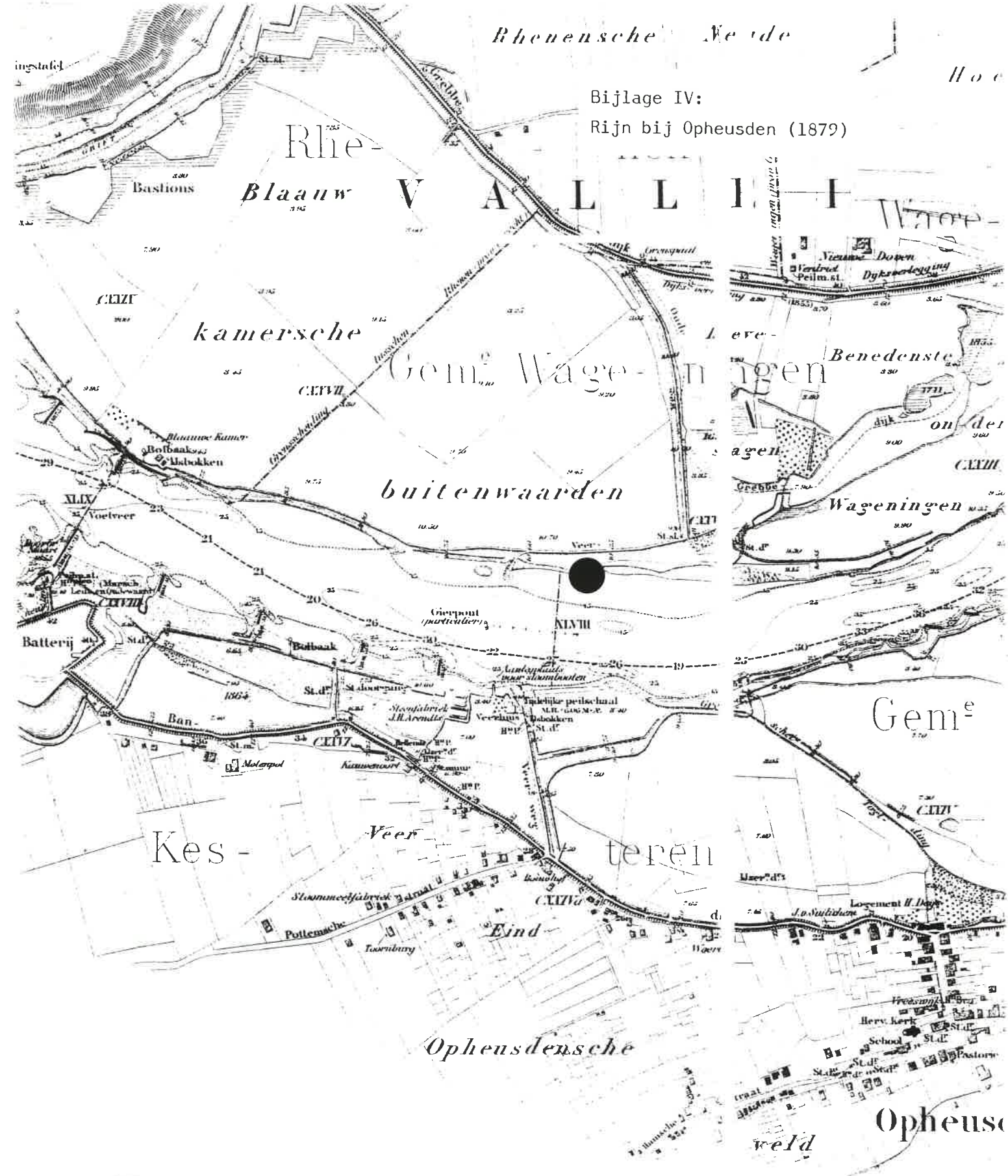
Kaart van Gerard Passavant: De Nederrijn met zijn kribben beneden Rhenen in 1682 (Rijksarchief Gelderland). Het Noorden is naar beneden gericht. De kaart toont aan hoe moeilijk de situatie voor de scheepvaart is. De twee lange kribben liggen aan het benedeneinde onder water. De vaargeul is met de lijn GG aangeduid.

Bijlage III:
Rijn bij Opheusden (1838)



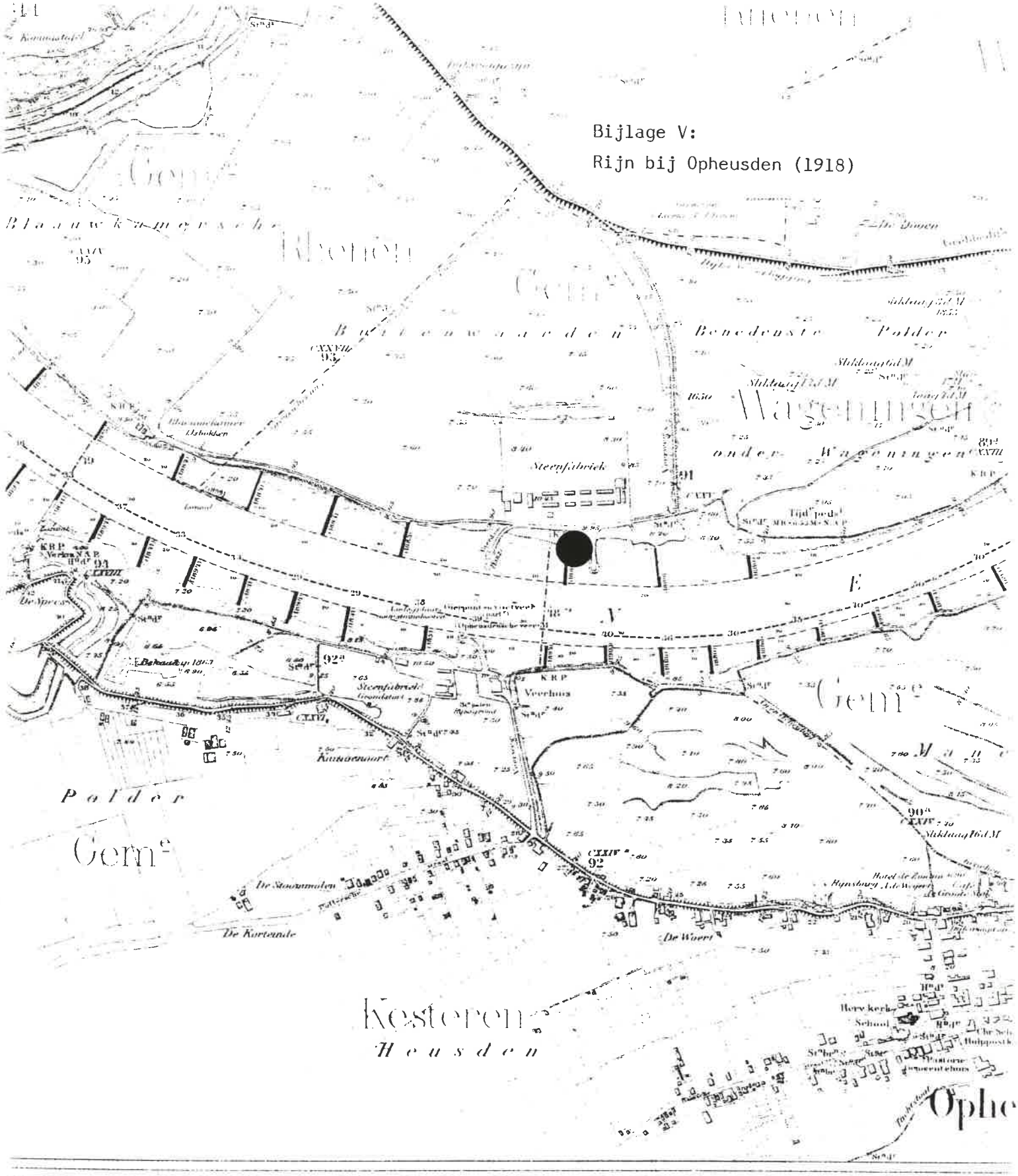
Bijlage IV:

Rijn bij Opheusden (1879)

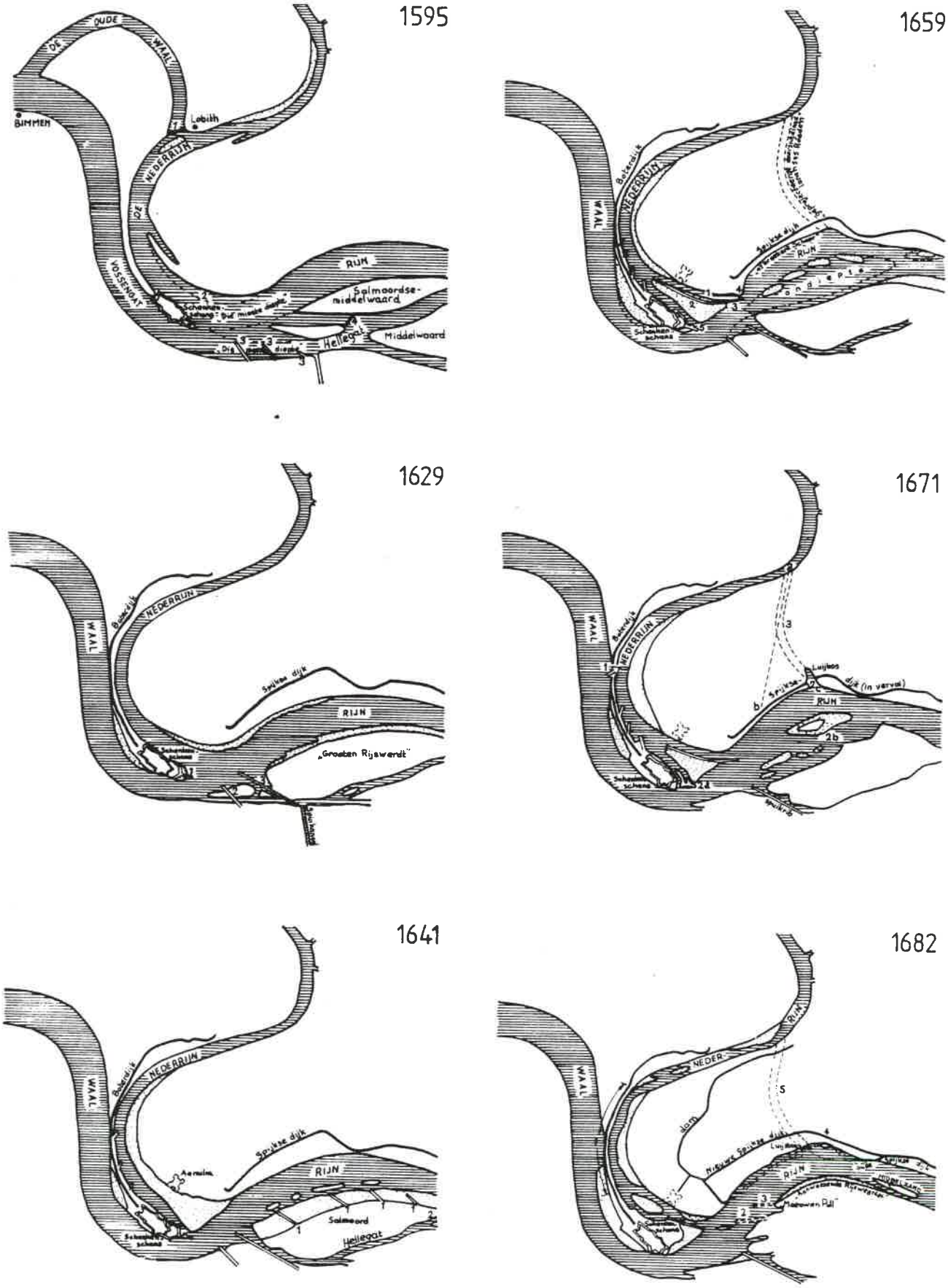


Bijlage V:

Rijn bij Opheusden (1918)

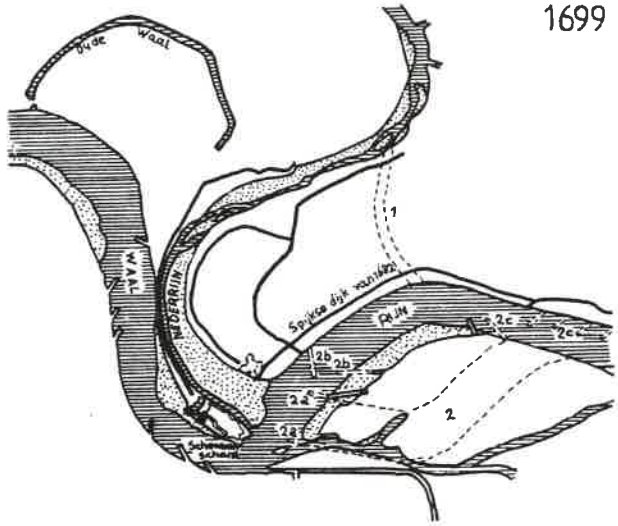


Bijlage VI:
Splitsing bij Schenkenschans (1595-1682)
(v. Til, 1979)

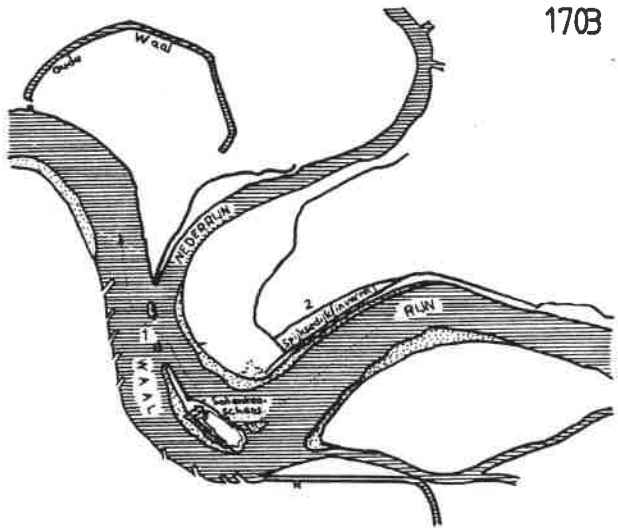


Bijlage VII:
Splitsing bij Schenkenschans (1699-1721)
(v. Til, 1979 en van de Ven, 1976)

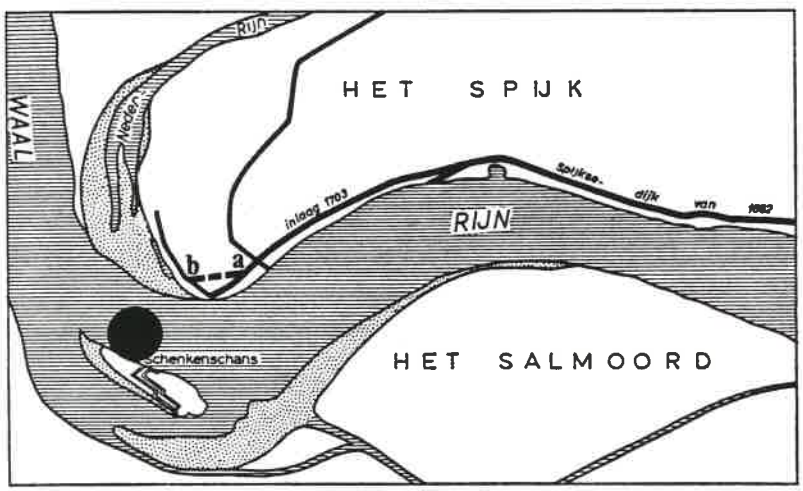
1699



1703

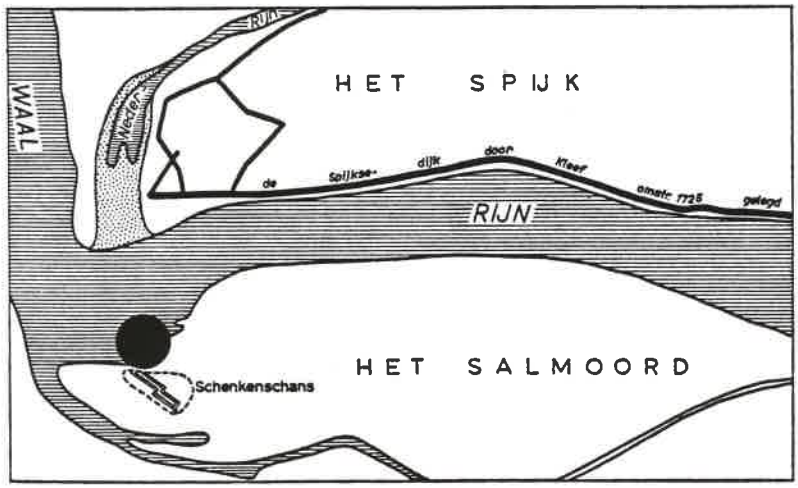


1721

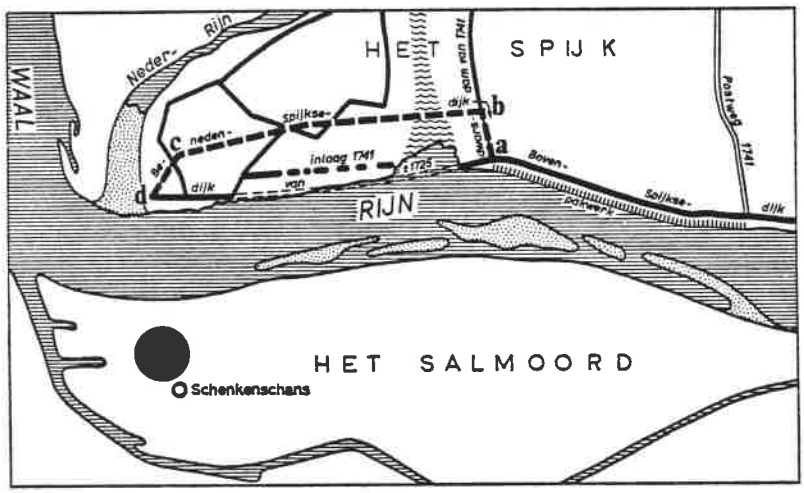


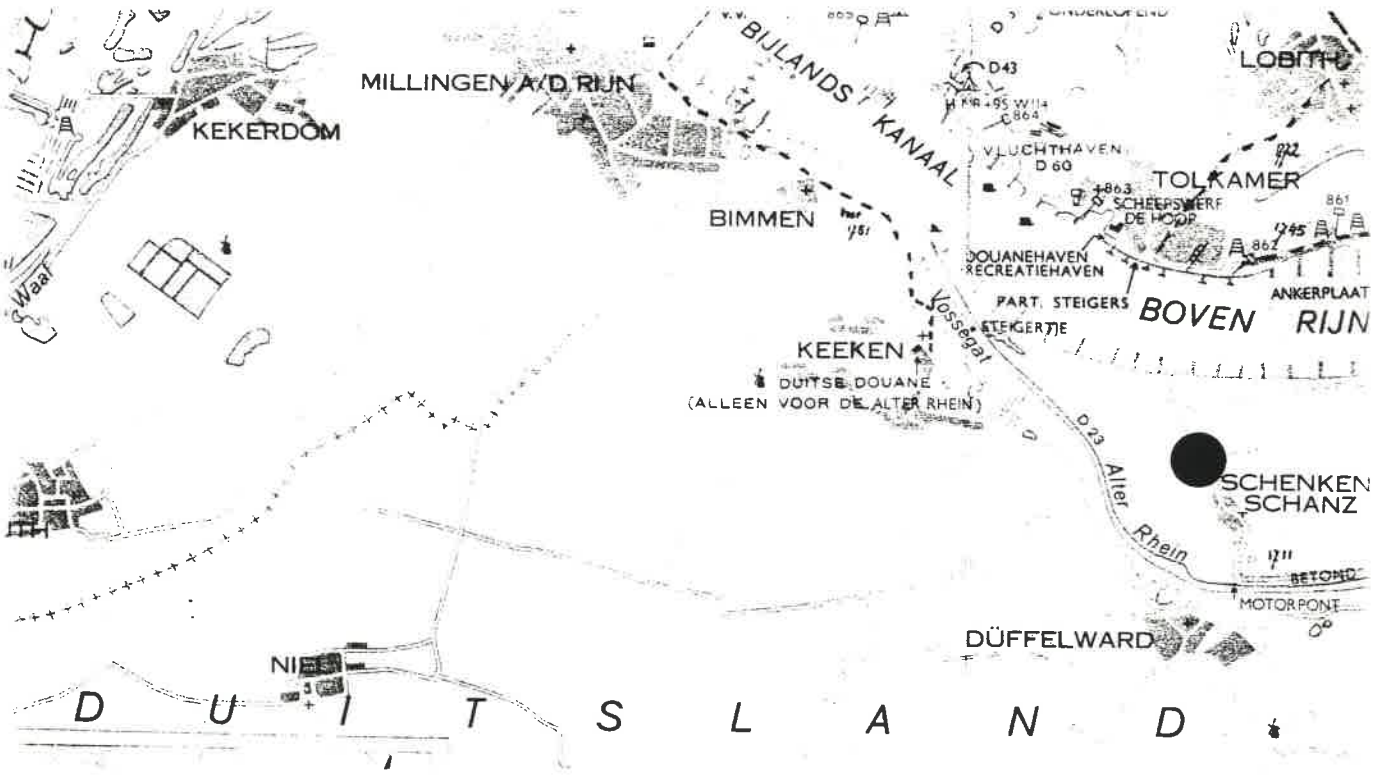
Bijlage VIII:
Splitsing bij Schenkenschans (1735-1980)
(van de Ven, 1976 en ANWB Waterkaart, 1980)

1735



1745

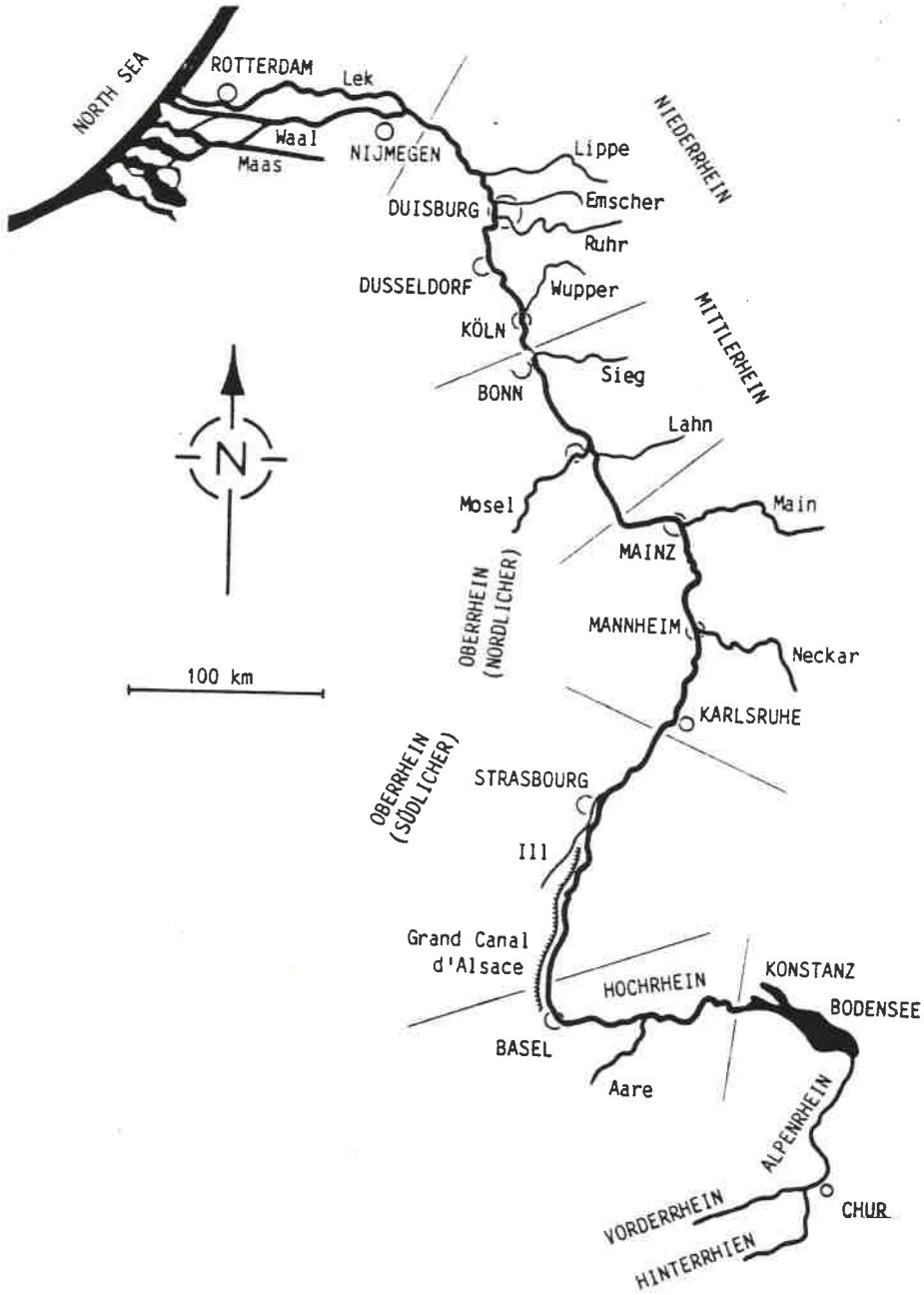


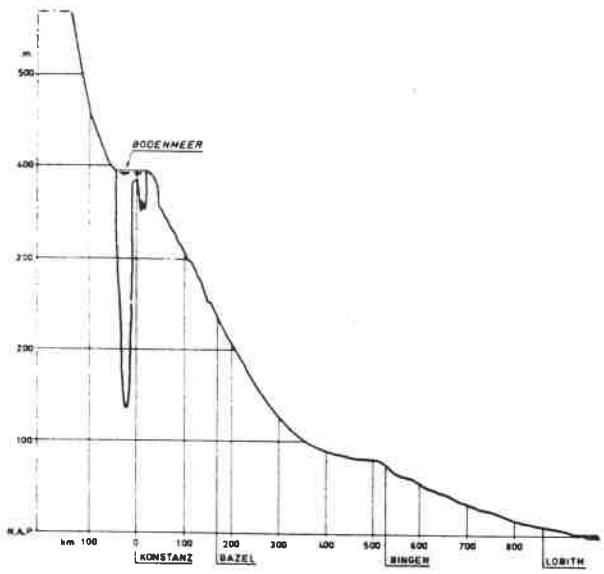


Bijlage IX:

Geleding van de Rijn (Wilson & Wilson, in prep.)

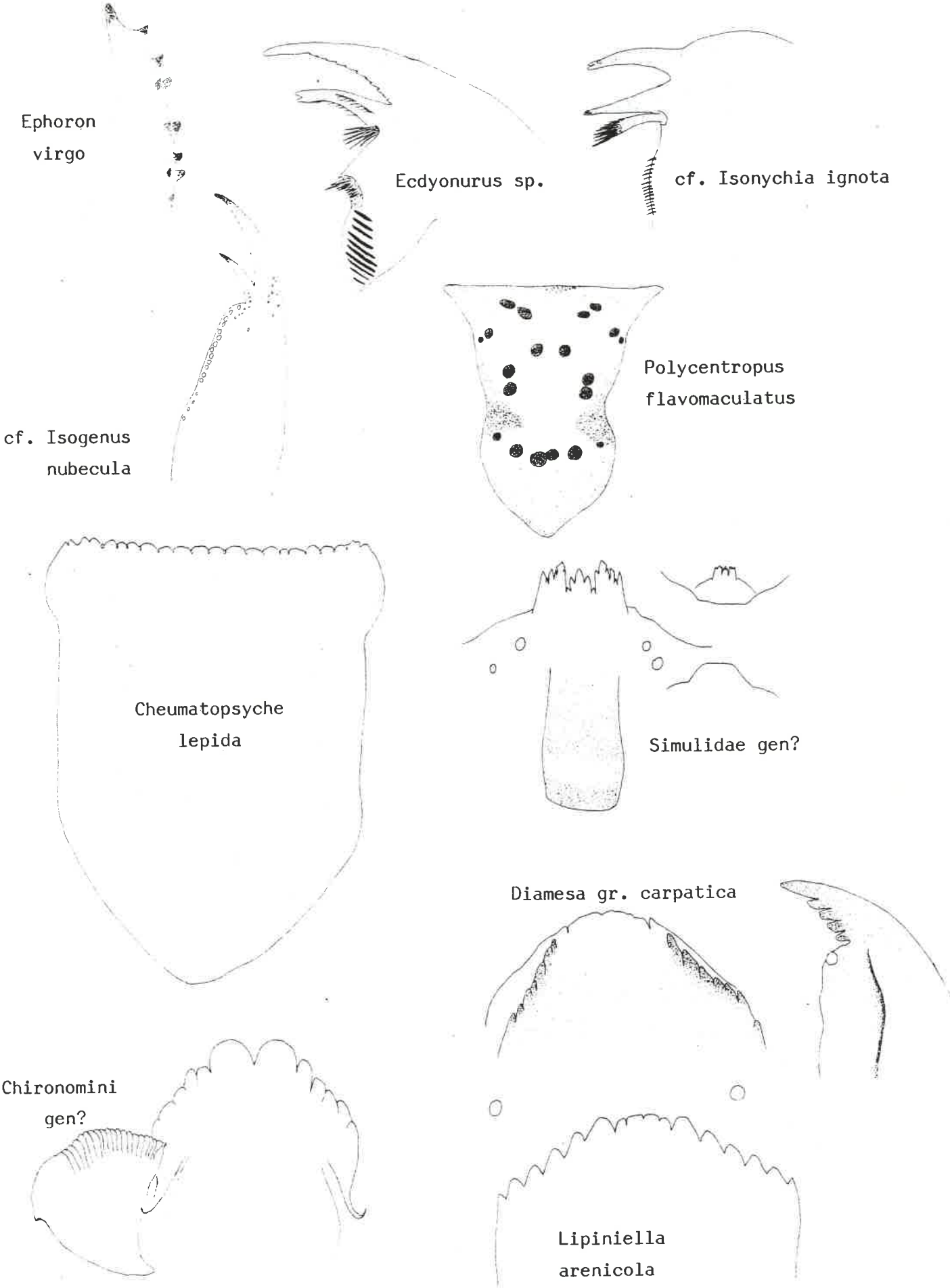
Verhang van de Rijn (v. Bendekom, 1961)





Bijlage X:

Resten zoals die in de sedimenten zijn aangetroffen



Bijlage XI:

Publikaties te bestellen bij het hydrobiologisch Adviesburo.

Rapporten en Mededelingen:

1. Klink, A.G., 1980. De Spreng van Geurts (Apeldoorn), een hydrobiologische verkenning als achtergrond voor het te voeren beheer p: 1-18 + Bijl. fl. 5
2. " 1981. Determinatie-tabel voor de poppen en larven der Nederlandse Tanytarsini p: 1-22 + Fig. fl. 5,--
3. Klink, A.G. en Moller Pillot, H.K.M., 1982. Onderzoek aan de makro-evertebraten in de grote Nederlnadse rivieren. p: 1-57. fl. 10,--
4. Klink, A.G., 1983[a]. Een oriënterend onderzoek aan de sedimenten van het Groot Huisven. p: 1-5. fl. 1,50.
5. " 1983[b]. Hydrochemische inventarisatie van het oppervlaktewater in 2 gebieden langs de Zuid Willemsvaart. p: 1-34. fl. 6,--
6. " 1983[c]. Makro-evertebraten in en langs 2 zandputten in de Randmeren (Gooimeer, Huizen en Veluwemeer, Harderwijk) p: 1-16. fl. 3,--
7. " 1983[d]. Studie over de toepasbaarheid van palaeolimnologisch onderzoek in riviersedimenten. Een middel om biologische beoordeling van rivieren te onderbouwen? p: 1-27 + XI Bijl. fl. 7,50.

"Medeklinkers"

2. Klink, A.G., 1982. Het genus Micropsectra Kieffer (Diptera: Chironomidae). Een taxonomische-oecologische studie. p: 1-59 + Fig. fl. 20,--
3. " 1983. Key to the Dutch larvae of Paratanytarsus Thienemann & Bause with a note on the ecology and the phylogenetic relations. p: 1-36. fl. 15

Overdrukken:

1. Klink, A.G., 1982[a]. Rheopelopia ornata (Meigen): Description of the metamorphosis and ecology of a river inhabiting Tanypodinae-larva, new to the Dutch fauna (Diptera: Chironomidae) - Ent. Ber. A'dam 42: 78-80.
2. " 1982[b]. Description of Mochlonyx triangularis n. sp. and a key to the larvae, pupae and imagines of the palaearctic species of Mochlonyx Loew (Diptera: Chaoboridae) - Ent. Ber. A'dam 42: 150-155.
3. " 1983. Rheotanytarsus rhenanus n. sp. A common midge of the lithorheophilic fauna in the large lowland rivers (Diptera: Chironomidae) - Ent. Ber. A'dam 43: 136-138.
4 " in prep. Description of the larva of Parapsectra styriaca (Reiss) (Diptera: Chironmidae) - Ent. Ber. A'dam (accepted).