Verslag van de excursie hydrogeologie naar Engeland, van 20 tot en met 26 september 1992

Redaktie: H.A. Tiemensma

RAPPORT 39

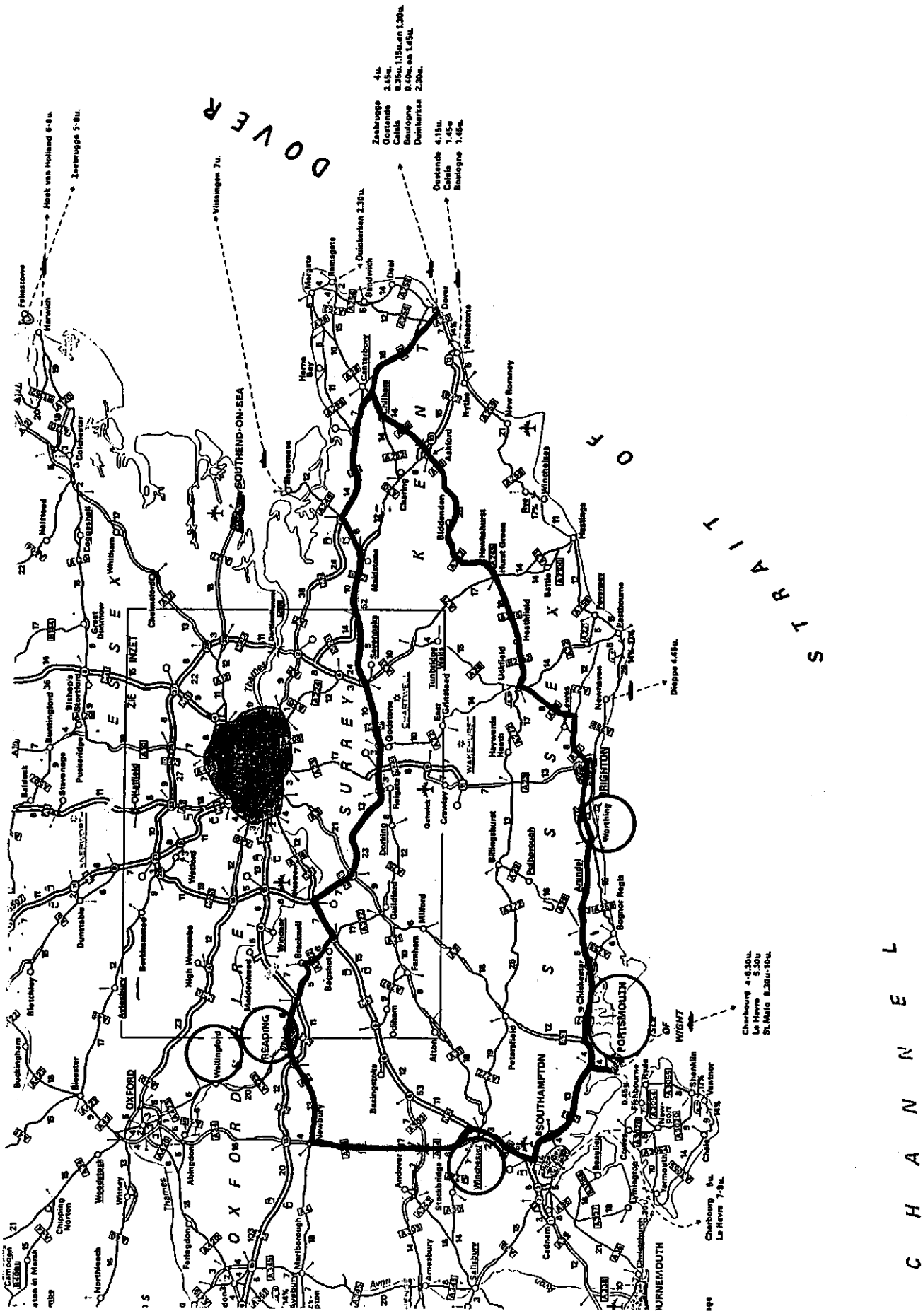
September 1993

Vakgroep Waterhuishouding
Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen

ISSN 0926-230X

588834

ROUTEKAART


DOVER
STRAIT OF
CHANNEL
SOUTHEND-ON-SEA
READING
OXFORD
SOUTHAMPTON
PORTSMOUTH
BRIGHTON
SURREY
KENT
ESSEX
SUSSEX
OXFORD SHIRE
ZIE INZET
Zeebrugge 4u.
Oostende 3.45u.
Calais 0.35u. 1.15u. en 1.30u.
Boulogne 0.40u. en 1.45u.
Duinkerken 2.30u.
Oostende 4.15u.
Calais 1.45u.
Boulogne 1.45u.
Vlissingen 7u.
Hoek van Holland 6-8u.
Zeebrugge 5-8u.
Dieppe 4.45u.
Charbourg 4-6.30u.
Le Havre 5.30u.
St.Malo 8.30u-10u.
Charbourg 5u.
Le Havre 7-9u.

DEELNEMERSLIJST Europa Excursie Engeland 1992

Studenten

Aarnink, W.H.B.	Wino
Balemans, M.L.M.	Mark
Balk, J.A.M.	Jojanneke
Blaauw, N.P.J.	Niels
Bouma, J.H.	Johan
Crompvoets, J.W.H.C.	Joep
Gans, A.J. de	Xander
Hazeu, W.N.	Wim
Heijnen, M.	Mike
Hoeven, K.M.L.J. van der	Karin
Jansen, A.M.W.	Adrienne
Jong, T. de	Ted
Koppel, A.A. van der	Toon
Leene, G.J.	Gert
Lubbers, P.J.	Pieter
Rohaan, A.	Arjanne
Schunselaar, S.S.	Sandra
Son, C.P.M. van	Kees
Tiebosch, A.H.L.M.	Twan
Tiemensma, H.A.	Heleen
Toom, B.A. den	Ben
Verhallen, J.M.	Annemiek
Weerts, A.	Albrecht

Begeleiders

Dr. Ir. H.A.J. van Lanen	Henny
Ing. B. van de Weerd	Ben

VOORWOORD

Dit verslag is het resultaat van alweer de vierde hydrogeologische veldexcursie naar Engeland. Deze keer was de aandacht gericht op het zuid-oostelijk deel van Engeland. De excursie vond plaats in de week van 20 tot en met 26 september 1992.

Het verslag is samengesteld uit de verslagen die per dagdeel zijn geschreven door de deelnemende studenten. Daarnaast is informatie gebruikt die tijdens de excursie door de diverse bezochte organisaties werd verstrekt. Verder is dankbaar gebruik gemaakt van figuren uit de informatiebundels voor de geomorfologische excursies naar Zuid-Engeland in 1986 en 1989.

Op deze plaats moeten nog enkele benoemenswaardige gebeurtenissen worden genoemd. Onze touringcar werd in Reading het doelwit van figuren die zo nodig de video-apparaten en de typisch Hollandse presentjes voor alle te bezoeken instanties moesten ontvreemden. Ondanks het feit dat we nu met vrijwel lege handen aankwamen en ondanks de heersende recessie, werden we overal gastvrij onthaald met uitgebreide, overheerlijke lunches en interessante verhalen. Last but not least ontbrak het natuurlijk niet aan enkele pub-bezoeken, hoewel het indrukwekkend volle excursieprogramma dit eigenlijk nauwelijks toeliet.

De excursie is geen verplicht onderdeel voor degenen die een afstudeervak hydrogeologie willen doen. Toch is het een echte aanrader voor hen die eens iets meer willen weten en zien van de hydrogeologie over de grens van ons kikkerland. Het is zeker de moeite waard.

Veel leesplezier!

INHOUD

ROUTEKAART 2

DEELNEMERSLIJST i

VOORWOORD ii

INHOUD iii

EXCURSIE PROGRAMMA v

INLEIDING 1

Maandagmiddag, 21 september 1992
BEZOEK AAN HET DEPARTMENT OF ENVIRONMENT & SCIENCE VAN THAMES WATER UTILITIES Ltd 12
INTRODUCTIE 12
LONDON BASIN GROUND WATER DEVELOPMENT 15
DRINKWATERKWALITEIT 17
INLEIDING OP HET VELDBEZOEK AAN GATEHAMPTON EN BLEWBURY 19

Dinsdagochtend, 22 september 1992
VELDBEZOEK AAN GATEHAMPTON EN BLEWBURY 21
GATEHAMPTON 21
BLEWBURY 24

Dinsdagmiddag, 22 september 1992
BEZOEK AAN HET INSTITUTE OF HYDROLOGY 26
ORGANISATIE EN ROL VAN HET INSTITUUT 26
DE WENTWORTH GOLF CLUB 27
LOW FLOW HYDROLOGY 29
TOEPASSING VAN FLOW-INDICES: RIVER ECOLOGY 31

Woensdagochtend, 23 september 1992
BEZOEK AAN DE HYDROGEOLOGY GROUP VAN DE BRITISH GEOLOGICAL SURVEY 32
INTRODUCTIE 32
NITRAAT IN HET GRONDWATER 33
DENITRIFICATIE 35
GEVOLGEN VAN BEBOSSING VOOR WATERGEBRUIK EN WATERKWALITEIT 37

Woensdagmiddag, 23 september 1992
BEZOEK AAN SOUTHERN WATER Plc 39
ORGANISATIE EN ROL VAN SOUTHERN WATER Plc 39
AFVALWATERVERWERKING BIJ MORESTEAD 41
VELDBEZOEK AAN HET ELECTRO-MAGNETISCH MEETSTATION IN DE ITCHEN 43

Donderdagochtend, 24 september 1992
BEZOEK AAN DE NATIONAL RIVERS AUTHORITY (NRA) 45
ONTSTAANSWIJZE EN DOELSTELLINGEN VAN DE NRA 45
RIVER AUGMENTATION SCHEMES 46

Donderdagmiddag, 24 september 1992
VELDBEZOEK AAN DE VANGGEBIEDEN VAN PORTSMOUTH POLYTECHNIC 49
PORTSDOWN HILL AREA 49
WEST WALK CATCHMENT AREA 51

Vrijdagochtend, 25 september 1992
VELDBEZOEK AAN DE BOXGROVE EARTHAM GROEVE 54

Vrijdagmiddag, 25 september 1992
BEZOEK AAN SOUTHERN SCIENCE 58
ORGANISATIE EN ROL VAN SOUTHERN SCIENCE 58
DE HYDROGEOLOGISCHE SITUATIE 59
DE LAND FILL 60
VELDBEZOEK IN DE OMGEVING VAN WORTHING 63

EXCURSIE PROGRAMMA

Programme of the hydrogeological excursion to England for students of Wageningen Agricultural University (Netherlands)*

Sunday, 20 September 1992

18.45 hour: Departure from Department of Water Resources, De Nieuwlanden, Wageningen

23.45 hour: Departure of night ferry from Ostend to Dover

Monday, 21 September 1992

4.30 hour: Arrival of boat in Dover. Travel from Dover to Reading

10.00 hour: Arrival at Reading University; accommodation, refreshment, visit to university book shop

12.00 hour: Lunch at Reading University

13.00 to 17.00 hour: Thames Water in Reading (Conference Room at Reading University) under supervision of Mr. Brian Connorton. Lectures on:

- Organisation of British Waters
- Optimization of Water Resources in London Basin
- Quality issues: aquifer protection, source protection, municipal sludge etc.
- Introduction to field trip of Tuesday morning

18.00 hour: Accommodation at Reading University

Tuesday, 22 September 1992

7.30 hour: Breakfast at Reading University

9.00 to 12.00 hour: Field visit under supervision of Mr. Brian Connorton (Thames Water Utilities) to:

- Gatehampton (Goring on Thames): Chalk landscape, geomorphological features, largest ground water resource, Thames water
- Blewbury: polluted ground water resource (discussion on ground water investigations); visit to Blewbury Springs
- Visit to quarry with Cretaceous deposits

12.30 hour: Lunch

14.00 to 17.00 hour: Visit to Institute of Hydrology in Wallingford. Lectures on:

- Water resources assessments for Wentworth Golf Club by Mr. Neil Runnalls
- Low flow in contrasting geological regions and its impact on, for example, fishing habitats by Dr. Allan Gustard

18.00 hour: Accommodation at Reading University

Wednesday, 23 September 1992

7.30 hour: Breakfast at Reading University

9.00 to 11.00 hour: Visit to the Hydrogeological Group of the British Geological Survey (BGS) in Wallingford under supervision of Mr. Ian Gale

- Welcome by Chief Hydrogeologist
- Organisation and task of hydrogeological Group of BGS
- Ground water quality issues, e.g. chemical composition of water in the unsaturated zone in regions with deep ground water levels, microbiological decay of agricultural chemicals in the saturated zone
- Visit to laboratory for determination of hydraulic properties of hard rock cores and to chemical laboratory

13.00 hour: Lunch in Otterbourne (Southern Water) with Dr. Peter Midgley
14.00 to
17.00 hour:
- Organisation and role of Southern Water by Dr. Stuart Derwent
- Description of waste water treatment works at Morestead (infiltration of waste water works effluent into Chalk)
- Field visit to waste water treatment works at Morestead and Chalk drainage area - joined by Dr. John Whittingham, Drainage Manager for Southern Water
- Visit to electromagnetic flow gauge (Easton Gauging Station) in Itchen River and remnants of "water meadow system"

18.00 hour: Accommodation in Winchester (King Alfred College)

Thursday, 24 September 1992

7.30 hour: Breakfast in Winchester (King Alfred College) or Portsmouth Polytechnic
8.30 to
11.30 hour: Visit to National Rivers Authorithy (NRA) of Southern Water under supervision of Mr. Rod Murchie
- Introduction to tasks of NRA (Conference Room in NRA-Building, Sharon Road, Winchester)
- Field visit to River Itchen and discussion on ground water augmentation scheme
- Field visit to water cress farm

13.00 hour: Lunch
14.00 to
17.00 hour: Field visit to catchments of Portsmouth Polytechnic under supervision of Dr. Paul Farres (discussion on geology, hydrogeology, interflow, field experiments). Geological deposits will be visited as well
18.00 hour: Accommodation in Rees Hall at Portsmouth Polytechnic

Friday, 25 September 1992

7.30 hour: Breakfast in Rees Hall at Portsmouth Polytechnic
8.30 to
11.00 hour: Field visit to solution features in Chalk on the way to Worthing, supervised by Dr. Dave Carter and Dr. Paul Farres (Portsmouth Polytechnic). Discussion on geology, hydrogeology and processes causing collapsing
12.00 hour: Lunch
13.00 to
16.00 hour: Field visit to pumping tests in Chalk on the way from Worthing to Dover under supervision of Mr. Derek Giles (Southern Science). Tasks of Southern Science will be discussed as well.
21.30 hour: Arrival at docks of Dover
1.15 hour: Departure of night ferry from Dover to Ostend

Saturday, 26 September 1992

6.30 hour: Arrival in Ostend
11.30 hour: Arrival at Department of Water Resources, De Nieuwlanden, Wageningen

*All times are specified in local time

INLEIDING

Sinds de laatste excursie naar Engeland in oktober 1988 is het een en ander veranderd in de structuur van de meeste organisaties die verantwoordelijk zijn voor het kwalitatieve en kwantitatieve beheer van water. De toen aangekondigde privatisering (en commercialisering) is inmiddels doorgevoerd. Hoe één en ander momenteel georganiseerd is zal in de loop van dit verslag worden verduidelijkt.

Behalve in bestuurlijk opzicht verschilt ook de hydrogeologische gesteldheid van Engeland sterk met die van Nederland. Dit laatste hangt vanzelfsprekend samen met de specifieke geologische opbouw van Engeland. Alvorens dieper op de excursieonderwerpen in te gaan, worden kort enkele kenmerken van het excursiegebied, Zuid-Oost Engeland, besproken.

In tabel 1 staan de geologische tijdperken vermeld. De belangrijkste geologische regio's in het excursiegebied zijn: het Bekken van Londen, het Wealden District en het Bekken van Hampshire (figuur 1). Het Bekken van Londen is een synclinaal waarbij het jongste sediment, Tertiaire London Clay in de kern ligt terwijl rondom relatief ouder gesteente, Chalk uit het Boven Krijt, ligt. Het Wealden District is een zogenaamde opengebroken anticlinaal waarbij de situatie juist andersom is: De kern, gevormd door de Hastings Beds en Weald Clay (Onder Krijt), is oud terwijl de randen, bestaande uit Chalk, relatief jong zijn. In het Bekken van Hampshire worden, net als in het Bekken van Londen, vooral Tertiaire afzettingen aangetroffen. In figuren 2 tot en met 7 zijn de geologische en geomorfologische opbouw van de drie regio's gegeven.

In Zuid-Oost Engeland is met name het Krijt-tijdperk van groot belang geweest voor de vorming van watervoerende sedimentpakketten als Greensand (Onder-Krijt) en Chalk (Boven-Krijt). Het zogenaamde Upper Greensand bestaat uit deels verkit, glauconietrijk zand. Op zichzelf bezit dit pakket geen geweldige watervoerende eigenschappen, maar in samenhang met kalksteen verbetert dat aanzienlijk als gevolg van het doorsijpelen van water vanuit de Lower Chalk. Chalk is ontstaan tijdens een periode dat de zee transgredeerde. Het bestaat grotendeels uit skeletplaatjes (coccolieten) van mariene, planktonische algen (Brouwer, 1985). De primaire permeabiliteit van Chalk is laag. De waarde als aquifer vloeit daarom vooral voort uit de secundaire permeabiliteit die is ontstaan door spleetvorming (fissuring) als gevolg van oplossing van kalk. Een andere belangrijke formatie uit het Onder-Krijt is de Lower Greensand. Van de zandpakketten uit deze formatie, die binnen het excursiegebied voorkomt aan de randen van het Wealden District en bij de Isle of Wight, dienen met name de Folkestone Beds en de Hythe Beds als aquifer. In Zuid-Oost Engeland komen ook nog enkele minder permeabele formaties en facies voor zoals de Weald Clay en Gault (Onder Krijt) en de London Clay en Reading Beds (Eoceen) (zie tabellen 2 en 3).

Figuren 8 en 9 geven respectievelijk de belangrijkste aquifers en de administratieve indeling van de Engelse Water Authorities weer.

Het excursieprogramma was heel divers. De onderwerpen die aan bod zijn gekomen, zullen per dagdeel worden besproken. Het kan voorkomen dat er enige overlap optreedt tussen de deelverslagen omdat eenzelfde onderwerp soms meerdere keren werd toegelicht, zowel tijdens een lezing als in het veld. In het algemeen zal dergelijke informatie echter voornamelijk een aanvulling betekenen.

Tabel 1

GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL

FANEROZOÏCUM	KENOZOÏCUM	NEOGEEN	Pleistoceen					Flandrian "intergl." (Holoceen) Devensian glac. Ipswichian intergl. Wolstonian glac. Hoxnian intergl. Anglian glac. Crag-afzettingen
			Plioceen					
			Mioceen					
		PALEOGEEN	Oligoceen				Paleogeen van Wight	Paleogeen van Thames-dal (Bekken van London)
			Eoceen					
			Paleoceen					Dorset
	MESOZOÏCUM	KRIJT	Boven-Krijt	Maastrichtien	Max. van Krijt-transgr.		fossielen als rolstenen in Kenozoïsche grindafzettingen	Yorkshire
				Campanien			hoofdzakelijk Chalk (ca. 300 m)	hoofdzakelijk Chalk (ca. 400 m)
				Santonien				
				Coniacien				
				Turonien				
				Cenomanien			Upper Greensand (ca. 30 m)	Red Chalk (ca. 12 m)
			Onder-Krijt	Albien			Gault (ca. 300 m)	
				Aptien			Lower Greensand (ca. 60 m)	
				Barremien			transgressie	Speeton clay
				Hauterivien			Wealden (tot ca. 600 m)	
				Valanginien				
				Berriasien			Purbeck	
		JURA	Malm	Tithonien	Max. van Jura-transgr.		Portland Stone	
				Kimmeridgien		enkele voorbeelden van karakteristieke afzettingen	Kimmeridge clay	Kimmeridge clay
				Oxfordien			Oxford clay (Great Oolite)	Oxford clay
			Dogger	Callovien				Deltaic Beds
				Bathonien			Inferior Oolite	Dogger
				Bajocien				
				Aalenien				
			Lias	Toarcien				
				Pliensbachien				Cleveland Ironstone
				Sinemurien			Black Ven Marls	
				Hettangien			Blue Lias	
		TRIAS	Boven-Trias		New Red Sandstone		*Rhaetien (incl. "White Lias")* (begin van Mesozoïsche transgressie)	
			Midden-Trias				Keuper-faciës, fijnkorrelige afzettingen (plaatselijk dolomieten)	
			Onder-Trias				Bunter-faciës (zandsteen en conglomeraten)	
	PALEOZOÏCUM	PERM	Boven-Perm				Rot-	Zechstein-faciës (met evaporieten)
			Onder-Perm				liegend-faciës	
		CARBOON	Boven-Carboon (Silesien) (Pennsylvanien)	Gzelien	Stephanien			?
				Kasimovien				
				Moscovien	Westfalien		Culm-faciës in zuidwestelijk Engeland	"Coal Measures"
				Bashkirien				
			Onder-Carboon (Dinantian) (Mississippien)	Serpukhovien	Namurien			"Millstone Grit"
				Visèen				"Carboniferous Limestone"
				Tournaisien				
		DEVOON	Boven-Devoon	Famennien	bekken-faciës in westelijk Cornwall		marieme faciës in zuidwestelijk Engeland, - ondiep, - vervingerend - met O.R.S. ?	Upper Middle Lower Old Red Sandstone
				Frasnien				
			Midden-Devoon	Givetien				
				Eifelien				
			Onder-Devoon	Emsien				
				Siegenien				
				Gedinnien				
		SILUUR	Pridoli		Wales			Lake District rode sediment. (Downtonian)	Schotland
			Ludlow						
			Wenlock					4000 m marieme sedimenten (wisselende samenstelling)	ca. 2000 m schalies, zandst., enz. S. Uplands
			Llandovery						
		ORDOVICIUM	Ashgill		veel vulk. gesteente in N-Wales	in Welsh Basin ca. 8000m schalies (+zandst. in graptol. faciës met vulk. inschakel.	Onder-Paleoz. opeenvolging in "Shelly facies" in Shropshire enz. vulk. gesteenten en veel hiaten, dikte wisselend max. 5000 m		
			Caradoc					Borrowdale vulk gest. (5000 m basalt)	Girvan (Midland V.)
			Llandeilo						
			Llanvirn					Skiddaw slates	
			Arenig						
			Tremadoc						Grampian fase
		CAMBRIUM	Boven-Cambrium (Merioneth)		ca. 4000 m Cambrium			(niet bekend)	Dalradian (bovenste deel)
			Midden-Cambrium (St. David's)		Harlech Grits in N-Wales	in wisselende faciës			
			Onder-Cambrium (Caerfai) (Comley)		conglomeraten op pre-Paleozoïcum				

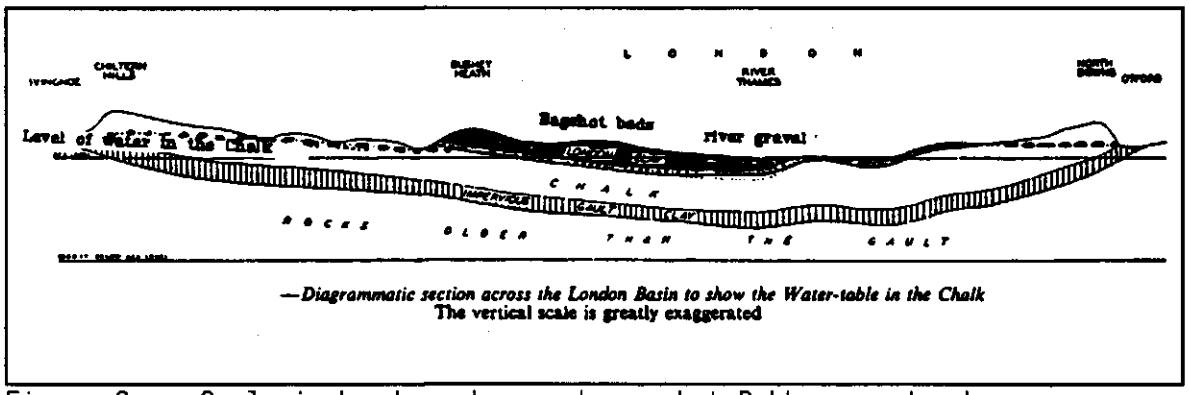
FANEROZOÏCUM	KE	(Alpiene orogenese)	
	MESOZ.	opening N.Atl.Oceaan	
	PALEOZOÏCUM	Variscische orogenese	
		Caledonische geosynclinale ontw.	sluiting van Iapetus-oceaan
PROTEROZOÏCUM		Hebriden-kraton geconsolideerd	
		Laxfordian	Lewisian - complex
		Scourian	
ARCHEÏCUM		ca. 2900 m.j. oudste gedateerde gesteenten van Schotland	

Schaal in miljoen jaar: 1000 – 100; 500 – 50; 100 – 10; 0

Table of Formations known to be present in the Wealden District

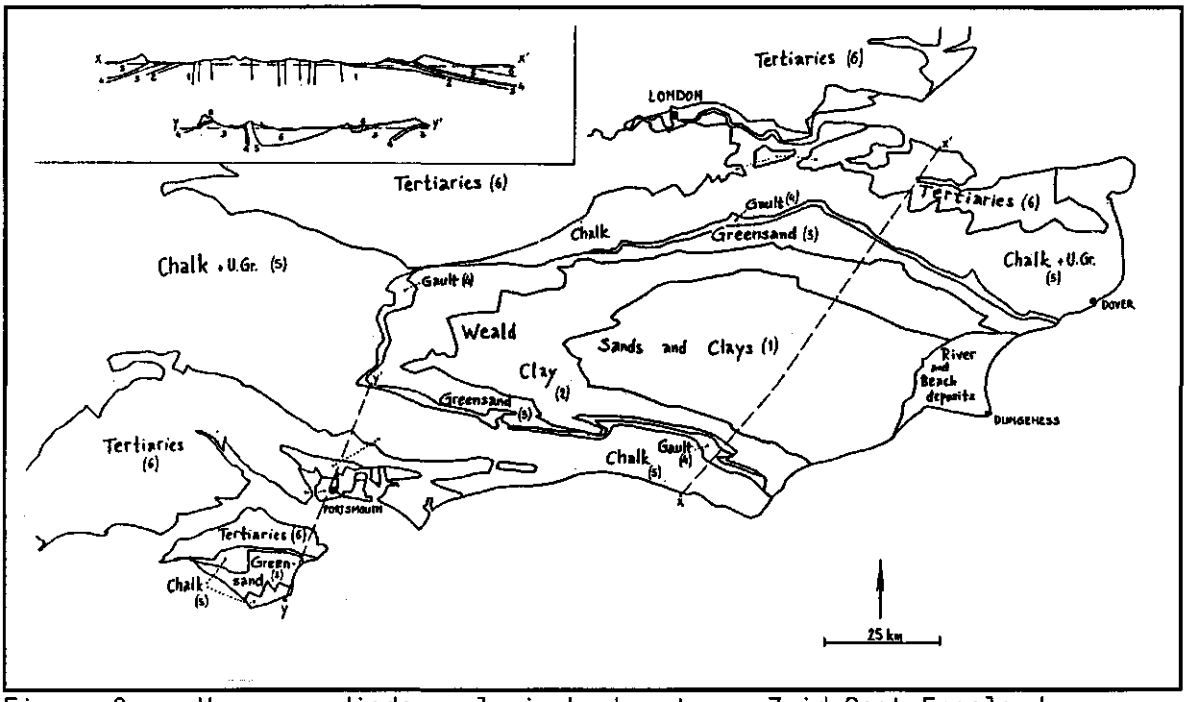
Strata exposed at surface	Quaternary	Recent and Pleistocene (Superficial Deposits)	Sand and Shingle; Alluvium; River Gravels; Dry Valley and Nailbourne Deposits; Coombe Deposits; Brickearth; Raised Beach Deposits; Head; Clay-with-flints	
	Tertiary	Pliocene and early Pleistocene	Lenham Beds, etc.	
		Eocene	Bagshot Beds Claygate Beds London Clay Oldhaven Beds Woolwich and Reading Beds Thanet Beds	
	Mesozoic	Upper Cretaceous	Chalk	Upper Chalk Middle Chalk Lower Chalk
		Lower Cretaceous	Upper Greensand	
			Gault	Upper Gault Lower Gault
			Lower Green-sand	Folkestone Beds Sandgate Beds Bargate Beds Hythe Beds Atherfield Clay
			Wealden Series	Weald Clay Hastings Beds: Tunbridge Wells Sand; Wadhurst Clay; Ashdown Sand
Strata proved in borings only		Upper Jurassic	Purbeck Beds Portland Beds Kimmeridge Clay Corallian Beds Oxford Clay Kellaways Beds	
		Middle Jurassic	Cornbrash Great Oolite Series Inferior Oolite	
		Lower Jurassic	Upper Lias Middle Lias Lower Lias	
		Triassic	Rhaetic	
			Great Unconformity	
	Palaeozoic	Carboniferous	Coal Measures Carboniferous Limestone	
		Devonian		
		Silurian	Wenlock Series Llandovery Series	

Tabel 2 Lithostratigrafie van het Wealden District

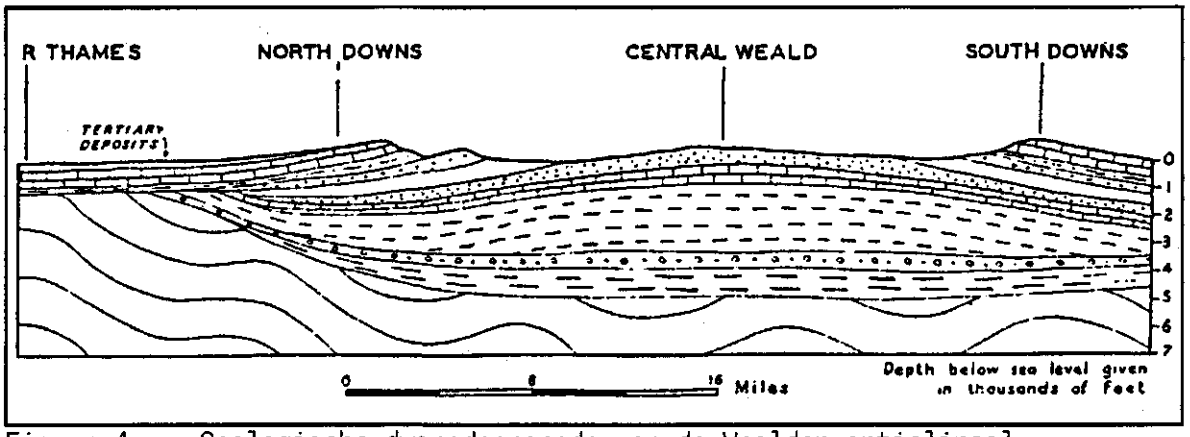


—Diagrammatic section across the London Basin to show the Water-table in the Chalk
The vertical scale is greatly exaggerated

Figuur 2 Geologische dwarsdoorsnede van het Bekken van Londen



Figuur 3 Vereenvoudigde geologische kaart van Zuid-Oost Engeland



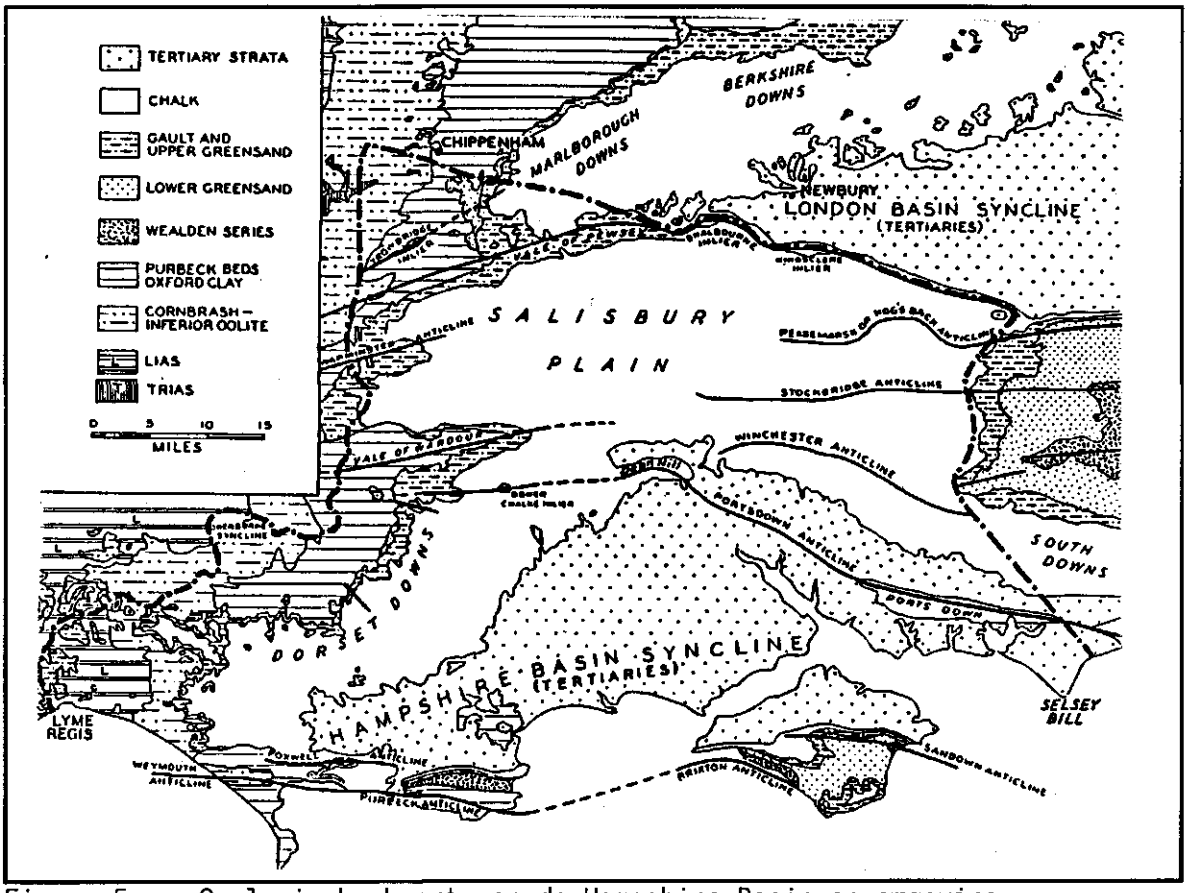
Figuur 4 Geologische dwarsdoorsnede van de Wealden-anticlinaal (Brouwer, 1985)

PRE-QUATERNARY STRATIGRAPHICAL SUCCESSION FOR CENTRAL-SOUTHERN ENGLAND

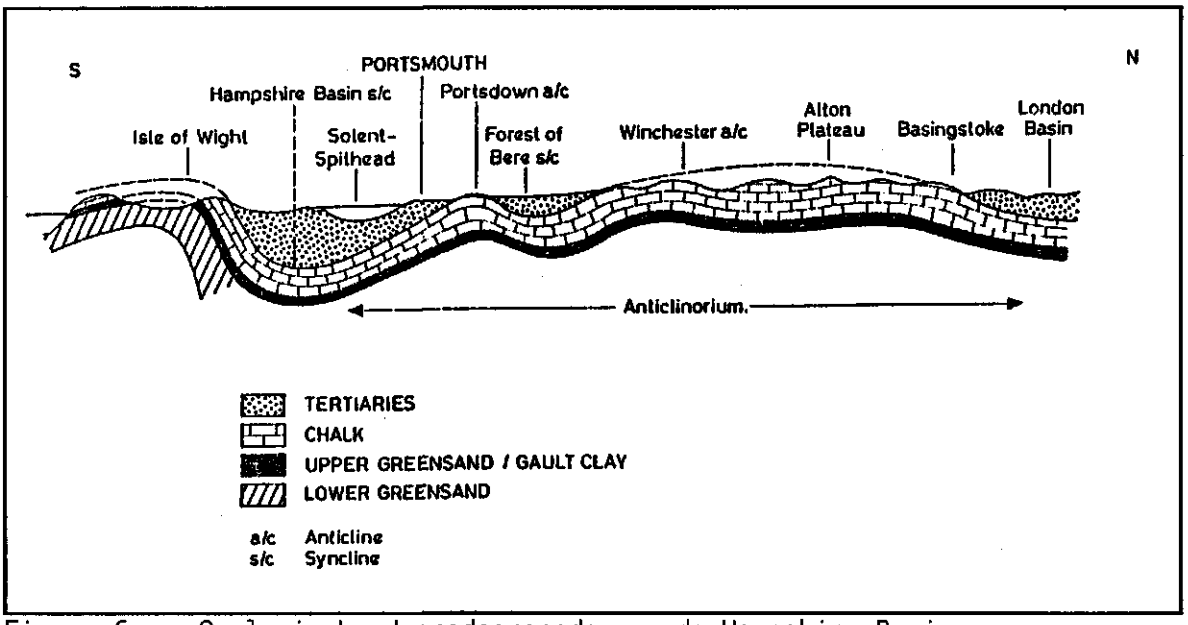
TERTIARY	NEOGENE	Plio-cene		-Sea-level transgression to <.220m O.D.		Gravel deposits, Mersley Down, IoW
		Mio-cene		Sub-aerial denudation; uplift folding and localised faulting		Sarsens (silcrete) Clay-with-Flints, (sensu stricto)
	PALAEOGENE	Oligo-cene	Lattorfian	Hamstead Beds	HAMSTEAD FORMATION	Freshwater/Brackish interbedded Clays, Marls and Limestones
			Prebonian	Bembridge Beds	BEMBRIDGE FORMATION	
				Osborne Beds		
				Headon Beds	SOLENT FORMATION	
		Eo-cene	Lutetian/ Cuisian	Barton Sands	BARTON FORMATION	Alternating Sands and Clays, marine and estuarine. Represent repeated cycles of sedimentation due to repetitive relative sea-/ land-level changes
				Barton Clay	SELSEY FORMATION	
				Bracklesham Sands	EARNLEY FORMATION	
				Bagshot Sands	WITTERING FORMATION	
			Ypresian	London Clay	LONDON CLAY FORMATION	
				Reading Clay	READING FORMATION	
		Palaeo-cene	Thanetian	Denudation uplift		Fashioning of 'Sub-Eocene' or 'Sub-Palaeogene' surface
MESOZOIC	UPPER CRETACEOUS		Campanian	Upper Chalk	Belemnitella mucronata	Belemnite Chalk
					Goniateuthis quadratus	
			Santonian		Marsupites testudinarium	Hard, Pure Chalk, with bands of Flints in bedding planes and some joints
					Micraster coranguinum	Micraster Chalk
					Micraster cortestud-inarium	
			Coniacian			
			Turonian		Holaster planus	
					"Chalk rock"	Brecciated chalk rubble
				Middle Chalk	Terebratulina lata	Creamy Chalk, with few Flints
					Rhynchonella curvieri	
					"Melbourn" Rock	
			Ceno-manian	Lower Chalk	Holaster subglobosus	Grey-yellow Chalk with much incorporated insoluble material. No Flints
					Belemnite Marl	
					Scholanbachia varians	
					"Chalk" and "Chloritic" Marls	
			Albian	UPPER GREENSAND	DIACHRONOUS	Calcareous, glauconitic Malmstone
					GAULT CLAY	Stiff, marly clay
	LOWER CRETACEOUS		Aptian	CARSTONE		LOWER GREENSAND: Ferruginous Sandrock
				Sandrock Series		Current-bedded, deltaic light sands
				FOLKESTONE BEDS		
				BARGATE AND SANDGATE BEDS		Marly/Sandy loams
				PUTTENHAM BEDS		
				FERRUGINOUS SANDSTONE		Coarse sands, with concretions. Siliceous in places
				HYTHE BEDS		
				ATHERFIELD CLAY		
				"PERNA" BEDS		Silty Clay
			Neocomian	WEALD CLAY		Fine Clay and Shale, some discontinuous bands of sand
Eras	Systems		Stages	Rock Formations. Rock Members and Erosional events		Generalised description of deposits

Footnote: (Local rock members of certain Formations, especially those of Palaeogene age in western Hampshire, are omitted).

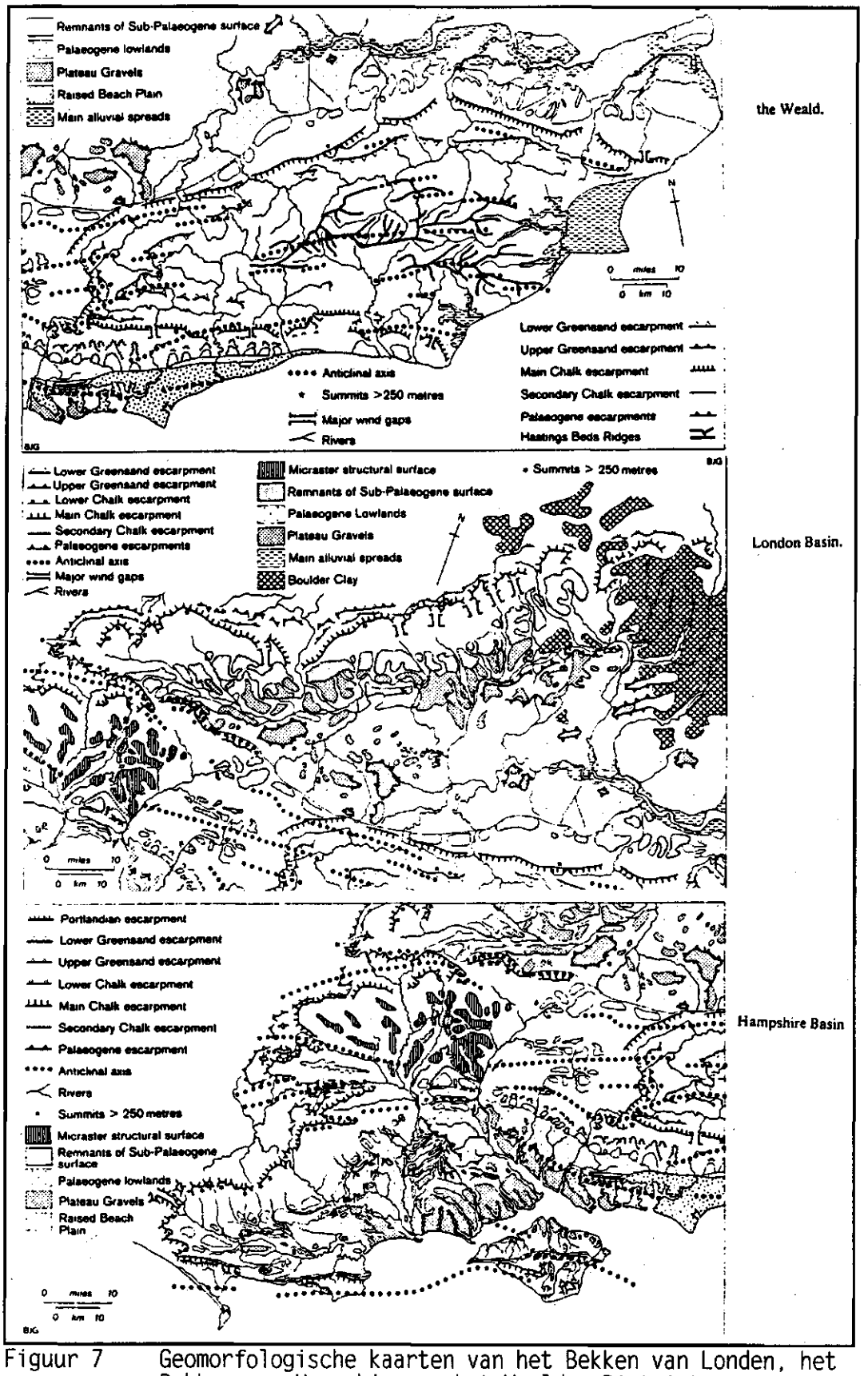
Tabel 3 Lithostratigrafie van Central-Southern England (Hampshire Basin)



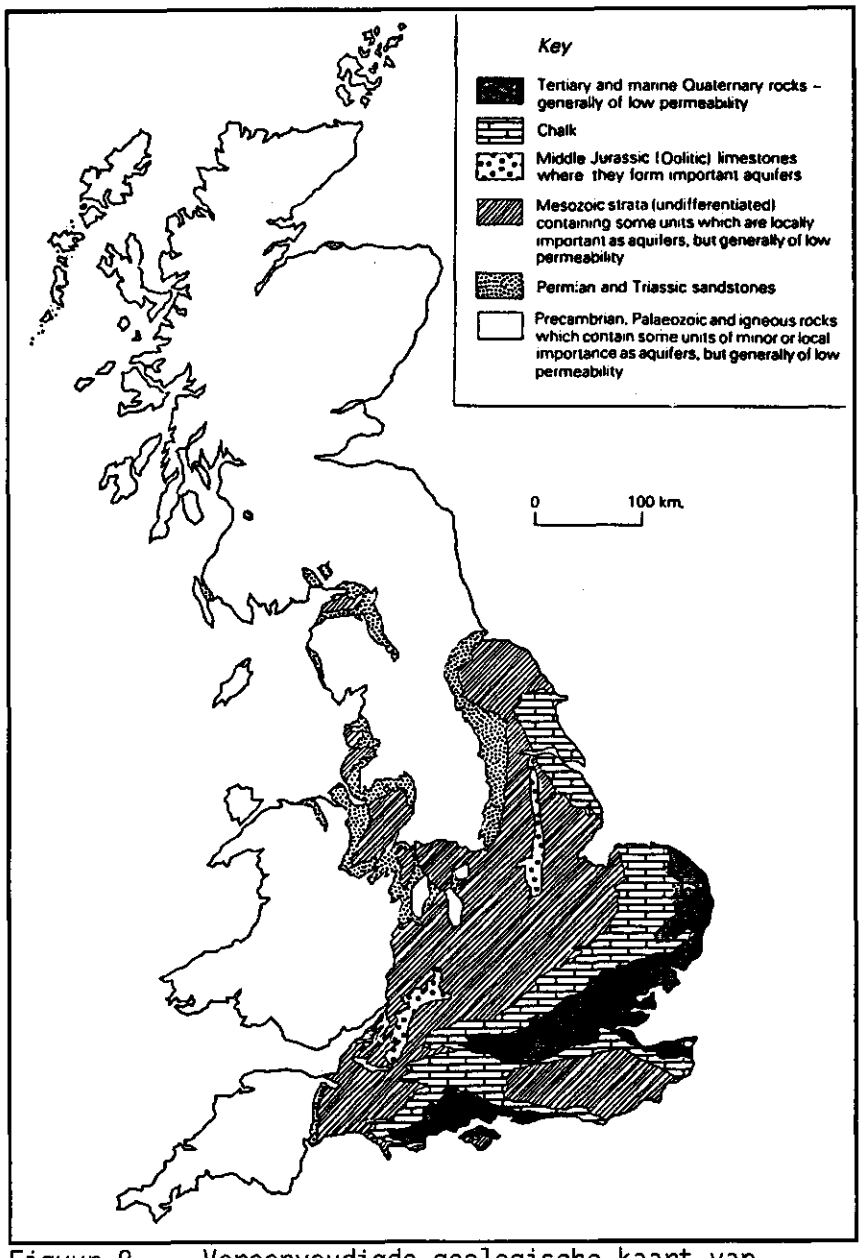
Figuur 5 Geologische kaart van de Hampshire Basin en omgeving



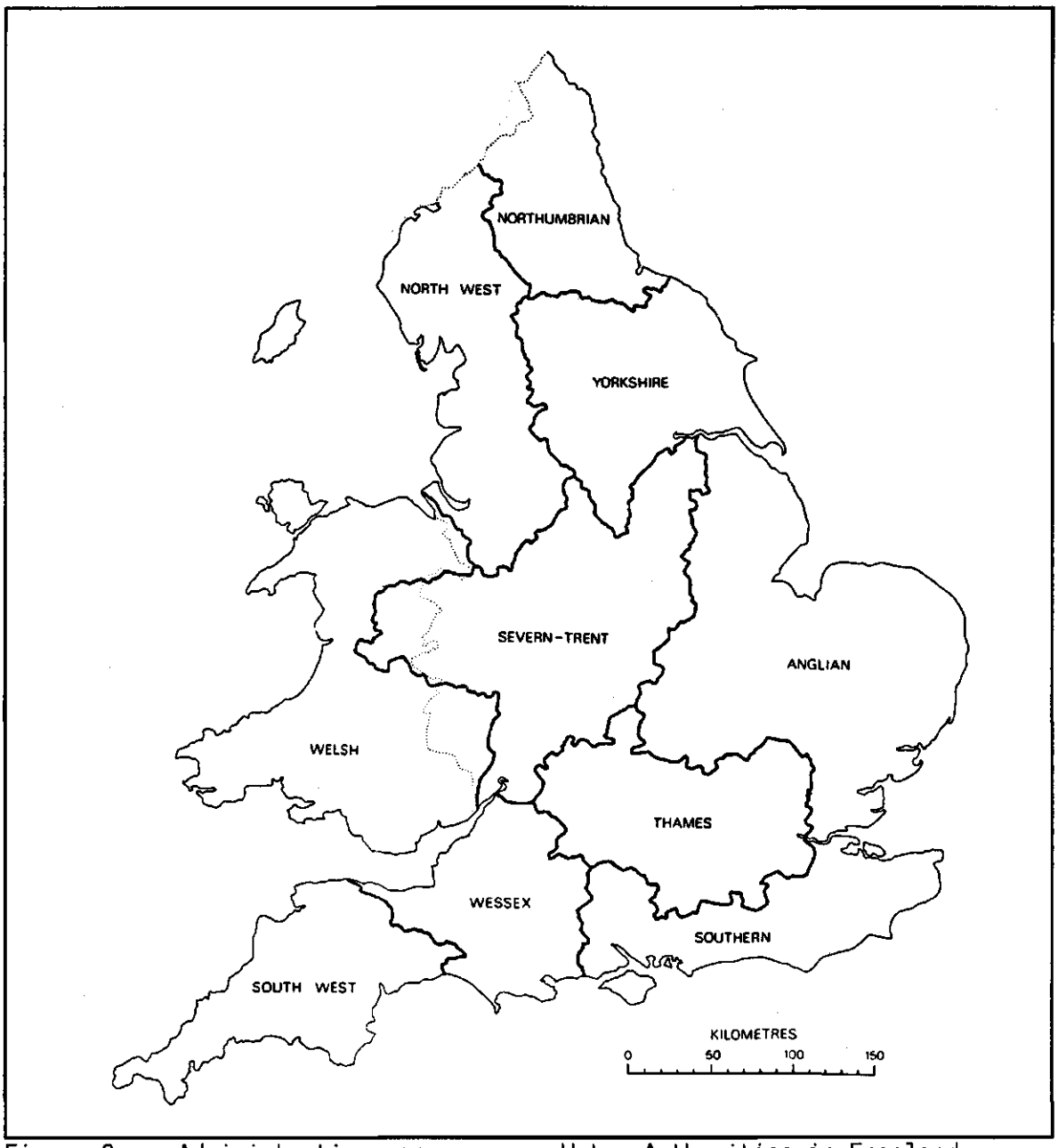
Figuur 6 Geologische dwarsdoorsnede van de Hampshire Basin



Figuur 7 Geomorfologische kaarten van het Bekken van Londen, het Bekken van Hampshire en het Wealden District



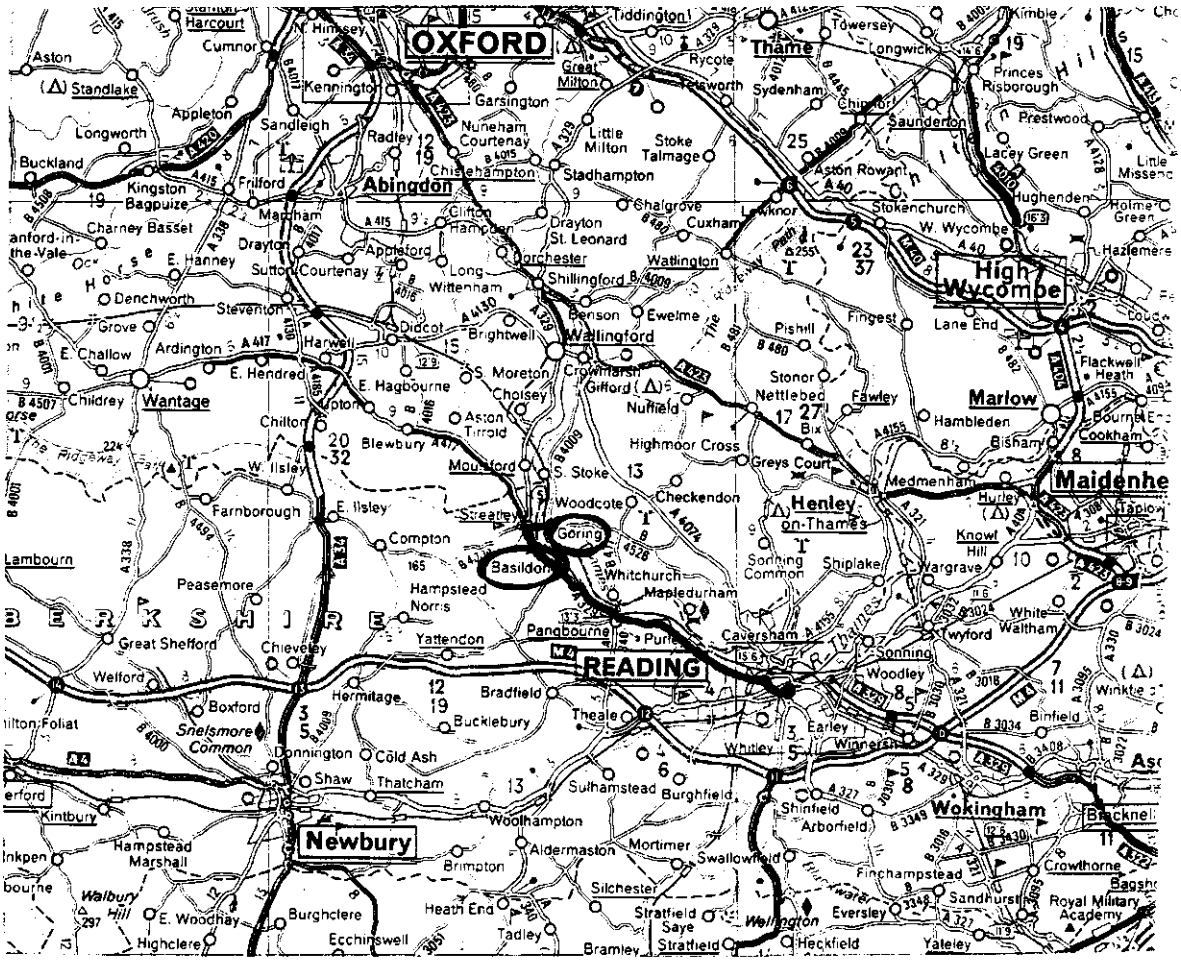
Figuur 8 Vereenvoudigde geologische kaart van Groot-Brittanië met de belangrijkste aquifers



Figuur 9 Administratieve grenzen van Water Authorities in Engeland

Maandagmiddag, 21 september 1992
BEZOEK AAN HET DEPARTMENT OF ENVIRONMENT & SCIENCE VAN THAMES WATER UTILITIES Ltd te Reading

verslaglegging: Niels Blaauw, Xander de Gans en Twan Tiebosch



INTRODUCTIE
door Mr. Brian Connorton[1]

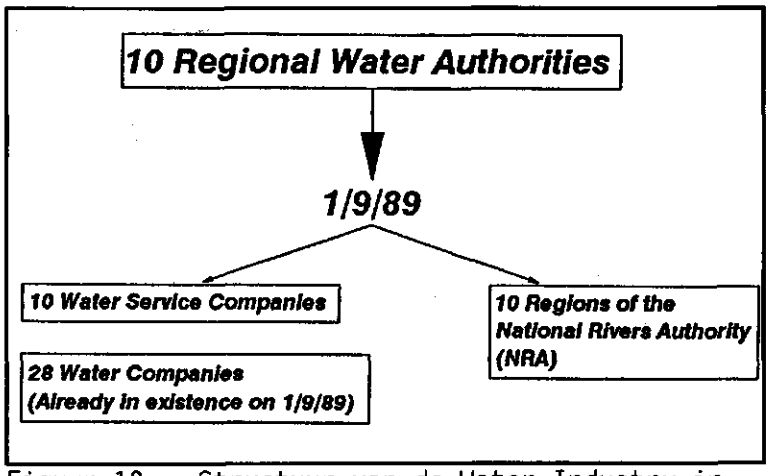
Vóór september 1989 bestonden in Engeland tien zogenaamde Regional Water Authorities die de zorg droegen voor onder meer de drinkwatervoorziening, bescherming van natuurgebieden, watervoorziening voor industrie, recreatie etc. Vanaf 1 september 1989 zijn deze Water Authorities geprivatiseerd en is er een nieuwe organisatorische indeling gemaakt. Er bestaan nu tien regio's van de National Rivers Authority (NRA), tien Water Service Companies en 28 waterbedrijven (figuur 10). De controlerende instanties (regulators) zijn de National Rivers Authority (NRA) en Her Majesty's Inspectorate of Pollution (HMIP) voor milieucontrole, de Office of Water Services

---

1 Brian Connorton is Ground Water Resources Manager bij TWU

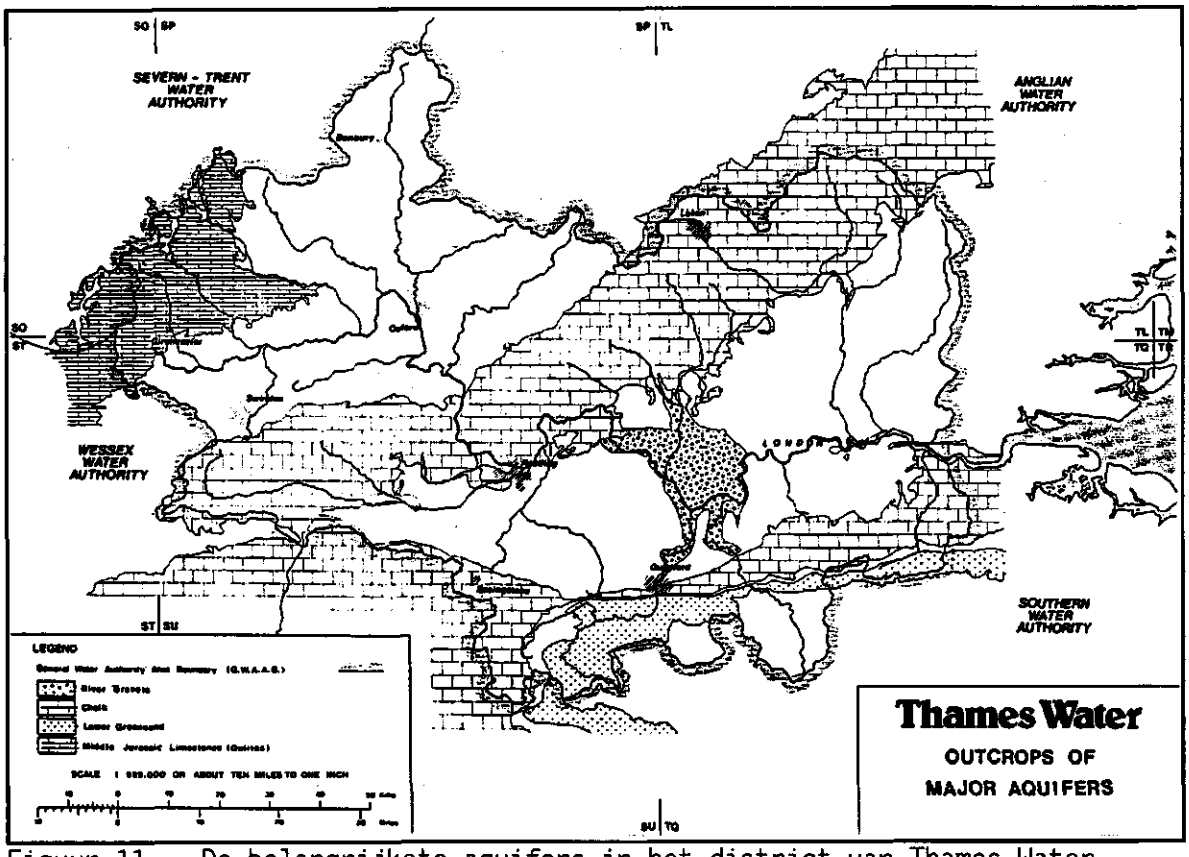
(OFWAT) voor economische controle en de Drinking Water Inspectorate (DWI) voor kwaliteitscontrole.

Thames Water Utilities (TWU) is één van de Water Service Companies. De organisatie is opgedeeld in verschillende afdelingen, die zich bezighouden met waterverstrekking, rioolwater, milieudiensten, waterzuivering, bodemhygiëne en internationale advisering.



Figuur 10 Structuur van de Water Industry in Engeland

Het gebied van de TWU heeft de vorm van een schotel waarvan de as, die van het zuidoosten naar het noordwesten loopt, iets boven Londen ligt. De geologische formaties zijn weergegeven in figuur 11.



Figuur 11 De belangrijkste aquifers in het district van Thames Water Utilities

De vier belangrijkste aquifers voor waterwinning zijn: Cotswold oölitische kalksteen (Jura), Chalk, Lower Greensands en grind (de laatste als oppervlakte aquifer).

TWU levert 2790 Ml water per dag. Dit water wordt gewonnen uit zowel grondwater (740 Ml per dag uit in totaal 150 bronnen) als oppervlakte water (2050 Ml per dag, met name uit de rivieren Thames en Lee). Het is de bedoeling om deze produktie in de komende vijf jaar uit te breiden met 180 tot 250 Ml per dag.

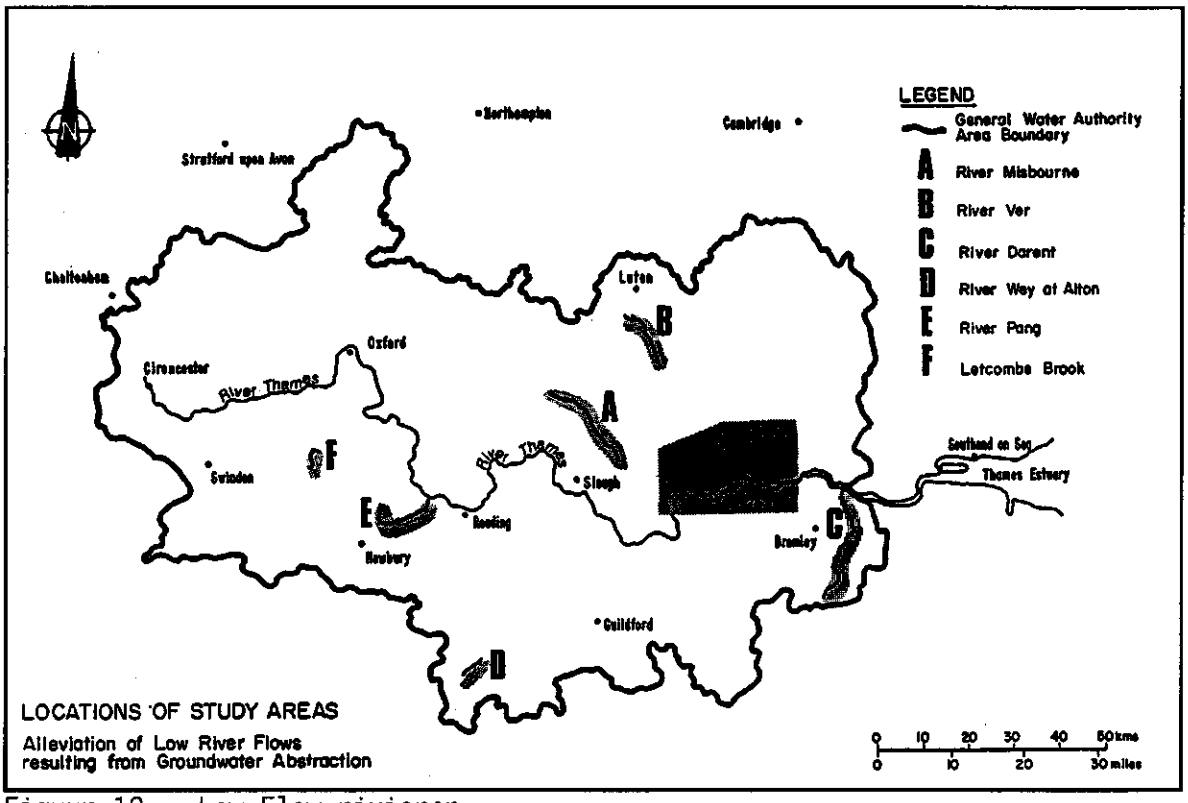
Het profiel van het gebied bestaat globaal uit kalk met daarboven zand en klei (zie Inleiding). Het kalkpakket kan beschouwd worden als een reservoir waar het gehele jaar in principe genoeg water uit gewonnen kan worden: In de winter is er een neerslagoverschot en wordt het water in de kalksteen gepompt. In de zomer, als er een neerslagtekort is, wordt het water er weer uitgepompt.

In de jaren tachtig vormden problemen van kwalitatieve aard, zoals de nitraatbelasting door de landbouw, het pesticidengebruik langs spoorwegen en verontreiniging door oplosmiddelen afkomstig van de industrie, de belangrijkste aandachtspunten van de TWU.

Doordat de toelevering van de rivieren in het algemeen groot is, heeft de TWU in haar district tot op heden, zelfs ondanks de afgelopen vier droge jaren, geen restricties gekend ten aanzien van de consument. Toch vormen de groei van het totale waterverbruik en het (deels) droogvallen van met name de kleinere rivieren in drogere tijden in toenemende mate een probleem. Bij te lage afvoeren (low flows) als gevolg van de droogte en de overonttrekking komt bovendien de waterkwaliteit in gevaar. Een extra punt van aandacht is dan ook de conditie van low flow rivieren als de Darent, Ver, Misbourne, Wey at Alton, Pang en de Letcombe Brook (zie figuur 12).

Om in de waterbehoefte te kunnen blijven voorzien, heeft TWU twee nieuwe benaderingen geformuleerd:

1. het ontwikkelen van duurzame bronnen, waaronder kunstmatige wingebieden, en
2. het 'Demand management', dat (a) de beheersing van lekkages en (b) het verzorgen van publiciteit, onderwijs, wetgeving en innovatie ter bevordering van 'water-efficiency' omvat.



Figuur 12 Low Flow rivieren:
studiegebieden in het Thames Water district

LONDON BASIN GROUND WATER DEVELOPMENT
door Mr. Keith Baxter[2]

Londen kampt met een watertekort dat kan oplopen tot 100 Ml per dag. Daarom wordt veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van Resource Development Schemes. Figuur 13 geeft de prognoses weer van de toepassing van dergelijke Schemes.

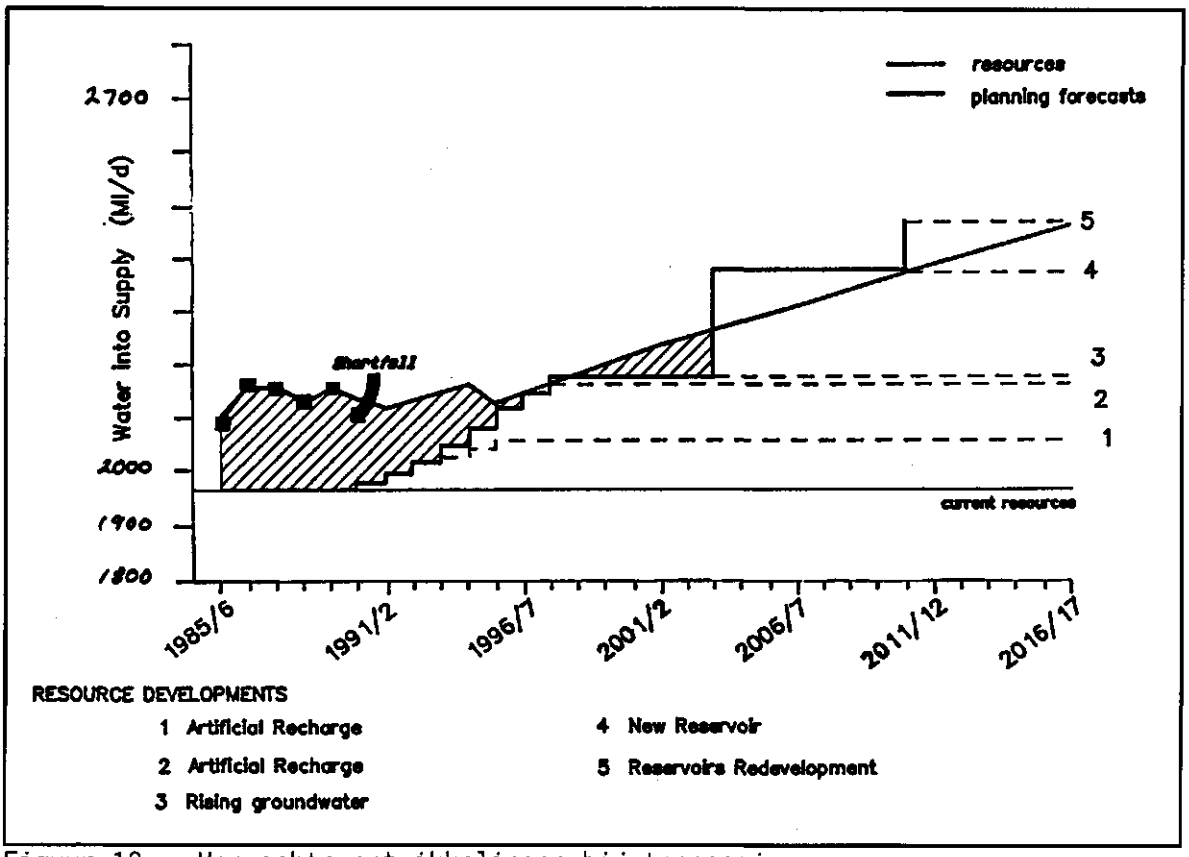
In het algemeen zijn er vijf manieren om de mogelijkheden voor waterwinning te vergroten:

1 Het debiet van de bestaande pompen vergroten;
2 Het opnieuw in gebruik nemen van verlaten of in onbruik geraakte bronnen;
3 Zowel onttrekking als aanvulling laten plaatsvinden op nieuwe en bestaande plekken;
4 Onttrekking en aanvulling van water op verschillende plekken, uitgaande van de natuurlijke grondwaterbeweging;
5 Aanvulling door niet te onttrekken, winning vindt pas plaats na natuurlijk herstel van de grondwaterspiegel.

Om de problemen in Londen te ondervangen zijn drie verschillende Resource Development Schemes ontwikkeld, voor respectievelijk Noord-, Zuid- en Centraal-Londen. In Noord- en Zuid-

---

2 Keith Baxter en Phil Aldous zijn beide Principal Hydrogeologist bij TWU



Figuur 13 Verwachte ontwikkelingen bij toepassing van Resource Development Schemes

Londen vindt kunstmatige "recharge" (aanvulling) plaats. Recharge houdt hier in dat rivierwater gedurende de winter wordt opgeslagen in Chalk. 's Zomers kan dan de wateronttrekking worden vergroot. Ter illustratie werd vermeld dat in Noord-Londen de Chalk onder een pakket ligt van Tertiaire sedimenten bestaande uit een tot ongeveer 40 meter dikke laag London Clay op een laag van 10 to 14 meter fijn zand met klei. In Centraal-Londen wordt gebruik gemaakt van een stijging van het grondwaterpeil van ongeveer 20 meter. Deze stijging is het gevolg van de verminderde vraag naar water (een afname van 42 Ml per dag) door de sterke terugval van de industrie in de periode van 1965 tot 1990.

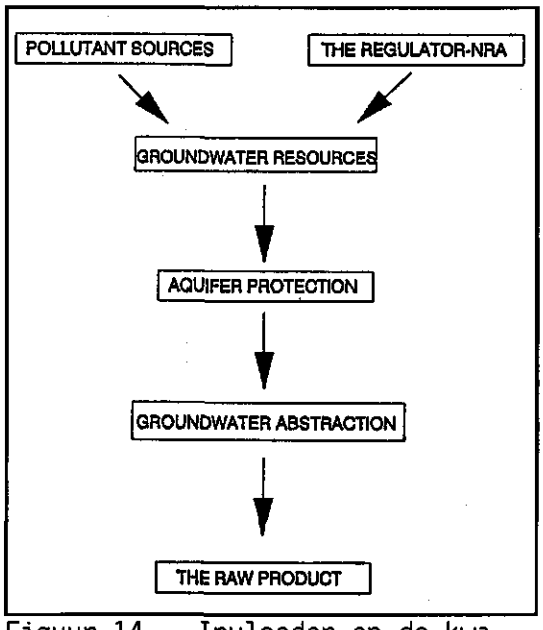
Voor de plaatsbepaling van een proefboring ten behoeve van een nieuwe locatie voor waterwinning is het volgende vereist:
- een kaart met de dikte van de relevante bodemlagen, in dit geval een afgedekte kaart van het Tertiair (m.b.v. GIS),
- een kaart met daarop droge rivierdalen die van belang zijn vanwege de hoge doorlatendheid.

De combinatie van deze twee kaarten geeft hierbij de beste proeflocaties aan.

DRINKWATERKWALITEIT
door Mr. Phil Aldous[2]

Waterzuivering kan worden opgevat als het proces dat verloopt van 'ruw water' via 'waterbehandeling' tot het eindprodukt 'drinkwater'.

Twee factoren zijn bepalend voor het 'ruwe water', namelijk de vervuilende bronnen en de bestuurlijke regulator van NRA (figuur 14).



Figuur 14 Invloeden op de kwaliteit van ruw water

Er kunnen globaal twee typen bronnen van vervuiling worden onderscheiden (tabel 4):

1 Diffuse bronnen; met name nitraat en pesticiden.
2 Puntbronnen; met name land fills, besmette industriele gronden en verontreinigingen als gevolg van ongevallen, lekkende olietanks etc.

De verandering van het landgebruik van grasland tot bouwland direct na de Tweede Wereldoorlog bracht veel hogere bemesting met zich mee. Om tegemoet te kunnen komen aan de grote vraag naar graan werd de bemesting zoveel opgevoerd dat de opbrengsten zo hoog mogelijk zouden zijn. De effecten hiervan beginnen nu, na veertig jaar, merkbaar te worden. Hoewel het nitraatgehalte in nog geen enkele bron boven de EG-norm van 50 mg/l uit komt, zijn in 46 bronnen reeds gehalten gemeten van meer dan 25 mg/l. Pesticiden zijn veelal gebruikt voor on-kruidbestrijding langs bijvoorbeeld spoorbanen.

Bescherming van de aquifers is van groot belang voor de grondwaterkwaliteit. Momenteel wordt hier in Engeland veel aandacht aan besteed. Er zijn twee regulerende wetten ten aanzien van grondwaterbescherming: De "Water Resources Act" (1981) en de "Environmental Protection Act" (1981). Beide gaan uit van het principe: "de vervuiler betaalt".

Ter bescherming van waterwinputten zijn, net als in Nederland, beschermingszônes ingesteld (aquifer protection).
De eerste zône is de 'Innerzone' van 50 dagen; de normale microbiologische verontreiniging zal binnen 50 dagen zijn afgebroken. De tweede zône is de 'Outerzone' van 400 dagen, wat voldoende is om virussen te doden. De derde zône is het zogenaamde Source Catchment Area ($Q = P_{eff} * Area$) van meer dan 400 dagen, uitgaande van een normale regenval. Het aantal dagen geeft de verblijftijd aan van een eventuele verontreiniging in de grond, voordat de betreffende put bereikt wordt.

GROUNDWATER QUALITY - POTENTIAL POLLUTANTS

POTENTIAL POLLUTANT GROUP	MAJOR SOURCE	MAJOR USE	OTHER SOURCES
NITRATES	AGRICULTURE	ARABLE/CEREAL CROPS & MARKET GARDENING	
PESTICIDES	BRITISH RAIL	RAILWAY WEED CONTROL	COUNTY COUNCIL
SOLVENTS	HEAVY ENGINEERING	METAL DEGREASING	ELECTRONICS INDUSTRY CONTAMINATED LAND DEVELOPMENT WASTE DISPOSAL
HYDROCARBONS	ENGINEERING WORKS TRANSPORTATION AND STORAGE DEPOTS	FUELS AND LUBRICANTS	WASTE DISPOSAL CONTAMINATED LAND DEVELOPMENT
METALS	REDEVELOPMENT OF CONTAMINATED LAND	METAL SMELTING WORKS & FORGES	WASTE DISPOSAL SEWAGE SLUDGE

Tabel 4 Herkomst van potentieel vervuilende stoffen

Tabel 5 laat zien wat de invloed van de gebruiksbepalingen is op het landgebruik in de verschillende zônes.

De tweede stap in het proces van waterzuivering is de waterbehandeling. Over het algemeen hoeven alleen pesticiden uit het water verwijderd te worden. Pesticiden zijn herbiciden, insecticiden en conserveringsmiddelen voor bosbehoud.

In het gebied van de TWU zijn de belangrijkste gevonden pesticiden: atrazine (61%), simazine (20%) en het nieuwe middel durron (19%). De normen voor deze middelen ter beoordeling van kwaliteit zijn lager dan die voor de volksgezondheid gelden, omdat de normen voor pesticiden gebaseerd zijn op een duurzaam milieu, de zgn. "zero pesticide pollution standard". De moeilijkheid is echter dat waterkwaliteit bepaald wordt door een veel groter aantal parameters. Hierdoor is het moeilijk daarover expliciete uitspraken te doen. Het uiteindelijke doel is een minimale waterkwaliteitsbehandeling (en dus is maximale bronbescherming vereist).

NATIONAL RIVERS AUTHORITY - GROUNDWATER PROTECTION POLICY
LANDFILL ACCEPTABILITY MATRIX

ZONE / ACTIVITY	SOURCE PROTECTION		
	I Inner Zone	II Outer Zone	III Catchment Zone
1. Hazardous	Not acceptable	Not acceptable	Not acceptable
2. Municipal (domestic commercial, industrial)	Not acceptable	Not acceptable	Only acceptable with engineered containment and operational safeguards
3. Construction and demolition industry wastes (low polluting potential)	Not acceptable	Acceptable subject to evaluation on a case by case basis and adequate operational safeguards	Acceptable subject to evaluation on a case by case basis and adequate operational safeguards.
4. Inert wastes (limited polluting potential)	Not acceptable	Acceptable only with adequate operational safeguards	Acceptable only with adequate operational safeguards.

Tabel 5 Aquifer beschermingszônes en toelaatbaarheid van activiteiten

INLEIDING OP HET VELDBEZOEK AAN GATEHAMPTON EN BLEWBURY
door Mr. Mike O'Shea[3]

Dinsdagochtend zal een bezoek gebracht worden aan de waterwinning in Gatehampton en een plaats waar zich een low flow situatie voordoet bij het dorpje Blewbury.

De waterwinning in Gatehampton is de grootste van TWU. De Thames heeft zich hier ingesneden in een "Chalk outcrop", waardoor de kalk nu plaatselijk aan de oppervlakte treedt.

---

3 Mike O'Shea is Ground Water Development Manager bij TWU

Aan de westzijde is dit het geval bij Berkshire Downs en aan de oostzijde bij Chiltern Hills. Het daar voorkomende gesteente is Chalk waarin veel "fissures" (spleten) voorkomen. Hierdoor is de "fracture-permeability" hoog (ca. 100.000 m/d) en kan er een hoge opbrengst aan winbaar water worden verkregen. De effectieve dikte van de kalklaag is 40 tot 45 meter. Op de Chalk is door de Thames een kleilaag afgezet die een beschermende werking heeft voor de onderliggende kalksteen.

De pompput bij Gatehampton is afgewerkt met een stalen mantel (casing) die tot 30 meter diep zit i.p.v. de gebruikelijke 15 meter omdat de kalksteen zo verbrokkeld is. De maximale opbrengst van de put is 120 Ml per dag, hetgeen aantoont dat de permeabiliteit door de vele spleten hoog moet zijn. Bij pompproeven is gebleken, dat ook aan de overzijde van de Thames aanzienlijke verlagingen van de grondwaterstand optreden. De rivier staat dus niet direct in contact met het grondwater, want anders zou er nalevering van rivierwater naar het grondwater moeten plaatsvinden. De relatie tussen grond- en rivierwater moet echter nog nader onderzocht worden.

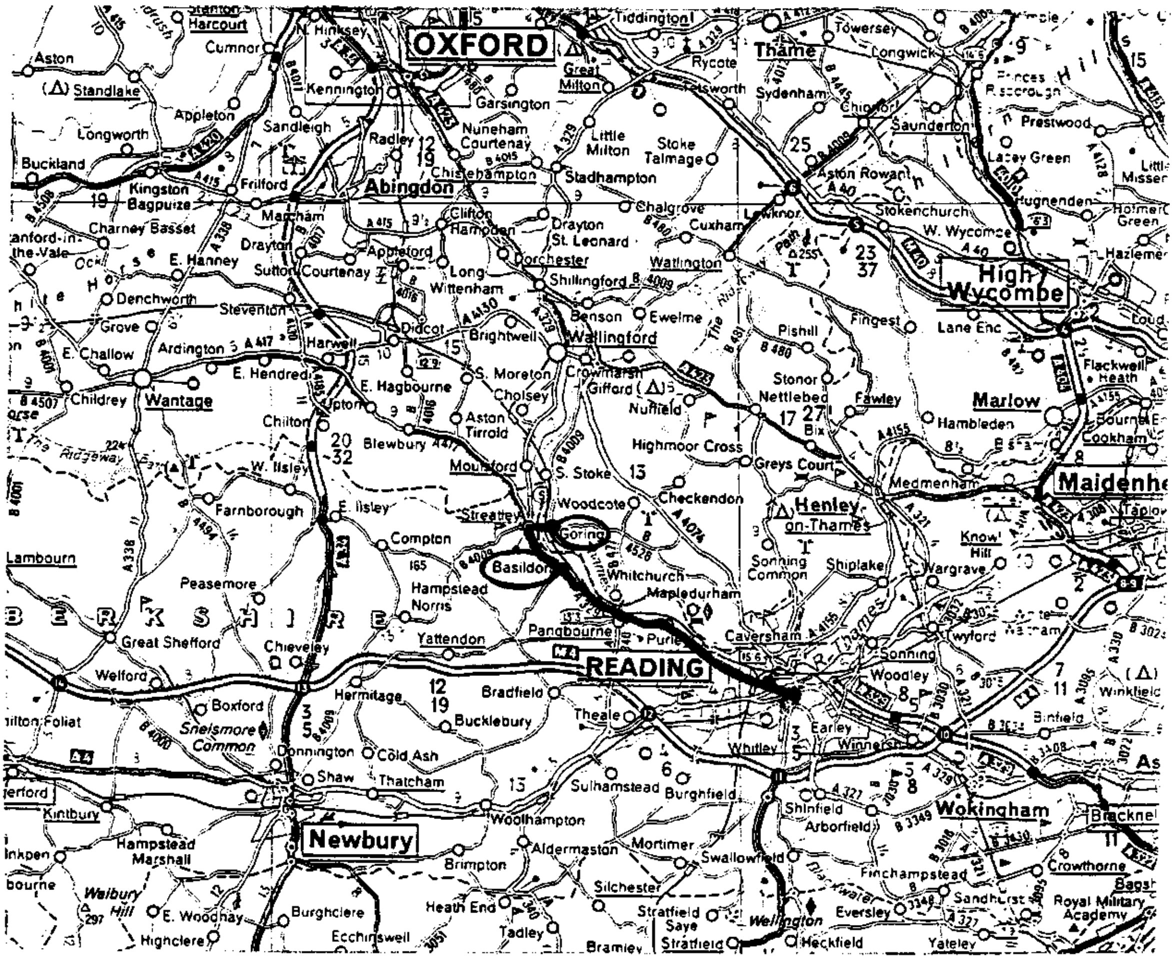
British Rail tekende bezwaar aan tegen de afgifte van een pompvergunning, omdat men vreesde voor verzakking van de spoordijk door de waterwinning. Uiteindelijk heeft TWU kunnen aantonen dat er van zetting (daling van het maaiveld) geen sprake was en kon men alsnog aan de ontwikkeling van de winning bij Gatehampton beginnen. Bij deze ontwikkeling is een stapsgewijze vergroting van de hoeveelheid opgepompt water toegepast. Er is door NRA een vergunning afgegeven voor onttrekking van 70 Ml/d. Momenteel wordt tot 50 Ml/d gepompt.

TWU had verzocht om het spuiten van pesticiden langs de spoorweg bij Gatehampton te staken. Het gevaar bestond immers dat deze stoffen op een gegeven moment het grondwater zouden bereiken. Na enige jaren is men uiteindelijk overeengekomen dat het personeel, dat het sproeivoertuig bedient, bij Gatehampton het spuiten onderbreekt. Er worden nu dus geen pesticiden gebruikt langs dit deel van het spoortraject.

Het probleem van de 'low flows', ofwel lage afvoeren, wordt geïllustreerd aan de hand van de winning bij Blewbury. Hier is de onttrekking stopgezet vanwege chemische verontreiniging van het grondwater. De bevolking verwachtte dat daardoor de drooggevallen vijver in het dorp zich weer zou vullen. Vooralsnog is dit echter niet gebeurd, wat voor TWU een bewijs is voor hun redenering dat het droogvallen van de vijver geen gevolg is van onttrekking van grondwater.

Dinsdagochtend, 22 september 1992
VELDBEZOEK AAN GATEHAMPTON EN BLEWBURY
begeleid door Mr. Michael O'Shea en Mr. Phil Aldous

verslaglegging: Marc Balemans, Ben den Toom en Arjanne Rohaan



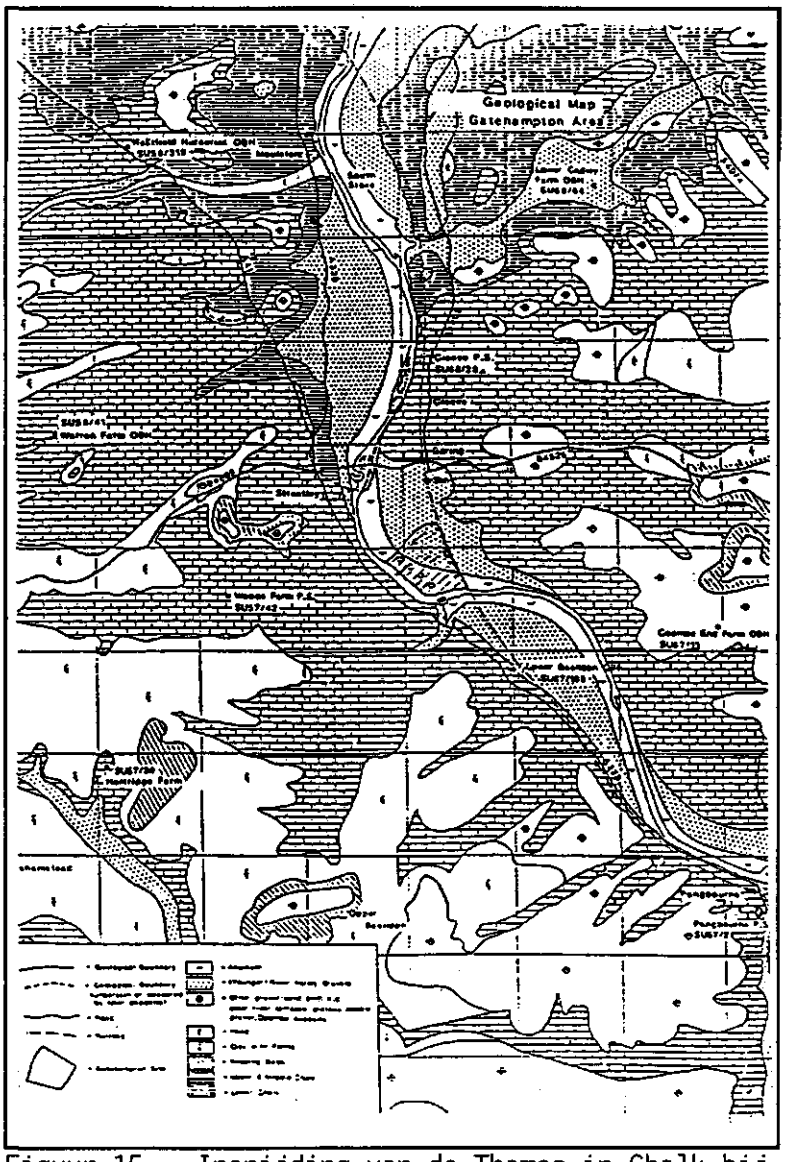
Geologisch gezien bestaat het Thames Water district uit twee delen. Het grootste deel bestaat uit Chalk met aangrenzend Greensand (figuur 11). Het Greensand vormt als het ware een uitloper van het synclinale Bekken van Londen die ten zuiden van Londen onder de Chalk uitkomt en zodoende tevens de rand vormt van de Wealden-anticline (figuur 4).

Zoals eerder is opgemerkt, is de primaire permeabiliteit van Chalk zeer klein. De waarde als aquifer wordt dan ook voornamelijk ontleend aan de secundaire permeabiliteit. Bij de onttrekking van grondwater hebben we bijna uitsluitend te maken met fissure flow. Het Greensand heeft een redelijke permeabiliteit. Omdat er hydraulische continuiteit bestaat tussen Chalk en Greensand worden ze beschouwd als één aquifer.

GATEHAMPTON

Gatehampton is gelegen op de noord-oost oever van de Thames nabij het dorpje Goring-on-Thames. De Thames heeft zich hier ingesneden in de Chalk (figuur 15).

De Chalk-aquifer heeft een dikte van ongeveer 45 meter. De opbouw is als volgt:
De bovengrond bestaat uit alluviale afzettingen met gravel. De totale dikte bedraagt ongeveer 13 meter. Hieronder vinden we een restant van Middle Chalk (maximaal 29 meter dik) en Lower Chalk. De aquifer heeft een goede permeabiliteit doordat deze veel spleten bezit. De grondwaterspiegel bevindt zich tussen 1.5 en 6.0 meter beneden maaiveld.



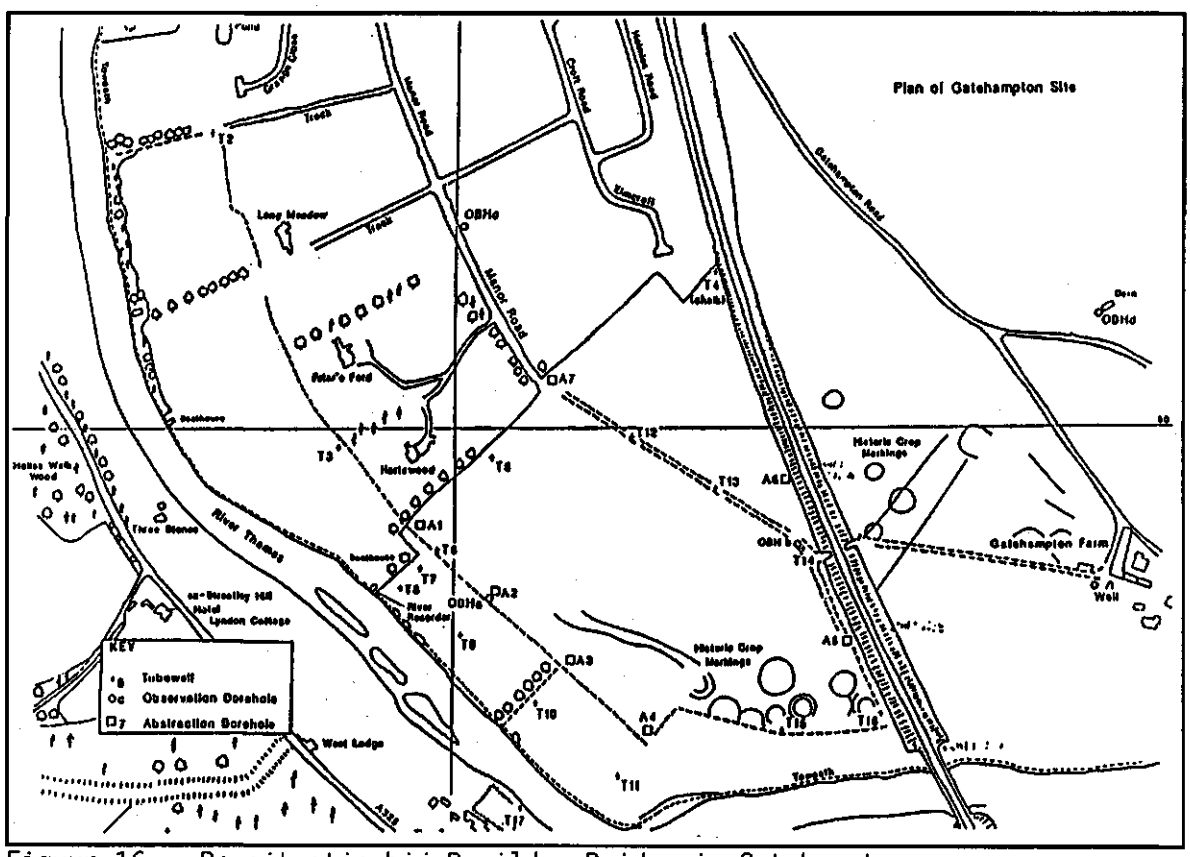
Figuur 15 Insnijding van de Thames in Chalk bij Gatehampton

In dit gebied, dat ongeveer 85 km² beslaat, wordt door de watermaatschappij gemiddeld 105 Ml/dag onttrokken. Het gebied dient tevens als "source recharge area" bij een effectieve neerslag van 300 mm per jaar. Van regeringswege is Thames Water Utilities verplicht het water bovenstrooms te distribueren omdat het effect van de winning op de Thames nog onduidelijk is.

De grondprijs is vrij hoog, wat mede wordt veroorzaakt door de hoge landschappelijke waarde die aan het gebied wordt toegekend. Daarom zijn de pompputten ondergronds afgewerkt en zijn de eventuele opstallen zodanig gebouwd dat die aangepast zijn aan het landelijke karakter van het gebied. De landbouw is vrij extensief en gebonden aan veel voorwaarden. Dit komt voort uit het feit dat de onttrekkingen de landbouw veel

schade toebrengt. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen is verboden. Dat de gewasopbrengsten lager zijn, is een punt van discussie.

Eén van de problemen die men bij exploitatie of vergunningverlening van grondwatervoorraden kende was, zoals eerder gezegd, het feit dat de British Rail zich verzette tegen het aanleggen van pompputten in de nabijheid van de spoorbrug over de Thames. De grondwateronttrekking zou invloed hebben op de stabiliteit van de dijklichamen doordat de kalk zou oplossen en doordat fijner materiaal meegevoerd zou worden, met als gevolg dat de Basildon spoorbrug zou verzakken (figuur 16). Arup Geotechnics heeft een onderzoek uitgevoerd naar de eventuele effecten van de onttrekking. Uit het onderzoek is gebleken dat de brug gefundeerd is op de gravels onder de 3 meter dikke alluviale kleien. Theoretisch onderzoek toonde aan dat onttrekking van grondwater een zetting betekende van 90 mm van de alluviale klei over een periode van ongeveer 7 jaar. In 1986 en 1987 is een test uitgevoerd door de grondwaterstand tot onderaan de klei te brengen. Gedurende 2 tot 3 maanden zijn echter geen zettingen van betekenis geconstateerd. Mede hierdoor verwacht men dat de grondwateronttrekking nauwelijks invloed zal hebben op de stabiliteit van de funderingen. Door monitoring zou dit gecontroleerd kunnen worden. Mr. O'Shea vertelde dat British Rail hier uiteindelijk toch niet mee akkoord is gegaan zodat besloten is dat, zodra zich problemen voordoen met de brug, de schade voor rekening van TWU komt.

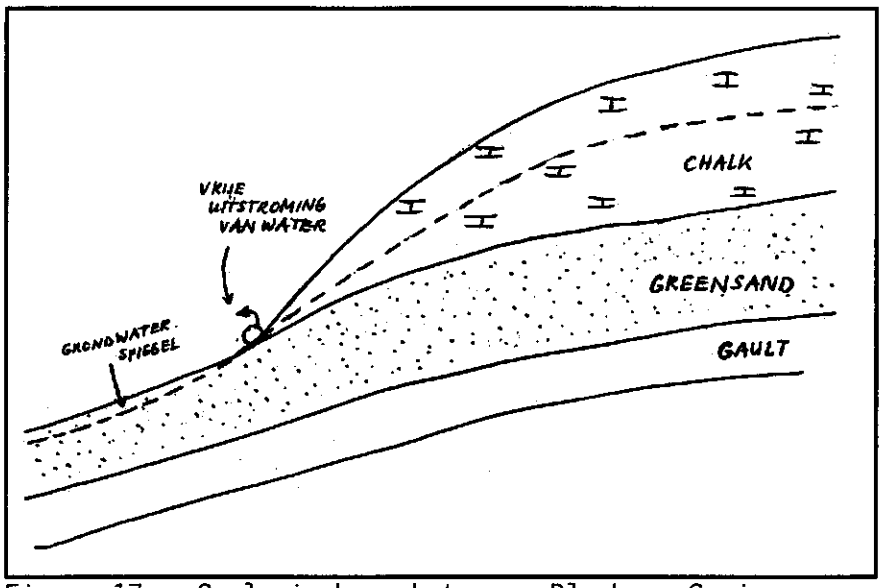


Figuur 16 De situatie bij Basildon Bridge in Gatehampton

BLEWBURY

Geologisch gezien bestaat het gebied waarin Blewbury ligt uit drie lagen. De bovenste laag is Chalk, de tweede laag bestaat uit Greensand en de derde laag uit Gault. De Chalk is hier zo'n 15 meter dik en heeft een grote porositeit (40 tot 50 %), lage primaire en hoge secundaire permeabiliteit. Het onderliggende Greensand heeft een dikte van 10 meter en vormt samen met de Chalk één aquifer. De formatie uit het Onder Krijt, Gault, bestaat voornamelijk uit klei en vormt een ondoorlatende basis.

Bij Blewbury zijn bronnen onstaan vanwege een discontinuiteit in de Chalk (figuur 17). Deze bronnen geven het gebied een bijzondere landschappelijke waarde. Veel mensen trekken er daarom naar toe. Het water uit deze bronnen heeft een EC van 640 µS/cm en een temperatuur van 14.8 °C. Omdat dit gemeten is in een poel zijn het geen representatieve waarden voor het bronwater zelf.

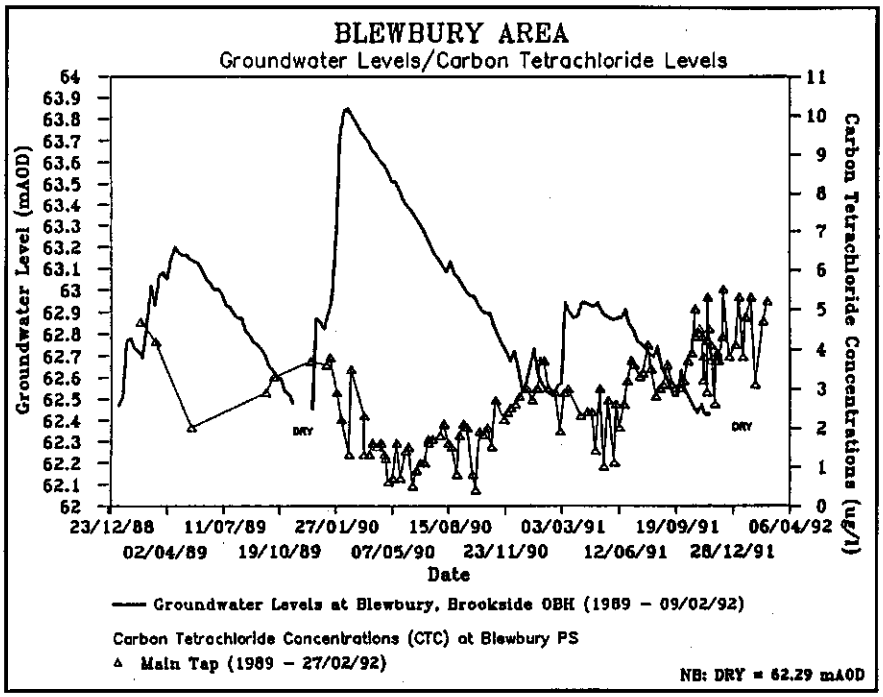


Figuur 17 Geologische schets van Blewbury Springs

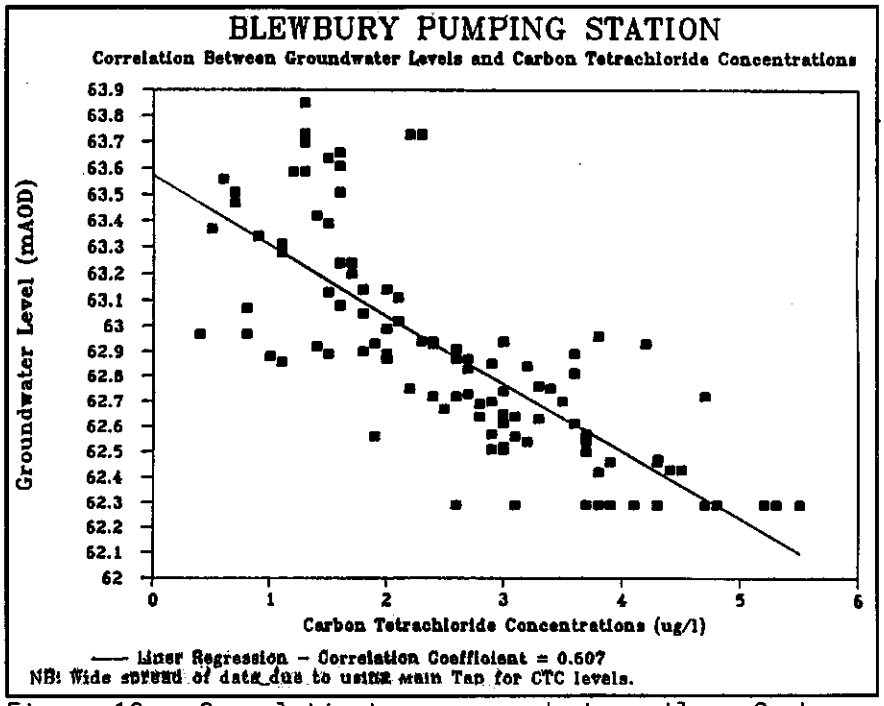
Enkele jaren geleden hebben de mensen van Thames Water op ongeveer 800 meter afstand van de bronnen een pompput geslagen. De vergunning voor deze put werd zonder problemen verkregen, iets wat nu waarschijnlijk niet meer zou gebeuren. De pomp heeft een capaciteit van 7 Ml/dag. Het water dat wordt opgepompt komt uit de Chalk en het Greensand. Vanwege chemische verontreiniging (carbon tetrachloride) is de grondwaterwinning op dit moment stop gezet. Uit de grafieken die we van het opgepompte water hebben gekregen (zie figuren 18 en 19), blijkt dat hoge grondwaterstanden samen gaan met lage concentraties van carbon tetrachloride. De tweede grafiek toont de beide grootheden ten opzichte van de tijd in het jaar. Hier komt het hierboven genoemde verband nog duidelijker naar voren.

Ongeveer tien maanden voor ons bezoek (najaar 1991) zijn de bronnen droog komen te staan. Hoewel men al enige tijd met het oppompen van het water gestopt is, denken de omwonenden van Blewbury Springs toch dat dit de oorzaak van het droog staan is. Zij proberen dan ook te bewerkstelligen dat Thames Water

het pompstation definitief sluit. Thames Water denkt niet dat het pompstation de boosdoener is. Volgens hen zijn de laatste drie droge jaren de oorzaak van het droogstaan van Blewbury Springs.



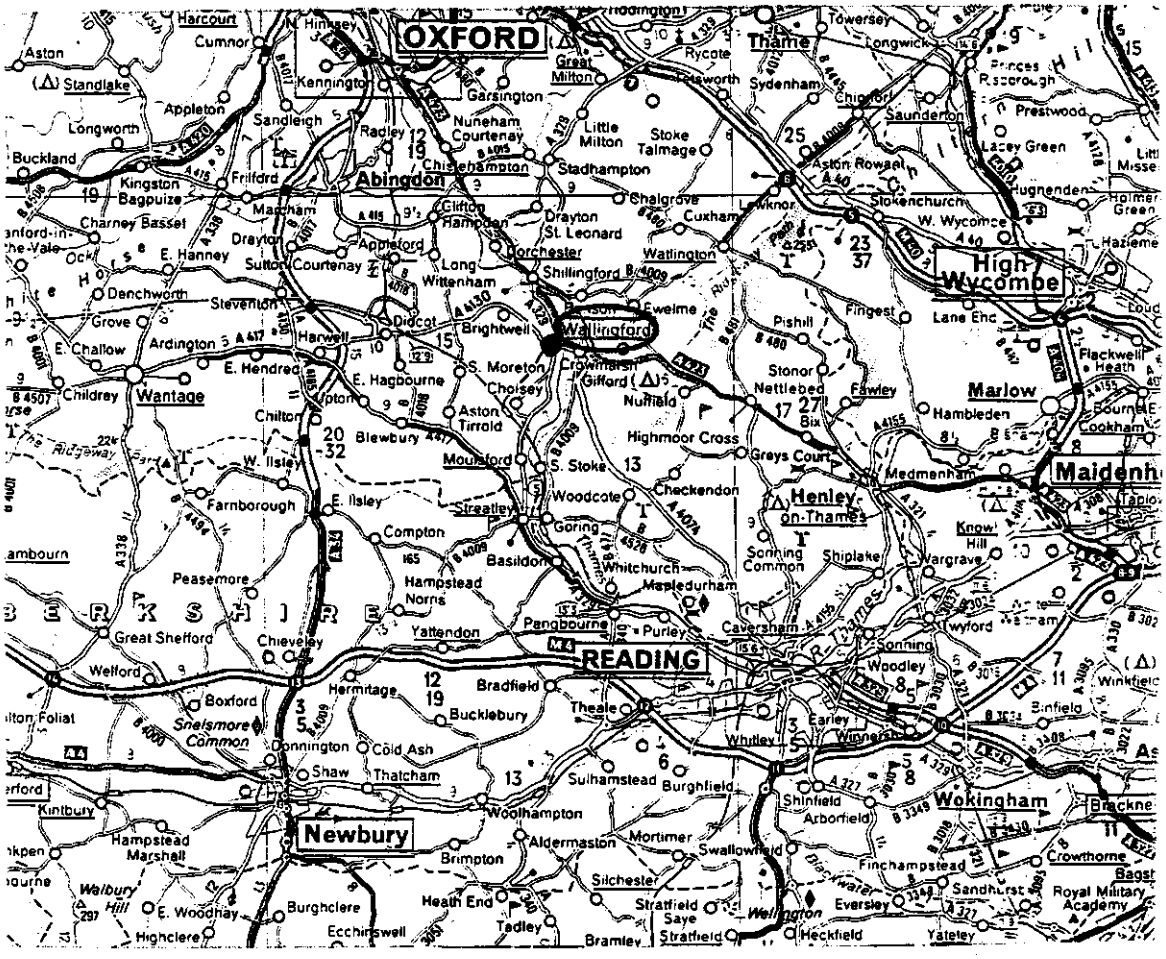
Figuur 18 Grondwaterpeil en Carbon Tetrachloride-niveaus bij Blewbury



Figuur 19 Correlatie tussen grondwaterpeil en Carbon Tetrachloride concentraties bij Blewbury

Dinsdagmiddag, 22 september 1992
BEZOEK AAN HET INSTITUTE OF HYDROLOGY te Wallingford

verslaglegging: Wim Hazeu, Adriënne Jansen en Kees van Son



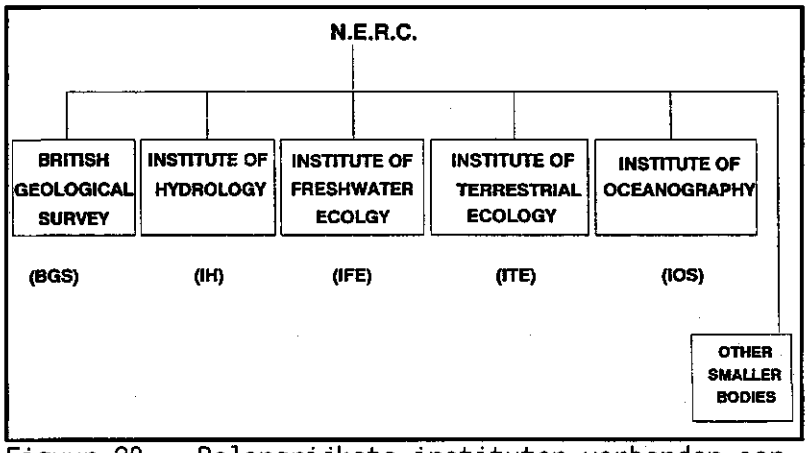
ORGANISATIE EN ROL VAN HET INSTITUUT
door Mr. Neil Runnalls

Het Institute of Hydrology valt met vier andere onderzoeksinstituten, waaronder de British Geological Survey, onder de organisatorische koepel van de Natural Environment Research Council (NERC, figuur 20).

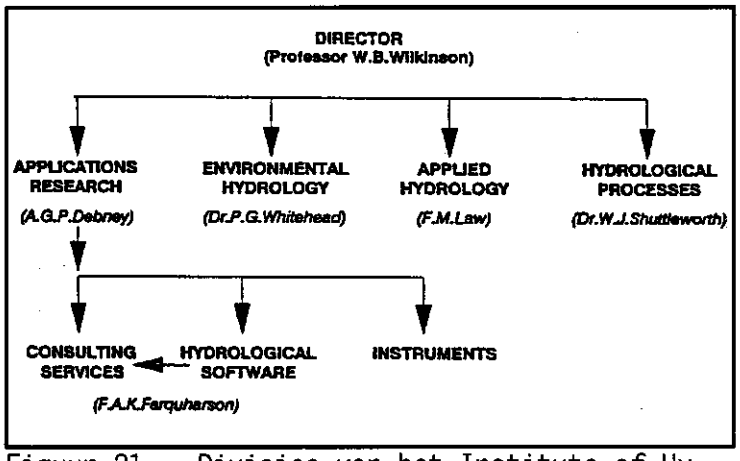
Het instituut is onderverdeeld in vier divisies (figuur 21) en wordt gefinancierd door zowel overheid als industrie. Buiten de werkzaamheden in Groot-Brittannië ontplooit het instituut ook steeds meer activiteiten in Afrika en Azië. Deze activiteiten worden mede gefinancierd door het Department of Overseas Affairs.

DE WENTWORTH GOLF CLUB

Als voorbeeld van een activiteit van het Institute of Hydrology wordt het geval van de Wentworth Golf Club besproken.



Figuur 20 Belangrijkste instituten verbonden aan het Natural Environment Research Council (NERC)

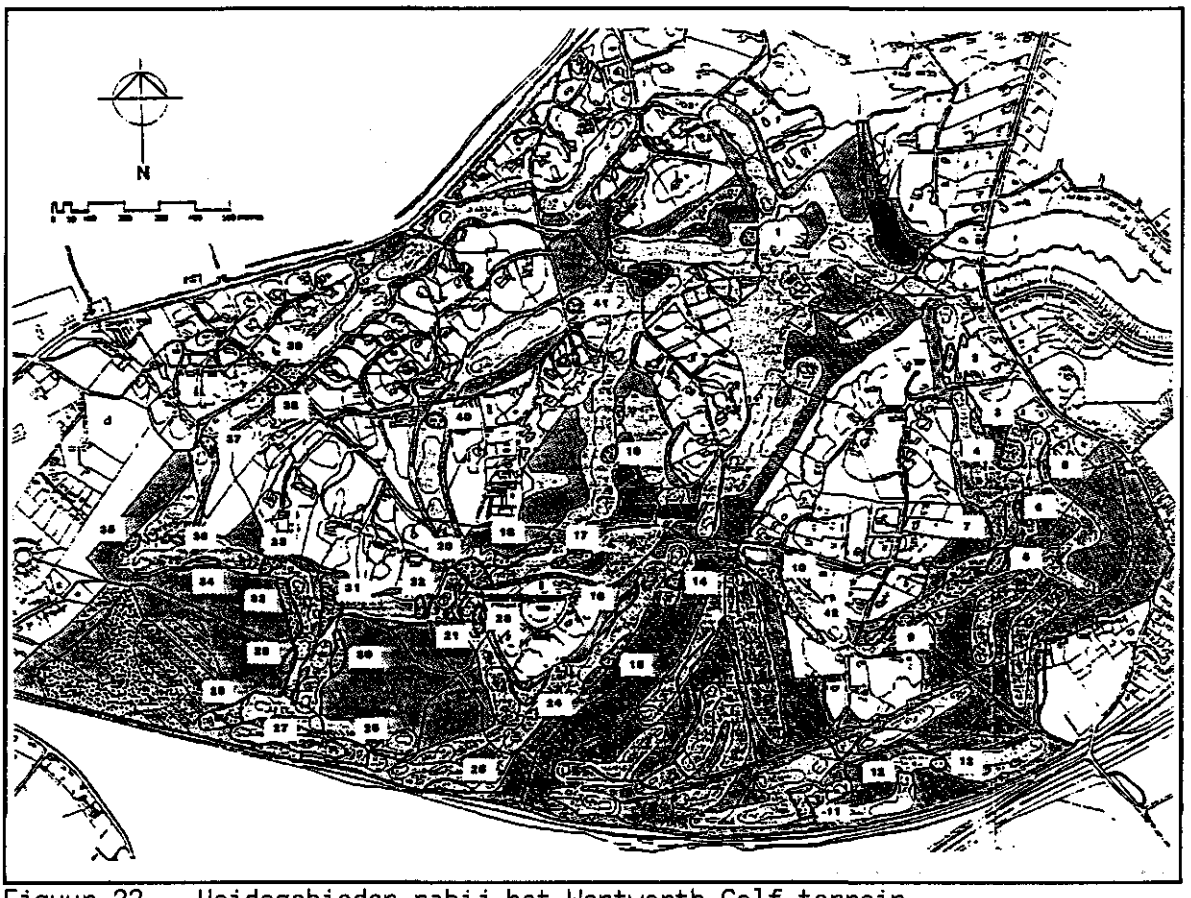


Figuur 21 Divisies van het Institute of Hydrology

Deze internationaal vermaarde golfclub, riep de hulp in van het instituut omdat men te kampen had met een probleem: Enkele sterspelers klaagden over de snelheid waarmee de golfballen zich over 'the Green' verplaatsten. Na onderzoek bleek dat de bodem te hard was, met als gevolg dat de golfballen een te hoge snelheid kregen. Een oplossing leek te liggen in het bevochtigen van de bodem door middel van irrigatie. Hieraan waren echter nogal wat restricties verbonden. In de nabijheid van 'the Green' bevinden zich bijvoorbeeld twee wetlands en enkele kleine heidegebieden (figuur 22), die beschermd dienden te worden tegen mogelijke verontreinigsstromen uit de omgeving. Ook het aantal uren dat er geïrrigeerd mocht worden was beperkt: van 23.00 uur tot 5.00 uur, dus een totale irrigatietijd van zes uren.

Men had de volgende opties met betrekking tot bronnen voor het irrigatiewater: oppervlaktewater, grondwater, drinkwater, leidingwater en regenwater. Ook combinaties van deze bronnen werden tot de mogelijkheden gerekend.

De vraag was nu hoeveel water er nodig zou zijn. Dit hing af van een aantal factoren, namelijk de gemiddelde neerslagintensiteit, het type bodem, het type gras, het irrigatieniveau, de irrigatie-effectiviteit etc. Na alle variabelen bestudeerd te hebben kwam men tot een getal van 158.000 m^3 water voor gemiddelde omstandigheden en ongeveer 450.000 m^3 water voor een droog jaar. De diverse opties voor bronnen werden vervolgens onderzocht. Tabel 6 geeft een financieel overzicht van de mogelijkheden.



Figuur 22 Heidegebieden nabij het Wentworth Golf-terrein

Het oppervlaktewater mocht vanwege de droogteproblemen, vooral 's zomers, niet gebruikt worden. De NRA vond het gevaar dat diverse stroompjes droog zouden vallen te groot en gaf daarom geen toestemming voor het gebruik. In de Winters zou wel geïrrigeerd mogen worden met oppervlaktewater, maar in dat seizoen wordt niet gespeeld. Het water zou in de winter eventueel onttrokken kunnen worden voor opslag. De hiervoor aan te leggen reservoirs op het golfterrein zouden 's zomers echter door het watergebruik vrijwel zeker in (stinkende) modderpoelen veranderen. Deze poelen zouden zich dan te dichtbij 'the Green' bevinden, iets wat de golfclub esthetisch niet verantwoord vond.

Er is nog overwogen om de zogenaamde waste water treatment optie te gebruiken, maar het 'probleem' met de reservoirs zou daarmee niet opgelost worden. Ook technisch gezien waren er enkele problemen met betrekking tot het gebruik van oppervlaktewater. Het sproeien van het water door middel van vernevelaars kon problemen opleveren voor de gezondheid van de spelers. Men kon er immers bijna zeker van zijn dat het water dat in de reservoirs was opgeslagen niet geheel vrij zou zijn van ziekteverwekkers. Behandeling van het oppervlaktewater alvorens te gaan irrigeren zou teveel capaciteitsproblemen opleveren. Hiermee was de optie oppervlaktewater definitief van de baan.

Voor irrigatie met grondwater was men in principe aangewezen op winning uit het Lower Greensand (440-460 m -mv). Het artesisch water dat hieruit gewonnen kon worden, zou de kosten aanzienlijk drukken. Grondwaterwinning uit de Tertiaire afzettingen en de Chalk waren technisch gezien wel mogelijk, maar werden niet toelaatbaar geacht door NRA. Waterwinning uit het Lower Greensand was enkele tientallen jaren geleden gebruikelijk. Door veranderingen in het gebruik, met name als gevolg van de afgenomen winning voor industriële doeleinden, bleek de grondwaterspiegel te stijgen. De NRA wist echter niet precies hoe groot de aanvulling was en waar die optrad. Uiteindelijk was de NRA bereid een licentie voor winning uit het Lower Greensand af te geven die tien jaar geldig zou blijven. De golfclub vond dit onvoldoende en koos tenslotte voor het aankopen van drinkwater als irrigatiewater.

	Availability	Risk Assessment	Capital Cost £	Operating Cost £/m3	Unit Cost £/m3	Environmental Constraint
MAINS	>500,000 m3	Drought Order	-	0.26	0.26	Alkaline Water
SURFACE						
Bourne River	<500,000 m3	Minimal	700,000	0.01	0.90	Reservoir construction
Chobham Common	<150,000 m3	Minimal	700,000	0.01	0.90	Reservoir construction Upper limit on abstraction determined by 95 percentile flow
GROUNDWATER						
Tertiary (0.6 l/s)	<280,000 m3	Locating yield	9000 - 11500 per hole	0.01	0.15	Need for aeration
(2.5 l/s)	<280,000 m3	Locating yield	9000 - 11500 per hole	0.01	0.05	Need for aeration
Upper Chalk (6 l/s)	>500,000 m3	Locating yield	55,000	0.06	0.15	Alkaline water
(12 l/s)	>500,000 m3	Locating yield	55,000	0.06	0.12	Alkaline water
Lower Greensand	>500,00 m3	Licensing restrictions	70,000	0.01	0.03	Temperature and salinity of water
REITREATMENT	<40,000 m3	Minimal	187,000	0.10	0.79	Health problems from spray irrigation

Tabel 6 Kostenvergelijking voor verschillende opties bij bodembevochtiging Wentworth Golf Club

Ook deze optie bleek niet geheel probleemloos te zijn. Het drinkwater, afkomstig uit de kalkaquifer (150-180 m -mv), was (en is) niet geschikt om over de relatief zure bodem verspreid te worden. De aanwezige heidevegetatie zou meer concurrentie te duchten krijgen van agressief groeiende grassoorten die in hun groei extra gestimuleerd zouden worden door het voor irrigatie gebruikte kalkwater dat een basisch karakter heeft. Daarnaast zouden ook weer problemen optreden gedurende droge zomers.

LOW FLOW HYDROLOGY
door Dr. Allan Gustard

Tijdens deze voordracht is gesproken over de internationale samenwerking in verband met het low flow-onderzoek, over low flow-variatie in tijd en ruimte en over de waterkwantiteit in relatie tot de aquatische ecologie.

FRIEND is een internationaal samenwerkingsverband, waar ook de LU Wageningen aan deelneemt. De afkorting staat voor Flow Regimes for International Experimental and Network Data. In dit internationaal samenwerkingsverband worden de gegevens met betrekking tot rivieren en beken uit diverse landen met elkaar vergeleken. Verder tracht men een verklaring te vinden voor de variabiliteit in de afvoer van oppervlaktewater en, met name, voor de periodiek lage afvoeren van sommige rivieren. Tabel 7 geeft een aantal redenen waarom low flow-onderzoek wordt uitgevoerd.

USES OF LOW FLOW INFORMATION

1. Gauging station design
2. Navigation level
3. Sediment deposition
4. Limitation to abstraction
5. Fisheries
6. Reservoir design
7. Dilution of effluent
8. Consents and licensing water use
9. Hydro power production
10. Amenity use
11. Drought indexing and studies
12. Hydrogeological studies

Tabel 7 Gebruik van low flow informatie

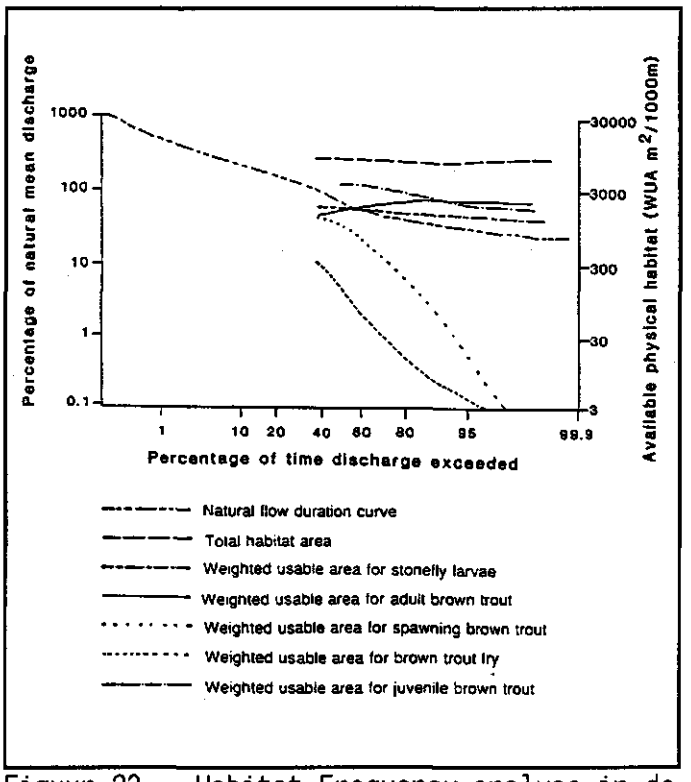
Door middel van verschillende grafische en wiskundige toepassingen kunnen de afvoerregimes van rivieren worden samengevat in enkele goed hanteerbare low flow-indices waardoor het vergelijken van deze afvoerregimes eenvoudiger wordt. Met behulp van afvoerverlopen worden low flow-indices berekend zoals de Base Flow Index, de Mean Annual Minimum en Q95 (95 percentile exceedance probabilitiy of particular flow rates) etc. Zodoende kunnen verschillen in klimaat, landgebruik hydrogeologie en seizoenseffecten worden weergegeven.

De meest opmerkelijke toepassing van de low flow-vergelijking is die van het programma Micro Low Flow. Micro Low Flow stelt regressievergelijkingen op waarin low flow-indices worden gerelateerd aan diverse variabelen zoals stroomgebiedsgrootte, neerslag, bodemtype, landgebruik enzovoort. Het grootste probleem met deze vergelijkingstechniek op dit moment is het ontbreken van goede gedigitaliseerde geologische informatie. Er bestaat behoefte aan drie soorten gedigitaliseerde kaarten, namelijk: bodemkaarten, afgedekte kaarten en kaarten die de geologie van de afdekkende laag weergeven.

De Micro Low Flow vergelijkingstechniek maakt het mogelijk dat low flow-gegevens van bijvoorbeeld de Mississippi en de Hupselse Beek met elkaar vergeleken kunnen worden. Dit gebeurt door de toepassing van regressievergelijkingen zoals hierboven beschreven. Om een schatting te maken van low flow-indices van locaties waarover geen afvoergegevens bekend zijn, worden gegevens over neerslag, bodemtype, landgebruik etc. gebruikt.

TOEPASSING VAN FLOW-INDICES: RIVER ECOLOGY
door Dr. Ian Johnson

Aan het Institute of Hydrology wordt momenteel onderzoek verricht waarin getracht wordt de kennis over het rivier- of beekregime te vertalen in bijvoorbeeld 'ecologically acceptable flows'. Met behulp van de River Flow-vergelijkingsmodellen is het mogelijk de relaties tussen fysische grootheden (diepte, stroomsnelheid), vegetatiebedekkingen en de voorkeur voor diverse habitats van diverse diersoorten, in dit geval vissen (figuur 23), te onderzoeken. Ook de samenstelling van de rivier- en/of beekbeddingen wordt in deze beschouwing betrokken. Naar Amerikaans voorbeeld is een dergelijk onderzoek ook in Groot-Brittannië uitgevoerd.

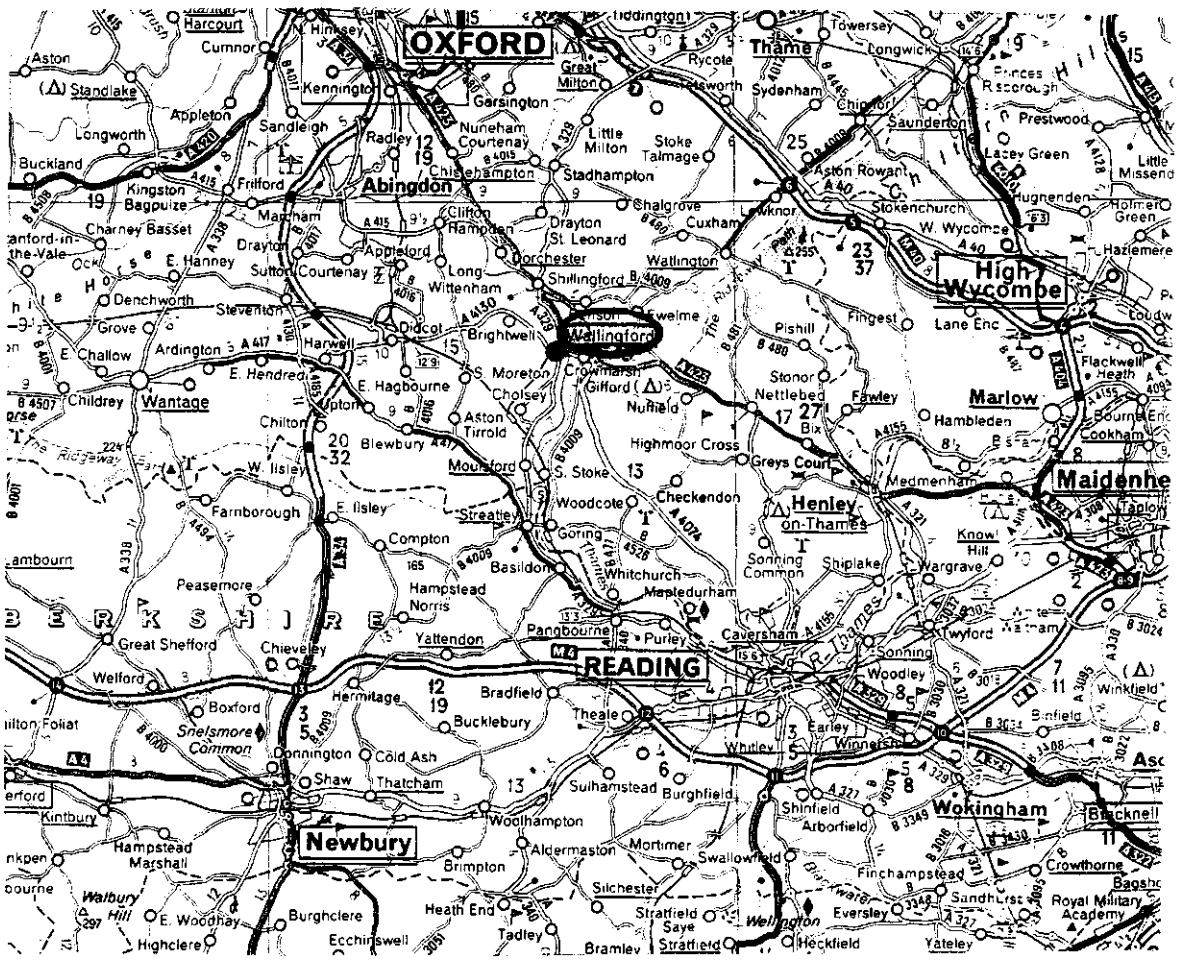


Figuur 23 Habitat Frequency analyse in de Gwash

In tien rivieren met verschillende ecologische karakteristieken heeft men de relaties tussen het fysische habitat en het voorkeurshabitat vastgesteld. Met de uitkomsten van dit onderzoek is het mogelijk geworden veranderingen in het stroomregime van een rivier op de gevolgen voor aanwezige of toekomstige habitats te toetsen.

Woensdagochtend, 23 september 1992
BEZOEK AAN DE HYDROGEOLOGY GROUP VAN DE BRITISH GEOLOGICAL SURVEY te Wallingford

verslaglegging: Johan Bouma, Gert Leene en Toon v.d. Koppel



INTRODUCTIE
door Mr. David Grey[4]

De Hydrogeology Group van de British Geological Survey (BGS) is, samen met het Intitute of Hydrology, gevestigd in Wallingford. De Hydrogeology Group is in 1935 erkend als een aparte groep binnen de BGS. Er werken ongeveer 55 mensen. De doelstelling van de Hydrogeology Group laat zich als volgt omschrijven: Het geven van analytische grondslagen en wetenschappelijke ondersteuning voor het grondwatermanagement. Het onderzoek concentreert zich op het ondiepe grondwater en op het water wat actief is in de hydrologische kringloop.

---

4 David Grey is Head of the Hydrogeological Group bij BGS
John Chilton is Group Co-ordinator Ground Water Pollution

Onder invloed van politieke inzichten is de BGS, na een aantal reorganisaties, de laatste drie jaar sterk gecommercialiseerd. Tegenwoordig wordt nog slechts twintig procent van het onderzoek rechtstreeks gefinancierd door de overheid. Dit deel van het onderzoek is fundamenteel van aard, in tegenstelling tot de resterende tachtig procent wat meer toegepast van aard is.

Het onderzoek omvat vier aandachtsvelden:
- de grondwaterprocessen (fysisch, chemisch en biologisch);
- de grondwatervoorraden (geometrie, opslag en aanvulling);
- de grondwaterverontreiniging (diffuus of punt);
- het grondwatermanagement (beleid en wetgeving).

NITRAAT IN HET GRONDWATER
door John Chilton[4]

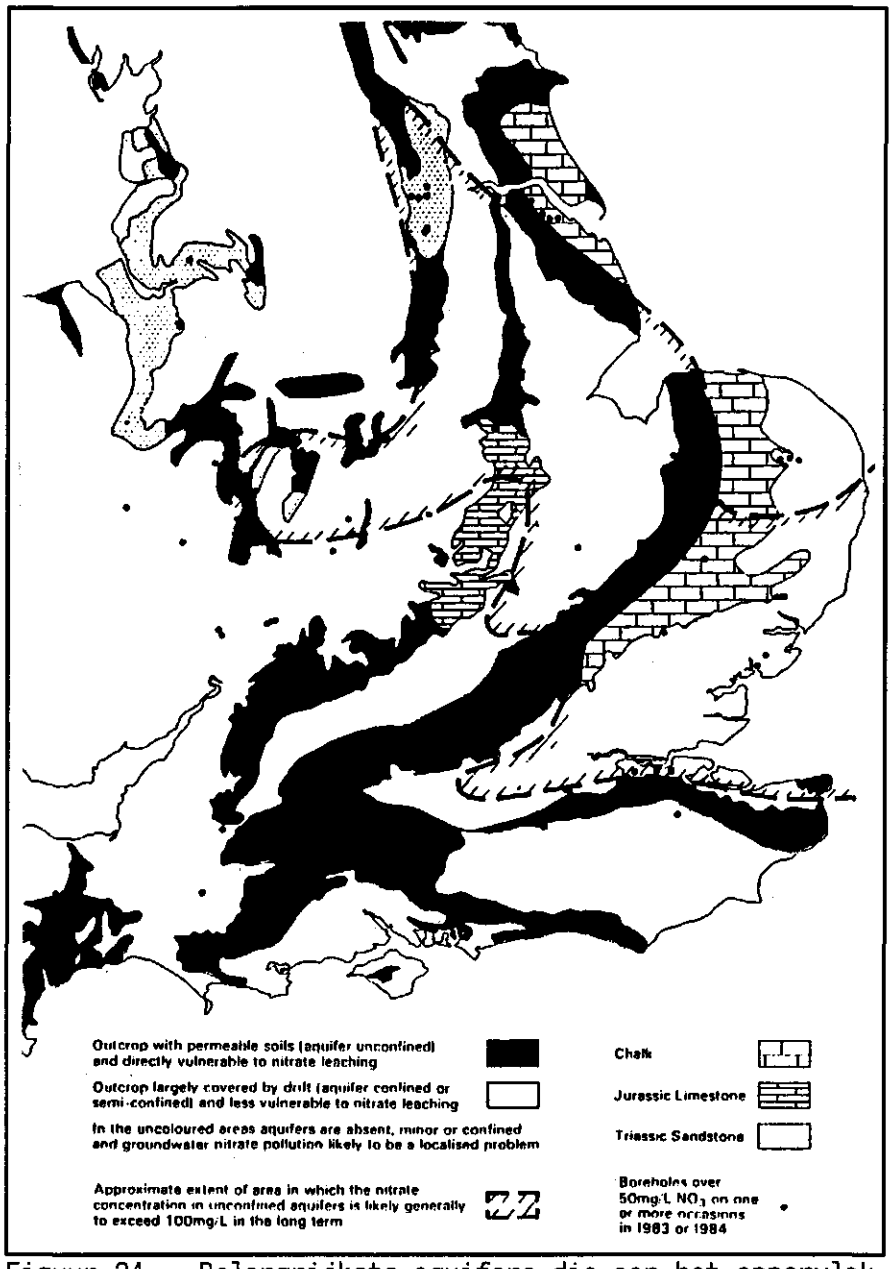
De Hydrogeology Group doet onderzoek naar nitraat in het grondwater. Aanleiding tot dit onderzoek zijn de stijgende nitraatconcentraties in het grondwater. Ten behoeve van de drinkwatervoorziening is men met name in het oosten van Engeland voor meer dan vijftig procent afhankelijk van het grondwater. Aangezien grote gebieden van Engeland gevoelig zijn voor nitraatverontreiniging in het grondwater (figuur 24) is dit een belangrijk onderzoeksthema.

Er zijn verschillende technieken om het te hoge nitraatgehalte te doen dalen. Men kan water met een hoge concentratie mengen met schoner water. Men kan ook de desbetreffende pompen simpelweg stopzetten en op zoek gaan naar andere plekken. Ook kunnen diepere aquifers aangeboord worden. Berging in reservoirs is nog een mogelijkheid om de natuurlijke denitrificatie te bevorderen. Tenslotte kan het water ook nog behandeld worden. Echter, de kosten van het behandelen van het grondwater om het in overeenstemming te brengen met het toegestane nitraatgehalte nemen exponentieel toe (figuur 25).

Een andere ingang van het probleem is de bestrijding van de input, oftewel het voorkomen van de nitraatuitspoeling. Dit kan op verschillende manieren bereikt worden:

- wintergewassen verbouwen op bouwland.
- beperkingen van het kunstmestgebruik.
- grasland niet meer omploegen.
- beperkingen op de veedichtheid op het grasland.
- veranderingen van het landgebruik (bebossen, recreatie).

Het huidige onderzoek is met name gericht op de verschillende landgebruikstypen en de invloed daarvan op de nitraatuitspoeling in de onverzadigde zone. De uitspoeling van nitraat varieert bijvoorbeeld van 5 mg/l op onbemest grasland tot meer dan 50 mg/l op intensief bemest grasland. De BGS bepleit vooral een radicale verandering van het landgebruik.

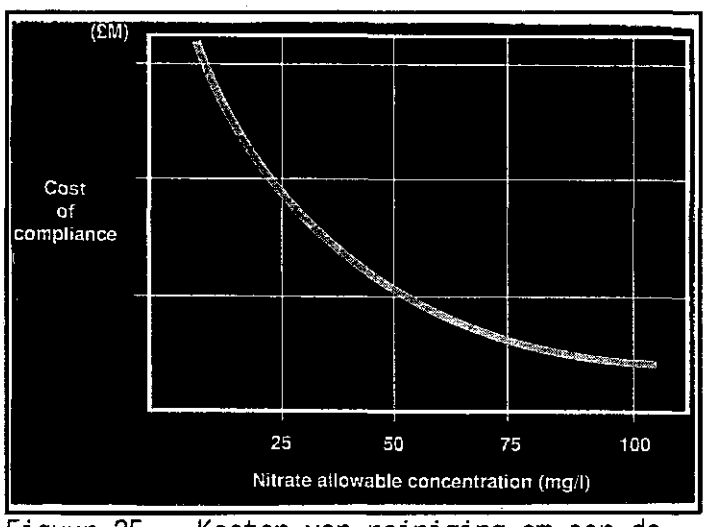


Figuur 24 Belangrijkste aquifers die aan het oppervlak liggen en de gevoeligheid van hun grondwater voor nitraatverontreiniging

De droogte van de afgelopen jaren heeft waarschijnlijk de nitraatconcentraties in de onverzadigde zone beïnvloed.

DENITRIFICATIE
door Mr. Ian Gale[5]

Onder denitrificatie wordt de reductie van stikstofoxiden naar stikstofgas verstaan. Denitrificatie heeft de interesse van veel vakgebieden, waaronder agronomie, bodemkunde, hydrologie en hydrogeologie, die hier, ieder vanuit een eigen invalshoek, onderzoek naar verrichten.



Figuur 25 Kosten van reiniging om aan de drinkwaternorm te voldoen

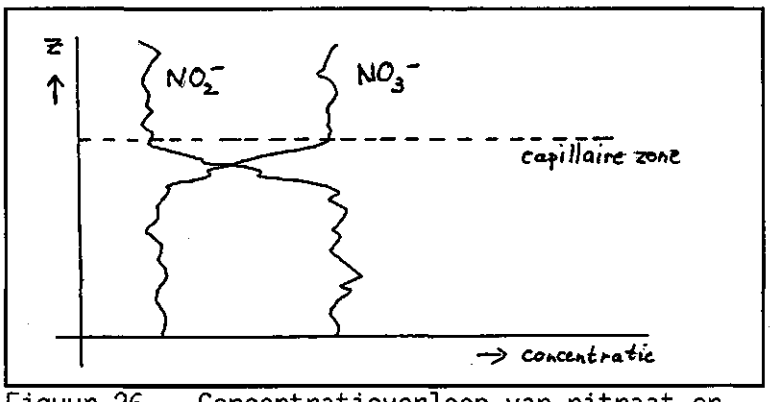
Het denitrificatieproces heeft het volgende verloop:

$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$

Elke stap wordt gekataliseerd door verschillende enzymsystemen.

De vrijkomende zuurstof wordt door denitrificerende bacteriën gebruikt voor de oxidatie van organische koolstof. De bronnen van de koolstof- en stikstofverbindingen zijn menselijke en dierlijke faeces en menselijk en dierlijk afval, compostresten van organisch materiaal, neerslag en minerale meststoffen.

Gewoonlijk is er zuur-stof aanwezig in de bodemlucht. In dit geval vindt de omzetting van organische verbindingen (in onder andere koolzuurgas en waterdamp) daarom plaats onder invloed van aërobe bacteriën. Daar waar echter zuurstof niet in voldoende mate aanwezig is, bijvoorbeeld in dichtgereden gronden of in de capillaire zone, vindt deze omzetting plaats onder invloed van anaërobe bacteriën zoals denitrificerende bacteriën. Het gevolg is dat op die plaatsen het nitraatgehalte afneemt en het nitrietgehalte toeneemt (figuur 26).



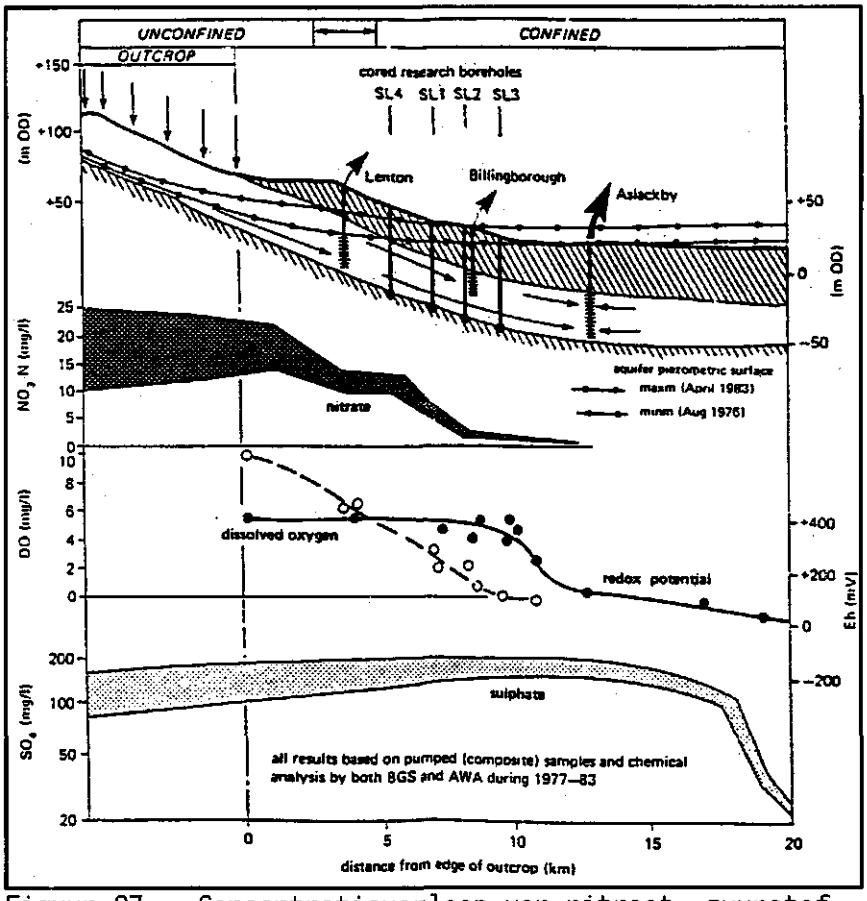
Figuur 26 Concentratieverloop van nitraat en nitriet in de overgang van de hangwater zône naar de capillaire zône onder invloed van denitrificerende bacteriën

5 Ian Gale is Group Co-ordinator Ground Water Resources bij BGS

Er is een verandering van nitraatgehalten en zuurstofgehalten geconstateerd bij grondwater dat van een gebied zonder afsluitende laag naar een gebied met afsluitende laag stroomt. Het water dat binnendringt in het gebied zonder afsluitende laag is jong en heeft een hoog zuurstof-, nitraat-, en sulfaatgehalte.

Naarmate het water een langere verblijftijd heeft nemen het zuurstof- en nitraatgehalte snel af. Het sulfaat echter heeft een langere tijd nodig om afgebroken te worden. Sulfaat kan daarom gebruikt worden als indicator voor jong water wanneer zuurstof en nitraat afwezig zijn (figuur 27).

De strategie die de British Geological Survey volgt bij het onderzoek naar denitrificatie omvat verschillende elementen: Er wordt gebruik gemaakt van literatuur over denitrificatie die reeds voorhanden is en van gegevens over organische koolstofgehalten in aquifers. Boorgaten worden gebruikt voor bemonstering van poriewater en voor monsters ten behoeve van microbiologische experimenten. Deze microbiologische experimenten worden uitgevoerd om het relatieve overschot aan denitrificatiebacteriën te bepalen en om de kwantiteit van de denitrificatie vast te stellen. Bestaande boorgaten worden gebruikt om waterkwaliteitsveranderingen te bepalen in relatie tot de grondwaterspiegeldynamiek.



Figuur 27 Concentratieverloop van nitraat, zuurstof en sulfaat in het overgangsgebied van een vrije naar een afgesloten aquifer

GEVOLGEN VAN BEBOSSING VOOR WATERGEBRUIK EN WATERKWALITEIT
door Dr. David Kinniburgh[6]

Het opnieuw bebossen van landbouwgrond wordt door de Britse overheid sterk aangemoedigd. Ze doet dit onder druk van de overproduktie in de landbouw binnen de Europese Gemeenschap. Bovendien voorziet de Britse bosproduktie tot nog toe in slechts 10% van de houtbehoefte. Daarnaast spelen ook ecologische motieven een belangrijke rol in dit beleid.

In hogere delen van de UK is aangetoond dat de verdamping in naaldbossen veel groter is dan op aangrenzend grasland. Daarom zijn, uit bezorgdheid over de mogelijke negatieve effecten van bebossing op de toch al onder druk staande drinkwatervoorraden in Zuid-Engeland, twee onderzoeksprojecten uitgevoerd met als doel het meten van het effect van kleinschalige bebossing op:
- het watergebruik
- de flux van vervuilende bestanddelen naar de bosbodem
- de kwaliteit van de grondwater recharge.

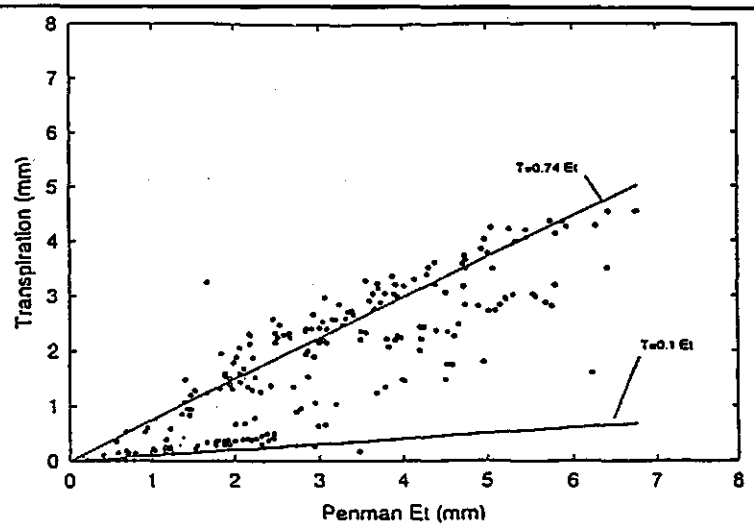
Het resultaat van de metingen wijst erop dat de effecten van bebossing op waterverbruik en waterkwaliteit afhangen van bodem, klimaat en locatie factoren. In figuur 28 zijn de dagelijkse transpiratie totalen van beuk en es uitgezet tegen de potentiële evapotranspiratiewaarde van Penman (E_T).
In het algemeen zal in Britse laagland gebieden het effect van bebossing op waterverbruik waarschijnlijk klein zijn. In droge zomers echter kunnen duidelijk effecten waargenomen worden.

Ook wordt aangetoond dat beukebossen een reeks van stoffen uit de atmosfeer filteren. Van grotere betekenis is echter de relatief hoge en sterk variërende nitraat concentraties die in het drainagewater uit de kalkbodem van een project met beukebos zijn aangetroffen. Op plaatsen waar de reductie van nitraat uitspoeling naar het grondwater hoge prioriteit heeft, verdient het aanbeveling om es te planten[7].

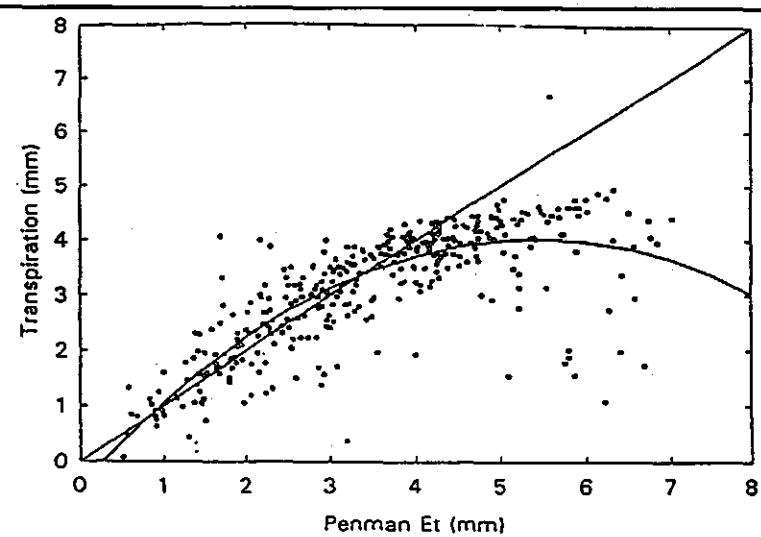
---

6 David Kinniburgh is Group Co-ordinator Processes bij BGS

7 Voor meer gedetailleerde informatie zie Harding, R.J., R.L. Hall, C. Neal, J.M. Roberts and P.T.W. Rosier and D.G. Kinniburgh, **Hydrological impacts of broadleaf woodlands**: Implications for water use and water quality, Institute of Hydrology and British Geological Survey, in te zien op de vakgroep Waterhuishouding.



Year	Rain	Evap. Grass	Evap. Wheat	Evap. Ash	Evap. Beech
1967	831	495	405	422	445
1968	860	441	394	364	407
1969	683	511	421	425	433
1970	720	489	360	427	444
1971	755	464	420	382	403
1972	765	448	376	381	410
1973	538	493	394	403	488
1974	736	454	342	377	399
1975	659	486	376	432	451
1976	590	469	362	430	432
1977	744	444	353	381	493
1978	691	447	342	384	415
1979	762	417	377	376	416
1980	692	462	349	379	401
1981	812	444	382	384	427
1982	844	485	365	410	436
1983	717	500	407	409	444
1984	834	504	365	422	463
1985	752	476	403	407	434
1986	807	439	373	391	414
average (1967-86)	740	468	378	399	423

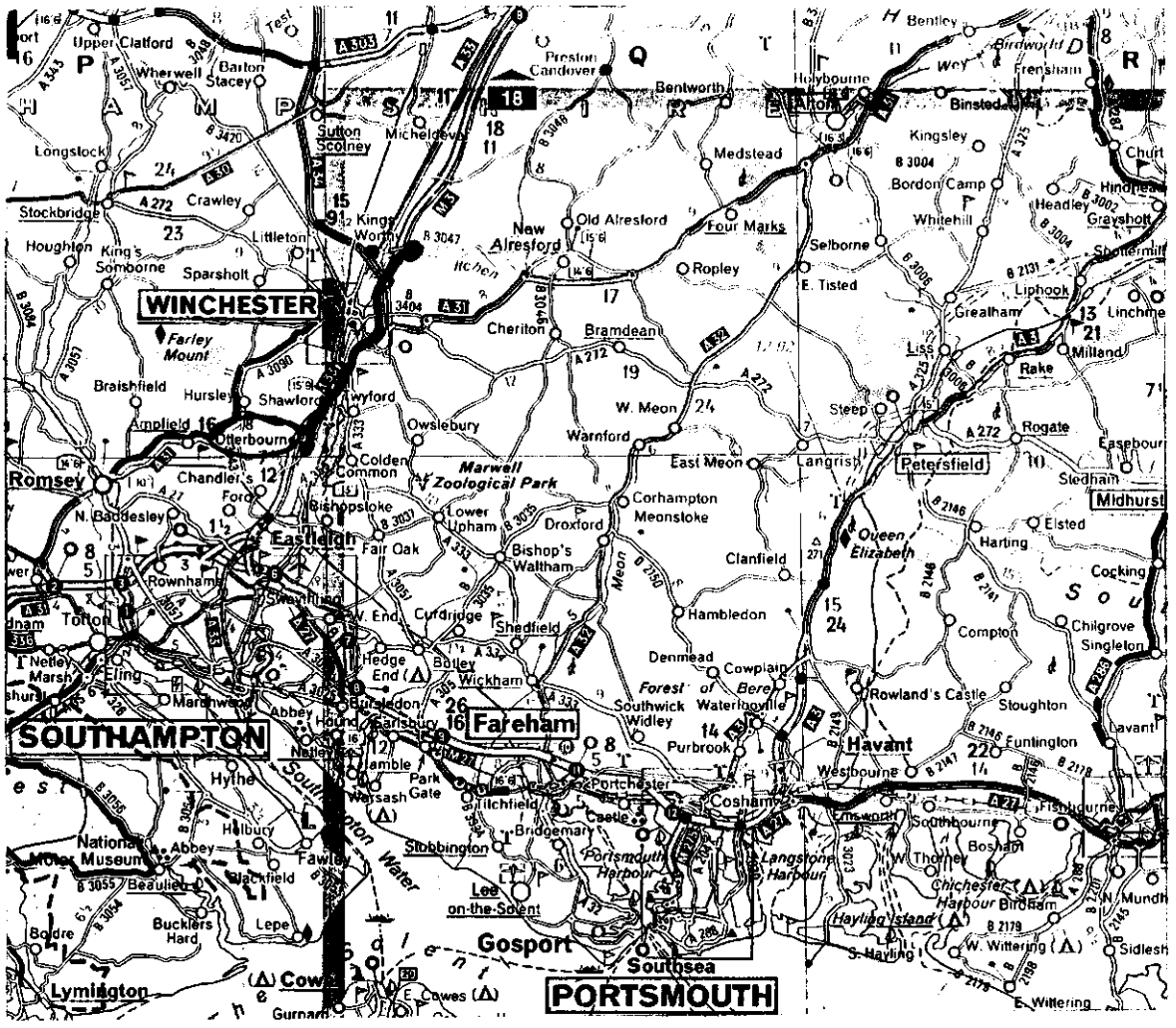


Year	Rain	Evap. grass	Evap. wheat	Evap. ash
1970	664	403	283	429
1971	555	432	320	387
1972	502	400	295	370
1973	455	466	362	385
1974	629	404	285	393
1975	441	382	295	431
1976	444	312	280	389
1977	693	431	349	373
1978	560	382	275	388
1979	736	403	339	373
1980	660	450	340	385
1981	624	407	327	379
1982	588	430	317	399
1983	560	450	357	406
1984	619	440	310	413
1985	598	470	365	411
1986	684	410	315	382
average (1970-86)	589	418	319	394

Figuur 28 Relatie tussen dagelijkse transpiratie-totalen en de Penman-waarde voor beuk en eik in Black Wood

Woensdagmiddag, 23 september 1992
BEZOEK AAN SOUTHERN WATER Plc te Otterbourne

verslaglegging: Jojanneke Balk en Annemiek Verhallen



ORGANISATIE EN ROL VAN SOUTHERN WATER Plc
door Dr. Stuart Derwent

Tijdens deze lezing werden de recente veranderingen bij Southern Water, een zusterorganisatie van Thames Water, toegelicht.

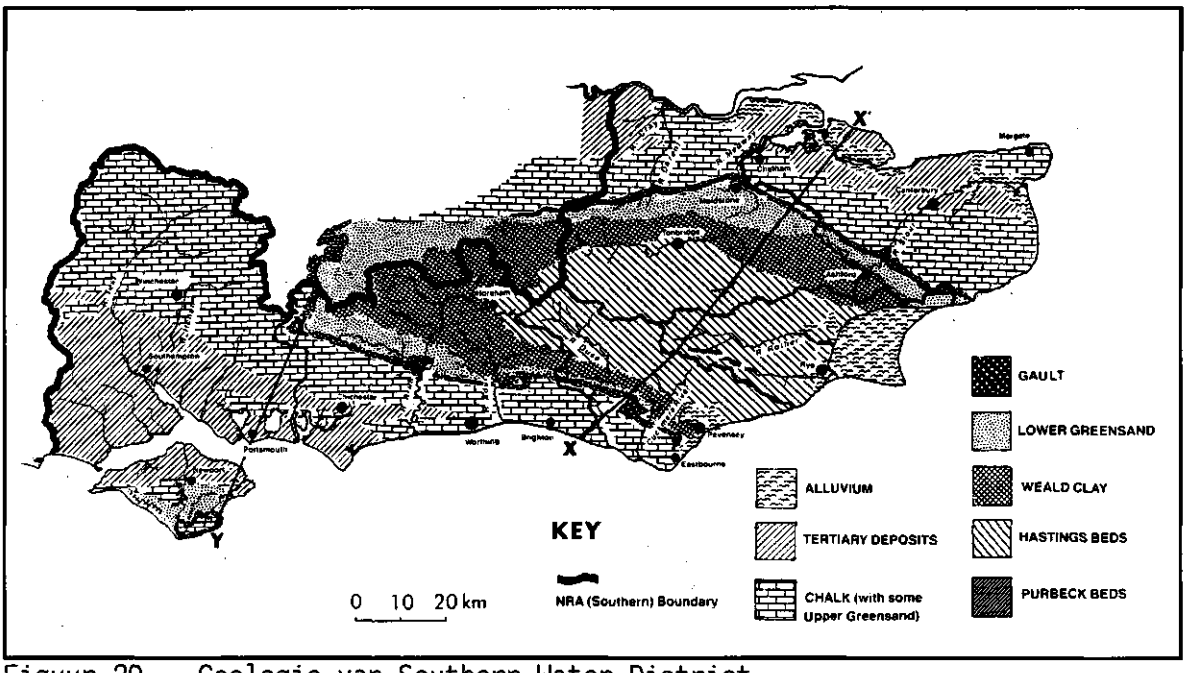
In 1974 werd de Southern Water Authority gevormd uit een groot aantal kleinere waterbedrijven in Zuid-Engeland. In 1989 werd op grond van een nieuwe wet de privatisering van dit bedrijf doorgevoerd. Tevens werd ook hier een regionale NRA (National Rivers Authority) opgericht. Een aantal voormalige medewerkers van de Southern Water Authority werd bij de NRA ingedeeld. De gevormde Southern Water public limited company bezit in deze zuidelijke regio vrijwel een monopolie-positie op het gebied van de drinkwatervoorziening en de verwerking van afvalwater. Deze activiteiten vallen onder de zogenaamde "regulated services". Omdat deze activiteiten geen groei van het bedrijf mogelijk maken, zijn daarnaast de "non-regulated

services" ontwikkeld om winst te kunnen maken. Deze behelzen onder andere de Southern Projects (Engineering Consultants), Southern Science (laboratorium-onderzoeken e.d.) en nog een aantal andere activiteiten.

Southern Water is uiteraard verantwoording verschuldigd aan haar 100.000 aandeelhouders, waaronder vele klanten en medewerkers. Toch heeft de overheid, gezien de monopoliepositie, maatregelen getroffen om dergelijke bedrijven te kunnen controleren: Het directoraat-generaal van de "Waterservices" stelt prijzen vast en houdt toezicht op de uitvoering. Southern Water moet tevens voldoen aan de EG-standaarden voor de kwaliteit van drink- en afvalwater. Tenslotte houdt de NRA toezicht op de wateronttrekking uit het gebied en op de kwaliteit en kwantiteit van het geloosde afvalwater.

Southern Water heeft haar gebied ingedeeld in vier regio's: Hampshire, Sussex, Kent en Isle of Wight. In het hele district wonen ongeveer vier miljoen mensen. Southern Water verwerkt al het afvalwater van deze mensen en levert 50 % van het drinkwater. In de overige 50 % wordt voorzien door kleine drinkwaterbedrijven.

Als voorbeeld werd de watervoorziening van Hampshire toegelicht. Hier wordt 60 % van het drinkwater uit de aanwezige rivieren onttrokken en 40 % direct uit het grondwater. De rivieren Test en Itchen worden slechts voor een klein deel met regenwater gevoed. De voeding vindt voor het grootste deel door grondwater plaats. De belangrijkste aquifer ligt in de "Upper Chalk" (figuur 29).



Figuur 29 Geologie van Southern Water District

Mike
Yojanneta

figura 30
pag. 41

100 %

AFVALWATERVERWERKING BIJ MORESTEAD
door Dr. John Whithingham[8] en Mr. Roger Hunt[9]

Voor heel Hampshire, waaronder de steden Portsmouth en Southampton zijn ongeveer 65 zuiveringsinstallaties en een 400-tal pompstations in werking. De omzet van het bedrijf is in deze regio zo'n 200 miljoen pond per jaar. Het afvalwater van Winchester en omstreken wordt verwerkt op de locatie Morestead. Deze locatie wordt al gebruikt sinds 1878. Onlangs moest de installatie worden verplaatst in verband met de aanleg van een snelweg in de buurt. De installatie is toen tevens vernieuwd.

Het principe van de verwerking is vrij eenvoudig en goedkoop. Na een fysische voorzuivering wordt het afvalwater via een netwerk van sloten in het onderliggend Chalk geïnfiltreerd (figuur 30).

Figuur 30 Netwerk van afvalwater-infiltratiesloten bij Morestead

Er werd ons een nieuwe pomp getoond. Deze heeft een capaciteit van maximaal zes keer de afvoer van Winchester en omstreken bij droge weersomstandigheden. Daarvan kan, indien nodig, de helft (dus driemaal de "droog weer"-afvoer) direkt worden opgeslagen in zogenaamde stormtanks. Dit water kan dan later

---

8 John Whithingham is Drainage Manager bij Southern Water Plc

9 Roger Hunt is Area Manager van de zuiveringsinstallatie bij Morestead

worden verwerkt. Winchester heeft een gemengd rioolstelsel wat inhoudt dat regenwater en huishoudelijk afvalwater via hetzelfde systeem worden afgevoerd. De "droog weer"-afvoer omvat alleen het huishoudelijk gedeelte. Bij een regenbui die meer water levert dan de maximale capaciteit, wordt het teveel aan water overgestort naar het oppervlakte water dat uitmond in de Itchen.

Het afvalwater dat in de zuiveringsinstallatie arriveert, wordt in een nieuwe filtermachine gefilterd op deeltjes die grover zijn dan 6 mm. Daarna komt de rest in een scheidingsmachine die het grid (deeltjes van 1 tot 3 mm, voornamelijk straatzand) verwijderd. Drijvende (vet-)deeltjes worden via een "overflow" terug gebracht naar de filtermachine. In twee grote hydraulische tanks bezinkt vervolgens 70-80 % van de vaste deeltjes (solids). Via een ingenieus systeem wordt deze "sludge" uit de tanks verwijderd en op land gedroogd en opgeslagen. Na deze "zuivering" wordt het water, via een slotensysteem met een totale lengte van 22 km, in het onderliggende materiaal (Chalk) geïnfiltreerd (figuur 30). Steeds wordt eenderde deel van het slotenstelsel gebruikt totdat de grond verzadigd is. Af en toe wordt het uitgedroogde bezinksel uit de sloten verwijderd.

Er vindt dus géén chemische of biologische zuivering plaats. Daar zorgt namelijk de ongeveer 200 m dikke Chalk voor. Het grondwater dat uit de Chalk wordt opgepompt op enkele tientallen meters diepte heeft een prima kwaliteit, aldus Southern Water en NRA. "The Chalk is an excellent physical and biochemical filter, removing viruses, bacteria and organic load almost entirely and reducing inorganic polution significantly" volgens NRA in 1992 in een folder over de Itchen.

Of de Chalk werkelijk zo'n goed zuiverend systeem is, waarbij àlles wordt afgebroken en géén of verwaarloosbaar weinig accumulatie van verontreinigende stoffen optreedt, waagde onze groep te betwijfelen. Volgens de Britten is er tot op heden geen bewijs voor verontreiniging van het uittredende water in de Itchen (benedenstrooms). Dit systeem van waterzuivering wordt al meer dan 100 jaar op deze locatie toegepast. De hoeveelheid afvalwater en de mate van verontreiniging daarvan is echter sterk toegenomen de laatste decennia. Doordat het water een vrij lange verblijftijd heeft, zal het afvalwater dat nu in de Chalk wordt geïnfiltreerd pas over een groot aantal jaren benedenstrooms uittreden (mits er geen sterke fissure flow plaatsvindt). Pas over lange tijd zal dus bewezen kunnen worden of de Chalk, ook bij de huidige verontreinigingsgraad van het afvalwater, inderdaad de zuiverende werking behoudt. Onze groep bleef hier tamelijk sceptisch over. De NRA en Southern Water brachten daar tegen in dat de kwaliteit van het afvalwater niet erg slecht is omdat er geen grote industrieën in het gebied voorkomen. De gehalten aan fosfaat, nitraat en zware metalen worden regelmatig gemeten. Voor de zogenaamde "sludge" uit de tanks is nog geen definitieve bestemming gevonden. De mogelijkheden zijn: dumpen in zee, composteren voor bemesting of opslag op land.

Mike
Hjanneke

Figur 31

pag. 43

100 %

VELDBEZOEK AAN HET ELECTRO-MAGNETISCH MEETSTATION IN DE ITCHEN
bij Easton
door Mr. Rod Murchie en Mr. Kim Smith (NRA)

De Itchen is, samen met de Test, één van de grootste kalkrivieren van Hampshire. Het topografisch stroomgebied van de Itchen is 360 km² en het hydrologisch stroomgebied is 490 km². Benedenstrooms loopt de rivier over slecht doorlatende Tertiaire afzettingen, bij Southampton mondt zij in zee uit.

Het rivierwater wordt voor vele doeleinden gebruikt: bovenstrooms, waar het water nog erg helder is, door waterkers- en viskwekerijen, voor de drinkwatervoorziening, voor recreatief gebruik (de Itchen is één van de belangerijkste sportvisrivieren) en voor andere doeleinden (b.v. de irrigatie van sportvelden). Het water werd vroeger in de winter gebruikt om de uiterwaarden te bevloeien (water meadow system). Dit had tot doel om al te grote temperatuurschommelingen (door vorst) te voorkomen en in het voorjaar een snelle groei van het gras te bevorderen. Het water van de Itchen is hier geschikt voor doordat het een constante (grondwater-)temperatuur heeft van ongeveer 10°C. Benedenstrooms dient het water van de Itchen als lozings- en verdunningspunt voor afvalwater.

Gezien de veelheid aan belangen was het zeer gewenst om nauwkeurig te weten welk debiet de rivier op ieder moment heeft. Daarom is gezocht naar een automatische en nauwkeurige meetmethode van het debiet, gebaseerd op stroomsnelheid en water-

Figuur 31 De Itchen nabij het electromagnetisch meetstation

Figura 32

pag. 44

100 %

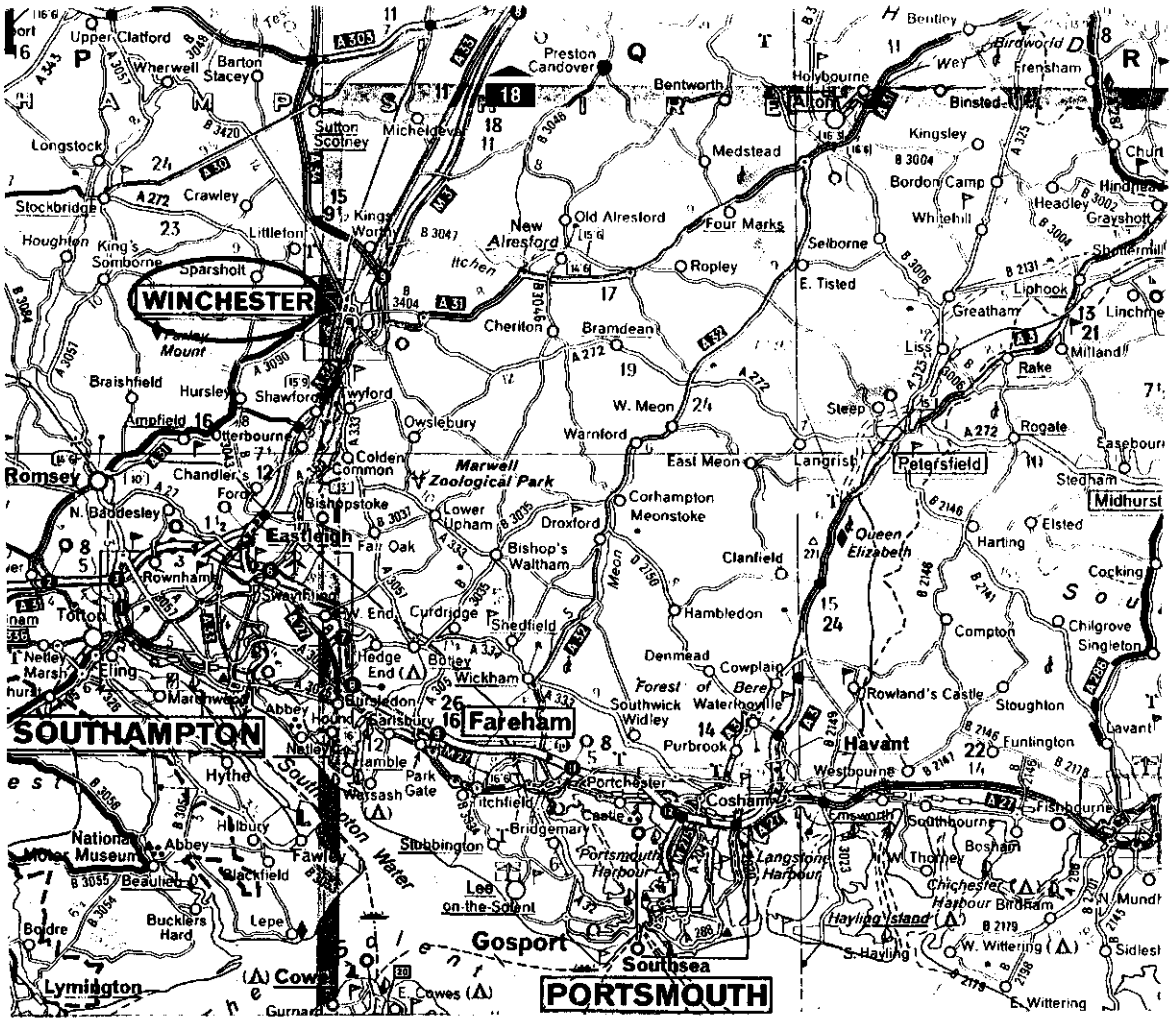
diepte, die tegelijkertijd de ecologische waarde van de rivier intact zou houden. Op een gegeven moment is er gekozen voor de electro-magnetische methode. Deze methode is gebaseerd op potentiaalverschillen in een aangelegd electro-magnetisch veld. Over de gehele breedte van de rivier is een koperen kabel (spoel) op de bodem gelegd in een rechthoekige vorm. Het stromende water veroorzaakt dan een potentiaalverschil. De grootte ervan is een maat voor de stroomsnelheid van het water, bij een bekend profiel is dan het debiet te berekenen. De metingen worden regelmatig afgelezen en geregistreerd door een computer. Via een telefoonlijn worden de gegevens naar een centrale meldkamer gestuurd. Indien nodig kan bij een te lage waterstand water worden ingelaten met behulp van zogenaamde "Augmentation schemes" (figuur 31).

Het debiet van de Itchen is in droge tijden gemiddeld 2 m^3/s en kan oplopen tot 5 m^3/s in natte tijden. Wij maten tijdens de excursie een debiet van 2,54 m^3/s en een gemiddelde stroomsnelheid van 0,24 m/s. De diepte was op dat moment 60 cm en de breedte 15-16 m. Er werd een EC gemeten van 496 $\mu S/cm$ en een temperatuur van 13,4°C. De kans op overstroming is één maal per 50 jaar. Dan komt het waterniveau 50 cm boven de oevers. In de zomer is het doorstroomde oppervlak door de weelderige (water-) plantengroei beduidend kleiner (figuur 32).

Figuur 32 Weelderige plantengroei nabij het electro-magnetisch meetstation in de Itchen

Donderdagochtend, 24 september 1992
BEZOEK AAN DE NATIONAL RIVERS AUTHORITY (NRA) te Winchester

verslaglegging: Karin van der Hoeven en Sandra Schunselaar



ONTSTAANSWIJZE EN DOELSTELLINGEN VAN DE NRA
door Mr. Rod Murchie

Na de privatisering op 1 september 1989, is de NRA het controlerende orgaan geworden ter bescherming van het oppervlakte- en grondwater. De NRA is opgesplitst in 10 districten (figuur 9). In dit verslag zullen wij uitsluitend de Southern Region behandelen die de counties Kent, Sussex, Isle of Wight, bijna heel Hampshire en een deel van Surrey omvat. De normen voor de waterkwaliteit van grondwater en oppervlaktewater worden bepaald aan de hand van EG-voorschriften.

De specifieke doelstellingen van de NRA zijn als volgt:
- Voorkomen van verontreinigingen: de NRA controleert de waterkwaliteit door het stellen van condities voor de hoeveelheid toegestane afvoer van rioolwater naar oppervlakte wateren;

- Behoud en verbetering van de vispopulatie (met name zalm en forel): dit gebeurt door middel van visvergunningen en studies die betrekking hebben op vishabitat zoals stroomsnelheid van het water, waterkwaliteit, etc;
- Behoud van flora en fauna, landschap en historische kenmerken;
- Management en bescherming van grondwater: dit gebeurt om te voorkomen dat de onttrekking van grond- en rivierwater de natuurlijke recharge niet overtreft;
- Meting van de hydrologische cyclus: neerslag, verdamping en rivier debieten;
- Bescherming tegen overstromingen: de invloed van de zee is 20 km landinwaarts nog merkbaar;
- Drainage van land, ten behoeve van de agrarische sector;
- Navigatie: de NRA zorgt voor het dagelijkse management van de havens en sommige voor de pleziervaart bevaarbare rivieren.

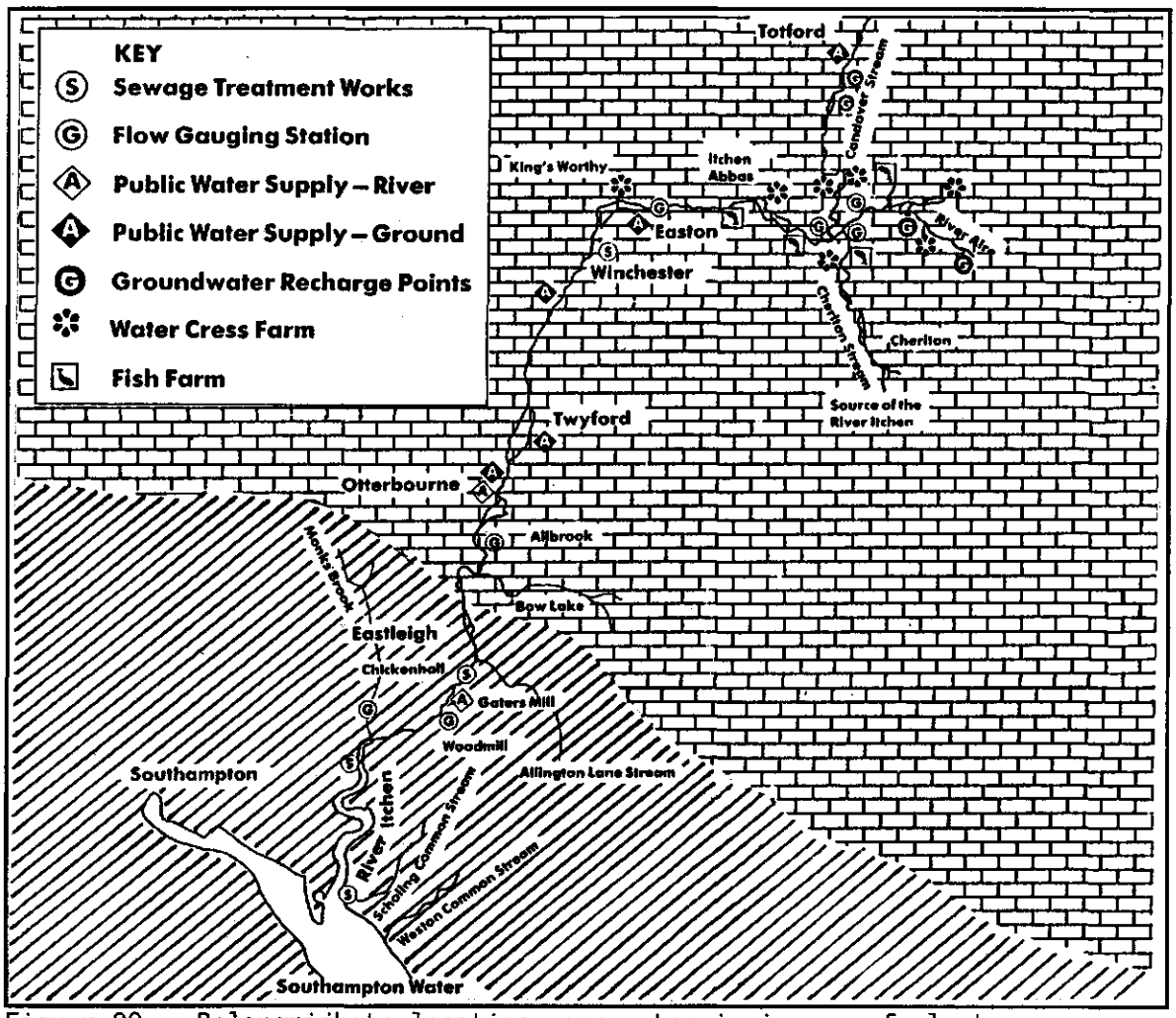
RIVER AUGMENTATION SCHEMES

Tijdens onze excursiedag met de NRA hebben wij ons voornamelijk gericht op de Itchen die begint vanaf de confluentie van de Candover Stream, de Cheriton Stream en de River Alre (figuur 33). Alle drie de riviertakken vinden hun oorsprong in de Upper Chalk (Boven Krijt).

De gemiddelde neerslag in de zuidelijke regio is 875 mm/jaar. 's Zomers overtreft de verdamping de neerslag, terwijl er 's winters gemiddeld een neerslagoverschot is. Tijdens percolatie naar en door de grondwaterreservoirs, wordt dit overschot door de kalk gefilterd. Hierdoor is het water van goede kwaliteit en heeft het een vrij constante temperatuur. Het proces van infiltratie door de onverzadigde zone kan maanden duren waardoor de aquifer een maximum bereikt in de zomer, juist wanneer er een tekort is in de rivieren. Hierdoor kan de NRA in perioden van lage afvoer grondwater in de hoofdstromen van de rivier pompen (augmentation) om te zorgen voor een minimale rest afvoer (minimum residual flow). Dit is belangrijk voor het behoud van de waterkwaliteit in het benedenstroomse gebied waar men water aftapt voor consumptie.

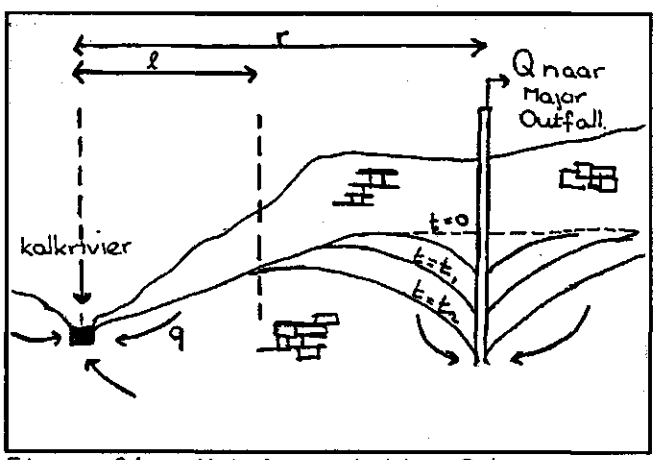
Het principe van het Augmentation Scheme is gebaseerd op het volgende (figuur 34):
Afstand r wordt zodanig gekozen dat er aan het einde van een (droge) zomer ($t=t_2$) nog een zone l langs de kalkrivier overblijft waar de stijghoogte nauwelijks wordt beïnvloed door grondwateronttrekking zodat toevoer q naar de kalkrivier nauwelijks wordt beïnvloed.

Dit principe is toegepast bij twee "ground water schemes": het Candover Scheme en het Alre Scheme. Door het plaatsen van drie pompen op enige afstand van de Candover Stream kan men water in de rivier pompen zonder water uit de rivier zelf te onttrekken.



Figuur 33 Belangrijkste locaties voor waterwinning en afvalwaterbehandeling in het vanggebied van de Itchen

Door toepassing van het Candover Scheme onttrok men water uit het vanggebied van de Alre waardoor het Alre Scheme werd opgezet. Men pompt nu grondwater uit het diepe kalksteen om de Alre weer bij te vullen. De pomp van het Candover Scheme, die tot de basis van de chalk reikt, heeft een diepte van 70 m. De EC-waarde van het water was 514 μS/cm en de temperatuur 12,6°C.



Figuur 34 Het Augmentation Scheme

Later op de ochtend zijn we gaan kijken naar het slaan van een boorput voor het Alre Scheme. Bij het slaan van de drie zogenaamde pilot-boorgaten op een onderlinge afstand van ongeveer 10 m werd een speciale techniek gebruikt. In plaats van roterend te boren liet men een beitel op en neer vallen en werd

het losgebeitelde materiaal met een puls verwijderd. Met deze werkwijze wordt voorkomen dat de poriën en spleten in de kalk dichtsmeren. Per dag werd ongeveer 10-15 m geboord, afhankelijk van de hoeveelheid vuursteen in de Chalk. In totaal zou tot een diepte van 120 m worden geboord, in de hoop dat men een spleet met hoge opbrengst zou aanboren. Helaas bleek de eerste boring niet succesvol.

Om de fissures te vergroten voegt men zoutzuur toe (acidisation). Het zoutzuur wordt via een pomp onder druk geïnjecteerd. Zodra het in contact komt met het gesteente, lost de kalk op. Dit gebeurt volgens de reactievergelijking:

$$CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

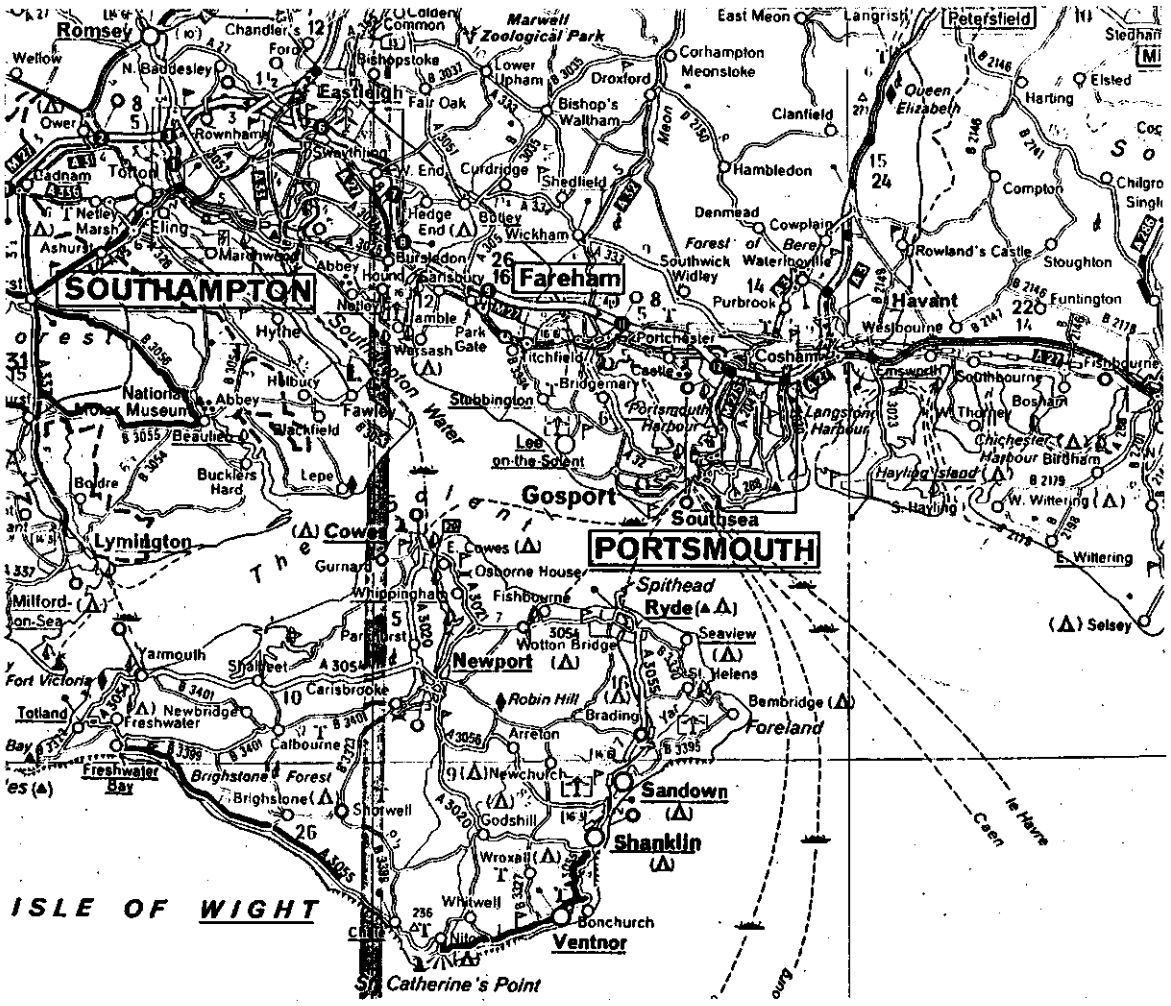
Het gas (CO_2) dat daarbij vrijkomt, perst zich door de spleten in de kalk waardoor nog extra verbreding optreedt. De druk wordt op deze wijze weer verlaagd waaruit men kan opmaken dat de reactie is afgelopen.

De grote hoeveelheden water die de afgelopen jaren door de NRA zijn onttrokken voor het Augmentation Scheme als gevolg van de droge zomers, hebben effect gehad op de waterkerskwekerijen (Manor Farm Cressbeds) in de omgeving. Van oudsher vindt men deze kwekerijen in dit gebied dankzij de hoge kwaliteit en constante temperatuur van het water. 's Winters hebben de waterkerskwekers meer water nodig om de planten te beschermen tegen de vorst door de kweekbedden onder water te laten lopen. Door de droogte in de afgelopen paar jaar heeft de NRA meer grondwater moeten onttrekken met als gevolg dat de natuurlijke bronnen bij de kwekerijen niet meer genoeg water leverden. De NRA heeft ter compensatie pompen aangelegd om de waterkers toch van voldoende grondwater te voorzien.

De waterkerskwekerij die wij hebben bezocht had niet alleen waterkers, maar produceerde ook eigen mineraalwater waaraan koolzuur en vlierbloesem-extract werden toegevoegd voor de smaak. Ter compensatie van het tijdelijk droogvallen van de artesische bronnen heeft de NRA aan deze waterkerskweker, Mr. Ray Beven, vergunning verleend om grondwater te onttreken voor de mineraalwaterproduktie. Normaal gesproken had de kweker deze vergunning niet gekregen omdat het onttrokken grondwater niet aan het oppervlaktewater wordt toegevoegd maar uit het gebied verdwijnt.

Donderdagmiddag, 24 september 1992
VELDBEZOEK AAN DE VANGGEBIEDEN VAN PORTSMOUTH POLYTECHNIC
Begeleid door Dr. Paul Farres[10]

verslaglegging: Joep Crompvoets en Pieter Lubbers



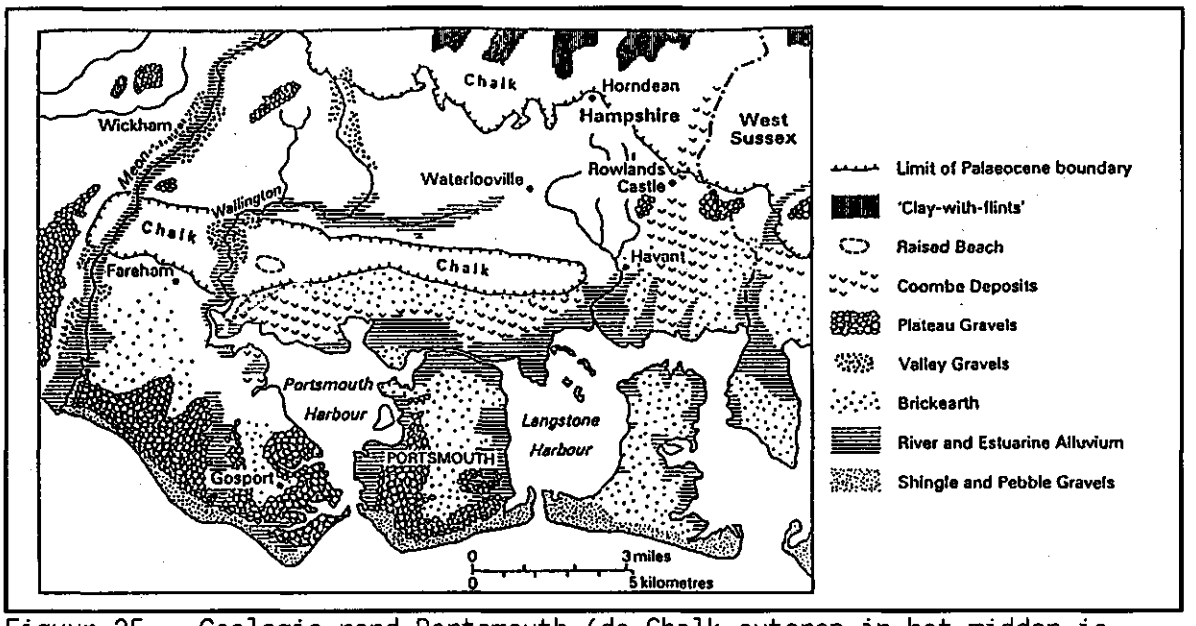
PORTSDOWN HILL AREA

Omstreeks een uur of twee in de middag stonden we op Portsdown Hill ongeveer 5 km ten noorden van Portsmouth. Vanaf deze heuvel hadden we een schitterend uitzicht op Portsmouth met zijn natuurlijke havens. Rond deze inhammen zijn stukken land ontgonnen en ingepolderd. In de verte was Isle of Wight te zien. Dit eiland heeft in het midden een bergketen van Chalk met vrijwel verticaal staand Mezoïsch gesteente die de zuidelijke begrenzing vormt van het Bekken van London.

De meest dominerende afzettingen ten zuiden van Portsdown Hill zijn rivier- en estuariumafzettingen, "plateau" en "valley" gravels (grind), "brick earth" (lössachtig sediment) en "Coombe" afzettingen (zie figuur 35).

---

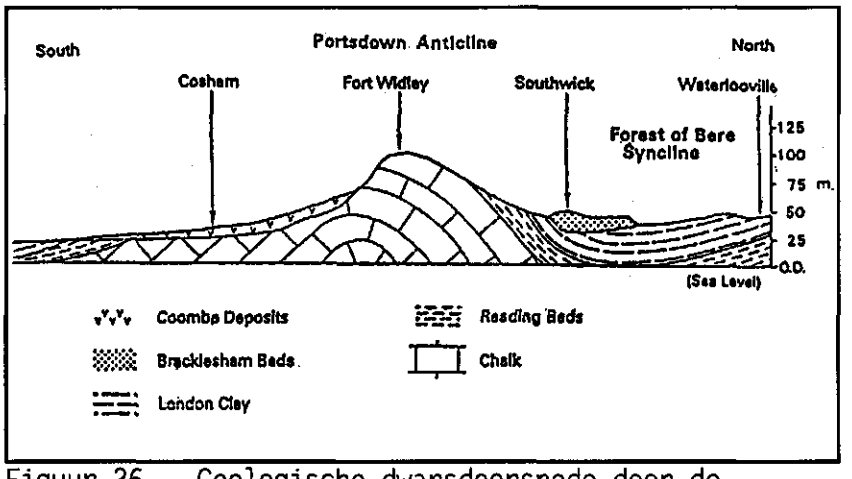
10 Paul Farres is docent aan Portsmouth Polytechnic



Figuur 35 Geologie rond Portsmouth (de Chalk outcrop in het midden is Portsdown Hill)

Aan de noordzijde van de heuvel hadden we prachtig uitzicht over het dal van de rivieren Wallington en Meon. In dit dal, dat het centrum vormt van de zogenaamde Forest of Bere Syncline, liggen Eocene klei- en zandafzettingen zoals de Reading Clay, London Clay en Bracklesham Sands. De opbouw van de Forest of Bere Syncline is gegeven in figuur 36.

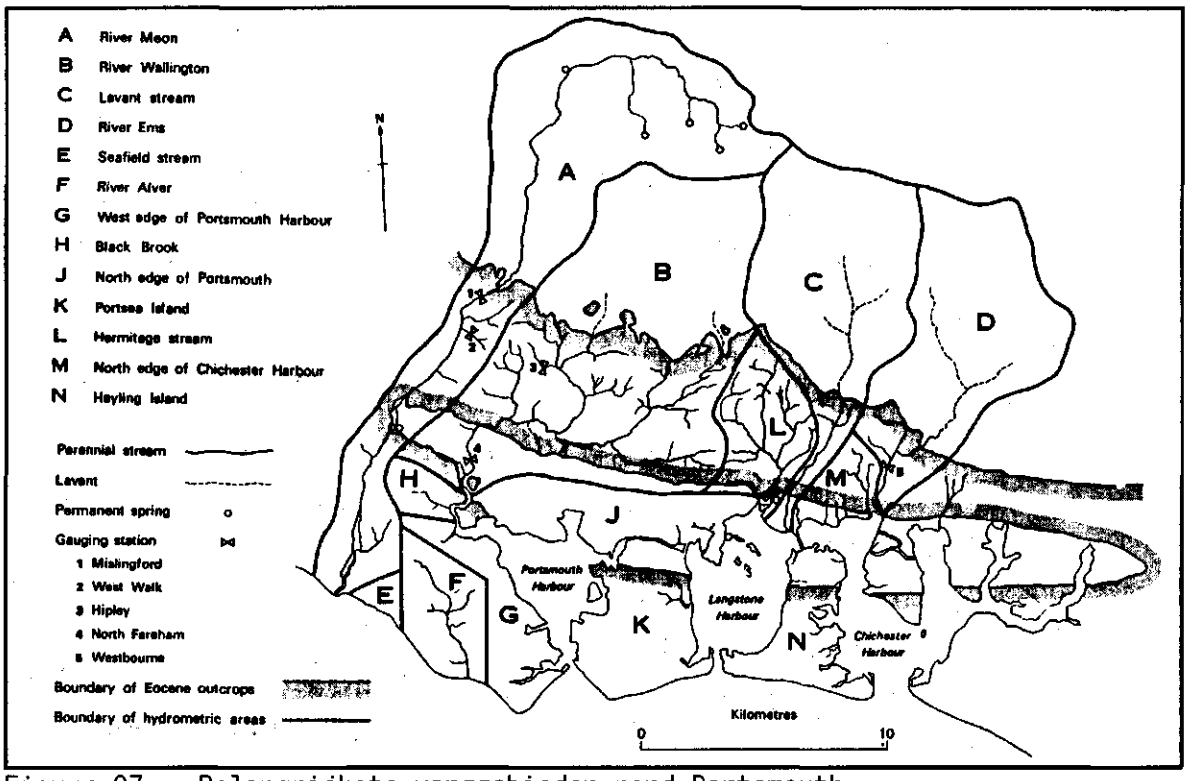
In het dal zijn grote delen bebost. Deze bossen behoren voornamelijk tot diverse landgoederen, die her en der verspreid in het landschap liggen.



Figuur 36 Geologische dwarsdoorsnede door de Forest of Bere Syncline ten oosten van Portsmouth

Portsdown Hill zelf bestaat uit Chalk afzettingen. Gedurende het Paleoceen vormde deze kalkrug een eiland. Op de doorsnede in figuur 36 is te zien dat Portsdown Hill het centrum vormt van een anticline. Tegenwoordig liggen enorme kalkafgravingen rond deze heuvel. Ten noorden van het gebied liggen de South Downs. Deze heuvels bestaan evenals Portsdown Hill uit Chalk.

De Wallington en de Meon hebben elk een karakteristiek achterland en afvoerverloop. De grootte en de ligging van de vanggebieden zijn gegeven in figuur 37.



Figuur 37 Belangrijkste vanggebieden rond Portsmouth

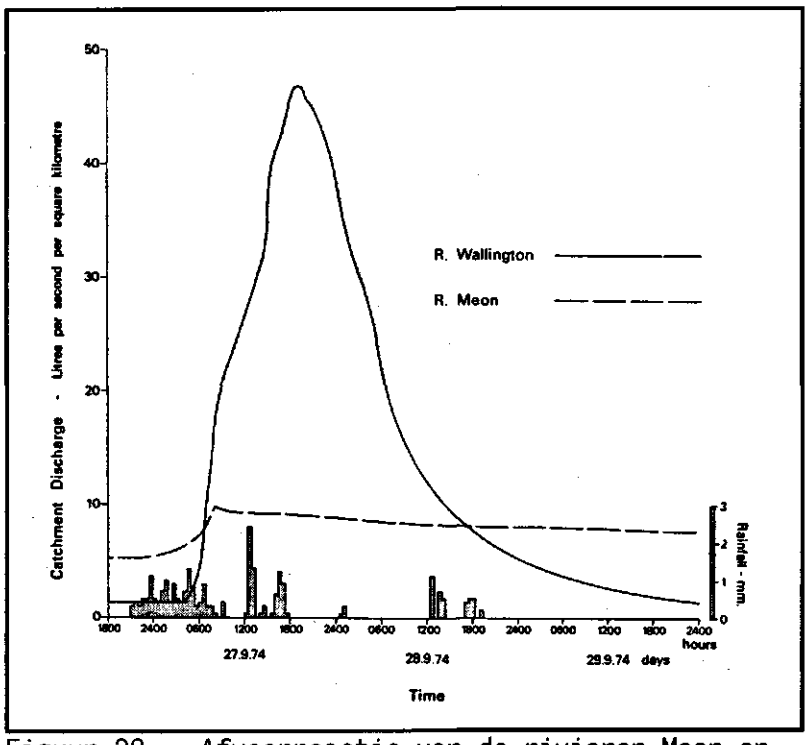
Het vanggebied van de Meon bestaat grotendeels uit kalksteen (South Downs) terwijl het vanggebied van de Wallington bestaat uit Eocene zanden en kleien. De afvoer van Wallington reageert relatief snel op neerslag, terwijl de direkte invloed van neerslag op de afvoer van de Meon vrij gering is (figuur 38).

Sommige aquifers in de vanggebieden van beide rivieren vormen een belangrijke bron voor de drinkwatervoorziening voor de stad Portsmouth. In het gebied van de Eocene zanden en kleien is sub-surface flow belangrijk. Deze stromingen komen met name voor bij hevige regenbuien.

WEST WALK CATCHMENT AREA

De zogenaamde West Walk Catchment area ligt in het vanggebied van de Meon (figuur 37). De reden van het bezoek aan dit vanggebied was het aantonen van de interactie tussen geologie, hydrologie en vegetatie. De diverse aandachtpunten van de West Walk Catchment werden al wandelend door het bos van Winnie-the-Pooh aangedaan. In de zeventiger jaren was dit gebied belangrijk onderzoeksterrein van Portsmouth Polytechnic. Men wilde hier het hydrogeologisch systeem nader bekijken. Tegenwoordig wordt dit vanggebied voornamelijk in het kader van het onderwijs voor studenten van Portsmouth Polytechnic gebruikt.

Ten opzichte van de eerste orde rivier Meon heeft de West Walk Catchment area rivieren van de tweede en derde orde.

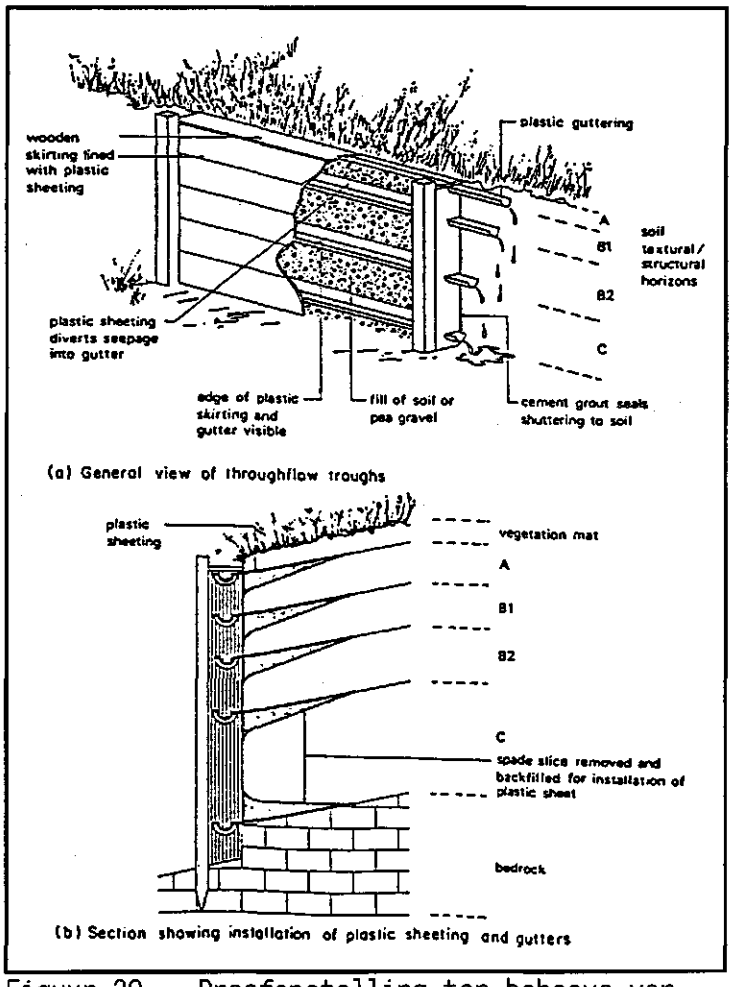


Figuur 38 Afvoerreactie van de rivieren Meon en Wallington na regenbuien

Binnen het vanggebied vindt men subvanggebieden van beken met elk hun eigen kenmerken. Het gebied omvat globaal drie verschillende afzettingen:
Op de hoogste delen vindt men een dunne laag van plateaugravels. Het grind dat voorkomt in deze laag bestaat voornamelijk uit vuurstenen. Men heeft hier te maken met twee soorten vuursteen, namelijk River flint (rond) en Chalk flint (hoekig). Over de vorming van dit soort afzettingen bestaat nog weinig duidelijkheid. Men vermoedt dat solifluctie en vorstwerking (cryoturbatie) een grote rol hebben gespeeld. Onder de grindlaag liggen Eocene zanden en daar onder liggen weer kleien (mogelijk London Clay). Het zandige materiaal wordt gekenmerkt door een zeer zwart gekleurde laag wat veroorzaakt wordt door het hoge gehalte aan organische stof.

Om de rol van interflow beter te begrijpen, heeft men in een zandige subvanggebied onderzoek gedaan naar de afvoer van water op een hellend vlak tijdens en na een regenbui. Men had hiertoe kuilen gegraven op de helling. In deze kuilen werden op verschillende diepten goten geplaatst om het bodemwater erin op te vangen (zie figuur 39). De kuilen lagen in een bos op een helling. Naast kwantitatieve metingen met betrekking tot de afvoer van water, heeft men ook onderzoek gedaan naar de chemische samenstelling van dit water. Het resultaat van het onderzoek was dat in dit zandige materiaal nauwelijks "overland flow" zou optreden en dat er vooral sprake zou zijn van "interflow" gedurende en na een regenbui. Onze bevindingen lijken hiermee enigszins strijdig te zijn. De nacht voordat wij aankwamen had het hard geregend. De grote hoeveelheden neerslag hadden tot gevolg dat veel zand gedeponeerd was bij de beken. Dit zand moet zijn meegevoerd door de waterstroom over het oppervlak. Bij langdurige, zeer intensieve neerslag kan mogelijk zelfs sprake zijn van "sheet erosion". Een beek in dit materiaal had een EC van 360 μS/cm en een temperatuur vam 13.2 °C.

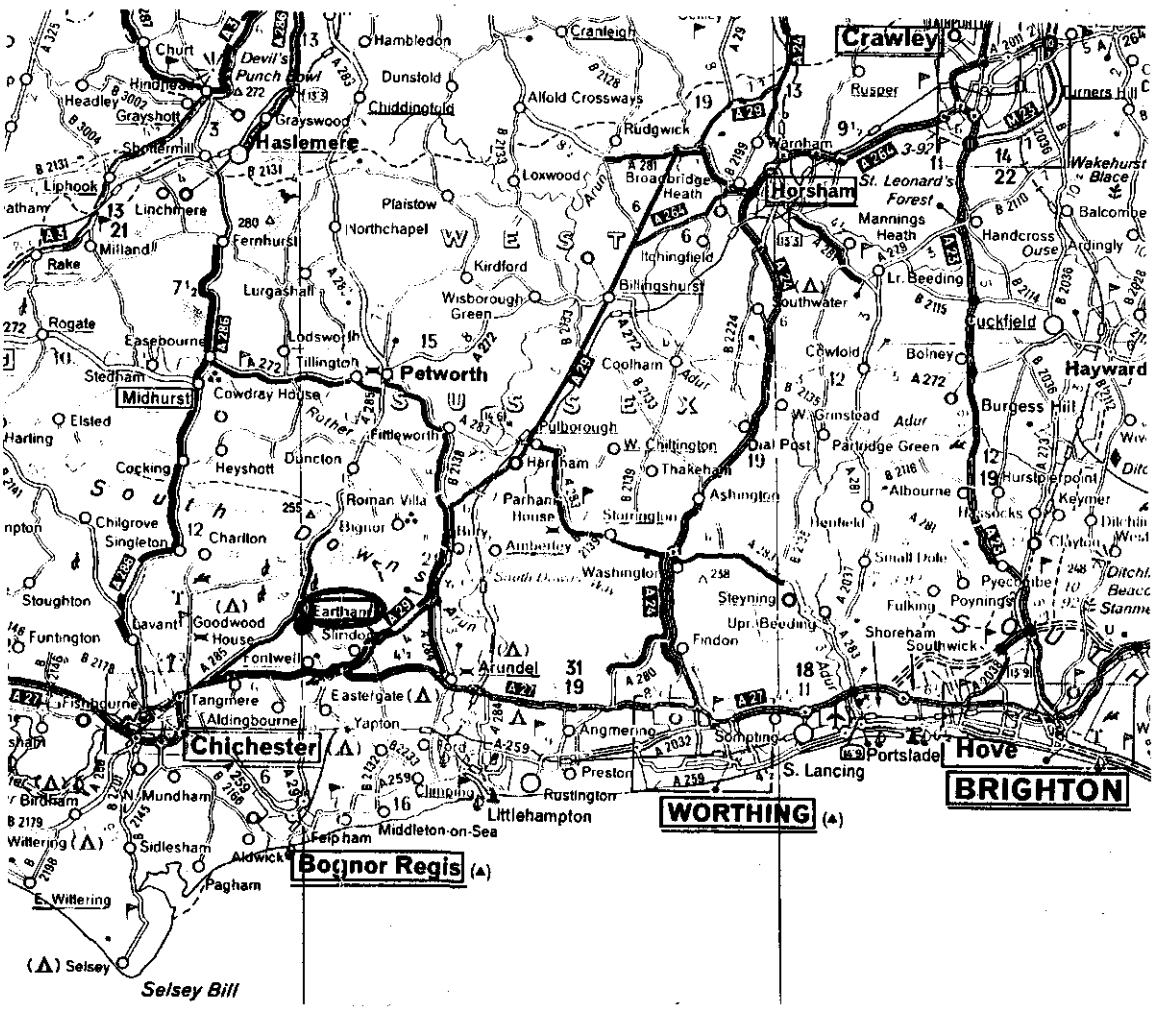
In een andere beek in dit zandige gebied was een kleine meetstuw met recorder (Thomson-overlaat) geplaatst. Hier werd een EC-waarde gemeten van 264 µS/cm en een temperatuur van 13.0 °C. Verder heeft men meetstuwen geplaatst in beken waarvan het vanggebied gelegen is in kleiafzettingen. In een beek, die geheel door kleiafzetting stroomt, werd een EC-waarde gemeten van 328 µS/cm en een temperatuur van 13.3 °C. Over het algemeen blijken beken en rivieren in het zandige sediment een hogere en snellere afvoer van water te vertonen dan die in de kleisedimenten. Portsmouth Polytechnic doet in dit dal ook onderzoek naar de invloed van vegetatie op waterafvoer, met name naar de interceptie van neerslag door bomen en naar "stem flow". Verder wordt nog gekeken naar waterabsorptie door humus. Uiteindelijk werd de wandeling door de West Walk Catchment area afgesloten met het bekijken van een meetgoot in een rivier. Het water van deze rivier had een van 280 µS/cm en een temperatuur van 13.3 °C. Zoals uit de voorgaande informatie blijkt, hebben de rivieren en beken in dit gebied in het algmeen een relatief lage EC-waarde (tussen 250 en 350 µS/cm).



Figuur 39 Proefopstelling ten behoeve van een onderzoek naar Interflow op een helling in een zandig subvanggebied

Vrijdagochtend, 25 september 1992
VELDBEZOEK AAN DE BOXGROVE EARTHAM GROEVE
begeleid door Dr. Paul Farres en Dr. Dave Carter[11]

verslaglegging: Ted de Jong en Albrecht Weerts

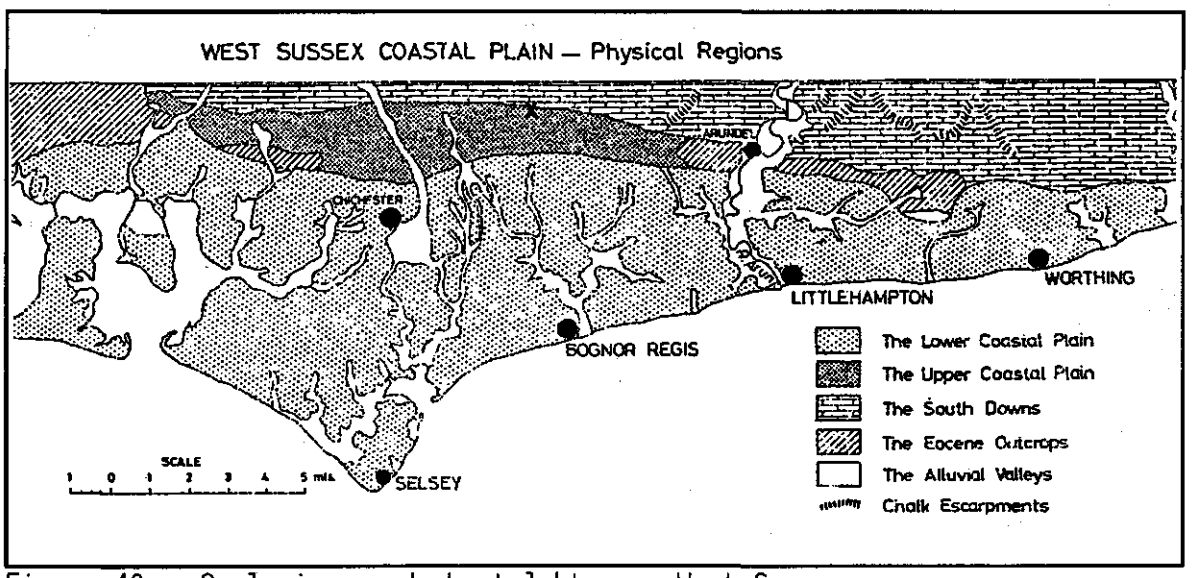


Dr. Paul Farres en Dr. Dave Carter namen ons mee naar een groeve, de Boxgrove Eartham site (figuur 40), waar het ontstaan van de kustvlakte uitgebreid is besproken. Daarbij werden we teruggevoerd naar het Pleistoceen.

Het toenmalige landschap karakteriseerde zich door het Chalkgrondgebergte, welke geplooid was tijdens de Alpiene plooiingsfase. Het grondgebergte vormde naar het noorden een anticline en naar het zuiden een syncline. De zee reikte tot aan het grondgebergte en vormde een hoog energetische klifkust. Dit resulteerde in een afzetting die bestaat uit grote blokken kalk met daartussen ronde vuurstenen en een grove zandfractie als opvulling. Hier bovenop ligt een afzetting welke bestaat

---

11 Dave Carter is evenals Paul Farres docent aan de Portsmouth Polytechnic

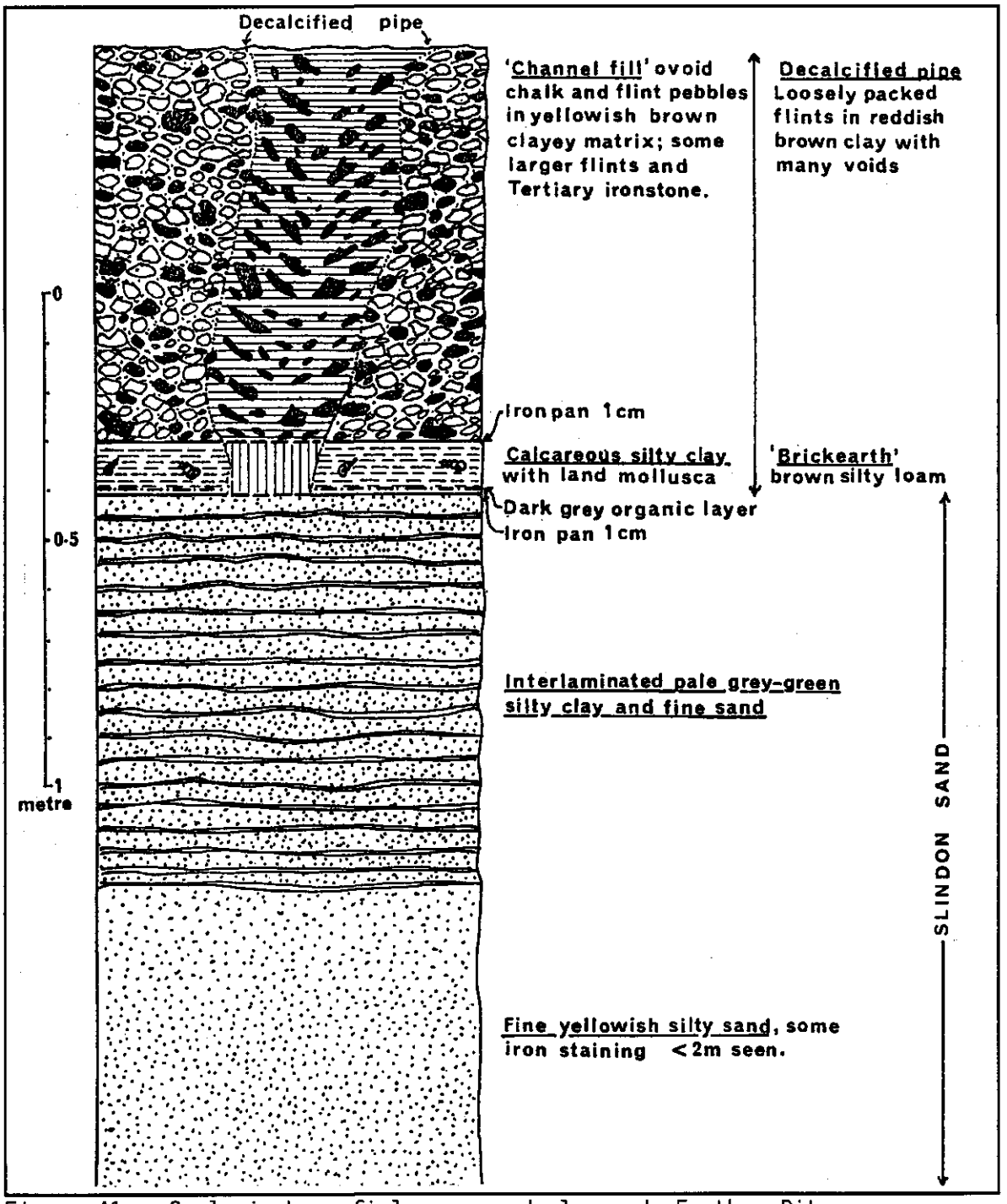


Figuur 40 Geologie van de kustvlakte van West Sussex
X = Eartham Pit

uit fijne zanden met kleibandjes, de Slindon Sands. Dit duidt op een marien afzettingsmilieu waarbij de sedimenten zijn neergelegd door een laag energetische zee bij een hoge zeespiegel. De afzetting is vermoedelijk gevormd tijdens een interglaciale periode. Een dergelijke periode kenmerkt zich namelijk door transgressie van de zee. Bovenop deze fijnzandige afzetting ligt een bruine tot zwarte kleirijke laag van ongeveer een centimeter dik. De donkere kleur wordt veroorzaakt door organische stof, waaruit blijkt dat hier vroeger vegetatie is geweest en er plaatselijk een bodem is gevormd (figuur 41).

Na de interglaciale periode volgde de Saale ijstijd. Dit had een regressie van de zee tot gevolg. Het is goed mogelijk dat tijdens de regressie van de zee plaatselijk een deel van de Slindon sands is geërodeerd. Daarna moet deze afzetting boven de zeespiegel hebben gelegen, zodat er vegetatie kon groeien. Naarmate de Saale ijstijd vorderde, werd de temperatuur lager. Dit had tot gevolg dat een deel van het verweringspakket op de Chalk in het hoger gelegen achterland bevroor. Bij periodiek iets hogere temperaturen veroorzaakte permafrost onvoldoende drainage van het smeltwater zodat de gesmolten bovenlaag kon afschuiven naar de lager gelegen kustvlakte. Dit proces heet solifluctie.

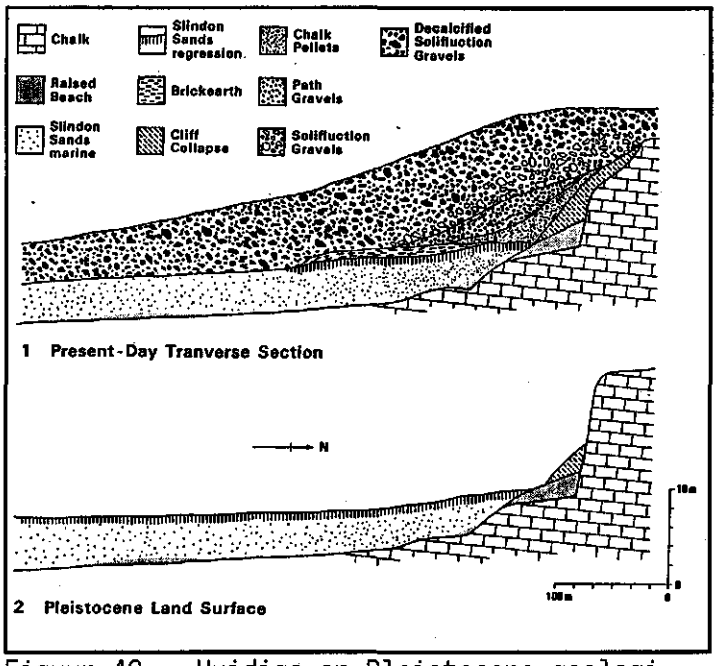
Onderin de solifluctielaag liggen over korte afstand getransporteerde kalkblokken. Hierop ligt het verweringsdek van de Chalk welke gevormd is in het Tertiair. Het totale pakket wordt ook wel de Coombe deposits genoemd. Door een warm en vochtig klimaat in het Tertiair zijn deze verweringsdekken rood gekleurd en bezitten ze vuurstenen (flint). Deze flint is een restprodukt dat gevormd wordt tijdens de verwering van de Chalk. In de solifluctielaag kunnen ook fijnzandige en siltige laagjes voorkomen. Dit zijn eolische afzettingen, neergelegd in een periglaciaal milieu. De mate waarin solifluctie is op-



Figuur 41 Geologisch profiel van een deel van de Eartham Pit

getreden is plaatsafhankelijk. In het solifluctie dek komen ook ontkalkte "trechters" voor, als gevolg van karst.
Deze trechters zijn opgevuld met vuurstenen en rode kleien. De karstverschijnselen zijn vooral op de plaatsen terug te vinden waar oorspronkelijk al een depressie was. Hier accumuleerde water met als gevolg dat kalk in oplossing kon gaan.

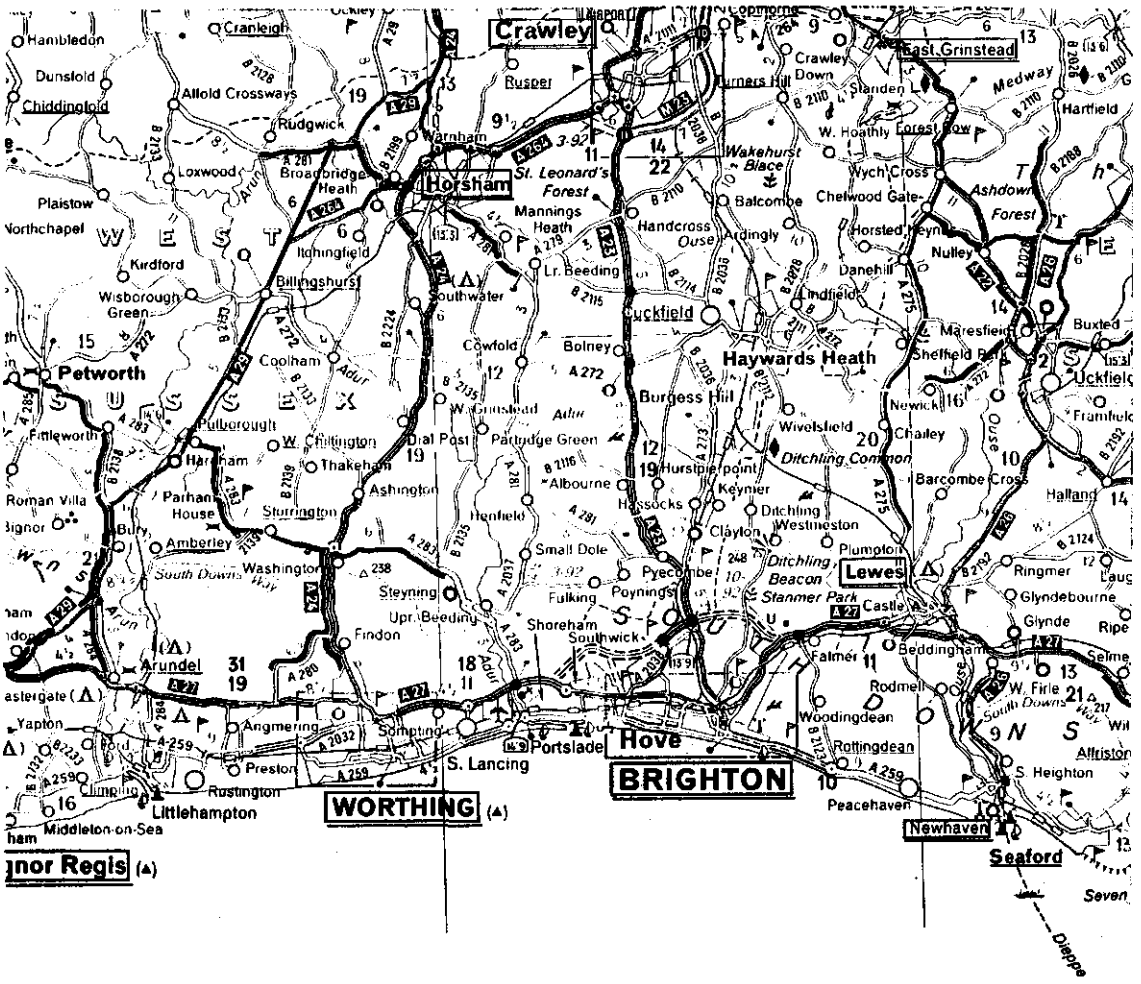
De bovenbeschreven opbouw is plaatsgebonden, omdat zich langs de kust een sterke gevarieerdheid voordoet. Dit is eveneens het geval voor solifluctie (denk aan hellingspercentage, slechte drainage als gevolg van permafrost, enz.), zodat op verschillende plaatsen verschillende profielen kunnen worden aangetroffen. De hoofdbestanddelen zijn echter steeds weer terug te vinden. Een dwarsdoorsnede van de boven beschreven opbouw is te zien in figuur 42.



Figuur 42 Huidige en Pleistocene geologische reconstructie in de Eartham Pit

Vrijdagmiddag, 25 september 1992
BEZOEK AAN SOUTHERN SCIENCE te Worthing

verslaglegging: Mike Heijnen en Wino Aarnink



Vrijdagmiddag bezochten we, als laatste onderdeel van het excursieprogramma, Southern Science in Worthing. Na weer een voortreffelijke lunch, buikten we uit in de bar in het gezelschap van Dr. Tony Rex en Mr. Derek Giles die het één en ander vertelden over onder meer de organisatie, de hydrogeologische situatie in Zuid-Oost Engeland en een "land fill" beneden de natuurlijke grondwaterspiegel.

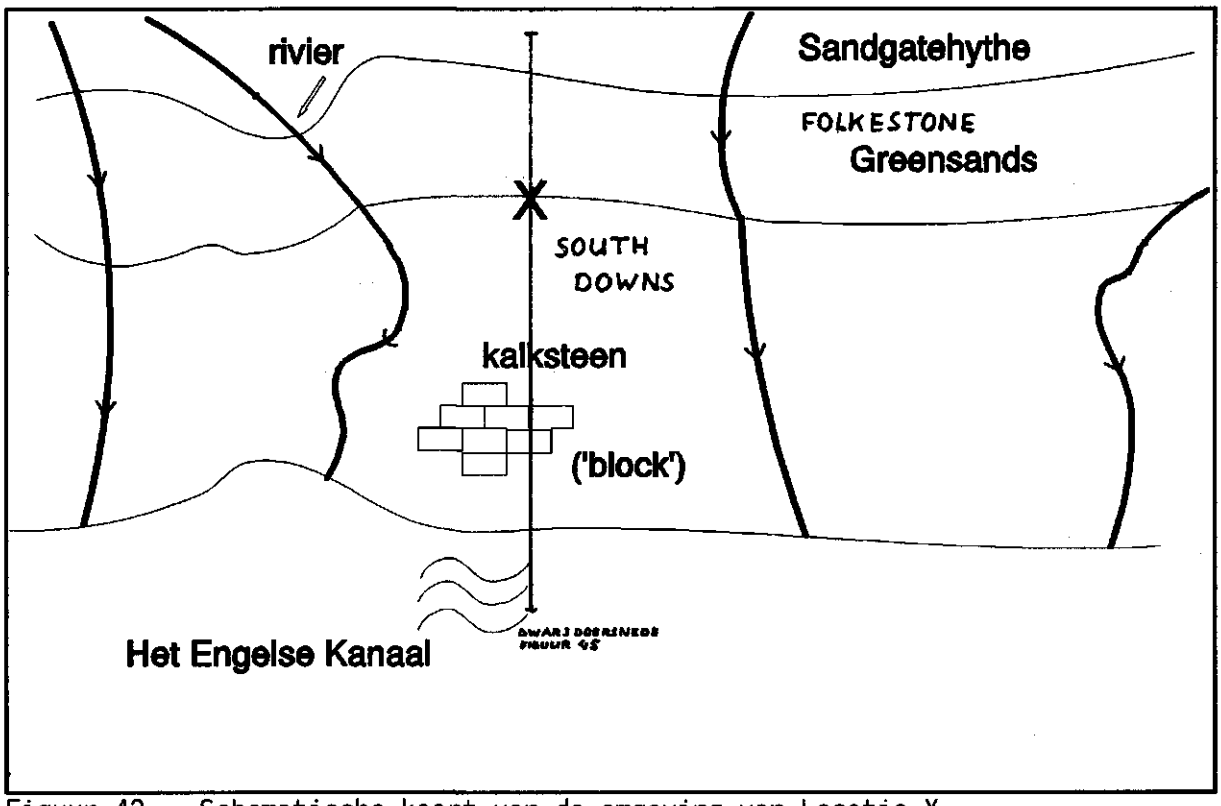
ORGANISATIE EN ROL VAN SOUTHERN SCIENCE

Southern Science is een zelfstandige dochteronderneming van Southern Water op het gebied van milieukundig onderzoek voor en advisering aan bedrijfsleven en overheid. De onderneming dateert van na de privatisering in 1989 van Southern Water. Het huidige bureau is voortgekomen uit de oorspronkelijke onderzoeksafdeling van Southern Water.

Het bureau is opgedeeld in zes afdelingen: Hydrology and Modelling, Hydrogeology, Waste and Wastewater, On-site Survey (veldonderzoek), Environmental Monitoring en Planning and Audit (voorbereiding van milieubeleid en accountancy). De eerst genoemde afdelingen houden zich bezig met oppervlaktewaterwinning en modellering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater respectievelijk grondwaterwinning en grondwaterbescherming.

DE HYDROGEOLOGISCHE SITUATIE

De hydrogeologische situatie is in hoofdlijnen al verschillende keren uitgelegd. Daarom beperken we ons nu tot de beschrijving van de voor het vervolg van dit verhaal interessante Locatie X [12] (figuur 43).



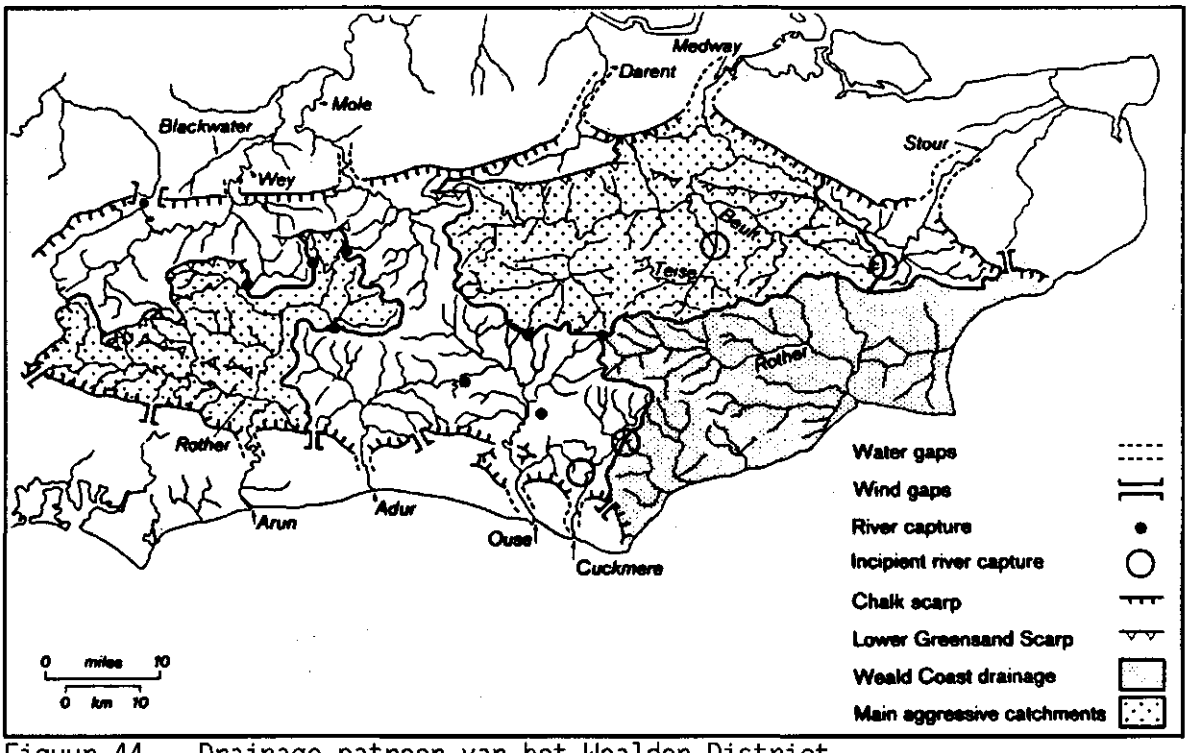
Figuur 43 Schematische kaart van de omgeving van Locatie X

Locatie X ligt in de Wealden Anticline op de Greensands die even ten noorden van de South Downs (kalksteenruggen) dagzomen of vlak onder de oppervlakte liggen. De Greensands bestaan uit het goed gesorteerde, goed doorlatende Folkestone pakket op het slecht gesorteerde, slecht doorlatende Sandgatehythe pakket. Beide pakketten worden van elkaar gescheiden door Weald Clay. Ter plaatse vormt het Greensand een freatisch watervoerend pakket dat in zuidelijke richting onder de kalk-

12 Op verzoek van Southern Science is niet de werkelijke naam van de vuilstortlocatie genoemd

steenpakketten overgaat in een afgesloten watervoerend pakket. Omdat de formaties onder de kalk en onder de zeespiegel geen afvoer mogelijkheden hebben, wordt er parallel aan de helling geen stroming geïnduceerd. De nuttige neerslag komt dan ook lateraal, over de strekking tot afstroming.

Vanwege de relatief lage permeabiliteit van het Greensand vindt de afvoer plaats via een sterk ontwikkeld dendritisch drainagepatroon. De grote hoeveelheid waterlopen verzamelen zich tot een paar rivieren die in staat zijn geweest om zich in en door de kalksteenruggen van de South Downs te snijden en tot afvoer te komen in het Engels Kanaal. De oost-west lopende kalksteenruggen worden door deze insnijding van de rivieren opgedeeld in zogenaamde 'blocks'. De kalksteenruggen zelf hebben een extensief drainagepatroon vanwege hun grote infiltratiecapaciteit en relatief grote permeabiliteit. Het drainage patroon is noord-zuid gericht, de neerslag wordt dus rechtstreeks naar zee afgevoerd (figuur 44).



Figuur 44 Drainage patroon van het Wealden District

DE LAND FILL

Op Locatie X wordt de goed gesorteerde Folkestone Beds gewonnen. Het zand wordt voor een deel onder de natuurlijke grondwaterspiegel gewonnen. Om het zand af te kunnen graven wordt de grondwaterspiegel door middel van bemaling tot 6 meter verlaagd. Het is de bedoeling om Locatie X na afgraving als vuilnisstort in te richten.

De inrichting van afvalstortplaatsen vond in Engeland in het verleden plaats volgens het 'dilute and disperse design', letterlijk het 'verdun en verspreid concept'. De gedachte was dat de verontreiniging in het percolaat in de onverzadigde zone wel verdund en/of afgebroken zou worden. Ook om die reden mocht (en mag) er geen afval gestort worden onder de grondwaterspiegel. Dat de 'dilute and disperse' gedachte nog steeds de praktijk is, blijkt uit de waterzuiveringsinstallatie Morestead (Winchester) waar we woensdagmiddag waren.

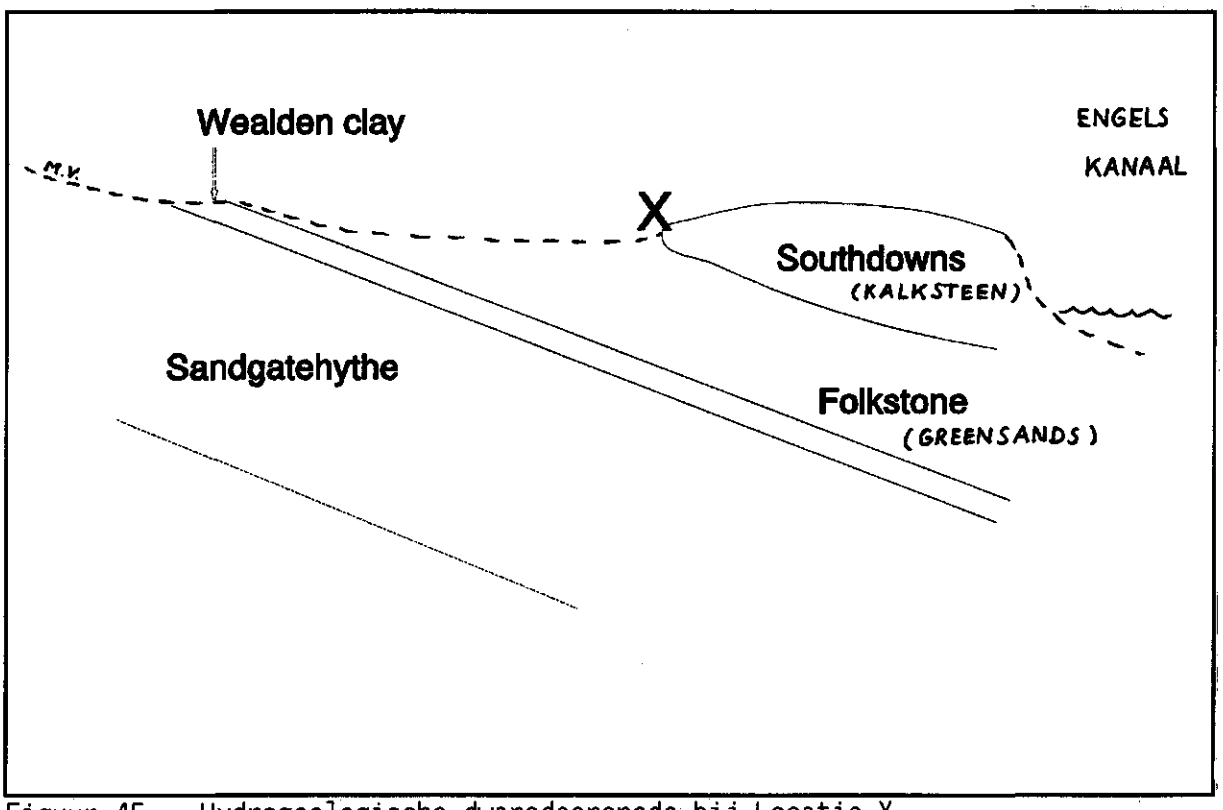
Inmiddels heeft men voor het ontwerp van afvalstortplaatsen een nieuw concept gemaakt. Bij dit concept, het 'containment design' wordt de stort waterdicht afgesloten van de omgeving en wordt het percolaat opgevangen zodat het gezuiverd kan worden. Dit concept wordt in Nederland veel toegepast. Nadeel ervan is dat de compostering van de stort vertraagd word door gebrek aan (regen)water. Complicerende factor bij de inrichting van de afvalstort op Locatie X is dat het afval onder het natuurlijke grondwaterniveau komt te liggen, wat tot op heden dus niet is toegestaan. Bij de National Rivers Authority is ontheffing gevraagd voor dit verbod. Omdat het ook in Engeland niet eenvoudig is om een geschikte locatie te vinden, heeft de NRA het verzoek in behandeling genomen en een onderzoek gelast naar de mogelijkheden voor inrichting van een stort onder het natuurlijke grondwaterniveau op Locatie X.

Om een beeld te krijgen van de grondwaterstromingssituatie is een hydrogeologisch onderzoek uitgevoerd. Hiervoor zijn ondermeer op drie verschillende locaties waarnemingsfilters geplaatst in het Folkestone pakket (ondiep) en in de Sandgatehythe pakket (diep) (figuur 45). Vervolgens zijn de pompen, die de zandwinning droog moeten houden, stopgezet en is de reactie van de grondwaterstand binnen de twee pakketten waargenomen. In feite is zo een recovery test uitgevoerd, een variant op de pompproef.

De verwachting was dat de grondwaterstand in het Folkestone pakket (freatisch grondwater) omhoog zou komen en dat de reactie van het piëzometrisch niveau in het Sandgatehythe pakket (afgesloten grondwater) beperkt zou blijven tot een kleine verhoging. Het bleek echter dat het piëzometrisch niveau in dat pakket daalde. Als verklaring voor deze daling werd gegeven dat de bemaling van de zandwinning afwaterde op een beek die stroomafwaarts door het Sandgatehythe pakket stroomde, daar effluerde en zodoende het pakket voedde. Uitschakeling van de bemaling leidde tot een lagere afvoer in het riviertje, lagere voeding en een lager piëzometrisch niveau in het Sandgatehythe pakket.

Het resultaat van het hydrogeologische onderzoek leidde tot drie alternatieve inrichtingen van de stort:

1 Om te voorkomen dat het afval onder grondwaterniveau komt te liggen, wordt rondom de stort water onttrokken. Dit heeft het bezwaar dat een groot aantal jaren grote hoeveelheden water onttrokken dienen te worden. Bovendien



Figuur 45 Hydrogeologische dwarsdoorsnede bij Locatie X

zou dit grondwater vervuild kunnen worden met verontreinigd percolaat uit de stort dat ook wordt afgepompt. Zuivering van de grote hoeveelheid (licht) verontreinigd grondwater is relatief duur.

2 De stort wordt voorzien van een slecht doorlatende laag. Van boven is de vuilstort open zodat neerslag gewoon toe kan treden en geen vertraging optreedt in omzetting van de stort. In de stort wordt een bemaling aangebracht om het verontreinigd percolaat af te pompen. De slecht doorlatende laag beperkt de hoeveelheid water die als gevolg van het opgewekte potentiaalverschil van buiten de stort binnenkomt. De hoeveelheid water die gezuiverd dient te worden is geringer dan bij alternatief 1. Nadeel van de slecht doorlatende laag is dat over de betrouwbaarheid na verloop van jaren niets bekend is. Er bestaat de mogelijkheid dat mechanische en vooral chemische verwering op den duur voor een gatenkaas zorgt, met toenemend waterbezwaar binnen de stort en met alle risico's van verspreiding. Controle is op deze wijze niet mogelijk.

3 Om het nadeel van alternatief 2 te ondervangen is het derde alternatief opgesteld. Dit alternatief is in feite een combinatie van de eerte twee. Hierbij wordt ook een slecht doorlatende laag aangelegd. Vervolgens wordt binnen en buiten het stort bemaling toegepast. De stromingsrichting van het water blijft ook bij dit alternatief naar de stort gericht, echter het waterbezwaar is

geringer. De hoeveelheid te zuiveren water is dus kleiner dan in alternatief 2. Daarnaast kan door bemonstering van het buiten de stort opgepompte water gecontroleerd worden of niet toch vervuild percolaat vanuit de stort in de bodem treedt.

VELDBEZOEK IN DE OMGEVING VAN WORTHING

Het laatste onderdeel van de middag was een veldbezoek aan een meertje bij Arundel, dat grote landschappelijke waarde heeft maar grotendeels is drooggevallen, en een locatie voor een pompproef.

Het publiek wijt de verlaging van de waterstand in het meertje aan de grondwaterwinning, gelegen naast het meertje. Dat er andere oorzaken zijn, probeert Southern Science aan te tonen met een hydrogeologisch onderzoek. Hiervoor is de onttrekking van grondwater dichtbij de oever van het meertje stopgezet. Zou de onttrekking werkelijk de oorzaak zijn van de verdroging dan zou het waterniveau in het meertje zich moeten herstellen. Het waterniveau in het meertje was echter (nog) niet gestegen. Het onderzoek is vervolgens uitgebreid naar andere onttrekkingen in de omgeving. Onttrekkingen tot 8 km in de omtrek zullen uitgeschakeld worden om hun invloed op het meertje te kunnen vaststellen. Dit uitschakelen is mogelijk door de tijdelijke overcapaciteit in de grondwaterwinning. Deze overcapaciteit treedt op als gevolg van een pompproef die water zou gaan leveren aan het net.

De pompproef zou gehouden worden op het moment dat wij op bezoek kwamen. Omdat het echter flink geregend had, werd de proef uitgesteld. Pompproeven kunnen alleen goed worden uitgevoerd indien de grondwaterstand systematisch dalend of stijgend is. De voeding van het grondwater kan dan buiten beschouwing blijven in de berekening van de hydrogeologische parameters. De pompproef zal uiteindelijk worden uitgevoerd op een put van 120 meter diepte. De eerste 5 meter van het profiel bestaat uit kleiig materiaal met veel vuursteen. Hieronder bevindt zich kalk. De onverzadigde zone is ter plaatse 40 meter dik. De locatie ligt stroomopwaarts van een brongebied. De pompproef wordt tevens gehouden om de invloed van onttrekking op het brongebied vast te stellen. Het waarnemingsfilter is echter niet in het brongebied zelf geplaatst maar op een plek tussen onttrekking en brongebied. Dit is zo gedaan omdat de optredende verlaging groot genoeg moet zijn om te kunnen meten en om gebruikt te kunnen worden in de berekening van geohydrologische parameters. Het opgepompte water heeft een eigenaardig hoge troebelheid. Als verklaring wordt aangedragen dat het kleiige materiaal in dolines is gezakt, waardoor het in direct contact staat met grote watervoerende spleten en zo met het water meegevoerd wordt.

Na dit laatste bezoek werd de terugreis naar Nederland aanvaard.