

## Hydrografie van het Maasbekken

### 1. De Maas in vergelijking met andere rivieren

Tussen de rivieren op aarde neemt de Maas, met haar stroomgebied van 33.000 km<sup>2</sup>, maar een heel bescheiden plaats in. Onze andere grote rivier, de Rijn, ontwaart een vijfmaal zo groot gebied en wel 160.000 km<sup>2</sup>. Ook dit is echter nog maar beperkt in vergelijking met de afwateringsgebieden van de werkelijk grote rivieren, zoals de Donau (800.000 km<sup>2</sup>), de Wolga (1.500.000 km<sup>2</sup>), de Mississippi (3.000.000 km<sup>2</sup>) of de Amazone (7.000.000 km<sup>2</sup>). Voor ons land is de Maas echter van grote betekenis, zowel voor de scheepvaart als voor de levering van water voor velerlei doeleinden.

Het karakter van de Maas kan het beste beoordeeld worden door haar te vergelijken met de Rijn. De Maas heeft een lengte van 850 km, gerekend vanaf haar bron tot het punt waar haar water zich met een deel van het Rijnwater verenigt in het Hollands Diep. De Rijn is ongeveer 1.200 km lang. Ze is dus niet veel langer dan

de Maas, hoewel haar stroomgebied 5 x zo groot is, zoals in afb. 1 is gedemonstreerd. Het stroomgebied van de Rijn is relatief dan ook veel breder, hetgeen tot uiting komt in de grote lengte van haar zijrivieren zoals de Main en de Moezel.

Het stroomgebied van de Maas is echter smal, vooral het zuidelijke gedeelte. De daar vallende neerslag draagt daarom weinig bij tot de afvoeren in de beneden-Maas. Die worden voornamelijk bepaald door de neerslag in de Ardennen, welk gebied op vrij korte afstand van de Nederlandse grens ligt.

Terwijl voor de Maas het bovenstroomgebied als relatief minder belangrijk dan het middengebied moet worden beschouwd, is voor de Rijn het bovenstroomgebied juist een van de belangrijkste gedeelten. Deze rivier vindt zijn oorsprong in het hooggebergte, waar veel neerslag valt, welke voor een belangrijk deel uit sneeuw bestaat. Deze sneeuw, die zich ook beneden de sneeuwgrens

*vervolg van pag. 355*

Noord-Brabant: schappen de Maas-kant, de Aa en de Dommel.

Een bijdrage aan de verontreiniging van de Maas wordt vooral via de Roer en de Niers geleverd door de Bondsrepubliek. De in 1960 ingestelde permanente grenswaterencommissie is het hiervoor geschapen overlegorgaan. Met België is sinds enige maanden in hetzelfde kader als over de verdeling van het Maaswater overleg gaande over de kwaliteit met het doel het opstellen en uitvoeren van een programma van samenwerking betreffende de meting en de beheersing van de kwaliteit van het Maaswater. Reeds is afgesproken dat in 1972 de Belgische metingen (10 meetpunten) en de Nederlandse (28 meetpunten) op elkaar worden geijkt door gezamenlijke monsterneming en analyse aan de grens.

Dit geschiedt niet alleen voor de meer traditionele analyses voor zuurstof, BOD enz., maar ook voor die van belang voor de drinkwaterbereiding, nl. reuk- en smaakstoffen (fenolen en minerale oliën) en vergiften. Verder zullen in onderling overleg binnenkort normen moeten worden vastgesteld voor de kwaliteit aan de Belgisch-Nederlandse grens.

Wat de wetgeving aangaat wordt het nodige instrumentarium gevonden in

de wet verontreiniging oppervlaktewateren van 13 november 1969.

Door de aanwezigheid van deze wet hoeft niet volstaan te worden met het doen van metingen teneinde de graad van verontreiniging te meten en met het schrijven van saneringsrapporten teneinde na te gaan welke maatregelen moeten worden getroffen.

Het is mogelijk geworden deze maatregelen ook tot stand te brengen, waarbij echter bedacht moet worden dat deze aangelegenheid nog in een aanloopperiode verkeert en dat het niet mogelijk is hetgeen in het verleden gedurende zoveel jaren werd misdreven in een enkel jaar recht te zetten; daarvoor moet nog teveel ook voorbereidend werk worden verzet, zowel op het juridische (algemene maatregelen van bestuur), het bestuurlijke (provinciale regelingen) het financiële (heffingen voor niet-rijkswateren) als het meer technische vlak (opstellen saneringsrapporten, indicatieve 5-jarenprogramma's, studie over zuiveringsmethoden en -technieken).

Wat de rijkswateren betreft zijn al een aantal saneringsrapporten verschenen (Maas, Nederrijn en Lek, IJssel) terwijl deze voor andere wateren in voorbereiding zijn.

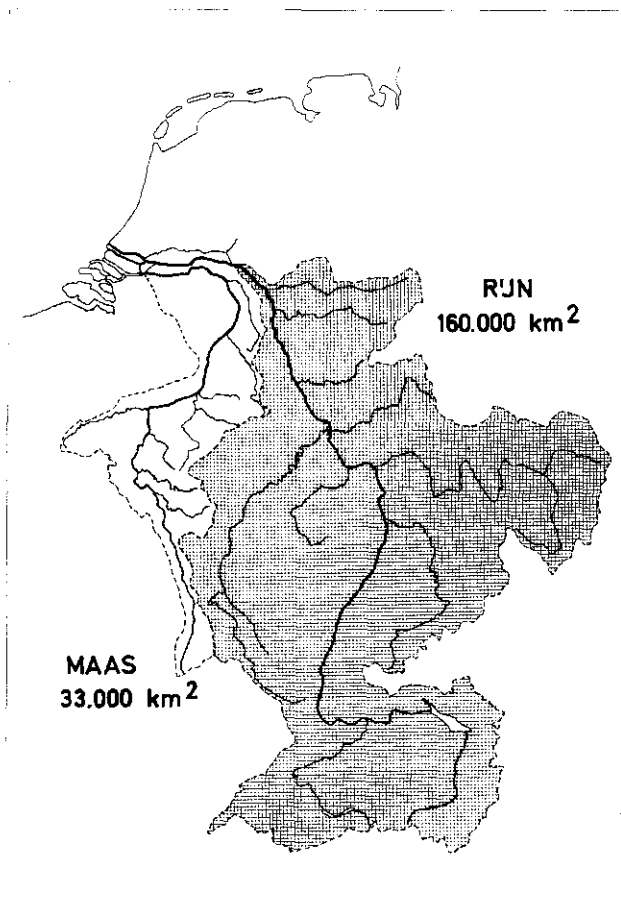
Ook zijn in 1971 voor de lozingen op rijkswateren voorlopige aanslagen opgelegd aan de circa 10.000 heffingsplichtingen tot een bedrag van circa f 10 miljoen, terwijl dit bedrag in 1972 circa f 30 miljoen zal bedragen.

Voor de rijkswateren is voor de jaren tot 1974 een eerste urgentieprogramma vastgesteld voor de bouw van een 15 installaties met ca. 2,7 miljoen i.e., waarvoor uit het heffingenfonds uitkeringen worden gedaan tot een totaal van f 95 miljoen. Voor de Maas komen hierop voor installaties voor Maastricht, Venlo en de papierfabriek (de KNP) te Maastricht.

Op grond van een en ander heb ik de overtuiging gekregen dat wat het kwaliteitsaspect aangaat de toekomst van de Maas met vertrouwen tegemoet mag worden gezien en deze rivier er bepaald beter voorstaat dan de Rijn omdat:

- de onbalans tussen mens en natuur geringer is dan bij de Rijn doordat de vervuiling minder groot is en minder snel is toegenomen tengevolge van een dunner bevolkt en minder geïndustrialiseerd stroomgebied;
- de Maas door het grotere Nederlandse stroomgebied gevoeliger is voor verbeteringen in Nederland en hiervoor het instrumentarium aanwezig is of komt;
- de overlegorganen met de Bondsrepubliek en België aanwezig zijn.

Het lijkt mij dan ook dat de openbare watervoorziening in dit opzicht terecht zijn blik op de Maas heeft gericht en dat de Maas in kwalitatief opzicht de openbare watervoorziening niet teleur zal hoeven te stellen.



Afb. 1 - Stroomgebieden.

(3.000 m) tot ver in de zomer handhaaft, en na afsmelten voor een belangrijk deel als grondwater geborgen blijft, vormt een enorm waterreservoir, dat nooit uitgeput raakt, zodat er altijd op een zekere afvoer gerekend kan worden. De laagst bekende afvoer van de Rijn kwam voor in november 1947 en bedroeg 620 m<sup>3</sup>/s. Voor een nadere behandeling van het hydrologisch regiem van de Rijn zij verwezen naar de bijdrage van Van Bendegom aan de 13e vakantiecursus drinkwatervoorziening in 1961 [1].

Bij de Maas is deze bergingscapaciteit niet aanwezig. Daarom kan de afvoer in droge tijden tot onbetekenende waarden afnemen. Om te voorkomen dat door lage waterstanden de scheepvaart dan gestremd zou worden, is de rivier over bijna haar volle lengte gekanaliseerd, deels door stuwen, deels door parallelkanalen. In Nederland bevinden zich 7 stuwen, in België 19 en in Frankrijk 59!

In droge tijden is de Maas daarom nauwelijks meer rivier te noemen. In feite is ze dan omgevormd tot een reeks bekkens waarin het water, als gevolg van de kleine stroomsnelheid, lange tijd verblijft. Dit kan een gunstige factor zijn voor de waterkwaliteit. De geringe afvoeren echter leggen een sterke beperking op aan het gebruik. Dit is van grote betekenis als men bedenkt dat droogteperiodes zich afhankelijk van de weersomstandigheden zeer lang kunnen handhaven, vaak met inbegrip van het winterseizoen. Door het vasthouden van het water in de stuwpanden en door gebruik voor andere doeleinden brengt men de afvoeren over de stuwen vaak terug tot bijna nul.

TABEL I

	Maas		Rijn
	Borgharen	Lith	Lobith
stroomgebied km <sup>2</sup>	21.260	28.950	160.000
lengte km	630	815	1.100
ontwerpaflower m <sup>3</sup> /s <sup>1)</sup>	3.800	3.300	18.000
grensafvoer m <sup>3</sup> /s <sup>2)</sup>	1.500	1.500	7.000
gemiddelde afvoer m <sup>3</sup> /s	250	350	2.200
lage-30 daagse afvoer <sup>3)</sup>	2	30	650
stromingstoestand bij minimum afvoer	stilstaand in stuwpanden		stromend

<sup>1)</sup> Afvoerbedrag met overschrijdingskans van 3% in een eeuw.

<sup>2)</sup> Afvoerbedrag, dat gemiddeld 1 x per 2 jaar wordt overschreden.

<sup>3)</sup> Afvoerbedrag, dat door het 30-daags gemiddelde 1 x per 50 jaar wordt onderschreden.

Alles tezamen vertonen de afvoeren van de Maas een veel variabel karakter dan die van de Rijn. Daarbij komt nog het feit dat bij de grensovergang te Lobith de Rijn nagenoeg zijn gehele stroomgebied heeft doorlopen, terwijl de Maas beneden Eijsden nog een groot deel van haar stroomgebied moet verwerken. Het grondgebied van Nederland dringt vrij ver in het stroomgebied van de Maas door. Daarom „ervaren” wij als Nederlanders de Maas in een vroeger stadium dan de Rijn. We zien dan ook, dat de Maas beneden de stuw Borgharen in enkele uren 3 m of meer kan stijgen. De Rijn bij Lobith heeft daar minstens 5 dagen voor nodig. Iets dergelijks vond plaats in de periode 10 - 16 december 1966 (zie afb. 2).

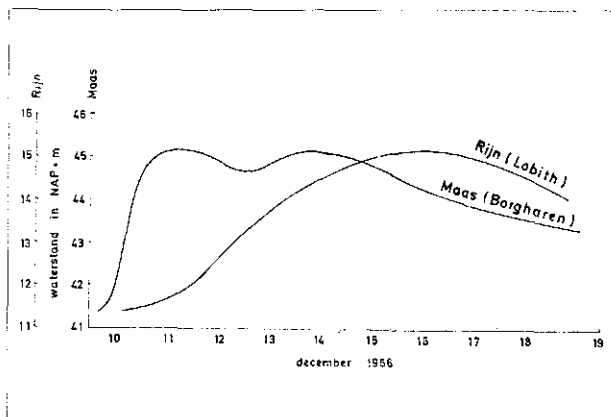
In tabel I zijn enige karakteristieke grootheden van Maas en Rijn gegeven. Voor de Maas zijn zowel het station Borgharen als het station Lith gepresenteerd: Borgharen als kenstation voor de rivier, zoals deze ons land binnenkomt; Lith als kenstation voor de rivier, wanneer deze nagenoeg haar gehele stroomgebied verwerkt heeft. Dit laatste station is voor de Maas als gelijkwaardig te beschouwen met Lobith voor de Rijn.

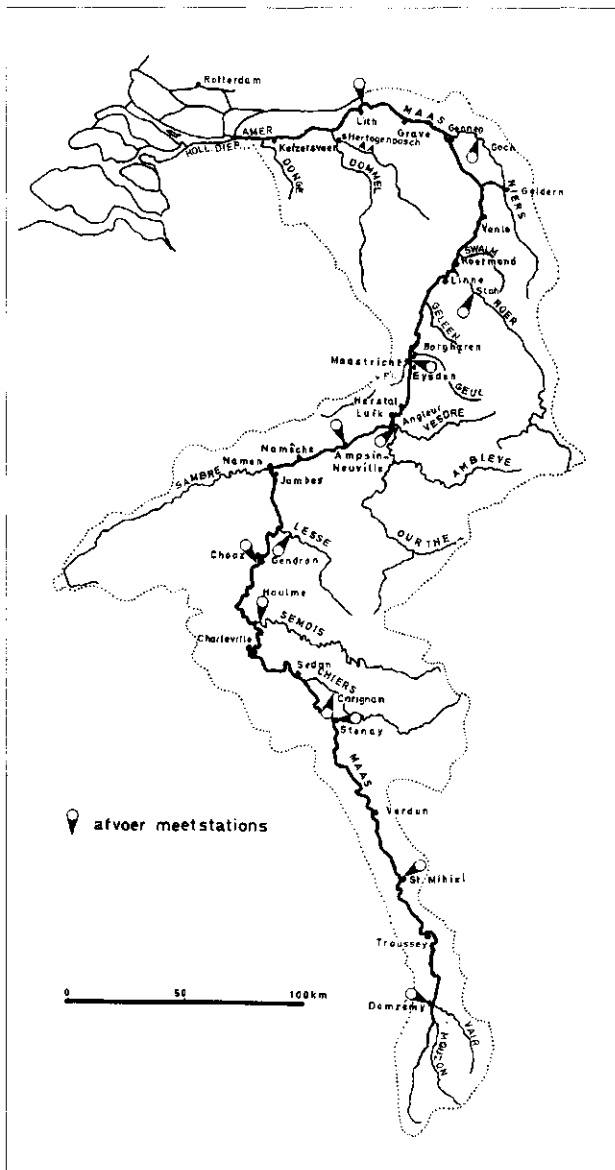
## 2. Algemene beschrijving van het stroomgebied

De Maas is een internationale rivier. Van het totale stroomgebied, dat bij de uitstroming van de Amer in het Hollands Diep rond 33.000 km<sup>2</sup> bedraagt, ligt ongeveer 10.000 km<sup>2</sup> in Frankrijk, 13.000 km<sup>2</sup> in België, 6.000 km<sup>2</sup> in Nederland en 4.000 km<sup>2</sup> in de Duitse Bondsrepubliek. In dit laatste land alleen in de vorm van de zijrivieren Roer en Niers.

Het internationale karakter van de rivier heeft aanleiding gegeven tot bilaterale contacten tussen de betrokken lan-

Afb. 2 - Verloop van een hoogwatergolf op Maas en Rijn.





Afb. 3 - Het stroomgebied van de Maas.

den. Tot een gemeenschappelijke studie van de hydrologie van het gehele stroomgebied, zoals bijvoorbeeld onlangs voor de Rijn is aangepakt door de CHR (Commission Internationale pour l'Hydrologie du Bassin du Rhin) is het voor de Maas nog niet gekomen.

In het stroomgebied van de Maas zijn drie delen te onderscheiden (zie afb. 3):

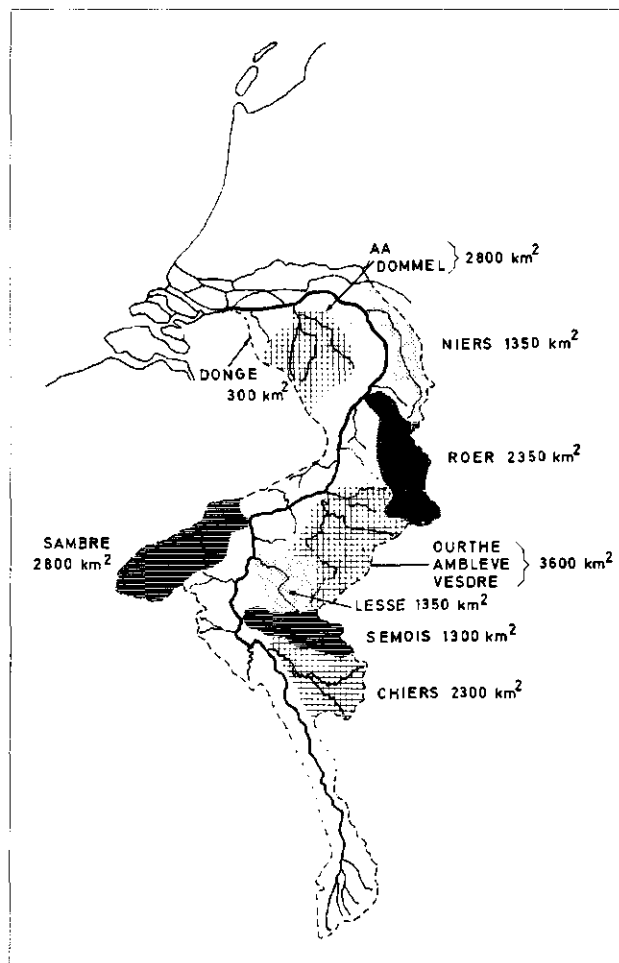
1. Het vrij smalle bovenstroomse gebied in Frankrijk. De rivier wordt hier aangeduid met de naam Meuse Lorraine. Dit deel strekt zich uit van de oorsprong tot ongeveer bij Charleville. Behalve enige kleine zijrivieren in het zuiden en de Chiers in het noorden monden hier geen belangrijke zijrivieren in de Maas uit.
2. De Ardennen met de noordelijke uitlopers in Nederlands Limburg. Dit gebied omvat de rest van het Franse stroomgebied, bijna het gehele Belgische stroomgebied en het Nederlandse stroomgebied tot Linne. De voornaamste zijrivieren in dit gebied zijn de Semois, de Lesse, de Sambre, de Ourthe met Amblève en Vesdre, de Jeker, de Geul en de Geleen.

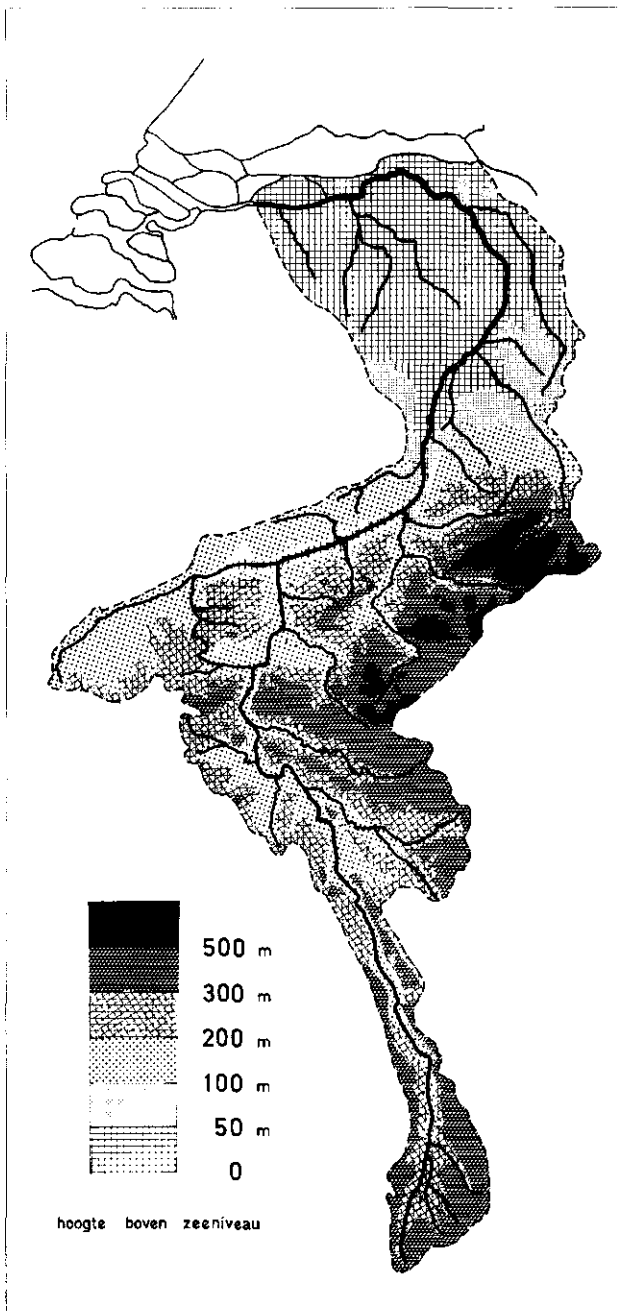
3. De rest van het Nederlandse stroomgebied en het Duitse stroomgebied. Hier stromen in de Maas de zijrivieren de Roer, de Niers, de Swalm, de Dieze (Dommel en Aa) en de Donge.

De situatie van de stroomgebieden van de voornaamste zijrivieren is voorgesteld in afb. 4. Een belangrijk deel van deze zijrivieren komt uit de Ardennen. Zoals uit het hoogtekartaatje (afb. 5) blijkt, ligt hier het hoogst gelegen deel van het Maasbekken. De hoogste gebieden vormen de oostelijke Ardennen. Deze reiken tot 600 m boven zeeniveau. Dit gebied is tevens het regenrijkste deel van het stroomgebied. De neerslagverdeling is voorgesteld in afb. 6. In het natste gedeelte valt jaarlijks gemiddeld 1.400 mm neerslag.

Karakteristiek voor de Lotharingse Maas zijn een doorlatende grond en een breed dal, factoren, die het optreden van plotselinge wassen tegengaan en een langdurig in stand blijvende grondwaterafvoer bevorderen. In de Ardenner-Maas daarentegen is, afgezien van de kalkgebieden, de grond weinig doorlatend, terwijl het rivierdal betrekkelijk smal is, hetgeen in tijden van veel neerslag weinig berging mogelijk maakt. Hoogwatergolven zullen hier nauwelijks uitvlakken en tevens een korte looptijd hebben. De hoogwatergolven, zoals ze ons land binnenkomen, zijn voornamelijk uit de Ardennen afkomstig. De Lotharingse Maas draagt er nauwelijks toe bij. Anderzijds dragen de Ardennen weinig bij tot de laagwaterafvoeren, omdat de ondergrondse berging in grote

Afb. 4.





Afb. 5 - Hoogtekaart.

delen spoedig uitgeput raakt. De laagwaterafvoeren komen daarom voornamelijk van de Lotharingse Maas en uit de kalkgebieden gelegen in de Condroz, een 25 km brede zone ten zuiden van het traject Namen-Luik en vanuit het gebied van de Lesse.

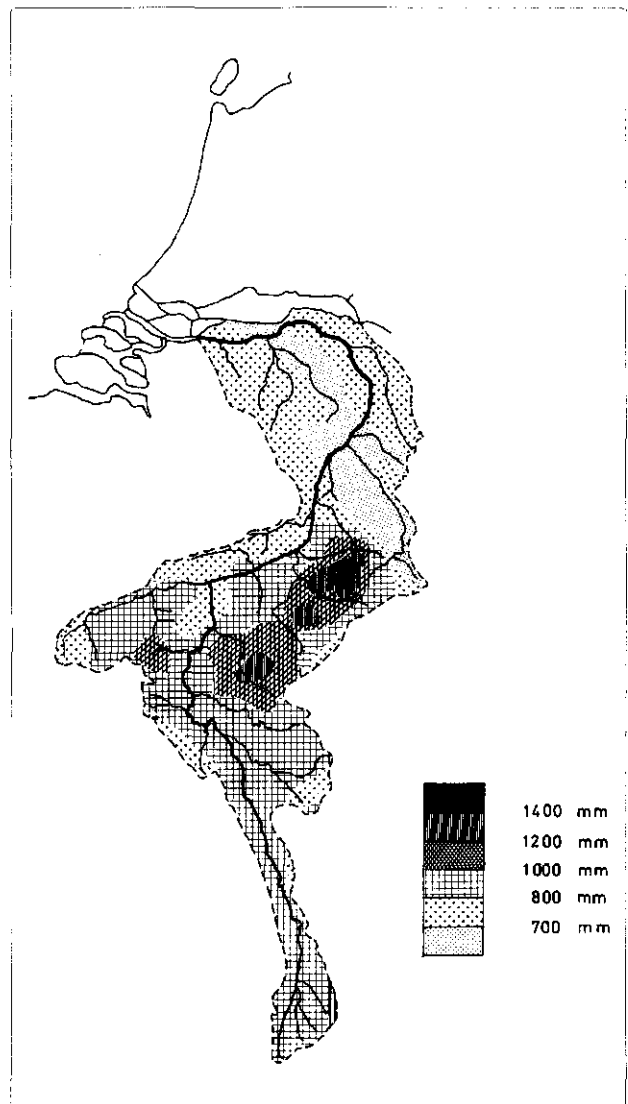
In het lengteprofiel kan men de Lotharingse Maas goed van de Ardenner-Maas onderscheiden (zie afb. 7). De overgang ligt ongeveer op 400 km van de oorsprong. Boven dit punt vertoont de Maas het bekende evenwichtsprofiel van een rivier, zoals onder meer is beschreven door Escher [2]. Zo'n profiel vertoont een stroomafwaarts steeds flauwer wordende verhanglijn. Beneden genoemd punt, waar de Maas de Ardennen binnenstroomt, ziet men het verhang echter vrij plotseling toenemen en wel van  $3 \cdot 10^{-4}$  tot  $6 \cdot 10^{-4}$ . Dit is als volgt te verklaren. De Ardennen bevinden zich in een geologische opheffing, waardoor de Maas zich een diep dal

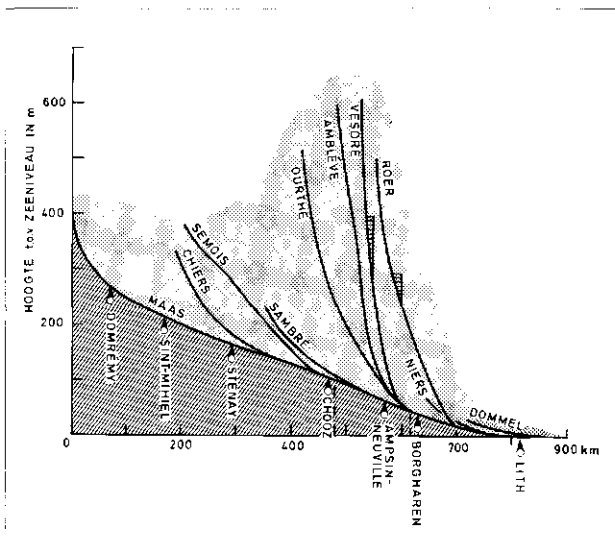
groef. Voor deze eroderende werking is veel energie en daarmee een vrij steil verhang nodig. Aan de bovenstroomse zijde van de Ardennen kwam de rivier daardoor relatief hoog te liggen, terwijl het rivierverhang en daarmee de eroderende werking klein bleven.

De hoge ligging van de bedding van de bovenloop van de Maas had tot gevolg dat de lager liggende naburige zijrivieren door terugschrijdende erosie delen van de oorspronkelijke Maas of van haar zijrivieren overnamen. Zo is de huidige bovenloop van de Moezel vroeger de bovenloop van de Maas geweest. Aan de westzijde heeft de Marne haar zijrivier de Aire van de Maas gekaapt. Over het traject beneden Linne heeft de Maas een verhang van gemiddeld slechts  $1 \cdot 10^{-4}$ . Het winterbed is plaatselijk 20 à 30 x zo breed als het 100 meter brede zomerbed. De hierdoor aanwezige bergingscapaciteit doet hoogwatergolven in sterke mate uitvlakken. Hierdoor zijn de topafvoeren over de stuw te Lith als regel lager dan die over de stuw Borgharen, ondanks de toevoer van enige zijrivieren.

In tijden van droogte worden de afvoeren over dit traject hoofdzakelijk geleverd door de zijrivieren welke beneden Borgharen uitmonden en door toevoer van grondwater. Afvoer van boven Borgharen is dan te verwaarlozen

Afb. 6 - Gemiddelde jaarlijkse neerslag.





Afb. 7 - Lengteprofiel Maas.

omdat het daar nog beschikbare water voor voeding van kanalen wordt gebruikt, zoals in paragraaf 4 wordt beschreven.

### 3. De Lotharingse Maas (Meuse Lorraine)

De Maas vindt zijn oorsprong op het Plateau de Langres. Het is een terrein met doorlatende gronden. De hier vallende neerslag komt via de bodem in een aantal bronnen aan de oppervlakte. Een verzamelpot in het dorpje Pouilly en Bassigne kan als de eigenlijke oorsprong van de Maas worden beschouwd (Van Rossum [3]). Buiten dit dorp mondt het op deze put aangesloten riool uit in een open beek, waarmee de Maas rivier is geworden. Stroomafwaarts komt de Maas in een gebied met ondoorlatende gronden, waardoor ze grote hoeveelheden neerslag snel moet verwerken en daardoor een nogal wild karakter heeft. Door de aanleg van een aantal vaste stuwen heeft men enige bergingscapaciteit geschapen en daardoor de grootste afvoerpieken enigszins verkleind. Stroomafwaarts gaande wordt de bodem meer doorlatend. Ook de zijrivieren Mouzon en Vair komen uit gebieden met doorlatende gronden. Mede door de vrij brede dalen en de daarmee samenhangende grote bergingscapaciteiten hebben ze een afvlakkende werking op het verloop van de Maasafvoeren.

Bij Troussey ligt het punt waar de Maas vroeger onthoofd is door de Moezel. Door het vroegere in oost-west richting lopende rivierdal is het Marne-Rijnkanaal aangelegd. Dit kanaal kruist de Maas door middel van een aquaduct. Het kanaal is met een zijtak op de Maas aangesloten.

Vanaf dit punt tot aan haar uitmonding is de Maas bevaarbaar, zij het op vele plaatsen in de vorm van laterale kanalen. In Nederland vallen het Julianakanaal en het onlangs aangelegde lateraal kanaal bij Linne onder deze categorie.

Waar geen lateraal kanaal is aangelegd, is de Maas door middel van stuwen bevaarbaar gemaakt.

Langs de Lotharingse Maas bevinden zich afvoormeetstations te Domrémy, St. Michiel en Stenay. Deze stations zijn in beheer bij de Electricité de France. De uit de registraties verkregen dagelijkse afvoercijfers worden gepubliceerd in de Franse jaarboeken. Aangezien de

stations nog slechts enkele jaren in bedrijf zijn, is het nog niet mogelijk karakteristieke waarden, voortvloeiende uit frequentiebeschouwingen te bepalen. Enige gegevens over het jaar 1970 zijn vermeld in tabel II.

Volgens gegevens over de Nederlandse afvoerstations leverde dat jaar een ongeveer 10 % grotere afvoer dan het langjarig gemiddelde. Beneden Stenay verbreedt het stroomgebied zich, onder meer doordat daar de zijrivier de Chiers in de Maas vloeit. Deze zijrivier levert blijkens tabel II een belangrijke bijdrage tot de Maasafvoer beneden Stenay.

### 4. De Maas in de Ardennen en haar noordelijke uitlopers

Van Charleville tot Namen snijdt de Maas zich diep door de zich opheffende Ardennen in een richting dwars door de ontstane plooiingen. Het lage tempo van de opheffing maakt het de rivier blijkbaar mogelijk haar stroomrichting te handhaven. Het stroomdal is smal en de grond is vrij ondoorlatend. Ook de hier in de Maas afvloeiende zijrivieren, zoals de Semois en de Lesse, hebben diepe dalen uitgesneden. Deze rivieren volgen enigszins de richting van de plooiën (Visscher [4]).

Het afvoerbeeld van dit deel van het stroomgebied kenmerkt zich in natte tijden door plotseling optredende hoogwatergolven, waarvan de topafvoer in enkele uren wordt bereikt. Anderzijds kan in droge tijden de afvoer tot lage waarden afnemen, omdat de bergingscapaciteit in de bodem hier, afgezien van in de kalkstreken, in het algemeen gering is.

Beneden Namen komt de Maas in het één geheel vormende Maas-Sambredal. De Sambre is een geheel gekanaliseerde rivier, die evenals de Maas zelf door stuwen in een groot aantal panden is verdeeld. In droge tijden kan men de afvoeren daardoor tijdelijk praktisch tot nul reduceren teneinde de stuwpanden op peil te houden. Alleen in tijden van hoog water krijgt de Sambre haar natuurlijke afvoeregim.

TABEL II

station	afstand tot oorsprong km	oppervlakte tot stroomgebied 1) km <sup>2</sup>	afvoeren in 1970			
			gem. m <sup>3</sup> /s	max. mm	max. m <sup>3</sup> /s	min. m <sup>3</sup> /s
Domrémy	75	1.030	16	490	160	1
St. Michiel	170	2.540	40	495	360	3
Stenay	290	3.900	70	565	530	11
Chooz	470	10.120	185	580	910	34
Ampsin-Neuville	570	16.400	250	480	1.580	40
Borgharen	630	21.260	283 2)	—	2.165	9 2)
Lith	815	28.950	385 2)	—	1.975	45 2)
zijrivieren						
station	zijrivier					
Carignan	Chiers	1.970	36	580	204	10
Haulme	Semois	1.340	33	780	262	4
Gendron	Lesse	1.310	20	485	167	3
Namen	Sambre	2.800	36	405	380	2 3)
Angleur	Ourthe	3.600	75	660	750	13
Stah	Roer	2.100	20	300	102 4)	13
Goch	Niers	1.220	8 5)	—	27 5)	4 5)

1) Oppervlakte aan het afvoormeetstation.

2) Verlaagd door aftappingen voor voeding kanalen.

3) Verlaagd door peilhandhaving op stuwpanden.

4) Verlaagd door berging in stuwbekkens (Schwammenauel e.a.).

5) Afvoer Geldern-Nierskanaal niet inbegrepen.

Het Maas-Sambredal is tot een laag niveau uitgesleten. Als gevolg daarvan heeft de Sambre in haar bovenloop enige zijrivieren van de Schelde onthoofd en daarmee bij het stroomgebied van de Maas gevoegd. Doordat de hoogwatergolven op de Maas vaak sneller tot ontwikkeling komen dan die op de Sambre, komt het wel voor dat bij plotselinge was water van de Maas de Sambre instroomt, hetgeen daar tot inundaties aanleiding kan geven (Vereerstraeten [5]).

De Maas stroomt in oost-noord-oostelijke richting naar Luik, waar zij door de hoog liggende gebieden ten oosten van die stad in noordelijke richting wordt gedwongen. In de omgeving van Luik hebben veel verzakkingen plaatsgevonden tengevolge van de mijnbouw. Daardoor is de kans op overstromingen toegenomen. Plaatselijk is de rivier daar bedijkt. De achterliggende gebieden zijn van bemalingssystemen voorzien.

In dit deel van de Maas zijn een aantal oude stuwen vervangen door drie moderne, te weten die te Ampsin-Neuville, Ivoz Ramet en Monsin. Deze stuwen zijn voorzien van elektrische centrales. Bij afvoeren van de Maas, kleiner dan 300 m<sup>3</sup>/s wordt de gehele afvoer van de rivier door de turbines geleid. De stuwen zelf zijn dan geheel gesloten.

Bij Luik wordt de afvoer van de Maas versterkt met die van de Ourthe. Deze is met haar stroomgebied van 3.600 km<sup>2</sup> de belangrijkste zijrivier van de Maas. Tot haar stroomgebied behoren ook de afwateringsgebieden van haar zijrivieren, de Amblève en de Vesdre. De invloed van deze rivieren op het afvoerbeeld is relatief groot. De neerslag in dit deel van het stroomgebied is de

hoogste van het gehele Maasbekken. Ze bedraagt in het op 600 m boven de zeespiegel gelegen gebied van de Hautes Fagnes gemiddeld 1.400 mm/jaar, tegen 1.000 mm/jaar in het gehele boven Luik gelegen Maasbekken. Dit hooggelegen gebied vormt de eerste belangrijke barrière die de oceaankwaden op hun weg landinwaarts ondervinden. Bij het passeren hiervan verliezen ze veel van het meegevoerde water.

In dit gebied zijn voor de vorming van watervoorraden enige stuwmuren aangelegd waarvan vooral die in de Vesdre bij Eupen (25 miljoen m<sup>3</sup>) en in haar zijrivier de Gileppe (27 miljoen m<sup>3</sup>) vermeld moeten worden.

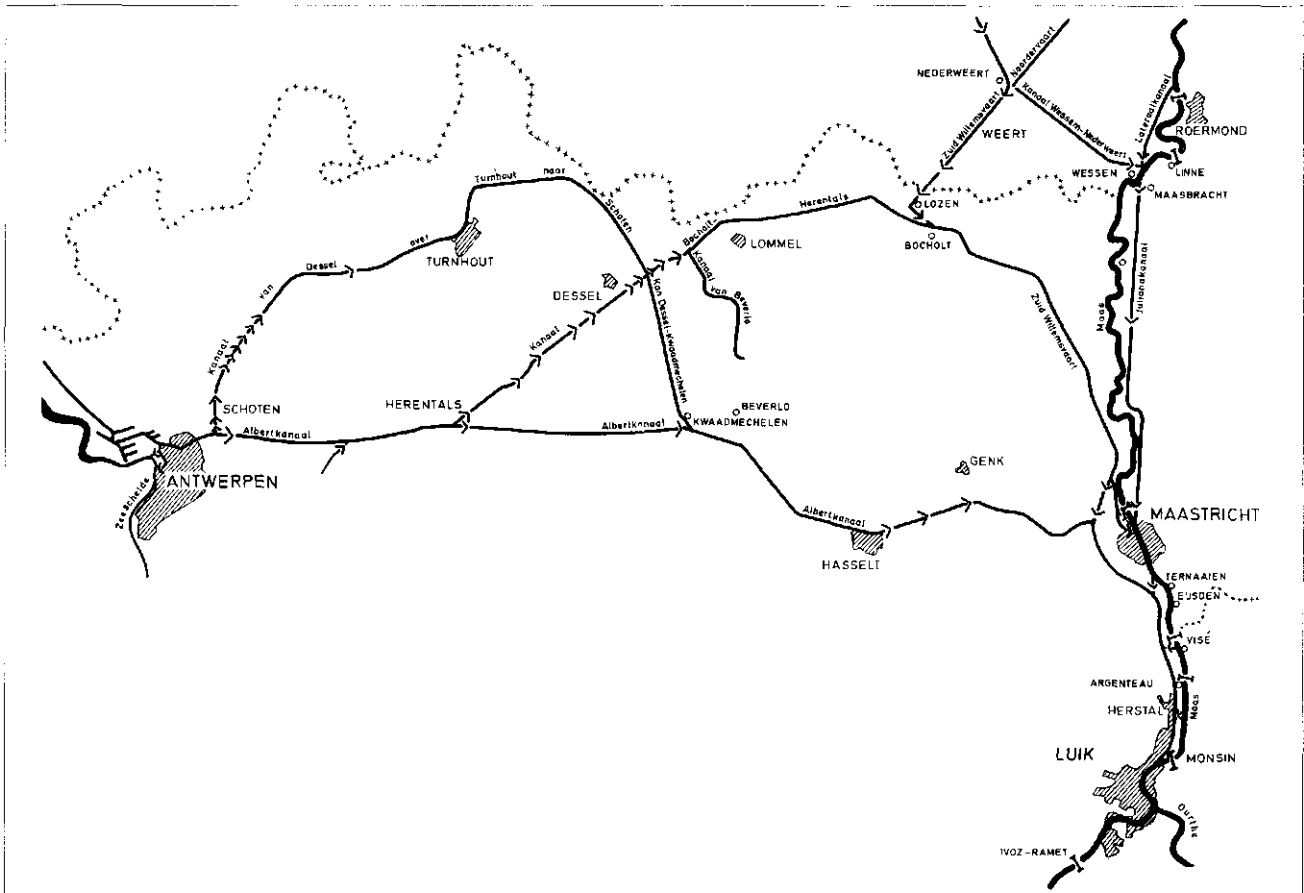
Het stroomgebied van de Ourthe bestaat voor het grootste deel uit slecht doorlatende gronden. Vandaar de plotselinge wassen die hier optreden en die het beeld van de afvoer op de Maas in sterke mate bepalen. De sterke was in december 1966 (afb. 2) was vooral een gevolg van relatief grote hoeveelheden neerslag in het gebied van de Vesdre.

Over het traject tussen Luik en Maastricht vinden enige kunstmatige ingrepen in het regiem van de Maas plaats. Voor de voeding van Belgische en Nederlandse kanalen wordt hier water aan de Maas onttrokken wat vooral in droge tijden van groot belang is. Voor de algemene situatie van deze kanalen zij verwezen naar afb. 8.

Bij Luik vindt men de afsplitsing van het Albertkanaal. Via de sluisen bij Genk wordt het water in westelijke richting afgevoerd. Dit komt tenslotte in de Schelde bij Antwerpen terecht.

Op Nederlands gebied wordt bij Maastricht water onttrokken ten behoeve van de Zuid-Willemsvaart en het

Afb. 8 - Kempische kanalen.



Julianakanaal. De Zuid-Willemsvaart overschrijdt bij Maastricht de Nederlands-Belgische grens, maar komt bij Lozen op Nederlands gebied terug, nadat bij Bocholt een deel van haar water wordt afgevoerd naar de Kempische kanalen. Het naar Nederland teruggevoerde water komt tenslotte nabij 's-Hertogenbosch in de Maas terug. De wateronttrekking ten behoeve van het Juliana-kanaal is slechts van korte duur. Bij Maasbracht mondt dit kanaal in de Maas uit.

Door de onttrekking ten behoeve van de drie genoemde kanalen is de afvoer die over de stuw bij Borgharen komt niet langer de natuurlijke afvoer. In droge tijden kan deze zelfs nul worden, zodat het dan mogelijk is, te voet de Maas te kruisen.

Van Borgharen tot Maasbracht is de Maas grensrivier. Omdat hier geen stuwen zijn, verkeert de rivier nog in zijn oorspronkelijke waterloopkundige toestand. Over dit traject monden uit de Zuid-Limburgse beken de Geul en de Geleen. In droge tijden zorgen zij tezamen met de grondwaterafvoer voor enig herstel van de afvoer van de Maas beneden Borgharen.

### 5. De Maas beneden Maasbracht

Beneden Maasbracht verandert de Maas van karakter. In het gebied tussen Maasbracht en Roermond bevindt zich de voet van de puinkegel welke haar top in het Luikse heeft. Hier wordt het verhang aanzienlijk kleiner. Het gaat geleidelijk van  $4,7 \cdot 10^{-4}$  over in ongeveer  $1 \cdot 10^{-4}$ . In dit gebied vinden belangrijke grindexploitaties plaats waardoor in het winterbed de bekende grindgaten zijn ontstaan, welke een ingrijpende invloed op het landschap hebben. Een beschrijving hiervan is gegeven door Janssen [6]. Het streven bestaat deze gaten te hervullen, maar er zullen grote oppervlakten water blijven bestaan, welke onder meer zullen worden gebruikt voor recreatieve doeleinden. Door de ANWB is hieraan een beschouwing gewijd [7].

In hydrologisch opzicht hebben de grindgaten een topvervlakkende en een voorgangsvertragende werking op de middelhoge hoogwatergolven, dat wil zeggen op die met een topafvoer tussen 1000 en 1600 m<sup>3</sup>/s (Van der Made [8, 9]).

Beneden Maasbracht begint de reeks stuwen welke in de twintiger jaren zijn gebouwd ten behoeve van de Maas-kanalisisatie. Deze stuwen bevinden zich achtereenvolgens te Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek en Grave.

Op dit traject monden onder meer uit de uit Duitsland komende zijrivieren de Roer en de Niers. Vooral de Roer, die in de regenrijke Eifel ontspringt, levert een belangrijke bijdrage tot de afvoer van de Maas. Haar oorsprong ligt in de nabijheid van die van de Vesdre, aan de oostzijde van de Hautes Fagnes. In het bovenstroomse gebied liggen enige grote stuwmuren, waarvan vooral dat van Schwammenauel (inhoud 200 miljoen m<sup>3</sup>) en dat boven de Urfttalsperre (inhoud 45 miljoen m<sup>3</sup>) genoemd moeten worden. Het zijn „multi-purpose reservoirs”. Ze dienen zowel voor watervoorziening in droge tijden als voor afvlakking van hoogwatergolven. In haar benedenloop kan de Roer echter nog een flinke wateroverlast veroorzaken.

Bij Gennep komt de Niers in de Maas. Een deel van de afvoer wordt echter reeds 6 km stroomopwaarts bij Arcen via het Geldern-Nierskanaal op de Maas gebracht. De Niers stroomt door het industriegebied van München-Gladbach, hetgeen de kwaliteit van het water niet ten goede komt.

Bij Boxmeer komt de Maas in de laagte van midden-Nederland. Vanaf dit punt is de rivier bedijkt. De rivier gaat nu geleidelijk in westelijke richting stromen.

Benedenstrooms van dit punt zijn in de dertiger jaren de verbeteringswerken van de Maas uitgevoerd welke ten doel hadden de rivier van het hoogwaterprobleem te verlossen. Deze bestaan uit een vergroting van de afvoercapaciteit door bochtafsnijdingen en verruiming van het rivierbed. Hierdoor kon de Beerse overlaat worden gedicht, waarover de rivier zich vroeger in tijden van hoogwater ontlastte. Dit water stroomde over land westwaarts, kruiste de Dieze en kwam beneden Waalwijk weer op de Maas terug.

Om ook bij normale en lage afvoeren voldoende vaardiepte te verzekeren is de stuw bij Lith gebouwd. Beneden Lith kwam de Maas vóór 1970 in het getijgebied. Tengevolge van de afsluiting van het Haringvliet is de getijbeweging nu echter grotendeels verdwenen.

Bij 's-Hertogenbosch mondt de Dieze in de Maas uit. Deze voert het water aan van de zijriviertjes de Dommel en de Aa, waarbij ook het water uit de Zuid-Willemsvaart is gevoegd. De Dommel is voorzien van een nooduitlaat, het afwateringskanaal 's-Hertogenbosch-Drongelen. Bij hoge afvoeren wordt hierlangs een deel van het Dommelwater rechtstreeks nabij een punt, 20 km beneden de monding van de Dieze, op de Maas gebracht, die daar inmiddels Bergse Maas heet.

De Bergse Maas werd in het begin van deze eeuw, in het kader van de scheiding van Maas en Waal gegraven als nieuwe bedding van de rivier. Voordien stroomde het water door de Andelse Maas naar Gorinchem, waar het zich met dat van de Waal verenigde. Deze tak werd in 1904 afgesloten door een dam.

De Bergse Maas zet zich westwaarts voort in de Amer, welke aan de zuidzijde de Biesbosch passeert. Hier zal het Maaswater haar laatste dienst bewijzen als vulling van de daar geprojecteerde drinkwaterspaarbekken.

Het laatste deel van haar weg naar zee legt het Maaswater, tezamen met het Rijnwater uit de nieuwe Merwede, af door het sedert november 1970 afgesloten Haringvlietbekken.

Tenslotte komt het water door de spuisluisen in zee terecht. Daarmee heeft het water de landfase van de hydrologische kringloop doorlopen. Dat het hierbij vele doelen heeft gediend zal duidelijk zijn. Een der belangrijkste is de drinkwatervoorziening. De Maas zal hierin bij een verstandig beleid zeker haar aandeel kunnen leveren.

### Literatuur

1. Bendegom, L. van *Hydrografie van het Rijnbekken*. Dertiende vakantiecursus drinkwatervoorziening, 1961.
2. Escher, B. G. *Grondslagen der algemene geologie*, 1951.
3. Rossum, H. van *De Maas van oorsprong tot uitmonding*. Land en Water, 1962, no. 4.
4. Visscher, H. A. *De landschappen van het Beneluxgebied*.
5. Vereerstraeten, J. *Le bassin de la Meuse*, Etude de géographie hydrologique. Dissertation à l'Université Libre de Bruxelles 1969.
6. Janssen, B. C. E. *Ontgrindingen en ontzandingen in de provincie Limburg*. I. De grondwinning in Limburg. De Ingenieur 1965. Bouw- en Waterbouwkunde 20.
7. ANWB. Regionale recreatiebrochure nr. 1, 1971, Grindgaten in Limburg.
8. Made, J. W. van der *Flood prevention by enlargement of flood wave subsidence*. International Association of Scientific Hydrology, Publication no. 71, Symposium of Garda 1966.
9. Made, J. W. van der *Eine dimensionlose Form für Laufzeiten von Hochwasserwellen*. IV. Konferenz der Donauländer für hydrologische Vorhersagen, Bratislava 1967.