

Danmarks Geologiske Undersøgelse.

III. Række. Nr. 25.

---

# Grundvand og Vandindvinding.

En vejledende Oversigt.

Af

Hilmar Ødum.



I Kommission hos

C. A. Reitzels Forlag

København

1935.

Pris: 1.50 Kr.

Danmarks Geologiske Undersøgelse.

III. Række. Nr. 25.

---

# Grundvand og Vandindvinding.

En vejledende Oversigt.

Af

Hilmar Ødum.



I Kommission hos  
C. A. Reitzels Forlag  
København  
1935.

FR. BAGGES KGL. HOFBOGTRYKKERI  
KØBENHAVN

## INDHOLD

---

	Side
Nedbøren og Vandets Nedsynkning.....	5
Grundvand.....	9
Jordlagenes Vandføringsevne.....	11
Vandførende Jordlag i Danmark.....	12
Vandspejlet i Kilder, Brønde og Boringer.....	23
Anlæg af Vandværk.....	26
Retten til Vandindvinding.....	32
Vandets Kvalitet.....	34

---

## Nedbøren og Vandets Nedsynkning.

Jordens Indhold af Vand, saavel i de øvre Jordlag som i større Dybde, har udelukkende sin Oprindelse i Nedbøren, Regn og Sne, og Jordens Vandindhold kommer derfor til at svinge med Nedbøren. Ser vi paa den rent overfladiske Jordbund, falder dette straks i Øjnene, — den meget tørre eller meget fugtige Sommer er af største Betydning for Høstudbyttet. Vandindholdet i de dybere Jordlag — Grundvandet — er ikke saa umiddelbart afhængigt af en enkelt tør eller vaad Sommer, der er større Vandreserver i Jorden til Udligning af Nedbørens Luner; men da alt Vandet stammer fra Nedbøren, bliver denne alligevel afgørende i det lange Løb. Følger der flere tørre eller flere vaade Aar lige efter hinanden, skal det nok mærkes paa Grundvandet.

Den normale Nedbør ligger aarligt paa et Gennemsnit af 630 mm for hele Landet, men de enkelte Aar afviger selvfølgelig fra dette Gennemsnit. Eksempelvis behøver vi blot at anføre de sidste 6 Aar:

1929:	555 mm	( ÷ 12% )
1930:	633	- ( ± 0 - )
1931:	683	- ( + 8 - )
1932:	636	- ( + 1 - )
1933:	499	- ( ÷ 21 - )
1934:	661	- ( + 5 - )

Naar 1934 staar i Erindringen som et meget tørt Aar, hænger det sammen med, at der først i sidste Halvdel af Aaret faldt saa megen Regn, at det bragte Aaret op paa et Overskud af 5%. Ser vi paa Aarets første Halvdel, stiller Tallene sig saaledes:

Jan.—Juni:	Normal Nedbør...	232 mm
—	1934.....	215 — ( ÷ 7% ).

Naar Talen er om Vandforsyning, er det naturligtvis særlig de tørre Perioder, der gør sig bemærket; flere tørre Aar efter hinanden som f. Eks. 1933—34 vil mange Steder give Anledning til følelig Vandmangel i Brønde og Boringer. Hertil kommer yderligere, at de nævnte Aars Nedbørs-Underskud gælder hele Landets Gennemsnit under eet;

der er selvfølgelig Egne, der har faaet endnu mindre. Som tilfældigt valgte Eksempler kan vi anføre:

Abed (Laaland):

Aarlig Middelnedbør.....	607 mm	
Nedbør 1933.....	446	— (÷ 27%)
Nedbør 1934.....	558	— (÷ 8%).

Thisted:

Aarlig Middelnedbør.....	716 mm	
Nedbør 1933.....	422	— (÷ 41%).

Nordby (Samsø):

Aarlig Middelnedbør.....	509 mm	
Nedbør 1933.....	446	— (÷ 12%)
Nedbør 1934.....	540	— (+ 6%).

Nu er det imidlertid slet ikke den samlede Nedbør alene, det kommer an paa; det afhænger i høj Grad af, hvornaar og hvorledes Regnen falder. En Sommerbyge kan godt give en Masse Vand paa kort Tid, men det meste af det fordamper straks igen fra Planterne eller fra Jordoverfladen, inden Vandet naar at trænge ned i den tørre Jord. Det er den jævne Efteraars- og Vinternedbør, der betyder noget som Tilskud til Grundvandet, — og det er netop den, der har svigtet i den sidste Tørkeperiode; eksempelvis kan vi se paa Forholdet for

1934.	Hele Danmark:	Abed (Lolland):	Nordby (Samsø):
Jan.	50 mm	41 mm	31 mm
Febr.	25 -	15 -	18 -
Marts	54 -	40 -	26 -
April	30 -	15 -	25 -
Maj	27 -	20 -	14 -
Juni	29 -	18 -	25 -
Juli	35 -	24 -	35 -
Aug.	103 -	114 -	136 -
Sept.	91 -	90 -	85 -
Okt.	117 -	100 -	70 -
Nov.	50 -	41 -	36 -
Dec.	50 -	40 -	39 -
Ialt	661 mm	558 mm	540 mm

Med andre Ord: Halvdelen eller over Halvdelen af den samlede Nedbør er faldet i Sommermaanederne, og den er — som det siden skal vises — ikke meget værd, naar Talen er om Tilskud til Grundvandet.

I alle Tilfælde fordamper der i Løbet af kortere eller længere Tid en stor Del af Nedbøren, og yderligere strømmer en stor Del overfladisk

af gennem Grøfter, Bække og Aaer; det er kun en mindre Del, der synker ned og kommer Grundvandet til Gode. Hvor stor en Del, der synker ned, er det svært at sige, da alle disse Ting ifølge Sagens Natur er meget vanskelige at maale, og det siger naturligvis sig selv, at Terrænet og Jordens Beskaffenhed har en ganske afgørende Indflydelse. Paa fed Lerbund har Regnvandet svært ved at synke ned i Jorden, mens omvendt lette Sandjorder suger alt Vandet til sig, især paa fladt Terræn uden stærkt Fald.

En Del Dræningsforsøg har givet nogle Holdepunkter til Bedømmelse af Nedsivningens Størrelse. Fra dansk Side foreligger der nogle Beretninger om Forsøg udført af AAGE FEILBERG og C. L. FEILBERG:

Østergaard (Amager). Lermuld paa sandblandet, stenet Ler  
(Moræneler).

2" Dræn i 1.0—1.3 m Dybde, med en Afstand af 16 m.  
Aarlig Middeldnedbør: 579 mm.

Aar (regnet $\frac{1}{7}$ — $\frac{30}{6}$ )	1929—30	1930—31	1931—32	1932—33
Nedbør i mm.....	493	607	461	461
(Afvigelser fra Normalen).....	(÷ 15%)	(+ 5%)	(÷ 20%)	(÷ 20%)
Afstrømning gennem Dræn i mm	38.2	160.4	6.4	52.5
Afstrømning gennem Dræn i % af Nedbøren.....	7.7	26.4	1.4	11.4

Som det ses, var Nedbøren ens i de to sidste Aar, men Afstrømningsprocenten gennem Drænene (hvilket altsaa ogsaa vil sige Nedsynkningsprocenten) er meget forskellig i de to Aar. Det faar netop sin Forklaring, naar man ser nærmere paa Nedbørens Fordeling paa Aars-tiderne: 1931—32 faldt en stor Del af Nedbøren i Sommertiden, — og fordampede igen; 1932—33 faldt en større Del af Nedbøren i Løbet af Efteraar og Vinter, — og sank i Jorden.

Skovlunde (NV. f. København). Lermuld paa meget let  
Lerundergrund (sandet Moræneler).

2" Dræn i ca. 1.0 m Dybde, med en Afstand af 20 m.  
Aarlig Middeldnedbør: 561 mm.

Aar (regnet $\frac{1}{7}$ — $\frac{30}{6}$ )	1927—28	1928—29	1929—30	1930—31
Nedbør i mm.....	797	647	523	601
(Afvigelse fra Normalen).....	(+ 42%)	(+ 15%)	(÷ 7%)	(+ 7%)
Afstrømning gennem Dræn i mm	203	133	84	149
Afstrømning gennem Dræn i % af Nedbøren.....	25.5	20.5	16.0	24.8

Vi maa her have i Erindring, at de anførte Afstrømningsprocenter er Procent af hele Aarets Nedbør; for de enkelte Maaneder stiller det sig — som tidligere nævnt — saaledes, at næsten intet (paa den fedeste Lerbund (Østergaard) bogstavelig intet) af Sommerregnen naar ned til Drænene. De maalte Afstrømninger hidrører ganske overvejende fra Vintermaanederne, hvilket naturligvis vil sige, at Afstrømningsprocenten for Vintermaanederne Nedbør kommer langt højere op:

Eksempel Østergaard:

	Nedbør i mm	Afstrømning i mm	Afstrømning i % af Nedbør	Afstrømning i % af:
April 1930.....	30.1	0.0	0.0	Sommer- halvaarets Nedbør: <i>0.0</i>
Maj — .....	78.1	0.0	0.0	
Juni — .....	53.7	0.0	0.0	
Juli — .....	94.8	0.0	0.0	
Aug. — .....	60.8	0.0	0.0	
Sept. — .....	85.8	0.0	0.0	
Okt. — .....	70.5	7.3	10.4	Vinter- halvaarets Nedbør: <i>59.9</i>
Nov. — .....	61.1	40.3	65.9	
Dec. — .....	12.0	13.2	110.0 <sup>1)</sup>	
Jan. 1931.....	63.4	65.6	103.4	
Febr. — .....	40.7	13.5	33.2	
Marts — .....	16.5	18.6	112.8	

Sagt i Almindelighed lærer disse Tal os, at af Sommerregnen synker saa at sige intet saa meget som 1 Meter ned i Jorden, — i hvert Fald ikke paa lerede Jorder; Sandjorder tillader uden Tvivl en større Nedsynkning. Af Vinterregnen synker — paa de samme Jorder — op til over Halvdelen ned igennem den øverste Meter Jord, — og vilde sikkert synke videre ned til Grundvandet, ifald Drænene ikke havde opfanget Vandet til Kontrol.

Men tænker vi os om, saa lærer dette Forsøg os noget ret alvorligt, som vi ellers ikke skænker en Tanke: at den stærkt gennemførte Dræning af Jorderne er en Fare for vor Reserve af Grundvand! Naar kun en mindre Procentdel af Regnen i det hele taget naar at synke ned, og naar Drænene saa atter stjæler en stor Del af denne Portion, saa bliver der ikke meget tilbage. Den grundigt gennemførte Regulering af alle Landets Grøfter og Aaer virker i samme Retning, idet den beforder Nedbørens Afstrømning. I det lange Løb er jeg ikke sikker paa, at denne Fare er betydningsløs i de Egne af Landet, hvor

<sup>1)</sup> At Afstrømningsprocenten i visse Maaneder kan overstige 100 er naturligvis Udtryk for, at forudgaaende Nedbør opmagasineres i Jorden, inden det afstrømmer igennem Drænene.



der er haardt Brug for rent Grundvand; det er jo en almindelig Erfaring, at Fremskridt, der opnaas ved Indgreb i Naturens Husholdning, maa købes ved Tilbageskridt paa andre Omraader.

Dræningsforsøgene kan ogsaa give os Oplysninger om den Tid, det tager for Regnvandet at synke ned i Jorden. Ved nogle tyske Forsøg viste det sig, at Nedsynkningen gik overraskende hurtigt for sig; de højstliggende Dræn kunde give Vand faa Minutter efter Regnens Begyndelse, mens det varede lidt længere for de dybereliggende Dræns Vedkommende. Til Gengæld gav disse sidste en jævnere Afstrømning; Drænene i 150 cm's Dybde brugte 11 Dage til at bortføre den Regnmængde, der var faldet paa 2 Dage (bortset fra Fordampningsmængden og det helt nedsivede).

Disse korte Tidsrum gælder dog kun den øverste, meget løse (dyrkede) Jordskorpe. I den naturlige Ler- og Sandjord længere nede synker Vandet meget langsommere. I Egnen omkring København falder den største Regnmængde i August Maaned; derefter kommer den jævne Regnmængde i Løbet af Efteraaret og Vinteren, og endelig er Februar den tørreste af alle Aarets Maaneder. Ikke desto mindre naar Grundvandet sin højeste Stand i April, — hvilket altsaa vil sige, at Nedbøren bruger godt  $\frac{1}{2}$  Aar om at synke ned igennem de 10—20 m Ler og Sand, der er Tale om i denne Del af Landet.

## Grundvand.

Hvordan det nu end gaar til i Enkeltheder i de forskellige Egne af Landet, saa synker der i hvert Fald en større eller mindre Del af Nedbøren ned i de dybere Jordlag, og det er den, der bliver til Grundvand. De øvre Jordlag er oftest mere eller mindre fugtige, — vi ser jo, at Planterne lever og klarer sig, selv i lange Tørkeperioder; men Grundvand i egentlig Forstand kalder vi det først, naar vi kommer saa langt ned, at alle Porer og Hulheder i Jorden er fuldkommen mættet med Vand, helt gennemdrukket.

Hvorledes dette Grundvand nu iøvrigt opfører sig, vil man bedst kunne forstaa, hvis jeg maa erindre om noget, de fleste kender. Mon ikke de fleste har set en Grusbunke liggende langs Kanten af den asfalterede Landevej, paa den brolagte Gade eller en cementeret Gaardsplads? Hvordan gaar det saa med denne Grusbunke efter et Regnvejr?

Ja, til at begynde med er Grusbunken selvfølgelig lige saa vaad som Omgivelserne, men i Løbet af nogen Tid tørrer først Asfalten og derefter Grusbunkens Overflade. Pirrer vi op i Gruset, ser vi, at Bunken

imidlertid stadig er vaad og vanddrukken, selv højt op, og vi vil se, at i de følgende Dage siver der stadig Vand ud af den; der ligger hele Tiden en vaad Rand eller en hel Sø omkring Foden af den, og Vandet kan blive ved at sive ud mange Dage efter Regnens Ophør.

Regnvandet synker nok ned igennem Gruset og løber til sidst helt væk, men Gruset gør en vis Modstand imod Vandets Bevægelse; det er, ligesom Vandet holdes tilbage. De nederste Dele af Grusbunken er helt gennemdrukket med Vand, altsaa en Slags Grundvand i det smaa, men dette Grundvand staar højere inde midt i Grusbunken end ude ved Kanterne. Overfladen af Grusbunkens lille Samling Grundvand danner en Kuppel, akkurat af Form som Grusbunken selv, men blot noget lavere og fladere.

Gaar vi nu et Skridt videre og tænker os en meget stor Grusbunke liggende, ikke paa en asfalteret Plads, men ude i Havet, saa har vi en nøjagtig Model af et Land — en stor Ø — og dets Grundvand. Regnvandet synker stadigvæk ned i Grusøen, men det kan ikke blive ved med at synke nedad i det uendelige; det maa ud til Siderne, ud imod Havet. Og paa ganske samme Maade gaar det med Grundvandet i det store Land: det bevæger sig inde fra de højeste Dele af Landet i alle Retninger ud imod Havet, som en stadig, langsomt sivende, underjordisk Strøm. Grundvandets Overflade staar højest inde i Land under Bakkerne, og den sænker sig under de lavere Partier af Landet, indtil den langs Kysten falder sammen med Havets Overflade. — Grundvandets Overflade, Grundvandsspejlet, følger altsaa Terrænoverfladens Bakker og Dale, blot i udglattet og afladet Form.

Nu er Landoverfladen jo imidlertid meget ujævn, og det kunde jo godt tænkes, at en Dal var saa dyb, at den naaede ned under Grundvandsspejlet i den paagældende Egn. — Det er netop meget ofte Tilfældet, og Grundvandet holder sig naturligvis ikke tilbage. Det strømmer ud fra Dalsiderne og fylder Dalen indtil en bestemt Højde, ganske som det sker, naar Børn ved Stranden graver et Hul i Sandet, eller naar man foretager større Udgravninger til Byggeforetagender e. a. Saa faar vi dannet en Sø. En Sø er altsaa slet og ret Grundvandsspejlet frit fremme i Dagens Lys, og Vandet i Søen vandrer ganske langsomt ligesom det underjordiske Grundvand. — Som Eksempel kan jeg nævne Furesøen i Nordsjælland. Den er omgivet af højtliggende Land, højest imod Nord og Øst. Her staar da Grundvandet højere end i Søen, mens det mod Vest ligger lavere end Søens Vandspejl. Derfor foregaar der en stadig Tilstømning af Grundvand til Furesøen fra Nord og Øst, mens der mod Vest finder en stadig, underjordisk Afstrømning Sted, — foruden den overfladiske Afstrømning, der finder Sted østpaa gennem Mølleaaen.

Hvis ikke Søens Vandspejl gik i eet med og havde Forbindelse med Grundvandet, vilde Søen ikke kunne holde Vand ret længe. En Lavning, hvis Bund ikke naar ned under Grundvandsspejlet, kan muligvis nok holde Vand en kort Tid under og efter en Regnvejrperiode, men ikke i Længden; Vandet vil ganske simpelt synke i Jorden.

## Jordlagenes Vandføringsevne.

Vi har i det foregaaende tænkt os hele Landet som en ensartet Grusbunke, men saadan er det jo ikke i Virkeligheden. Landet er bygget op af yderst forskellige Jordlag, der opfører sig lige saa forskelligt i deres Forhold over for Grundvandet. — Her kommer altsaa den egentlige Geologi med ind i Sagen.

Spørgsmaalet er ikke, om der overhovedet er Vand i den ene eller anden Slags Jord; for kommer vi ned til Grundvandet, saa er — som nævnt — Jorden fuldstændig vanddrukken, og enhver Jordart vil da indeholde en meget stor Procentdel Vand. Spørgsmaalet er, om Jorden er saa porøs, at Vandet kan bevæge sig igennem Lagene. Kan Vandet ikke bevæge sig i Jorden, saa kan vi heller ikke faa det ud af Jorden, naar vi anlægger et Vandværk eller graver en Brønd, og saa har det ingen Interesse for os.

Hvis et Jordlag er saa porøst, at Vandet kan bevæge sig i det med større eller mindre Hastighed, saa kalder vi det vandførende.

Det bedst vandførende Jordlag, man kan faa her i Landet, er fast Kalksten eller Kalkklippe, der er fuld af store Revner og Sprækker, hvori Vandet kan bevæge sig frit og uhindret. — Omtrent lige saa godt er grove Lag af Sten eller Ral, og herfra er der saa en jævn Nedgang gennem alle mulige Slags Grus og Sand, fra de groveste til de fineste. — Her har vi et ganske morsomt Omraade, der viser Modsætningen mellem en Jordarts Vandindhold og dens Vandføringsevne. Et Lag groft Grus og et Lag fint Sand kan godt indeholde nøjagtig lige meget Vand pr. Kubikmeter, og i Reglen er der endda en Tendens til, at de fine Sandlag indeholder større Vandmængder pr. Kubikmeter end de grove Gruslag; men det fine Sand holder Vandet tilbage ligesom en Svamp og gør stor Modstand imod dets Bevægelse, mens det grove Gruslag giver Vandet fra sig ligesom en Tønde, naar man slaar Hul paa den.

Allerdaarligst m. H. t. Vandføring er det meget fine, lerede Sand eller det rene, fede Ler. Det gør saa stor Modstand imod Vandets Bevægelse, at det i Praksis bliver helt vandstandsende, altsaa ikke vandførende.

I Regelen gør man sig meget overdrevne Forestillinger om Vandets Hastighed i Jordlagene, ganske særligt naar Folk taler om »Vand-aarer« i Jorden; man faar let Indtryk af noget i Retning af Vandrør, hvori Vandet strømmer rislende afsted. — Det passer ikke. I almindeligt fint Sand og Grus, det som udnyttes ved de allerfleste Vandværker her i Landet, kan Vandet allerhøjest bevæge sig en eller et Par Meter i Døgnet, altsaa en fuldkommen umærkelig Hastighed. Som før omtalt er Regnvandet hos os ca.  $\frac{1}{2}$  Aar om at tilbagelægge de 10—20 m's Vej igennem de øvre Sand- og Lerlag, inden det naar ned til Grundvandet. I de groveste Gruslag kan Hastigheden komme op paa nogle Meter i Døgnet, og i aabne Revner i Klippegrund paa endnu lidt mere. Selvsagt spiller ogsaa det Tryk, Vandet er underkastet, en Rolle.

Det kan maaske være paa sin Plads at bemærke, at Tal som disse hverken er Gætteværk eller teoretiske Beregninger. De maales faktisk ved at farve Vandet (eller tilsætte det andre Stoffer) paa eet Sted og saa kontrollere, hvornaar Farvestoffet dukker op i Vandet paa et andet Sted.

## Vandførende Jordlag i Danmark.

Skal vi nu bruge meget og rent Vand til Forsyning af Gaarde, Byer, Mejerier o. s. v., saa gælder det altsaa om at faa fat i saadanne godt vandførende Jordlag, som er nævnt i det foregaaende, for deraf at kunne tappe de nødvendige Vandmængder. Det sker gennem naturlige Kilder, gravede Brønde eller dybere Boringer. Vi skal senere komme nærmere ind paa den rent praktiske Udførelse af disse Ting, men maa forinden se paa, hvorledes Mulighederne ligger i de forskellige Egne af Landet.

Bornholm er saa uhyre forskelligartet i sin geologiske Bygning, at man ikke kan gaa nærmere i Enkeltheder. I Almindelighed kan kun siges, at Størsteparten af Øen bestaar af fast Klippegrund (Granit eller Sandsten), der overhovedet ikke er vandførende i sig selv; kun hvis der i den øverste Del af Klippen findes Revner og Sprækker, kan der optræde Vand i disse, saa man er paa den største Del af Øen henvist til at nøjes med overfladiske Brønde, der kan opsamle Vand, der løber i Klippesprækkerne eller lige ovenpaa Klippen, i de Grus- eller Lerlag, der dækker denne.

I den øvrige Del af Landet er det Skrivekridtet (Senonium), der danner det faste Fundament. De fleste kender sikkert Skrivekridtet fra Møns og Stevns Klinter eller fra de store Cementfabrikker ved Aalborg og Mariager Fjord, og det danner iøvrigt den direkte Under-



(D. G. U. V. R. Nr. 4).



Fig. 1. Danmarks Undergrund.

grund under Istidslagene i store Dele af Vendsyssel-Hanherrederne, Himmerland og noget af Mors og Salling, og endvidere i det allersydligste Sjælland og paa Laaland og Falster.

Skrivekridtet er en rent hvid, meget fin og tæt Bjergart, og i sig selv er den næsten helt vandstandsende og uigennemtrængelig. Naar Kridtet alligevel spiller en stor Rolle for Vandforsyningen i de nævnte Egne,

saa skyldes det, at Kridtets Overflade lige under Istidslagene som Regel er stærkt knust, fuld af Revner og Sprækker, og disse Sprækker er da oftest stærkt vandførende. Eksempelvis kan nævnes, at hele Aalborg By forsynes med Vand fra kun 2 store Brønde, der er gravet ned i Kridtets Overflade, og hvorfra der er boret Huller i Bunden og ud til Siderne. Endvidere indeholder Kridtet en Del spredte Lag af Flint, og denne haarde, skøre Flint kan ligeledes være fuld af Revner; er Flintlagene tilfældigvis blevet knust, f. Eks. ved Jordskorpebevægelser, kan Sprækkerne ikke lukke sig igen.

I al Almindelighed kan det siges, at hvis man borer efter Vand i Kridtet, saa skal man helst have Vandet allerøverst i Kridtet; er dér ikke noget, er der ikke store Chancer for at faa noget ved at fortsætte i Dybden.

Foruden Aalborg kan anføres som Eksempler:

Maribo Vandværk:	Vordingborg Vandværk:
0—2 m Fyld.	0 — 3.5 m Rødler (Moræneler).
2—10 - Dynd.	3.5—24.5 - Blaaler ( — ).
10—48 - graat Moræneler.	24.5—28.5 - Sand.
48—60 - Skrivekridt med Flintlag; Vandførende.	28.5—41.5 - Skrivekridt; vandførende.
48 m <sup>3</sup> /tim. ved 2 m Sænkning.	36 m <sup>3</sup> /tim. ved 3.05 m Sænkning.

Stokkemærke Alderdomshjem.

0—25 m Istidslag (mest Ler).  
25—114 - Skrivekridt uden Vand.

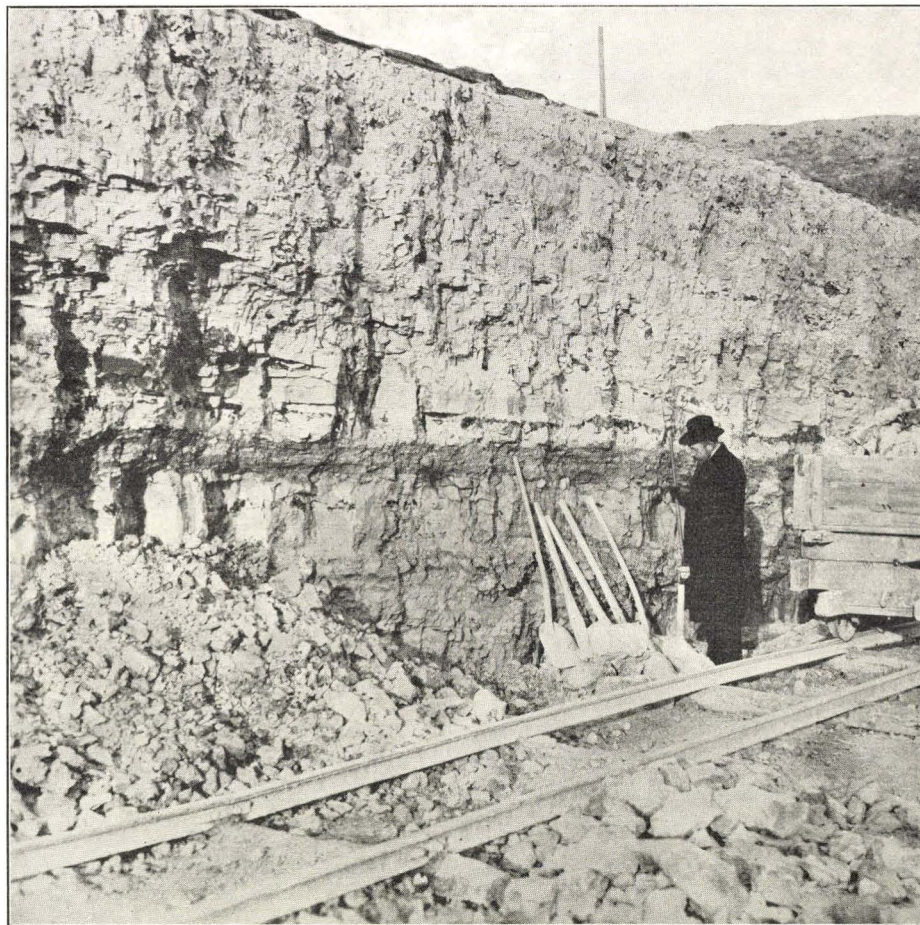
Indeholder den øverste Del af Skrivekridtet intet Vand, kan man dog undertiden være saa heldig at støde paa vandførende Flintlag i større Dybde:

Nr. Alslev Vandværk. (Falster):	Næstved Vandværk:
0—8 m Moræneler, gult.	0 — 1.0 m Fyld.
8—54 - — , blaåt, med enkelte smaa Sandlag.	1.0—11.5 - Moræneler.
54—80 - Skrivekridt; kun lidt vandførende.	11.5—36.0 - Bryozokalk; noget vandførende.
80—90 - Skrivekridt; mere vandførende.	36.0—77.0 - Skrivekridt uden noget videre Vand.
14 m <sup>3</sup> /tim. ved 7 m Sænkning.	77.0—80.0 - Skrivekridt med svære Flintlag; meget vandførende.
	Bryozokalken: 15 m <sup>3</sup> /tim.
	Nederste Skrivekridt: 46 m <sup>3</sup> /tim. ved ca. 5 m Sænkning.

Ovenpaa Skrivekridtet følger en Aflejring, der under eet kaldes Danskekalken (Danium eller Nyere Kridt), men dens forskellige Afdelinger kendes maaske bedre under Navnene Saltholmskalk, Blege-

kridt, Bryozokalk, Limsten, Faxekalk e. a. Den danner Undergrunden en Del Steder i Limfjordsegnene, det vestlige Himmerland, Randersegnen-Djursland, og endvidere i det østlige Fyn og store Dele af Sjælland.

Det fremgaar af de Navne, der nævnedes, at denne Aflejring bestaar af meget forskellige Slags Kalk, og set fra et Vandforsynings-Standpunkt



(R. H. STAMM).

Fig. 2. Sprækkefyldt Kalk (Bryozokalk). Gl. Frederiksholms Kalkværk. København.

har disse Lag netop den Fordel frem for Skrivekridtet, at de i meget høj Grad veksler mellem blødere og haardere Lag, og hertil kommer yderligere, at Danskekalken som Regel indeholder langt flere og langt tykkere Flintlag end Skrivekridtet. Som Følge af disse to Fortrin er Danskekalken saa at sige altid en fortrinligt vandførende Bjergart, ganske særligt i sine øverste Dele (lige under Istidslagene), fordi den i Reglen er fuld af Revner og Sprækker.

Grenaa Vandværk. 2 Brønde:	Tornemark Andelsmejeri (Syd- sjælland):
0—4 m Moræneler.	0 —21.3 m Moræneler.
4—6 - haard Kalk.	21.3—26.3 - leret Morænesand.
Begge Brønde tilsammen: 46 m <sup>3</sup> /tim.	26.3—33.9 - Bryozokalk. 4.3 m <sup>3</sup> /tim. ved 1.9 m Sænkning.
Nøddebo (Nordsjælland):	Mørkhøj (Boring Københavns Vand- forsyning):
0 —18.6 m Smeltevandssand.	0 — 0.4 m Tørv.
18.6—43.0 - Moræneler.	0.4— 2.1 - Smeltevandssand.
43.0—51.0 - Smeltevandssand.	2.1—13.4 - Moræneler.
51.0—74.8 - Moræneler.	13.4—20.5 - Smeltevandssand.
74.8—77.3 - Grus.	20.5—38.0 - Kalk og Flint; vand- førende.
77.3—78.2 - Kalk; vandførende. 45 m <sup>3</sup> /tim. ved Overløb.	72 m <sup>3</sup> /tim. ved 3.9 m Sænkning.

At Danskekalken dog undertiden kan være lunefuld, viser følgende Eksempler.

»Skovkilde Mejeri«. Vraaby (Østsjælland):

I.	II.
0 —12.0 m Brønd.	0—24 m gammel Boring (gennem Moræneler ned i Kalken).
12.0—20.4 - Moræneler.	24—96 - Bryozokalk og Flint.
20.4—28.7 - Bryozokalk, haard. »Temmelig godt vandførende«.	1 m <sup>3</sup> /tim.

Nyborg Vandværk. Prøveboring ved Slottet.

0 — 4.5 m Fyld.	Ogsaa her var Bryozokalken kun vandførende i de øvre Partier. Fra
4.5—12.5 - Marint Sand.	Dybden 37—38 m kunde pumpes ca. 19 m <sup>3</sup> /tim. ved 2.95 m Sænkning;
12.5—35.0 - Moræneler med enkelte Sandlag.	de dybere liggende Lag gav intet.
35.0—67.0 - Bryozokalk med Flint- lag.	

Tuborgs Fabriker (København):

0 —18.8 m Skiftende Lag af Moræneler og Sand og Grus.
18.8—20.4 - sandet Kalk.
20.4—95.3 - Meget haard Kalk (»Saltholmskalk«).
Fra Dybden 23—75 m gav Kalken kun lidt Vand;
- — 75—95 - mere Vand; 25 m <sup>3</sup> /tim. ved 5.6 m Sænkning.

Det kan nævnes, at København faar hele sit Forbrug af Vand paa denne Maade fra et stort Antal Boringer, fordelt over hele Eggen mellem København og Roskilde—Frederikssund, alle ført ned i den øverste Del af den haarde Kalk.

Eks.: København 1933—34: Forbrug gennemsnitlig 128,000 m<sup>3</sup> pr. Døgn = 178 l i Døgnet pr. Indbygger.



Forbruget svinger:

Maximum, varm Sommerdag..... 170,000 m<sup>3</sup>  
 Minimum, 1. Juledag..... 65,000 -

Reglen er altsaa den samme for Danskekalken som for Skrivekridtet: at man skal have Vandet i de øverste Partier af Kalken. Men faar man i givet Fald ikke det, er der alligevel ret gode Udsigter til at faa Vand ved at bore dybere ned i Kalken; thi netop de mange Flintlag eller haarde Kalklag kan godt være sprækkefyldte og vandførende i større Dybde.

Ovenpaa Danskekalken følger nu en Række Aflejninger af graa Kalk, Skifer og fedt Ler, den ældre Del af Tertiærtidens Havaflejninger. Den ældste Del af disse Aflejninger, det saakaldte Paleocæn, bestaar af en graagrøn Kalksten, »Grønsandskalk«, eller en Slags haarde Skiferlag, liggende lagvis med Ler imellem, og disse haarde Lag plejer ogsaa at være godt vandførende. Disse Lag danner direkte Undergrunden under Istdislagene paa visse Dele af Fyn og i Midtsjælland, og videre vestpaa i Sjælland ligger de dækket af fedt, stenfrit Ler, »Kertemindeler«, der dog i Reglene ikke er tykkere, end at man kan bore igennem det og komme ned til de vandførende Lag.

Eksempelvis kan anføres:

Nyborg Strand (Strandalle):	Maarum Skovridergaard (Nordsjælland):
0 — 8.8 m Brønd.	0— 84 m Moræneler.
8.8—12.5 - stenet Moræneler.	84— 91 - Smeltevandssand, leret.
12.5—13.0 - Sand.	91—104 - Smeltevandsler, fedt, stenfrit.
13.0—13.7 - Moræneler.	104—116 - Paleocænt Grønsandsler.
13.7—15.25 - Kertemindeler med haarde Lag; vandførende.	116—124 - Grønsandskalk; vandførende (»Maarumvand«).
4.3 m <sup>3</sup> /tim. ved 0.37 m Sænkning.	10 m <sup>3</sup> /tim. ved 6 m Sænkning.

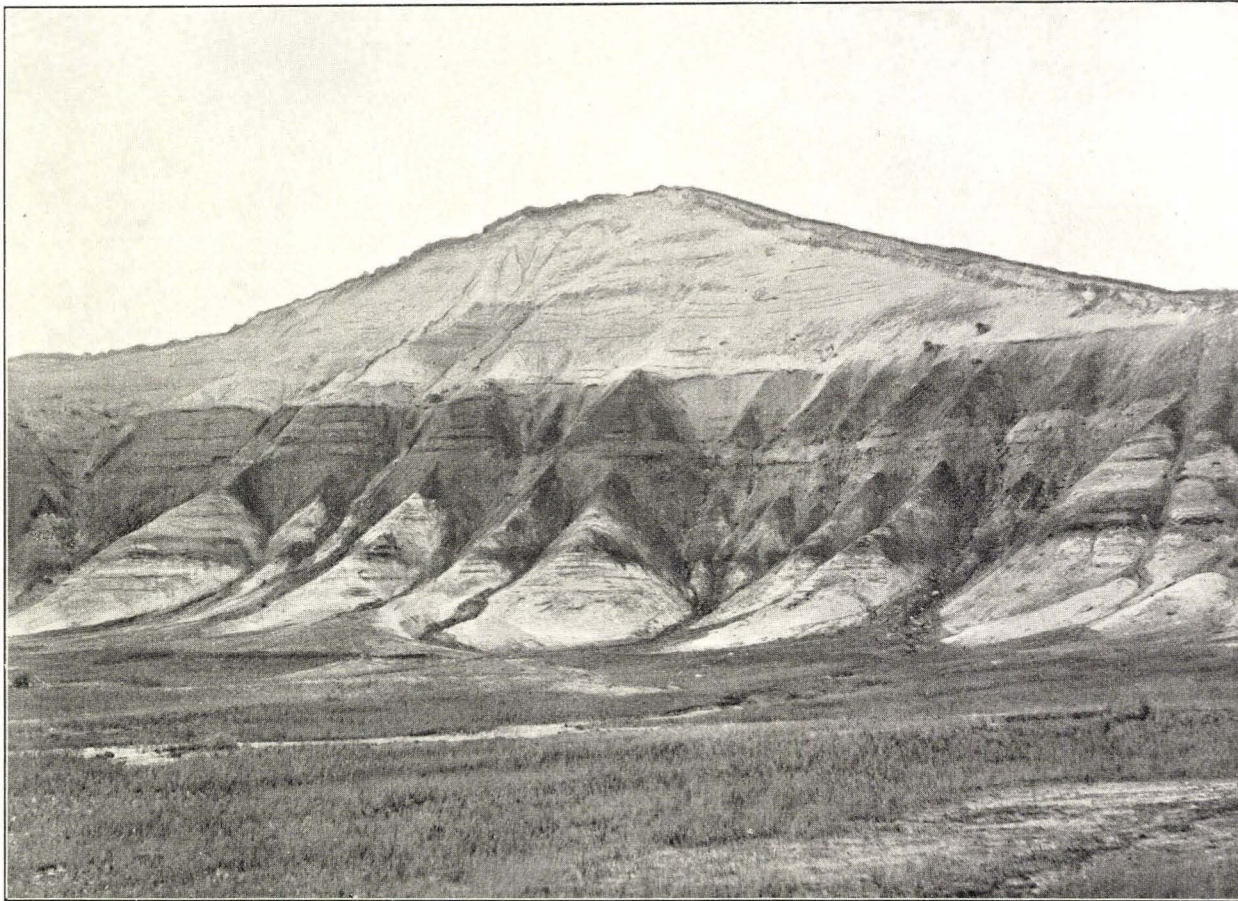
Lagserien i Midtsjælland illustreres af følgende Eksempler:

Gevninge (v. Roskilde, Københavns Vandforsyning):	Ø. f. Lejre (Københavns Vandforsyning):
0 —11.4 m Moræneler.	0 — 2.2 m Grus og Sten.
11.4—28.8 - Grus og Sten.	2.2— 7.0 - Moræneler.
28.8—43.6 - Grønsandskalk (Paleocæn).	7.0— 8.7 - Grus og Sten.
43.6—44.15 - Kalk og Flint (Danskekalk).	8.7—38.7 - Grønsandskalk.
60 m <sup>3</sup> /tim. ved 0.65 m Sænkning.	144 m <sup>3</sup> /tim. ved 1.2 m Sænkning.

Ringsted Vandværk:	Sorø Vandværk.
0 — 33.0 m Moræneler med underordnede Sandlag.	0 — 5.5 m Sand og Grus.
33.0—69.4 - Kertemindeler.	5.5— 30.0 - Moræneler.
69.4—83.2 - Grønsandskalk; vandførende.	30.0— 40.0 - leret Sand.
3 Boringer af denne Art leverer tilsammen gennemsnitlig 1125 m <sup>3</sup> /døgn.	40.0— 45.0 - Sand og Grus; vandførende.
	8 m <sup>3</sup> /tim. ved 8 à 10 m Sænkning.
	45.0— 79.0 m Moræneler med Lag af fint Sand.
	79.0—138.5 - Kertemindeler, blødt
	138.5—227.0 - — m. haarde, tynde Lag.
	227.0—235.0 - haard Grønsandskalk; vandførende (Saltvand).
	3 à 4 m <sup>3</sup> /tim.

Umiddelbart ovenpaa det nævnte Kertemindeler følger nu yderligere vældige Lag af fedt, blødt, absolut vandstandsende Ler: »Plastisk Ler« (undertiden kaldet »Lillebæltser«; Eocæn) og Septarieler (Oligocæn), dannende Undergrunden i det østlige (og visse Dele af det nordlige) Jylland, det vestlige Fyn, det nordvestligste Sjælland, de sydfynske Øer og sydvestligst paa Laaland. Disse Egne er Landets »sorte Egne« med Hensyn til Brøndboring, for er man ved Boring først naaet ned til disse Lerarter uden at faa Vand, kan man godt opgive det og prøve sig frem nye Steder. Bore igennem dette Ler er ret haabløst, og lykkes det alligevel, faar man oftest daarligt Vand. — Eksempler:

Skive:	Aarhus:
0— 4 m Sand.	0— 11 m Moræneler.
4— 45 - Septarieler	11— 27 - Septarieler.
45— 79 - Plastisk Ler	27—188 - Plastisk Ler.
79—114 - Kertemindeler	188—228 - Kertemindeler.
114—118 - Bryozokalk; (int. Vd.?).	Intet Vand.
Ærøskøbing:	Sønderborg:
0— 27 m Moræneler.	0— 75 m Moræneler og Smelte-
27—192 - Plastisk Ler.	vandssand og -grus
Intet Vand.	(vandførende).
	75—110 - Glimmerler (Yngre Ter-
	tiær; næppe vandfø-
	rende).
	110—190 - Septarieler } intet
	190—325 - Plastisk Ler } Vand.
	325—347 - Paleocænt Ler; nederst
	med haarde, vandfø-
	rende Lag.
	347—358 - Bryozokalk; vand-
	førende.
	358—541 - Skrivekridt; vand-
	førende.
	Alle de dybere Lag gav Saltvand (8%).



(A. JESSEN).

Fig. 3. Miocæne Lag ved Salten (Jylland). Skiftende Lag af Glimmerler, Glimmersand og Brunkul; over det hele Smeltevandssand fra Istiden.

Oven paa disse fede Lerarter følger nu de yngre Tertiæraflejringer (Miocæn og Pliocæn). De veksler stærkt imellem graat og sort Glimmerler (ikke vandførende) og vandførende Lag af finere eller grovere Glimmersand og Brunkul. De udgør Undergrunden i hele det midterste—vestlige—sydlige Jylland, og til dels ogsaa i Sydvestfyn.

Det er svært at karakterisere disse Aflejringer under ét, netop fordi de veksler saa stærkt; man maa bedømme Udsigterne for Brøndboring i hvert enkelt Tilfælde for sig. Følgende Boringer kan anføres som Eksempler:

<p>Herning Vandværk:</p> <p>0 — 20.7 m Grus og Sand.</p> <p>20.7— 41.0 - Moræneler.</p> <p>41.0—153.2 - stærkt veksl. Glimmerler, Glimmersand, fint Grus og tynde Lag af Brunkul.</p> <p>Vandførende ca. 53— 73 m og ca. 125—135 -</p> <p>40 m<sup>3</sup>/tim. ved 8 m Sænkning.</p>	<p>Voerladegaard Vandværk (V. f. Skanderborg):</p> <p>0 —16.0 m Ler og Mergel.</p> <p>16.0—17.4 - Smeltevandssand; lidt vandførende.</p> <p>17.4—18.6 - Mergel</p> <p>18.6—32.0 - Sand</p> <p>32.0—52.0 - sort Glimmerler</p> <p>52.0—64.0 - sort Glimmersand; vandførende.</p>
<p>Vitved (Ø. f. Skanderborg):</p> <p>0—25 m Moræneler.</p> <p>25—50 - Glimmerler.</p> <p>Intet Vand.</p>	<p>Hvilsted (Ø. f. Skanderborg):</p> <p>0—40 m Moræneler med tynde Sandlag.</p> <p>40—48 - Sort Glimmerler med Sandlag; intet Vand.</p> <p>48—60 - vekslende Lag af Glimmersand og Brunkul; godt vandførende.</p>
<p>Bramminge Vandværk:</p> <p>0— 12 m Smeltevandssand og -grus; vandførende.</p> <p>12—130 - leret Glimmersand og Glimmerler; intet Vand.</p>	<p>Endrup Andelsmejeri (N. f. Bramminge):</p> <p>Her bores igennem lignende Lag som ved Bramminge indtil en Dybde af 191 m; kun i Dybden 105—106 m fandtes et vandførende Lag (med daarligt Vand).</p>
<p>Mejlby Mejeri (S. f. Brørup):</p> <p>0— 13 m Sand; noget vandførende.</p> <p>13— 24 - Moræneler.</p> <p>24— 42 - sort Glimmerler.</p> <p>42— 49 - fint, leret Glimmersand.</p> <p>49—110 - sort Glimmerler m. tynde Sandlag.</p> <p>110—117 - fint Kvartsgrus; vandførende.</p> <p>4 m<sup>3</sup>/tim. ved 4.7 m Sænkning.</p>	<p>Gramby Vandværk:</p> <p>0— 8 m Tørv og Smeltevandssand.</p> <p>8—21 - Glimmerler.</p> <p>21—31 - Glimmersand; vandførende.</p>

Og endelig kommer — sidst men ikke mindst — Istidens Aflejringer, der danner et Dække over alle de Lag, vi har nævnt i det foregaaende. Dækket er tykkere eller tyndere, maaske op imod et Par Hundrede Meter i sine Egne. Det er de Lag, vi kender af Selvsyn fra enhver Udgravning, Grøftegravning, Teglværksgrav eller Grusgrav, nemlig i det store og hele to Slags:

- 1) Stenet Moræneler (Rødler eller Blaaler), uden Vand.
- 2) Smeltevandssand og Smeltevandsgrus, vandførende.



Fig. 4. Et Lag af Smeltevandssand under Moræneler.

(A. JESSEN).

Spørger man om Reglen for, hvorledes disse Lag veksler, saa er der egentlig kun det at sige, at der ingen Regel er! Isen har i Istiden og under sin Bortsmeltning aflejret det hele saa regelløst eller skudt det saadan sammen, at man overalt kan finde Eksempler paa, at af to Boringer umiddelbart ved Siden af hinanden giver den ene rigeligt Vand, den anden slet intet; Jordlagene veksler helt forskelligt i de to Boringer. — Slet saa slemt gaar det nu ikke altid; meget ofte vil Geologen, som kender en Egns geologiske Opbygning, kunne sige noget om, hvorvidt Udsigterne for at faa Vand ved Boring er større eller mindre.

I al Almindelighed lader sig sige, at saalænge en Boring endnu befinder sig indenfor Istidslagene, saa er der altid en Mulighed for at støde paa et vandførende Sand- eller Gruslag.

## Eksempler:

Rødekro Vandværk:	Bramminge Vandværk:
0—25.8 m vekslende Lag af finere og grovere Smeltevandssand og Grus.	0—7 m Smeltevandssand.
2 Boringer (4 m fra hinanden) giver 7 m <sup>3</sup> /tim. ved 1.8 m Sænkning.	7—12 - Grus; vandførende.
	12—14 - Sand.
	(herunder det S. 20 omtalte, vandfri Tertiær).
	6 m <sup>3</sup> /tim. ved ringe Sænkning.
Aarhus Vandværk, Marselisborg:	Assens Vandværk:
0 — 2.2 m Grus.	0—2 m Fyld.
2.2—10.0 - Moræneler, fast.	2—7 - Sand og Grus.
10.0—15.0 - — med tynde Sandlag.	7—16 - Sand.
15.0—17.5 - groft Grus.	16—19 - Sand, leret.
17.5—22.0 - fint, leret Sand.	19—21 - Ler.
22.0—27.5 - fast, graat Ler.	21—24 - - og Sten.
27.5—37.5 - Sand med tynde Lerlag.	24—34 - Grus og Sten.
37.5—53.0 - groft Grus; vandførende.	34—35 - Sand med Ler.
53.0—56.5 - skarpt Sand; —	2.8 m <sup>3</sup> /tim. ved Overløb.
56.5—62.0 - groft Grus; —	18.0 m <sup>3</sup> /tim. ved Sænkning til 2.6 m under Terræn (oprindelig Vandrejning: 2.8 m over Terræn).
44 m <sup>3</sup> /tim. ved 1.8 m Sænkning.	
Søsum (NV. f. København):	Christiansdal (N. f. Nakskov):
0 —12.0 m Brønd.	0 — 10.0 m Moræneler, stenet.
12.0—21.4 - Smeltevandssand.	10.5—15.0 - stenfrit Ler, fedt.
21.4—22.2 - Grus og Sten.	15.0—18.1 - Ler.
22.4—26.8 - Moræneler.	18.1—18.6 - Grus og Sten.
26.8—27.4 - Grus og Sten.	18.6—138.0 - gruset og sandet Ler med indblandet Tertiærler.
27.4—38.2 - Moræneler.	138.0—154.0 - Smeltevandsgrus; vandførende.
38.2—41.4 - Sand.	154.0—157.0 - sandblandet Ler.
41.4—43.6 - Grus og Sten.	6 m <sup>3</sup> /tim. ved 12 m Sænkning.
22 m <sup>3</sup> /tim. ved 0.2 m Sænkning.	
<p>Indenfor Istidens og Efter-Istidens Aflejringer træffes hist og her — især i Vendsyssel — Havaflejringer (»marine Aflejringer«); de består snart af Ler og Dynd, snart af Sand. I Reglen kan man træffe vandførende Lag indenfor disse Aflejringer, men dels kan de være noget lunefulde med Hensyn til Vandføring, dels er Vandet ofte daarligt:</p>	
Østerled Gaard (Vendsyssel):	Fanø (Hotel »Kongen af Danmark«):
0—4 m marint Sand.	0—8 m fint Sand (Flyvesand).
4—22 - — Ler.	8—32 - marint Sand, fint.
22—24 - — Sand, fint.	32— - grovere Sand (Smeltevandssand?).
24—28 - — — , grovere, med Skaller; vandførende.	14 m <sup>3</sup> /tim.

Hirshals:	Hirshals:
0—2 m Tørvejord.	0 — 3.5 m Sand.
2—4 - Sand.	3.5—12.8 - Ler; lysegraat med sorte Partier; fedt.
4—56 - Ler.	12.8—14.0 - groft Sand.
Leret veksler lidt i Konsistens, men det meste (eller alt) af dette Lerlag er af marin Oprindelse.	14.0—40.8 - fedt, graat Ler; Udstømning af Gas.
Intet Vand, men Udstømning af brændbar Gas.	40.8—43.5 - Sand; lidt vandførende.
	43.5—48.1 - Ler m. Muslingeskaller.
	48.1—49.6 - Sand; vandførende.
	49.6— - Ler, fedt; med Skaller.
	Vand rigeligt, men salt.

## Vandspejlet i Kilder, Brønde og Boringer.

I de første Afsnit har vi gjort Rede for Grundvandets Opstaaen og set, hvorledes Grundvandspejlet i store Træk kommer til at følge Landskabets Overflade, blot i meget affladet og udglattet Form. Under højtliggende Land staar Grundvandspejlet ret højt, mens det sænker sig under de lavere Partier af Landet, vel at mærke saaledes, at »højt« og »lavt« skal forstaas i Forhold til Havets Overflade; for i Regelen ligger Grundvandspejlet dybt under Overfladen af selve det høje Bakkeland, mens det kan ligge tæt ved Jordoverfladen i lavtliggende Egne.

Men nu er der jo stor Forskel paa de Jordlag, Vandet skal igennem paa sin Vej ud imod Havet. Store Dele af Landet er bygget af vandstandsende Lerarter. Hvordan gaar det med Grundvandspejlet under de Forhold?

Det er der stadig, men paa en lidt ejendommelig Maade, for nu er det blot tænkt, et teoretisk Grundvandspejl! Vi tænker os, at Regnvandet synker ned i Jorden paa et højtliggende Terræn af Sand- og Grusbakker, og paa sin Vej nedad og ud imod Havet møder Grundvandet nu et Terræn, der overvejende bestaar af vandstandsende Ler, men under dette Ler ligger der et Lag Grus, hvor Vandet kan slippe igennem. Saa gaar Vandet igennem Gruslaget, og det gaar saa meget lettere igennem, som det Vand, der kommer bagefter oppe fra Bakkerne, stadig presser paa. Vandet nede i Gruslaget staar altsaa under et bestemt Tryk, — ganske paa samme Maade som Vandet i Vandrørene i en By staar under Tryk oppe fra Vandtaarnet. Hvis vi borer et Hul ovenfra ned gennem Lerlaget og rammer det vandførende Gruslag, saa stiger Vandet op til en bestemt Højde, — og det er netop den Højde, der vilde svare til det frie Grundvandspejl, hvis hele Terrænet havde bestaaet af Grus. Grundvandspejlet ligger frit fremme i Sand- og Grus-

lagene, og det fortsætter som et »tænkt Grundvandspejl« igennem Lerlagene, og vi kan naar som helst faa Vandet til at stige op og indstille sig i denne bestemte Højde ved at bore Hul ned igennem Lerlagene.

Det lyder maaske lidt vel teoretisk, men det er i Virkeligheden af ganske afgørende praktisk Værdi at have Kendskab til disse Forhold, hvis man faar med Vandværksanlæg af nogen Slags at gøre. — At anlægge et Vandværk vil (bortset fra Maskiner, Rørledninger o. s. v.) først og fremmest sige, at man skal have Forbindelse tilvejebragt med Grundvandet under Grundvandspejlet.

Det kan nu lade sig gøre paa flere Maader.

Hvis det ikke drejer sig om store Vandmængder, saa kan man meget ofte udnytte en Kilde. — En Kilde er slet og ret et Sted, hvor Grundvandet af sig selv kommer op til Overfladen. Vi har tidligere nævnt, at Terrænoverfladen udmærket godt paa et eller andet Sted kan sænke sig ned under Grundvandspejlet; hvis nu Jordbunden bestaar af lutter porøst Sand og Grus, saa strømmer Vandet naturligvis frit frem og fylder Lavningen, saa vi faar en Sø; men hvis Jordbunden overvejende bestaar af Ler, med bare et enkelt Sandlag som Forbindelse mellem Jordoverfladen og de vandførende Lag dybere nede, saa baner Trykvandet sig naturligvis Vej op igennem denne Vandledning og strømmer ud i Form af en Kilde.

Er der ikke fra Naturens Haand tilvejebragt en saadan Forbindelse, saa maa man udføre den ved Kunst, d. v. s. lave et Borehul ned igennem det vandstandsende Lag, indtil man naar det dybtliggende, vandførende Lag. Hvis Vandet hernede staar under saa stort Tryk, at Grundvandspejlet ligger højere end Terrænet, saa stiger Vandet af sig selv op over Jordoverfladen og kan danne et helt Springvand. Det er det, man kalder en artesisk Kilde. — At det ikke er rene Ubetydeligheder, der kan opnaas paa denne Maade, vil forstaas af et Par Tal.

Eksempler:

Københavns Vandforsyning; Boring ved Lejre.

Vandrejsning 17 m over Jordoverfladen.

Ravning Fiskeri.

Vandrejsning ca. 18 m over Jordoverfladen.

Vandmængde 180 m<sup>3</sup> i Timen.

Nu er det jo imidlertid ikke altid saa heldigt, at dette teoretiske Grundvandspejl ligger over Terrænet; i de allerfleste Tilfælde ligger det lavere end Jordoverfladen, og hvadenten man saa graver en Brønd ned til det vandførende Lag, eller man sætter en Boring ned til det (hvis det ligger for dybt til at naa ved Gravning), saa indstiller



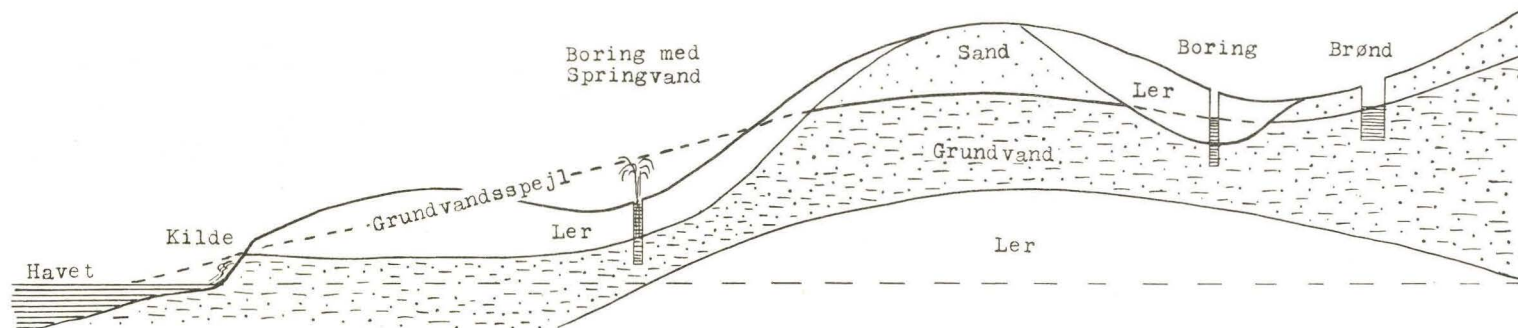


Fig. 5. Skema over Grundvandsspejl i forskelligt Terræn og forskellig Jordbund.

Vandspejlet i Brønden eller Borehullet sig altsaa i en bestemt Dybde under Jordoverfladen, og saa maa man ulejlige sig med at pumpe det op, hvilket naturligvis er dyrere og iøvrigt ogsaa medfører andre Vanskeligheder.

## Anlæg af Vandværk.

I ældre Tid har man ved Anlægget af mange smaa Landsbyvandværker haft en Forkærlighed for at lægge hele Anlægget, ogsaa Boringen, paa den højest mulige Bakketop indenfor Rækkevidde; det skyldes væsentlig Hensynet til Anbringelse af Vindmotor og Vandbeholder. — Set fra et geologisk Synspunkt er der dog meget, der taler imod denne Anbringelse af Boringen. Der er ingen Grund til at ofre Penge paa at bore igennem flere Meter Jord end nødvendigt, inden man naar ned til Grundvandet; og flytter man Borestedet ned i en Lavning, saa vil Grundvandet indstille sig med sin Overflade nærmere ved Terrænoverfladen, og det har sin meget store Fordel, naar man skal anskaffe Pumpen: man kan undgaa Dybvandspumpe eller Gravningen af en urimelig dyb Pumpebrønd. Vandbeholderen kan godt blive liggende oppe paa sin Bakketop, for selve Bekostningen ved at pumpe Vandet op til den bliver ikke stort større, fordi man lægger Pumpestationen nede i Lavningen. I vore Dage bruger de fleste Vandværker jo alligevel Elektricitet, saa Hensynet til Vindkraften er gaaet ud af Regnestykket. — Og endelig er der den Mulighed nede i Lavningen, at man kan faa Vandstigning til over Terrænhøjde, altsaa Springvand, hvilket selvsagt vil være endnu bedre.

Nu kommer vi til selve Udførelsen af Boringen, og herom maa man naturligvis slutte Overenskomst med et Brøndboringsfirma.

Meget ofte ligger Landet saaledes, at den Bestyrelse eller den Mand, der har Ansvaret for et Vandværksanlæg, ikke selv har tilstrækkelig Indsigt i den geologiske og den tekniske Side af Sagen, og saa griber man til den Udvej at slutte Kontrakt med Brøndboreren saaledes, at Brøndboreren skal garantere saa og saa meget Vand. Det er en meget almindelig Udvej, og man ser endog, at en og anden Brøndborer selv anbefaler sig med en saadan Garanti. Ikke desmindre maa der advares saa skarpt som muligt mod denne Fremgangsmaade.

Fremgangsmaaden med Forhaandsgaranti er absolut forkastelig af den simple Grund, at ingen Brøndborer kan afgive en saadan Garanti. Det er lige saa umuligt for Brøndboreren, som det er for Meteorologisk Institut at garantere, at det vil blive godt Vejr paa 1. Pinsedag 1975, eller for en Læge at garantere, at en bestemt Mand vil leve i bedste Velgaaende idag om 10 Aar.

Der er paa hvert enkelt Sted i Landet nøjagtigt de Muligheder for at faa Vand, som Naturforholdene paa Forhaand har bestemt; hverken mere eller mindre. Man kan stille Krav til Brøndboreren af mange andre Slags: angaaende Tid og Penge, Arbejdets og Materialernes Kvalitet, Udførelse af Prøvepumpning, naarsomhelst det forlanges o. s. v., o. s. v.; en Brøndborer kan forpligtige sig til at gøre sit bedste i enhver Henseende, men heller ikke mere.

Ethvert Ingeniørarbejde — forstaaet i videste Forstand — bestaar kun i at udnytte Naturens egne Muligheder; det gælder, hvad enten man vil bygge en Lillebæltsbro eller grave en Brønd. Nu har Naturen været saa imødekommende, at man kan faa større eller mindre Vandmængder ved Boring de allerfleste Steder i dette Land, men der er paa den anden Side Egne i Landet, der er saa ufordelagtigt byggede i geologisk Henseende, at der bogstaveligt ikke er vandførende Lag i Undergrunden; og et saadant Sted kan hverken en Brøndborer eller en Geolog hekse Vand frem, — lige saa lidt som man kan forlange, at der skal anlægges en Kulmine i Dragør eller en Diamantgrube i Vorbasse. — At det er urigtigt at holde Brøndboreren fast paa en Forhaandsgaranti paa et vanskeligt Sted af denne Art, turde være indlysende; og det bliver selvfølgelig ikke rigtigere, fordi Brøndboreren af Konkurrencehensyn føler sig tvunget til at gaa frivilligt med.

Forresten er det ogsaa uklogt af Forbrugerne at holde et saadant Garantisystem oppe, allerværst naturligvis, hvis Garantien faar Skikkelse af en »alt eller intet«-Akkord. Brøndboreren skal jo ogsaa leve i det lange Løb, og skal han regne med nu og da at miste store Beløb ved Udgift til resultatløse Boringer, saa maa han naturligvis for Balancens Skyld holde Akkordprisen oppe i unødige Højder. Under alle Omstændigheder er det Forbrugerne, der selv kommer til at betale Gildet, enten i Form af urimeligt høje Priser eller i Form af daarligt udført teknisk Arbejde.

Hvad der kan opnaas eller ikke opnaas paa et eller andet Sted, er altsaa bestemt af Naturen paa Forhaand, og den eneste rigtige Fremgangsmaade er simpelthen at undersøge Mulighederne: Undersøge Jordlagene og deres Vandføringsevne igennem Prøveboring. Har man først fastslaaet, hvordan Landet ligger, — eller rettere: hvordan Vandet ligger; — saa kan man altid spekulere over, hvad der kan gøres ad teknisk Vej for at udnytte Mulighederne.

Det vilde være en stor Fordel, hvis man altid kunde faa Oplysning om Jordlagene og Vandforholdene i Forvejen, inden man skrider til Arbejdet med Boring o. s. v. I mange Tilfælde kan saadanne Forhaandsoplysninger ogsaa faas, enten af geologisk Sagkyndige eller af en paa sin Egn erfaren Brøndborer. Saadan Forhaandsoplysning kan dog ifølge Sagens Natur aldrig blive andet end et Skøn over Chancerne; Sikker-

hed kan det aldrig blive, og selv i det mest oplagte Tilfælde kan man blive narret af uforudsete Ting. Boring efter Vand er altid et Lotterispil, ganske vist af en Art, hvor der er Gevinst næsten hver Gang, men hvor man iøvrigt altid maa regne med baade en Portion Held og Muligheden for en Nitte.

Kan man ikke faa Vejledning af anden Art, saa griber man undertiden til Anvendelse af den berømte Ønskekqvist, — en »klog Mand« med en Pileqvist eller et mere sindrigt Apparat af samme Slags. — Det vilde kræve en hel Udredning for sig, hvis vi skulde gaa grundigt ind paa, hvad der taler for og imod Ønskekqvisten; saa jeg maa i denne Forbindelse indskrænke mig til at slaa fast, at efter min personlige Erfaring er dette Middel intet værd i Praksis (jeg bruger med Vilje Ordet Erfaring, der er baseret paa et nogenlunde grundigt Kendskab til Brøndboring her i Landet; det drejer sig altsaa ikke om Videnskabens overlegne Syn paa gamle Metoder).

Vil nogen indvende, at de har Kendskab til saa og saa mange Tilfælde, hvor Boring eller Brøndgravning efter Ønskekqvistens Anvisning har givet Vand, saa kan jeg blot fremhæve, hvad der før er nævnt flere Gange: at her i Landet vil der kunne faas noget Vand i de allerfleste Tilfælde, hvor man borer ned paa Lykke og Fromme; Undtagelserne er og bliver faa. Og det siger sig selv, at der hører ikke stor Kunst til at »paavise« Vand, hvis man alligevel kan faa det hvorsomhelst.

Hvad enten det nu er Ønskekqvisten eller en optimistisk Brøndborer, der har garanteret Vand paa Forhaand paa et eller andet Sted, saa bliver der alligevel tilbage det Spørgsmaal, om der nu ogsaa er Vand nok i det lange Løb. Her lurder der nemlig en Fare, som man ofte er tilbøjelig til at overse; at man kan udføre en Boring og pumpe en vis Mængde Vand i første Omgang, indeholder nemlig ingen Garanti for Fremtiden.

Her er der to Spørgsmaal, der maa have i Erindring: Det er Spørgsmaalene om 1) Belastning af Boringen og 2) Vandværkets Opland.

1) Belastning af Boringen. — Sagen er den, at en Boring kan bringes til at yde meget forskellige Vandmængder, alt eftersom man pumper mere eller mindre haardt af den; men med forskellig Pumpning følger ogsaa forskellig Sænkning af Vandspejlet i Borehullet, og det er ingen ligegyldig Sag. — Begynder man at pumpe af en Boring, saa begynder Vandspejlet i Borehullet at synke; men saa bliver der mindre Tryk paa Vandet i Borehullet end i Jordlagene udenom, og det gør, at der strømmer Vand til fra Siderne, indtil der er opstaaet en vis Ligevægt imellem Oppumpning og Tilstrømning. Vandspejlet i Jorden indstiller sig da i Form af en »Sænkningstragt« omkring Borehullet. — Pumper man nu stærkere, f. Eks. den dobbelte Vandmængde pr. Time,

### Sænkningsskurver ved Pumpning paa Boring M.5

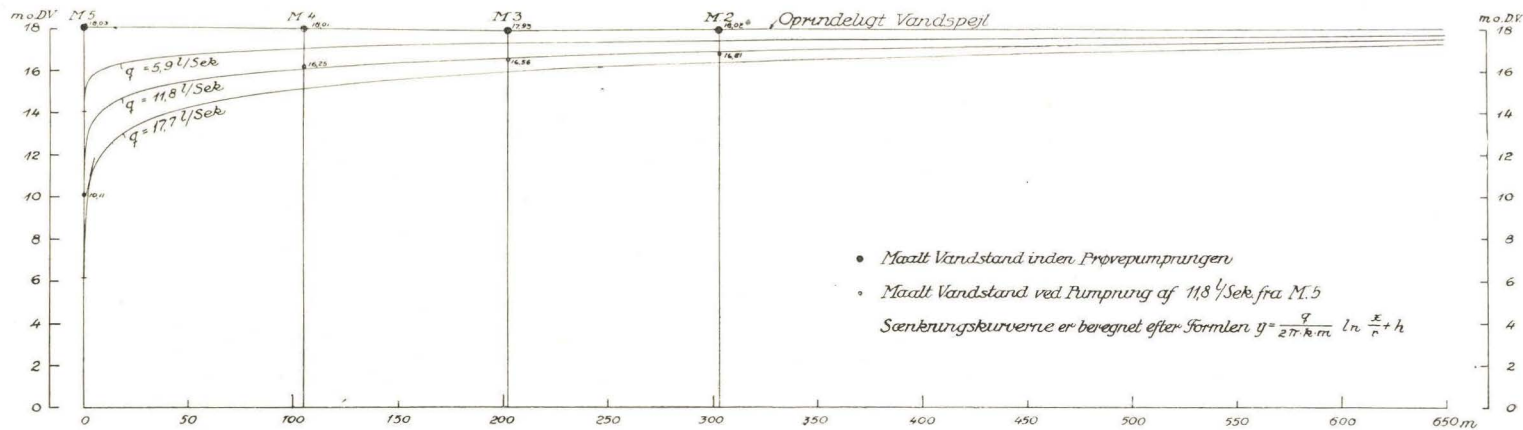


Fig. 6. Vandspejlsænkning («Sænkningstragt») ved Prøvepumpning paa en af Københavns Vandforsynings Boringer ved Marbjerg. — I Boring Nr. 5 staar Vandspejlet oprindeligt i Kote + 18.03 m. Ved Pumpning af Vandmængderne 5.9—11.8—17.7 Liter i Sekundet synker Vandspejlet, som det ses, ikke alene i selve Boring Nr. 5, men ogsaa i de fjernere liggende Boringer Nr. 4, Nr. 3 og Nr. 2.

saa synker Vandspejlet yderligere; der strømmer mere Vand til fra Siderne, og Vandspejlet indstiller sig ved en ny Ligevægtstilling i større Dybde og med en større »Sænkningstragt« (fig. 6).

Som Eksempler paa større Vandmængde ved større Sænkning af Vandspejlet kan anføres:

Vordingborg Vandværk: (Boring i Skrivekridt)				Assens Vandværk: (Boring i Sand og Grus)			
Pumpning af:		Vandspejl:		Pumpning af:		Vandspejl:	
0 m <sup>3</sup> /tim.	—	2.90 m	under Terræn	0 m <sup>3</sup> /tim.	—	2.8 m	over Terræn
30	—	5.56	- — —	2.8	—	0.4	- — —
33	—	5.79	- — —	12.0	—	1.4	- under —
36	—	6.06	- — —	18.0	—	2.6	- — —
40	—	6.46	- — —				

Nu er det jo i de fleste Tilfælde saaledes, at Borehullet er forsynet med et rørformigt Filter i det vandførende Sandlag, et Filter, der skal holde Sandet ude. Men det forstaas let, at jo mere man pumper, des større Hastighed maa Vandet have ved Indstrømningen igennem Filtret, for Filtrets Indstrømningsareal er stadig det samme. Og saa forstaas det ogsaa let, at jo hurtigere Vandet suges ind igennem Filtret, jo lettere river det ogsaa fine Sandkorn med sig; og i Tidens Løb stopper disse fine Sandkorn Filtret til, og saa er Boringen færdig med at give Vand.

Alt efter Forholdet mellem det vandførende Lag og Borehullets Diameter har enhver Boring en naturlig Ydeevne. Overbelaster man Boringen, hvilket udmærket kan gøres, naar man skal vise, hvad den kan yde, saa forøger man ogsaa Faren for Tilstopning af Filtret, d. v. s. man forringer Filtrets (Boringens) Levetid, — og det koster ogsaa Penge.

Man bør derfor altid have en Sagkyndig Tekniker med paa Raad ved Prøvepumpningen af en ny Boring. Giver den ved normal Belastning for lidt Vand, er der nemlig ofte andre Udveje end at overbelaste den. — I de senere Aar anlægges mange Smaaavdværker uden Vandtaarn eller Vandbeholder, blot med en automatisk virkende Pumpe og Trykkel (Hydrofor). Det er udmærket, hvis blot Boringen kan give den ønskede Vandmængde naar som helst paa kort Tid, uden at overbelastes. Kan den ikke det, saa staar man sig ved at enten udføre Boringen med større Diameter eller anbringe flere Boringer, der hver for sig giver en Del af Vandet paa een Gang under ringere Sænkning af Vandspejlet. Eller endelig bør man ofte meget hellere anlægge den gode gamle Vandbeholder; saa kan man pumpe jævnt og langsomt Døgnet rundt, og saa tage de store, øjeblikkeligt ønskelige Vandmængder fra Beholderen eller Samlebrønden i Stedet for direkte fra Boringen.

Problemet er, sagt med faa Ord: at Vandværket skal indrettes paa at tage den nødvendige Vandmængde med saa ringe Vandspejlsænkning som muligt. Hellere flere Boringer med ringe Sænkning end een med stor Sænkning.

2) Vandværkets Opland. Vi har tidligere omtalt, hvorledes Grundvandet søger sig Vej nedad og udad gennem de vandførende Jordlag. Nu skifter den danske Jord imidlertid stærkt imellem vandførende og vandstandsende Lag, og det sker meget ofte, at et vandførende Sandlag ligger isoleret oven paa eller inde mellem Lerlag. Kommer man ved Brøndgravning eller Boring ned i et saadant »lokalt Grundvandsomraade« eller en »Vandlomme« i Jorden, saa kan den udmærket give en Masse Vand fra sig straks i Begyndelsen. Men naar man stadig pumper Vand fra et saadant isoleret Sandlag, der ikke har tilstrækkelig Tilstrømning fra Oplandet, saa pumper man det ganske simpelt tomt i Løbet af kortere eller længere Tid; det kan tage Maaneder eller Aar, men en skønne Dag er der ikke mere Vand, og saa staar man der med sit kostbare Anlæg af Pumper og Rørledninger.

Kan man nu gardere sig mod den Slags?

Ja, undertiden. — Skandalen viser sig naturligvis først og fremmest ved, at Vandspejlet i Boringer eller Brønde synker jævnt og støt i Tidens Løb. Hvis det drejer sig om et Vandværk, der har Raad til det, bør man derfor altid prøvepumpe gennem lang Tid, indtil Vandspejlet har indstillet sig med konstant og uændret Stilling; det kan vare længe, men jo større Vandværket er, jo mere har man ogsaa at risikere i Form af kostbare Anlæg.

Det kan ogsaa ske, at Vandværket har baseret sin Vandindvinding paa overfladiske Sand- og Gruslag, der nok har et vist Opland, hvad Tilstrømning angaar, men alligevel ligger oven paa saadanne Lerlag, at de mangler Forbindelse med det virkelige, dybtliggende Grundvand. Falder det saa ind med langvarige Tørkeperioder, saa gaar det naturligvis først og fremmest ud over saadanne højtliggende Lag; de tørrer hurtigt ud, og Vandet forsvinder fra Brønde og Boringer.

Er man i den Situation, saa er der kun det Raad at give: at uddybe Boringen saaledes, at den — om muligt — faar Forbindelse med det dybereliggende, store og fælles Grundvand. Det kan godt ske, at dette store Grundvand har sit Vandspejl staaende lavere end den overfladiske, lokale Vandansamling; men har det dybere liggende, vandførende Lag større Opland, saa er det naturligvis en bedre Situation alligevel. For det store Grundvand er ikke nær saa afhængigt af tilfældige Svingninger i Nedbøren; der er større Reserver at tage af. — Drejer det sig om Nyanlæg af et Vandværk, staar man sig derfor ved ikke at basere Anlægget paa det første det bedste Sandlag, man støder paa, men under-

søge, om der ikke er bedre Lag dybere nede, — alt inden for Rimelighedens Grænser selvfølgelig.

Ved ethvert Vandværksanlæg drejer det sig altsaa om Tilstedeværelsen af to Ting: 1) Vandførende Jordlag af tilstrækkelig Kapacitet, og 2) det nødvendige Opland. — Det første maa man undersøge ved Prøveboring, simpelthen, paa det Sted, hvor man skal bruge Vandet. Det andet, Oplandet, er en vanskeligere Opgave, men det kan gøres af sagkyndige Folk gennem Undersøgelse af Vandstanden, — ikke alene i den Boring, man vil udnytte, men i hele Egnen.

Grundvandspejlets Højde paa hvert enkelt Sted er nemlig ikke noget rent tilfældigt; undersøger man Forholdene for et større Omraade, saa stiger og falder Grundvandspejlet efter bestemte Regler. Der er en vis Melodi i det, og hvis Vandstanden i en enkelt Boring afviger fra denne Melodi, saa kan man godt gaa ud fra, at der er noget i Vejen med Boringens Opland.

Hermed er vi imidlertid ovre i Spørgsmaalet om hele Egnens eller maaske Landsdelens Vandforsyning.

## Retten til Vandindvinding.

Af alt det foregaaende vil man have forstaaet, at der ikke overalt i Jorden er lige meget Vand at faa. Der er nogle Egne, der fra Naturens Side er fattige paa Grundvand, og selv paa de mere velstillede Egne findes Vandet ikke jævnt fordelt, men koncentreret paa bestemte, underjordiske Afstrømningsomraader.

Ligger der nu i en eller anden By ikke alene Byens Vandværk, men ogsaa stærkt vandforbrugende Industrier foruden Gartnerier, Mejerier og rent private Anlæg, saa er det let at se, at alle disse Anlæg let kan komme i haard Konkurrence om den forhaandenværende, begrænsede Grundvandsmængde. Og udvikler det sig til en Krig paa Kniven, saa kunde man godt risikere, at Fabrikerne gik af med Sejren, til uberegnelig Skade for Vandforsyningen af Hus og Hjem.

Det maa naturligvis ikke ske, og det er ogsaa forhindret gennem »Loven om Vandforsyningsanlæg« af 1926. — Denne Lov bestemmer, at først og fremmest skal enhver have Ret til paa egen Grund at indvinde Vand til sin egen Husholdning og mindre Næringsdrift, — men enhver Ret til Vandindvinding derudover tilhører det offentlige! Og det offentlige bestemmer naturligvis, at alle Vandværker skal have Ret til at forsyne sig, før Industrien faar Lov til at tage Resten. Ligeledes udelukker Loven, at en enkelt Mand kan lave



sig en Kæmpeforretning ved at sælge Vand, hvis han tilfældigvis ejer det eneste Grundstykke paa Stedet, hvor rigeligt Vand kan indvindes.

I Praksis gaar det saaledes til, at en Landvæsenskommission afgør Sagerne. Kommissionen lader foretage en sagkyndig Undersøgelse af, hvor meget Vand der findes inden for et bestemt Omraade, og derudfra bestemmes, hvor mange Kubikmeter Vand om Aaret der maa oppumpes af de forskellige Vandværker, Industrier o. s. v. Og tager nogen af disse Vandet fra private Brønde eller Boringer, tvinges de til at yde den paagældende Mand Erstatning.

Nu er det imidlertid indlysende, at Landvæsenskommissionen ikke kan fælde sine Kendelser paa bedste Beskub. En retfærdig Fordeling af Vandet forudsætter et indgaaende Kendskab til hele Egnens Grundvandsforhold og Geologi; og derfor bestemmer Vandforsyningsloven ogsaa, at enhver privat Mand og enhver Virksomhed, der lader foretage en Boring efter Vand, skal give Danmarks Geologiske Undersøgelse Meddelelse om Resultatet, d. v. s. Meddelelse om Dybden, Jordlagene og Vandstanden m. m. — Denne Bestemmelse gælder alle og enhver, uden Hensyn til om vedkommende ellers faar med nogen Landvæsenskommission at gøre.

Undertiden møder man den Opfattelse, at denne Indberetningspligt er et Udslag af Statens paatrængende Lyst til at regere; man betragter det som uberettiget Indgrib i private Anliggender. — Intet kan være mere fejlagtigt: Loven har netop til Hensigt at beskytte Privatmandens Ret eller den paagældende Virksomheds Ret, og Bestemmelsen tager udelukkende Sigte paa til enhver Tid at sætte Landvæsenskommissionerne i Stand til at udøve deres beskyttende Funktion.

De Oplysninger om en Egn's Jordbunds- og Vandforhold, der indvindes gennem de mange private Boringer, er — som man vil forstaa — af saa stor Betydning for Klarlæggelsen af hele Situationen, at de ikke bør gaa tabt. Oplysningerne om den enkelte Boring faar muligvis først aktuel Interesse om 20—30 Aar, — men saa bør de ogsaa kunne findes frem, selv om baade Grundejeren og Brøndboreren er borte til den Tid. — Og de kan findes og er til enhver Tid tilgængelige, hvis alle Oplysninger af denne Art samles i et Centralarkiv, hvilket netop er det, der gøres ved Danmarks Geologiske Undersøgelse<sup>1)</sup>.

Saa er det naturligvis klart, at et saadant Borearkiv ikke skal ligge begravet som en død Skat. Danmarks Geologiske Undersøgelse er til Tjeneste for enhver, der kan ønske Raad i en vanskelig Situation med Hensyn til Boring efter Vand. — Hermed er selvfølgelig ikke sagt,

<sup>1)</sup> Enhver Grundejer, hvem det paahviler at indberette en Boring, kan faa tilsendt et Skema dertil ved Henvendelse til: Danmarks Geologiske Undersøgelse. Gl. Mønt 14, København K.

at D. G. U. altid er i Stand til at løse Knuden eller til Punkt og Prikke at sige, hvorledes det vil gaa. Det er flere Gange nævnt, at der altid er noget uberegneligt i Spillet, og ligeledes at der er Egne, hvor der næppe kan hekses rigeligt Grundvand frem, heller ikke af Geologerne. Men meget ofte vil en sagkyndig alligevel kunne sige en hel Del om Mulighederne, om Chancerne er større eller mindre, om en Boring bør fortsættes eller opgives som haabløs o. s. v.

Det kan ikke nægtes, at der endnu her og der findes Folk, der be-  
tragter al Fremskaffelse af Grundvand som et mere eller mindre my-  
stisk Anliggende, og heller ikke kan det nægtes, at man (heldigvis und-  
tagelsesvis) kan træffe en ældre Brøndborer, der ynder at omgive sit  
Arbejde og dets Resultater med en vis Hemmelighedsfuldhed.

Af alt, hvad der er sagt i det foregaaende, vil det dog sikkert for-  
staas, at dette er Synspunkter, som Tiden er løbet fra; de er i Bund  
og Grund forældede. — Og i hvert Fald maa den sidste Tørkeperiodes  
Vandmangel have lært mange, at Fremtidens Vandforsyning af Land  
og By nødvendigvis maa gaa Haand i Haand med en grundigt gennem-  
ført Undersøgelse af Landets Geologi og Grundvandsforhold.

## Vandets Kvalitet.

Har man faaet tilstrækkeligt med Vand i sin Brønd eller Boring,  
saa melder sig jo endnu et Spørgsmaal: Om Vandet er godt nok? For  
der er jo stor Forskel paa Vand.

At Vandet i Brønde o. l. ofte er alt andet end rent, vil uden videre  
fremgaa af hosstaaende Illustration (fig. 7). Overfladevand vil altid  
indeholde Bakterier, mens egentligt Grundvand i Reglen er bakterie-  
frit; Jordlagene virker som et Filter, der renser alle Urenheder fra.

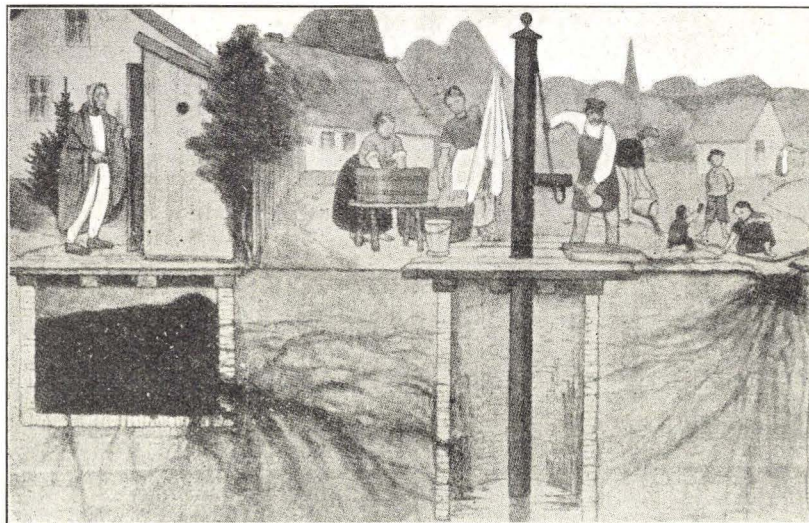
Vand til Husholdningsbrug, Mejerier o. s. v. maa selvfølgelig ikke  
paa nogen Maade indeholde Bakterier, der kan give Anledning til Syg-  
domme, daarlige Produkter o. s. v.; derfor er det af Vigtighed at faa  
Vandet bakteriologisk undersøgt.

Selv om det nu er bakteriefrit Grundvand, der er Tale om, er det  
imidlertid ikke »rent« i kemisk Forstand. Eksempelvis kan vi se paa  
følgende Analyse:

Boring ved Sønderborg (64 m dyb. Vand fra Gruslag):

Inddampningsrest.....	472.0	mg/liter
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	Spor	—
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>+</sup> ).....	0	—
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>+</sup> ).....	0	—
Klorid (Cl <sup>+</sup> ).....	43.1	—
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>++</sup> ).....	9.8	—

Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ).....	413.0	mg/liter
Fri Kulsyre ( $\text{CO}_2$ ).....	23.0	—
Fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	Spør	—
Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ).....	101.5	—
Magnium ( $\text{Mg}^{++}$ ).....	12.1	—
Jern ( $\text{Fe}^{++}$ ).....	1.9	—
Mangan ( $\text{Mn}^{++}$ ).....	—	—
Iltforbrug.....	1.3	—
Surhedsgrad ( $\text{pH}$ . Brintionkoncentration)...	7.2.	



(Preuss. Geolog. Landesanst.)

Fig. 7. Forurening af en Brønd.

Om de enkelte Stoffer i Vandet kan iøvrigt siges:

Ammonium («Ammoniak»)	} maa ikke være tilstede, — i hvert Fald kun i forsvindende Mængder. Selve disse Stoffer er i og for sig ikke skadelige; men da de fortrinsvis dannes ved Forraadnelsen af organiske Stoffer, saa tyder deres Tilstedeværelse i større Mængde paa Tilløb af Overfladevand (evt. Møddingvand), og dermed er der ogsaa Risiko for farlige Bakteriers Tilstedeværelse. — Organiske Stoffer kan ogsaa give Anledning til Dannelsen af Svovlbrinte eller brændbar Gas, men disse Luftarter undviger altid meget hurtigt.
Nitrat («Salpetersyre»)	
Nitrit («Salpetersyring»)	
Fosfat («Fosforsyre»)	

Klorid («Saltsyre»)

— er i Reglen tilstede som Natriumklorid, d. v. s. Kogsalt (man analyserer og angiver kun Klorid-(Klorid)-mængden; 43.1 mg/l Klorid vilde svare til 68 mg/l Kogsalt). Stiger Saltindholdet stærkt, saa tyder det paa Tilstedeværelsen af Havvand i Jordlagene eller saltrigt Mineralvand.

- Sulfat (»Svovlsyre«) — er altid tilstede i mindre Mængder; større Mængder tyder paa Havvand.
- Karbonat (»Kulsyre« i forskellige Former, »helbunden«, »halvbunden« og fri) — er fortrinsvis tilstede som Calcium- og Magniumbikarbonat; i sjældnere Tilfælde findes det som Natrium(Alkali-)bikarbonat, f. Eks. i Maarumvand (Side 17). Rent undtagelsesvis kan der optræde normalt Natriumkarbonat, d. v. s. Sodalud. Er der i Vandet mere Kulsyre, end der svarer til de forhaandenværende Metaller, bliver Kulsyren »aggressiv«, d. v. s. at Vandet tærer paa Jern, Beton o. s. v. — Den aggressive Kulsyre maa da renses fra.
- Calcium (»Kalk«)  
Magnium (»Magnesia«) } — er i Reglen tilstede som Karbonater; ved Kogning udskilles de som Kedelsten. De giver »haardt« Vand, daarligt til Vask, teknisk Brug o. m. a.<sup>1)</sup>. I de fleste af Landets Egne er Grundvandet temmelig haardt p. Gr. a. Kalklag i Undergrunden eller Kalk i Istidens Ler og Gruslag; i Midt- og Vestjylland er der størst Chance for at faa »blødt« Vand, og det samme gælder de Strøg paa Øerne, hvor der er Undergrund af Grønsandskalk og Plastisk Ler. — Haardt Vand kan blødgøres ved »Permutitfilter« eller Tilsætning af visse Stoffer.
- Jern  
Mangan } — findes i Vandet som Karbonater. Imidlertid udskilles de, saasnt Vandet kommer op i Luf-ten, som Jernilte (Rust, Okker) og Manganilte; Vandet bliver uklart og afsætter Jern- og Manganilte paa alting, ødelægger Vasketøj o. s. v. — Selv smaa Mængder af disse Stoffer er derfor skadelige og maa renses fra.
- Iltforbruget — er Udtryk for Vandets Indhold af organiske Stoffer; Iltforbruget maa ikke gerne overstige 3 mg/l.
- Surhedsgraden — udtrykkes ved et saakaldt »Reaktionstal«. Er dette under 7.0, er Vandet surt, hvad det ikke gerne maa være; er Tallet over 7.0, er Vandet alkalisk.

<sup>1)</sup> Haardheden udtrykkes i Reglen i »Haardhedsgrader«, der udregnes saaledes: 
$$\text{Haardhedsgraden} = \frac{1.4 \text{ Ca} + 2.3 \text{ Mg}}{10} \left[ \text{ældre Formel: } \frac{\text{CaO} + 1.4 \text{ MgO}}{10} \right]$$

FR. BAGGES KGL. HOFBOGTRYKKERI  
KØBENHAVN