

566.33

B5

# NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Nr. B4 1990

## Nitrat og fosfat i grundvand/drikkevand fra områder i Danmark



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

## Om NPo-forskningsprogrammet

*NPo-forskningsprogrammet skal tilvejebringe viden om, hvordan kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof (o) omsættes i jord og påvirker søer, vandløb, fjorde, hav og grundvand.*

Denne rapport er een af de ca. 50, der udsendes som et resultat af NPo-forskningsprogrammet. Med Miljøstyrelsen som ansvarlig for programmets gennemførelse er der sat ca. 70 NPo-projekter i gang ved 25-30 institutioner.

Op gennem 1970'erne og i 80'ernes begyndelse kom der en stigende erkendelse af, at udledninger af næringsstoffer kunne blive en trussel mod livet i vandløb m.v. – og af at der kunne ske en nitratforurening af grundvandet. Den eksisterende viden blev i 1984 samlet af Miljøstyrelsen i den såkaldte NPo-rapport.

Rapporten førte til, at Folketinget i 1985 vedtog de første indgreb for at begrænse forureningen med næringsstoffer – ved at stille krav om, hvordan landbruget skal opbevare og sprede husdyrgødningen.

For at skaffe en større viden om næringsstofferne indvirkning på naturen afsatte Folketinget samtidig 50 mill. kr. til dette forskningsprogram – som løber fra 1985 og frem til udgangen af 1990.

NPo-forskningsprogrammet blev yderligere aktuelt med Folketingets vedtagelse af Vandmiljøplanen i 1987. Her vil NPo-programmets resultater indgå som et vigtigt baggrundsmateriale for vurderingen af Vandmiljøplanens virkninger.

Til at sikre den faglige og økonomiske afvejning af forskningen blev der nedsat en styringsgruppe, som således har haft det øverste ansvar for NPo-programmets gennemførelse. Desuden blev der nedsat tre koordinationsgrupper, som hver har haft det faglige ansvar for deres område: jord og luft, grundvand og overfladevand.

Rapporterne udsendes i serien »NPo-forskning fra Miljøstyrelsen« – som er opdelt i A, B og C publikationer:

- A er rapporter om jord og luft
- B er rapporter om grundvand
- C er rapporter om vandløb, søer og marine områder

Miljøstyrelsen har været sekretariat for arbejdet og har sammen med koordinationsgrupperne stået for redaktionen af denne rapportserie.

**NPo-forskning fra Miljøstyrelsen  
Nr. B4 1990**

# **Nitrat og fosfat i grundvand/drikkevand fra områder i Danmark**

Niels Kelstrup, Finn Lykke Nielsen  
Danmarks Geologiske Undersøgelse  
Kurt Overgaard, Eva Rasmussen, Arne Villumsen  
Danmarks Tekniske Højskole

**MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K**

**Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen**



## Indholdsfortegnelse

0. Sammen drag . . . . .	5
1. Indledning og formål. . . . .	7
2. Materialer og metoder. . . . .	10
2.1 Grundvand . . . . .	10
3. Resultater . . . . .	22
3.1 Nitrat i grundvand . . . . .	22
3.1.1 Reservoirer i skrivekridt . . .	22
3.1.2 Reservoirer i danienkalk . . .	28
3.1.3 Reservoiret i grønsandskalk . .	29
3.1.4 Reservoirer i kvartssand . . .	29
3.1.5 Reservoirer i smeltevands- sand og -grus . . . . .	31
3.1.6 Boringer i brønde og brønde . .	37
3.2 Nitrat i drikkevand . . . . .	38
3.2.1 Status for drikkevandets nitratindhold 1985-87. . . . .	38
3.2.2 Skrivekridt . . . . .	39
3.2.3 Danienkalk . . . . .	39
3.2.4 Grønsandskalk . . . . .	40
3.2.5 Kvartssand . . . . .	40
3.2.6 Smeltevandssand, Jylland . . .	40
3.2.7 Smeltevandssand, Fyn og Sjælland . . . . .	43
3.3 Fosfat i grundvand . . . . .	43
3.4 Fosfat i drikkevand . . . . .	47
4. Konklusioner . . . . .	48
4.1 Nitrat i grundvand . . . . .	48
4.2 Nitrat i drikkevand . . . . .	49
4.3 Fosfat i grundvand . . . . .	49
4.4. Fosfat i drikkevand . . . . .	50
5. Referencer . . . . .	51

6. Figurliste . . . . .	52
7. Registreringsblad . . . . .	53

## 0. Sammendrag

Nitrat og fosfat i grundvandsreservoirer	Rapporten beskriver nitrat- og fosfatkoncentrationen i råvand fra 20 vigtige grundvandsreservoirer i Danmark og i det renvand/drikkevand, der produceres af vandværker, der udnytter disse grundvandsmagasiner. Datagrundlaget er arkiver og databaser ved DGU og ITG.
Højt nitratindhold i grundvandsreservoirer med frit vandspejl Lavt i artesiske reservoirer	Undersøgelsen viser, at nitratindholdet er særlig stort i grundvandsreservoirer med frit vandspejl. De artesiske reservoirer, der er beskyttede af tykke lerlag, har væsentlig lavere værdier. Ældre praksis med etablering af borer i eksisterende brønde og udførelse af tørbrønde uden faste sider og fast bund kan medføre direkte adgang for overfladevand til foringsrøret, således at der selv i reservoirer med tykke dækkende lerlag forekommer vand med høje nitratværdier. Ingen af de undersøgte reservoirer er dog forurenede i en grad, der gør dem uegnede til drikkevandsforsyning.  Den vandbehandling, grundvandet underkastes i danske vandværker, er ikke i stand til at fjerne nitrat. Iltning af grundvand, der indeholder ammonium kan give drikkevandet et vist nitratindhold. Den aktuelle vandkvalitet, som vandværkerne leverer til forbrugerne afspejler ovennævnte forhold.
Lave fosfatkoncentrationer i grundvand	Fosfatkoncentrationen i grundvand er generelt lav forhold til de gældende grænseværdier for drikkevand. Der er tendens til, at dybere borer har lavere værdier end de mere overfladenære borer.
Højt fosfatindhold i brøndvand	Brøndanalyseresultater viser et markant højere fosfatindhold, hvilket tyder på, at fosfat i grundvand er begrænset til de helt overfladenære reservoirer eller lokal forurening.

Drikkevandets  
fosfatindhold  
sjældent over  
grænseværdierne

Drikkevandets fosfatindhold vil normalt formindskes ved vandbehandlingen i vandværket. De registrerede fosfatkoncentrationer er derfor dels Drikkevandets udtryk for grundvandets fosfatindhold, dels vandfosfatindhold behandlingen. Fosfatindhold (P- over grænsesjældent overværdien på 0,15 mg/l er kun fundet i lidt over 1% grænseværdien af analyserne. Hovedparten ligger i intervallet 0,01-0,05 mg/l.



## 1. Indledning og formål.

Som led i den samlede danske NPo-undersøgelse er kvælstof- og fosfatindholdet i grundvand og drikkevandet blevet undersøgt.

Undersøgelsens  
formål

Formålet med undersøgelsen er dels at belyse nitrat- og fosfatkoncentrationer i nogle af de vigtigste danske grundvandsmagasiner og dels at illustrere den renavandskvalitet, der leveres til forbrugerne fra vandværker, der udnytter disse grundvandsreservoirer.

Over 98% af Danmarks drikkevandsforsyning er baseret på grundvand som indvindes fra de vandførende formationer hovedsagelig i dybder på ned til ca. 100 m.

Reservoirbjerg-  
arter i  
Danmark

De vigtigste reservoirbjergarter i Danmark er:

- skrivekridt
- danienskalk
- grønsandskalk
- kvartssand
- smeltevandssand- og grus

Reservoirerne er af forskellig alder, lithologi og dybde, ligesom de dæklag, der findes over grundvandsmagasinerne har forskellig tykkelse og sammensætning. Dette er faktorer som har indflydelse på grundvandets nitrat- og fosfatindhold.

Også de hydrogeologiske forhold og indvindingsanlæggenes tekniske standard har betydning for grundvandets nitrat- og fosfatindhold.

Forurenings-  
tilfælde

Lokale forureningstilfælde ses ofte, hvor indvindingsanlægget er placeret eller indrettet uhensigtsmæssigt.

De værste forureningstilfælde findes, hvor grundvandet indvindes fra brønde, der er placeret tæt ved spildevandsudledninger og møddinger, således som det -især tidligere- var tilfældet på mange landbrugsejendomme. Brøndene var normalt ikke særlig dybe, og overliggende, beskyttende lag dermed tynde.

Brønde som årsag til lokal forurening

I en del tilfælde er brønde med svigtende kapacitet blevet forsynet med en boring, der er placeret i bunden af brønden. Denne konstruktion er ofte årsag til lokal forurening, fordi vandindvindingen stadig sker tæt på forureningskilderne, og fordi borerøret kan være afskåret under vandspejlsniveau i brønden. En lignende utilsigtet situation kan opstå, i lerområder, hvor der i vinterperioden forekommer temporært mattede forhold omkring tørbrønde.

Vandværker og indvindingsanlæg

Det indvundne grundvand behandles normalt i et vandværk, inden det når forbrugerne. Der findes ca. 3000 vandværker i Danmark, der hver leverer mere end 10.000 m<sup>3</sup>/år, svarende til vandforbruget for mere end 50 husstande. Hertil kommer ca. 150.000 enkeltindvindingsanlæg, som leverer vand til én eller et par husstande.

Vandbehandling i vandværker omfatter ikke nitrat

Vandbehandlingen for langt hovedparten af vandværkerne omfatter en iltning og frafiltrering af oxiderede jern- og manganforbindelser. Vandbehandlingen vil således ikke påvirke grundvandets eventuelle nitratinhold, men et ammonium-indhold i reduceret grundvand kan ved vandbehandlingen give drikkevandet et nitratinhold. Drikkevandets fosfatinhold vil normalt blive formindsket ved vandbehandlingen, idet fosfaterne som følge af iltningen vil udfældes som ferri-fosfat. I nitrat-holdigt, dvs. iltet grundvand, vil man af

Fosfatkoncentrationer i iltet grundvand

samme årsag ikke forvente at finde væsentlige Fosfat-fosfatkoncentrationer. Nærværende undersøgelse koncentration bekræfter denne antagelse.

Højere fosfatkoncentration i nitratfrit grundvand

I reduceret, nitratfrit grundvand kan man derimod finde fosfatindhold i mængder, der normalt ligger under 1/2 - 1 mg/l. Højeste værdier ses i reservoirer, der har forbindelse med aflejringer, hvor et stort indhold af organisk stof optræder.

Det følger af ovenstående, at drikkevandsdatabase ikke umiddelbart er anvendelig som grundlag for bedømmelse af grundvandets fosfatindhold. Når der i nogle tilfælde findes fosfat i renvandet skyldes dette et oprindeligt indhold på grundvandssiden, men størrelsen heraf kan ikke anslås ud fra renvandsdata. Variationer i drikkevandets fosfatindhold kan for en stor del tilskrives svingende rensningseffekt i vandværket.

## 2. Materialer og metoder.

### 2.1 Grundvand

Kortlægning af grundvandets nitrat- og fosfat-indhold  
Geologisk database  
Geokemisk database

Kortlægningen af nitrat og fosfat er foretaget ved sammenkøring af to databaser på DGU, nemlig den geologiske database og den geokemiske database. Den geologiske database bygger på boredata indberettet efter udførelse af vandforsyningsboringer. Disse data er suppleret med DGU's prøvebeskrivelse og bjergartsklassifikation. Den geokemiske database er i overvejende grad opbygget på grundlag af indberettede vandanalyser stammende fra tiden omkring boringens udførelse. Det er ikke almindeligt, at der findes flere analyser fra samme boring og kun sjældent findes egentlige tidsserier. I begge databaser er datamængden stor, men dog ulige fordelt på de udvalgte områder. Oplysninger om datamængder i de enkelte områder findes i en særskilt rapport med baggrundsdata (Kelstrup og Nielsen, 1989).

Indskrænkninger i datamængden har dog fundet sted på grundlag af en række forhold. Der er lagt vægt på, at bjergartsklassifikationen bygger på DGU's beskrivelse. Kun i enkelte områder, hvor forveksling ikke er mulig, er der anvendt brøndborerens beskrivelse af reservoirbjergarten. I kemidatamængden er der sket indskrænkninger, idet analyseresultater såsom "spor", ">", "<" helt er udeladt af statistikken, mens der i tilfælde af flere analyser fra samme år er anvendt deres middelværdi.

En del data er udeladt, da de udtagne vandprøver kan være "kontamineret" med optrængende mineralvand, eller fordi særlig mange analyser er fra boringer med overløb placeret langs vandløb og således ikke kan siges at være repræsentative for oplandet.

Repræsentativitet

Det egentlige observationspunkt i denne sammenhæng er vandboringen. Udbygningen af en vandforsyningsboring er først og fremmest foretaget med henblik på optimale indvindingsforhold. Boringer i reservoirer med frie vandspejlsforhold er således generelt filtersat i reservoirets nederste trediedel. Dette kan betyde, at en vandprøve kan repræsentere et nitratfrit niveau i reservoiret eller være en blanding med overrepræsentation af vand fra reservoirets nedre, nitratfattige del. Vandprøver fra reservoirer med frit vandspejl kan altså, fordi den øverste del af reservoiret kan være underrepræsenteret, tendere mod et for gunstigt billede af situationen.

Forurening med overfladevand via foringsrør

Generelt for vandforsyningsboringer er, at de er anbragt i en tørbrønd, det vil sige et rum 1-2 m under terræn beregnet til pumpe og andre tekniske installationer. I lerområder, hvor de udnyttede reservoirer er artesiske, kan der især i vinterperioden temporært opstå mættede forhold omkring tørbrønden med det resultat, at overfladevand løber direkte ned i foringsrøret. Noget tilsvarende finder sted, hvor en boring er udført i en ældre brønd, og hvor foringsrøret er skåret af under brøndvandsspejlet. En uheldig konstruktion, der især er almindelig på Sjælland. Ovennævnte forhold betyder, at vandprøver fra lerområder med artesiske reservoirer på grund af uheldige artesiske forhold kan give et for ugunstigt billede af situationen. I forbindelse med beskrivelsen af de enkelte områder i afsnit 3.1 er angivet det procentvise antal af boringer i brønde i forhold til det samlede antal boringer i området.

De udvalgte 20 områder til belysning af nitratsi-

Reservoir-  
udvælgelsen

tuationen er udvalgt med en geografisk dækning, der omfatter 10 områder i Jylland, 1 på Fyn og 9 på Sjælland og Lolland-Falster. Samtidig er reservoirbjergarterne skrivekridt, danielkalk, grønsandskalk, kvartssand og smeltevandssand og -grus repræsenteret. Til sammenligning er medtaget forholdene omkring boringer i brønde og brønde. For fosfatkoncentrationen er situationen ikke beskrevet områdevis som ovenfor nævnt, men kun for landet som helhed. De ovennævnte reservoirer, der vil blive defineret nærmere i afsnit 3.1, er blevet undersøgt ved hjælp af 3 diagramtyper, nitratfordelingsdiagram eksempel fig. 1, 5 års middeldiagram, eksempel fig. 2, og et lerdække-diagram, eksempel fig. 3. Diagrammerne er kun vist her ved eksempler på grund af pladshensyn men findes i (Kelstrup og Nielsen, 1989).

Reservoirunder-  
søgelse v.hj.a.  
3 diagramtyper

Eksempel på  
nitratfordelings-  
diagram

#### Nitratfordelingsdiagram, fig. 1

Diagramtypen viser det procentvise antal analyser fordelt på nitratkoncentrationsklasser. Klasseinddelingen er i intervaller på 5 mg/l nitrat. Endvidere er der på diagrammet angivet, hvilket område og hvilken reservoirbjergart, der er tale om. Ligeledes er angivet det totale antal nitratanalyser, der findes samt det reducerede antal, der medgår i diagrammet. Reduktionen skyldes, at der i tilfælde af flere analyser fra samme boring og samme filter er foretaget en midling af værdierne. Endelig er angivet middelår, spredning og middeldybde.

Eksempel på  
middeldiagram

#### 5 års middeldiagram, fig. 2

Diagrammet viser middelkoncentrationen af nitrat på 5 års intervalklasser. Herudover kan aflæses antal analyser pr. årsgruppe, det lerdække af de medtagne boringer og det gennemsnitlige dybdeinterval. Endvidere er angivet område, reservoirbjergart og totale antal analyser. I til-

NO3 KONC.-FORDELINGSDIAGRAM

Omraade : Atl.bl. 34 , 41

Reservoirbja. : sk

Antal analyser: 42 / 58

Middelaar: 1971 (10) ; middeldybde: 43 - 72 m u.t.

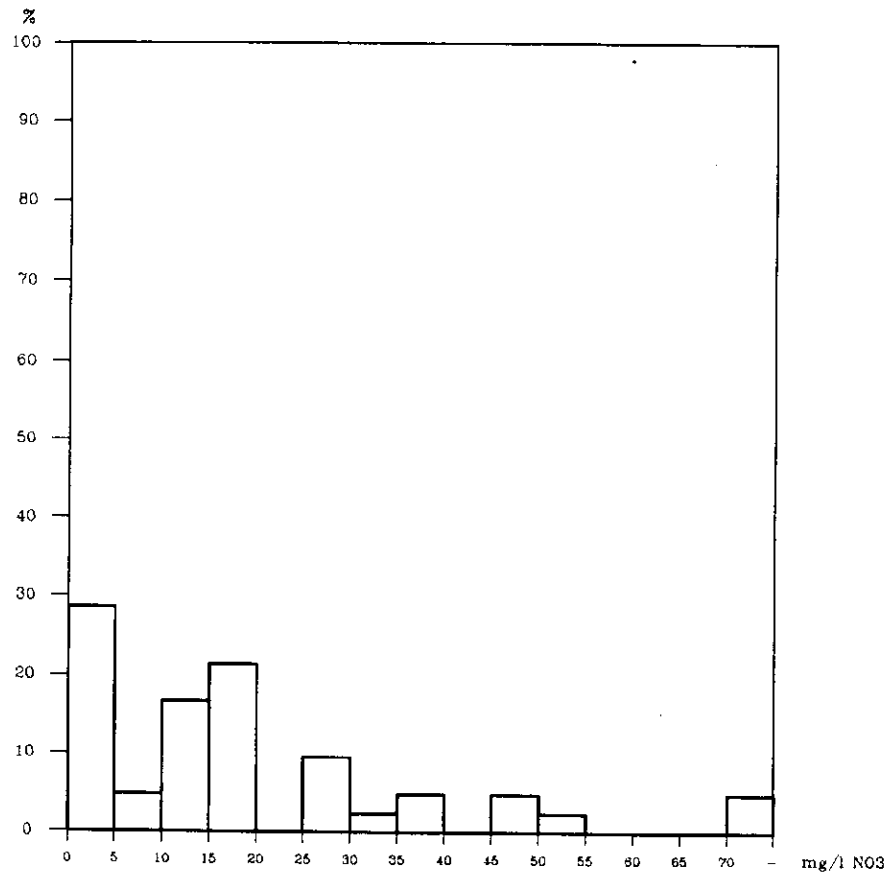


Fig. 1. Nitratfordelingsdiagram

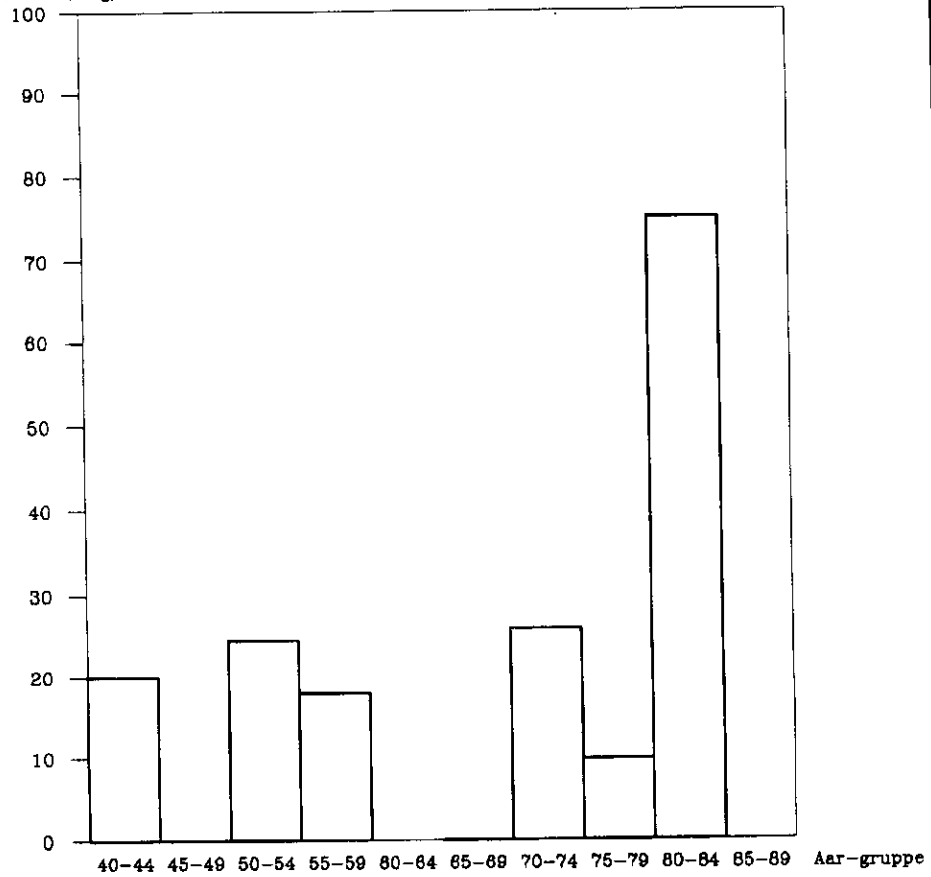
NO3 - 5-AARSMIDDELVAERDI DIAGRAM

Omraade : Atl.bl. 34 + 41

Reservoirbja. : sk

Antal analyser: 35

Middel-NO3 , mg/l



Gruppe-antal	1	1	2	1	0	1	9	19	1	0
Middel-lerdaekke, m		14	0	17		15	11	12	4	
Dybdeinterval, m u.t.	- 38	-112	12- 35	53-	-	77-147	51- 72	43- 77	-	-

Fig. 2. 5-årsmiddeldiagram



fælde, hvor der findes flere analyser fra samme boringer og fra samme 5 års interval, er der foretaget en midling.

Diagrammets  
begrænsning

Der kan ikke lægges nogen udviklingstendens i diagrammet, da det ikke kan forventes, at der findes analyser fra de samme boringer i de forskellige tidsintervaller.

Eksempel på  
lerdiagram

Lerdækkediagram, fig. 3

Diagrammet viser nitratkoncentrationen som funktion af lerdækket i de enkelte boringer. Lerdækket er her summen af alle lerlag og siltlag over filterniveauet. Endvidere er angivet område, reservoirstørrelse og antal analyser.

Der er anvendt 11 forskellige cirkelstørrelser i diagrammet for at markere flere analyser i samme punkt. Den mindste cirkel angiver 1 analyse, herefter er arealet proportionalt med antal analyser. Den største cirkel gælder for et antal større end eller lig med 11 analyser.

Konklusivt  
diagram

Herudover findes et konklusivt diagram, fig. 4, hvor nitratkoncentrationen for hvert reservoir er vist ved koncentrationen svarende til 10%, 25%, 50%, 75% og 90% fraktilerne af analysemengderne. Herudover er vist middeldybde til reservoirerne og antal af analyser på 0 mg/l.

## 2.2 Drikkevand

Drikkevandsdata-  
base ved DTH

Instituttet for Teknisk Geologi ved Danmarks Tekniske Højskole har for miljøstyrelsen etableret et landsdækkende databasesystem, som indeholder oplysninger om landets vandværker og det leverede drikkevands kvalitet. Projektet blev planlagt i 1985, og dataindsamlingen er sket i perioden 1986-1989. Basen indeholder således kemiske

LER-DAEKKE , NO3 DIAGRAM

Omraade : Atl.bl. 34 + 41

Reservoirbja. : sk

Antal analyser: 38

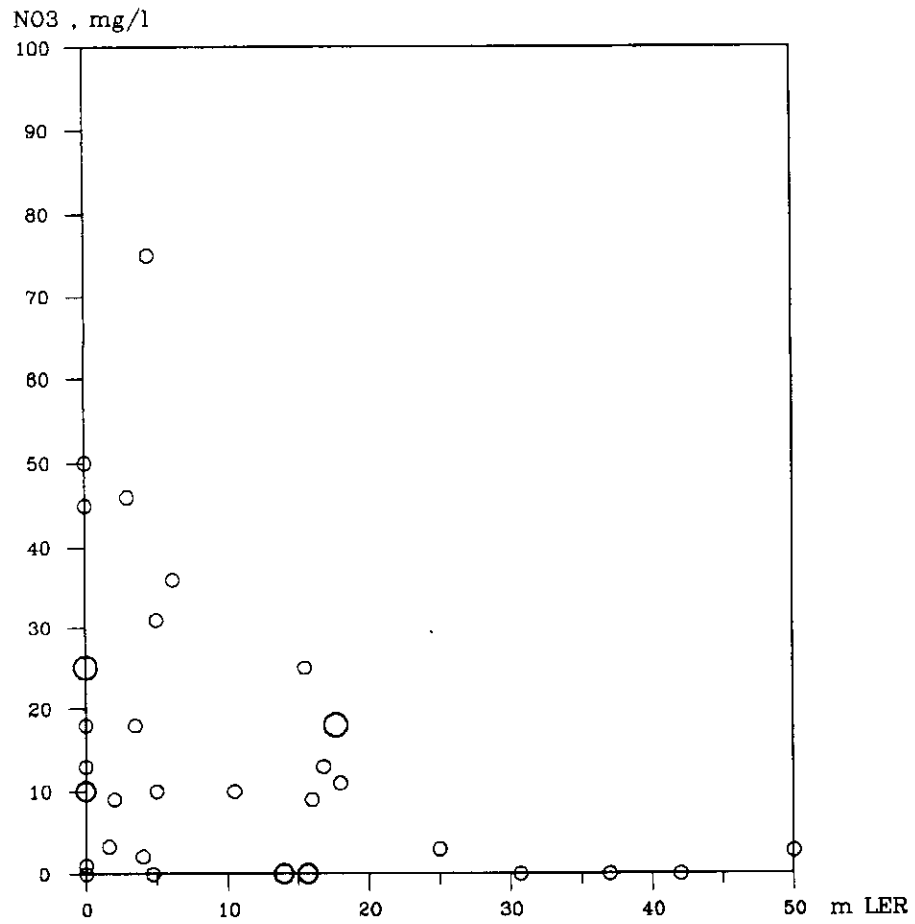


Fig. 3. Lerdækkediagram

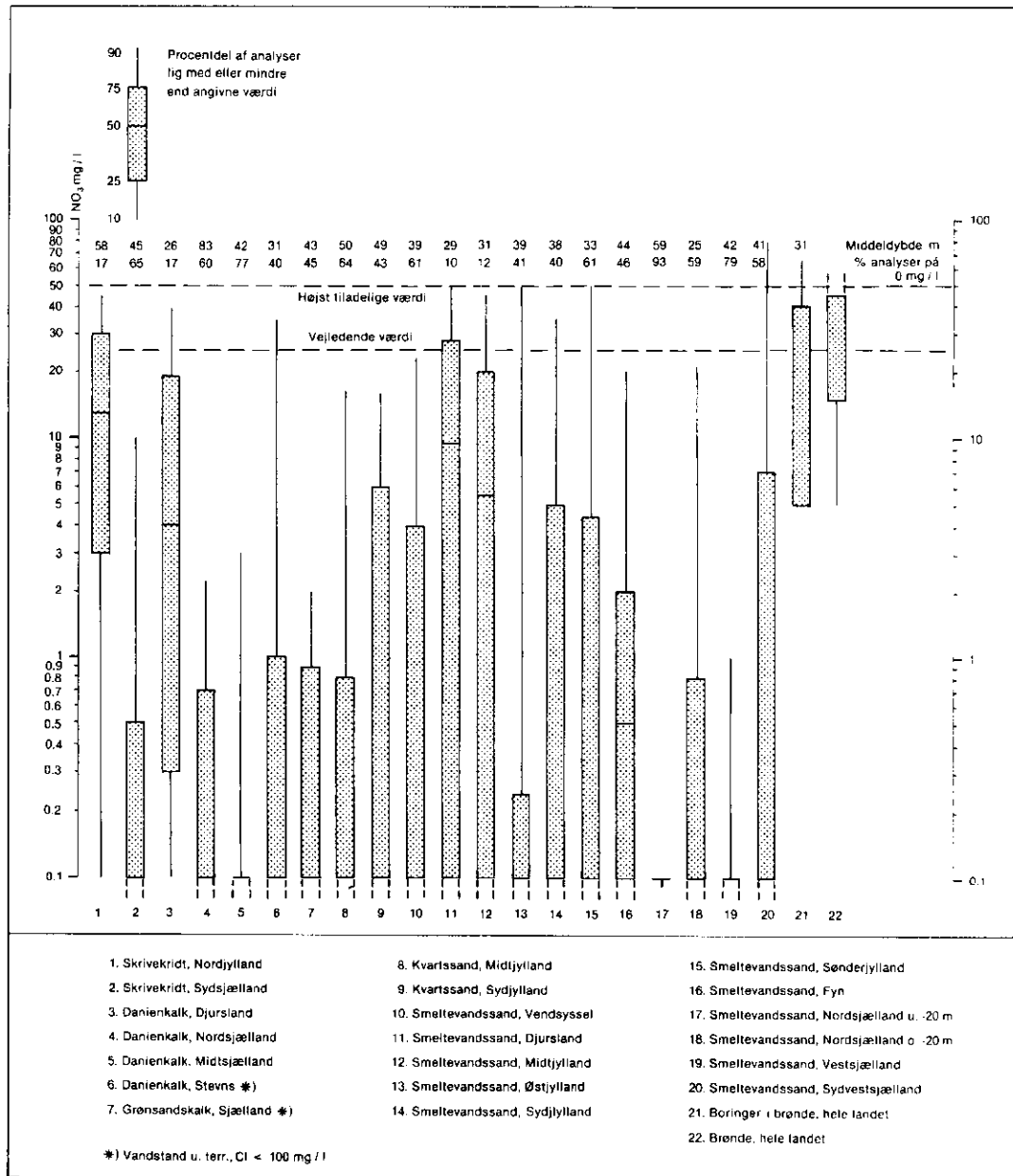


Fig. 4. Nitratkoncentration i danske grundvandsreservoirer

analyser for renvandskvaliteten frem til medio 1989 for vandværker, hvis årlige indvindingsmængde er mindst 10.000 m<sup>3</sup>.

Der indgår omkring 3000 vandværker i basen, hvis samlede levering dækker mere end 99% af landets vandværksleverede vand.

De registrerede drikkevandsanalyser stammer fra kommunernes regelmæssige kontrol af drikkevandet. Analyserne er indsendt af amtskommunerne på miljøstyrelsens anmodning.

Kort beskrivelse af databasesystem

Databasesystemet er PC-baseret og dataudveksling kan ske i flere formater, herunder det såkaldte Standat-format, som er udviklet i samarbejde med miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 1990b). Med data-basesystemet kan der udføres automatisk datakontrol og statistiske beregninger, og der er et bredt udvalg af muligheder for at præsentere de registrerede oplysninger grafisk eller i tabelform. Databasesystemet er nøjere beskrevet i Miljøstyrelsen, (1986).

Databasen findes i sin helhed i miljøstyrelsen og ved Institutet for Teknisk Geologi. Endvidere har amtskommunerne modtaget kopier af egne data på disketter. Databasen vil fremover blive opdateret ved miljøstyrelsens foranstaltning.

Databasens er landsdækkende

Datamaterialet i drikkevandsdatabasen har en sådan karakter, at man med en begrænset ressourceindsats umiddelbart kan opnå et meget dækkende billede af landets drikkevand såvel geografisk som tidsmæssigt. For det første er den arealmæssige dækning af landet meget god, da vandforsyningsstrukturen er så decentral - der findes ca. 4000 vandværker i Danmark og knap 3000 af disse leverer mere end 99% af vandværksvandet. For det andet findes for de fleste vandværker

drikkevandsanalyser mange år tilbage i tiden, og en stor del af disse er samlet i amtskommunernes tekniske forvaltninger. Basen er bl.a. blevet anvendt til præsentation af landets drikkevand ved publikationen: Atlas over Danmarks Drikkevandskvalitet.

Landsdækkende database med tidsserier for drikkevandskvalitet (Miljøstyrelsen, 1990b).

Udvælgelsen af vandværker til projektet

Til brug i dette projekt er der først udvalgt vandværker fra basen, som ligger indenfor de områder, der er omtalt på fig. 4. Samtlige boringer, som vandværkerne benytter sig af, er gennemgået for reservoarype, og vandværker, hvor boringerne ikke alle tilhører samme magasin, er udeladt af undersøgelsen.

Efter denne sortering af vandværkerne er der oprettet 20 underbaser, som hver er karakteriseret ved en bestemt type grundsvandsmagasin og geografisk placering.

Datacheck v.hj.a. tidsserier

På datamaterialet i hver underbase er der foretaget datacheck ved hjælp af tidsserier ud over den datakontrol, der er sket under indlæsningen. Ialt indgår 591 vandværker i denne undersøgelse. For hvert område er gennemsnitsværdier for nitrat og total fosfor for perioden 1985-1987 beregnet og udskrevet på statistiske oversigter via drikkevandsdatabase.

Nitratværdierne er afbildet på kort via programmet TK-kort, og eksempel herpå fremgår af fig. 5. Metoden for plotningen ses beskrevet i "Atlas over Danmarks Drikkevandskvalitet" (Miljøstyrelsen, 1990b).

Gennemsnitsværdierne for de to parametre er sorteret i relevante koncentrationsintervaller bestemt ud fra Drikkevandsbekendtgørelsen, Mil-

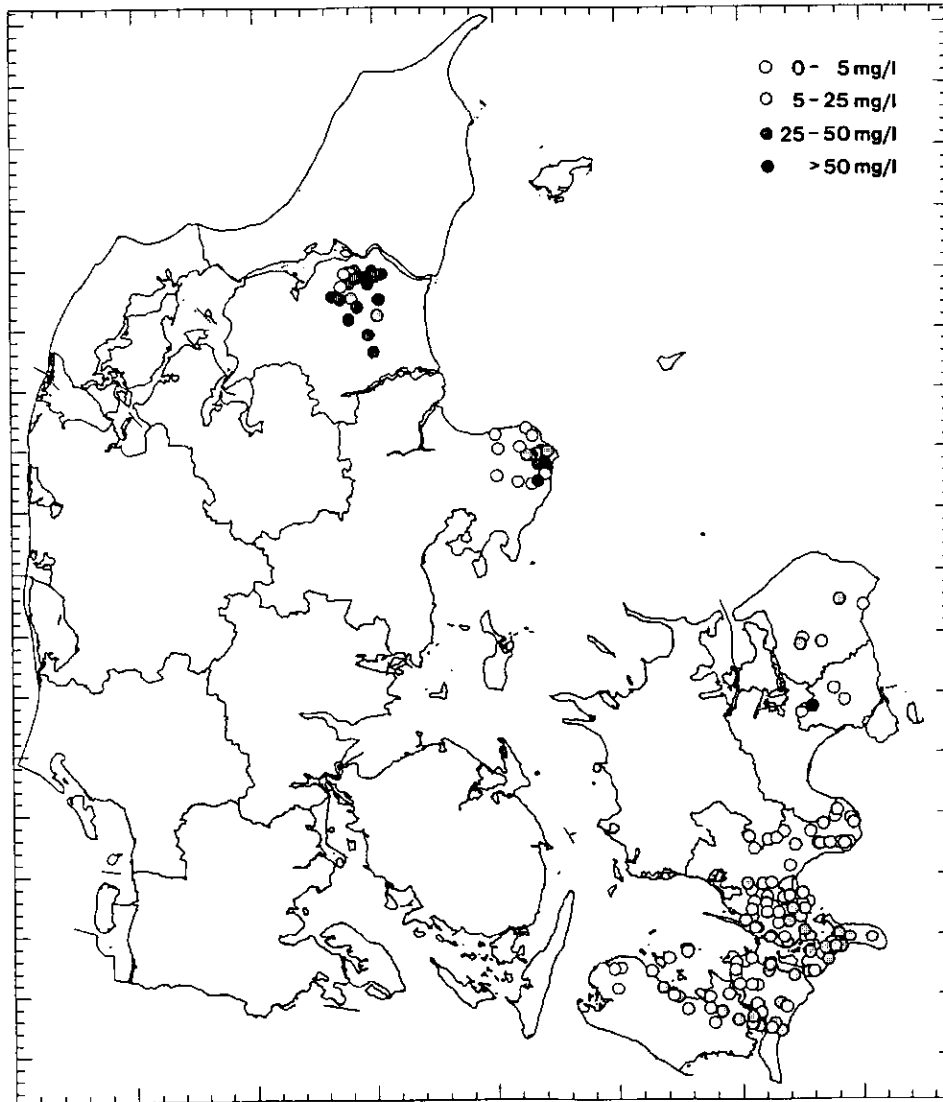


Fig. 5. Nitrat i drikkevand fra skrivekridt og danienskalk

jøstyrelsen (1988), og resultaterne af den manuelle optælling ses i status-tabellerne, jævnfør fig. 6 og fig. 6a.

Opdeling af vandværker efter nitratgennemsnit

For vandværker med nitratgennemsnitsværdi større end 5 mg/l og en tidsserie på mindst 8 analyser i intervallet 1980-1989 er en statistisk analyse foretaget. Antallet for vandværker med signifikant stigende nitratindhold er optalt manuelt, og resultatet fremgår af fig. 7.

Eksempler på fosfatudviklingen

Fig. 8 og 8a viser to diagrammer over fosforudviklingen mod tiden. Kurverne antyder en vis udvikling i fosfatindholdet, henholdsvis faldende (8) og stigende (8a). Bording Kirkeby (fig. 8) har et lavt nitratindhold (område 8, kvartssand, Midtjylland). Fig. 8a, Gammelby, har et nitratindhold på ca. 20 mg/l.

En nærmere tolkning synes ikke rimelig i betragtning af, at såvel vandbehandling som grundvandskvaliteten spiller ind på fosfatkoncentrationen.

### 3. Resultater

#### 3.1 Nitrat i grundvand

##### 3.1.1 Reservoarer i skrivekridt

Øvre lerlags  
betydning for  
nitratindholdet  
i reservoiret

To reservoirer i skrivekridt er undersøgt, fig. 9. Det ene reservoir er beliggende i Nordjylland syd for Aalborg og det andet beliggende i det sydlige Sjælland på Møn og Lolland-Falster. Reservoiret i Nordjylland har såvel artesiske som frie vandspejlsforhold svarende til yderst varierende tykkelse af dækkende lerlag. Det sjællandske område er overalt artesiske og dækket af betydelige lerlag. Der er i begge områder fundet en sammenhæng mellem nitratindhold og dæklagenes tykkelse, således at lave nitratværdier findes ved store tykkelser af lerlag og vice versa. De undtagelser fra denne sammenhæng, der findes, må formentlig tillægges omstændigheder ved prøvetagningen eller uhensigtsmæssige tekniske installationer. Her tænkes især på boringer udført i ældre brønde med foringsrør afskåret under brøndvandsspejl, de såkaldte "våde boringer" eller på tørbrønde med utætte sider og bund. Udbredelse af de "våde boringer" i de to områder er ikke kendt, men ud fra antallet af boringer i brønde i de to områder, kan størrelsesordenen vurderes. I det nordjyske område er 12% af alle boringer udført i ældre brønde, det tilsvarende tal for det sjællandske område er 24%.

Forskellen i tykkelsen af de dækkende lerlag afspejler de fundne nitratkoncentrationer i råvandet i de to områder, fig. 4. I det nordjyske område har 75% af analyserne en værdi under 30 mg/l nitrat og en medianværdi på 12 mg/l. Tilsvarende tal for det sjællandske område er 0,5 og under 0,1 mg/l. I Nordjylland er 90% fraktilen med 45 mg/l kun lige under den højst tilladelige



OMRÅDE	ANTAL TOTAL	ANTAL EJ MÅLT	ANTAL 0-5 mg/l	ANTAL 5-25 mg/l	ANTAL 25-50 mg/l	ANTAL 50> mg/l
Skrivekridt, Nordj.	25	1	1	5	17	1
Skrivekridt, Sydsj.	92	2	58	32	0	0
Danienkalk, Djursl.	21	1	11	4	3	2
Danienkalk, Nordsj.	2	0	1	1	0	0
Danienkalk, Midtsj.	9	1	6	1	1	0
Danienkalk, Stevns	19	0	19	0	0	0
Grønsandskalk, Sjæll.	26	0	25	1	0	0
Kvartssand, Midtjyll.	33	8	15	3	4	3
Kvartssand, Sydjyll.	4	3	1	0	0	0
Smeltevandssand, Vendsyssel	46	1	20	20	5	0
Smeltevandssand, Djursland	5	0	0	2	3	0
- do - Midtjylland	60	15	14	20	9	2
- do - Østjylland	38	11	12	8	7	0
- do - Sydjylland	20	7	5	5	2	1
- do - Sønderjylland	44	5	23	9	7	0
- do - Fyn	74	36	24	12	1	1
- do - Nordsjælland u. ÷ 20 m	2	0	2	0	0	0
- do - Nordsjælland o. ÷ 20 m	3	0	1	1	1	0
- do - Vestsjælland	54	0	42	11	1	0
- do - Sydvestsjæll.	10	0	10	0	0	0
- do - Nordsjælland o.+u. ÷ 20 m	4	0	3	1	0	0
ALLE	591	91	293	136	61	10

Fig. 6. Nitrat (mg/l) gennemsnit 1985-87

OMRÅDE	ANTAL TOTAL	ANTAL EJ MÅLT	ANTAL 0-0,01 mg/l	ANTAL 0,01-0,05 mg/l	ANTAL 0,05-0,15 mg/l	ANTAL >0,15 mg/l
Skrivekridt, Nordj.	25	4	10	11	0	0
Skrivekridt, Sydsj.	92	64	14	10	4	0
Danienkalk, Djursl.	21	4	10	7	0	0
Danienkalk, Nordsj.	2	0	0	2	0	0
Danienkalk, Midtsj.	9	3	1	5	0	0
Danienkalk, Stevns	19	3	14	2	0	0
Grønsandskalk, Sjæll.	26	6	10	9	1	0
Kvartssand, Midtjyll.	33	15	6	10	2	0
Kvartssand, Sydjyll.	4	1	0	3	0	0
Smeltevandssand, Vendsyssel	46	1	0	12	29	4
Smeltevandssand, Djursland	5	0	0	4	1	0
- do - Midtjylland	60	18	8	20	12	2
- do - Østjylland	38	20	4	10	3	1
- do - Sydjylland	20	0	2	14	3	1
- do - Sønderjylland	44	0	2	32	10	0
- do - Fyn	74	4	33	35	2	0
- do - Nordsjælland u. ÷ 20 m	2	0	0	2	0	0
- do - Nordsjælland o. ÷ 20 m	3	2	0	1	0	0
- do - Vestsjælland	54	0	3	45	6	0
- do - Sydvestsjæll.	10	1	0	7	2	0
- do - Nordsjælland o.+u. ÷ 20 m	4	0	0	4	0	0
ALLE	591	146	117	245	75	8

Fig. 6 a P-total (mg/l) gennemsnit 1985-87

OMRÅDE	TOTAL ANTAL )	ANTAL stigen- de **)	GMST. stign. mg/l/år	MM stigning mg/l/år	MAX stigning mg/l/år
Skrivekridt, Nordj.	19	11	2,4	0,6	7,7
Skrivekridt, Sydsj.	28	4	0,8	0,3	1,6
Danienkalk, Djursl.	5	1	4,0	-	-
Danienkalk, Nordsj.	1	0	-	-	-
Danienkalk, Midtsj.	1	0	-	-	-
Danienkalk, Stevns	0	-	-	-	-
Grønsandskalk, Sjæll.	1	0	-	-	-
Kvartssand, Midtjyll.	9	2	5,0	4,0	5,9
Kvartssand, Sydjyll.	0	-	-	-	-
Smeltevandssand, Vendsyssel	13	7	2,5	0,6	5,7
Smeltevandssand, Djursland	5	1	6,5	-	-
- do - Midtjylland	26	5	1,4	0,4	3,4
- do - Østjylland	13	1	1,5	-	-
- do - Sydjylland	6	0	-	-	-
- do - Sønderjylland	14	4	1,3	0,7	1,7
- do - Fyn	11	0	-	-	-
- do - Nordsjælland u. ÷ 20 m	1	0	-	-	-
- do - Nordsjælland o. ÷ 20 m	2	0	-	-	-
- do - Vestsjælland	11	1	0,5	-	-
- do - Sydvestsjæll.	0	-	-	-	-
- do - Nordsjælland o.+u. ÷ 20 m	1	0	-	-	-
ALLE	167	37	2,6	0,3	7,7

\*) = antal vandværker med NO<sub>3</sub>-værdi (gmst 1985-1987) > 5 mg/l og tidsserier i 1980-1989 indeholder min. 8 pkt.

\*\*) = stigning med min. 90% konfidensniveau

Fig. 7 Nitrat (mg/l) i perioden 1980-89

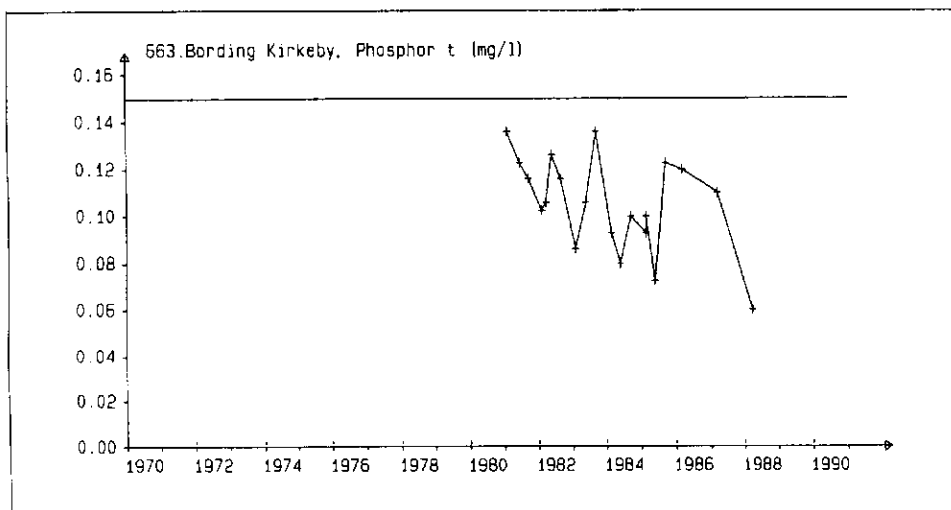


Fig. 8. Udvikling i fosforkoncentrationen. Bording

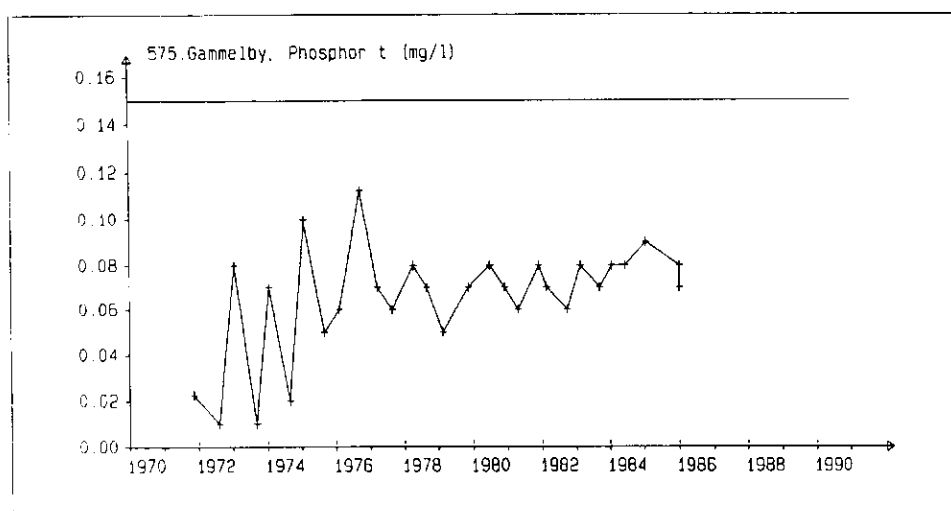
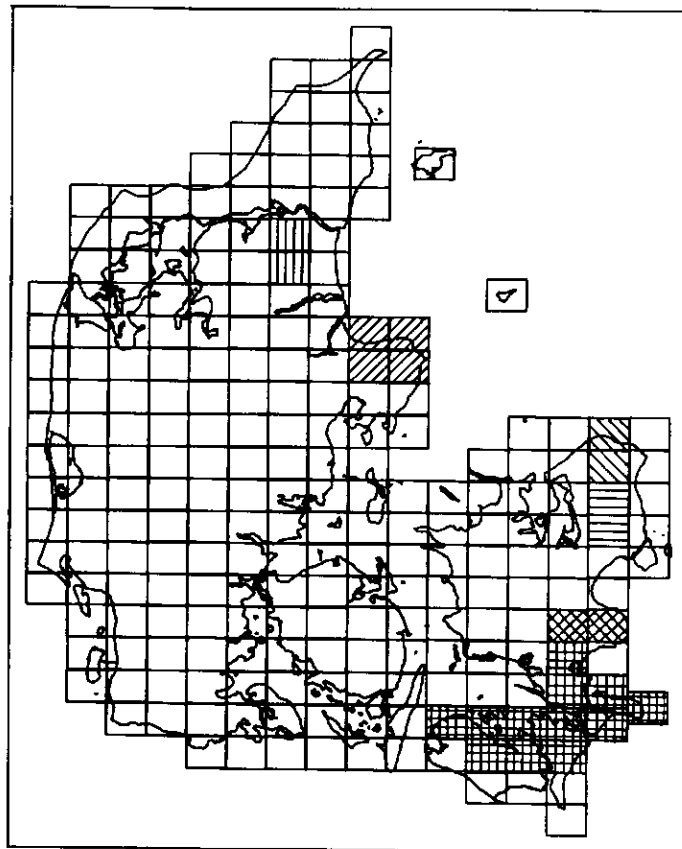


Fig. 8 a. Udvikling i fosforkoncentrationen. Gammelby









-  Skrivekriddt, Nordjylland
-  Danienkalk, Midtsjælland
-  Skrivekriddt, Sydsjælland
-  Danienkalk, Djursland
-  Danienkalk, Nordsjælland
-  Danienkalk, Stevns

Fig. 9. Grundvandsreservoirer. Skrivekriddt og Danienkalk

værdi på 50 mg/l. Skrivekridtreservoiret i Nordjylland er det mest belastede reservoir, hvad angår råvand af de i denne rapport medtagne reservoirer, jvf. fig. 4.

### 3.1.2 Reservoirer i danienkalk

Danienkalkreservoirer er repræsenteret ved 4 områder, fig. 9. Et område på Djursland med frit vandspejl og tynde til manglende dækkende lerlag i de østligste dele og med artesiske forhold med dækkende lerlag mindre end 10 m i de vestlige dele, hvor der også findes et overlejrende reservoir i smeltevandssand. Et Nordsjællandsk område, artesiske, dybtliggende, dækket af betydelige lerlag og mindst to overlejrende reservoirer i smeltevandssand. Et Midtsjællandsk område, artesiske med dækkende lerlag af moderat tykkelse. Et overlejrende reservoir i smeltevandssand findes i den øst-vestgående "Søndersødal". Det sidste område, Stevnsområdet, er overalt artesiske med tynde dækkende lerlag mod øst og tiltagende tykkelse mod vest. I Stevnsområdet er forholdsvis mange analyser fra boringer placeret langs vandløb og med vandstand over terræn og ofte med høje kloridværdier. Analyser med disse karakteristika er ikke medtaget i sammenstillingen på fig. 4, da grundvandet fra disse antages at repræsentere, dels vand der er gammelt i forhold til nitratproblematikken, dels vand stammende fra optrængende mineralvand og derfor ikke karakteristiske for oplandet.

Der er i alle 4 områder konstateret en sammenhæng mellem stor lerlagstykkelse og lavt nitratindhold og vice versa. Især på Stevns og i det Midtsjællandske område findes afvigelser fra denne sammenhæng. Disse skyldes formentlig uhensigtsmæssige tekniske installationer, "våde boringer" og "våde tørbrønde". Antallet af boringer udført

i brønde fordeler sig med 22% på Djursland, 8% i Nordøstsjælland, 27% i Midtsjælland og 26% på Stevns.

Betydning af dybde til reservoirer og dæklagenes tykkelse

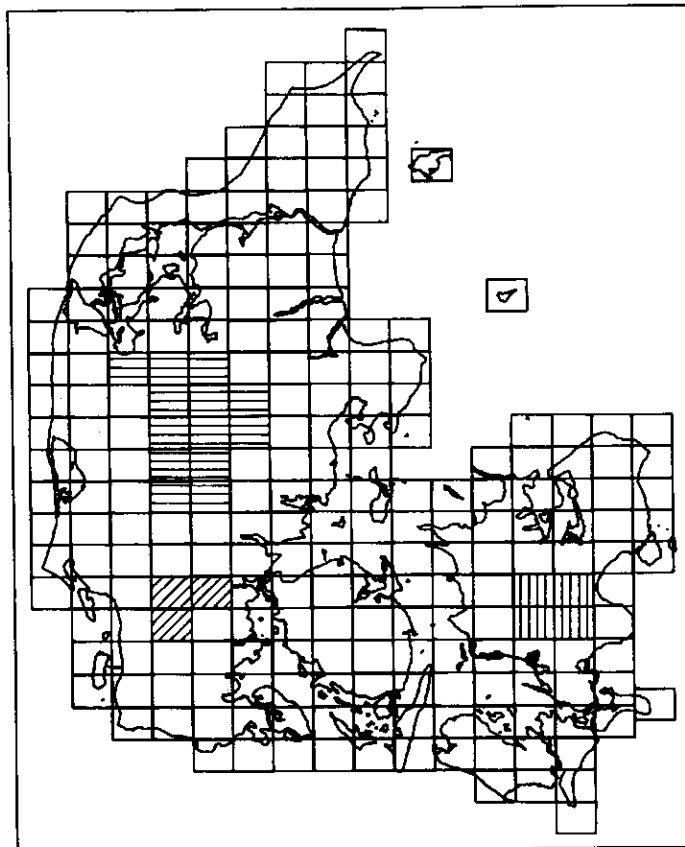
Nitratkoncentrationen i grundvandet fra de 4 områder viser klar sammenhæng med reservoirernes dybde og dæklagenes tykkelse, fig. 4. På Djursland er 10% af analyserne over 40 mg/l, 75% af analyseværdierne er under 19 mg/l, og medianværdien er 4 mg/l. Det Nordøstsjællandske område og Stevns området viser næsten ensartede forhold med 75% af analyserne under 0,7 og 0,9 mg/l henholdsvis og med medianværdier under 0,1 mg/l - dog har Stevns området 10% af analyserne over 35 mg/l. I det Midtsjællandske områdes danienkalkreservoir har 75% af analyserne mindre end 0,1 mg/l.

#### 3.1.3 Reservoirret i grønsandskalk

Grønsandskalkreservoirret fig. 10 er beliggende umiddelbart vest for Stevns området. Som i Stevns området findes forholdsvis mange analyser fra boringer langs vandløb med vandstand over terræn og med store kloridværdier. Disse analyser er også udeladt for dette område i sammenstillingen fig. 4. Reservoirret er artesisk og dækket af tykke lerlag, der yder god beskyttelse. De tilfælde, hvor høje nitratantal er fundet på trods af tykke lerlag, tillægges også her de "våde boringer" og de "våde tørbrønde" (Sevel et al., 1981). Antallet af boringer udført i brønde udgør 24% af samtlige boringer. I området er fundet, at 75% af analyserne ligger under 0,85 mg/l, og at medianværdien er under 0,1 mg/l, fig. 4.

#### 3.1.4 Reservoirer i kvartssand

Kvartssandsreservoirerne i Jylland er repræsenteret ved et midtjysk og et sydjysk område, fig.






-  Grønsandskalk, Sjælland
-  Kvantssand, Midtjylland
-  Kvantssand, Sydjylland

Fig. 10. Grundvandsreservoirer.  
Grønsandskalk og kvantssand



10. Reservoirerne i begge områder er næsten overalt artesiske og findes i samme dybder. Kwartssandet optræder sammen med kvartsgrus, glimmersand, glimmerler og brunkul. De to sidstnævnte bjergarter er ikke vandførende men spiller en rolle i denne sammenhæng, idet de ved deres indhold af organisk stof og pyrit almindeligvis anses for at have reducerende egenskaber overfor nitrat. Ved den i denne undersøgelse anvendte metode er der dog ikke fundet statistisk tilstrækkeligt materiale til at dokumentere dette. Tykkelsen af dækkende lerlag er varierende og kan mangle helt, således at direkte hydraulisk kontakt til de overlejrende reservoirer i smeltevandssand kan forekomme. Der er en tydelig tendens til nitratfrit vand, hvor lerlag forekommer. Undtagelser kan skyldes en direkte kontakt til det overfladenære reservoir eller tekniske forhold omkring boringerne. Hvor lerlaget mangler kan der forekomme et betydeligt nitratindhold.

Situationen med boringer udført i ældre brønde er ikke almindelig, 2% i det midtjyske område og 10% i det sydjyske område. Der er nogen forskel på fordelingen af nitratanalyser i de to områder, fig. 4, således er i det midtjyske område 75% af analyserne under 0,8 mg/l mod 6 mg/l i det sydjyske område. I begge områder er medianværdien under 0,1 mg/l.

#### 3.1.5 Reservoirer i smeltevandssand og -grus

I denne rapport skal omtales forholdene i 11 områder i Danmark, hvor reservoirbjergarten er smeltevandssand og -grus. I de 4 af disse er frie vandspejlsforhold dominerende, mens de resterende 7 er præget af artesiske forhold.

Reservoirer med  
frie vand-

Reservoirer med frie vandspejlsforhold  
De 4 områder med frie vandspejlsforhold er be-

spejlsforhold

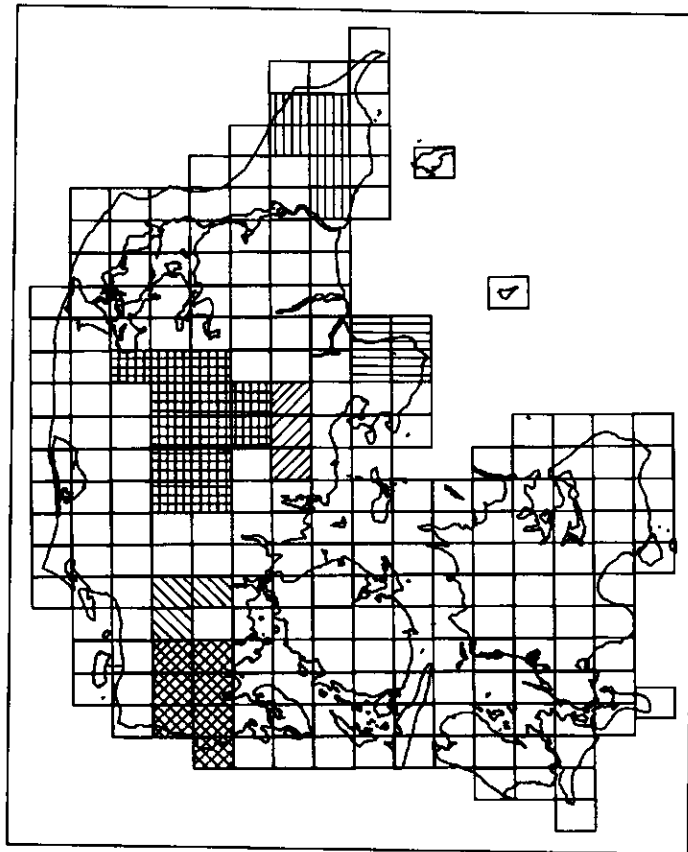
liggende på Djursland, i Midtjylland, i Sydjylland og i Sønderjylland, se fig. 11. Reservoiret på Djursland overlejrer det tidligere omtalte reservoir i danienkalk. Det er domineret af frie vandspejlsforhold, men artesiske forhold findes især i områdets vestligste del, hvor sandlagene er indlejrede i moræneler. Reservoiret er overfladenært og de dækkende lerlag er tynde. I området er 14% af borerne udført i ældre brønde. 75% af analyserne, fig. 4, har under 28 mg/l nitrat, mediantallet er på 10 mg/l, 10% af analyserne har dog værdier over 50 mg/l. Sammenlignet med det underliggende danienkalkreservoir har sandreservoiret flere høje nitratværdier. Af de medtagne reservoirer er kun skrivekridtreservoiret i Nordjylland mere belastet.

Det midtjyske reservoir i smeltevandssand og -grus

Det midtjyske reservoir i smeltevandssand og -grus, fig. 11, overlejrer det tidligere omtalte reservoir i kvartssand. Reservoiret er overfladenært, med frit vandspejl og med ringe til intet dæklag af ler. Af områdets borer er 9% udført i ældre borer. 75% af analyserne, fig. 4, viser et nitratindhold på under 20 mg/l og en medianværdi på 6 mg/l, 10% af analyserne er dog over 45 mg/l. Værdierne er af samme størrelse som i sandreservoiret på Djursland, men noget højere end i det underliggende reservoir.

Det sydjyske område med smeltevandssand og -grus

Det sydjyske område med smeltevandssand og -grus, fig. 11, dækker bakkeområder med mellemliggende smeltevandssletter, og i områdets østlige del et morænelersområde, hvor sandlagene er indlejrede i moræneleret. Det østlige område har relativt tykke lerlag og artesiske forhold, mens frie vandspejlsforhold og tyndere lerlag præger den vestlige del af området. 13% af borerne i området er udført i brønde. Nitratværdierne i området fordeler sig med 75% under 5 mg/l, fig.









-  Smeltevandssand, Vendsyssel
-  Smeltevandssand, Djursland
-  Smeltevandssand, Midtjylland
-  Smeltevandssand, Østjylland
-  Smeltevandssand, Sydjylland
-  Smeltevandssand, Sønderjylland

Fig. 11. Grundvandsreservoirer.  
Smeltevandssand, Jylland

4, og med medianværdien under 0,1 mg/l. 10% af analyserne er dog over 35 mg/l. Værdierne er - bortset fra den sidste - omtrent de samme, som blev fundet i det underliggende kvartssandsreservoir.

Det sønderjyske område med smeltevandssand og -grus

I Sønderjylland dækker reservoirer i smeltevands-sand og -grus et område, der mod vest omfatter smeltevandssletter og bakkeøer med tynde dæklag af ler og med frie vandspejlsforhold, og mod øst et område præget af moræneler. Her er sandlagene indlejret i leret og tykkere end i den vestlige del, og reservoiret er artesisk. Hvor dæklag af ler forekommer er nitratværdierne lave, enkelte undtagelser forekommer. 12% af borerne i området er udført i brønde. Fordelingen af nitratanalyserne, fig. 4, er stort set som i det sydjyske område med 75% af analyserne under 4,1 mg/l og medianværdien under 0,1 mg/l, 10% af analyserne overskrider dog den højst tilladelige værdi på 50 mg/l.

Sammenligning af de jyske reservoirers nitratværdier

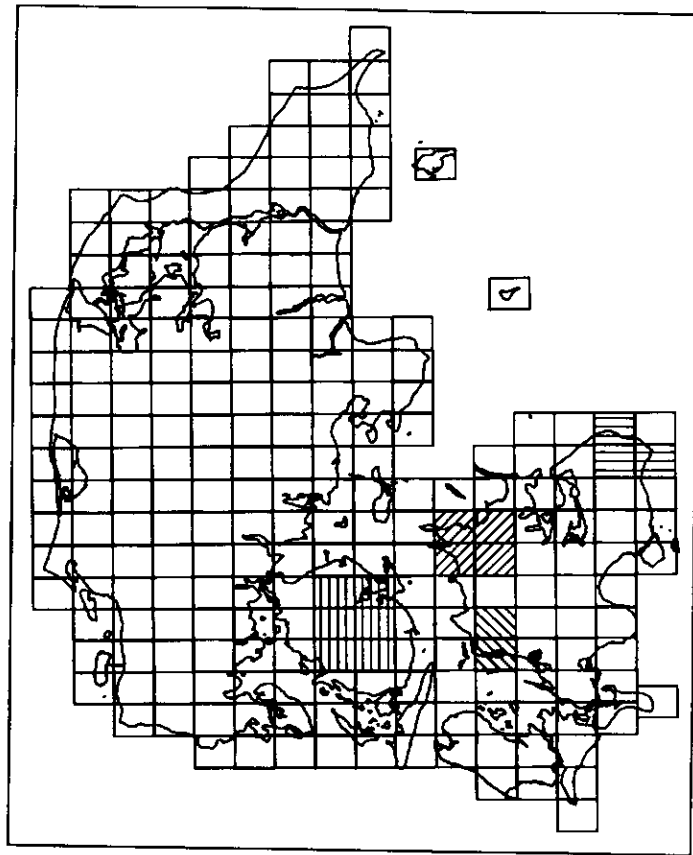
I de syd- og sønderjyske områder er nitratværdierne svarende til 75% fraktilen væsentligt mindre end for områderne i Midtjylland og på Djursland ca. 4 mg/l mod ca. 20 mg/l - svarende til større tykkelser af de dækkende lerlag og til noget større dybder til de syd- og sønderjyske reservoirer.

Reservoirer med artesiske forhold

Reservoirer med artesiske forhold  
De 7 artesiske reservoirer er beliggende i Vendsyssel, i Østjylland, fig. 11, på Fyn, i Nordsjælland, i Vestsjælland og i Sydvestsjælland, se fig. 12.

Det sydvest-sjællandske reservoir i

Det sydvestsjællandske reservoir i smeltevands-sand og -grus er bortset fra mindre områder relativt dybtliggende, artesiske med tykke,



- ▤ Smeltevandssand, Fyn
- ▥ Smeltevandssand, Nordsjælland
- ▧ Smeltevandssand, Nordvestsjælland
- ▨ Smeltevandssand, Sydvestsjælland

Fig. 12. Grundvandsreservoirer.  
 Smeltevandssand, Fyn og Sjælland

smeltevandssand og -grus	dækkende lerlag, men i området findes mange af de såkaldte "våde boringer". 31% af samtlige boringer er udført i brønde, hvilket dog ikke er ensbetydende med, at samtlige af disse er "våde". Fordelingen af nitratværdierne viser, at 75% af analyserne er under 7 mg/l med en medianværdi på under 0,1 mg/l, fig. 4, men med 10% af analyserne over 80 mg/l. Blandt de artesiske reservoirer, der er medtaget i denne rapport, er det sydvest-sjællandske det, der har de største nitratværdier.
Smeltevandssandsreservoirer i Vendsyssel	Smeltevandssand reservoirerne i Vendsyssel er komplekst opbyggede, idet lagene ofte er stærkt dislocerede, og reservoirerne har derfor almindeligvis kun lokal udbredelse. Artesiske forhold er det dominerende. De dækkende lerlag er af moderat tykkelse, men yder gennemgående god beskyttelse, idet der dog findes flere tilfælde med høje nitratkoncentrationer ved tykke lerlag. I området er 14% af alle boringer udført i brønde. Nitratanalyserne fordeler sig med 75% under 4 mg/l og medianværdien under 0,1 mg/l, fig. 4.
Fynske reservoirer i smeltevandssand og -grus	De fynske reservoirer i smeltevandssand og -grus er dybtliggende, artesiske og dækket af tykke lerlag. Reservoirerne har ofte stor horisontal udbredelse. Lerlagene har i de fleste tilfælde stor beskyttende virkning, men der findes dog flere tilfælde med høje nitratkoncentrationer, hvor lerlagene er tykke. 75% af analyserne fra området ligger under 2 mg/l, og medianværdien er 0,5 mg/l, fig. 4.
De nordsjællandske reservoirer	Nordsjælland er repræsenteret ved to reservoirer i smeltevandssand og -grus fra samme område. Et øverste beliggende over kote -20 m og et underliggende, "Alnarpsandet" under kote -20 m. Sandreservoiret over kote -20 m, fig. 4, er

	<p>relativt overfladenært, men er artesisk og dækket af op til 20 m lerlag. Hvor lerlagene er over 5 m er analyserne nitratfrie. 38% af borerne fra reservoiret over kote -20 m er udført i brønde. Når dette tilsyneladende ikke præger analyserne kan det skyldes, at disse borer er knyttet til et overlejrende reservoir. Nitratanalyserne fordeler sig med 75% under 0,8 mg/l og en meridi-anværdi under 0,1 mg/l.</p>
<p>Det østjyske reservoir</p>	<p>Det østjyske reservoir, fig. 4, er relativt dybtliggende, artesisk, med tykke dækkende lerlag, hvilket med få undtagelser medfører nitratfrie analyser. Kun 10% af områdets borer er udført i brønde. 75% af analyserne har nitratværdier under 0,25 mg/l, fig. 4, men 10% af analyserne er over 50 mg/l.</p>
<p>Det vestsjællandske reservoir</p>	<p>Det vestsjællandske reservoir og "Alnarp-sandet" (Nordsjælland under kote -20 m) er begge karakteriseret ved at være dybtliggende, artesiske og dækkede af tykke lerlag. Alnarpsandet er herudover dækket af flere sandreservoirer. Reservoirerne er de mest ubelastede af de i denne rapport omtalte reservoirer. 75 og 90% fraktilerne er under 0,1 mg/l nitrat, fig. 4. I områderne er henholdsvis 13 og 17% af borerne udført i brønde.</p>
<p>Nitratforskel i hhv. reservoir m. frit vandspejl og artesisk reservoir</p>	<p>Forskellen mellem reservoirerne med frit vandspejl og de artesiske reservoirer markerer sig ved fordelingen af nitratkoncentrationen i analyserne. For de førstnævnte reservoirer ligger 75% fraktilen mellem 3,8 og 28 mg/l, mens den tilsvarende værdi for de artesiske reservoirer er mellem 0,1 og 7 mg/l.</p>

### 3.1.6 Boringer i brønde og brønde

Der har i forbindelse med beskrivelsen af de enkelte reservoirer været omtalt den indflydelse,

"Våde boringer"

de såkaldte "våde boringer" kunne have for vandkvaliteten. En opgørelse af antallet af disse er ikke mulig, men der har været bragt værdier for antallet af boringer udført i brønde. Disse tal kan give en antydning af udbredelsen af de "våde boringer", ihvertfald en maksimumsværdi. Fænomenet, de "våde tørbrønde", der ligesom de "våde boringer" især er knyttet til lerområder, kan ikke dokumenteres med tal, men er iagttaget mange gange. På fig. 4 er vist fordelingen af nitratanalyser fra boringer i brønde og fra brønde fra hele landet til sammenligning med de enkelte reservoirer. Det ses, at for boringer i brønde ligger 75% fraktilen på 40 mg/l. Brøndanalyserne har en medianværdi tæt ved den højst tilladelige værdi på 50 mg/l.

"Våde tørbrønde"

### 3.2 Nitrat i drikkevand

I drikkevandsdatabasen er der inden for de udvalgte områder registreret i alt 591 vandværker. For 500 af disse vandværker er der registreret nitratanalyser, og disse indgår i statusoversigten vist i fig. 6 og illustreret på kortene, fig. 5 og 13-15.

#### 3.2.1 Status for drikkevandets nitratindhold 1985-87.

Status for  
drikkevandets  
nitratindhold  
1985-87

Det samlede resultat for samtlige undersøgte grundvandsreservoirer er, at vandværkerne procentuelt fordeler sig således i de valgte nitratintervaller:

0-5 mg/l	59%
5-25 mg/l	27%
25-50 mg/l	12%
50- mg/l	2%

Drikkevandets gennemsnitlige nitratindhold for



14% af vandværkerne overskrider således den vejledende grænseværdi for drikkevand. Men kun for 2% af vandværkerne overskrides den maksimalt tilladelige værdi for drikkevand på 50 mg/l.

Den tilsvarende fordeling af vandværker fra den landsdækkende undersøgelse omfattende ca. 3000 vandværker er således:

0 - 25 mg/l	84%
25 - 50 "	11%
50 - "	5%

Drikkevandets nitratindhold udviser betydelige forskelle fra område til område, hvilket dels afspejler variationer mellem de enkelte reservoirtyper og dels variationer inden for samme reservoirtype.

### 3.2.2 Skrivekridt

Nitratindhold i drikkevand fra skrivekridt-reservoir

De udvalgte geografiske områder med skrivekridtreservoirer fremgår af fig. 5. Området er beliggende syd for Ålborg og område 2 dækker det sydligste Sjælland, Møn, samt dele af Lolland og Falster.

Drikkevandets nitratindhold er markant større i område 1 end i område 2. I område 1 er der såvel frie som artesiske reservoirforhold, og dæklagenes tykkelse og sammensætning er varierende. I område 2 er der generelt artesiske reservoirforhold, og skrivekridtet er dækket af betydelige lerlag. Forskellen mellem renvandets nitratindhold i de to områder tilskrives disse geologiske forskelle.

### 3.2.3 Danienkalk

Nitratindhold i drikkevand fra danienkalk

Det udvalgte områdes geografiske beliggenhed fremgår af fig. 5. Område 3 dækker den nordlige del af Djursland, område 4 og 5 ligger i Nord-

sjælland, og område 6 ligger på Sydsjælland i Stevnsområdet. Antallet af vandværker med forhøjet nitratindhold er tydeligt større i område 3 end i de øvrige områder, hvor kun 3 vandværker ligger over 5 mg/l (fig. 6).

I område 3 er dæklagene over danienkalkreservoiret af varierende tykkelse og stedvis manglende. I de øvrige områder er danienkalken dækket af moderat til tykke lerlag. Disse geologiske forskelle vurderes som årsag til forskellen i grundvandets nitratindhold i område 3 og de øvrige områder.

#### 3.2.4 Grønsandskalk

Nitratindhold i drikkevand fra reservoirer i grønandskalk

Beliggenheden af området, som dækker Midtsjælland, fremgår af fig. 13. Kun få vandværker lever med et nitratindhold større end 5 mg/l (fig. 6). Grønsandskalken er dækket af betydelige lerlag, og reservoiret er overalt artesiske.

#### 3.2.5 Kwartssand

Nitratindhold i drikkevand fra reservoirer i kvartssand

Disse områders beliggenhed fremgår af fig. 13. Område 8 dækker en betydelig del af Midtjylland og område 9 er et mindre område i Sydjylland øst for Kolding.

Af 25 vandværker i område 8 har 10 et nitratindhold større end 5 mg/l og 7 et indhold større end 25 mg/l. I område 9 findes kun nitratoplysninger for eet vandværk og de to områder kan derfor ikke sammenlignes nitratmæssigt.

I begge områder er der generelt tale om artesiske reservoirforhold, hvor dæklagene over kvartssandet er af varierende tykkelse.

#### 3.2.6 Smeltevandssand, Jylland

Områdernes beliggenhed fremgår af fig. 14.

I alle områderne er der et betydeligt antal vand-

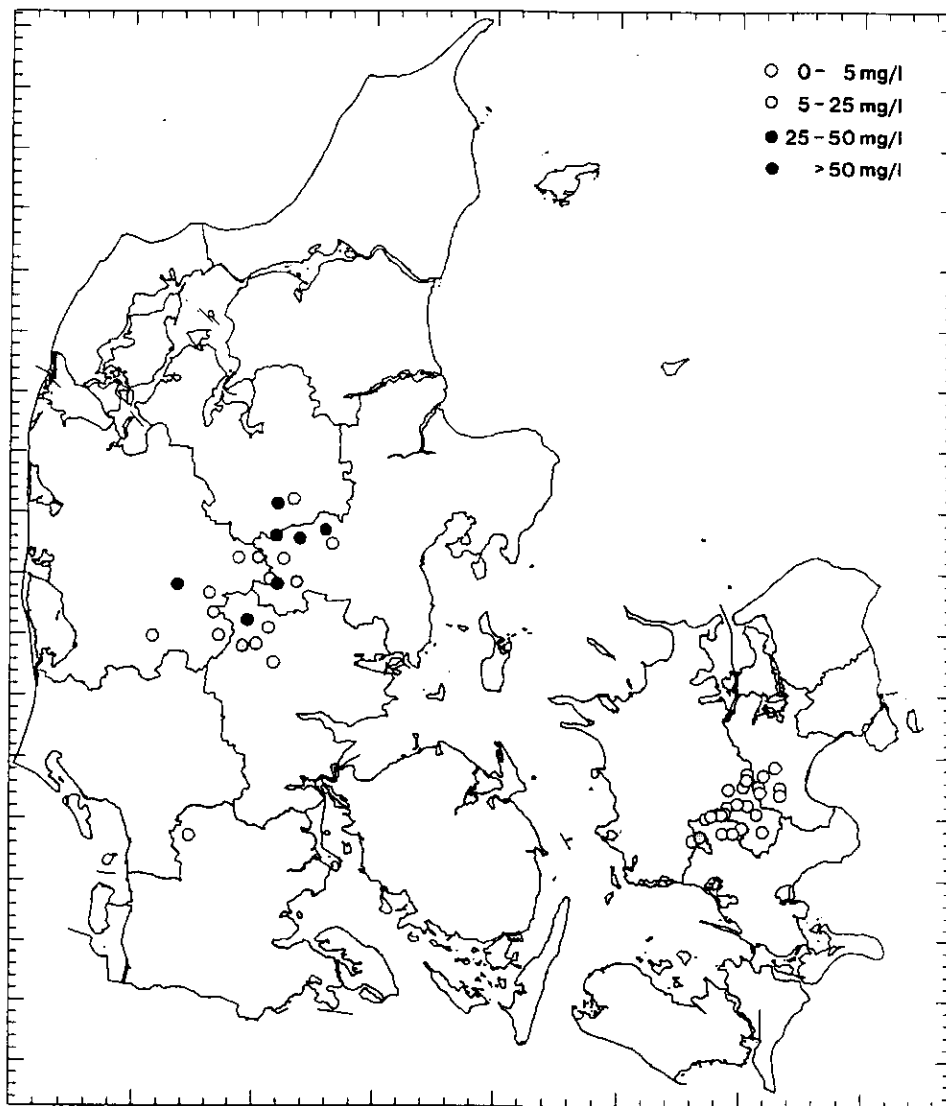


Fig. 13. Nitrat i drikkevand fra grønsandskalk og kvartssand

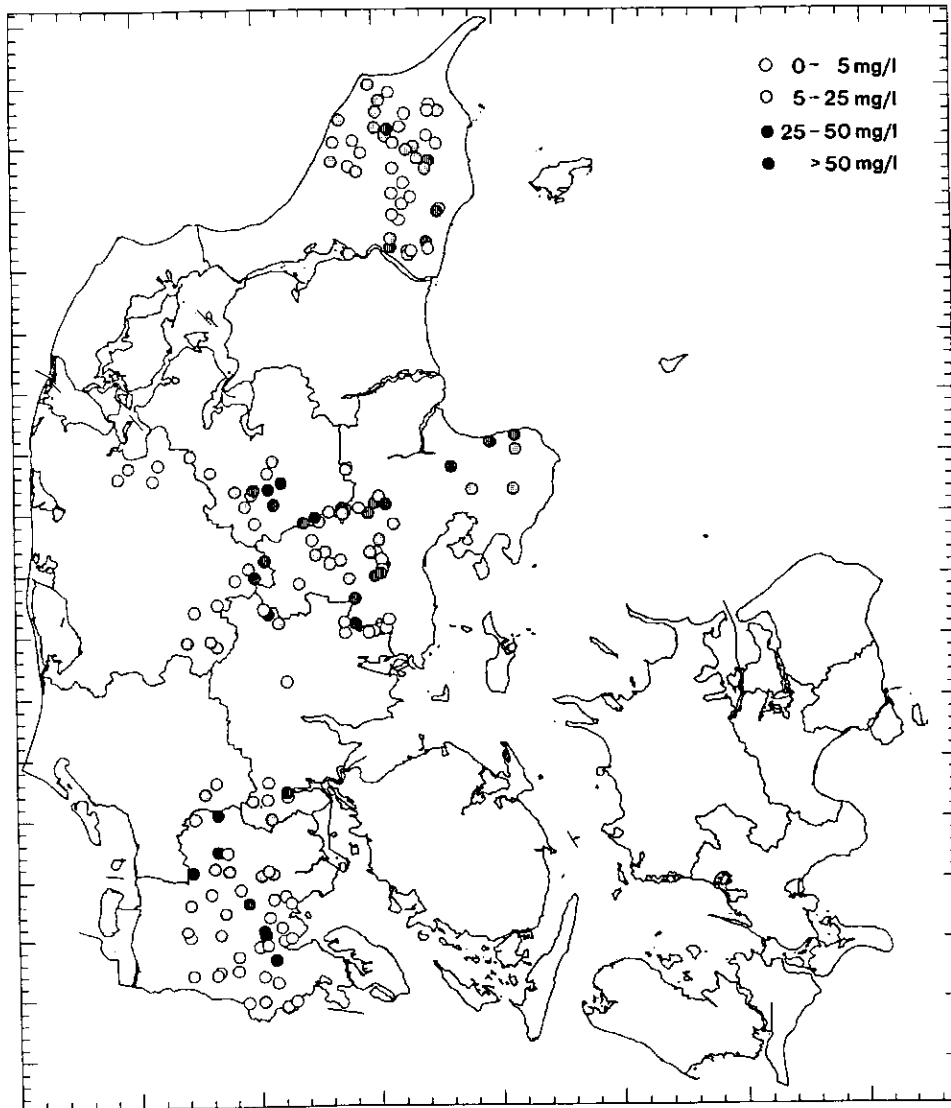


Fig. 14. Nitrat i drikkevand fra smeltevandssand. Jylland

Nitratindhold i drikkevand fra reservoirer i smeltevandssand

værker med et vist nitratindhold. Andelen af vandværker med mere end 5 mg/l udgør fra 41% til 100%. 12-60% af vandværkerne i de enkelte områder har et nitratindhold på over 25 mg/l. I område 10 og 13 er der overvejende tale om artesiske reservoirforhold. I de øvrige områder er der overvejende frie reservoirforhold, hvor dæklagene er manglende eller af begrænset tykkelse.

### 3.2.7 Smeltevandssand, Fyn og Sjælland

Nitratindhold i drikkevand i smeltevandssand

Områdernes beliggenhed fremgår af fig. 15. Drikkevandets nitratindhold for områdernes vandværker er generelt lavt. Kun 4 ud af områdernes 105 vandværker har registreret et nitratindhold større end 25 mg/l.

Der er for alle områderne generelt tale om artesiske reservoirforhold, hvor smeltevandssandet er dækket af betydelige lerlag. En undtagelse er område 18, hvor vandværker med indvinding fra sandlag over kote  $\pm 20$  meter er udvalgt. Stedvis forekommer dog indvinding fra sandlag i ringere dybde og med tyndere lerdække.

Årsagen til det lave indhold i drikkevand

Det generelt lave nitratindhold i drikkevandet tilskrives de beskrevne geologiske forhold karakteriseret ved betydelige lerlag over sandreservoirerne ved de fleste vandværker.

### 3.3 Fosfat i grundvand

Fosfatkoncentrationen i dansk råvand er undersøgt ved en opdeling af analyserne på grupper:

Analyseopdeling

- 1) analyser fra boringer med filter 0-15 m under terræn
- 2) analyser fra boringer med filter 15-30 m

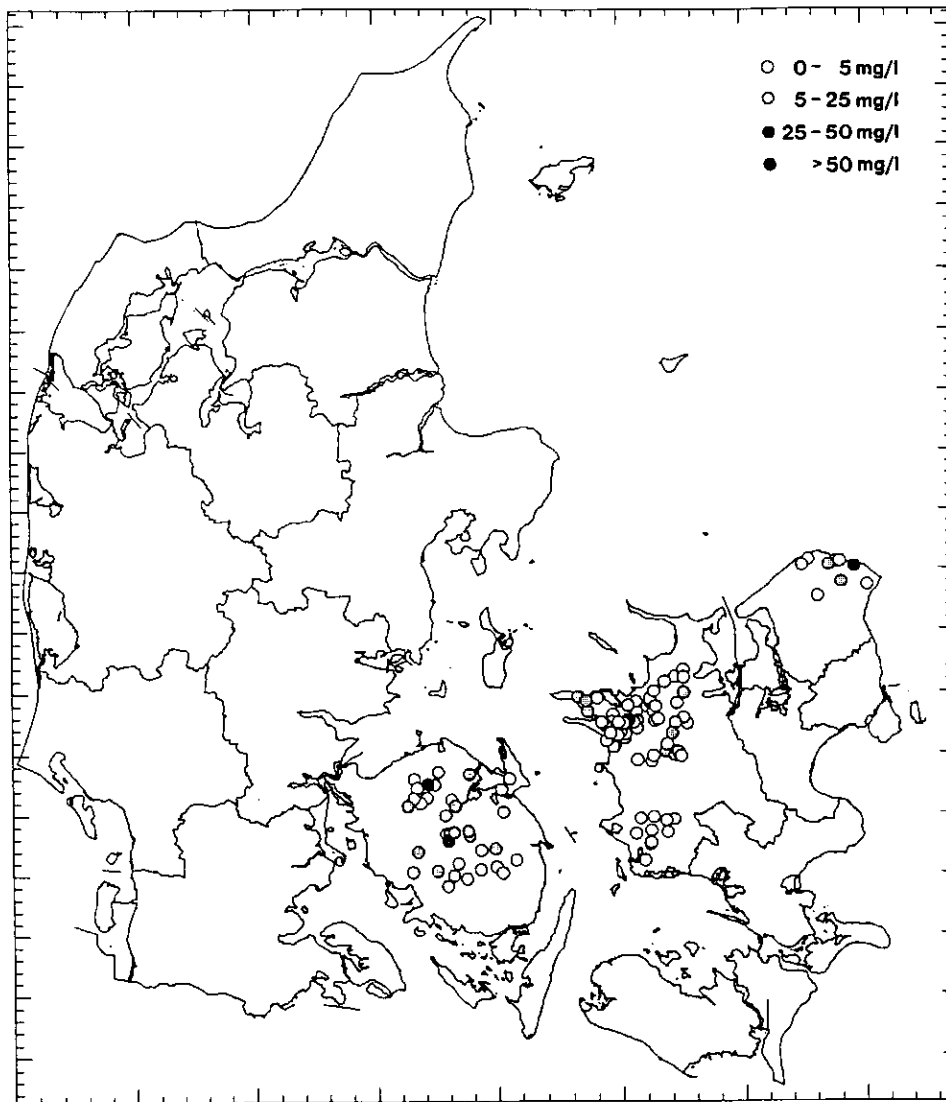


Fig. 15. Nitrat i drikkevand fra smeltevandssand. Øerne

under terræn

- 3) analyser fra boringer med filter under 30 m under terræn
- 4) analyser fra boringer i brønde
- 5) analyser fra brønde.

Fordelingen af fosfatanalyser på de 5 indvindings-situationer viser ikke den store variation, kun brøndanalyserne fordeler sig væsentligt anderledes end de øvrige.

Analyserne i relation til højst tilladelige fosfat-koncentration	For grupperne 1-4 ligger 60% af analyserne under 0,1 mg/l fosfat. Sættes analyserne i relation til den højst tilladelige værdi på 0,5 mg/l fosfat (=0,15 mg/l total-P) for drikkevand fås for ovennævnte grupper 1-4, at henholdsvis 85%, 90%, 91% og 90% af analyserne er under 0,5 mg/l.
--	--

En overskridelse af koncentrationen 1 mg/l viser en noget større variation. Idet grupperne nævnes fra 1 til 5 fås følgende værdier for antal analyser, der overskrider 1 mg/l: 5%, 2%, 2%, 5%, 22%.

Sammenhæng mellem fosfat og nitrat	En eventuel sammenhæng mellem fosfatkoncentration og nitratkoncentration er vist på fig. 16. Data-mængden omfatter samtlige fosfat- og nitrat-analyser i grundvand fra hele Danmark uden opdeling på de forskellige typer indvindingsanlæg, der tidligere er omtalt.
------------------------------------	--

Fosfatværdierne falder med dybden	Det ses, at for alle dybdeintervaller falder punkterne i alt overvejende grad ud af koordinatserne. Det vil sige, at der er ingen korrelation mellem fosfat- og nitratkoncentrationen. Dette skyldes formentlig, at nitrat findes i iltet grundvand, hvor fosfat optræder som den tungtopløselige ferri-fosfat forbindelse. Det ses endvidere, at for nitratværdier på 0 mg/l er der kun få fosfatværdier over 1 mg/l, og at hyp-
-----------------------------------	---

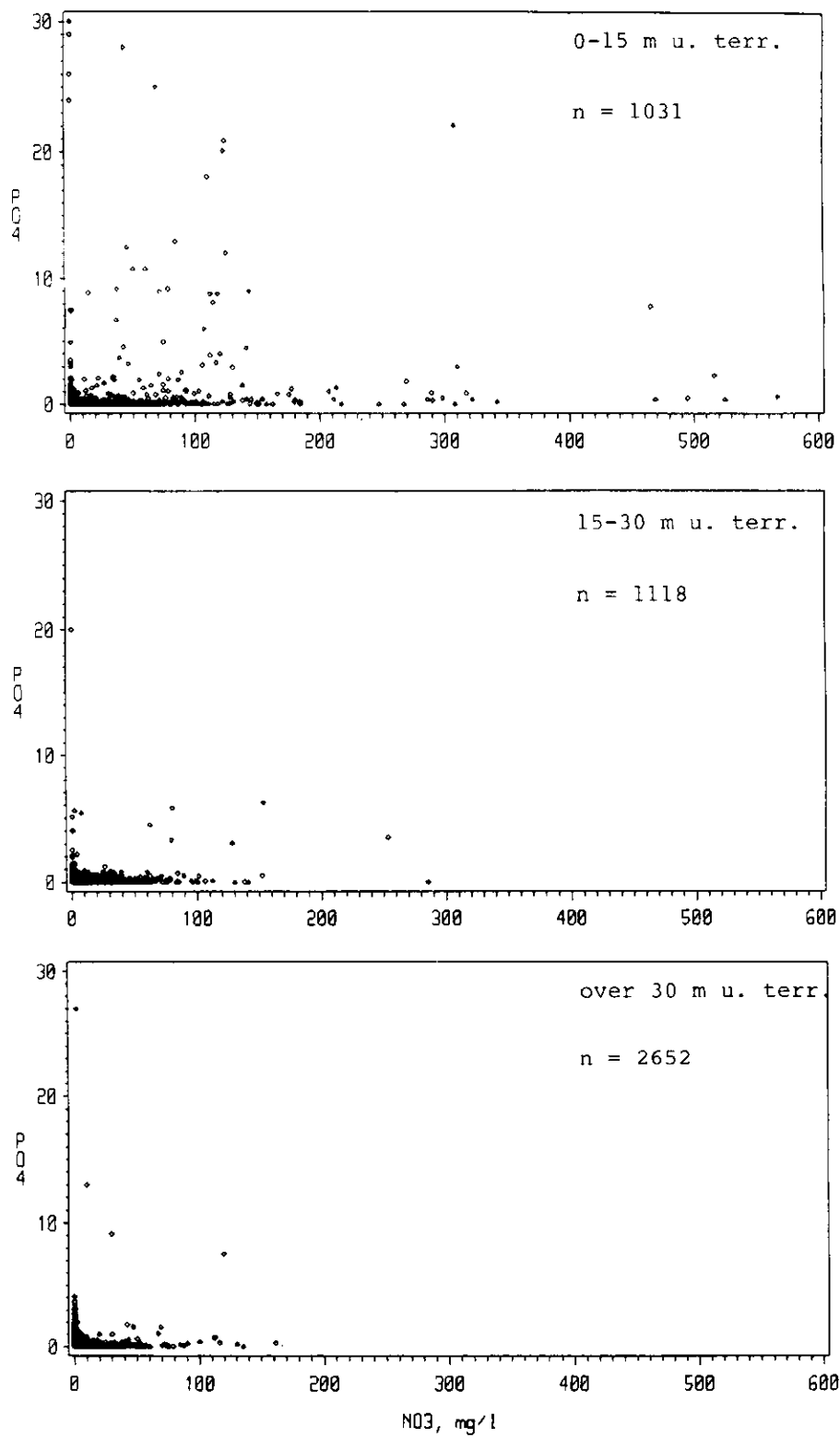


Fig. 16. Fosfat versus nitrat i grundvand. Hele Danmark



pigheden af værdier over 1 mg/l aftager med dybden. For nitratværdier over 0 mg/l findes i dybdeintervallet 0-15 m enkelte høje fosfatværdier. Denne population skal formentlig sættes i relation til regulære forureningstilstande.

#### 3.4 Fosfat i drikkevand

Drikkevandets fosfatkoncentration er kendt ved 445 vandværker. 1,8% overskrider grænseværdien på 0,15 mg/l total-P. 17% ligger mellem 0,05 og 0,15 mg/l.

Højeste og laveste fosfor- (total) værdier De højeste værdier findes i smeltevandssandmagasiner. Vendsyssel (område 10) har flest vandværker med fosforindhold over 0,05. De laveste fosfortal er fundet i Danienkalken fra Stevns og Djursland.

## 4. Konklusioner

### 4.1 Nitrat i grundvand

Den lithologiske karakter af reservoirbjergarten er ikke afgørende for nitratindholdet.

Tykkelsen af dækkende lerlag spiller en afgørende rolle. Eksempel: Skrivekridt Nordjylland/Skrivekridt Sjælland.

Dybden til reservoiret spiller en vigtig rolle, således at jo større dybde, jo mindre nitrat. Eksempel: smeltevandssandreservoiret på Djursland har mindre dybde til grundvand og større nitratindhold end de øvrige reservoirer i smeltevandssand.

Danienkalkreservoiret på Stevns har ringere dæklagstykkelse og større nitratindhold end reservoiret på Midtsjælland. Nitratindholdet er større i reservoirer med frit vandspejl end i artesiske reservoirer.

Tekniske forhold spiller en rolle for forøgelse af nitratindholdet i grundvandet, især de såkaldte "våde boringer" og "våde tørbrønde". Et fænomen, der især er knyttet til lerområder. I forhold til den højst tilladelige værdi på 50 mg/l kan situationen i ingen af de medtagne reservoirer siges at være problematisk. I forhold til den vejledende værdi kan situationen i 4 af de medtagne reservoirer, Skrivekridt Nordjylland, Danienkalk Djursland, smeltevandssand på Djursland og i Midtsjælland, siges at være betænkelig.

90% fraktilen i fordelingen af nitratanalyser overskrider i 1 tilfælde den højst tilladelige værdi (50 mg/l) og i 9 tilfælde den vejledende værdi (25 mg/l).

75% fraktilen overskrider i 2 tilfælde den vejledende værdi. Reservoirerne kan derfor ikke siges

at være kritisk belastede.

#### 4.2 Nitrat i drikkevand

Det beskrevne billede af drikkevandets nitratindhold for vandværker i de 20 områder giver anledning til følgende bemærkninger.

Der har ikke kunnet erkendes en sammenhæng mellem de 5 valgte reservoirtyper og drikkevandets nitratindhold.

Inden for samme reservoirtype er der konstateret en betydelig forskel på renvandets nitratindhold fra område til område. Disse forskelle synes at kunne forklares ved forskelle i tykkelse og beskaffenhed af dæklagene over reservoirerne fra område til område.

Den foreløbige konklusion er derfor, at drikkevandets nitratindhold i overvejende grad afhænger af beskaffenhed og tykkelse af reservoirernes dæklag og i mindre grad af reservoirbjerggartens type.

#### 4.3 Fosfat i grundvand

Der er ikke fundet markante forskelle mellem analyser fra dybderne 0-15 m, 15-30 m, under 30 m og fra boringer i brønde.

10-15% af analyserne fra ovennævnte situationer overskrider den højst tilladelige værdi på 0,5 mg/l fosfat.

Analyser fra brønde overskrider i 37% af tilfældene den højst tilladelige værdi.

Koncentrationen på 1 mg/l overskrides ved 5% af analyserne fra dybden 0-15 m og fra boringer i brønde og ved 2% af analyserne fra dybderne 15-30 m og under 30 m.

Brøndanalyser er over 1 mg/l i 22% af tilfældene. Niveauet for fosfatkoncentrationen i brønde er et udtryk for forurening. Der er ikke fundet nogen korrelation mellem fosfat-og nitratkoncentrationerne.

#### 4.4. Fosfat i drikkevand

For drikkevandets vedkommende er det sjældent, at fosfatindholdet overskrider grænseværdien på 0,15 mg/l P-total. Her er det sket i 1,8% af tilfældene. Både vandbehandlingen og grundvandets sammensætning spiller ind på fosfatindholdet. Der er ikke fundet en sammenhæng mellem drikkevandets nitratindhold og fosforindholdet. 72% af fosforanalyserne viser indhold i niveauet 0,01-0,15 mg/l.

## 5. Referencer

Kelstrup, N. og F.L. Nielsen (1989): Nitrat og Fosfat i Råvand i Danske Grundvandsreservoirer. DGU Intern rapport nr. 55, 1989.

Miljøstyrelsen (1986): Nitrat og pH i drikkevand. Landsdækkende database med tidsserier for drikkevandskvalitet. Miljøprojekt nr. 76.

Miljøstyrelsen (1990)a: Standat V.1. - Vejledning nr. 1.

Miljøstyrelsen (1988): Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Bekendtgørelse nr. 515.

Miljøstyrelsen (1990)b: Drikkevandskvalitet i Danmark. Landsdækkende database, statistiske oversigter og drikkevandsatlas.

Sevel, T., N. Kelstrup og K. Binzer (1981): Ned-sivning. Dansk Komité for Hydrologi. Rapport Suså H6.

## 6. Figurliste

### Afsnit 2.

- Fig. 1 Nitratfordelingsdiagram
- Fig. 2 5-års middeldiagram
- Fig. 3 Lerdækkediagram
- Fig. 4 Nitratkoncentrationen i danske grundvandsreservoirer

### Afsnit 2.2

- Fig. 5 Nitrat i drikkevand fra skrivekridt og danienkalk
- Fig. 6 Nitrat (mg/l) gennemsnit 1985-87
- Fig. 6a P-total (mg/l) gennemsnit 1985-87
- Fig. 7 Nitrat (mg/l). Stigning i perioden 1980-89
- Fig. 8 Udvikling i fosfatkoncentrationen. Bording
- Fig. 8a Udvikling i fosfatkoncentrationen. Gammelby

### Afsnit 3.1

- Fig. 9 Grundvandsreservoirer. Skrivekridt og Danienkalk
- Fig. 10 Grundvandsreservoirer. Grønsandskalk, kvartssand
- Fig. 11 Grundvandsreservoirer. Smeltevandssand. Jylland
- Fig. 12 Grundvandsreservoirer. Smeltevandssand. Fyn og Sjælland

### Afsnit 3.2

- Fig. 13 Nitrat i drikkevand fra grønsandskalk og kvartssand
- Fig. 14 Nitrat i drikkevand fra smeltevandssand. Jylland
- Fig. 15 Nitrat i drikkevand fra smeltevandssand. Øerne

### Afsnit 3.3

- Fig. 16 Fosfat versus nitrat i grundvand. Hele Danmark









## Registreringsblad

**Udgiver:** Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

**Serietitel, nr.:** NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, B4

**Udgivelsesår:** 1990

**Titel:**

Nitrat og fosfat i grundvand/drikkevand fra områder i Danmark

**Undertitel:**

**Forfatter(e):**

Kelstrup, Niels; Nielsen, Finn Lykke; Overgaard, Kurt;  
Rasmussen, Eva; Villumsen, Arne

**Udførende institution(er):**

Danmarks Geologiske Undersøgelse; Danmarks Tekniske  
Højskole. Institut for Teknisk Geologi

**Resumé:**

20 danske grundvandsreservoirer er kortlagt med hensyn til nitrat og fosfat i grundvand og drikkevand. Det er tykkelsen af dæklag og dybden til reservoirerne samt den tekniske udformning af vandforsyningsanlæggene, der er afgørende for nitratkoncentrationens størrelse. Ingen af de undersøgte reservoirer er fundet uegnede til drikkevandsfremstilling. Grundvandets fosfatindhold er lavt og dårligt kendt. Grænseværdien for fosfat i drikkevand overskrides sjældent.

**Emneord:**

grundvand; drikkevand; vandkvalitet; vandværker; vandressourcer; hydrogeologi; nitrogen CAS 7727-37-9; fosfor CAS 7723-14-0

**ISBN:** 87-503-8772-3

**ISSN:**

**Pris:** 70,- (inkl. 22 % moms)

**Format:** AS5

**Sideantal:** 56 s.

**Md./år for redaktionens afslutning:** oktober 1990

**Oplag:** 500

**Andre oplysninger:**

Rapport fra koordinationsgruppe B for grundvand

**Tryk:** Luna-Tryk ApS, København

# **NPo-forskning fra Miljøstyrelsen**

Rapporter fra koordinationsgruppe B for grundvand

- Nr. B 1 : Kemisk nitratreduktion med jern(II)forbindelser
- Nr. B 2 : Nitratreduktion i moræneler
- \* Nr. B 3 : Nitratreduktion og organisk stof i grundvandsmagasiner
- Nr. B 4 : Nitrat og fosfat i grundvand/drikkevand fra områder i Danmark
- \* Nr. B 5 : Transport og omsætning af N og P i Rabis Bæks opland
- \* Nr. B 6 : Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland. I
- Nr. B 7 : Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland. II
- Nr. B 8 : Nitratreduktionsprocesser i Rabis hedesletteaquifer
- Nr. B 9 : Afstrømning og transport til Rabis og Syv Bæk
- \* Nr. B10 : Geokemiske processer i et grundvandsmagasin
- \* Nr. B11 : Grundvandsbelastning fra to landbrug på sandjord
- \* Nr. B12 : Fluktuationer i grundvandets nitratindhold
- \* Nr. B13 : Flow and Transport Modelling - Rabis Field Site
- \* Nr. B14 : Drainage Flow Modelling - Syv Field Site
- \* Nr. B15 : Regional model for næringssalttransport og -omsætning
- \* Nr. B16 : Kortlægning af potentialet for nitratreduktion
- Nr. B17 : Klimastationer i NPo-værkstedsområder
- Nr. B18 : Grundvandsmonitoringsnet i Danmark
- Nr. B19 : Field Investigations of Preferential Flow Behaviour

De med \* mærkede titler er ikke trykt på udgivelsesdagen for denne rapport, men forventes trykt i løbet af 1990.

Nr. B8 er tidligere annonceret med titlen:  
Processes of nitrate reduction in a sandy aquifer

# Nitrat og fosfat i grundvand/drikkevand fra områder i Danmark

8  
-forskning nr. B4 1990

20 danske grundvandsreservoirer er kortlagt med hensyn til nitrat og fosfat i grundvand og drikkevand. Det er tykkelsen af dæklag og dybden til reservoirerne samt den tekniske udformning af vandforsyningsanlæggene, der er afgørende for nitratkoncentrationens størrelse. Ingen af de undersøgte reservoirer er fundet uegnede til drikkevandsfremstilling. Grundvandets fosfatindhold er lavt og dårligt kendt. Grænseværdien for fosfat i drikkevand overskrides sjældent.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

**Pris kr. 70.- inkl. 22% moms**

ISBN nr. 87-503-8772-3

Miljøstyrelsen