

**Verslag van de buitenlandse excursie naar het Ruhrgebied en de Harz. 18 tot en met 22 mei 1992.**

Redactie: A. Dommerholt en P.M.M. Warmerdam

RAPPORT 28

Oktober 1992

Vakgroep Waterhuishouding  
Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen

ISSN 0926-230X

561177

## INLEIDING

Om organisatorische redenen is de jaarlijkse doctoraalexkursie van 1991 voor hydrologie studenten opgeschoven naar de periode van 18 tot en met 22 mei 1992. Tezelfder tijd vond de excursie voor het jaar 1992 plaats tesamen met de MSc-excursie naar Frankrijk waarover elders wordt gerapporteerd.

De excursie naar Duitsland richtte zich vooral op het onderzoek en de gevolgen van ingrepen in hydrologische systemen. In deze excursie namen de effecten van de bruinkoolwinning, de verstedelijking in het Ruhrgebied en de verdergaande verslechtering van het bosbestand in de Harz op de waterhuishouding een centrale plaats in. Zo werd in Rheindahlen nabij Venlo, het lysimeterstation bezocht, waar onderzoek wordt gedaan aan het watertransport in de onverzadigde zone met het oog op de grondwaterstandsverlaging door de bruinkoolwinning en de drinkwatervoorziening. In de omgeving van Hilden, het meest verstedelijkte gebied van Duitsland, is een dicht netwerk van kleine hoogwaterreductiereservoirs aangelegd om overstroming van het stedelijk gebied te voorkomen. De beken in het stedelijk gebied zijn destijds bij de kanalisering met beton bekleed. Thans worden ze met succes in de oorspronkelijke natuurlijke toestand hersteld. In de Harz hebben medewerkers van de Universiteit van Göttingen ons in een aantal studiegebiedjes rondgeleid, waarin onderzoek wordt gedaan aan hydrologische processen in bossen. Ook aan het belang van de bossen in de Harz voor de drinkwatervoorziening in Duitsland werd uitvoerig aandacht besteed.

Aan het welslagen van deze excursie zijn we de volgende personen en instanties in Duitsland dankbaar voor hun bijdrage:

Stadtwerke Mönchengladbach GmbH	Herr Sylla
	Herr Lamberts
Bergisch-Rheinischer Wasserverband	Dr.-Ing. Haber
	Herr Gerlitz
	Herr Belikat
Universität Göttingen	Dr. B. Cyffka
Geographisches Institut	Herr Sutmöller
Institut für Bodenkunde und Waldernährung	Frau Schmidt
Harz Wasserwerke	Dipl.-Ing. Stücke

De deelnemende studenten hebben zich ook niet onbetuigd gelaten, waardoor het succes van deze excursie in belangrijke mate te danken is aan hun goede humeur en hun talrijke vragen aan de gastheren/gastvrouw.

Wij bewaren een goede herinnering aan deze reis.

Anton Dommerholt

Piet Warmerdam

## LIJST VAN DEELNEEMSTERS EN DEELNEMERS

01	Aarnink, W.H.B. (Wino)	L 12
02	Boogaard, H.L. (Hendrik)	L 12
03	Brorens, B.A.H.V. (Bart)	L 12
04	Cruijssen, J.H.G. van der (Joost)	L 12
05	Dekker, M.H.A.M. (Monique)	L 50
06	Duinen, J.E. van (Jan Eelze)	L 12
07	Grent, A.C. (Arjen)	L 12
08	Heijens, F.J.M. (Frank)	L 12
09	Hillemans, D.J.M. (Diederik)	L 12
10	Michielsen, A.J.M. (Ad)	L 12
11	Monincx, J.F. (Sjon)	L 12
12	Peeters, J.A.C.M. (John)	L 12
13	Sijtsma, B.R. (Baukje)	L 12
14	Veen, R. van (Rob)	L 12
15	Wolfswinkel, R. van (Roel)	L 12

## **EXCURSIE - PROGRAMMA**

### **Maandag 18 mei**

8.30 uur : vertrek uit Wageningen

11.00 uur : bezoek aan het Hydrologisches Zentrum Rheindahlen van de Stadtwerke Mönchengladbach GmbH.

???? : afhankelijk van de duur van het bezoek aan Rheindahlen wordt eventueel op eigen gelegenheid nog een bezoek gebracht aan enkele uitzichtspunten bij de bruinkoolwinning van de firma Rheinbraun ten oosten van Keulen.

### **Overnachting 18/19 mei:**

*Jeugdherberg Solingen-Gräfrath*

*Flockertsholzerweg 10*

*W-5650 Solingen 1*

*Tel. 0212/591198*

### **Dinsdag 19 mei**

9.30 uur : gehele dag bezoek aan het Bergisch-Rheinischer Wasser-  
verband.

Door sterke verstedelijking in dit gebied zijn de afvoerie-  
pieken bij neerslag sterk toegenomen met alle hiermee  
samenhangende problemen. Hierdoor werd het noodzakelijk om  
zogenaamde "Hochwasserrückhaltebecken" aan te leggen en  
deze op te nemen in een meet- en waarschuwingssysteem.  
Hierover zal uitleg gegeven worden en enkele van deze  
retentiereservoirs zullen bezocht worden.

ca 16.00 uur : vertrek naar hotel (ca 1 uur rijden), omgeving Möhnese.

### **Overnachting 19/20 mei**

*Hotel zur grossen Wiese*

*Arnsberger Strasse 20*

*Arnsberg-Neheim-Hüsten*

*Tel. 02932/31696*

**Woensdag 20 mei**

8.30 uur : vertrek richting Göttingen, waarbij onderweg op eigen gelegenheid een kort bezoekje aan de Möhnetalsperre gebracht wordt.

13.30 uur : aankomst bij het onderzoeksgebied Ziegenhagen van het Geographisches Institut der Universität Göttingen.

**Overnachting 20/21 mei**

*Hotel Haus Vogelsang*

*Am Sanickel 22*

*Wildemann (Harz)*

*Tel. 05323/6209*

**Donderdag 21 mei**

9.00 uur : bezoek aan het onderzoeksgebied die Lange Bramke van het Geographisches Institut der Universität Göttingen in de Oberharz.

14.00 uur : bezoek aan de Granetalsperre van de Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen.

**Overnachting 21/22 mei**

*zie 20/21 mei*

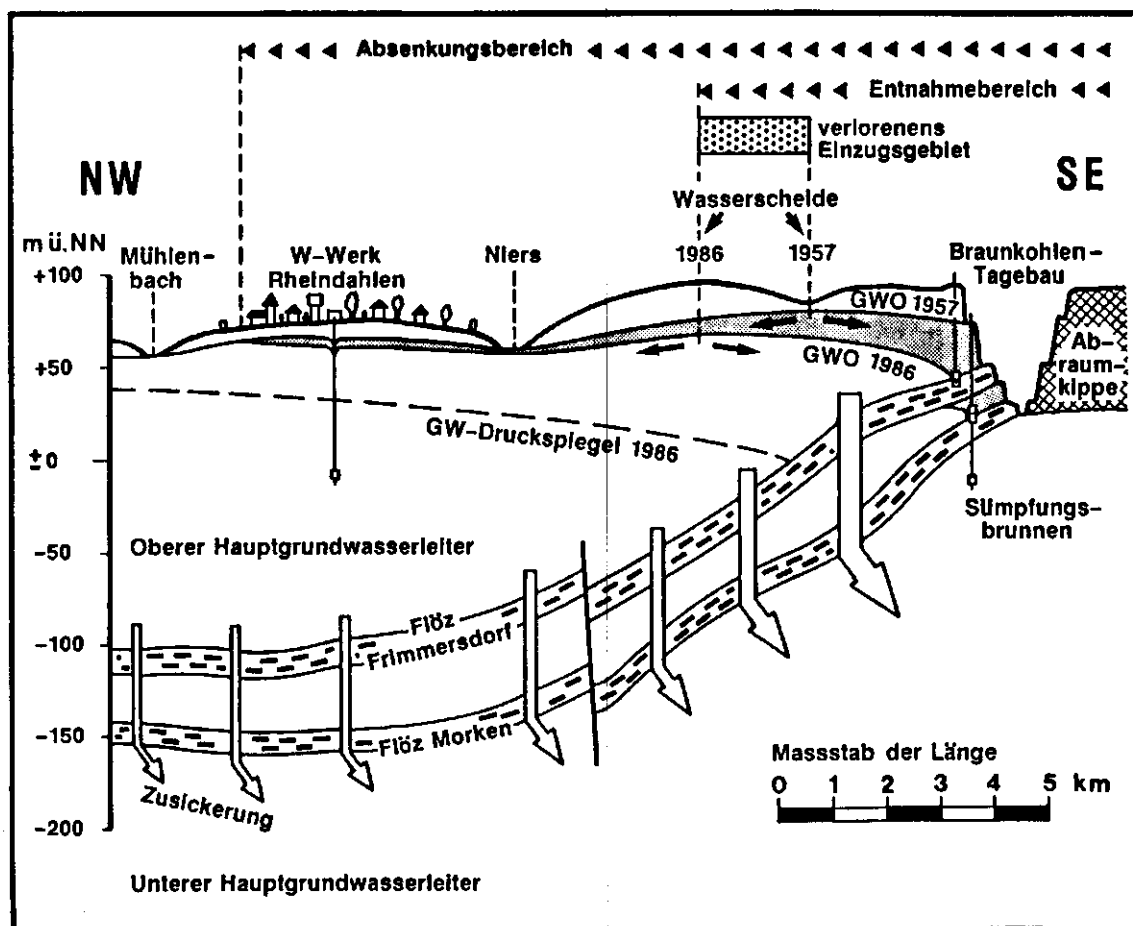
**Vrijdag 22 mei**

ca 09.00 uur : vertrek uit hotel

ca 18.00 uur : terug in Wageningen

## 1 HET HYDROLOGISCH STATION RHEINDAHLEN

Het hydrologische station Rheindahlen ligt tussen Mönchengladbach en de bruinkoolwinningen van Rheinbraun. Het station bestaat uit een automatisch weerstation, een registrerend weegbaar lysimeterstation en een data-opslag. Het doel van het station is inzicht te krijgen in de waterbalans van het gebied en de snelheid waarmee het grondwater wordt aangevuld. Dit is nodig omdat in het gebied veel water wordt onttrokken voor de openbare drinkwatervoorziening en de industrie. Tevens wordt op enige afstand grondwater opgepompt ten behoeve van de drooglegging van de bruinkoolwinning (figuur 1).

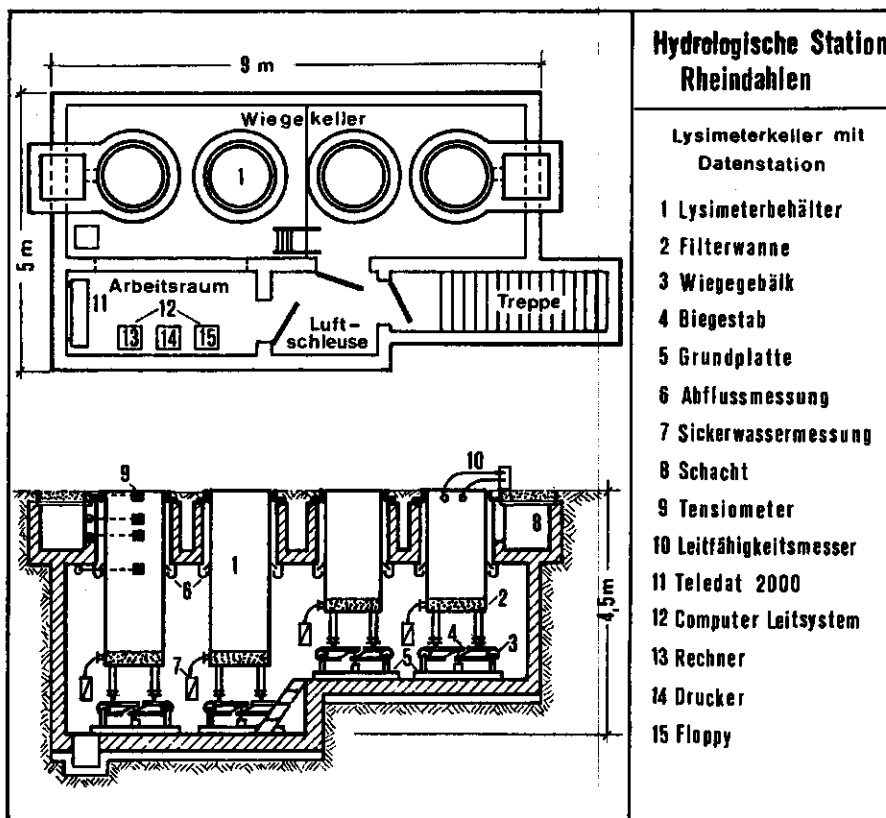


Figuur 1. Hydrogeologische dwarsdoorsnede van de "Venloër Scholle" (Dr. R. Hellekes, 1988).

De heren Sylla en Lamberts van de Stadtwerke Mönchengladbach hebben een toelichting gegeven op de werking van de apparatuur en de actuele problematiek van het gebied. Het weerstation meet continu neerslag,

temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid, windrichting, globale straling en netto straling.

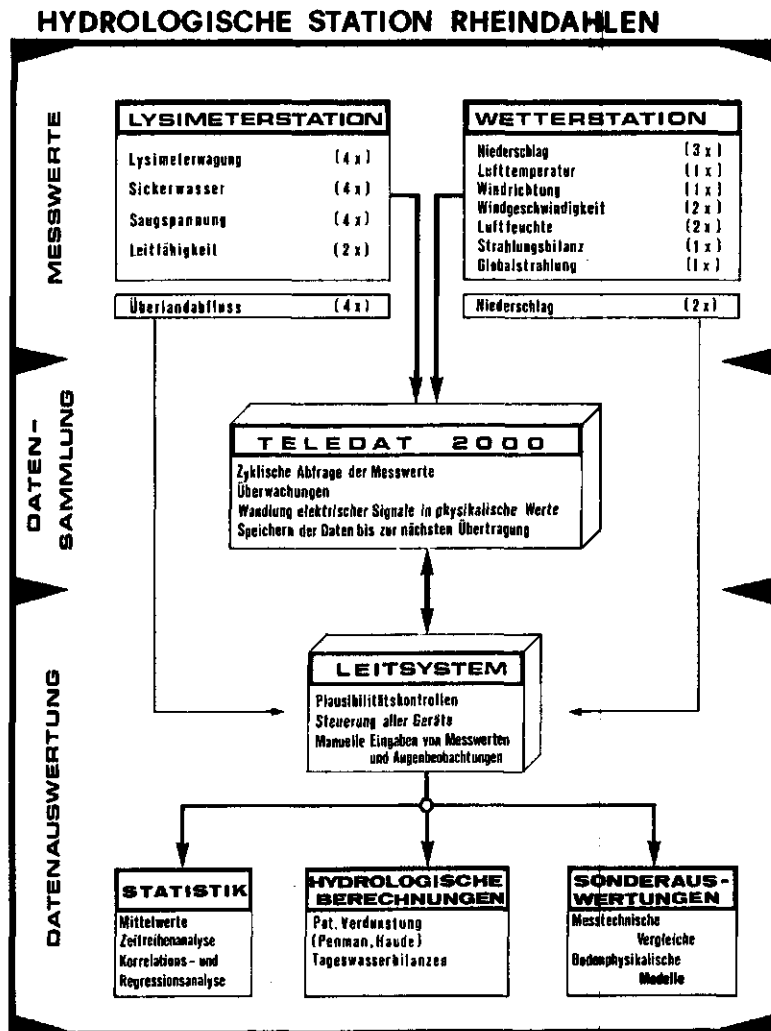
Het lysimeterstation bestaat uit vier lysimeters, twee van twee meter diep en twee van drie meter diep. De oppervlakte van elke lysimeter is 1 m<sup>2</sup>. De lysimeters bevatten een lössgrond (ter plaatse voorkomende grondsoort), en zijn begroeid met gras. De lysimeters staan op een nauwkeurig weegstelsel; de gegarandeerde meetnauwkeurigheid is 0.1 kg bij een maximale belasting van 12 ton. Op deze wijze wordt de neerslag die op het lysimeteroppervlak valt continu gemeten. Het percolatiewater wordt op zodanige wijze opgevangen dat informatie verkregen wordt over het verloop en de intensiteit. Het opgevangen percolatiewater wordt evenals het neerslagwater regelmatig chemisch geanalyseerd. In een van de lysimeters wordt op 10, 25, 50, 150 cm onder het maaiveld de vochtspanning gemeten met behulp van tensiometers. De gehele constructie staat opgesteld in een meetkelder (figuur 2).



Figuur 2. De meetkelder (Dr. R. Hallekes, Wasser und Boden, 1982)



De meetgegevens van het weerstation en het lysimeterstation worden om de vier seconden opgevraagd door een microprocessor. Deze middelt de waarden van het weerstation over tien minuten, en die van het lysimeterstation om de minuut. Deze gemiddelde waarden worden opgeslagen in de computer (figuur 3).



Figuur 3. Schema gegevensinwinning en -verwerking (Dr. R. Hellekes, Wasser und Boden, 1982)

Uit de metingen van de afgelopen tien jaren is onder andere gebleken dat de grondwateraanvulling groter is dan op grond van computerberekeningen werd verwacht:

230 l/m<sup>2</sup>/jr (gemeten) en 170 l/m<sup>2</sup>/jr (berekend).

Monique, Diederik

## 2 BRUINKOOLWINNING IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Ongeveer een kwart van de duitse elektriciteit wordt opgewekt met in dagbouw gewonnen bruinkool. De firma 'Rheinische Braunkohlwerke AG' bekend als Rheinbraun is daarvoor verantwoordelijk. Deze firma graaft in het gebied tussen Aken en Mönchengladbach al sinds tientallen jaren de ongeveer 55 miljard ton bruinkool af die in deze streek ondiep in de ondergrond zit. Inmiddels is 5 miljard ton gewonnen en nog eens elf miljard wordt economisch winbaar geacht. In het huidige verbruikstempo is de voorraad voldoende voor ongeveer negentig jaar. De bruinkool verdwijnt direct in vijf elektriciteitscentrales, met een gezamenlijke capaciteit van elfduizend megawatt, die naast de bruinkoolgroeven staan (zie ook bijlage I).

Bruinkool wordt om verschillende redenen als energiebron gebruikt. De winning in dagbouw, tot enkele honderden meters diep, is relatief goedkoop en daarnaast is de transportafstand van de bruinkool en van de elektriciteit klein. Bovendien vermindert de bruinkool de energieafhankelijkheid van het buitenland en is dus van strategisch belang. Ook zorgt de winning voor veel arbeidsplaatsen in het gebied.

Activiteiten in het landelijk gebied raken altijd verschillende belangen en er ontstaan vaak conflicten. Belangen, zoals die van landbouw, natuur, milieu en de plaatselijke bevolking hebben steeds moeten wijken voor de bovengenoemde (economische en strategische) belangen. In veertig jaar is er al 230 vierkante kilometer afgegraven en nog eens 130 vierkante kilometer zal waarschijnlijk volgen.

Het gebied dat afgegraven wordt, is woongebied van mensen. Deze mensen zijn uitgekocht of onteigend op basis van de 'Wohle der Allgemeinheit'. Uiteraard wordt Rheinbraun geacht daar waar schade geleden wordt deze te herstellen dan wel te vergoeden.

In het gebied wordt op zeer vruchtbare lössgronden landbouw bedreven. Na de winning wordt het gebied weliswaar gerecultiveerd, het blijft voorlopig echter de vraag of dezelfde opbrengst als voorheen gehaald kan worden. Bovendien neemt ondanks de recultivering het aantal hectaren met meer dan de helft af omdat Rheinbraun niet voldoende aarde heeft om alle gaten weer te vullen. De vele gaten die uiteindelijk overblijven moeten meren worden. Het is nog onduidelijk of deze meren ooit vol met water komen.

Water-onttrekking in het gebied is misschien nog wel het grootste probleem van deze bruinkoolwinning. Omdat het dicht aan de oppervlakte voorkomende bruinkool reeds weggegraven is, wordt er steeds dieper bruinkool gewonnen. Om tijdens het werk de voeten droog te houden moet er steeds meer grondwater weggepompt worden. In totaal wordt er jaarlijks achthonderd miljoen kubieke meter water onttrokken en dat is niet veel minder dan het jaarlijkse Nederlandse drinkwaterverbruik. Het grondwater is van uitstekende kwaliteit, maar gaat toch ongebruikt de Rijn in.

De invloed van deze onttrekking is tot in de verre omtrek te merken. Vooral de laaggelegen beek- en rivierdalen en de laaggelegen natte natuurgebieden, die kenmerkend zijn voor Noord-Rijn-Westfalen, verdrogen in snel tempo. Nu al staan beekdalen grote delen van het jaar droog en zelfs in Limburg is een verlaging van de grondwaterstand, hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de onttrekking, geconstateerd. De laatste uitbreidingsplannen bedreigen het internationale natuurpark Maas-Swalm-Nette, een drassig gebied met zeer hoge natuurwaarden. Door middel van waterinfiltratie probeert Rheinbraun de schade binnen de perken te houden. Door het voortdurend pompen zal dit op steeds meer plekken en op steeds grotere schaal nodig zijn. Problemen hierbij zijn de beschikbaarheid van water en vooral de kwaliteit en samenstelling van het geïnfiltreerde water.

Naast de problemen met water die nu al spelen, moet in de toekomst in het gebied dat nu ontgraven wordt de grondwaterspiegel weer naar het oorspronkelijk niveau stijgen. De vraag is echter waar al het water vandaan moet komen en of de enorme meren die nu ontstaan ooit opgevuld zullen raken. Ideeën om Rijn-water te gebruiken doen het ergste vrezen voor de toekomstige kwaliteit van het grondwater.

Wino

### **3 BEZOEK AAN HET BERGISCH-RHEINISCHER WASSERVERBAND (BRW) TE HILDEN**

**Ontvangst door Dhr. Gerlitz, Dr. Haber en Dhr. Belikat**

Het Bergisch-Rheinischer Wasserverband is een instelling die te vergelijken is met de waterschappen in Nederland.

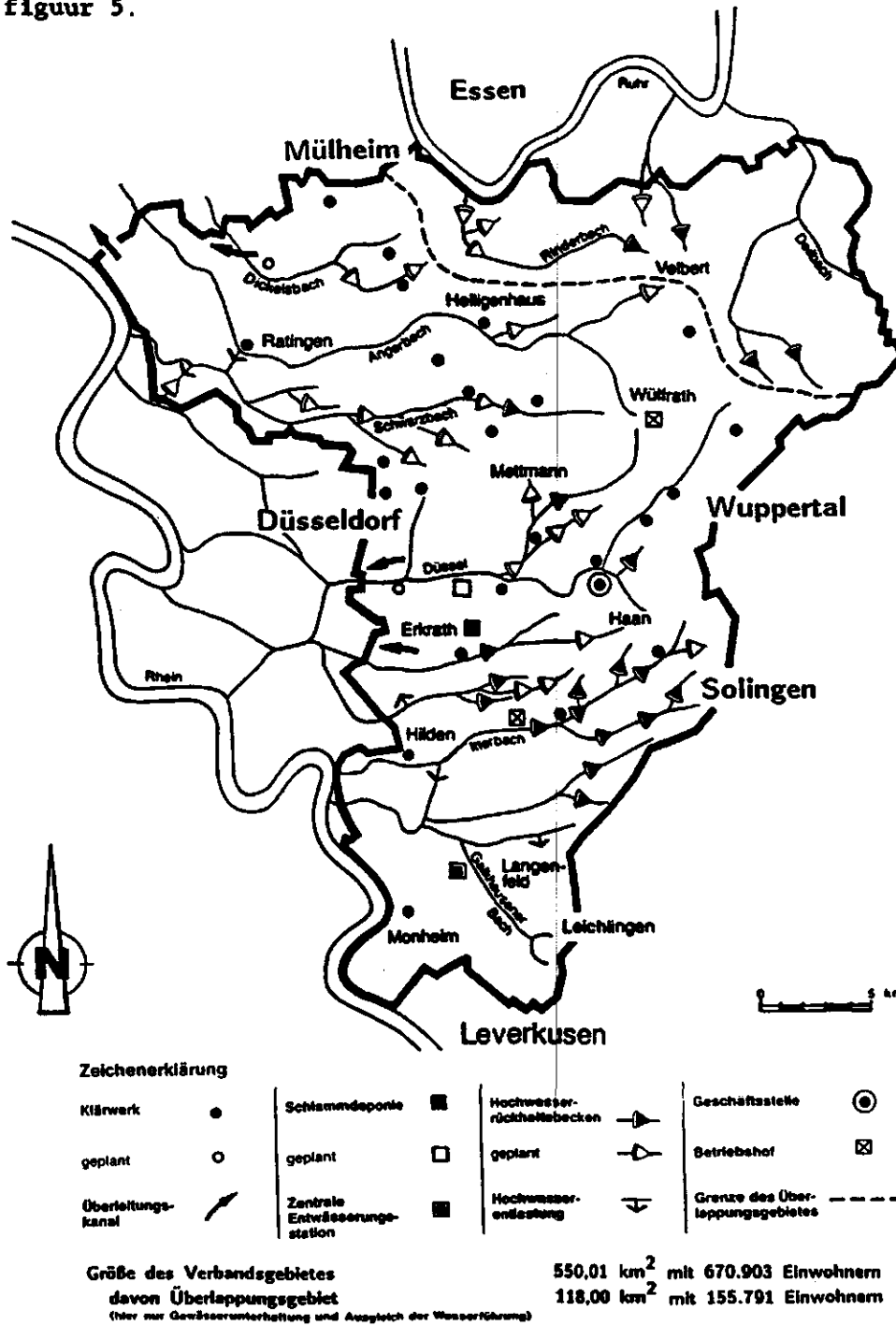
Dit Wasserverband beheert een gebied van 550 km<sup>2</sup> met 671.000 inwoners verdeeld over 11 gemeenten (figuur 4). Het draagt de zorg voor de zuivering van het rioolwater en de afvoer van het gezuiverde water naar de oppervlaktewateren. Verder wordt een stelsel van waterlopen beheerd, waarbij met name aandacht wordt besteed aan het beteugelen van hoogwaterafvoeren. Vooral deze laatste taak is bij het bezoek aan de orde geweest. Voor de hoogwaterbeteugeling zijn 20 hoogwaterreservoirs aangelegd met een totale inhoud van ruim 1 miljoen m<sup>3</sup> en 5 overstortreservoirs. De inkomsten van het Wasserverband bestaan in hoofdzaak uit een soort waterschapslasten voor de inwoners en de bedrijven uit het te beheren gebied die via de gemeenten geïnd worden.

De oorzaak van het hoogwaterprobleem ligt vooral in de toename van het verharde oppervlak in de laatste decennia. In het stroomgebied van de Eselsbach bijvoorbeeld nam het percentage verhard oppervlak toe van 5,9% in 1957 tot 44,5% in 1992. In het jaar 2000 zal dit waarschijnlijk toegenomen zijn tot 50%. Ook de ligging van het gebied speelt een rol in het hoogwaterprobleem. Het gebied ligt op de overgang van het heuvelachtige Bergische Land naar een vlakte waardoor veel hevige onweersbuien voorkomen. De neerslagintensiteiten van deze buien zijn zeer hoog. Neerslagintensiteiten van 30 tot 40 mm per kwartier zijn niet ongewoon. De hoogste intensiteit die ooit is waargenomen is zelfs 80 mm per kwartier. De piekafvoeren die hierdoor veroorzaakt worden zijn 50 à 100 maal, soms zelfs tot 500 maal de laagwaterafvoer. Tot het eind van de jaren vijftig werd de stad Hilden enkele keren per jaar overstroomd.

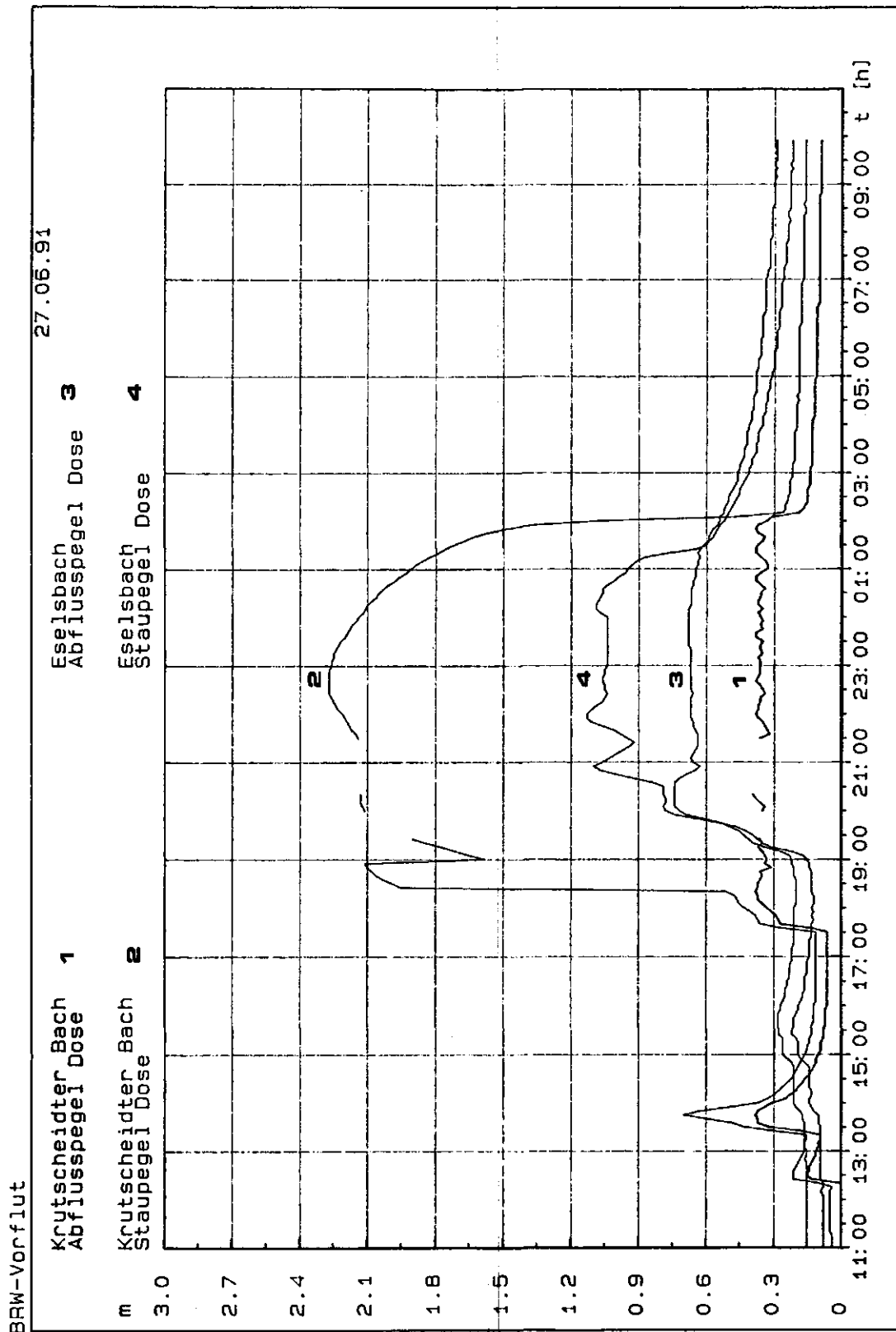
#### **Beheer van de hoogwaterreservoirs**

Het beheer van de hoogwaterreservoirs is tegenwoordig grotendeels geautomatiseerd. Er zijn twee centrale commandoposten. Eén in Hilden en één in Haan-Gruiten. Deze krijgen de gegevens over de situatie in de

waterlopen en de verschillende reservoirs. Elke 5 seconden wordt gemeten en daaruit worden 5-minuten- en kwartiergemiddelden bepaald. Deze worden één maal per dag doorgegeven aan de centrales. Indien gewenst kan van elk station echter op elk moment de gegevens worden opgevraagd. Een voorbeeld van enkele uitgewerkte gegevens is te zien in figuur 5.



Figuur 4. Beheersgebied BRW.



Figuur 5.

Bij noodsituaties slaat het systeem alarm. Dit komt gemiddeld twee à drie keer per maand voor en wel met name in de zomermaanden. Is er alarm dan wordt eerst gecontroleerd of de melding juist is. Als dat zo is wordt ingegrepen. Daarbij heeft men ondersteuning van neerslag-afvoermodellen. Reservoirs worden gesloten om een naderende hoogwatergolf op te vangen. Dreigt een reservoir overvol te raken dan wordt zoveel extra water doorgelaten dat de maximum waterstand van het reservoir niet wordt overschreden. Ook als daardoor benedenstrooms overstromingen ontstaan. Dit om een mogelijke dambreuk te voorkomen. De reservoirs blijven maximaal drie dagen gevuld, meestal worden ze echter binnen een dag alweer geleegd. Het gehele controle- en bewakingsysteem wordt tenminste één keer per week gecontroleerd.

**In de namiddag zijn bezoeken gebracht aan enkele hoogwaterreservoirs.**  
(hoofdzakelijk in het stroomgebied van de Itterbach).

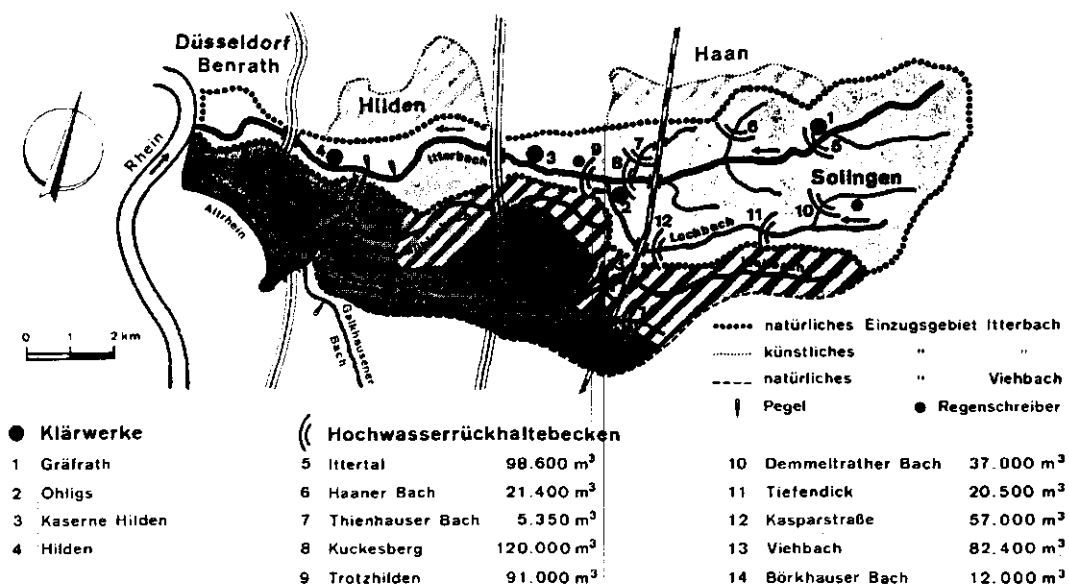
*Hoogwaterreservoir Eselsbach. (foto 1)*

Het stroomgebied van dit reservoir heeft een oppervlakte van bijna 12 km<sup>2</sup>. De inhoud van het reservoir bedraagt 200.000 m<sup>3</sup>. De gemiddelde afvoer door het reservoir is 0,25 m<sup>3</sup>/s maar kan oplopen tot 3,5 m<sup>3</sup>/s. Bij een herhalingstijd van 500 jaar treedt er een afvoer op van 41 m<sup>3</sup>/s. Dit betekent dat het reservoir in minder dan anderhalf uur vol zou zijn. Bij de aanleg van het reservoir is gestreefd naar een natuurlijke ontwikkeling van flora en fauna. Er is echter een probleem ontstaan met betrekking tot een te sterke ontwikkeling van elzen. Hierdoor worden andere soorten verdrongen en wordt bovendien het volume van het reservoir verkleind. Omdat de houtgroei in het reservoir als bosontwikkeling wordt gezien mogen de elzen niet zomaar gekapt worden.

*Trotzhilden-reservoir (Itterbach).*

In de Itterbach bevinden zich acht hoogwaterreservoirs (figuur 6). Het bezochte reservoir is het meest stroomafwaarts gelegen en van groot belang omdat de Itterbach benedenstrooms van dit reservoir door de stad Hilden stroomt (minder overstromingsgevaar). Het stroomgebied is 27 km<sup>2</sup>

en het volume van het reservoir bedraagt 91.000 m<sup>3</sup>. Het reservoir beslaat een oppervlakte van bijna 6 ha welke in gebruik zijn als grasland. In geval van overstroming (reservoir-vulling) kan het vee naar hoger gelegen gronden aan de rand van het reservoir vluchten.

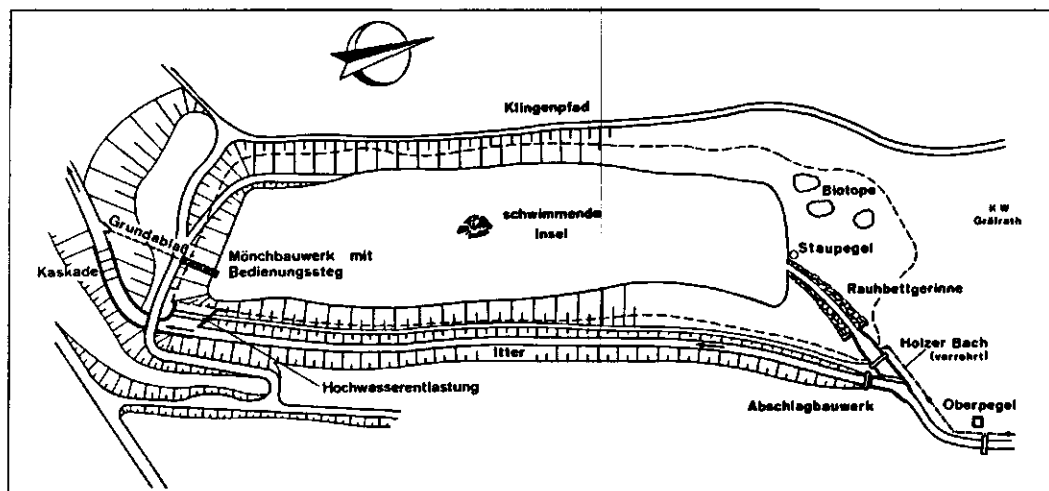


Figuur 6. Stroomgebied van de Itterbach (B. Haber, Wasser und Boden, 1990).

#### Ittertäl reservoir (Itterbach)

Het hoogwaterreservoir Ittertäl ligt tussen Solingenwald en Haan aan de bovenloop van de Itter en heeft een stroomgebied van 7,6 km<sup>2</sup>. Het reservoir is een meer dat naast de verlegde loop van de Itter ligt (figuur 7). Bij hoogwater in de Itter wordt het reservoir gevuld totdat in extreme gevallen de waterspiegel in het reservoir zo hoog wordt dat het water via de hoogwateroverlaat de Itter weer instroomt. De inhoud van het reservoir is 24.000 m<sup>3</sup> bij een normaal waterpeil en 98.600 m<sup>3</sup> bij hoogwaterpeil. Het verschil tussen beide volumes is dus de hoeveelheid water die gebufferd kan worden in geval van hoog water.





**Figuur 7. Ittertalsee reservoir**

#### *Thienhauser reservoir*

Dit reservoir heeft een stroomgebied van 1,5 km<sup>2</sup> en de inhoud is ongeveer 5.500 m<sup>3</sup>. Het Thienhauser reservoir is in 1965 in gebruik genomen en het is één van de kleinste hoogwaterreservoirs van het Bergisch-Rheinischer Wasserverband. De rechte betonnen bak waarmee de Thienhauser beek werd beteugeld is kortgeleden vervangen door een kronkelende loop met stenen en pioniersplanten om zodoende weer een natuurlijk milieu te scheppen (foto 2).

#### *Demmeltrather bach reservoir*

Dit reservoir bevindt zich juist voor het punt waar de beek via een buis onder een fabriekscomplex doorstroomt en daarna uitmondt in de Lochbach, een zijriviertje van de Itterbach. Het bestaat uit een voorbekken en een hoofdbekken. Het voorbekken kan permanent enig water bergen, waardoor een vochtige biotoop ontstaat die een verrijking van het landschap kan vormen. Bovendien kan in het voorbekken door het water meegevoerd materiaal opgevangen worden, waardoor de bedrijfszekerheid van het hoofdbekken wordt gewaarborgd.

Het stroomgebied is 1,54 km<sup>2</sup> groot, waarvan ca. 80 % bebouwd is, waardoor grote afvoerpieken optreden. De inhoud van het voorbekken is 200 m<sup>3</sup> en van het hoofdbekken 35.000 m<sup>3</sup>.

Hendrik, Jan Eelze, Frank, Ad.

#### 4 DE STUWDAM IN HET MÖHNEDAL (figuren 8 en 9)

De stuwdam is in 1913 in gebruik genomen en is eigendom van de Ruhrtal-sperrenveren. Destijds was het een van de grootste dammen van Europa. Bij het ingebruik nemen van de dam is veel natuurgebied verloren gegaan. De dam is 650 meter lang en 40 meter hoog. In het dal kan 134.5 miljoen m<sup>3</sup> water worden opgestuwd, het duurt 5-10 jaar voordat het dal is gevuld. Het wateroppervlak van het stuwmeer bedraagt 12 km<sup>2</sup>. Het water is afkomstig van een gebied dat 400 km<sup>2</sup> groot is. De dam is gebouwd om de belasting van de Ruhr bij hoge piekafvoeren te verspreiden. Daarnaast wordt de dam gebruikt voor energiewinning en is er veel recreatie op het stuwmeer.

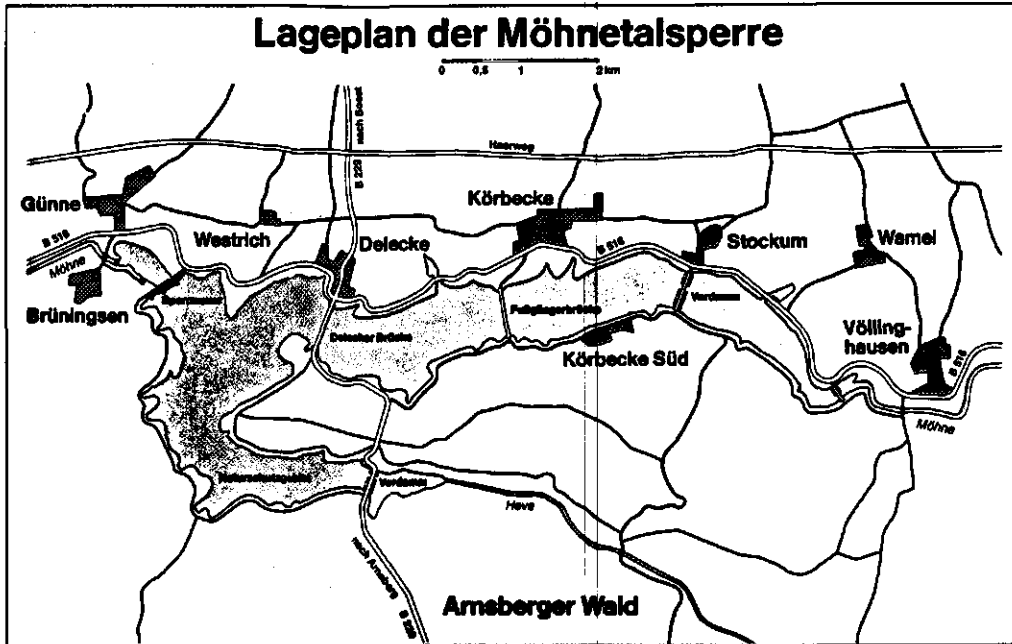
In de tweede wereldoorlog is de dam tijdens een bombardement verwoest. Door de vloedgolf die optrad werd het bekken waarin het water uitstroomt zwaarbeschadigd. Na de oorlog werd het bekken gerenoveerd en de inhoud ervan vergroot van 0.4 naar 0.65 miljoen m<sup>3</sup>.

Wanneer het water de bovenkant van de dam bereikt wordt het water afgevoerd via 105 openingen die in de top van de dam zijn geplaatst. De openingen hebben een gezamenlijke lengte van 262.5 meter. Bij overstrooming van de dam wordt een gedeelte van de energie vernietigd doordat het water langs de hiervoor speciaal ruw gemaakte muur aan de benedenstroomse zijde naar beneden stroomt. Door dit energieverlies wordt het uitstroombekken niet beschadigd als het water over de dam stroomt. Op de bodem van de woelbak staan betonnen pilaren. Wanneer het water hiermee in aanraking komt, gaat ook veel energie verloren.

Op de stuwdam komt een hoge druk te staan bij hoog water. Bij doorbraak treedt een vloedgolf op die een groot deel van het gebied achter de dam zal verwoesten. Het is dus van groot belang dat de dam regelmatig wordt gecontroleerd. In 1970 is de Ruhrtalsperrenveren dan ook begonnen met een uitgebreid onderzoeksprogramma. Hierbij werd zowel de toestand van de muur als van de ondergrond onderzocht. Uit het onderzoek kwam naar voren dat er water door de dam lekte. Uitgebreide renovatiewerkzaamheden aan de dam werden noodzakelijk geacht. Voor de werkzaamheden werden op de overgang tussen dam en ondergrond werk- en drainagegangen gemaakt. Deze gangen worden nu gebruikt om de toestand van de dam te controleren.

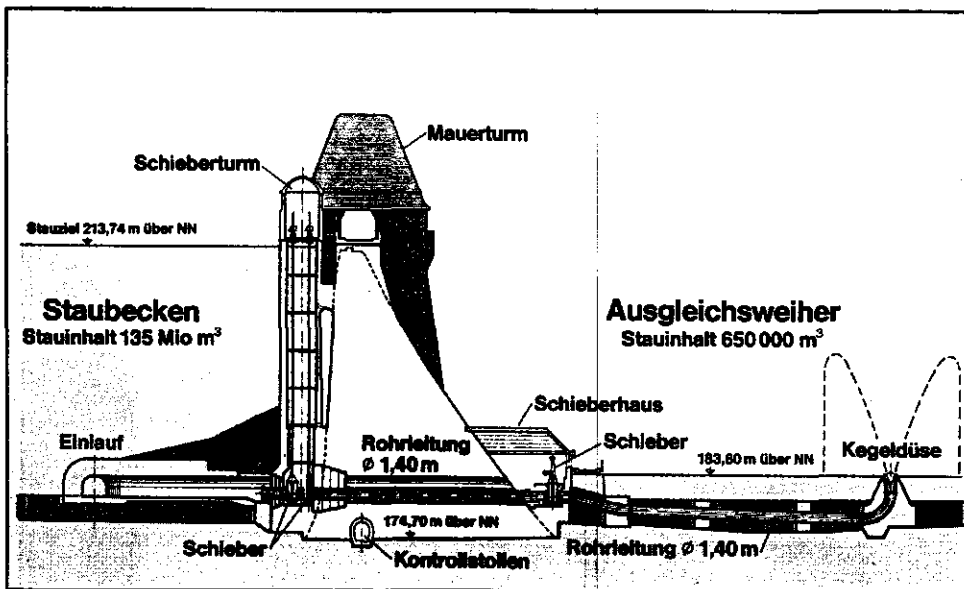
Er is ook nog een voorbekken dat functioneert als zand- en grindvang.

In dit bekken wordt een hoogwatergolf voor de eerste maal afgevlakt.  
 Dit is zeer belangrijk daar er geen golf in het stuwmeer mag optreden.



Figuur 8.

Mauerquerschnitt mit Grundablaß.

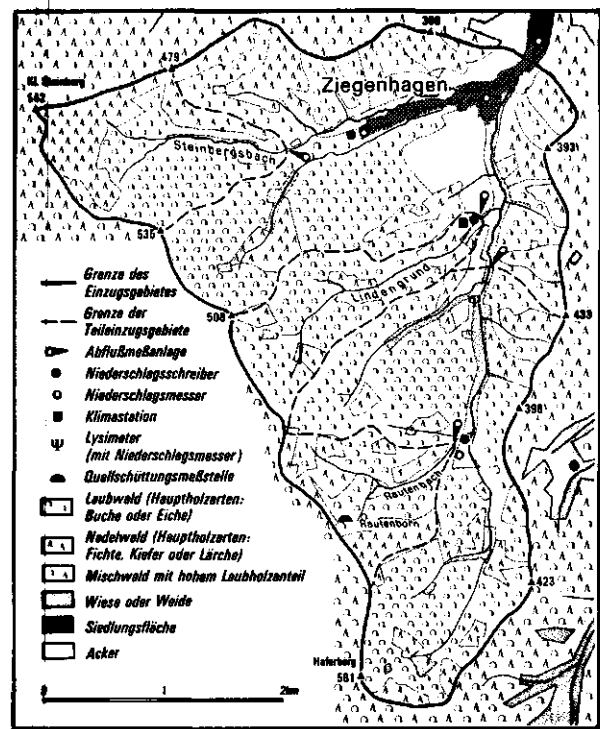


Figuur 9.

5 ONDERZOEKSGBIED ZIEGENHAGEN (Kaufunger Wald, Nordhessen)  
 universiteit van Göttingen  
 begeleiders: Dr. B. Cyffka, J. Sutmöller

Gebiedsbeschrijving

In het gebied Ziegenhagen (figuur 10) wordt onderzoek gedaan naar run-off processen en de waterbalans. De totale grootte van het gebied bedraagt 14.3 km<sup>2</sup>. Door het gebied stromen de Rautenbach, de Lindengrund en de Steinbergsbach. Deze drie beken vloeien in het gebied samen en gaan verder als Rautenbach. Niet veel verder komt deze uit in de Werra. Het blijkt lastig te zijn om de grenzen van de diverse stroomgebieden juist vast te leggen.



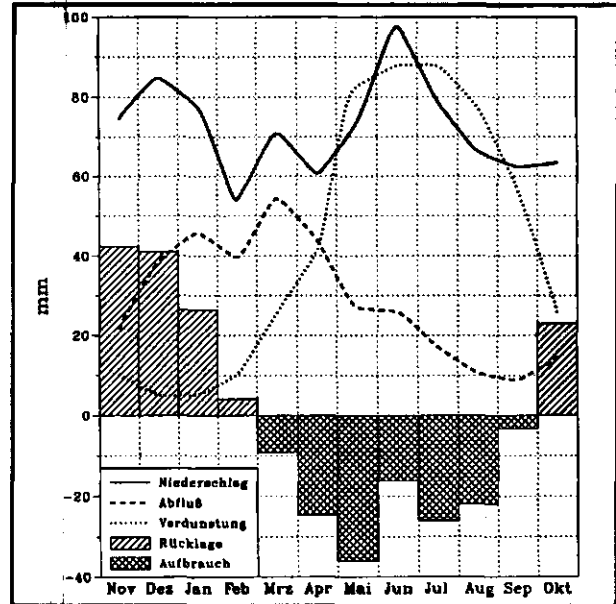
Figuur 10 Het gebied Ziegenhagen

De ondergrond is homogeen en bestaat hoofdzakelijk uit twee verschillende lagen 'buntsandstein', de onderste en de middelste laag. De bovenste laag is in het gebied niet aanwezig. De uit deze zandsteen onstane bodem loopt voor wat betreft de diepte uiteen van meer dan een meter in het dal tot een of enkele decimeters in de hogergelegen delen. Het landgebruik bestaat uit 87% bos (2/3 loofbos, 1/3 naaldbos), 5% gras- en akkerland en 8% overige.

In de periode van 1958 tot 1972 viel in de maanden juni en december de meeste neerslag, terwijl rond maart de grootste afvoer optreedt (figuur 11). Gemiddeld valt zo'n 850 mm/jr. Zowel de afvoer als de neerslag bereiken midden september de laagste waarde. Aanvulling van het grondwater vindt plaats van oktober tot februari, onttrekking van maart tot september.

## Onderzoek

Het gebied wordt sinds 1957 bemeten voor wat betreft neerslag, afvoer, waterstanden en verdamping. Tot 1988 werden de data niet verwerkt. Dr. Cyffka analyseerde de data en promoveerde in 1991 op 'Das Abflussverhalten in kleinen Buntsandstein-Einzugsgebieten'. Een belangrijke aspect van zijn onderzoek was het opstellen van waterbalansen. Men hoopt richtwaarden te verkrijgen voor andere loofbossen op bontzandsteen in deze omgeving (zgn. opschaling of regionalisering).



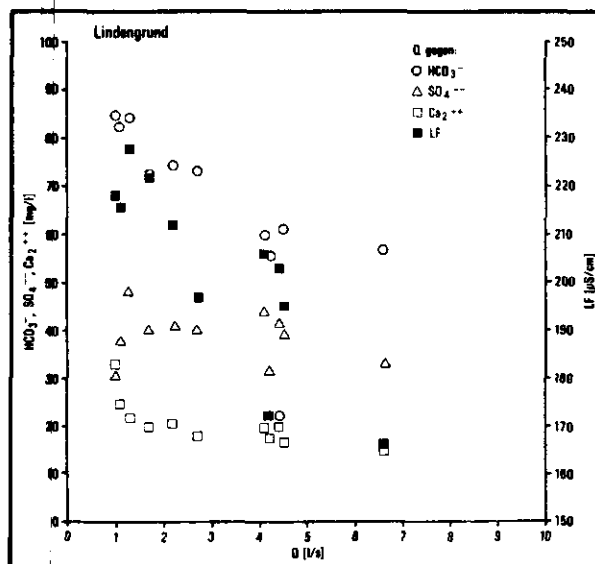
Figuur 11 Gemiddelde neerslag, afvoer en verdamping bij 'pegel' Steinbergsbach, 1969 - 1988

Voor de omzetting van neerslag (input-parameter) in afvoer (output-parameter) zijn geologische en morfologische parameters nodig. Daarnaast is het landgebruik van belang (tijdsvariant). Het grote aandeel bos veroorzaakt bijvoorbeeld een sterke variatie in de afvoer over een jaar. De morfologie wordt als een tijdsinvariante factor gezien en verklaart de afvoerverhoudingen tussen de diverse stroomgebieden. De stroomgebieden hebben door deze factoren ieder een eigen afvoer karakteristiek (unit hydrograph).

Per jaar wordt 2 a 3% van de af te voeren hoeveelheid water gebruikt voor drinkwaterbereiding. De gevolgen hiervan probeert men te kwantificeren. Men hoopt hiermee een antwoord te kunnen geven op vragen als: hoeveel water kan er worden onttrokken zonder de natuur noemenswaardig schade toe te brengen?

Als aanvulling op het lopende onderzoek worden geochemische aspecten onderzocht. Er zijn per stroomgebied grafieken beschikbaar waarin verschillende ionenconcentraties ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  en  $\text{Ca}^{2+}$ ) en het geleidingsvermogen (LF) zijn uitgezet tegen de afvoer (figuur 12). Het blijkt dat deze curven per gebied totaal verschillen. Als verklarende

faktoren kunnen worden genoemd: uitspoeling, afspoeling en verdunning. Tussen de bronnen van een beekje kan het geleidingsvermogen behoorlijk uiteenlopen (gemeten resp. 120, 105 en 121  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Benedenstrooms in de beek worden deze waarden gestabiliseerd door menging. Met behulp van tracers wil men de herkomst van het water nader onderzoeken.



Figuur 12 Afvoer-concentratie-relatie bij 'pegel' Lindengrund

#### De excursiepunten

De benedenstroomse meetinrichting, van het stroomgebied Rautenbach I bestaat uit twee delen: een rechte overlaat en een Thompson meetschot voor resp. grote (max. ca. 5000 l/s) en kleine (min. ca. 130 l/s) debieten (foto 3). Registratie vind hier continu plaats.

De meetinrichting behorende bij het stroomgebied Lindengrund wordt gekombineerd met een beperkt ingericht meteoveld (plaats half onder de bomen discutabel). Naast de waterstanden wordt ook het geleidingsvermogen continu geregistreerd door een datalogger. Met behulp van een draagbare PC en bij de logger behorende software kunnen de gegevens aan de logger worden onttrokken en bewerkt en kan de status van de logger worden bijgewerkt (bv. opnamefrequentie, aantal en specificatie meetsondes).

Bij de Thompsonoverlaat van Rautenbach III is de methode die gebruikt wordt om de overlaat te ijken zonder gebruikmaking van een Ottmolen duidelijk zichtbaar. Het is mogelijk om een betonnen bak die zich direct benedenstrooms van de overlaat bevindt te sluiten, zodat al het water dat de overlaat passeert zich daarin verzameld. Uit de tijd nodig om de bak te vullen en het volume van de bak kan men dan het debiet Q schatten. Helaas was het niet mogelijk deze methode te demonstreren.

De debiet van de bron van de Rautenbach werd bij 'pegel' Rautenbach IV gemeten, ook weer met een Thompsonoverlaat. De metingen worden geregi-

streerd met een analoge recorder.

Om de herkomst van het water uit de verschillende 'Buntsandstein' lagen aan te tonen werden bij de excursiepunten de EC-waarden van het water gemeten. Water afkomstig uit de middelste laag zou een lagere EC-waarde moeten hebben dan het water uit de onderste laag (ca. 105  $\mu\text{S}/\text{cm}$  tegen ca. 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Dit bleek bij de Rautenbach IV niet te kloppen.

Rautenbach III : 109  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (gemengd)

Rautenbach IV : 118  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (had 105 o.i.d. moeten zijn)

Bronnentjes halverwege : 120 en 105  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (uit resp. onderste en middelste laag).

Bart, Sjon, John.

6 ONDERZOEKSGBIED DIE LANGE BRAMKE (Oberharz)  
universiteit van Göttingen

Vandaag staat een bezoek aan het onderzoeksgebied die Lange Bramke van het Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen in de Oberharz op het programma. Susanne Schmidt van het instituut pikt ons met een kleine vertraging op bij het hotel. Vandaag lijkt het weer een mooie dag te worden. Om negen uur is de temperatuur al 19 graden, de barometer staat op 1038 mbar en de luchtvochtigheid is maar 41%.

Het vanggebied van de Lange Bramke is 76 hectare. In het onderzoeksgebied is veel meetapparatuur opgesteld, zoals onder andere tensiometers, windmeters en twee meettorens. In het gebied vindt onderzoek plaats naar de waterbalans van het vanggebied. Het vanggebied van de Lange Bramke is hiervoor zeer geschikt omdat de grenzen van het gebied goed bekend zijn en het gebied op zichzelf staat. Ten tweede zijn de bodems in het gebied homogeen. De bodems bestaan uit nutriëntarme zandsteen. De chemische verwerking is gering (1.00 tot 1.20 meter diep). Het zijn zogeheten podsols. Door het optreden van cryoturbatie heeft tot een meter of vijf diep verwerking plaatsgevonden. En ten derde zijn de dennebomen over het algemeen 45 jaar oud. De dennen zijn vlak na de tweede wereldoorlog geplant, omdat het hele gebied kaal gekapt was.

Susanne Schmidt werkt mee aan een onderzoek naar het afsterven van het bos. De totale depositie van nitraten is in de hogere delen van de Harz het hoogst van heel Europa (max. 30 kg/ha\*jaar). Ook voor het sulfaatgehalte gaat dit zeer grote probleem op (maximaal 120 kg/ha\*jaar). Deze zeer hoge waarden worden veroorzaakt door transport door de lucht, afkomstig van verbrandingsprocessen van de industrie, zoals de Kolencentralen. Professor Uhlrig, van de universiteit Göttingen, startte het onderzoek. In het begin liep het zeer moeilijk vanwege ongeloof bij betrokkenen. Deze mensen vonden dat door bekalken (7 ton/hectare) de verzuring wel tegengehouden werd en zo zouden de bomen weer beter worden. Professor Uhlrig pakte echter liever de bronnen van het probleem aan. Het afstervingsproces wordt ook nu langzaam tegengewerkt.



Het onderzoek spitst zich toe op twee uiterlijke kenmerken van de dennen, de naaldvergeling en het naaldverlies. Uit het onderzoek is gebleken dat naaldvergeling vooral optreedt in jonge aanplant op niet te rijke gronden en naaldverlies in oude aanplant op arme gronden (zie ook figuur 13).

INPUT ----->

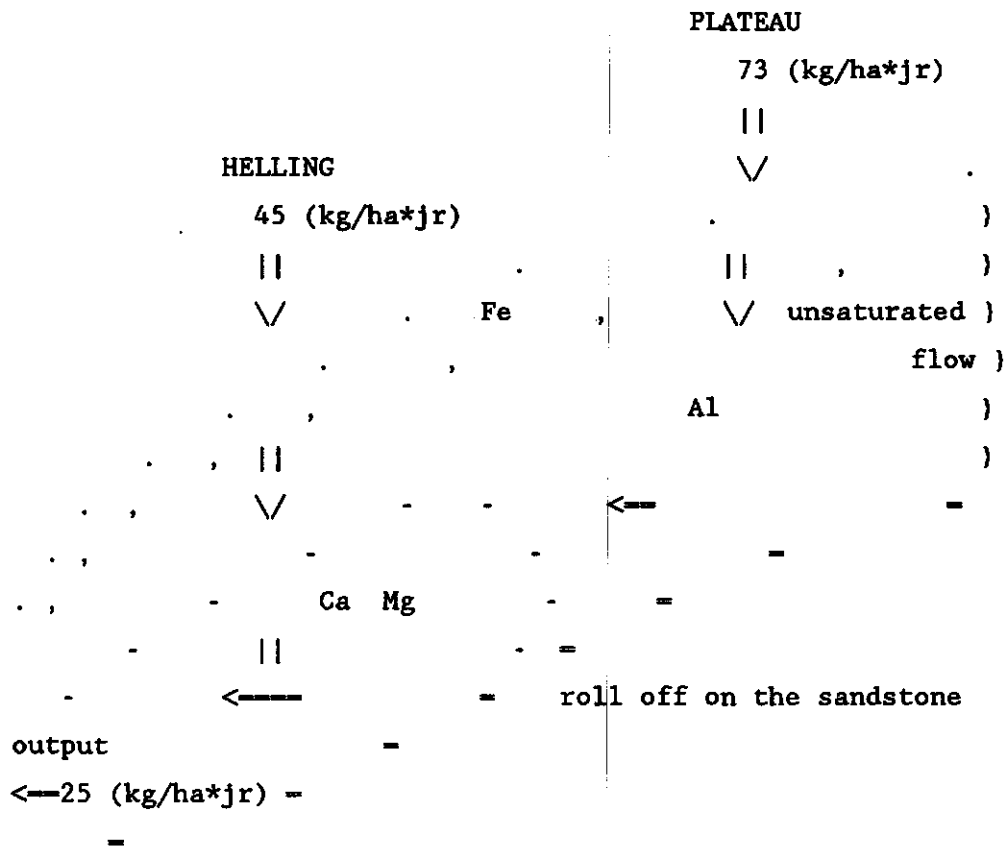
**GEOLOGIE**

rijk	diabas	geen zichtbare symptomen	
middel	graniet	vergeling	naaldverlies
arm	kwarts	naaldverlies en watertekort	

figuur 13: Invloed van de geologie en de input van mineralen op het afstervingsproces.

De invloed van de zon lijkt niet van belang te zijn bij het afstervingsproces. De noordhelling is weliswaar natter, maar de bomen lijken niet verschillend op de hoeveelheid straling te reageren.

In het onderzoek wordt met het Fockerplanck model gewerkt. Dit model gaat uit van de mineralen in de bodem. Het proces in de onverzadigde zone wordt met dit model beschreven. Met dit model zijn ook afvoerspel-lingen mogelijk. In figuur 14 wordt schematisch het transportproces van de belangrijkste mineralen in de bodem weergegeven zoals dat in het vanggebied van de Lange Bramke optreedt.



figuur 14: Schematische weergave van het transport van mineralen in het vanggebied van de Lange Bramke.

Op dit moment vindt er onderzoek plaats naar uitwisselingsprocessen van mineralen met gebieden net buiten de grenzen van het vanggebied om zo een beter beeld te krijgen van de massabalans in de Lange Bramke. Het model geeft een beter resultaat dan eerdere onderzoeken, omdat het proces nu in zijn geheel wordt bekeken.

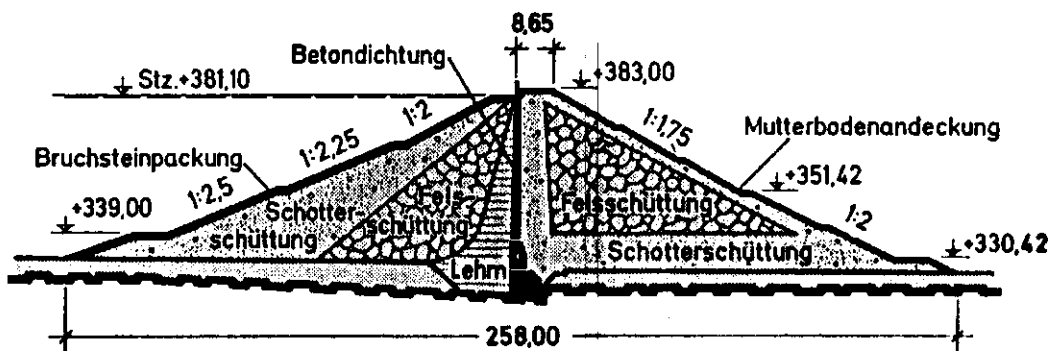
Na een laatste wandeling door het gebied bleek wel dat op de plateaus de verzuring harder heeft toegeslagen dan in de dalen, doordat op de plateaus minder buffering mogelijk is van mineralen. De bomen op de plateaus zijn er dus ook slechter aan toe dan die in het dal. Op de noordhelling bevinden zich minder bomen dan op de zuidhelling. De noordhelling is natter en er vindt derhalve meer verzuring plaats. Het nitraatgehalte is er ook hoger dan op de zuidhelling.

Joost, Rob.

### Geschiedenis

Sinds 1780 wordt er in het Harzgebirge aan waterbeheersing gedaan. De eerste kleine stuwdammen werden gebouwd ten behoeve van de drinkwatervoorziening en ter regulering van de afvoer van de benedenstroomse beken. In deze eeuw is daar de opwekking van energie als derde gebruik bijgekomen. Voor de ligging van de stuwmeren zie figuur 19.

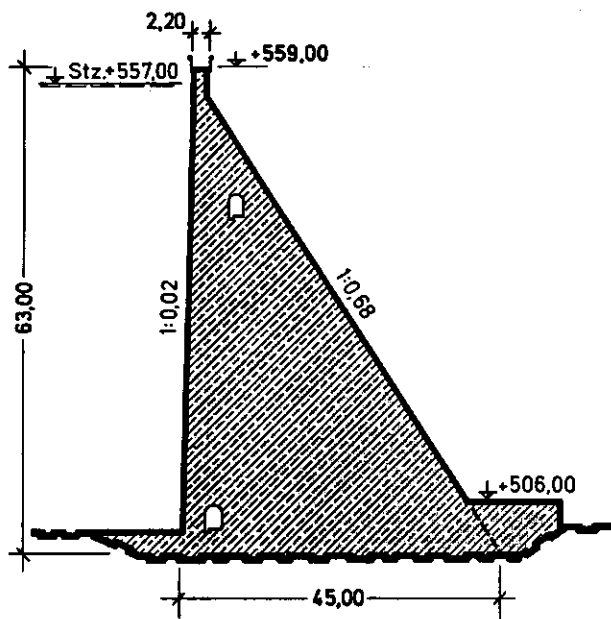
In de 20-er jaren zijn de grotere dammen gebouwd; als eerste in het zuiden van het gebied de Söse- en de Oderdam. Beide dammen zijn aarde- en rotsdammen die in het midden door een betonmuur worden afgesloten (zie figuur 15).



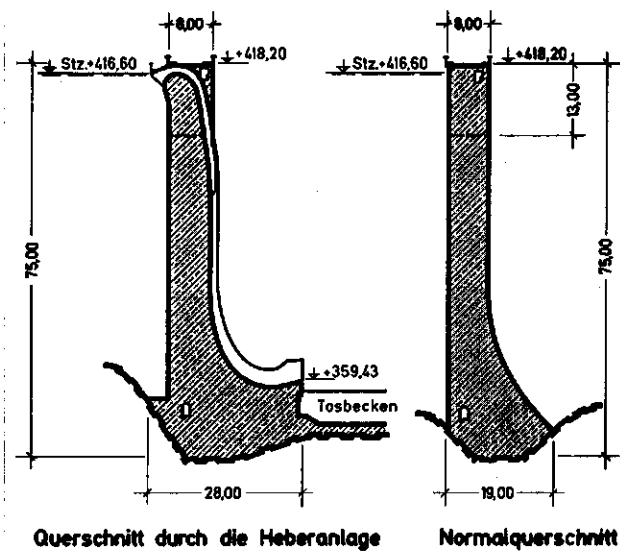
Figuur 15 Dwarsdoorsnede Söse- en Oderdam

Vervolgens zijn in de 30-er jaren in het kader van de werkverschaffing de Ecker- en de Okerdam aangelegd. Deze beide dammen zijn zogenaamde gewichtsstuwdammen, waarbij het gewicht van het beton voor de tegendruk zorgt die op het water uitgeoefend dient te worden (zie figuren 16 en 17). De Okerstuwdam heeft bovendien een boogconstructie waardoor een deel van de kracht die het water op de muur uitoefent wordt overgebracht op de rotswanden.

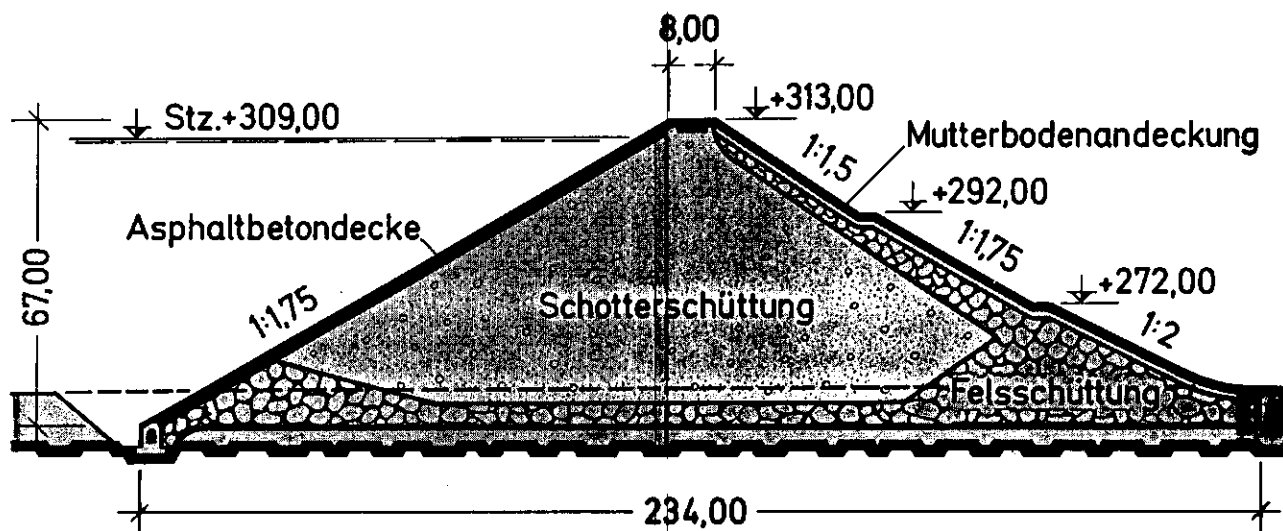
De Grane- en de Innerstestuwdam zijn in de 60-er jaren aangelegd. Het zijn dammen die opgevuld zijn met morenen en aan de buitenkant zijn afgedicht met asfalt (zie figuur 18).



**Figuur 16** Dwarsdoorsnede Eckertalsperre



**Figuur 17** Dwarsdoorsnede Okertalsperre



**Figuur 18** Dwarsdoorsnede Granetalsperre

Voor de hydrologische gegevens van alle zes dammen zie tabel 1.

Gegevens stuwmeren	Söse	Oder	Ecker	Oker	Innerste	Grane
Openingsjaar	1931	1934	1942	1956	1966	1969
Stroomgebied [km <sup>2</sup> ]	49	52	17	85	97	22
Gemiddelde jaar- afvoer [Mln. m <sup>3</sup> ]	39	54	16	75	60	55
Inhoud [Mln. m <sup>3</sup> ]	25.5	30.6	13.3	47.4	20.0	46.4
Maximale wateropper- vlak [ha.]	121	136	67	225	139	219
Damlengte [m]	485	310	235	260	750	600

Tabel 1.

#### De Granestuwdam

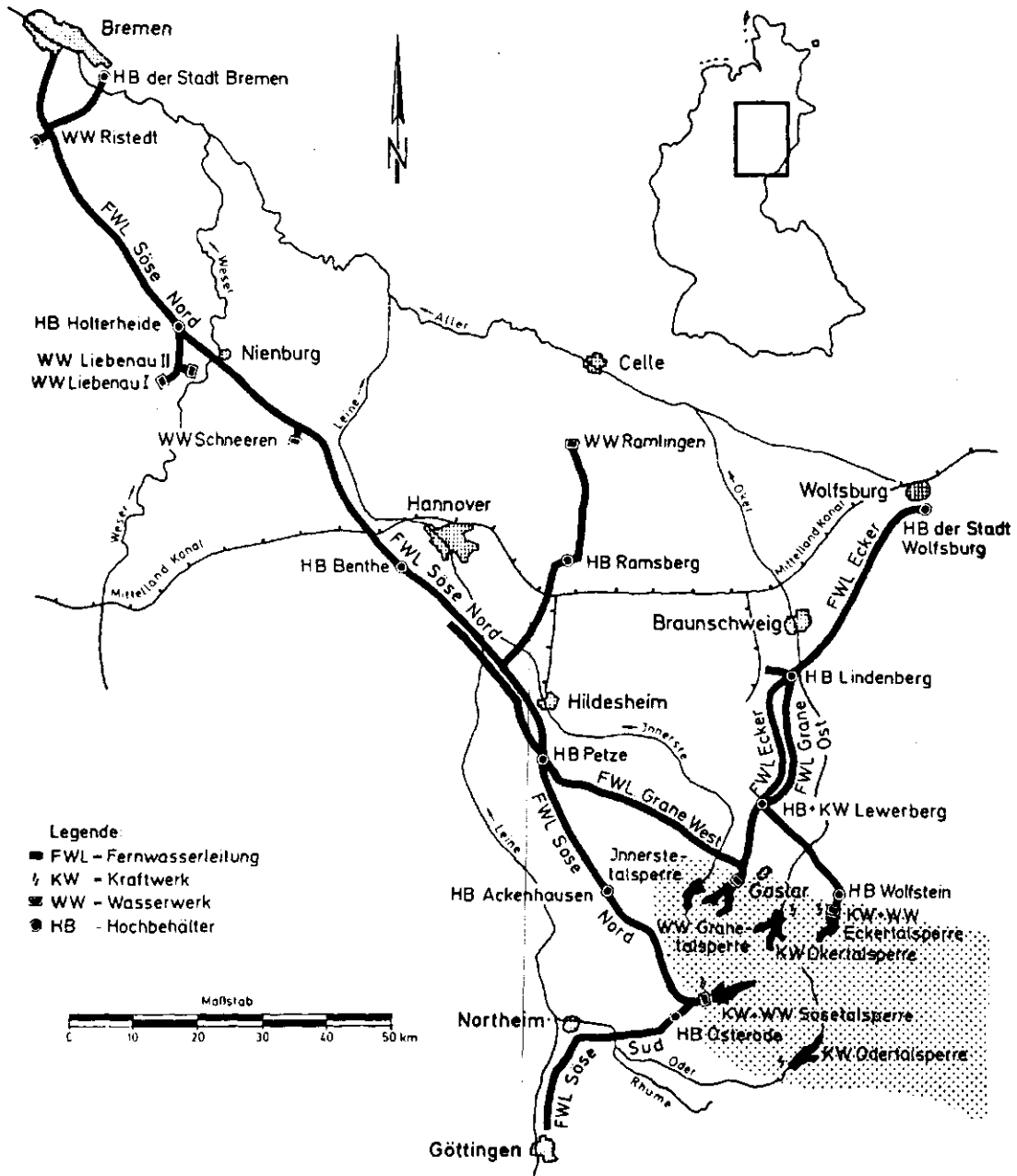
Het water uit het Okerstuwmeer wordt naar het Granestuwmeer geleid, zodat er twee keer van hetzelfde water gebruik gemaakt kan worden.

Bij het Granestuwmeer wordt water 's nachts (wanneer het stroomverbruik en de stroomprijs laag zijn) omhoog gepompt naar een hoger gelegen bekken. Overdag (wanneer de stroomprijs hoog is) wordt dit water deels opnieuw voor energie-opwekking gebruikt en deels voor de drinkwatervoorziening. Het water komt onder uit het stuwmeer, waardoor het een constante lage temperatuur heeft en relatief van goede kwaliteit is.

Het water dat uit de bekkens wordt gewonnen, wordt onder andere gebruikt voor de drinkwatervoorziening van Hannover en Bremen (figuur 19). Door de bevolkingsgroei is deze hoeveelheid echter niet meer voldoende en maken de steden sinds 1980 ook gebruik van grondwater. In Hannover wordt nog vnl. van oppervlaktewater gebruik gemaakt; in Bremen alleen van grondwater. Onder druk van de publieke opinie zal de winning van drinkwater uit oppervlaktewater niet meer worden uitgebreid. Groot-schalige projecten als stuwmeren zijn desastreus voor de natuur. Het aandeel van de verschillende verbruikers staat vermeld in tabel 2.

# Fernwasserleitungen

Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen



Figur 19

Het waterverbruik	
Grote steden	63.9 %
Middelgrote steden	11.1 %
Kleine dorpen	16.7 %
Industrie	8.3 %

Tabel 2.

De oppervlaktewatervoorziening (Wasserwerke Söse-, Ecker- en Grane-  
talsperre) levert in totaal zo'n  $89.10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ . Samen met de winning  
van  $32.10^6 \text{ m}^3$  grondwater (Wasserwerke Ramlingen, Schneeren, Liebenau en  
Ristedt) is dit voldoende voor de drinkwatervoorziening.

#### De drinkwaterbereiding

Bij de zuivering wordt gebruik gemaakt van twee zandfilters. Deze  
filters worden één keer per dag schoon gespoeld door middel van een  
omgekeerde water- en luchttoevoer. Het is nog niet nodig geweest om het  
zand te vervangen en het ligt er dan ook al 18 jaar. Voor deze zuive-  
ring wordt er eerst aluminiumsulfaat aan het water toegevoegd. Dit is  
een vlokingsmiddel dat algen bindt, waardoor het makkelijker wordt om  
deze algen uit het water te halen. De desinfectie gebeurde de eerste  
weken met ammoniak, maar dat smaakte niet zo lekker en daarom wordt er  
nu met chloor gewerkt.

Puntgewijs ziet de zuivering er als volgt uit:

1.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  toevoeging.  
Binding van algen
2. Eerste filtratie.  
Vlokken worden uit het water gefilterd
3. Toevoeging van kalkwater.  
pH-neutralisatie
4. Oxydatie van mangaan en ijzer m.b.v. Braunstein.
5. Tweede filtratie.
6. Desinfectie met chloor.

Baukje, Arjen.

## Braunkohlenabbau und Auswirkungen auf den Wasser- und Naturhaushalt

Im Gebiet zwischen Köln, Aachen und Mönchengladbach wird seit 30 Jahren in Großtagebauen Braunkohle abgebaut und anschließend verstromt. Die dafür erforderliche Entwässerung der Tagebaubereiche hat umfangreiche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt dieser Region. Grundwassermengen von mehr als 1 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr müssen gehoben und abgeleitet werden. Feuchtgebiete, Gewässer und Wasserwerke werden dadurch betroffen. Bevor neue Abbaugelände erschlossen werden können, müssen umfangreiche Betrachtungen zu den möglichen Auswirkungen angestellt und die unterschiedlichen Interessen abgewogen werden.

### Energiewirtschaft

Braunkohle wird heute in mehr als 25 Ländern der Erde gewonnen. Die Gesamtvorräte betragen etwa 4.700 Mrd. t, davon verfügt Europa über rund 150 Mrd. t. Von den in der Bundesrepublik Deutschland anstehenden 60 Mrd. t Braunkohle befinden sich 55 Mrd. t im Rheinischen Braunkohlenrevier zwischen Bonn, Aachen und Mönchengladbach (Abb. 1). Aufgrund der heutigen Energiekosten kann davon mehr als die Hälfte gewinnbringend gefördert werden. Dabei ist ein Abbau bis zu einer Tiefe von 600 m durchführbar. Die mögliche Förderung wird allerdings durch konkurrierende Nutzungen des Raumes mehr oder weniger stark begrenzt.

Mit der im Rheinischen Braunkohlenrevier geförderten Kohle wurden im Jahre 1985 etwa 14 % des Primärenergiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland gedeckt. Mit einer Braunkohlenförderung von bis zu 120 Mio. t/a ist die Bundesrepublik Deutschland hinter der DDR und der UdSSR der drittgrößte Braunkohlenförderer der Welt. Von der geförderten Braunkohle werden mehr als 80 % in den benachbarten Braunkohlkraftwerken verstromt. Dadurch erreicht die Braunkohle einen Anteil von 53 % an der Stromerzeugung in NRW und immerhin noch 26 % in der gesamten Bundesrepublik Deutschland. Die verbleibenden Mengen werden in Form von Briketts und zu-

nehmend als Braunkohlenstaub für die Energiegewinnung genutzt.

### Geohydrologische Grundlagen

Das Braunkohlengebiet umfaßt die südliche niederrheinische Bucht, die eine seit 70 Mio. Jahren aktive Senkungszone darstellt. Im Laufe der Zeit haben sich hier Lockergesteine unterschiedlichster Art angesammelt, die teilweise bei Vorstößen der Nordsee abgelagert wurden, teilweise aber auch festländischen Ursprungs sind. Dadurch ist die für die Niederrheinische Bucht charakteristische Schichtung von Kies, Sand, Schluff, Ton und Braunkohle entstanden. Deren Mächtigkeit beträgt im Tiefsten der Bucht mehr als 1000 m. Im südlichen Teil ist eine starke Gliederung in einzelne Horizonte von Kies, Sand, Schluff usw. zu erkennen, während der nördliche Teil, aufgrund des marinen Einflusses, aus Feinsanden mit schluffig-tonigen Anteilen ohne größere Untergliederungen aufgebaut ist.

Die Braunkohlenflöze sind aus ehemals subtropischen Torfmooren nahe dem jeweiligen Küstensaum entstanden. An der Erdoberfläche bilden Flugsande, Löß und Auenlehme die obersten Schichten.

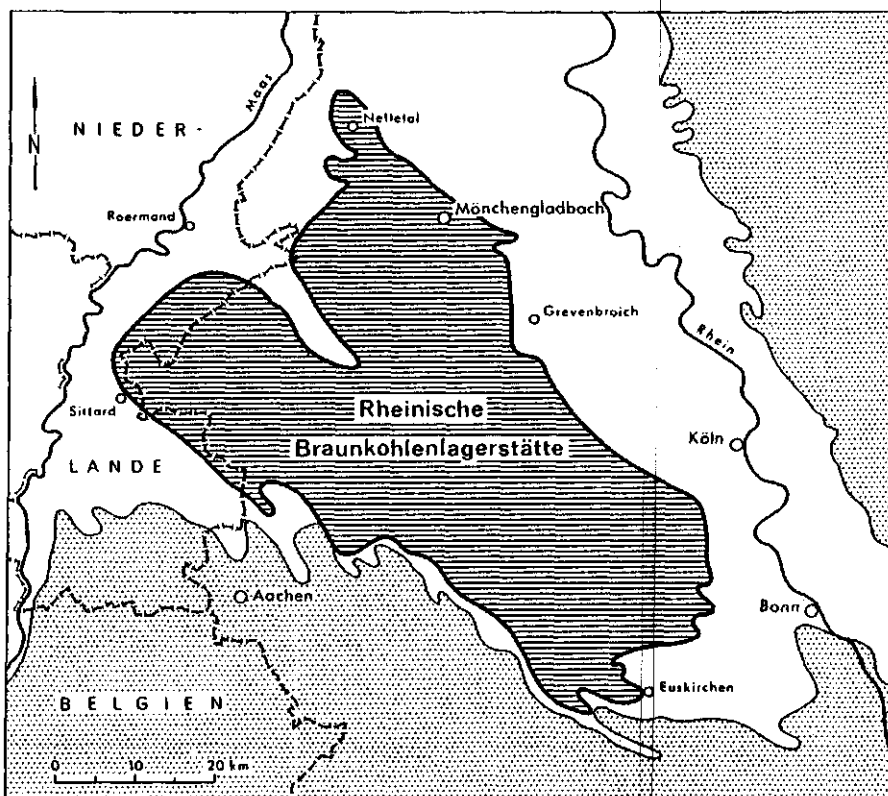


Abb. 1:  
Rheinische Braunkohlenlagerstätte



Durch ungleich verlaufene Senkungen entstanden in dem heutigen Braunkohlenabbaugebiet Sprünge und Störungen, die nach Ablagerung der Lockergesteine die Ausbildung mehrerer Schollen bewirkt haben. Schichten gleichen Alters und gleicher Zusammensetzung können jetzt um mehrere 100 m gegeneinander versetzt sein.

In der südlichen Niederrheinischen Bucht entstanden auf diese Weise

- die Rurscholle
- die Erttscholle
- die Vile

- die Kölner Scholle
  - die Venloer Scholle
  - die Krefelder Scholle
- (Abb. 2).

Innerhalb der einzelnen Schollen lassen sich bis zu 6 Hauptgrundwasserstockwerke voneinander unterscheiden, die durch den mehrfachen Wechsel gering wasserdurchlässiger (Ton, Schluff, Braunkohle) und gut durchlässiger (Sand, Kies) Schichten innerhalb der Lockergesteinsablagerungen entstanden sind.

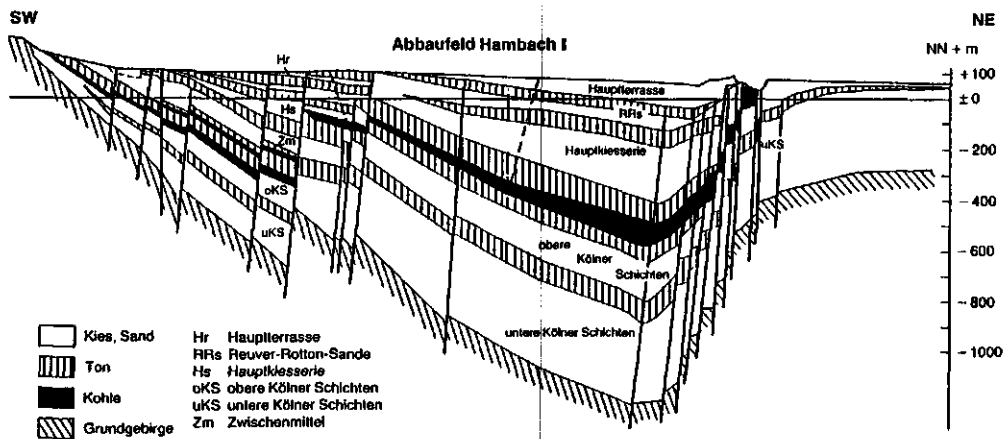
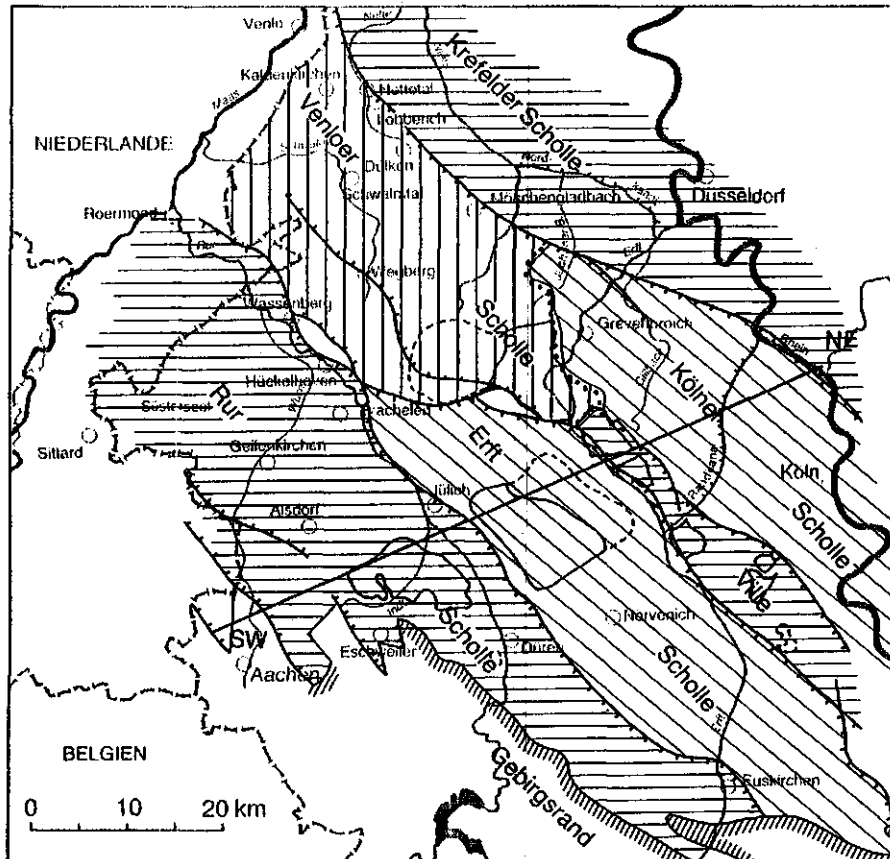


Abb. 2: Schollengliederung der südlichen Niederrheinischen Bucht

