

Danmarks Geologiske Undersøgelse.

III. Række. Nr. 26.

---

# Danske Grundvandstyper

og deres geologiske Optræden

Af

Hilmar Ødum og Werner Christensen

Med 19 Tavler og  
Zusammenfassung in Deutsch

I Kommission hos  
C. A. Reitzels Forlag  
København  
1936.

Pris: 6 Kr.

Danmarks Geologiske Undersøgelse.

III. Række. Nr. 26.

---

# Danske Grundvandstyper

og deres geologiske Optræden

Af

Hilmar Ødum og Werner Christensen

Med 19 Tavler og  
Zusammenfassung in Deutsch

I Kommission hos  
C. A. Reitzels Forlag  
København  
1936.



## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord .....	5
<i>Kap. I. Grundvandets Opstaaen</i> .....	7
1) Nedbørens Mængde og Fordeling .....	7
2) Afstrømning, Fordampning og Nedsivning .....	13
3) Nedbørens Sammensætning .....	22
4) Jordbunden og dens Indflydelse paa Nedsivningsvandet .....	23
<i>Kap. II. Grundvandets Kemi i Almindelighed</i> .....	26
1) De opløste Stoffer .....	26
Karbonater og fri Kuldioxyd ( $\text{CO}_3^{--}$ , $\text{HCO}_3^-$ og $\text{CO}_2$ ) .....	26
Natriumbikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) .....	29
Sulfat ( $\text{SO}_4^{--}$ ) .....	29
Klorid ( $\text{Cl}^-$ ) .....	29
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	30
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	30
Fosfat ( $\text{PO}_4^{--}$ ) .....	31
Kiselsyre ( $\text{SiO}_2$ ) .....	31
Brom (Br) og Jod (J) .....	31
Borsyre .....	32
Svovlbrinte ( $\text{H}_2\text{S}$ ) .....	32
Grundvandets Haardhed .....	32
Kalcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) .....	33
Magnium ( $\text{Mg}^{++}$ ) .....	34
Natrium ( $\text{Na}^+$ ) .....	34
Kalium ( $\text{K}^+$ ) .....	34
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) .....	34
Jern ( $\text{Fe}^{++}$ og $\text{Fe}^{+++}$ ) .....	35
Mangan ( $\text{Mn}^{++}$ ) .....	35
Iltforbrug .....	36
Reaktion .....	36
Radioaktivitet .....	36
Andre Stoffer .....	36
2) Ændringer i Grundvandets Sammensætning .....	37
Sulfatreduktion .....	37
Ionbytning .....	38
<i>Kap. III. Grundvandstyperne og deres geologiske Optræden</i> .....	43
1) Ferskvand .....	43
Ferskvand uden Natriumbikarbonat .....	43
Blødt Vand ( $0-8^\circ$ ) .....	43

	Side
Middelhaardt Vand (8—16°).....	46
Haardt Vand (16—24°).....	52
Meget haardt Vand (24°— ).....	56
Ferskvand med Natriumbikarbonat.....	56
2) Saltholdigt Vand.....	64
a) Marint Infiltrationsvand.....	64
Geologisk Optræden.....	66
Kemiske Forhold.....	74
b) Marint Residualvand.....	80
Geologisk Optræden.....	80
Kemiske Forhold.....	83
c) Mineralvand.....	86
Salt Mineralvand i Almindelighed.....	86
Geologisk Optræden.....	90
Kemiske Forhold.....	93
Salt Mineralvand med Natriumbikarbonat.....	96
d) Regenerationsvand.....	101
e) Afsluttende Bemærkninger om Saltvandstypernes Kemi.....	109
3) Forurenede Vand.....	112
 <i>Kap. IV. Geografisk-geologisk Optræden af de forskellige Vandtyper</i> .....	 114
Kystegnenes marine Infiltrationsvand.....	114
Vestjylland.....	117
Østjylland.....	118
Limfjordsegnene-Himmerland.....	120
Vendsyssel.....	120
Fyn.....	121
Nordsjælland.....	122
Syd- og Østsjælland.....	123
Vest- og Midtsjælland.....	124
Laaland-Falster.....	125
Bornholm.....	125
 <i>Kap. V. Geologisk Bilag: Oplysninger om de Boringer, hvorfra de om-</i> <i>handlede Vande hidrører</i> .....	 127
 Zusammenfassung in Deutsch.....	 157
Litteratur.....	177
Omregningstabeller m. m. ....	180
Atlasblad-Inddeling og »Stedregister« .....	182
Forklaring til den grafiske Fremstilling af Vandanalyser.....	184

## FORORD

Der er i Aarenes Løb udført adskillige Tusinde Analyser af dansk Grundvand, og mange Analyser er ogsaa lejlighedsvis blevet offentliggjort i tekniske Arbejder, geologiske Arbejder, Vandværkernes Aarsberetninger o. s. v. At Grundvandet i Danmark varierer stærkt i Sammensætning, har man derigennem faaet et levende Indtryk af, men noget samlet, systematisk Arbejde over Grundvandets Kemi, Grundvandstypens Placering i det geografisk-geologiske Milieu, har hidtil ikke foreligget. De spredte Forsøg i denne Retning har enten bygget paa meget ringe Materiale, eller de har kun omfattet enkelte Vandtyper (Saltvand).

Den nødvendige Basis for et systematisk Arbejde af denne Art har været: paa den ene Side et meget omfattende Analysemateriale, paa den anden Side paalidelige geologiske Oplysninger om de Boringer, hvorfra Vandprøverne hidrører. Muligheden for det sidste har først været tilstede i de senere Aar i Form af DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE'S Borearkiv. Og med Hensyn til det første skylder vi Landets Laboratorier og en lang Række Teknikere Tak for et Materiale af udførlige Vandanalyser, der løber op i flere Tusinde. Ganske særligt maa vi tillade os at rette en varm Tak til: V. STEINS ANALYTISK-KEMISKE LABORATORIUM, H. STRUERS CHEMISKE LABORATORIUM, R. DONS' ANALYTISK-KEMISK OG BAKTERIOLOGISK LABORATORIUM, DANSK LANDBRUGS- OG HANDELSLABORATORIUM, LABORATORIET »VISBY«, LADELUND LANDBRUGSSKOLES ANALYTISK-KEMISKE LABORATORIUM og QVIST'S ANALYTISK-KEMISKE LABORATORIUM.

Af det meget store Materiale, der er gennemgaaet paa Laboratorierne, modtaget af Ingeniører, Brøndborere og Landvæsenskommissioner, eller udført paa D. G. U.'s Laboratorium, har vi udtaget ca. 2000 Analyser til nærmere Behandling; bl. a. er de alle omregnet til samme Fod, nemlig Opgivelse af Stofferne i Ioner. Naturligvis har vi kun kunnet publicere et ringe Antal af disse Analyser, men vi har alligevel lagt Vægt paa at meddele saa mange Analyser som muligt, til Belysning baade af Vandtyperne og Variationerne indenfor disse.

Om de Kort (Tavle X—XIX), hvorpaa vi meddeler Udbredelsen af

de forskellige Vandtyper, er det nødvendigt at bemærke følgende. Paa de allerfleste af disse Kort er ikke blot angivet de i Teksten omhandlede Analyser, men yderligere mange andre Forekomster af de paa-gældende Vandtyper. Selvfølgelig fordeler det foreliggende Analyse-materiale sig ikke fuldkommen jævnt over hele Landet (i Forhold til Areal), vi har f. Ex. forholdsvis flere Analyser fra Sjælland end fra visse Egne af Jylland; men trods dette viser det sig dog, at Typerne for-deler sig saa tydeligt i bestemte, geologisk forstaaelige Provinser, at Kortene kan tages som Udtryk for de omhandlede Typers Udbredelse.

Vi er os naturligvis bevidst, at vi hverken i kemisk eller geologisk Henseende har sagt det sidste Ord om disse Spørgsmaal; men vi haaber at have givet et brugeligt Grundlag for fremtidigt Arbejde.

Hr. Assistent, Landbrugskandidat K. SKOUSBØLL HANSEN har ydet os meget værdifuld Hjælp under hele Arbejdet.

Endelig retter vi en varm Tak til Bestyrelsen for TUBORGFONDET, hvis Tilskud til baade Udarbejdelse og Trykning har muliggjort Arbejdets Fremkomst.

FORFATTERNE.

## Kap. I. Grundvandets Opstaaen.

### 1. Nedbørens Mængde og Fordeling.

Grundvandet staar paa ethvert Sted af Kloden i nøjeste Afhængighed af Klimaet, ikke alene med Hensyn til Grundvandets Mængde og Stand, men ogsaa med Hensyn til kemisk Sammensætning. Det vil derfor indledningsvis være nødvendigt at meddele de vigtigste meteorologiske Oplysninger, og her kommer naturligvis Nedbørens Mængde i første Linje.

Kortet Fig. 1 giver en Oversigt over den aarlige Normalnedbør over hele Landet (Middelnedbør for Aarene 1886—1925). Det fremgaar heraf, at Nedbøren er særdeles ulige fordelt; selv indenfor et relativt lille Omraade som Danmark varierer Middelnedbøren fra godt 400 mm aarlig (Storebælt) til over 800 mm (Klelund i Jylland). Sydvestjylland faar væsentlig større Nedbør end Østjylland—Vendsyssel og Øerne; Indlandet faar altid mere end Kysterne, og endvidere stiger Nedbørmængden i det store og hele med Terrænhøjden. Disse Hovedtræk i Nedbørsfordelingen staar i umiddelbar Sammenhæng med, at langt den største Del af Nedbøren bringes os af fugtige Vinde fra Sydvest og Vest, hvis Fugtighed fortættes til Nedbør ved Passagen ind over det højere Land.

Til nærmere Belysning af Nedbørens Variation fra Sted til Sted og fra Maaned til Maaned meddeles i Tabel S. 10—11 en Oversigt over Forholdene paa en Række meteorologiske Stationer, jævnt fordelte over Landet (Uddrag af »Danmarks Klima«, 37); se Fig. 2.

Det ses af Tabellen, at Nedbøren paa de fleste Stationer svinger ret regelmæssigt i Aarets Løb. Februar er næsten uden Undtagelse den tørreste Maaned; de følgende Foraars- og Sommermaaneder giver uregelmæssigt stigende Nedbør indtil August, der er den fugtigste af alle Aarets Maaneder; September har noget ringere Nedbør, men Nedbørmængden stiger atter i Oktober for stadig at ligge ret højt i Maanederne November—Januar. Efteraars- og Vinternedbøren ligger i det hele taget højere end Foraars- og Forsommer-Nedbøren, men uden dog at naa op paa Højde med August.



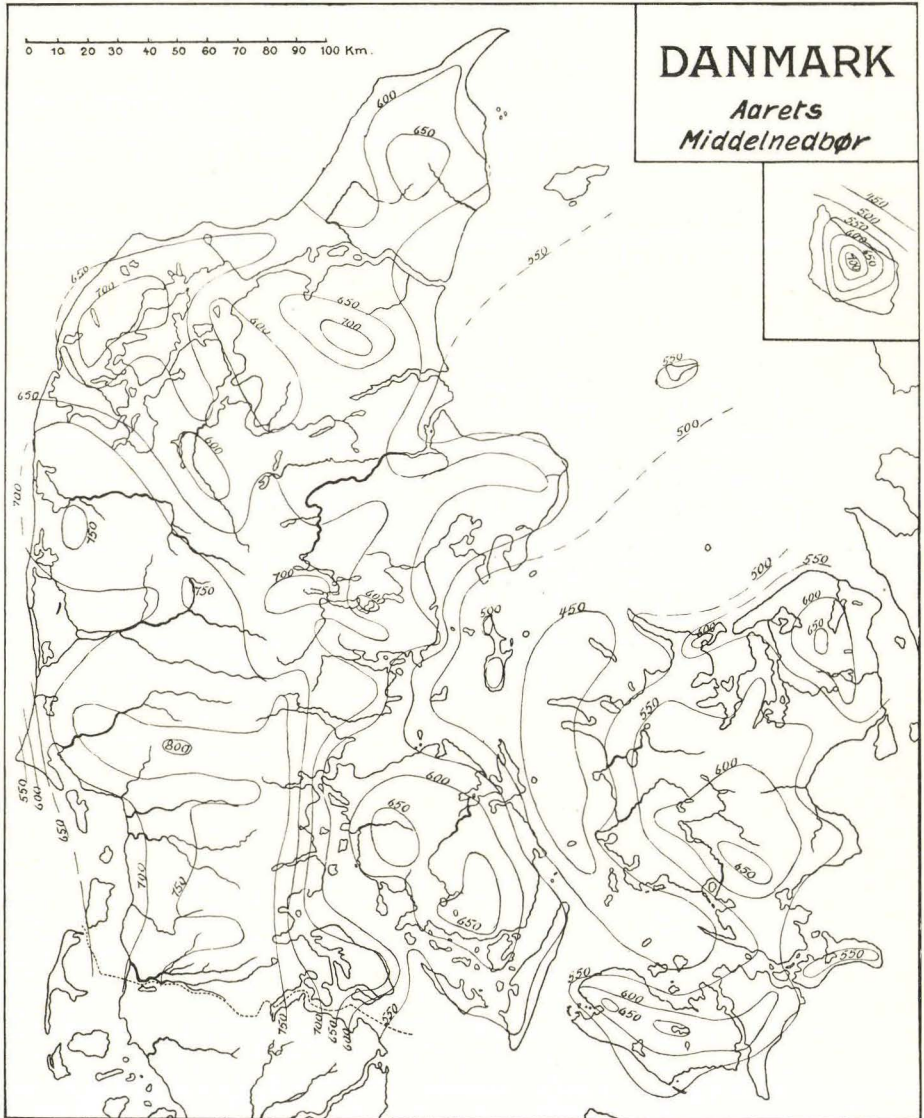


Fig. 1. Aarets Middelnedbør i Danmark i mm  
(efter »Danmarks Klima«).

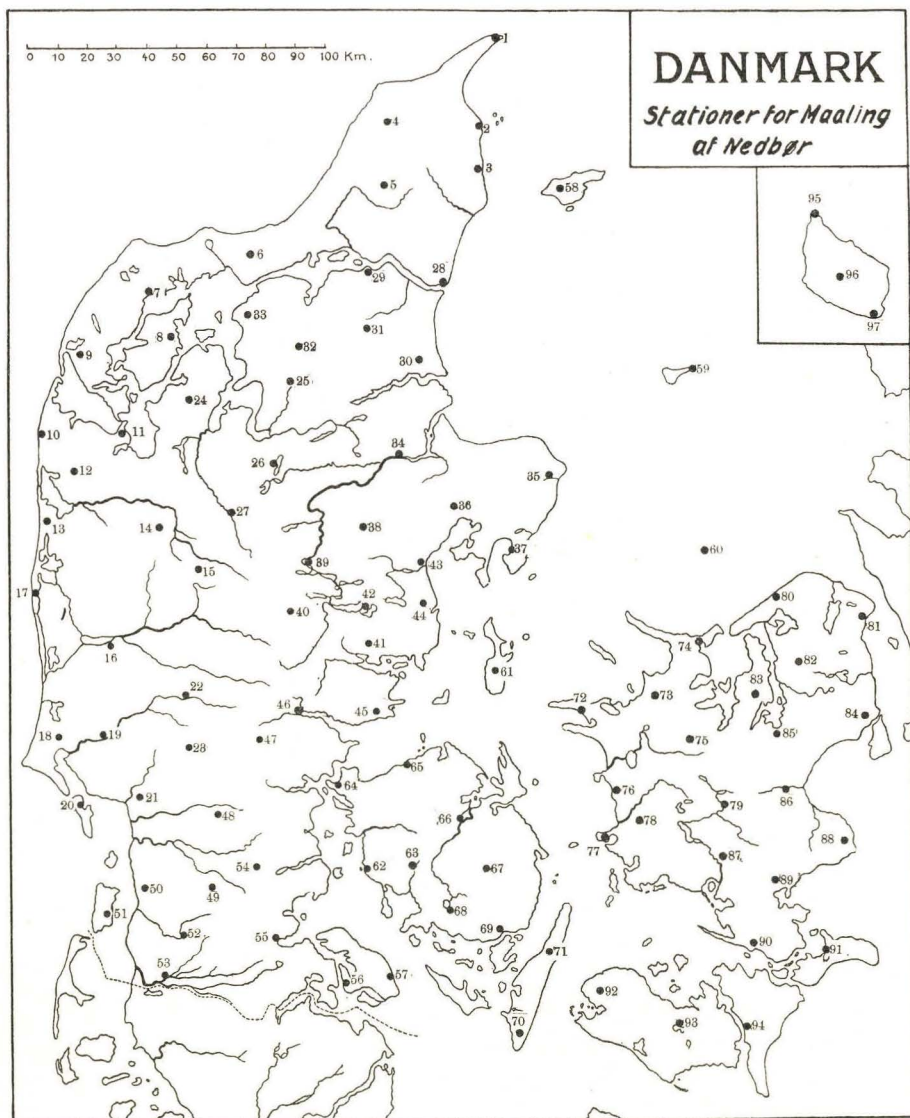


Fig. 2. Stationer for Nedbørsmaaling.  
(Sml. S. 10—11).

## Middelnedbør (1886—1925) i mm.

Station	Jan.	Feb.	Marts	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Hele Aaret
1 Skagen Fyr.....	38	27	35	39	39	40	53	82	49	66	53	52	573
2 Frederikshavn ...	35	24	46	37	39	39	57	81	49	72	52	47	579
3 Sæby.....	43	31	39	41	42	45	63	83	53	66	58	57	622
4 Hjørring.....	47	34	41	40	43	45	64	85	59	71	56	61	646
5 Brønderslev (Vr.)	42	32	37	40	41	43	65	80	52	68	53	52	606
6 Aagaard.....	49	36	43	41	48	44	61	86	59	77	63	66	671
7 Thisted.....	58	45	47	42	45	40	61	86	65	83	71	74	716
8 Tødso.....	55	45	50	41	43	43	62	86	61	75	64	72	695
9 Vestervig.....	54	41	47	43	41	41	57	84	62	83	70	77	701
10 Bovbjerg.....	60	46	44	41	39	41	53	83	66	87	74	77	709
11 Humlum.....	48	36	40	40	41	40	56	85	62	75	64	65	652
12 Bækmarksbro....	54	41	42	41	42	43	57	91	72	84	74	71	710
13 Husby.....	56	41	45	40	44	45	57	88	73	87	69	76	719
14 Aulum.....	52	39	44	45	46	48	63	95	68	79	67	64	709
15 Herning.....	59	44	50	43	44	49	65	94	67	76	66	72	730
16 Tarm.....	50	40	43	42	42	48	62	91	74	83	68	71	713
17 Lyngvig Fyr....	52	45	41	37	38	41	53	88	65	89	70	70	687
18 Aal.....	54	41	46	41	40	52	58	92	80	93	74	74	745
19 Varde.....	56	43	47	43	41	53	68	94	81	87	68	74	755
20 Fanø.....	48	36	44	39	40	47	58	90	71	84	64	67	687
21 Bramminge.....	53	39	42	41	37	63	65	92	73	81	64	67	715
22 Grindsted.....	50	37	45	41	42	49	67	96	72	74	63	67	700
23 Klelund.....	56	43	58	47	50	58	72	102	82	90	68	80	807
24 Oddense.....	48	36	40	39	43	42	63	85	60	71	61	62	653
25 Aalestrup.....	40	32	35	38	43	41	65	83	51	61	53	56	595
26 Viborg.....	43	36	39	40	41	47	64	82	58	68	56	59	632
27 Karup.....	43	36	38	37	38	46	65	82	53	63	54	57	610
28 Hals.....	38	26	33	38	43	42	56	77	50	57	47	49	556
29 Aalborg.....	43	34	39	40	43	45	62	80	52	65	53	56	611
30 Visborggaard....	42	35	38	48	44	44	62	79	54	66	54	54	620
31 Skorping Sanat...	56	46	48	48	48	51	72	89	60	80	66	67	730
32 Aars.....	47	36	41	40	44	46	61	89	55	67	58	58	641
33 Ranum.....	47	35	43	37	44	39	57	82	54	67	57	60	619
34 Randers.....	41	33	38	38	40	46	59	77	50	58	50	53	583
35 Grenaa.....	35	28	34	37	38	41	56	74	51	62	47	50	556
36 Mørke.....	39	29	36	41	42	43	62	77	51	62	53	50	583
37 Æbeltoft.....	36	27	35	37	35	36	56	69	49	57	48	54	539
38 Frijsborg.....	47	38	45	44	45	48	68	90	56	67	59	64	671
39 Silkeborg.....	50	38	45	44	43	50	66	85	57	68	61	65	672
40 Bryrup.....	47	36	45	44	46	50	72	94	62	73	63	64	695
41 Tvingstrup.....	40	32	39	42	45	44	62	80	57	67	56	57	621
42 Skanderborg.....	39	27	34	39	44	44	57	84	53	63	54	53	591
43 Aarhus.....	37	31	38	40	45	43	61	76	53	62	52	55	593
44 Malling.....	35	29	36	41	44	44	59	74	50	61	50	50	573
45 Klakring.....	49	42	47	41	43	42	60	82	64	65	54	61	646
46 Vejle.....	56	43	51	46	45	49	64	88	66	72	63	71	714
47 Egtved.....	54	38	46	44	46	55	68	96	73	81	63	69	732
48 Skodborg.....	59	44	53	46	44	55	75	99	75	82	68	78	776

Station	Jan.	Feb.	Marts	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Hele Aaret
49 Toftlund.....	60	46	50	45	51	53	83	103	80	85	70	75	799
50 Brøns.....	49	35	40	40	46	47	69	95	73	79	59	67	696
51 Romø (Kirkeby) .	46	38	43	38	40	43	59	90	73	79	66	65	677
52 Løgumkloster....	52	41	47	41	46	50	72	100	75	84	63	65	736
53 Tønder.....	48	41	52	44	51	47	81	108	72	86	59	68	750
54 Vojens.....	60	43	53	47	43	57	74	93	68	82	64	80	761
55 Aabenraa.....	57	44	55	46	50	58	72	92	73	80	64	71	762
56 Sønderborg.....	49	40	48	41	48	53	65	82	59	68	55	60	665
57 Mommark.....	43	37	49	42	44	53	63	82	59	68	51	61	651
58 Læso.....	36	27	39	45	42	41	53	79	48	66	47	53	576
59 Anholt.....	37	25	32	35	36	40	53	82	51	62	46	56	555
60 Hesselø.....	26	20	27	32	35	41	54	76	44	46	38	41	474
61 Tranbjerg.....	36	28	34	37	38	39	58	69	46	55	49	48	537
62 Assens.....	49	38	47	44	43	48	61	80	56	64	53	62	645
63 Gummerup.....	51	39	48	43	43	50	67	84	57	67	57	62	668
64 Middelfart.....	40	33	43	38	40	45	57	71	51	65	54	58	595
65 Bogense.....	44	37	41	40	44	44	58	74	52	62	51	55	598
66 Odense.....	45	38	46	41	40	46	60	75	54	63	52	60	621
67 Ryslinge.....	45	37	47	44	45	53	70	78	59	70	56	60	662
68 Korinth.....	52	43	48	41	45	50	66	79	59	67	54	63	665
69 Svendborg.....	47	38	46	41	43	48	60	74	54	64	52	59	627
70 Søndenbro.....	40	31	37	35	43	45	58	74	45	56	41	47	551
71 Tranekær.....	38	30	37	38	38	43	57	67	50	58	41	48	543
72 Kysthospitalet...	25	21	22	30	28	36	47	53	45	43	41	33	420
73 Vallekilde.....	33	25	31	35	35	44	60	72	50	53	41	44	522
74 Nykøbing S.....	44	34	43	44	38	44	66	83	55	58	53	61	626
75 Søndersted.....	37	30	37	38	35	44	65	74	53	60	45	51	570
76 Mullerup.....	30	25	34	33	35	40	57	64	44	49	39	41	493
77 Korsør.....	33	27	34	33	35	39	53	63	44	49	40	43	494
78 Slagelse.....	40	31	40	40	39	48	68	73	55	57	48	54	591
79 Ringsted.....	46	37	45	44	38	46	68	75	52	61	52	61	622
80 Tisvilde Hegn...	37	33	35	36	42	47	70	82	50	58	43	46	576
81 Espergårde.....	34	28	32	44	40	51	72	84	54	57	48	47	585
82 Slangerup.....	38	29	34	42	43	50	73	83	53	60	49	50	605
83 Skibby.....	37	31	35	38	35	44	59	73	49	54	45	50	551
84 Landbohøjskolen, København.....	38	31	37	41	41	47	61	76	50	56	47	54	579
85 Roskilde.....	35	30	36	39	34	48	59	73	48	55	45	52	554
86 Ny Lellingegaard.	41	32	39	39	37	46	68	77	51	57	49	57	593
87 Rislev.....	50	39	46	42	38	43	74	82	57	62	56	61	651
88 Storehedinge.....	37	29	34	36	34	44	59	67	44	52	43	50	527
89 Bækkeskov.....	52	36	48	42	45	45	71	82	53	66	54	62	653
90 Vordingborg.....	37	31	38	33	40	41	61	64	48	55	43	47	536
91 Stege.....	39	31	37	35	38	43	64	68	45	56	44	48	548
92 Mariebjerg.....	42	33	40	38	42	48	60	78	51	63	45	50	591
93 Maribo.....	50	42	50	40	43	46	72	73	57	68	53	61	653
94 Nykøbing F.....	47	32	42	38	41	48	68	66	52	64	49	55	603
95 Hammeren Fyr..	38	30	33	36	34	34	49	61	52	55	49	49	522
96 Almindingen.....	55	46	45	46	38	42	65	85	69	76	72	73	712
97 Dueodde Fyr....	38	28	28	32	32	34	52	68	53	56	46	48	516

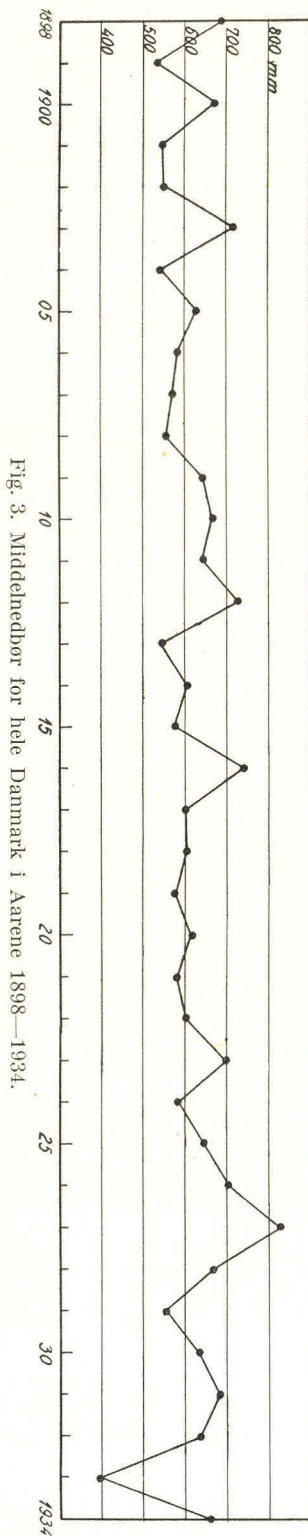


Fig. 3. Middelnedbør for hele Danmark i Aarene 1898—1934.

De anførte Tal er imidlertid Gennemsnitstal. De faktiske Nedbørstal svinger paa hver eneste Station uhyre stærkt fra Aar til Aar. Hvor store Svingningerne kan være, kan belyses ved nedenstaaende Tal fra en tilfældig valgt Station:

## Tvingstrup (1881—1825).

	Jan.	Feb.	Marts	April	Maj	Juni
Største observerede Nedbør	108	86	79	92	100	119
Mindste » »	3	4	7	3	5	3
	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
Største observerede Nedbør	122	174	134	176	123	117
Mindste » »	16	16	16	6	8	13

Naar Talen er om Grundvand, spiller kortvarige Variationer imidlertid ikke nogen stor Rolle, selv ikke, hvis Afgivelserne fra Normalen er ret betydelige; Svingninger i Nedbørmængden udlignes, inden Vandet indgaar i det store Reservoir af Grundvand i Jorden. Af større Betydning er de mere omfattende, langvarige Svingninger i Nedbørmængden, altsaa den virkelige Forskel paa »tørre Aar« og »fugtige Aar«. At disse Svingninger beløber sig til ret store Tal, vil fremgaa af en Oversigt over hele Landets Middelnedbør for Aarene 1898—1934:

Aar	mm	Aar	mm	Aar	mm	Aar	mm	Aar	mm
1890	604	1900	672	1910	667	1920	614	1930	633
91	697	01	548	11	642	21	583	31	683
92	565	02	551	12	727	22	602	32	636
93	593	03	716	13	545	23	697	33	499
94	593	04	545	14	602	24	586	34	661
95	622	05	628	15	579	25	645		
96	584	06	580	16	740	26	702		
97	638	07	569	17	601	27	824		
98	688	08	553	18	606	28	668		
99	533	09	643	19	580	29	555		

Det fremgaa heraf, at Svingningerne i Nedbør kan være meget betydelige. Nu er Nedbørens Mængde pr. Aar imidlertid ikke den eneste Faktor, der faar Indflydelse paa Grundvandforhol-

dene; Aarstiden for Nedbøren, Fordampning, Afstrømning o. s. v. er Faktorer af største Vigtighed, men længere Perioder med større eller mindre Nedbør end normalt vil dog uundgaaeligt gøre sig bemærket i Grundvandstanden. Eksempelvis kan (efter 33) meddeles en Kurve for Svingninger i Grundvandspejlets Højde i en Observationsboring (som ikke berøres af Pumpning) ved Havdrup (N. f. Køge), og til Sammenligning er indsat en Kurve for Aarsnedbøren paa den nærliggende Station Tune (Fig. 4).

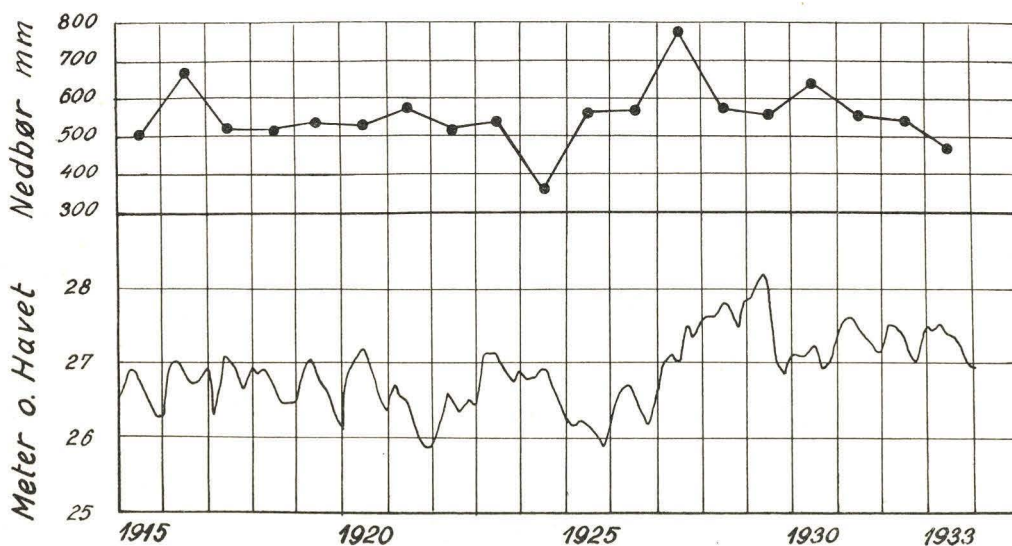


Fig. 4. Øverste Kurve: Nedbør paa Maalestation Tune i mm aarligt.  
 Nederste Kurve: Grundvandets Stand i Københavns Vandforsynings Boring 310 ved Havdrup i m o. H. (efter 33).

## 2. Afstrømning, Fordampning og Nedsivning.

### Afstrømning.

Naar Talen er om Grundvandets Opstaaen, stilles vi straks overfor det Faktum, at kun en mindre Del af den faldne Nedbør siver ned i Jorden. En meget væsentlig Del strømmer overfladisk af igennem Grøfter og Vandløb eller fordamper hurtigt. Noget sikkert, talmæssigt Udtryk for Forholdet imellem Afstrømning, Fordampning og Nedsivning er det imidlertid meget vanskeligt at faa.

Takket være de af Hedeselskabet iværksatte Maalinger (49) ved vi dog noget om Afstrømningen:

Sammenlignende Oversigt  
over Opland, Afstrømning og Afstrømningsprocent.

Nedbørs- område Nr.	Vandløb	Opland km <sup>2</sup>	Afstrømning l/Sek. pr. km <sup>2</sup>			Afstrømet af Nedbøren %
			Maks.	Min.	Middel	
3	Uggerby Aa.....1917—1931	151	60,0	1,0	10,4	50,5
7	Lindholm Aa.....1918—1931	106	86,6	0,1	8,7	43,5
11	Morup Mølleaa.....1918—1931	235	38,0	1,2	11,4	48,0
14 a	Lindenberg Aa.....1926—1931	225			10,6	47,0
17	Simested Aa.....1917—1931	147	69,5	3,3	9,6	46,5
21 a	Nørre Mølle Aa.....1917—1931	28	30,5	4,6	10,1	48,0
21 b	Nørre Aa, Vejrum.....1917—1931	239	33,5	3,8	11,6	52,0
21 f	Gudena, Tvillum.....1917—1931	1289	33,1	4,8	12,3	54,5
21 g	Funder Bæk.....1919—1931	42	66,0	16,0	19,8	83,0
21 i	Gudena, Aastedbro.....1917—1931	187	127,0	2,5	13,4	57,0
21 k	Gudena, Aale.....1927—1931	164	*116,0	2,5	12,6	54,5
22	Holstebro Aa.....1917—1931	738	105,0	3,4	12,3	52,0
25 a	Skern Aa, Alergaarde....1924—1931	1056	(96,0)	4,0	13,4	56,5
25 b	Skern Aa, Hesselvig.....1920—1931	724	94,0	4,2	11,9	51,5
26	Aarhus Aa.....1919—1931	120	46,5	1,0	9,3	45,5
31	Varde Aa.....1918—1931	562	96,0	4,4	13,0	50,0
32	Vejle Aa.....1917—1931	206	54,0	9,9	17,6	71,5
35	Stilde Aa.....1918—1931	30	106,0	2,6	9,4	39,0
40	Brede Aa.....1922—1931	292	90,0	1,9	11,4	47,0
42 c	Jyndevad Møllestrøm....1923—1931	258	64,5	2,1	9,1	38,0
44 a	Hellerup Aa.....1925—1931	35	78,6	0,09	8,7	43,5
44 b	Villumstrup Aa.....1925—1931	20	60,0	0,2	8,6	42,5
45	Odense Aa.....1917—1931	303	73,0	1,0	9,6	46,0
46	Brende Aa.....1919—1931	73	80,0	0,01	8,3	40,0
55	Halleby Aa.....1921—1931	286	63,0	0,05	6,4	34,5
56 a	Tude Aa.....1919—1931	42	47,5	0,6	6,4	35,5
56 b	Harrested Aa, Møllebro...1922—1931	6,6	80,0	0	6,2	33,5
56 c	Harrested Aa, Kramsvad.1922—1931	15,4	114,0	0,2	6,3	34,5
57	Saltø Aa.....1919—1931	68	114,0	0,01	6,7	35,5
59	Tryggevalde Aa.....1917—1931	131	111,5	0,2	7,1	35,0
63	Lomose Aa.....1918—1931	9,1	220,0	0,0	5,3	27,5
64	Hunse Aa.....1917—1931	77	24,7	0,0	4,6	23,0
66	Bagaa.....1921—1931	52	(130,0)	0,3	6,0	28,0

Opstiller vi paa Grundlag af disse Tal Forholdet imellem Oplandsareal og Afstrømningsprocent, faar vi Diagrammet Fig. 5.

Det ses, at Afstrømningen for Størsteparten af de maalte danske Vandløb ligger mellem 30 og 60 % af Oplandets Nedbør. At Afstrømningsprocenten iøvrigt er temmelig varierende, kan ikke undre, naar man betænker, hvor mange forskelligartede Faktorer, der har Indfly-

\*) Aar 1924.

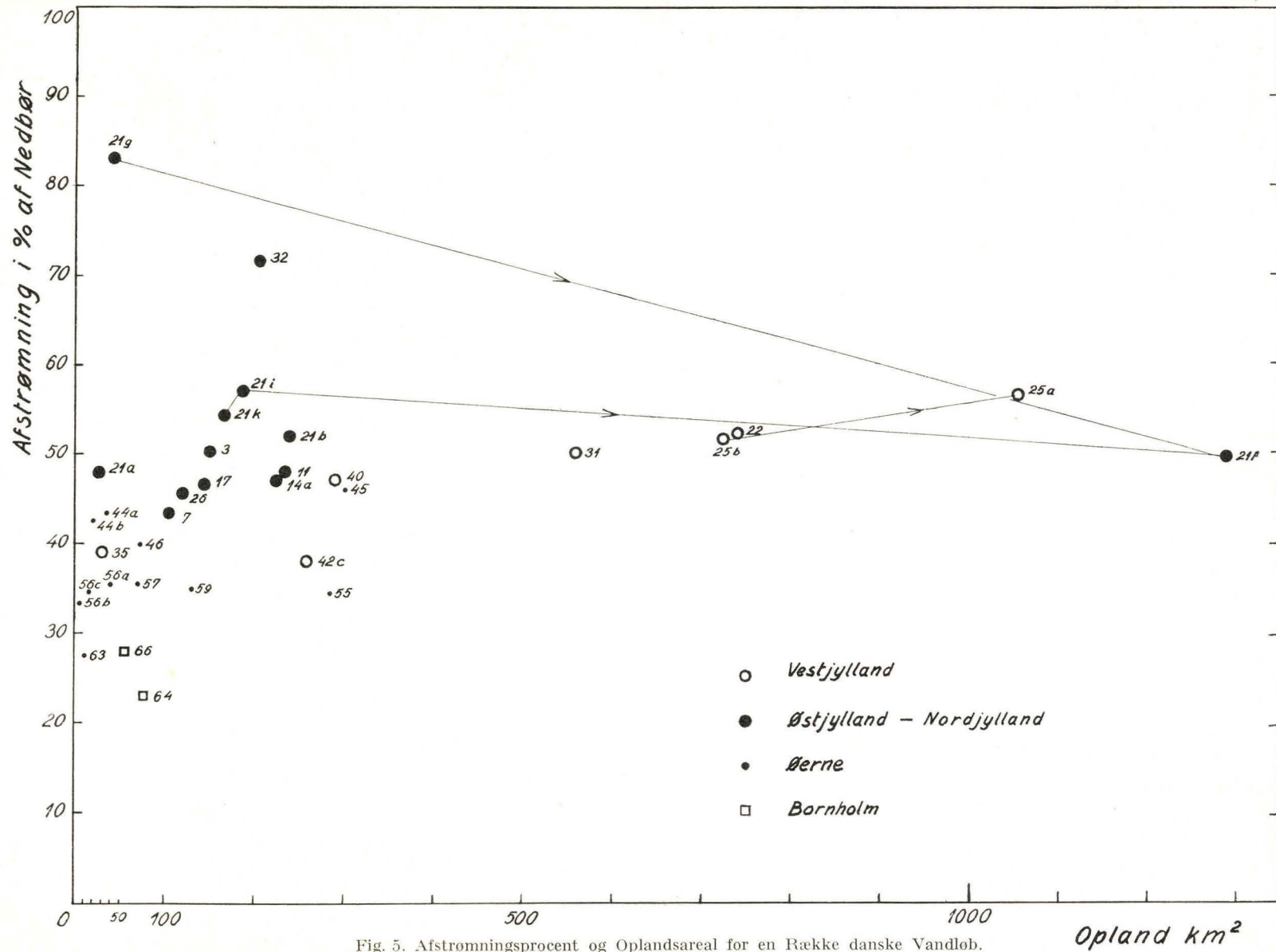


Fig. 5. Afstrømningsprocent og Oplandsareal for en Række danske Vandløb.



delse derpaa: Oplandets Jordbundsforhold, Kultivering med kunstig Afdræning, Vandløbsregulering, Vegetationsforhold o. l.; endvidere Nedbørens Mængde og Fordeling paa Aarstiderne og andre klimatiske Faktorer; Oplandets Terrænformer og dets Beliggenhed i Forhold til Vandløbets og Grundvandets Højde o. s. v.

Sikkert er det i hvert Fald, at man næppe kan betragte disse Afstrømningsprocenter som fremkomne ved virkelig overfladisk Afstrømning. Der indgaar i de maalte Vandmængder ikke ubetydelige Mængder af Vand, der har tilbagelagt en større eller mindre Vej igennem Jorden, dels som mere overfladisk Drænvand (der kunde være sivet ned til Grundvandet, hvis det ikke var blevet kunstigt afdrænet), dels som virkeligt Grundvand, dukkende op igen i Kilder og Væld.

Der foreligger endnu kun lidet omfattende Undersøgelser over Grundvandstandens Beliggenhed i Forhold til Terrænet i de forskellige Landsdele (se dog 22 og 38); men det vil ikke være meget galt at sige, at den største Del af Landets Vandløb har deres Leje liggende under Grundvandspejlet. De lavtliggende Vandløb ledsages af Enge og Skrænter med Kildevæld, der leverer ikke uvæsentlige Tilskud til Vandløbene.

Et Blik paa Diagrammet Fig. 5 vil vise, at Østjyllands Vandløb alle har større Afstrømningsprocent end Øernes, — et Forhold, der netop finder sin Forklaring ved, at de østjyske Vandløb gennemgaaende ligger stærkere nedskaaret i Terrænet end Øernes Vandløb, hvilket atter vil sige, at Betingelserne er gunstigere for Kildevands-Supplement i Østjylland. De rent ekstremt liggende Vejle Aa og Funder Bæk opviser saa store Afstrømningsprocenter (71,5 og 83,0 %), at denne Forklaring bliver absolut indlysende; der kan næppe være Tvivl om, at disse Vandløb modtager Kildevand, ikke alene fra deres eget Nedbørsomraade (efter de overfladiske Vandskel), men ogsaa fra de tilgrænsende Oplande.

En Sammenligning mellem Øst- og Vestjylland bekræfter dette. Paa Forhaand maa man vente, at større absolut Nedbør giver større Afstrømningsprocent, og Oplandet for de vestjyske Vandløb har netop større Nedbør end de østjyske; alligevel ligger Afstrømningsprocenten i Vestjylland ikke højere end i Østjylland. Ganske vist er Jorden paa Hedesletterne mere sandet end længere mod Øst, men Nedsivningen modvirkes baade af Aldannelsen i Jordbunden og det relativt højtliggende Grundvand, saa Forskellen maa vist alligevel tilskrives de østjyske Vandløbs dyberegaaende Afdræning ogsaa af det egentlige Grundvand. — Betragter man alene for Vestjyllands Vedkommende Forholdet mellem Areal og Afstrømning, saa synes der at være en umiskendelig Tendens til, at indenfor samme Vandløb giver voksende Oplandsareal voksende Afstrømningsprocent; med andre Ord: de vestjyske Vandløb modtager større Tilskud af Grundvand i deres nedre Løb end i deres

øvre Løb. Lige omvendt forholder det sig med Gudenaå og dens Tilløb: her er Tilskudet af Grundvand størst i de øvre Løb.

Fordampning.

En meget stor Del af Nedbøren fordampes atter, enten direkte fra Jordoverfladen og fra Træer og Planter, hvor Vandet bliver hængende, eller ved Optagelse og Fordampning igennem Planterne.

Fordampningens Størrelse er naturligvis betinget af en Række klimatiske Faktorer (Forholdet mellem Nedbørens Mængde og Tidspunkt, Temperatur, Sol og Vind), men Muligheden for Fordampning kommer til Udtryk gennem Tallene for Luftens relative Fugtighed (Fugtighedsgraden), udtrykt i Procent. Her kan anføres (efter 37):

	Jan.	Feb.	Marts	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Aaret
Thisted.....	91	91	87	80	75	76	79	82	80	87	81	91	84
Herning.....	89	88	86	79	72	71	76	80	83	87	90	90	83
Skanderborg.....	91	89	87	83	76	77	79	82	85	87	88	91	85
Tønder.....	92	91	90	85	79	78	78	81	84	88	90	92	86
Samsø.....	90	89	87	81	77	76	78	81	83	86	88	90	84
Odense.....	89	88	85	79	72	73	76	81	84	85	89	91	83
Slangerup.....	91	90	87	81	69	72	76	72	83	85	89	92	82
Maribo.....	89	87	82	74	68	67	73	77	81	85	87	89	80
Hammershus.....	87	86	85	83	78	79	78	82	82	84	84	87	83

Positive Bestemmelser af Fordampningens Størrelse er hos os udført af A. COLDING og T. WESTERMANN; nogle af de fundne Værdier skal anføres i det følgende (her citeret efter J. MUNCH-PETERSEN, 39).

Fordampning fra fri Vandoverflade.

Gennemsnitlig Fordampning fra Peblingesøen 1849—59:

Aarlig Nedbør	Fordampning		Luftens Middelttemperatur C °
	mm	% af Nedbør	
548	710	130	+ 7.4

De anførte Tal gælder hele Aaret. I de enkelte Maaneder svinger Fordampningen selvfølgelig meget stærkt; mindst er den i Februar og December (33 % af Nedbøren), størst i Juni (260 %).

Fordampningen fra ubevokset Jord er bl. a. afhængig af Grundvandet Dybde under Overfladen og af selve Jordens Porøsitet; med høj Vandstand er Fordampningen fra Sandjord større end fra Lerjord; med lavere Vandstand er det omvendt, idet Lerjordens større Kapillaritet faar en afgørende Indflydelse:

Fordampning fra ubevokset Jord, maalt i Tiden 1/6—31/10 1897.  
Nedbør 357 mm.

Jordart	Grundvandets Dybde under Jordens Overflade					
	0.94 m		0.63 m		0.31 m	
	Ford. mm	Ford. % af Nedbør	Ford. mm	Ford. % af Nedbør	Ford. mm	Ford. % af Nedbør
Sand.....	153	43	188	53	374	105
Ler.....	192	54	207	58	314	88

Plantevækstens Indflydelse fremgaar eksempelvis af  
nedenstaaende Tabel:

Plantart	Observation	Jordart	Grundvand under Overfladen	Nedbør mm	Fordampning i % af Nedbøren fra	
					ubevokset Jord	bevokset Jord
Rajgræs.....	1/5—30/9 1901	Ler	0,6 m	308	53 %	146 %
Kartofler.....	1/5—31/10 1902	Sand	0,6 »	324	55 »	103 »
Sukkerroer.....	9/6—31/10 1905	Ler	0,9 »	393	..	105 »
Lucerne.....	11/5—5/10 1906	Ler	0,9 »	257	..	378 »
Havre.....	9/5—15/8 1903	Ler	0,6 »	148	68 »	313 »
Havre.....	9/5—15/8 1903	Sand	0,6 »	148	57 »	273 »

Omend disse Tal er Maximumstal, fremgaar det, at i Vækstperioden forbruger Planterne betydeligt mere Vand, end der falder som Regn. Planternes Sommerforbrug tærer stærkt paa de øvre Jordlags Vandreserve.

Skov virker endnu stærkere end Ager i denne Henseende. Ikke alene forbruger Skovtræerne betydeligt mere Vand end Agerafgrøderne, men yderligere tilbageholdes store Vandmængder straks i Skovens Krone-tag, hvorfra det fordampes uden at naa ned til Jordoverfladen (18).

## Nedsivning.

Hvad Sommerhalvaarets Vegetationsperiode og stærke Fordampning sluttelig kommer til at betyde for Nedbørens Nedsivning i Jorden, fremgaar af Resultaterne af det Dræningsforsøg, der af AAGE FEILBERG og C. L. FEILBERG er iværksat ved Østergaard paa Amager (12). Forsøget viser, hvor stor en Del af Nedbøren der strømmer fra Forsøgsarealet igennem Rørdræn, altsaa med andre Ord: hvor stor en Del af Nedbøren, der i det hele taget naaer ned til Drænledningerne.

Forsøg Østergaard. Lermuld paa sandblandet, stenet Ler (Moræneler). 2" Dræn i 1,0—1,3 m Dybde, med en Afstand af 16 m. Aarlig Middelnedbør 579 mm.

	Nedbør i mm	Afstrømning i mm	Afstrømning i % af Nedbør	Afstrømning i % af
April 1930.....	30,1	0,0	0,0	Sommerhalvaarets Nedbør: 0,0
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	Vinterhalvaarets Nedbør: 59,9
Nov. — .....	61,1	40,3	65,9	
Dec. — .....	12,0	13,2	110,0*)	
Jan. 1931.....	63,4	65,6	103,4	
Febr. — .....	40,7	13,5	33,2	
Marts — .....	16,5	18,6	112,8	

Lignende Resultat gav A. COLDINGS klassiske Drænforsøg ved Islevhus (9):

Forsøg Islevhus. Sandet Jord. Drænledninger i 1,6 m Dybde, med en Afstand af 12,5 m.

	Nedbør i mm	Afstrømning i mm	Afstrømning i % af Nedbør	
Jan.—Marts 1852 .....	181,9	84,7	46,5	Vinterhalvaar
Apr.—Sept. 1852 .....	313,8	9,4	2,9	Sommerhalvaar
Okt. 1852—Marts 1853....	483,3	222,8	46,1	Vinterhalvaar
Apr.—Sept. 1853 .....	335,8	62,8	18,7	Sommerhalvaar

Og yderligere bekræftes dette ved Dræningsforsøg, der af K. PRYTZ er anstillet i Store Vildmose (45): Højmosetørv; 2" Dræn i Dybden 0,8—1,2 m og med 50 m Afstand og et Fald paa 0,36 m/100 m; kultiveret med Græs. Forsøget gav i Februar—April 1928 en Afstrømning af 37 mm af en Nedbør paa 80 mm paa Forsøgsarealet, altsaa 46,3 %. I Maj aftog Afstrømningsprocenten imidlertid stærkt, skønt der faldt megen Regn.

Som disse Dræningsforsøg er tilrettelagt, har man ikke kunnet maale den større eller mindre Del af Vandmængden, der siver ned i Jorden udenom Drænledningerne. Men et Skøn over Forholdene giver de alligevel, og

\*) At Afstrømningsprocenten i visse Maaneder kan overstige 100 er naturligvis Udtryk for, at forudgaaende Nedbør opmagasineres i Jorden, inden det afstrømmer igennem Drænene.

sagt i Almindelighed lærer de os, at af Sommerregnen synker saa at sige intet saa meget som 1 m ned i Jorden, i hvert Fald ikke paa lerede Jorder. Sandjorder tillader rimeligvis en noget større Ned-synkning, men selv denne er alligevel ret forsvindende. Af Vinterregnen synker ca. Halvdelen ned igennem den øverste Meter Jord og vilde sikkert synke videre ned til Grundvandet, hvis ikke Drænene havde opfanget Vandet til Kontrol.

Hvad dette betyder for Grundvandsmængden vil kunne skønnes, naar man af Tabellen S. 10—11 ser, at Sommerregnen udgør Halvdelen eller over Halvdelen af Aarets samlede Nedbør de fleste Steder. Aarets »Totaludbytte« af Grundvand fremgaar af de foran omtalte Dræningsforsøg paa Østergaard og tilsvarende Forsøg ved Skovlunde (10, 11 og 12):

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 Middelnedbør: 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
Afstrømning gennem Dræn i mm.....	203	133	84	149
Afstrømning gennem Dræn i % af Nedbøren.....	25,5	20,5	16,0	24,8

Østergaard (Amager):

Aar (regnet $\frac{1}{7}$ — $\frac{30}{6}$ )	1929—30	1930—31	1931—32	1932—33
Nedbør i mm.....	493	607	461	461
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 Aarstiderne: 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.

Begge disse Drænforsøg ligger paa leret Jord. Paa Sandjord maa man som foran nævnt formode, at en noget større Del af Nedbøren synker ned, og dette bekræftes af K. PRYTZ's Undersøgelser vedrørende Nissum Fjord (44). PRYTZ kommer her til det Resultat, at af den sam-

lede Nedbør paa det paagældende Opland afstrømmer 30 % overfladisk igennem Storaæn og andre Vandløb; 30 % strømmer til Nissum Fjord som Grundvand; de resterende 40 % fordamper. Disse Tal gælder Aaret som Helhed; den overfladiske Afstrømning svinger naturligvis stærkt, mens Grundvandstilstrømningen til Fjorden er jævn og konstant.

Af alle de refererede Dræningsforsøg fremgaar, at Regnvandet kun bruger kort Tid til at gennemtrænge de øverste 1 à 1,5 m Jord.

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 (33).

Grundvandspejlets Svingning i Aarets Løb fremgaar tydeligt af Kurven Fig. 4.

Ved Betragtningen af de anførte Dræningsforsøg kan man ikke undlade at standse ved Spørgsmaalet om Dræningens Betydning for Vandets Kresløb. Ifølge N. BASSE (2) var der i 1907 afdrænet (rørdrænet) følgende Procentdele af Agerarealet:

Laaland-Falster.....	63,4 %
Bornholm.....	47,2 »
Sjælland.....	41,8 »
Fyn.....	40,4 »
SØ-Jylland.....	24,0 »
SV-Jylland.....	8,6 »
N-Jylland.....	7,4 »
Hele Landet.....	25,5 %

Siden 1907 er Dræningsprocenten selvfølgelig steget yderligere, og lægger man hertil den hurtige Bortledning af Nedbøren, som frembringes ved Afgrøftning og Regulering af Vandløb, vil det forstaas, at det er meget betydelige Vandmængder, der paa denne Maade undrages Grundvandet. Den Tid vil uden Tvivl komme, hvor man for Vandindvindingens Skyld bliver nødt til at rette sin Opmærksomhed paa disse Faktorer.

### 3. Nedbørens Sammensætning.

Nedbøren, hvad enten den kommer i den ene eller den anden Form, er ikke i kemisk Forstand rent Vand, men indeholder ikke helt ubetydelige Mængder af fremmede Stoffer. Naar Luften er mættet med Vanddampe, har Fortætningen saaledes Tilbøjelighed til at samle sig om Støvparkler, hvoraf den lavere Del af Atmosfæren har et betydeligt Indhold. Desuden absorberer Nedbøren i ikke ringe Grad Atmosfærens normale Bestanddele, Kvælstof, Ilt, Kuldioxyd og Argon samt Forureninger i Atmosfæren som Ammoniak, Salpetersyre, Svovlsyre og Saltsyre. Tillige indeholder Nedbøren Salte, saaledes i Kystlande en ikke helt ubetydelig Mængde af Havets Salte, idet Havvand ved Brændingen forstøves og kan føres langt ind over Land.

Med Hensyn til Nedbørens Indhold af Klorid, Nitrat og Ammoniak er der fra det kemiske Laboratorium ved Askov Forsøgsstation foretaget meget omfattende Undersøgelser (21). Til Opsamling af Nedbøren er anvendt Regnmaalere, og Analyserne er derved Udtryk for al den Nedbør, der falder paa et Areal indenfor bestemte Tidsrum. Saadanne Undersøgelser er saaledes foretaget over Nedbøren ved Forsøgsstationerne Askov, Spangsbjerg, Hornum og Blangsted i Tiden fra April 1925—Marts 1926.

Nedbørens Gennemsnitsindhold April 1925—Marts 1926.

	mg/l $\text{NH}_4^+$	mg/l $\text{NO}_3^-$	mg/l $\text{Cl}^-$
Askov.....	1,01	1,80	4,2
Spangsbjerg.....	1,13	2,67	12,4
Hornum.....	0,95	2,42	5,8
Blangsted.....	1,37	2,54	4,7

Man ser af Tabellen, at Kloridindholdet ved Spangsbjerg, der ligger nær ved Vesterhavet, er betydeligt højere end ved de andre Stationer. Detailundersøgelser fra Askov viser ligeledes, at Kloridindholdet er afhængig af Vindretning og Vindstyrke; saaledes har Byger med vestlig Storm givet Regnvand med 31,6 mg/l  $\text{Cl}^-$ , medens Indholdet ved sydlig Vindretning har været helt nede paa 2,5 mg/l  $\text{Cl}^-$ .

For Kvælstofforbindelsernes Vedkommende var Variationen ligeledes stor, idet Indholdet ved Askov varierede fra 0 til 6,8 mg/l  $\text{NO}_3^-$  og fra 0 til 11,3 mg/l  $\text{NH}_4^+$ . Indholdet kan i flere Dage i Træk være højt eller lavt, men det kan ogsaa variere stærkt indenfor et Døgn.

Desuden blev Nedbørens Iltforbrug i Juni Maaned bestemt ved Askov, og dette varierede i de forskellige Døgn med Nedbør fra 2,4 til 7,6 mg/l Forbrug af Ilt. Regnvandet har saaledes i mange Tilfælde et højere

Iltforbrug, end hvad der er ønskeligt for Grundvands Vedkommende. Det høje Iltforbrug viser, at det ikke er helt smaa Mængder af iltelige, organiske Stoffer, der findes i Regnvandet.

Disse meget grundigt foretagne Undersøgelser viser tillige, at en enkelt Opsamling af Nedbør og Analysering af denne kan give Resultater, der afviger meget fra det virkelige Resultat i det lange Løb.

#### 4. Jordbunden og dens Indflydelse paa Nedsivningsvandet.

Den faldende Nedbør er ret fattig paa opløste Stoffer, og Vandet maa gennemgaa mange og tildels ret vidtløftige Processer, inden det bliver forvandlet til den meget brogede Række af Grundvandstyper, vi møder i Jorden. Forvandlingen begynder i samme Øjeblik, Regndraaberne naa Jordoverfladen, og den øverste Jordskorpes Egenskaber bliver af meget stor Betydning for Processens videre Forløb.

Jordbundens — den allerøverste Jordskorpes — fysisk-biologiske og kemiske Tilstand varierer under Indflydelse af en Række Faktorer, af hvilke de vigtigste er:

- 1) Den oprindelige Jordbund,
- 2) Temperatur og Fugtighed,
- 3) Vegetation,
- 4) Kultur.

1) Den oprindelige Jordbund er stort set den samme over hele Landet, nemlig Istidens Aflejringer af Moræne- og Smeltevandsmateriale. Det varierer ganske vist stærkt fra Sted til Sted, svingende mellem Moræneler og finere eller grovere Smeltevandssand og -grus (stedvis ogsaa marine Sedimenter), men i Henseende til Mineralindhold bliver Variationerne alligevel mindre væsentlige; Jordbunden har overalt lige efter Istiden været frisk, uforvitret Mineraljord, tilvejebragt hovedsagelig ved Detritus af Skandinaviens Grundfjeld.

En Forskel paa Jordbunden kan dog være kommet i Stand ved, at Vestjylland har ligget isfrit hen siden den næstsidste Nedisning. Jordbunden her har altsaa været udsat for Forvitring og Udvaskning (ogsaa under Vegetationens Medvirkning) gennem en Interglacialtid + en Glacialtid længere end det øvrige Lands Jord. Det er vanskeligt at skønne over denne Faktors Betydning, da den i stor Udstrækning er kompenseret gennem en livlig Jordfflydning under sidste Glacialtid; men betydningsløs er den ikke.

2) Temperatur- og Fugtighedsforholdene placerer hele Danmark i den tempereret-humide Zone: Nedbøren er større end Fordamp-



ningen, og Temperaturen i Forbindelse hermed er saaledes, at Omsætningen af organisk Detritus forløber ret langsomt.

Helt ensartede er de klimatiske Forhold dog ikke over hele Landet. I Vestjylland er Nedbøren større end i det øvrige Land, et Forhold, der — sammen med de ovennævnte Jordbundsforskelle — har delt Landet i forskellige, oprindelige Vegetationsomraader (et stærkt humidt Hedeomraade og et mindre humidt Skovomraade).

### 3) Vegetation og

4) Jordens Kulturtilstand hænger meget nøje sammen for saa vidt, som der kun findes meget smaa Arealer tilbage, som ikke paa en eller anden Maade er berørt af Kultur. Alt efter klimatiske Forskelligheder og Terræn har Landet oprindeligt været delt mellem Skov (ganske overvejende), græsklædte Overdrev og Lynghede; hertil kommer yderligere fugtige Enge og Moser, men da disse gennemgaaende modtager Tilløb af Grundvand i Stedet for at afgive Vand til Grundvandet, kommer de ikke til at spille nogen væsentlig Rolle her.

Disse oprindelige Vegetationsformer er i Tidens Løb paavirket af Menneskets Virksomhed saaledes, at Skoven er blevet trængt stærkt tilbage, dels for at gaa over i Lynghede (særlig i Jylland), dels for at give Plads for Agerjord; i den nyeste Tid breder Agerjorden sig atter stærkt paa Lynghedens Bekostning.

Dette Spil af Kræfter har givet Anledning til Dannelse af to Jordbundstyper:

A) en stærkt podsoleret Jord, væsentlig knyttet til sandet Lynghede i Jylland. Den er karakteriseret ved overfladisk Aflejring af Raahumus (Mor, Lyngskjold) og dermed følgende Udvikling af en Udludningshorisont (Blegsand) og en Udskilningshorisont (Al); Humuslaget omsættes kun langsomt under Dannelse af iltfattige Nedbrydningsprodukter (Humussyrer); Jorden er udpræget sur.

Eksempel paa Overfladevand fra podsoleret Jord; taget i en Lavning ovenpaa Alen. Vistorp Hede (Grove Sogn). Juli 1935:

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0 mg/l	Ca <sup>++</sup>	1,5 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	8 »	Mg <sup>++</sup>	0 »
Cl <sup>-</sup>	6 »	pH	5,1

Vandet meget mørkt af opløste Humusstoffer.

B) en kun meget svagt podsoleret Jord, paa Overgangen til ikke-podsoleret »Brunjord«. Karakteristisk er den hurtigere Omsætning af organisk Stof i Forbindelse med en stærkere Gennemluftning af Jorden, hvilket fører til Dannelse af en udpræget Muld; Udludnings- og Udskilningshorisonterne er langt svagere udviklet. Humussyrerne træder derfor stærkt tilbage til Fordel for Dannelsen af Kuldioxyd, og Kvælstoffet nedbrydes til Nitrat; Jorden reagerer neutralt eller svagt basisk.

Eksempel paa Overfladevand fra Muldjord; taget i en lidet dyb Skovgrøft. Starsevang (Nordsjælland). Maj 1935.

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	156 mg/l	Ca <sup>++</sup>	60 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	26 »	Mg <sup>++</sup>	4 »
Cl <sup>-</sup>	29 »	Iltforbrug	39 »
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	svage Spor.		

Den ovenfor omtalte, fremadskridende Kultivering af Landets Jorder, tidligere Tidens Skovrydning og Nutidens Hedeopdyrkning, bevirker saaledes en Forskydning af Landets Jordbundstype: fra podsoleret Lynghede og fra Skov til en mere ensartet, steppeagtig Type af muldet Agerjord, forskellig i Bonitet naturligvis, men ikke væsensforskellig i Reaktionstype.

## Kap. II. Grundvandets Kemi i Almindelighed.

### 1. De opløste Stoffer.

Som allerede omtalt er det nedsivende Vand langt fra rent Vand i kemisk Forstand, og dette gælder i endnu højere Grad det egentlige Grundvand, idet dette indeholder større eller mindre Mængder af opløste Stoffer, hovedsagelig uorganiske Salte. Desuden findes der i Grundvandet lidt Kiselsyre, organiske Stoffer, forskellige opløste Luftarter samt en Del oplømmede Partikler.

For de opløste Saltes Vedkommende gælder det, at de er dissocierede i positive og negative Ioner (Kationer og Anioner), hvorfor det i Analysen er mest rimeligt at opgive disse som Ioner, hvilken Opgivelsesmaade ogsaa vil blive benyttet i denne Afhandling\*).

Grundvandets Sammensætning varierer iøvrigt meget stærkt og er afhængig af den stedlige Jordbunds Oprindelse og Sammensætning, Nedbørens Mængde, Dybden i hvilket Vandet tages, Opblanding med Overfladevand eller Havvand og af Forurening med dyriske Affaldsprodukter eller Tilførsel af Kunstgødning.

Inden Omtalen af de forskellige Grundvandstyper skal der gives en kort Oversigt over de enkelte Stoffer, der findes i Grundvand her i Landet, samt hvilken Betydning de enkelte Stoffer har for dets Anvendelse til teknisk Brug eller i Husholdningen.

Karbonater og fri Kuldioxyd optræder i større eller mindre Mængde i saa godt som alt Grundvand. Karbonat findes hovedsagelig som Bikarbonation (Hydrokarbonation)  $\text{HCO}_3^-$ , medens normal Karbonation,  $\text{CO}_3^{--}$ , ikke i Almindelighed optræder under vore klimatiske Forhold.  $\text{CO}_3^{--}$  udfældes ved Tilstedeværelse af  $\text{Ca}^{++}$  som Kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), der er meget tungt opløseligt.

Atmosfæren indeholder ved Jordens Overflade ca. 0,03 % Kuldioxyd

\*) Resultatet af Vandanalyser er hidtil blevet opgivet meget forskelligt, idet Saltene i nogle Tilfælde angives som Ioner, i andre som Metalilte og Syreanhydrider eller som Metalilte og Syrer. Dette er meget besværligt, naar det drejer sig om Sammenligning af forskellige Analyser, og det er i høj Grad ønskeligt, om der kunde tilvejebringes Enighed om ved Vandanalyser at anvende ensartet Nomenklatur.

(CO<sub>2</sub>), medens Jordluften paa Grund af den ved Nedbrydning af organiske Stoffer i Jordoverfladen dannede CO<sub>2</sub>, samt CO<sub>2</sub>'s store Vægtfylde, indeholder betydeligt mere (fra humusrige Jorder angives 90 Gange saa meget CO<sub>2</sub> som i Atmosfæren). Vand kan ved normal Temperatur og Tryk opløse ca. sit eget Rumfang af CO<sub>2</sub> eller i Vægt ca. 0,2 %. Hovedparten af Kuldioxydet findes som Opløsning uden Omsætning med Vandet, medens en mindre Del er hydratiseret under Dannelse af Kulsyre (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>); ved en mættet vandig Opløsning af CO<sub>2</sub> er saaledes mindre end 1 % hydratiseret (3). Størstedelen af den hydratiserede CO<sub>2</sub> er igen ioniseret i Brintion og Bikarbonation efter Ligningen



Paa Grund af sine sure Egenskaber virker kuldioxydholdigt Vand opløsende paa Karbonater og Silikater under Dannelse af Bikarbonater, hvoraf det hovedsagelig er Kalciumbikarbonat, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, og i mindre Mængde Magniumbikarbonat, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, der optræder i Grundvand. Under særlige Forhold indeholder dansk Grundvand dog ogsaa Natriumbikarbonat, NaHCO<sub>3</sub>.

For at holde Kalcium- og Magniumbikarbonat i Opløsning kræves der et vist Indhold af fri Kuldioxyd (almindelig benævnt som fri, tilhørende CO<sub>2</sub>). Fjerner man ved Udluftning af Vandet en Del af denne CO<sub>2</sub>, vil der udfældes CaCO<sub>3</sub>\*). Et yderligere større Indhold af CO<sub>2</sub> benævnes aggressiv CO<sub>2</sub>, og denne har opløsende Evne overfor Kalciumkarbonat og Silikater, ligesom den virker tærende paa Metal og Beton. Den aggressive CO<sub>2</sub> kan enten fjernes kemisk ved Behandling med Kalciumkarbonat (Marmorfilter), hvorved der dannes Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, og som Følge deraf Vandet bliver haardere, eller ved grundig Gennemluftning.

Karbonater og fri Kuldioxyd bestemmes ved Titrationer med forskellige Indikatorer. Har man bestemt Mængden af HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og CO<sub>2</sub>, kan man ved Hjælp af den af TILMAN og HEUBLEIN udarbejdede Kurve undersøge, hvorvidt Vandet indeholder aggressiv CO<sub>2</sub> og i bekræftende Tilfælde aflæse Mængden deraf (Fig. 6, S. 28).

Med Hensyn til Opgivelsesmaaden for CO<sub>2</sub> i saavel fri Tilstand som bundet til Karbonater, hersker der stor Forvirring. Fra tidligere Tid har det i Vandanalysen været almindeligt at opgive »Total Kulsyre« CO<sub>2</sub> og »Fri + halvbunden Kulsyre« CO<sub>2</sub>. Denne Maade at opgive Kuldioxyd paa, grunder sig sikkert paa, at man ved ældre Analysemetoder netop fandt de to Størrelser (4). Differencen mellem disse to bestemte Størrelser giver »helbunden CO<sub>2</sub>«. Benævnelsen »halvbunden CO<sub>2</sub>« har sin Oprindelse fra, at naar man koger Vand, der indeholder Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,

\*) Det maa bemærkes, at der ved Udtagning og Forsendelse af Vand til Analyse let kan gaa CO<sub>2</sub> bort, saaledes at den angivne Mængde af fri CO<sub>2</sub> i nogle Tilfælde vil være ringere end den virkelige (Bestemmelsen burde egentlig udføres paa Stedet).

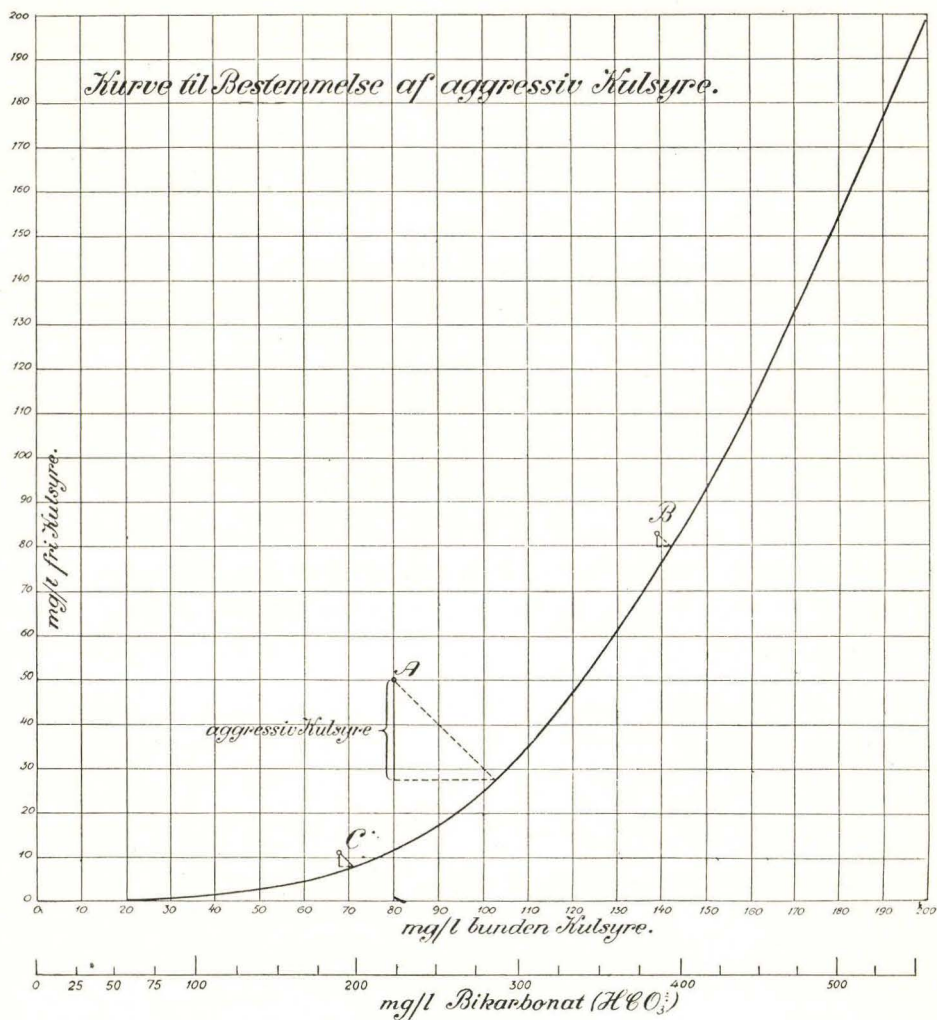


Fig. 6. Kurve til Bestemmelse af aggressiv Kulsyre (efter 48).

vil saavel den fri  $\text{CO}_2$  som Halvdelen af »Bikarbonatkulsyre«\*) koges bort, medens den anden Halvdel udfældes som  $\text{CaCO}_3$



Den bortkogte  $\text{CO}_2$  opfattes saaledes som »halvt« bunden, medens den i  $\text{CaCO}_3$  bundne opfattes som »helt« bunden.

Efter at man er gaaet over til ved Vandanalyse at opgive de opløste Salte som Ioner, maa man ogsaa angive mg/l af  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{CO}_3^{--}$ . For den fri  $\text{CO}_2$ , der som anført er en Opløsning, der kun i yderst ringe

\*) Halvbunden  $\text{CO}_2$  + helbunden  $\text{CO}_2$  benævnes ogsaa »Bikarbonatkulsyre« (det er den  $\text{CO}_2$ , der findes i Bikarbonationen,  $\text{HCO}_3^-$ ).

Grad omsætter sig med Vandet, vil det være det eneste naturlige at opgive mg/l fri  $\text{CO}_2$ .

Naar man ved en Vandanalyse finder, at der er mere  $\text{HCO}_3^-$  til Stede, end hvad der er ækvivalent med tilstedeværende  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ , udtrykkes dette ved, at Vandet indeholder Natriumbikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Indholdet af dette er saaledes ikke direkte bestemt, men grunder sig paa en Beregning, idet man gaar ud fra, at  $\text{HCO}_3^-$  først og fremmest er knyttet til  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ , og at det kun, hvor der findes et Overskud, kan være knyttet til  $\text{Na}^+$ . Tydeligst fremgaar dette Forhold af den grafiske Fremstilling af Milliækvivalenterne, hvor man direkte kan aflæse Mængden af  $\text{NaHCO}_3$ . Udtryksmaaden er maaske ikke helt rationel, da alle andre Indhold af Salte udtrykkes i Ioner, men den er almindeligt anvendt.

Et Indhold af Natriumbikarbonat i Grundvandet viser sig at være langt mere almindeligt under vore klimatiske Forhold end tidligere antaget. Det optræder over store Dele af Landet under forskellige Forhold og synes, som det vil fremgaa af det følgende, særlig at være knyttet til marine Aflejringer. Natriumbikarbonatholdigt Vand har ogsaa været bemærket i andre Lande, og der har været fremsat flere Forklaringer paa dets Optræden (36, 53). Den mest udbredte Opfattelse har sikkert været, at saadant Vand stammede fra dybereliggende Jordlag med natriumbikarbonatholdige Mineralvandskilder. En nyere Opfattelse er, at Vand af denne Type skyldes Ionbytning, og de af os foretagne Undersøgelser viser, at hvor dansk Grundvand afviger fra det normale ved at indeholde Natriumbikarbonat, maa Aarsagen være en saadan Ionbytning (se Side 38).

Sulfat,  $\text{SO}_4^{--}$ , findes i saa godt som alle Tilfælde i større eller mindre Mængde i dansk Grundvand. Naar Sulfat fuldstændig mangler i Vand fra forskellige Lokalteter, maa det forklares ved, at det fjernes fra Vandet ved kemiske Omsætninger (se Side 37). Sulfatet stammer dels fra Gips og Svovlkis i Undergrunden og dels fra Jordens Tilførsel af sulfatholdige Gødningsstoffer. Sulfat paavises ved Fældning som Bariumsulfat i saltsur Vædske, og kvantitativt bestemmes det vægtanalytisk, ligeledes som Bariumsulfat. Hvorledes Sulfat iøvrigt optræder i de forskellige Egne af Landet og knyttet til forskellige geologiske Formationer fremgaar af Omtalen af Vandanalyserne.

I Analysen findes Sulfat ( $\text{SO}_4^{--}$ ) ogsaa i mange Tilfælde opgivet som Svovlsyre ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) eller Svovlsyreanhydrid (vandfri Svovlsyre) ( $\text{SO}_3$ ).

Klorid,  $\text{Cl}^-$ , findes i alle Tilfælde i Grundvandet. I Vandanalysen bestemmes Kloridmængden mest almindeligt ved Titration med Sølvnitrat og Kaliumkromat som Indikator; Bestemmelsen kan ogsaa foretages vægtanalytisk ved Fældning med Sølvnitrat og Vejning af det udfældede Sølvklorid. Smages kan Kloridindholdet ikke, før det naar

op paa 300 à 400 mg/l  $\text{Cl}^-$ . Grundvandets Klorid stammer dels fra Nedbøren, der som nævnt indeholder Klorid, dels fra menneskelige og dyriske Affaldsprodukter, samt fra Jordens Tilførsel af kloridholdige Gødningsstoffer. Kloridindholdet i normalt Grundvand vil sjældent komme ret meget over 50 mg/l  $\text{Cl}^-$ , og kommer man op paa Mængder af omkring 100 mg/l eller derover, vil det have særlige Aarsager. Disse Aarsager kan være, at Vandet stammer fra marine Aflejringer med et Indhold af Klorider, at der foregaar Infiltrering af Havvand eller ogsaa en kraftig Forurening. Højt Kloridindhold kan ogsaa skyldes, at Grundvandet modtager Tilskud af salt Mineralvand fra dybereliggende Saltlejer.

Klorid eller Kloridion benævnes ogsaa som Klorion eller, hvad der er meget misvisende, som Klor\*).

Nitrat,  $\text{NO}_3^-$ , i Grundvandet opfattes i de fleste Tilfælde som Tegn paa Forurening eller Opblanding med Overfladevand. Det dannes ved Iltning og mikrobiel Omsætning af Ammoniak og tilføres desuden Jordbunden med naturlige og kunstige Gødninger, samt i nogen Grad med Nedbøren. Et mindre Indhold af Nitrat i Grundvandet er ikke i sig selv skadeligt, men finder man mere end Spor af Nitrat, er der Grund til at undersøge Vandet nærmere, da der er stor Mulighed for, at det kan skyldes Forurening. Nitrat i Grundvandet findes derfor ofte sammen med Nitrit, Ammoniak og et stort Indhold af organisk Stof og Mikroorganismer. Nitrat findes ogsaa undertiden i Vand fra dybere Boringer, hvor der ikke kan være Tale om Forurening, og i saadanne Tilfælde vil mindre Mængder ikke være skadelig. Nitrat paavises lettest ved kolorimetriske Metoder, ligesom saadanne ogsaa mest anvendes til den kvantitative Bestemmelse, enten direkte eller efter at Nitraten er omdannet til Ammoniak.

Nitrat,  $\text{NO}_3^-$ , bliver i mange Tilfælde ved Vandanalyser opgivet som Salpetersyre ( $\text{HNO}_3$ ) eller som Salpetersyreanhydrid ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ).

Nitrit,  $\text{NO}_2^-$ , forekommer sjældent i store Mængder i Grundvandet. Det dannes ved Iltning af Ammoniak eller Reduktion af Salpetersyre saavel ad kemisk som ad biologisk Vej. Da Nitrit ofte vil være knyttet til Forurening af Vandet, gælder det samme som sagt om Nitrat, at man ved Tilstedeværelse af Nitrit nøje maa undersøge, om det stammer fra Forurening, i hvilket Tilfælde det vil være knyttet sammen med Tilstedeværelse af andre Kvælstofforbindelser og højt Iltforbrug samt rigelige Mængder af Mikroorganismer i Vandet. Nitrit kan ogsaa findes i Vand fra større Dybde, hvor der ikke kan være Tale om Forurening, særlig i Vand, der stammer fra humøse Aflejringer, idet her eventuelt tilstedeværende Nitrat let vil reduceres til Nitrit. Ammoniakholdigt

\*) Klorid er som nævnt en Ion,  $\text{Cl}^-$ , medens Klor,  $\text{Cl}_2$ , er en giftig Luftart.

Grundvand kan efter Afjæring (Iltning) indeholde Nitrit. Nitrit paa-vises kolorimetrisk i Vandet.

I Vandanalysen findes Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) ofte angivet som Salpetersyring ( $\text{HNO}_2$ ) eller som Salpetersyringanhidrid ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ). I Vandanalysen opgives Nitrit sjældent kvantitativt.

Fosfat,  $\text{PO}_4^{---}$ , er ligeledes en Ion, der ikke almindeligt forekommer i Grundvand, og da kun i smaa Mængder. Fosfater findes i Jorden som Apatit og tilføres desuden Jorden som kunstig og naturlig Gødning. Da Fosfat under næsten alle Forhold bindes meget stærkt i Jorden, tyder Tilstedeværelse af denne Ion i Vandet paa direkte Tilførsel af menneskelige eller dyriske Affaldsprodukter. Man har dog ogsaa i enkelte Tilfælde fundet Fosfat i Vand fra dybe Boringer, hvor der ikke har kunnet være Tale om Forurening. Fosfat paa-vises og bestemmes kolorimetrisk ved Vandanalysen.

Fosfat ( $\text{PO}_4^{---}$ ) findes mest almindeligt opgivet som Fosforsyreanhydrid ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Kiselsyre findes i mindre Mængder i Grundvandet. I Vand af almindelig Temperatur vil Mængden sjældent komme over 50 mg/l  $\text{SiO}_2$ , hvilket nærmest svarer til Mætning, og i dansk Grundvand ligger Mængden mest omkring 20—30 mg/l  $\text{SiO}_2$ . I varme Mineralkilder kan Kiselsyreindholdet blive betydeligt større. Kiselsyre synes særligt at optræde som Meta-Kiselsyre ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) og findes hovedsagelig i kolloidal Form, hvorfor den heller ikke medtages ved Beregning af Syre- og Baseækvivalenter. I Analysen bestemmes den vægtanalytisk og opgives mest almindeligt som Kiselsyreanhydrid,  $\text{SiO}_2$ . Det har ikke tidligere været almindeligt ved Vandanalyser at bestemme Mængden af Kiselsyre, mens denne nu ofte opgives. Det har særlig Interesse for Vand til teknisk Brug, da Kiselsyren giver Anledning til Udskillelse af en meget haard Kedelsten. Desuden kan Kiselsyren vanskeliggøre Vandets Afjæring.

Brom (Br) og Jod (J) optræder, omend kun i meget svage Koncentrationer, i Grundvandet. Her i Landet er kun foretaget enkelte kvantitative Bestemmelser af disse Stoffer (33). Der har i de senere Aar været meget stærk Interesse for Jod, idet jodfattigt Drikkevand fra mange Sider har været opfattet som Hovedårsag til Sygdommen Struma. Paa Grund af denne Interesse er der i forskellige Lande udført Bestemmelser af Jod i Drikkevand, og der foreligger saaledes fra Sverige (25), Schweiz (13) og Østpreussen (36) flere Bestemmelser af Jod i Drikkevand, der viser, at Jodindholdet er størst i Vand fra dybe Boringer og nærmest Kysterne\*), medens Jodindholdet i Overfladevand kan være meget ringe. I et Kystland som Danmark vil der derfor ikke, hvor det

\*) GOLDSCHMIDT (17) angiver Mængden af Jod i Havvand til 0,05 mg/l.



da ikke drejer sig om Overfladevand, være særlig Fare for Jodmangel i Drikkevandet. Jod forekommer i Grundvandet saavel som Jodid som Jodat og ogsaa knyttet til organiske Forbindelser.

Jodanalysen udføres enten kolorimetrisk eller ved Titration og er meget besværlig paa Grund af de smaa Mængder og Faren for, at Reagenser og Vand forurennes med Joddampe i Laboratoriet. Paa Grund af de smaa Mængder angives Mængden af Jod i Tusindedele mg Jod (J) pr. Liter.

Borsyre er ogsaa paavist i dansk Grundvand (31), og det forekommer hyppigt i Mineralvand. I de senere Aar har der været en Del Interesse for dette Stof, idet det er paavist, at det i visse Tilfælde har en særlig fysiologisk Virkning overfor Planterne. Nyere Undersøgelser har vist, at marine Sedimenter er rige paa Bor, samt at Havvand indeholder omkr. 15 mg/l  $B_2O_3$  (17).

Svovlbrinte,  $H_2S$ , er en Luftart, der opløst i Vand giver dette svagt sure Egenskaber og derfor maa opfattes som en svag Syre. Svovlbrinte dannes, naar svovlholdige organiske Forbindelser raadner. I dybere Grundvand, hvor der ikke er Ilt til Stede, opstaar Svovlbrinte ved Reduktion af Sulfater, særlig ved Indvirkning af reducerende Kulbrinter (24, 54). Svovlbrinte har en meget ubehagelig Lugt, men da den let fjernes fra Vandet ved Udluftning, volder Svovlbrinte ikke saa stor en Gene i Grundvandet. Naar mere overfladisk Vand indeholder Svovlbrinte, er der Anledning til at undersøge, om Vandet paa anden Maade er forurennet.  $H_2S$  kendes let paa Lugten og bestemmes desuden ved, at den ved Kogning uddrevne  $H_2S$  sværter Blyacetatpapir. Da Svovlbrinte kun er meget svagt dissocieret, er det rigtigst ved Analysen at opgive den som  $H_2S$ .

Grundvandets Haardhed er et almindeligt anvendt Udtryk for dets Indhold af Kalcium og Magnium. Den tyske Haardhedsgrad, som vi anvender her i Landet, er defineret ved den Mængde Kalk ( $CaO$ ) og (eller) ækvivalente Mængder Magnesia ( $MgO$ ), der findes i 100,000 Dele Vand (om Omsætning fra mg/l til Haardhed se Side 182). Det bedste Maal for Haardheden faar man ved at beregne den ud fra den ved Analysen fundne Mængde Kalcium og Magnium. Et tilnærmet Maal for Haardheden faas ved Sæbetitration. Haardheden kan optræde dels som forbigaaende (temporær) Haardhed, ogsaa kaldet Bikarbonathaardhed, dels som blivende (permanent) Haardhed, der ogsaa kaldes Mineralsyrehaardhed. Den forbigaaende Haardhed angiver den Mængde af Kalk og Magnesia, der er »bundet« til Bikarbonation. Den forsvinder ved Kogning, idet den fri og »halvbundne« Kuldioxyd derved uddrives og de normale Karbonater udfældes:



Den blivende Haardhed, der ikke fjernes ved Kogning, er et Udtryk for den Mængde Kalk og Magnesia, der er »bundet« til Sulfat og Klorid (Mineralsyrer), og den findes ved Forskellen mellem den totale Haardhed og den forbigaaende Haardhed. Det er mest almindeligt, at den overvejende Del af Haardheden er forbigaaende.

Ved Vandets Bedømmelse spiller Haardheden en stor Rolle. Der findes forskellige Skalaer for Haardhed, og ved de i denne Afhandling medtagne Analyser af normalt Grundvand, er dette inddelt i Grupper efter dets Haardhed, saaledes at Vand med Haardhed  $0^{\circ}$ — $8^{\circ}$  regnes for blødt Vand,  $8^{\circ}$ — $16^{\circ}$  for middelhaardt Vand, medens Vand med over  $16^{\circ}$  Haardhed regnes for haardt Vand. For Vand til Drikke- og Ernæringsbrug er det ikke skadeligt med ret haardt Vand; Ledningsvandet i København har saaledes en Haardhed omkring  $18^{\circ}$ . Til Vask og Rengøring er det derimod meget uøkonomisk med haardt Vand, idet Kalcium og Magnium danner uopløselige Forbindelser med de i Sæben tilstedeværende Fedtsyrer. 1 m<sup>3</sup> Vand med  $20^{\circ}$  Haardhed undrager saaledes Virkningen af 2,4 kg Sæbe. Til teknisk Brug virker haardt Vand ligeledes i mange Tilfælde generende, ikke mindst ved Afsætning af Kedelsten.

Haardt Vand kan blødgøres enten ved Hjælp af Permutitfiltre eller ogsaa ved Behandling med Kalk og Soda.

Kalcium, Ca<sup>++</sup>, er en væsentlig Bestanddel af Saltene i dansk Grundvand. Det bestemmes efter Fældning som Oxalat enten vægtanalytisk eller ved Titration. Paa Øerne og i Østjylland er Grundvandet i Almindelighed ret rigt paa Kalcium som en naturlig Følge af de mere eller mindre kalkrige Jordlag, medens man i Midt- og Vestjylland med de kalkfattige Jorder kun finder mindre Mængder af Kalcium i Vandet. Kalcium i normalt Grundvand findes særligt som Bikarbonat, idet Vandet ved sin Nedtrængen i Jorden beriges med Kuldioxyd og derved bliver i Stand til at opløse Jordbundens Karbonater under Dannelse af Bikarbonater:



Grundvand med Bikarbonater afgiver let sin Kuldioxyd, hvor det træder frem af Jorden og kommer i Berøring med Atmosfæren (i Overensstemmelse med ovenstaaende Ligning læst fra højre til venstre), og dette giver i mange Tilfælde Anledning til Udskillelse af Kilde- og Mosekalk.

I de midtjydske Hedeegne, hvor Jordbunden bestaar af stærkt udvasket Sand, finder man (ofte endog fra ret dybe Brønde) Vand, hvor Kalciummængden kun er faa mg/l eller endog saa lidt, at det ikke kan bestemmes ved de anvendte Analysemetoder, men kun opgives som Spor.

Kalcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) opgives tit ved Vandanalyser som Kalciumilte, Kalk ( $\text{CaO}$ ).

Magnium,  $\text{Mg}^{++}$ , findes i Almindelighed i meget mindre Mængder end Kalcium i dansk Grundvand, medens det omvendte er Tilfældet for Havvandets Vedkommende. Grundvandets  $\text{Mg}^{++}$  stammer fra Jordens Indhold af  $\text{MgCO}_3$ , der opløses af  $\text{CO}_2$  under Dannelse af  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , samt fra Mg-holdige Silikaters Forvitring og fra Udvaskning af marine Aflejringer. I Jyllands Hedeegne er Magniumindholdet i Grundvandet ofte meget ringe og findes undertiden kun som Spor. Ved Vandanalysen bestemmes  $\text{Mg}^{++}$  mest efter den almindelige Metode som Magniumpyrofosfat. Magnium opgives ofte i Analysen som Magnesia,  $\text{MgO}$ .

Natrium,  $\text{Na}^+$ , optræder i vidt forskellige Mængder i Grundvandet. Mindst er Indholdet i normalt fersk Grundvand, hvor Indholdet hovedsagelig skyldes Forvitring af Silikater, Tilførsel af kunstige Gødninger og menneskelige og dyriske Affaldsprodukter, samt i nogen Grad Saltstøv fra Havet. I salt Grundvand, hvadenten dette skyldes Indblanding af Havvand, Udvaskning af marine Aflejringer eller Indblanding af Mineralvand, udgør  $\text{Na}^+$  Hovedparten af Kationerne, og Indholdet er i Almindelighed omtrentlig ækvivalent med Mængden af  $\text{Cl}^-$ . Alle Natriumsalte med Undtagelse af Silikater er let opløselige, og da  $\text{Na}^+$  under almindelige Forhold ikke adsorberes nævneværdigt i Jordbunden, udvaskes det let.

Kalium,  $\text{K}^+$ , der er et vigtigt Plantenæringsstof, findes i langt mindre Mængder end  $\text{Na}^+$  i Grundvandet. Aarsagen hertil er, at Jordbundens Kolloider i stor Udstrækning er i Stand til at tilbageholde  $\text{K}^+$ . Kalium opstaar iøvrigt ligesom Natrium ved Forvitring af Silikater og tilføres Jorden som Kunstgødning.

Natrium og Kalium, der tilsammen ofte benævnes Alkalimetaller (hertil hører ogsaa Lithium, Rubidium og Cæsium, der dog kun findes i smaa Mængder; de to sidste er ikke paavist i dansk Grundvand) bliver i Almindelighed ikke bestemt ved Vandanalyser, men findes ved Beregning. Da  $\text{K}^+$  kun findes i mindre Mængde, angives den beregnede Mængde Alkalimetal oftest som  $\text{Na}^+$ .

Alkalimetallerne bestemmes i den kvantitative Analyse som Klorider. Kalium bestemmes derpaa direkte som Kaliumperklorat eller Kaliumplatinklorid, hvorefter  $\text{Na}^+$  findes som Differens. Ved Analyser, hvor disse Metaller er bestemt direkte, findes Mængden ofte opgivet som Iliterne,  $\text{Na}_2\text{O}$  og  $\text{K}_2\text{O}$ .

Ammonium,  $\text{NH}_4^+$ , forekommer ofte i Grundvandet, omend i de fleste Tilfælde kun i mindre Mængde. Regnvand indeholder efter Undersøgelser fra Askov (21) i Gennemsnit omkr. 1,0 mg/l  $\text{NH}_4^+$  (se Side 22). Ammoniak opstaar desuden ved Nedbrydning af Proteinstoffer i Jordbunden samt tilføres Jorden saavel ved kunstig som naturlig Gødning.

Det øvre Jordlag er dog i Stand til i stor Udstrækning at tilbageholde  $\text{NH}_4^+$ , der tillige, naar der er Ilt til Stede, vil omdannes til Nitrat. Denne Omdannelse foregaar særlig ad biologisk Vej, idet der som Overgangsstof dannes Nitrit. Da Ammonium i Grundvandet desuden kan skyldes Indblanding af forurenede Overfladevand, og en saadan Indblanding kan være sundhedsfarlig, er der Grund til at undersøge ammoniumholdigt Grundvand kritisk med Hensyn til Iltforbrug og i Særdeleshed for Indholdet af Mikroorganismer. Naar Vand fra større Dybde og fra humusrige Jordlag hyppigt indeholder  $\text{NH}_4^+$ , skyldes det hovedsagelig Reduktion af iltholdige Kvælstofforbindelser; en saadan Reduktion foregaar særlig ved Tilstedeværelse af Ferrokarbonat. Da Ammonium i Vandet i sig selv ikke er skadeligt, vil Ammonium i saadanne Tilfælde ikke forringe Vandets Kvalitet.

$\text{NH}_4^+$  bestemmes ved Vandanalysen saavel kvalitativt som kvantitativt ved Hjælp af Nessler's Reagens. I Vandanalysen findes Ammonium,  $\text{NH}_4^+$ , ofte opgivet som Ammoniak,  $\text{NH}_3$ .

Jern forefindes saa godt som altid i iltfrit Grundvand i Form af Ferroion,  $\text{Fe}^{++}$ . De fleste Jord- og Stenarter indeholder Jern, der opløses af iltfrit, kuldioxydholdigt Grundvand under Dannelse af  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ . Naar ferrobikarbonatholdigt Grundvand kommer i Berøring med Ilt, vil Jernet iltes til  $\text{Fe}^{+++}$  og udfældes som Ferrihydroxyd. Dette Forhold giver sig tydeligt til Kende ved de ret udbredte Forekomster af Okker og Myremalm. I nogle Tilfælde forefindes Jernet ogsaa i Forbindelse med Humussyrer eller som Svovljern. Grundvandet indeholder ofte rigelige Mængder af Jern, der giver sig til Kende ved, at Vandet ved Henstand bliyer uklart af udskilt Ferrihydroxyd, samt giver Vandet en blækagtig Smag. Til Brug ved Vask virker Jern i Vandet meget generende, idet det giver Anledning til Rustpletter paa Tøjet. Jernholdigt Vand kan desuden paa Grund af Jernudskillelse give Anledning til Tilstoppelse af Rørledninger. Paa Grund af disse Ubehageligheder ved jernholdigt Vand er det ofte nødvendigt at afjerne det. Dette foregaar under de fleste Forhold ret let ved Udluftning af Vandet med paafølgende Filtrering. Man vil i Almindelighed kræve, at Vand til Vandværksvand ikke maa indeholde mere end 0,2 mg/l  $\text{Fe}^{++}$ . Jern bestemmes i Vandanalysen almindeligst kolorimetrisk med Kaliumrhodanid. Jern opgives ofte i Vandanalysen som Jernilte,  $\text{FeO}^*$ ).

Mangan,  $\text{Mn}^{++}$ , forekommer ofte sammen med Jern i Grundvandet,

\*) Ved Betragtning af Jernindholdet i Analyserne i dette Arbejde bør det haves i Erindring, at der i enkelte af de Tilfælde, hvor det ligger meget lavt, kan være Tale om afjernet (luftet og filtreret) Vand, selv om vi har bestræbt os for saavidt muligt kun at medtage Analyser af Raavand. — Ogsaa under Udtagning og Transport af Vandet kan der finde en Udskillelse af Ferrihydroxyd Sted, hvilket kan vanskeliggøre en nøjagtig Fe-Bestemmelse.

men dog for det meste i betydelig mindre Mængder. Mangan i Vandet er endnu mere skadeligt end Jern til Vask; det volder iøvrigt nærmest de samme Ubehageligheder som Jern og fjernes paa samme Maade fra Vandet, selv om det volder noget større Vanskeligheder. Ved manganholdigt Vand bør man tilstræbe at reducere Indholdet til under 0,03 mg/l  $Mn^{++}$ . Mangan bestemmes i Vandanalysen kolorimetrisk efter Iltning til Permanganat. Ofte ser man det ved Analysen opgivet som Manganilte,  $MnO$ .

Iltforbruget ved en Vandanalyse angiver den Mængde Ilt,  $O_2$ , som en Liter Vand forbruger for at ilte de i Vandet tilstedeværende, itelige organiske Stoffer. Vandets Iltforbrug bestemmes ved Forbruget af Iltningsmidlet Kaliumpermanganat ( $KMnO_4$ ), hvorfor man ogsaa undertiden som Udtryk for Indholdet af organisk Stof ser angivet Forbruget af mg  $KMnO_4$  pr. Liter;  $KMnO_4$ -Forbruget er ca. 4 Gange saa stort som Iltforbruget. I en Del Tilfælde vil man ogsaa ved Vandanalyse se angivet Mængden af organisk Stof. Man vil da være gaaet ud fra, at 1 Del  $KMnO_4$  svarer til 5 Dele organisk Stof; Mængden af organisk Stof skulde saaledes være ca. 20 Gange saa stort som Iltforbruget. Men da forskellige organiske Stoffer i Vandet vil have et vidt forskelligt Iltforbrug, ja der findes endog nogle, der saa godt som ikke iltes ved den anvendte Fremgangsmaade, saa kan denne Angivelse være meget misvisende.

En særlig Form for organisk Stof i Vandet er Humusforbindelserne. De kan optræde baade som sure og basiske Forbindelser og giver Vandet en brunlig Farve og daarlig Smag og vanskeliggør desuden Vandets Rensning, særlig for Jern- og Manganindhold.

Reaktionen, pH, er et Udtryk for Vandets Indhold af Brintion. pH 7 angiver neutral Reaktion, medens pH under 7 og over 7 angiver henholdsvis sur og alkalisk Reaktion. I dansk Grundvand ligger pH normalt omkring 7—8 og er betinget af Vandets Indhold af fri  $CO_2$  og  $HCO_3^-$ . Ved meget saltfattigt Vand med stort Indhold af fri  $CO_2$  eller med Indhold af Humussyrer kan pH gaa helt ned til under 5. Kalciumkarbonat kan ikke give Vandet højere Reaktion end pH 8,4. Naar man i nogle Tilfælde finder højere Reaktion, skyldes det Indhold af Natriumkarbonat.

Vandets Radioaktivitet udtrykkes i Mache-Enheder. Der foreligger ikke særlig mange Undersøgelser over dansk Grundvands Radioaktivitet, men de foretagne Undersøgelser viser, at en saadan er til Stede, omend kun i ringe Grad (26).

Hermed er omtalt de opløste Stoffer, der almindeligt kan ventes at være til Stede i dansk Grundvand. I nogle Mineralvandsforekomster fra Laaland er der undersøgt for Stofferne Lithium, Strontium og Barium og konstateret, at disse Ioner var til Stede, omend i smaa Kon-

centrationer (1). Man maa dog antage, at andre og mere sjældne Stoffer er til Stede i dansk Grundvand, men at det er i saa svage Koncentrationer, at de ikke er paavist ved de anvendte Undersøgelsesmetoder.

Ved Forurening kan Grundvand naturligvis komme til lokalt at indeholde andre Stoffer.

I Nedbørs vand og overfladisk Vand findes desuden opløst en Del Ilt, der imidlertid forbruges ved forskellige Oxydationsprocesser under Vandets Passage gennem de øvre Jordlag, saaledes at det fra større Dybde stammende Grundvand er iltfrit. Naar saadant iltfrit Grundvand luftes, eller i Samlebrønde kommer i Berøring med atmosfærisk Luft, optager det atter Ilt. Naar aggressivt Vand indeholder Ilt, forstærkes dets Aggressivitet overfor Jern og Bly, hvilket er meget uheldigt for Vandværks vand, der skal føres igennem lange Ledninger (15).

Vand fra Jordlag med stort Indhold af organiske Stoffer indeholder i nogle Tilfælde Metan, der opstaar ved de organiske Stoffers Nedbrydning.

Foruden de opløste Stoffer indeholder Grundvand en Del opslæmmede, livløse Smaapartikler, Detritus. De opslæmmede Stoffer findes i størst Mængde i det overfladiske Vand, idet de ved Vandets Passage gennem Jordlagene efterhaanden filtreres fra. Det uorganiske Detritus vil sjældent spille nogen særlig Rolle for Vand, der tænkes anvendt til Drikke- og Husholdningsvand. Større Mængder af organisk Detritus vil oftest skyldes Forurening.

Dertil kommer, at Overfladevand altid har et større eller mindre Indhold af Mikroorganismer, mens dybtliggende Grundvand kan være omtrent kimfrit.

## 2. Ændringer i Grundvandets Sammensætning.

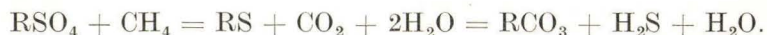
Ved Vandets Passage gennem Jorden sker der ikke blot det, at Vandet alt efter sit Indhold af aggressive Stoffer og Opløsningsevne optager i sig forskellige mineralske Bestanddele, men der foregaar ogsaa under visse Betingelser forskellige Omsætninger, der i høj Grad ændrer Grundvandets Sammensætning og Karakter. Af saadanne Ændringer i Grundvandets Sammensætning maa særlig omtales Sulfatreduktion og Ionbytning.

Sulfatreduktion er en Proces, der har Betingelser for at finde Sted, hvor der forefindes reducerende organiske Stoffer. Man finder saaledes i nogle Tilfælde ved Saltvand, der efter alle geologiske Kendetegn at dømme maa skyldes infiltrerende Havvand eller Residualvand

(stagnerende Havvand), og derfor oprindeligt maa have haft et betydeligt Indhold af Sulfat, at Sulfatindholdet er gaaet stærkt tilbage eller endog helt mangler; i nogle Tilfælde finder man da, at Vandet indeholder Svovlbrinte.

Samme Iagttagelse gjorde H. og A. STRECKER allerede omkr. 1850 i Egnen omkring Sandefjord, og GUNNAR HOLMSEN (24) skriver derom: »H. og A. STRECKER mener, at kildevandets salte stammer fra sjøvandets. I kildevandet forekommer imidlertid organisk substans, som reducerer de svovelsure salte, som stammer fra sjøvandet, hvorved der opstaar opløselige svovelmetaller. Den herved eller ved det organiske stofs forraadnelse dannede kulsyre gir med kalk og magnesia dobbelt kulsure salte, frigør svovelvandstof og opløser kulsur kalk«.

I en nylig udkommen Afhandling af K. A. WEITHOFER (54) gør den samme Anskuelse sig gældende, idet der anføres, at naar Saltvand fra Oliefelterne almindeligst er sulfatfrit eller sulfatfattigt, maa det skyldes reducerende Virkning af Bitumen. WEITHOFER anfører Reaktionsligningen:



Vore Iagttagelser fra Vendsyssel og andre Steder falder helt sammen med disse Angivelser. Det sulfatfattige Residualvand findes særlig i Vendsyssel; det indeholder i nogle Tilfælde Svovlbrinte, og der er samtidig flere Steder iagttaget Udstrømning af Metan. Processen forklarer tillige, at saadant Vand i nogle Tilfælde har et ualmindeligt stort Indhold af Bikarbonat.

Ionbytning. Studiet over de i Jorden tilstedeværende, vandholdige Silikaters, de saakaldte Zeolithers Evne til Ionbinding og Ionbytning har særlig været dyrket af Jordbundsforskere og har været knyttet til den dyrkede Jord. Allerede paa et tidligt Tidspunkt blev man klar over Ligheden mellem disse naturlige Zeolither og de kunstigt dannede Aluminiumsilikater, de saakaldte Permutiter (16), og Studiet over Ionbytningsprocesserne har derefter af praktiske Hensyn hovedsagelig været knyttet til disse sidste.

Der skal ikke her gaas ind paa Permutiternes forskellige Anvendelse, men kun omtales deres udstrakte Anvendelse til at fjerne haardt Vands Indhold af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ .

Permutiterne faas som en kornet, grynet Substans, der er uopløselig i Vand; de maa nærmest opfattes som Forbindelser mellem Kationer og meget store Anioner med mange Ladninger, og man maa antage, at Permutiterne i vandig Opslæmning er dissocierede. Har man nu en saadan Permutit, hvor Kationerne bestaar af Natrium (Natriumpermutit), og slæmmer den op med haardt Grundvand, hvorpaa man efter

en Tids Henstand filtrerer Opslæmningen, da vil det vise sig, at Vandet i Stedet for at indeholde  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  indeholder ækvivalente Mængder af  $\text{Na}^+$ . Der er foregaaet en Ionbytning i Overensstemmelse med Ligningen



læst fra venstre til højre. Denne Proces er, som Ligningen angiver, reversibel, og Forholdet er det, at ved lave Koncentrationer gaar divalente Ioner betydeligt lettere ind paa Permutiten end de monovalente, medens det er omvendt ved høje Koncentrationer (40). Dette Forhold har stor Betydning, idet det derved bliver muligt, naar Permutiten efterhaanden er blevet omdannet til Kalcium-(Magnium-)Permutit, da atter at regenerere denne. Dette foregaar paa den Maade, at man behandler Permutiten med en Opløsning med Overskud af  $\text{NaCl}$ , idet Processen da vil forløbe efter foranstaaende Ligning læst fra højre til venstre. Efter en Udvaskning af Permutiten med destilleret Vand har man atter det oprindelige Natriumpermutit. Paa Grund af denne Reversibilitet ved Processen er det forstaaeligt, at  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  fra stærkt  $\text{NaCl}$ -holdigt Vand ikke kan fjernes ad denne Vej.

Ved Vandrensning anvendes til Fjernelse af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  Filtre med Permutit, hvorigennem der gaar en langsom Strøm af Vandet. Det rensede Vand indeholder efter at have passeret et saadant Filter saa godt som ikke andre Kationer end  $\text{Na}^+$ , hvorfor ogsaa Bikarbonat maa være til Stede som  $\text{NaHCO}_3$ ; der vil tillige ofte være normalt Karbonat ( $\text{CO}_3^{--}$ ) til Stede i mindre Mængde.

Naar man nu i ikke saa faa Tilfælde finder naturligt Grundvand med Indhold af  $\text{NaHCO}_3$  og næsten frit for  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ , vil det ligge nær at stille Spørgsmaalet: Kan Aarsagen hertil være den, at Undergrunden i nogle Tilfælde kan have et saadant Indhold af Ionbyttere i Form af Natrium-Zeolither, at den kan virke paa samme Maade som et Permutitfilter? For at undersøge dette Spørgsmaal har vi udført forskellige Forsøg, hvoraf der her skal anføres et Par til Belysning af Forholdet.

1) Forsøg over det tertiære Lillebeltslers Evne til at fjerne  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  fra haardt Drikkevand.

Forsøget udførtes med plastisk Ler, taget fra Bunden af Lillebelt. Man maatte her gaa ud fra, at eventuelle Ionbyttere paa Grund af Havvandets store Indhold af  $\text{Na}^+$  maatte være til Stede som Natriumzeolither.

Forsøget udførtes paa den Maade, at Leret først vaskedes ud med

\*) Z angiver Permutitrest (Zeolith);  $\text{A}^{--}$  angiver Anion i Opløsning.



destilleret Vand for at fjerne Lerets Indhold af Salte. Derpaa rystedes i 2 Timer 75 g Ler sammen med 300 cm<sup>3</sup> københavnsk Ledningsvand, hvorefter der filtreredes og udførtes Analyse paa Filtratet. Paa Grund af Lerets store Indhold af Kolloider var Filtreringen meget vanskelig, og Leret tilbageholdt en Del Vand, saaledes at Filtratet kun var paa ca. 200 cm<sup>3</sup>. Leret behandledes derefter gentagne Gange med 300 cm<sup>3</sup> Ledningsvand, og disse Filtrater var paa hver ca. 300 cm<sup>3</sup>. Resultatet af Undersøgelsen for Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup> fremgaar af nedenstaaende Tabel.

Analyser af københavnsk Ledningsvand efter Behandling med Lillebeltsler.

Anvendt Ledningsvand	mg/l Cl <sup>-</sup>	mg/l Ca <sup>++</sup>	mg/l Mg <sup>++</sup>
1 Filtrat.....	95	17	< 1
2 — .....	81	13	1
3 — .....	71	20	2
4 — .....	59	25	3
5 — .....	57	24	8
6 — .....	55	30	11
7 — .....	55	48	16

Af Forsøget fremgaar, at Leret har været i Stand til at fjerne en betydelig Del af Vandets Indhold af Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup>, samt at denne Evne har været aftagende gennem Forsøget, idet den dog endnu ved det sidste Filtrat er ret betydelig. Det skal bemærkes, at Indholdet af HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> holdt sig ret konstant.

Naar det Plastiske Ler fra Bunden af Lillebelt saaledes viser sig at indeholde Na-Zeolither, maa man vel ogsaa vente, at andre marine Sedimenter, saafremt de i det hele taget indeholder Zeolither, vil indeholde Na-Zeolither. Selv om saadanne marine Sedimenter ligger hævet over det nuværende Hav, maa man ogsaa forvente dem bevarede som Na-Z, saafremt de da ikke paa Grund af Tilførsel af Ca<sup>++</sup> er omdannet til Ca-Zeolither.

2) Forsøg over Fjernelse af Ca<sup>++</sup> fra haardt Vand ved at behandle dette med Ler fra en Boring, der giver natriumbikarbonatholdigt Vand.

Forsøget udførtes med Ler fra en Boring ved Odense Vandværk (146.31). Det anvendte Ler var paleocænt Ler og er udtaget fra 49 til 57 m under Jordoverfladen. Forsøget udførtes paa den Maade, at 100 g Ler rystedes med 400 cm<sup>3</sup> københavnsk Ledningsvand. Efter Filtrering (der ogsaa her var meget vanskelig) behandledes Leret med nye Portioner Ledningsvand, idet der hver Gang tilsattes 300 cm<sup>3</sup> Vand. I Filtraterne bestemtes Cl<sup>-</sup> og Ca<sup>++</sup>.

Analysér af københavnsk Ledningsvand efter Behandling med paleocænt Ler fra Boring 146.<sup>31</sup>.

	mg/l Cl <sup>-</sup>	mg/l Ca <sup>++</sup>
Anvendt Ledningsvand	39	93
1 Filtrat.....	72	64
2 — .....	52	54
3 — .....	52	63
4 — .....	50	69
5 — .....	45	76
6 — .....	45	80

Af Forsøget fremgaar, at det paleocæne Ler fra denne Boring har Evne til Ionbytning, og man maa derfor antage, at naar Vandet fra Boringen var ret fattigt paa Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup> og indeholdt NaHCO<sub>3</sub>, skyldes det Lerets Indhold af Na-Zeolither. Aarsagen til det høje Indhold af Cl<sup>-</sup> i Filtraterne maa søges i, at Vandet fra Boringen var noget salt.

Der skal ikke her gengives flere Forsøgsresultater, men kun anføres, at paleocænt Ler fra en Boring ved Holbæk Vandværk ogsaa viste ionbytende Egenskaber. Det samme var Tilfældet med Ler fra Boring 169.<sup>28</sup>, Langbrogaard ved Sønderborg, idet saavel mellemoligocænt Ler fra 160 m Dybde som eocænt, plastisk Ler fra 208 m Dybde var i Stand til at fjerne Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup> fra haardt Vand.

Desuden blev der udført nogle Forsøg med paleocænt Ler fra Rugaard og Kerteminde. Disse Lerprøver, der var udtaget i Klinerne, kunde ikke i den Tilstand, hvori de befandt sig ved Udtagelsen, nedsætte Vandets Indhold af Ca<sup>++</sup>. Men efter Regeneration med en NaCl-Opløsning var ogsaa de i Stand til at fjerne Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup> fra Vand. De havde altsaa de samme ionbytende Egenskaber, men Ionbytterne var blot i Tidens Løb paa Grund af gennemsivende Vands Indhold af Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup> blevet mættet med disse. Det er værd at bemærke, at flere af de anvendte Lerprøver havde et betydeligt Indhold af CaCO<sub>3</sub>.

Man kan selvfølgelig ikke i Laboratoriet i fuld Udstrækning efterligne Forholdene i Naturen; i Naturen vil der være langt bedre Reaktionsbetingelser paa Grund af de meget store Mængder af Ler i Forhold til Mængden af Grundvand, samt Vandets langsomme Bevægelse igennem Jordlagene. Men Forsøgene viser, at Betingelserne for Ionbytning er til Stede. Iagttagelse af Forholdene i Naturen peger afgjort i samme Retning, idet man ikke blot her finder, at Ionbytterne afgiver Na<sup>+</sup> og optager Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup>, men ogsaa at Processen i nogle Tilfælde gaar i den anden Retning, det vil sige, at Processen svarer til det, man ved den tekniske Vandrensning kalder »Regeneration af Filtret«.

Et godt Eksempel herpaa har man i Forholdene, som de i de senere

Aar har udviklet sig ved Kalundborg Vandværk (se Side 104). Iøvrigt vil disse Forhold blive drøftet nærmere under de forskellige Vandtyper.

Ved Københavns Vandforsynings Grundvandsundersøgelser ved Ramsø fandtes flere Boringer, der gav natriumbikarbonatholdigt Vand, og den Forklaring, der bliver givet paa Aarsagen til dettes Tilstedeværelse, falder sammen med de Resultater, vi er kommet til (33). Da nærliggende Boringer giver stærkt salt Mineralvand, kan det udmærket tænkes, at de derværende Zeolither kan skylde saadant Vands Fremtrængen deres Tilstand som Na-Zeolith. (Se iøvrigt Side 93 om Betingelser for Mineralvandets Regeneration).

At blødt Vand med Natriumbikarbonat kan fremkomme som Følge af Ionbytning i Jordlagene, er iøvrigt ogsaa kendt adskillige Steder i Udlandet (42, 51, 53).

---

Det Materiale af Analyser, der har staaet til vor Raadighed, har som allerede omtalt været meget forskelligartet saavel i Analysernes Omfang som i Særdeleshed ved Opgivelsesmaaden for de enkelte Stoffer.

Ved den foreløbige Behandling af Analyserne gik vi den Vej, at vi for at kunne drage direkte Sammenligning mellem Analyserne regnede de enkelte Stoffer om i Milliækvivalenter/Liter ved at dividere med den opgivne Forbindelses Ækvivalentvægt (se Side 180). Tillige tegnedes hver Analyse, hvis Udførelse var omfattende nok, op i et Diagram (sammenlign Side 184 og Tavlerne med grafisk Fremstilling af Analyser). Saadanne Diagrammer anskueliggør saavel Koncentrationen af Saltene i Vandet som Vandets Type.

For de Analysers Vedkommende, der er medtaget i Afhandlingen, har vi valgt at opgive de enkelte Stoffer som Ioner i de Tilfælde, hvor de maa antages at være tilstede som saadanne. Hvor  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{--}$ , og andre Forbindelser, der ikke i Almindelighed er angivet ved Vandanalyserne, er opgivet i Tabellerne, findes de anført i Kolonnen længst til højre.

## Kap. III. Grundvandstyperne og deres geologiske Optræden.

### 1. Ferskvand.

#### Ferskvand uden Natriumbikarbonat.

Den største Gruppe af Grundvand, der her skal behandles, er det normale, ferske Grundvand, og de Stoffer, der optræder heri, er i det store og hele omtalt i det foregaaende. Vand, der hører til denne Gruppe, udmærker sig ved at have et ret lavt Indhold af Salte, idet det dog er stærkt varierende paa Grund af Jordbundens varierende Sammensætning m. m.

Indholdet af  $\text{Cl}^-$  vil i Almindelighed ligge betydeligt under 100 mg/l, sjældent dog under 20 mg/l. Indholdet af  $\text{SO}_4^{--}$  vil oftest variere inden for samme Størrelsesorden. Kommer Indholdet af disse Ioner højere op, maa særlige Forhold gøre sig gældende, f. Eks. en svag Indblanding af Saltvand eller Tilførsel af forurenede Vand. Indholdet af Alkalimetallerne,  $\text{Na}^+$  og  $\text{K}^+$ , er ligeledes mest ringe, selv om det kan variere en Del. Det samme gælder Indholdet af Magnium. De to Ioner, der oftest optræder i størst Mængde, er  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{Ca}^{++}$ ; Mængden af disse to Ioner er under de fleste Forhold ret afhængig af hinanden, idet den fri  $\text{CO}_2$  i Vandet ved kalkholdige Jorder opløser  $\text{CaCO}_3$  under Dannelse af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{HCO}_3^-$ . Derfor vil ogsaa Vandet fra de kalkfattige midt- og vestjydske Jorder være fattigt paa disse Stoffer.

For at foretage en praktisk og overskuelig Inddeling af det ferske Vand har vi grupperet det efter Haardhed:  $0^\circ$ — $8^\circ$ ,  $8^\circ$ — $16^\circ$ ,  $16^\circ$ — $24^\circ$  og over  $24^\circ$  efter den tyske Haardhedsskala.

#### Blødt Vand ( $0$ — $8^\circ$ ).

Hertil Tavle I og X.

Som det vil fremgaa af Analysetabellen og Kort, optræder det bløde Vand særligt i Midt- og Vestjylland. Aarsagen hertil er en dobbelt. For det første de stærkt udvaskede, sandede kalkfattige Jorder, og for det andet den store Nedbør og det barske Klima, der gør, at disse Egne maa henføres til Vesteuropas stærkt humide Hedeomraade; der udvikles her en fuldstændig Podsolering (se Side 24). Selv om det Vand, der

slipper igennem Podsoleringshorisonten, er stærkt surt paa Grund af sit Indhold af Humussyrer og fri Kuldioxyd og derfor besidder aggressive Egenskaber, forbliver det dog fattigt paa opløste Stoffer, idet Jordbunden paa Grund af stærk Forvitring er fattig paa eller fuldstændig mangler  $\text{CaCO}_3$ , ligesom de nogenlunde let angribelige Silikater allerede er forvitret.

Ser man saaledes paa S sammensætningen af Grundvandet, som det optræder i en udpræget Hedeegn som Grindsted (114), da finder man

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{--}$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
5.37	Bagterp Vandværk.....	4/4-30	110	29	20	0	38	7
10.17	Thorshøj Vandværk.....	5/5-34	108	41	28	0	44	5
11.17	Frederikshavn Vandv. Haandbæk .	28/10-30	104	48	46	0	43	8
—	—	1/11-30	85	64	87	0	43	9
—	—	6/11-30	61	58	53	0	40	9
26.18-19	Vodskov Aandssvageanstalt.....	20/9-13	153	13	18	0	49	4
55.27	Stoholm Vandværk.....	1/8-34	118	24	22	Sp.	44	3
66.1	Folkekuranstalten, Hald.....	23/2-17	88	49	30	0	46	3
66.18	Viborg Andels Mejeri.....	10/7-29	92	51	23	0	46	5
67.29	Mammen Andels Mejeri.....	29/3-30	0	33	30	0	12	4
72.57	Staby.....	Juli-35	20	46	55	tilst.	14	11
72.58	Vedersø Præstegaard.....	Juli-35	92	19	42	0	29	4
72.66	Vedersø.....	Juli-35	18	33	58	tilst.	20	15
72.88. b	Husby Skole.....		131	14	32	Sp.	33	9
73.15	Lillelund Skole.....	23/4-32	30	33	37	6	25	3
83.10	Spjald Vandværk.....	27/3-33	0	14	34	0	12	7
84.21	Vildbjerg Vandværk.....	24/10-30	75	26	46	Sp.	19	8
cfr. 85.60	Herning Kartoffelmelsfabrik.....	19/8-22	8	15	21	0	6	2
87.1	Lysbro Fabriker, Silkeborg.....	7/12-18	69	17	18	0	29	1,2
87.12	Silkeborg Vandværk.....	16/1-34	111	25	28	0	43	4
—	—	22/6-33	105	30	29	0	46	4
87.13	Silkeborg Bad. Kildesøen .....	20/9-29	36	25	36	0	25	3
—	— Lille Kilde.....	19/2-30	88	31	66	0	46	4
—	— Boring v. Kildesøen	19/2-30	61	12	25	0	23	3
87.15. b	Ry Vandværk.....	18/2-33	54	22	20	0	27	2
87.15. c	— .....	16/8-29	104	78	15	0	41	2
93.6	Skjern Margarinefabrik.....	13/8-27	140	13	20	0	47	3
93.8	Lem Vandværk.....	20/10-33	24	49	40	0	15	Sp.
93.9	Skjern Vandværk.....	12/8-33	152	4	20	0	38	9
95.1. a	Clasonsborg.....	16/10-29	40	8	25	0	14	3
95.16	Brande Vandværk.....	21/8-13	12	Sp.	18	15	14	2
98.58	Fruering Skole.....	Aug.-34	119	39	18	Sp.	51	2
103.2	Olgod Vandværk.....	24/2-14	14	22	36	20	17	2
104.12	Blaahøj Mejeri.....	22/10-30	6	31	37	0	6	5
114	Grindsted.....	4/3-30	0	29	20	Sp.	0	0

i en enkelt Analyse, at Vandet hverken indeholder  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$  eller  $\text{Mg}^{++}$ , og at Indholdet af disse Stoffer ved de andre Lokalteter ligger meget lavt. Vandet fra den 32 m Boring, analyseret 4/2-05, viser et højt Indhold af  $\text{Cl}^-$  og  $\text{NO}_3^-$ , hvilket utvivlsomt maa tilskrives Forurening.

Idet der iøvrigt ikke skal gaas nærmere ind paa de enkelte Analyser, skal det dog bemærkes, at der i Vandet fra det sydvestlige Jylland ofte findes et betydeligt Indhold af  $\text{NO}_3^-$ .

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Haard- hed. °	
0,15	0,02	0	11	0,8	..	7,9	4	0	0	7,0	
0,2	0,05	0	19	1,2	13	7,8	2	0	0	7,2	
6,8	0,3	0	22	3,8	..	7,0	35	0	0	7,8	»Bor. 3«
2,1	0,3	0	52	4,2	..	6,8	40	0	0	8,1	»Bor. 4«
3,6	0,2	0	20	2,3	..	6,7	59	0	0	7,6	»Bor. 5«
..	..	Sp.	12	1,0	..	..	19	0	0	7,8	
0,3	0	0	14	1,3	15	7,2	7	0	0	6,7	
0,8	..	0	18	2,5	..	..	12	0	0	4,9	
2,7	0,2	0	9	0,7	..	7,0	22	0	0	7,6	
1,9	..	0	12	2,1	..	5,4	35	0	0	2,5	
0,4	..	0	28	3,9	..	5,6	27	..	..	4,5	
Sp.	..	0	31	2,6	20	7,1	10	..	..	4,8	
0,9	..	Sp.	9	3,2	..	6,3	11	..	..	6,2	
0,2	Sp.	Sp.	22	1,3	..	7,2	7	..	..	6,7	
12,4	..	Sp.	9	1,5	..	5,2	71	0	0	4,2	
0,4	0	0	5	2,7	..	4,0	44	0	0	3,4	
0,5	..	0	34	2,4	..	..	37	0	0	4,4	
1,1	..	0	15	1,9	..	..	56	0	0	1,1	
0,8	..	Sp.	8	1,2	..	..	12	0	0	4,3	
0,4	0,2	0	15	1,2	8	7,0	11	0	0	6,7	
0,3	0,3	0	13	0,8	..	7,0	10	0	0	7,3	
3,0	Sp.	0	13	3,3	..	6,8	53	0	0	4,2	
0,7	0	0	31	0,6	..	7,3	13	0	0	7,2	
3,1	0,3	0	11	1,1	..	7,1	18	0	0	3,9	
0,1	0,2	0	10	1,0	..	6,9	19	0	..	4,1	
0,4	0,03	0	35	0,2	..	7,1	25	0	0	6,2	
7,8	..	0	6	1,0	..	7,2	17	0	0	7,3	
5,0	0,09	Sp.	37	1,2	..	5,7	55	0	0	2,1	
0,2	..	0	12	3,9	..	7,9	0	0	0	7,3	
0,4	Sp.	0	13	0,3	..	6,8	13	0	0	2,5	
1,6	..	Sp.	1	1,0	..	..	25	0	0	2,4	
1,4	0,05	0	13	2,6	20	6,5	51	Sp.	0	7,6	
0,2	..	Sp.	23	1,0	..	..	32	0	0	2,8	
7,3	0,1	0	19	0,5	..	4,5	77	0	0	2,0	
1,7	..	0	25	1,0	..	5,2	29	0	0	0	Bor. c. 10 m (i Sand)

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
114	Grindsted.....	4/2-05	16	33	146	34	19	7
114.3	— .....	1/9-23	0	12	19	Sp.	9	2
114.5	Grindsted Andels Mejeri.....	4/6-29	3	8	25	0	3	3
114.7.a	Grindsted Jernbanestation.....	11/6-29	25	22	21	0	7	2
116.35	Vinding Vandværk.....	21/7-34	76	25	20	0	29	2
120.2	Oksbøl. Stampemøllen.....	10/4-30	18	12	57	0	0	Sp.
121	Hjerting.....	3/7-26	12	12	47	0	Sp.	1
121.1.a	Hjerting. Kystsanatoriet.....	11/11-13	12	20	73	0	20	4
123.2.a	Baldersbæk.....	1/8-16	134	18	24	Sp.	34	8
130.60	Esbjerg. Hermetikfabriken.....	10/6-19	18	25	58	39	14	9
130.61.a	Esbjerg Svineslagteri.....	7/12-28	0	120	67	28	20	13
131.7.a	St. Darum Mejeri.....	27/4-20	0	29	43	36	14	7
133.84	Lunderskov Jernbanestation.....	4/8-31	144	41	32	Sp.	48	4
141.9	Gram Vandværk.....	9/4-29	91	53	37	15	44	3
142.8	Jels Vandværk.....	22/12-30	52	16	22	40	35	2
149.5	Skærbæk Vandværk.....	6/10-33	0	12	35	70	33	9
—	— .....	18/6-31	49	16	67	22	21	2
150.9	Toftlund Kartoffelmelsfabrik.....	6/10-33	0	33	30	Sp.	21	Sp.
151.19	Vojens Vandværk.....	30/6-33	61	25	22	0	29	2
160.5	Rødekro Vandværk.....	14/5-30	110	45	20	Sp.	47	2
205.27	Alkestrup Vandværk.....	15/8-18	122	15	18	0	43	2
246.63	Arnager.....	6/11-31	61	64	23	0	44	4
247	Nexø .....	25/5-23	92	34	15	38	35	7

## Middelhaardt Vand (8—16°).

1.4	Skagen Vandværk .....	8/11-33	140	10	50	0	47	7
5.36	Sct. Knuds By Vandv., Hjørring..	1/2-34	114	59	44	Sp.	59	10
10.5	Vraa Vandværk.....	31/5-16	167	41	43	Sp.	46	8
11.17	Frederikshavn Vandv., Haandbæk.	11/8-30	186	90	57	Sp.	84	9
17.6	Voergaards Mark.....	7/6-35	52	87	48	..	48	10
17.53	Dybvad Vandværk.....	7/1-35	83	34	29	Sp.	45	8
24.15	Bonderup Vandværk.....	19/4-34	246	19	25	0	56	17
27.64.c	Melholt Mejeri.....	6/6-35	195	79	77	tilst.	77	11
30.11.d	Thisted Vandværk.....	23/4-32	198	12	40	8	79	2
34.46	»Damgaard« And. Mej., Fjellerad..	28/4-30	238	13	32	23	94	4
36.4.b	Hordum Vandværk.....	15/3-34	185	45	38	0	71	5
37.16	Erslev Andels Mejeri.....	9/3-31	244	49	87	24	106	4
40.15	»Himmerland« Mejeri, Aars.....	25/7-30	153	64	31	0	79	5
41.19	Skørping Sanatorium.....	8/4-05	180	15	33	0	63	6
44.2	Hvidbjerg Vandværk.....	17/3-34	253	36	47	0	88	7
47.20	Fjelso Andels Mejeri.....	33	195	13	21	Sp.	65	4
49.33	Hobro Vandværk, Rosendal.....	25/8-30	134	35	32	40	71	3
49.34	Hobro Vandværk, Horsø.....	24/4-34	153	43	36	37	79	4
49.53	Mariager Vandværk.....	12/12-34	208	12	28	0	55	12
54.26	Vinderup Vandværk.....	17/12-26	183	9	19	0	56	4

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
..	..	..	96	..	..	..	36	..	..	4,1	Boring 32 m
0,1	..	Sp.	5	0,7	..	5,3	9	0	0	1,6	
0,1	0	0	13	1,4	..	5,5	22	0	0	1,1	
0,8	..	0	21	3,0	..	..	30	0	0	1,4	
0,6	0,06	0	16	3,7	12	6,5	28	0	0	4,5	
12,0	..	Sp.	40	2,0	..	5,5	87	0	0	0	
3,0	..	0	36	0,7	..	6,6	6	0	0	0,2	
0,6	..	Sp.	31	1,8	..	..	28	0	0	3,6	
Sp.	..	0	19	1,2	..	..	9	0	0	6,7	
1,2	..	0	37	1,0	..	..	18	0	0	4,1	
0,9	..	Sp.	63	0,7	..	4,8	88	0	0	5,8	
Sp.	..	0	24	0,9	..	..	4	0	0	3,5	
0,1	..	0	31	5,8	..	6,4	20	0	0	7,6	
1,1	0,05	0	32	0,6	..	7,1	15	0	0	6,7	
0,05	..	0	12	0,5	..	7,4	4	0	0	5,3	
0,5	..	0	0	0,3	..	6,1	22	0	0	6,7	Boring 12 m
0,04	..	0	50	0,8	..	7,2	4	0	0	3,4	Boring 21,5 m
0,6	0,06	0	..	1,2	..	9,2	0	0	0	2,9	6 m Brønd
0,4	0,007	0	12	1,1	..	6,7	29	0	0	4,5	
0,8	0,28	0	18	0,9	..	7,9	2	0	tilst.	7,0	
Sp.	..	0	11	16,0	..	..	10	0	0	6,4	
1,2	0,1	0	9	0,7	..	6,8	22	0	Sp.	7,2	
0,03	..	Sp.	22	4,8	..	6,8	15	0	tilst.	6,4	

## Hertil Tavle I og XI.

0,2	0,1	0,5	15	5,0	..	7,4	7	0	Sp.	8,1	indeh. H <sub>2</sub> S
0,5	0,02	0	13	1,0	7	7,8	2	0	0	10,6	
0,3	..	Sp.	42	0,4	..	..	3	0	0	8,4	
0,4	0,4	0	38	4,8	..	7,5	7	Sp.	0	13,7	
2,0	..	0	17	3,2	14	6,0	15	..	..	9,0	
0,4	0,05	Sp.	0	1,7	72	7,9	1	Sp.	..	8,1	
0,1	0,03	0	21	0,8	21	7,8	7	0	0	11,8	
Sp.	..	..	52	..	18	6,7	13	..	..	13,2	
0,05	0	0	15	0,6	..	7,5	10	0	0	11,5	
<0,1	0	0	9	0	24	7,3	9	0	0	14,2	
0,9	0,1	0	24	1,9	24	7,9	6	0	Sp.	11,1	
0,02	..	0	52	0,6	..	7,7	12	0	0	15,7	
0,1	..	0	8	2,4	..	7,3	13	0	0	12,3	
0,2	..	0	13	0,7	..	..	6	0	0	10,1	
1,8	0,1	0	27	3,3	24	7,5	16	0	0	14,0	
2,1	Sp.	Sp.	9	1,0	..	7,4	18	0	..	10,0	
<0,1	0	0	14	2,6	..	7,3	7	0	0	10,6	
0,2	0	0	17	0,6	..	7,3	7	0	0	11,8	
0,7	0,02	0	17	1,4	25	7,8	6	0	0	10,4	
0,2	..	0	14	1,1	..	..	13	0	0	8,9	



Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
54.30	»Godthaab« Mejeri, Uglev .....	7/3-31	177	62	60	0	88	2
55.37	Højslev Andels Mejeri.....	30/3-28	103	129	47	0	61	10
55.84	Skive. Bryggeriet »Thordal« .....	27/11-26	128	89	66	0	82	13
56.15	Skals Andels Mejeri.....	13/2-15	266	67	69	92	95	10
59.26	Harridslev Vandværk.....	28/6-33	178	25	27	0	68	6
cfr. 64.4	Hjerm Mejeri.....	17/8-31	168	21	32	Sp.	66	Sp.
65.16	Haderup Andels Mejeri.....	28/9-29	159	10	25	0	51	5
66.84	Viborg Vandværk.....	1/6-34	140	52	28	14	68	6
68.4.c	Randers. De Danske Spritfabr....	19/1-24	256	21	43	0	74	11
68.29	Randers Vandv., Bor. Vesterkær...	27/9-12	258	21	21	0	84	5
70.24	Ryomgaard Mejeri.....	15/6-24	226	25	22	Sp.	71	6
73.7	Skærum Andels Mejeri.....	4/10-29	171	8	27	0	57	10
74.19	Aulum Andels Mejeri.....	20/1-30	104	30	27	0	51	4
76.10	Kjellerup Vandværk.....	29/3-30	180	82	23	0	85	9
77.2	Palstrup.....	5/5-19	150	28	20	0	64	1,2
78.5	Hadsten Vandværk.....	10/4-15	194	36	25	0	74	2
78.11	Hammel Vandværk.....	17/7-29	134	38	23	0	57	4
79.15.c	Lisbjerg Vandværk.....	18/5-33	252	36	21	0	91	7
87.3.b	Silkeborg Papirfabrik.....	18/12-33	260	37	23	Sp.	68	11
87.19	Laven Vandværk.....	20/5-35	192	40	21	0	64	7
90.7	Ebeltoft Vandværk.....	13/9-32	195	41	25	Sp.	71	7
90.8	Thorup Mejeri.....	26/3-33	262	47	28	0	92	7
97.2.a	Brædstrup Mejeri.....	12/2-23	240	38	24	0	82	5
105.21	Dorken Skole.....	3/11-24	122	34	19	Sp.	55	2
106.7	Hatting Mejeri.....	1/7-19	220	49	24	0	57	18
107.58	Gedved Vandværk.....	22/8-33	133	97	37	0	81	6
107.76	Bakkelund Vandværk, Horsens....	22/12-33	175	84	42	0	84	9
108.12	Orting Vandværk.....	10/11-32	223	66	23	0	95	7
116.13	Vejle fjord Sanatorium.....	1/12-10	220	27	30	Sp.	74	4
116.24	Løsning Vandværk.....	22/3-34	142	30	19	Sp.	59	5
116.33	Vejle Vandværk, Mølholm.....	1/12-33	194	32	21	0	62	7
116.39	Bredballe Strands Vandværk.....	11/1-35	159	29	14	0	51	5
117.21.b	Gammelby Andels Mejeri.....	7/2-31	186	25	20	30	76	4
120.3	Blaavand Fyr.....	4/2-16	207	31	82	0	86	8
125	Herslev, Kilde.....	19/1-16	195	43	24	0	80	2
cfr. 125.158	Fredericia Vandværk, Kongsted ...	26/9-34	204	39	28	0	77	4
127.5	Bogense Vandværk.....	8/9-33	235	22	25	0	78	5
130.97	Fanø, Hotel »Kongen af Danmark«	Maj-34	220	22	64	..	66	19
131.12.a	Bramminge Vandværk.....	11/6-30	9	82	75	7	43	10
131.13.b	— .....	32	13	114	60	tilst.	41	13
132.10	Vejen Mejeri.....	16/9-25	165	33	24	0	66	5
133.61	Kolding Vandv., Dyrehavegd. Eng. 1.	23/7-27	213	20	19	0	61	9
133.80	Vamdrup Andels Mejeri.....	33	256	11	36	Sp.	75	10
133.101	Seest Vandværk.....	24/5-33	149	33	30	0	71	2
134.118	Julemærke-Sanatoriet.....	21/1-07 <sup>7</sup>	240	32	30	0	91	4
134.131	Middelfart Vandværk.....	3/9-26	195	25	25	24	76	9

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub>	Haard- hed. °
0,4	..	0	30	0,7	..	7,6	7	0	0	12,8
5,2	..	Sp.	37	8,5	..	..	40	Sp.	0	10,9
0,2	..	0	17	1,7	..	..	26	0	Sp.	14,5
0,2	..	0	83	5,0	..	..	32	Sp.	0	15,7
0,2	0	0	6	0,1	..	7,4	6	0	0	10,9
0,7	0,1	0	18	0,8	..	7,4	11	0	0	9,2
12	0,4	0	2	1,5	..	7,1	13	0	0	8,4
0,1	0,07	0	12	0,6	..	7,4	9	0	0	13,7
..	..	..	27	..	28	..	29	..	..	12,9
2,5	..	0	13	3,9	..	..	23	0	0	12,9
0,5	..	0	18	1,3	..	7,3	2	0	0	11,2
..	0,2	0	0	0,5	..	7,1	13	0	0	10,4
1,6	0,3	0	2	0,5	..	7,1	13	0	0	8,1
2,7	..	0	5	1,5	..	7,3	9	0	0	14,0
0,2	..	0	8	2,9	..	..	1	0	Sp.	9,2
Sp.	..	0	19	0,3	..	..	14	0	0	10,6
0,5	Sp.	0	11	1,2	..	7,2	9	0	0	8,7
2,9	0,2	Sp.	8	1,5	..	7,4	18	0	0	14,3
1,9	..	Sp.	30	0,7	..	7,8	4	0	0	12,0
2,8	0,5	tilst.	16	4,2	20	6,9	37	0	0	10,6
0,08	0,04	0	15	0,8	..	7,5	4	0	0	11,5
0,8	0,2	0	20	1,0	..	7,8	9	0	0	14,5
1,7	..	0	18	1,4	..	..	6	0	0	12,6
1,3	..	0	6	0,5	..	7,4	2	0	0	8,1
Sp.	..	0	22	0,9	..	..	9	0	Sp.	12,0
1,0	0,1	0	17	1,8	..	7,6	1,4	0	0	12,6
7,5	0,3	Sp.	14	10,9	37	7,2	10	0	0	13,7
0,7	0,3	0	7	1,0	..	7,2	12	0	0	12,0
..	..	..	22	..	..	..	16	..	..	11,2
0,06	0,02	0	3	0,7	13	7,9	3	0	0	9,5
1,3	0,2	Sp.	13	1,6	24	7,5	12	0	0	10,4
0,3	0,01	0,2	15	0,6	12	6,9	9	0	0	8,1
0,02	..	0	11	0,9	..	7,6	6	0	0	11,5
0,1	..	0	33	1,0	..	..	36	0	0	13,7
<0,1	..	0	14	1,5	..	..	31	Sp.	0	11,7
0,06	0	0	18	0,8	..	7,5	7	0	0	11,7
0,9	0,5	0	14	0,8	..	7,5	14	0	0	12,1
..	..	..	23	4,4	..	..	..	..	..	13,7
0,4	0,3	0	21	1,0	..	5,8	37	0	0	8,4
0,2	0	0	26	1,3	..	4,5	59	0	..	11,5
0,4	..	0	8	0,5	..	7,8	3	0	0	10,4
0,8	0,2	0	17	0,7	..	8,0	4	0	0	10,6
1,3	Sp.	Sp.	20	1,8	..	7,6	18	0	..	12,6
0,02	0	0	6	0,5	..	7,8	10	0	0	10,4
1,7	..	0	10	1,5	..	..	3	0	0	13,7
0,12	0,02	0	4	0,7	..	7,9	6	0	0	12,6

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
144.10	Aarup Vandværk.....	3/8-12	183	20	21	0	60	4
150.2	Toftlund Andelsmejeri.....	13/12-33	183	53	40	0	91	7
150.7	Toftlund Vandværk.....	15/9-30	198	23	27	0	93	4
152.1	Sdr. Vilstrup, Ehlershjemmet.....	8/5-24	290	24	24	0	103	5
cfr. 153.6	Flemløse Vandværk.....	21/6-07	226	21	20	42	86	1,2
158.20	Bredebro Vandværk.....	17/4-34	126	38	25	0	55	7
159	Løgumkloster.....	29/1-23	122	54	29	57	71	6
160.8	Hellevad Mejeri.....	30	146	62	53	0	73	4
160.23	Aabenraa Vandværk.....	4/12-28	250	16	20	Sp.	82	4
160.24	Aarslev.....	4/11-31	192	78	20	Sp.	91	4
163.7	Hvedholm Plejehjem.....	3/4-29	281	58	22	8	106	4
164.59	Svendborg Andels-Svineslagteri.....	2/8-28	232	45	39	0	94	10
174.12	Bov Vandværk.....	7/12-33	161	45	35	0	72	4
182.10	Gilleleje.....	30/11-21	250	44	39	34	97	8
182.11	Hornbæk Vandværk.....	16/4-21	165	44	44	0	66	4
185.8	Lynæsfortet.....	13/8-21	31	167	78	10	40	14
186.12	Tisvilde Badehotel.....	5/3-19	250	49	70	0	86	7
188.93	Montebello.....	9/11-18	281	35	18	9	86	13
188.103	Horserødlejren.....	25/1-17	226	24	18	0	71	7
192.12	Egelundshuset, Gjerlev.....	12/7-24	240	24	21	0	75	4
193.4.b	»Bavnedal« Mejeri, Lyng.....	16/10-30	290	8	20	0	94	5
200.62-63	Værløselejren.....	17/8-12	308	11	27	0	91	8
200.296.a	Nybro Vandværk.....	9/10-31	192	46	18	0	74	6
200.392	Hareskovby Skole.....	6/1-20	299	85	24	0	91	8
204.39	Reerslev Andels Mejeri.....	20/4-14	262	26	24	0	94	6
206.68	Roskilde Vandværk.....	16/4-25	244	33	19	62	100	4
206.144.b	Viby. »Tofthøj«.....	29/10-20	256	33	25	Sp.	87	7
217.26	Faxe Bryggeri.....	22/7-33	329	16	35	Sp.	74	22
217.30	»Haabet« Mejeri, Ode Forslev.....	9/5-30	293	8	22	0	88	7
238.50	Horbelev Alderdomshjem.....	29/7-24	290	59	26	10	82	13
244.10	Hammeren.....	13/6-24	214	28	24	0	67	5
246.14-21	Rønne Vandværk, Sursænke.....	12/12-28	226	16	21	0	71	10
246.24+62	Rønne Vandværk, Elleby.....	12/12-28	271	75	53	0	86	15
246.71	Rønne Vandværk, Stampen.....	18/12-34	140	19	14	0	53	4
247.1	Nexø Vandværk, Pilebro.....	3/12-18	183	71	30	15	67	7
247.7	Aakirkeby Vandværk.....	14/10-33	213	21	20	0	59	9
247.12	Svaneke Vandværk.....	5/1-16	177	49	34	20	71	4

Angaaende Vand af denne Gruppe skal hovedsagelig henvises til Tabellen og Tavle I samt til Omtalen af de enkelte Stoffer i Grundvandet og til den geografisk-geologiske Oversigt i Kap. IV.

Det skal dog bemærkes, at medens Haardheden ved Vandprøver fra Sjælland i langt de overvejende Tilfælde hovedsagelig er Bikarbonat-

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °
0,5	..	0,5	16	1,2	..	..	5	0	0	9,2
2,4	..	0	0,4	0,9	..	7,5	9	0	0	14,3
1,4	0,2	0	0	1,3	..	7,4	7	0	0	12,6
4,7	..	Sp.	4	1,3	..	7,9	32	0	0	15,7
0,2	..	0	23	1,1	..	..	14	0	0	12,3
0,6	0,5	0	6	1,1	14	6,7	35	0	0	9,2
0,6	..	0	16	0,9	..	7,2	4	tilst.	tilst.	11,2
7,0	..	0	21	1,7	..	..	22	0	..	11,2
1,6	0,7	Sp.	12	3,4	..	7,9	35	0	Sp.	12,3
0,5	..	0	10	0,6	..	7,6	9	0	0	13,7
0,1	..	0	22	1,2	..	7,8	37	0	0	15,7
0,2	0,2	0	6	3,4	..	7,4	13	0	0	15,6
1,3	0,03	0	15	1,0	17	7,8	5	0	0	10,9
0,5	..	0	25	1,0	..	..	9	0	0	15,4
0,2	..	Sp.	29	8,7	..	..	5	0	0	10,1
8,7	..	2	64	3,9	..	..	11	0	0	8,7
0,5	..	Sp.	52	1,2	..	..	21	0	0	13,4
7,7	..	Sp.	11	3,0	..	..	18	0	tilst.	14,8
10,1	..	0	8	3,2	..	..	..	0	0	11,5
2,0	..	Sp.	19	1,1	..	7,8	6	0	0	11,5
3,8	0,2	..	4	5,4	..	7,3	26	0	0	14,3
1,1	..	0,5	16	1,3	..	..	23	0	0	14,6
0,7	0,1	0	8	0,3	..	7,3	9	0	0	11,8
9,9	..	0	41	5,0	..	..	2	0	0	14,6
0,2	..	Sp.	8	2,0	..	..	15	0	0	14,6
0,1	..	0	21	0,4	..	7,9	7	0	0	14,8
1,3	..	0	20	1,4	..	..	7	0	0	13,1
0,06	..	0	28	1,0	..	7,6	2	0	0	15,4
1,2	..	Sp.	13	0,8	..	7,6	15	0	0	14,0
2,7	..	0,8	35	2,6	..	7,4	19	Sp.	0	14,6
0,8	..	0	22	1,1	..	7,8	20	0	0	10,6
0,2	0	0,4	4	1,4	..	7,2	13	0	0	12,0
1,1	0	0,3	45	1,3	..	7,2	15	0	0	15,4
0,3	0,02	Sp.	5	1,6	..	7,5	4	0	0	8,1
0,1	..	Sp.	38	2,2	..	..	40	0	Sp.	10,9
0,2	0,07	0	19	0,7	..	8,4	0	0	0	10,4
0,2	..	0	28	5,5	..	..	0	0	0	11,0

3 m Brønd i gl. Have

haardhed, saa er Mineralsyrehaardheden noget mere fremtrædende for en stor Del af de Analyser, der stammer fra Jylland.

pH ligger ved saa godt som alle Vandanalyserne i denne Gruppe mellem 7 og 8, idet den er bestemt af Ligevægten mellem HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og CO<sub>2</sub>.

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>
11.17	Frederikshavn Vandv., Haandbæk.	11/11-33	166	272	57	Sp.	122	18
16.39	Thise Andels Mejeri.....	13/12-27	153	130	39	0	93	18
17.4	Dybvad.....	4/7-19	342	46	49	0	106	15
45.7	Ør. Assels Vandværk.....	29/7-33	228	96	78	0	107	8
66.8.b	Bryggeriet »Odin«, Viborg.....	12/10-17	288	144	84	0	143	11
71.8	Grenaa Vandværk.....	22/10-32	260	53	55	0	100	12
80.11.a	»Kaløvig« Andels Mejeri, Rønde...	17/12-26	275	70	48	0	114	2
85.27	Herning, Hebsgaards Trikotagefab.	15/3-25	183	114	50	0	100	10
89.113	Viby Gasværk.....	25/8-33	350	36	33	0	100	16
90.5	Ebeltoft Vandværk, Ahl.....	25/11-32	415	9	85	0	99	27
97.2.b	Brædstrup Mejeri.....	12/12-23	277	112	73	20	125	10
98.52	Sølyst Vandværk, Skanderborg....	26/8-33	377	78	32	0	132	11
106.1.b	Flemming Andels Mejeri.....	6/6-16	322	27	32	0	114	5
108.21	Gosmer Vandværk.....	11/7-34	374	116	72	Sp.	135	17
119.2	Ørby Skole.....	15/11-14	458	48	78	0	109	26
134.131	Middelfart Vandværk.....	23/9-22	311	21	28	0	105	7
135.5	»Søbjerg« Mejeri, Ørslev.....	14/4-13	397	20	34	0	103	19
135.16.a	»Dana« Margarinefabrik, Nr. Aaby.	17/4-28	311	57	57	0	120	16
142.17	»Nutiden« Andels Mejeri, Lerte....	31/5-30	336	13	107	0	100	21
145.36	Odense Vandværk.....	26/1-12	299	52	42	0	103	10
145.54	Søbysøgaard.....	19/11-32	293	45	25	0	103	13
147.6	Nyborg, Bryggeriet »Carlsminde« ..	23/9-30	341	25	39	0	117	11
155.27.a	Ringe Vandværk.....	25/8-31	375	95	60	8	153	11
156.17	Frørup Andels Mejeri.....	9/8-29	323	41	20	Sp.	112	2
161.13.b	Nordborg Vandværk.....	24/4-33	370	33	40	0	112	11
163.13	Millinge Vandværk.....	1/8-34	259	107	44	Sp.	121	9
169.1	Sønderborg Vandværk, Sundevad..	28/6-34	341	10	25	0	98	15
169.41.b	Graasten Slot.....	15/8-25	436	20	49	Sp.	115	14
170.3	Sønderborg Vandværk, Sundsmark.	28/6-34	299	25	39	0	97	11
178.9	Bro Andels Mejeri.....	29/7-30	302	47	43	0	111	12
190.14	Asnæs.....	26/9-31	372	29	37	Sp.	94	20
191.11.a	Sankerbjerg Mejeri.....	19/8-27	329	41	10	0	106	11
192.11	Jægerspris Stiftelse.....	4/7-16	366	29	85	0	103	14
193.94	Bidstrup Vandværk, Fredsholm....	12/9-34	308	12	21	0	103	8
194.17-19	Søllerød Vandværk.....	5/3-14	317	29	25	0	109	10
194.25	Skodsborg Vandværk.....	31/8-25	439	8	53	0	110	25
194.45	Lyngby Vandværk, Dybendal.....	1/8-33	333	19	53	Sp.	111	11
cfr. 196.20	Kalundborg Vandværk.....	35	329	78	40	68	138	15
196.44	Ellede Mejeri.....	4/4-35	315	120	61	..	157	8
197.24	»Brunbjerg« Mejeri, Horve.....	19/1-26	238	46	29	74	111	8
199.10	Skibby Mejeri.....	22/11-30	339	7	23	0	100	12
199.60	»Brokilde« Mejeri, Gundsølille.....	5/7-13	332	39	21	0	107	9
201.28	Nord. Kabel- og Traadf., Fabriksvej	23/10-25	348	72	71	0	109	29
201.161	Vaskeriet »Thor«, Thorasvej.....	13/2-30	366	54	50	0	98	28
201.207	Lyngby Vandværk, Brede.....	31/10-29	299	25	20	Sp.	100	11

ertil Tavle I og XII.

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	It- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub>	Haard- hed. °
12,6	0,3	Sp.	45	3,6	14	6,7	57	Sp.	Sp.	21,2
1,6	0,7	..	2	2,0	..	..	13	..	..	17,1
0,5	..	0,5	31	1,2	..	..	24	0	0	18,2
2,7	0,4	0	42	2,6	..	7,1	18	0	0	16,8
7,8	..	0	41	1,6	..	..	25	0	0	22,4
0,03	0	0	20	1,7	..	7,4	17	0	0	16,8
2,1	..	0	30	0,7	..	..	31	0	0	16,5
0,3	..	..	21	10,9	..	..	20	..	..	16,3
1,0	0,2	0	26	1,2	..	7,2	20	0	0	17,6
0,7	Sp.	1,5	50	2,1	..	7,3	33	0	Sp.	20,2
0,2	..	0	31	0,7	..	..	8	0	0	19,9
0,5	0,3	0	28	0,8	..	7,1	46	0	0	20,7
0,6	..	Sp.	13	1,8	..	..	14	0	0	17,1
0,2	0,2	0	57	2,1	11	7,1	37	Sp.	Sp.	22,7
3,1	..	1	70	4,2	..	..	35	0	0	21,2
0,7	..	0	12	1,7	..	..	26	0	0	16,2
0,6	..	0,7	26	1,6	..	..	24	0	0	18,7
0,2	0,2	0	14	1,4	..	7,4	7	0	0	20,4
3,5	0	Sp.	45	1,8	..	7,5	9	Sp.	0	18,8
1,6	..	Sp.	26	2,4	..	..	31	0	0	16,8
1,5	0,1	0	4	1,2	..	7,5	21	0	0	20,2
1,8	0,05	0	9	1,7	..	7,3	26	0	0	19,0
0,9	0,2	0	32	1,1	..	7,5	31	0	0	18,2
0,6	..	Sp.	22	0,7	..	7,3	53	0	0	16,0
5,8	0,35	Sp.	27	2,8	..	7,5	25	0	0	18,2
0,4	0,04	0	22	2,5	14	7,3	20	0	0	18,8
2,1	0,2	0,6	7	1,1	..	7,2	40	0	Sp.	17,1
..	..	2,4	44	1,7	..	7,6	18	0	Sp.	19,3
0,1	0	0	18	1,0	..	7,6	9	0	0	16,0
0,3	Sp.	0	12	1,0	..	7,4	20	Sp.	0	18,4
3,0	0,2	0,5	29	1,4	..	7,5	19	0	0	17,6
0,6	..	Sp.	7	0,8	..	7,9	6	0	0	17,3
Sp.	..	0	61	4,0	..	..	22	0	0	17,6
3,4	0,3	0	0	2,9	..	7,5	40	0	Sp.	16,2
0,9	..	0	2	1,0	..	..	37	0	0	17,6
5,4	0	0	26	2,2	..	..	35	0	0	21,2
3,3	0,07	0,2	15	1,5	15	7,6	26	0	0	18,1
0,02	0	0	26	0,6	..	..	44	0	0	22,7
..	..	..	22	..	..	..	..	..	..	23,8
0,3	..	0	16	1,5	..	7,6	2	0	tilst.	17,3
0,5	0,1	0	7	1,5	..	7,3	22	0	0	16,8
1,6	..	Sp.	17	2,0	..	..	18	0	0	17,1
..	..	..	33	..	..	..	18	..	..	21,8
1,6	0	0	21	0,7	..	7,2	33	0	0	20,1
3,9	0,2	Sp.	22	1,4	..	7,6	22	0	0	16,5

»Munkesoen Nr. 2«

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>
201.222	»Nordisk Insulinfabrik«, Gentofte ..	18/6-29	256	51	25	0	103	7
204.19	Frydendal Forskole.....	21/12-26	323	58	45	0	120	9
204.26	Jyderup, Bryggergaarden.....	7/9-16	397	74	36	0	123	16
206.7	Roskilde Højskole.....	13/11-17	342	39	24	0	110	10
206.145	Roskilde Bryggeri.....	10/5-27	241	54	31	70	106	7
207.146. b	Vridsløselille.....	1/7-19	339	81	24	0	97	14
207.214	Karlslunde Andels Mejeri.....	30/12-30	366	16	30	0	97	27
208.39	Dragør Vandværk.....	23/8-07	357	80	66	0	120	16
208.97	Hvidovre Vandv., Hovestensgaard.	23/6-31	378	20	39	0	94	26
210.6	»Filadelfia«, Dianalund.....	19/9-20	372	10	34	Sp.	108	8
210.20. a	Slagelse. De Danske Margarinefabr.	22/6-27	409	86	44	0	123	26
210.28. a	Sorø Sindssygehospital.....	25/3-27	256	139	50	21	154	9
210.39. b	Havrebjerg Mejeri.....	8/6-27	384	29	65	Sp.	94	20
210.52	Slagelse Vandværk, Valbygaard ...	18/6-31	421	18	59	Sp.	109	22
211.1	»Kildevang« Andels Mejeri, Benløse	17/10-31	342	15	16	Sp.	89	16
cfr. 211.51	Sorø Vandværk.....	11/2-32	287	19	32	0	109	6
214.72	Vemmelev Andels Mejeri.....	22/2-30	384	110	64	Sp.	137	14
217.9	»Skovdal« Andels Mejeri, Rode....	8/4-30	415	7	28	0	74	40
218.22	Strøby Vandværk.....	3/9-34	336	21	25	0	80	24
219.3	Egholm.....	17/8-18	311	54	37	Sp.	104	6
220.25	Rude Skole.....	21/9-29	421	29	60	Sp.	112	26
221.52	Herlufsholm.....	5/4-11	348	5	33	0	106	7
221.95	Lille Næstved Vandværk.....	27/9-34	293	66	28	0	119	6
222.5	Orup Mejeri.....	17/1-21	418	28	88	0	97	34
222.24	Faxinge Sanatorium.....	21/7-19	451	26	52	0	137	21
226.14	Præstø Vandværk.....	21/9-32	421	45	57	0	123	22
226.70	Oremandsgaard.....	14/9-33	464	66	95	14	168	2
229.15	Utterslev Mejeri.....	13/6-14	342	26	34	0	100	12
231.29	Vaalse Andels Mejeri.....	11/3-30	329	46	50	0	111	15
232.45	Stubbekøbing Sygehus.....	8/11-13	311	58	24	0	114	12
232.73	»Nordfalster« And. Mej., Nr. Alslev	28/9-29	329	33	43	0	109	10
235.25	Nakskov Skibsværft.....	8/12-17	293	93	40	59	140	15
236.5-6	Maribo Vandværk.....	18/1-07	412	34	30	0	111	16
237.31	Sakskøbing Sukkerfabrik.....	24/6-31	281	62	64	0	124	9
238.53	Horbelev Mejeri.....	16/10-29	366	12	75	0	111	18
238.81	Gl. Kirstinebjerg.....	23/10-29	436	0	60	Sp.	109	26
242.42	Fiskebæk Mejeri.....	16/8-19	363	15	49	0	100	22
246.75	»Bøsthøj« Mejeri, Lykkesmark.....	21/3-25	305	41	19	Sp.	101	10
247.13	Pedersker Mejeri.....	12/2-31	192	80	46	71	106	12

Der skal her som ved Vand med middel Haardhed hovedsagelig henvises til Tabellen og Tavle I samt til Omtalen af de enkelte Stoffer og den geografisk-geologiske Oversigt.

Ogsaa i denne Gruppe har Vand fra Sjælland overvejende Bikarbonat-

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
0,8	Sp.	0	5	3,2	14	7,3	15	0	0	16,0	
0,8	..	0	46	0,9	..	7,4	27	0	0	18,8	
0,9	..	0	40	2,4	..	..	9	0	0	20,8	
0,5	..	0	18	1,5	..	..	42	0	0	17,6	
0,2	..	0	28	0,5	..	8,0	12	0	0	16,5	
0,1	..	0	44	1,2	..	..	14	0	0	16,8	
..	0	0	3	1,3	..	7,3	44	0	0	19,8	
0,3	..	0,5	46	6,1	..	..	30	0	0	20,4	
2,0	Sp.	0	18	1,4	..	7,5	33	0	0	19,0	
0,9	..	0,5	26	2,2	..	7,6	7	0	0	17,1	
5,1	..	1,0	28	1,9	..	7,7	11	0	Sp.	23,2	
1,3	Sp.	0	13	4,6	..	..	15	Sp.	0	23,5	
0,8	..	0,8	54	1,9	..	7,6	19	0	Sp.	17,6	
1,6	1,4	Sp.	36	1,6	24	..	48	0	0	20,4	
0,4	0	0	15	0,8	32	7,5	13	Sp.	0	16,0	
<0,1	0	0	3	2,0	..	7,5	22	0	0	16,5	
0,7	0,3	0	55	1,5	..	7,4	35	Sp.	0	22,4	
0,4	0	0	17	1,1	..	7,5	31	0	0	19,6	
0,5	0,04	0	16	0,6	..	7,4	31	0	0	16,5	Vandpr. fra 40 m
0,1	..	Sp.	36	2,2	..	..	14	tilst.	0	16,0	
3,5	..	1,0	30	1,7	..	7,8	44	0	Sp.	21,6	
<0,3	..	0	20	1,4	..	..	36	0	0	16,5	
2,0	0,05	0	11	2,2	..	7,3	33	0	0	17,9	
0,5	..	1	51	1,9	..	..	10	0	0	21,3	
0,9	..	0,5	19	1,5	..	..	36	0	0	23,8	
0,7	Sp.	Sp.	34	0,6	..	7,3	61	0	0	22,1	Indeh. H <sub>2</sub> S
1,2	..	Sp.	99	1,2	..	7,2	98	Sp.	0	23,8	
2,0	..	Sp.	24	1,5	..	..	19	0	0	16,8	
1,4	0	0,02	21	0,2	..	7,3	20	0	0	19,0	
0,6	..	Sp.	6	2,4	..	..	20	0	0	18,8	
3,9	Sp.	0	22	0,7	24	7,4	18	Sp.	0	17,4	
3,0	..	Sp.	11	3,5	..	..	28	0	0	23,0	
2,3	..	0	31	2,4	..	..	20	0	0	19,3	
<0,1	..	0	16	2,7	..	7,6	31	0	0	19,3	
..	0	3	25	2,2	..	7,4	18	Sp.	0	19,7	
1,2	..	2	26	3,2	..	7,7	39	0	0	21,3	
2,3	..	0,5	16	1,6	..	..	48	0	0	19,0	
0,4	..	0	11	0,6	..	7,5	11	0	0	16,5	
<0,1	Sp.	0	23	1,2	..	7,1	40	0	0	17,6	

haardhed, medens Mineralsyrehaardheden som Følge af større Indhold af SO<sub>4</sub><sup>---</sup> gennemgaaende er mere fremherskende i det jyske Vand. pH ligger mellem 7 og 8.



## Meget haardt Vand (24°—)

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
89.52	Aarhus Sindssygehospital.....	2/9-26	439	247	85	0	215	13
98.57	Blegind Vandværk.....	20/2-34	494	144	87	Sp.	176	22
109.8	Brundby Vandværk.....	20/4-18	351	129	88	49	177	16
200.374	Egby-Lejren.....	11/6-15	436	33	79	0	137	22
203.12	Gørlev Andels Mejeri.....	12/8-30	293	155	78	Sp.	150	17
206.33.b	Viby Andels Mejeri.....	8/6-28	354	181	100	19	159	13
210.53	Høng Andels Mejeri.....	17/12-27	451	86	95	Sp.	155	22
212.46	Lellinge Jernbanestation.....	27/9-23	531	13	39	Sp.	105	44
218.12	»Elbæk« Mejeri, Vallø.....	11/10-30	445	30	48	0	86	52
226.65	Viemose Vandværk.....	4/10-34	506	177	28	0	199	25
233.1	Fanefjord Andels Mejeri.....	6/3-30	445	26	71	0	114	41

I Tabellen er anført nogle Analyser af fersk Grundvand, hvor Haardheden er over 24°. Ved saa haardt Vand vil en stor Del af Haardheden ofte være Mineralsyrehaardhed, og af Tabellen fremgaar ogsaa, at de haardeste af Vandene har et betydeligt Indhold af SO<sub>4</sub><sup>--</sup>.

Den største Haardhed blandt de anførte Analyser af fersk Vand er fundet ved Analysen fra Viemose Vandværk (226.65), idet den her er

## Ferskvand med Natriumbikarbonat

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
1.2	Skagen Gasværk.....	25/11-07	222	42	85	0	51	9
6.13	Sindal Vandværk.....	4/5-32	290	Sp.	62	Sp.	59	13
11.17	Fredrikshavn Vandv., Haandbæk.	9/4-30	192	49	42	0	24	2
16.37	Luneborg Mejeri, St. Vildmose....	34	641	1	92	Sp.	86	14
18.8	Agersted Vandværk.....	7/6-35	220	15	28	..	40	5
27.39	Dronninggaards Mark .....	6/6-35	329	1	24	tilst.	46	3
27.41	Osterled Gaard, Dronninglund....	6/6-35	262	21	30	0	26	5
27.42	Lykkensprøve, Geraa.....	6/6-35	329	17	47	Sp.	31	9
27.65.b	St. Vadsholt.....	6/6-35	348	95	64	Sp.	89	12
27.67	Rimmen Skole.....	6/6-35	811	0,8	23	..	68	33
27.71	Gandrup Vandværk.....	6/6-35	293	74	51	..	80	5
27.72.b	Hou Andels Mejeri.....	6/6-35	223	58	36	Sp.	52	1
48.50	Aalestrup Vandværk.....	13/11-31	201	12	43	0	43	7
54.5	Odesund Syd Jernbanestation....	10/9-17	233	4	86	0	42	8
88.47	Borum Mejeri.....	2/7-34	355	27	81	0	22	8
89.137	Aarhus Vandværk, Boring 15.....	2/1-33	477	12	36	0	95	11
89.139	Aarhus Vandværk, Boring 17.....	11/7-33	374	9	39	0	85	14
115.22	Farre .....	16/7-28	302	4	20	0	59	4
117.12	Glud Vandværk, Boring II.....	25/7-34	319	16	71	Sp.	34	24
122.6	Ose-Næsbyerg Kommune.....	22/5-16	469	21	24	Sp.	69	13

Hertil Tavle XIII.

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
2,8	..	0	65	0,7	..	7,3	26	..	0	33,0	
0,4	0,2	0	69	2,3	21	7,2	78	0	0	29,4	
<0,1	..	0	36	8,3	..	..	21	0	0	28,3	
0,2	..	0	32	2,0	..	..	36	0	0	24,3	
2,9	0,1	0	28	2,2	..	7,3	31	tilst.	0	24,9	
0,2	..	0	92	1,1	..	7,4	27	0	0	25,2	
6,2	..	1	47	2,8	..	7,6	42	0	0	26,6	
3,0	..	Sp.	25	1,2	..	7,4	21	0	0	24,9	
..	0	0	16	1,6	..	7,5	9	0	0	24,0	
2,0	0,2	Sp.	17	4,4	..	7,3	53	0	0	33,6	
0,1	0	2	15	1,8	..	7,5	13	0	0	25,4	Indeholder H <sub>2</sub> S

33,6°. En saa stor Haardhed ved Vandet er ubehageligt ved dets Anvendelse til saavel Husholdningsbrug som i de allerfleste Tilfælde til teknisk Brug.

Ved saltholdigt Vand, og ganske særligt hvor der er Regeneration med i Spillet, kan man komme op paa langt større Haardhed. Dette Fænomen falder dog indenfor andre Grupper, og vil ikke blive behandlet her.

Hertil Tavle II og XIV.

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
0,2	..	1	81	1,5	..	..	6	28	0	0	6,4	Vandpr. fra 17-20 m
2,6	0,11	1,5	53	1,9	..	7,7	19	48	0	0	11,2	
0,5	..	Sp.	91	3,2	..	7,8	7	149	0	0	3,6	
30	Sp.	0,3	151	4,6	..	7,2	59	329	0	..	15,4	
0	..	0	53	3,0	11	7,5	9	102	..	..	6,7	
0	..	..	82	..	19	7,2	13	155	..	..	7,0	
0,7	..	..	89	26,6	20	7,5	11	217	..	..	4,8	
1,6	..	0	109	12,5	28	6,7	20	256	..	..	6,4	
0	..	0	93	3,2	19	7,4	13	22	..	..	15,1	
0,1	..	0	181	9,6	22	7,3	26	605	..	..	17,1	
0	..	0	78	2,4	8	7,5	11	35	..	..	9,5	
1,0	..	0	73	13,7	6	6,9	15	80	..	..	7,3	
0,3	0,3	0	47	0,4	..	7,5	9	49	0	Sp.	7,6	
0,2	..	Sp.	79	1,1	..	..	8	78	0	tilst.	7,8	
0,5	0,04	0	159	2,1	25	8,0	8	341	0	0	4,8	
0,1	0,3	0	78	0,4	..	7,5	14	179	0	0	16,0	
1,0	0,2	0	45	1,5	..	7,3	30	57	0	0	15,1	
2,2	..	1,0	50	2,0	..	7,4	42	213	0	Sp.	9,0	
0,9	Sp.	0,7	87	3,7	..	7,2	29	122	Sp.	..	10,4	
1,0	..	0	99	1,3	..	..	24	284	0	0	12,3	

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
127.6	Bogense Andels Mejeri.....	4/10-32	311	8	25	0	79	10
130	Esbjerg.....	27/11-09	244	18	41	0	40	6
133.86. b	Lunderskov Vandværk.....	25/2-32	256	4	94	0	38	4
135.11-13	»Aalund« Mejeri, Nr. Aaby.....	16/5-13	410	23	49	0	72	18
—	—	20/4-29	348	21	27	0	85	15
136.28	Tarup Vandværk, Boring II.....	7/7-33	329	16	63	0	65	13
cfr. 140.12. b	Vr. Vedsted Sindssygehospital.....	3/12-26	220	8	45	0	18	17
168.18	Tinglev Jernbanestation.....	11/11-33	258	3	31	0	67	5
169.59	Graasten Vandværk.....	4/11-30	354	0	27	Sp.	88	11
170.11. b	Augustenborg Vandværk.....	2/8-30	393	4	65	0	85	15
171	Søby, Ærø.....	22/7-33	582	Sp.	55	0	68	28
172.10	Ærøskøbing, Iagttageshjemmet..		732	5	117	Sp.	31	11
182.5	Blidstrup Andels Mejeri.....	3/4-29	445	Sp.	36	0	95	20
186.6	»Ørekilde« Andels Mejeri, Ørby ...	24/2-23	391	0	29	0	69	27
187.28	Maarum Skovridergaard.....	16/2-32	1403	Sp.	62	Sp.	38	2
—	—	22/11-32	1372	4	50	0	47	26
187.32	Tikøb Alderdomshjem.....	16/3-33	323	4	15	0	68	15
188.120-23	Helsingør Vandv., Teglstrup Hegn	30	322	1	36	Sp.	86	7
188.129	Nyrup Skole.....	22/7-33	375	0	25	0	97	11
193.5	Faurholm, Statens Forsøgsmejeri ..	3/9-21	366	8	34	0	89	18
196.22	Kalundborg Bryggeri.....	15/6-28	439	12	87	0	92	13
196.25	Kalundborg Andels Svineslagteri...	27/6-28	457	16	72	0	94	13
196.33	Kalundborg Vandv., Tranemosen II	19/2-35	476	12	90	0	88	26
197.25	»Brokilde« Mejeri, Svinninge.....	15/10-30	390	0	45	0	91	11
197.37	Svinninge Vandværk.....	1/12-33	381	5	44	0	94	14
204.2. b	Søby Sygehus.....	25/9-18	458	20	54	0	66	12
204.24	Jyderup Vandværk, Boring III....	24/10-34	430	4	99	0	105	19
cfr. 204.28	Vedby Gaard.....	6/7-28	433	8	55	Sp.	44	26
206.33. a	Viby Andels Mejeri.....	4/11-25	560	20	24	Sp.	9	6
206.33. a	—	19/5-28	567	8	12	Sp.	9	6
206.89-90	Københavns Vandf., Ramsø.....		537	4	19	0	15	11
206.137	Københavns Vandf., Kornerup....		506	12	19	0	15	20
206.138	—		476	Sp.	17	0	15	7
211.16-17	Ringsted Vandværk.....	18/6-31	439	8	27	19	60	19
211.20	Bringstrup Andels Mejeri.....	24/1-31	537	4	102	0	15	13
211.23	Alsted Mølle.....	April-33	824	17	78	..	2,6	1,0
211.24	»Pilevang« Mejeri, Sigersted.....	30	561	16	18	0	9	2
211.26	Ringsted Mælkeforsyning.....	Marts-34	433	21	24	tilst.	44	16
211.27	—	27/3-34	445	5	17	0	62	15
213.18	Køge, Dansk Galosche- og Gummif.	19/9-28	348	14	28	..	86	8
215.6	Trifolium Mejeri, Dalmose.....	1/6-06	530	18	79	Sp.	32	7
216.16	»Kølebæk« Mejeri, Glumsø.....	3/4-24	629	10	21	0	4	2
216.44	Holsteinsminde.....	24/11-24	435	7	31	0	69	20
217.31	»Svalebæk« Andels Mejeri, Skudeløse	14/1-33	403	Sp.	40	0	97	13
222.5	Orup Mejeri.....	27/2-26	452	10	83	Sp.	82	33
222.16	Kongsted Vandværk.....	29/3-30	348	12	17	0	88	13
246.47	Rønne Vandværk, Byvangen.....	16/1-31	562	30	79	0	25	10
246.56	Nyker Andels Mejeri.....	22/7-29	299	21	46	0	60	16

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ill- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Haard- hed. °	
3,0	..	0,5	25	1,5	..	7,6	13	17	0	Sp.	13,4	
0,8	..	Sp.	70	0,7	..	..	36	126	0	0	7,0	Vandpr.f. 48,8-51,3 m
0,1	0,07	1,0	102	2,5	..	7,7	7	159	0	0	6,2	
0,8	..	1	80	1,8	..	..	12	137	0	0	14,0	
1,6	..	0,8	31	1,1	..	7,7	42	11	0	0	15,4	
2,3	..	Sp.	72	1,4	..	7,8	22	85	0	0	12,0	
0,7	..	Sp.	62	1,7	..	8,2	0	107	0	Sp.	6,4	
2,1	0,02	0	32	4,1	..	7,3	11	35	0	Sp.	10,4	
2,7	0,17	1	26	1,4	..	7,6	15	30	0	tilst.	14,8	
1,9	..	0,5	64	3,3	..	7,6	9	73	0	0	15,4	
0,3	..	10	111	6,0	..	7,6	44	276	0	0	16,0	Boring 20 m
0,2	0,04	0,6	294	8,4	30	..	37	788	0	0	7,0	
9,3	Sp.	1,6	34	7,4	..	7,4	57	40	0	tilst.	17,9	
3,1	..	1,0	36	2,5	..	7,3	17	64	0	Sp.	15,4	
0,12	..	2,5	518	13,5	..	8,0	0	1745	0	0	5,6	
1,6	..	1,5	445	10,5	..	7,9	37	1497	0	0	12,6	
2,7	..	1	22	3,0	..	7,6	19	44	0	0	12,9	
7,8	0,1	Sp.	27	3,9	29	..	37	11	0	0	13,7	
5,6	0,2	1,8	19	2,9	..	7,9	15	9	0	0	16,1	
3,0	..	Sp.	25	1,9	..	..	13	6	0	0	16,5	
1,6	..	1,5	94	3,1	..	7,4	56	118	0	Sp.	15,7	
0,4	..	1	93	3,3	..	7,5	82	141	0	0	16,0	
2,5	0,08	1,2	92	3,5	..	7,4	44	100	0	Sp.	18,2	
2,7	..	1	48	2,2	..	7,8	19	68	0	tilst.	15,1	
1,9	0,26	0,8	38	2,5	..	7,4	4	26	0	0	16,2	
3,1	..	0,6	93	2,0	..	..	25	175	0	0	14,8	
2,6	0,1	1	69	1,5	..	7,3	29	10	0	tilst.	19,0	
2,6	..	1	77	2,4	..	7,6	44	220	tilst.	tilst.	12,0	
0,06	..	1	213	1,5	..	8,4	0	685	tilst.	Sp.	2,7	
0,08	..	0,5	203	2,1	..	8,0	26	699	tilst.	0	2,6	
0,2	0	Sp.	179	1,0	..	..	..	602	0	tilst.	4,6	
0,05	0	Sp.	154	3,4	..	..	..	496	0	0	6,6	
0,2	0	Sp.	159	0,6	..	..	..	542	0	0	3,7	
0,5	0,01	0	88	1,3	20	..	20	218	0	..	12,9	
0,12	..	0,8	228	2,2	..	8,2	0	583	0	0	5,0	
0,2	..	..	..	4,8	26	..	0	1134	..	..	0,6	{ CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> 54
2,0	..	0	216	1,8	..	..	0	719	0	..	1,6	{ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 84
..	..	..	108	..	..	..	..	302	..	..	9,8	
9,9	..	Sp.	74	2,2	..	7,5	46	221	0	0	12,0	
7,8	..	..	37	..	..	..	48,4	42	..	..	13,8	
..	..	0,9	209	2,6	..	..	4	547	0	0	5,9	
0,06	..	..	248	4,4	..	8,6	0	839	0	0	0,8	indeholder CO <sub>3</sub> <sup>---</sup>
0,7	..	0,5	69	2,1	..	7,6	12	167	0	0	14,3	
1,0	..	Sp.	41	1,7	..	7,9	7	55	0	0	16,5	
0,2	..	1,3	70	1,8	..	8,3	0	42	0	0	19,1	
2,7	0,05	0,8	18	1,4	..	7,5	13	8	tilst.	0	15,4	
0,1	0	0	162	0,6	..	7,5	15	353	0	0	5,9	
0,6	0	0,6	52	0,4	..	7,3	11	46	0	0	12,0	

En særlig Gruppe af ferske Vande afviger ved at indeholde et Overskud af  $\text{HCO}_3^-$  i Forhold til  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ . Det er ikke saaledes at forstaa, at Indholdet af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  altid er meget ringe; Haardheden varierer ret stærkt og kan ogsaa blive ret høj, men Ækvivalentmængden af  $\text{HCO}_3^-$  er i denne Gruppe altid større end Summen af Ca og Mg-Ækvivalenterne, saa disse Vande kommer til at indeholde  $\text{NaHCO}_3$ .

Da  $\text{NaHCO}_3$  normalt ikke forekommer under vore Breddegrader, kan Vandets Indhold deraf ikke være fremkommet ved nogen almindelig Opløsningsproces. Natriumbikarbonat kan ganske vist opstaa ved Forvitningsprocesser; men naar Grundvandet hos os indeholder  $\text{NaHCO}_3$  i større Mængde, viser det altid hen til særlige Forhold saaledes, at Fænomenet i alt væsentligt maa forklares ved Ionbytning.

Inden dette diskuteres nærmere, kan der være Grund til at se paa den geologiske Optræden af denne Vandtype, idet vi opfatter Vandtypen som en Enhed, karakteriseret ved de sammenfaldende Egenskaber: Indhold af  $\text{NaHCO}_3$  og et meget ringe Indhold af  $\text{Cl}^-$  (i Reglen et godt Stykke under 100 mg/l).

Undersøger vi nu denne Vandtypes geologiske Optræden, saa viser det sig, at en meget stor Del af Tilfældene falder paa Boringer, der staaar i (eller umiddelbart i Nærheden af) marine Tertiæraflejringer, og det drejer sig tilmed om Vandanalyser, der viser Typens lige nævnte Karakterer i særlig udpræget Grad.

Marint Tertiær, faststaaende:

88.47	Borum	211.20	Bringstrup
117.12	Glud	211.23	Alsted Mølle
187.28	Maarum	211.24	Sigersted
196.25	Kalundborg	211.26	Ringsted
196.33	—	211.27	—
204.2.b	Sæby	215.6	Dalmose
206.33.a	Viby	216.16	Glumsø
206.89-90	Ramsø	216.44	Holsteinsminde
211.16-17	Ringsted	217.31	Skuderløse

Hertil kan føjes de Tilfælde, hvor Vandet vel hidrører fra Kvartæraflejringerne, men hvor disse i Borejournalen udtrykkeligt opgives at indeholde indblandet Tertiærmateriale.

Marint Tertiær, paa sekundært Leje:

127.6	Bogense	cfr. 204.28	Vedby Gaard
172.10	Ærøskøbing	206.137	Kornerup

En anden stor Gruppe af Forekomsterne omfatter Boringer staaende i marine Kvartæraflejringer (postglaciale, senglaciale eller interglaciale).

## Marint Kvartær, faststaaende:

1.2	Skagen	27.42	Geraa
6.13	Sindal	27.65.b	St. Vadsholt
11.17	Frederikshavn	27.67	Rimmen Skole
16.37	Luneborg	27.71	Gandrup
27.39	Dronninggaard Mark	27.72.b	Hou
27.41	Østerled Gaard	140.12.b	Vr. Vedsted

Hvortil — som før — kan føjes:

## Marint Kvartær paa sekundært Leje\*):

136.28	Tarup	170.11.b	Augustenborg
--------	-------	----------	--------------

Følgende to Forekomster hidrører fra

## Marin Jura:

246.47	Rønne	246.56	Nyker
--------	-------	--------	-------

Og endelig bliver tilbage en lang Række Forekomster, hvor Boringen staar i Kvartær alene eller i Kalk overlejret af Kvartær, uden at der foreligger positive Oplysninger om, at dette skulde indeholde Marin-aflejringer paa sekundært Leje. For en Del af de her anførte Lokalteter kan det dog siges med meget stor Sikkerhed, at Morænen eller Smeltevandsgruaset maa indeholde rigeligt, indblandet marint Tertiær eller Kvartær (især Nr. Aaby, Graasten, Kalundborg og samtlige nord-sjællandske Lokalteter).

## Glacialaflejringer:

18.8	Agersted	186.6	Ørby
48.50	Aalestrup	187.32	Tikøb
115.22	Farre	196.22	Kalundborg
122.6	Øse-Næsbjerg	197.25	Svinninge
135.11-13	Nr. Aaby	197.37	—
168.18	Tinglev	204.24	Jyderup
169.59	Graasten	206.138	Kornerup
182.5	Blidstrup		

## Kalk overlejret af Glacialaflejringer:

188.120-123	Helsingør Vandværk	213.18	Køge Gummifabrik
188.129	Nyrup Skole	222.5	Orup Mejeri
193.5	Faurholm	222.16	Kongsted Vandværk

Et endnu tydeligere Udtryk for Marinaflejringers Indflydelse paa denne Vandtypes Forekomst faas af en procentmæssig Oversigt over det her meddelte Materiale:

\*) Hertil kan — paa Grundlag af andre Boringer — sikkert henregnes den ikke nærmere oplyste Søby, Ærø (171); ogsaa 54.5 Oddesund indeholder marint Postglacial og muligvis ogsaa Tertiær. Esbjerg (130) indeholder utvivlsomt marint Interglacial.

Marin Jura, faststaaende.....	ca. 3.5	} ca. 64
Marint Tertiær, faststaaende.....	» 30	
— — sek. Leje.....	» 7	
— Kvartær, faststaaende.....	» 20	
— — sek. Leje.....	» 3.5	
Glacialaflejringer.....	» 25	ca. 25
Kalk dækket af Glacialaflejringer.....	» 10	» 10

Hvortil altsaa yderligere maa erindres, at ogsaa Glacialaflejringerne i de to sidste Grupper maa indeholde en større eller mindre Del marint Materiale af de øvrige Kategorier.

Man kan ikke komme uden om den Opfattelse, at Marinaflejringer maa spille en Rolle ved denne Vandtypes Tilblivelse, og uden Tvivl er det Zeolithminerallerne i det marine Ler, der her gør sig gældende. At Zeolitherne i en marin Aflejring oprindeligt er tilstede som Na-Zeoliter er naturligvis mest nærliggende. Men efterhaanden som Udvaskningen foregaar, vil der blive Mulighed for, at disse Na-Zeoliter paa Grund af det mere overfladiske Vands Indhold af  $Ca^{++}$  og  $Mg^{++}$  omdannes til Ca-(Mg)-Zeoliter. Ved de forholdsvis unge marine Aflejringer som i Vendsyssel kommer dette Forhold ogsaa ret tydeligt frem (se under Residualvand Side 83). Under saadanne Forhold er Ionbytningen en ensidig Proces, idet Zeoliterne fra oven af og nedefter efterhaanden omdannes til Ca(Mg)-Zeoliter, under samtidig Frigørelse af  $Na^+$ , som gaar over i Grundvandet.

Hvorvidt det samme kan anføres for de ældre marine Aflejringer, er et Spørgsmaal, som det vil være vanskeligt at besvare. Ser vi saaledes paa Forholdene, som de ytrer sig i Midtsjælland, da optræder saadant  $NaHCO_3$ -holdigt Vand med lavt Cl-Indhold vekslende med saavel normalt, fersk Grundvand som med saltholdigt Vand, der efter alt at dømme maa opfattes som Mineralvand. Dette sidste kan, som omtalt under Mineralvand, være meget haardt (Rislev Mose, 216.15), hvilket tyder paa Regeneration af Zeolitfiltret. Dersom nu Saltvandets Udbredelse i Undergrunden er underkastet Svingninger, vil Ionbytningen vekslende kunne forløbe til højre og venstre efter Ligningen



Med Hensyn til de ældre marine Aflejringers Indhold af Na-Zeoliter er der saaledes to Muligheder: At de har været til Stede fra Aflejringsens Dannelsesetid, i hvilket Tilfælde Omdannelsen af Na-Zeoliter til Ca-(Mg)-Zeoliter er en ensidig Proces, eller ogsaa at Ionbytningen paa Grund af Mineralvandets til forskellige Tider uensartede Udbredelse skiftevis forløber i den ene og den anden Retning efter foranstaaende Ligning. Der vil vel nok være størst Sandsynlighed for, at begge Muligheder gør sig gældende paa forskellige Lokalteter.

Naar  $\text{NaHCO}_3$ -holdigt Vand ogsaa kan optræde i ikke-marine Aflejringer, maa det opfattes saaledes, at ogsaa disse Aflejringer (ganske særligt Ler), kan indeholde zeolitiske Mineraler i Tilstanden  $\text{Na}_2\text{Z}$ . Der kan her — som nævnt — være Tale om indblandet marint Ler, men rimeligvis ogsaa om Zeolitmineral hidrørende fra forvitret Grundfjeld, blot Aflejringen paa et eller andet Tidspunkt har været i Berøring med  $\text{NaCl}$ -rigt Vand.

Ved en Betragtning af Tabeller og Kort fremgaar det, at fersk  $\text{NaHCO}_3$ -Vand optræder nærmest i de samme Egne som Saltvand. Betragter vi først Vendsyssel, da finder vi her flere Steder  $\text{NaHCO}_3$  i Vandet fra Brønde og Boringer til ringe Dybde i Omraader, hvor vi fra større Dybde faar Saltvand. Dette staar i Forbindelse med det Udvaskningsfænomen, der er omtalt under Residualvand (se nærmere Side 84). Nogle af disse Vande (1.2—6.13—16.37—27.65.b) har ogsaa et noget højt Kloridindhold, der tyder paa en ikke fuldstændig Udvaskning af Residualvand eller ogsaa paa en mindre Indblanding af dette fra større Dybder. Ligesom ved en Del af Residualvandene finder vi ogsaa her ved nogle Analyser (16.37 og 27.67) paafaldende højt  $\text{HCO}_3^-$ -Indhold og samtidig saa godt som intet  $\text{SO}_4^{--}$ , hvilket maa have samme Aarsag, som omtalt under Residualvand.

I Nordsjælland er denne Vandtype ogsaa almindeligt udbredt. Ganske unormalt højt er  $\text{HCO}_3^-$ - og  $\text{NaHCO}_3$ -Indholdet i Vandet fra Maarum Skovridergaard (187.28). Vandet fra denne Boring udmærker sig desuden ved at mangle  $\text{SO}_4^{--}$  og ved et meget højt Iltforbrug. Tillige gav Boringen Gasudstrømninger. Disse Forhold tyder paa, at det høje Indhold af  $\text{HCO}_3^-$  skyldes Iltning af Kulbrinter under samtidig Reduktion af  $\text{SO}_4^{--}$  til Sulfid (se derom nærmere Side 38). Samme Forhold gør sig gældende paa Ærø, hvor der ogsaa er iagttaget Udstrømninger af Gas (172.10).

I Midtsjælland findes der flere Steder fersk Vand med Indhold af Natriumbikarbonat. Sulfatindholdet er gennemgaaende lavt og Iltforbruget ret højt. Det højeste Indhold af  $\text{HCO}_3^-$  (og derved ogsaa af  $\text{NaHCO}_3$ ) er bemærket i Vand fra Alsted Mølle (211.23); dette indeholder tillige Karbonat ( $\text{CO}_3^{--}$ ) og derved ogsaa Natriumkarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Det frisk oppumpede Vand viser sig at indeholde en Del Gas, uden at det dog er undersøgt, hvilke Luftarter det drejer sig om.

Indholdet af  $\text{HCO}_3^-$  varierer stærkt ved disse Vande, idet det dog gennemgaaende ligger højt. Endnu stærkere varierer Indholdet af  $\text{NaHCO}_3$ , idet Indholdet af  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  varierer meget (udtrykt i Bikarbonathaardhed fra  $0,6^\circ$  til  $19,1^\circ$ ). Sulfatindholdet er i mange Tilfælde kun ringe, hvilket tyder paa, at Sulfatreduktion er ret almindelig under de Forhold, hvorunder Vandtypen optræder. Iltforbruget ligger ved de stærkt alkaliske Vande gennemgaaende højt, hvilket maa skyldes



dette Vands større Evne til Opløsning af organiske Stoffer. En Parallel hertil haves i visse tropiske Floder med et stort Indhold af  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  og hermed følgende stort Indhold af opløst organisk Stof (8 S. 94). Lige-

## 2. Saltholdig

## a. Marint Infiltrationsvand

## Marint Infiltrationsvand

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{--}$	Cl-	$\text{NO}_3^-$	Ca++	Mg++
7.19.b	Hirsholm.....	25/4-31	366	29	185	0	103	22
31.2.a	Skarrehage Molerværk, Mors.....	4/8-17	44	326	156	0	14	10
31.2.c	—.....	20/8-21	122	1211	8520	0	252	508
44.3	Ydby. Vøgterhus.....	29/2-28	244	29	170	0	73	9
72.78	Husby Klit.....	35	31	44	208	0	12	12
89.152	Vejlby-Risskov Kommune.....	31/5-34	113	68	152	0	32	13
—	—.....	10/7-34	130	78	165	0	44	16
91.1	Hjælm Fyr.....	10/10-16	396	192	364	69	243	31
92.3	Hvide Sande.....	28/2-34	140	4	300	0	68	17
107.87	Hjarnø Lodseri.....	26/5-16	264	55	182	0	129	38
109.10	Langøre Skole.....	4/12-20	354	272	365	0	140	33
—	—.....	4/12-20	403	7	1454	0	232	65
137	Enebærøde, Militærlejr. Brønd ...	22/4-31	153	85	328	39	57	26
166	Højer. 6 m Brønd.....	3/9-20	354	379	510	221	203	39
166	— 7 à 8 m Brønd.....	24/9-20	342	107	146	0	129	16
166	— 20 m Boring.....	10/10-21	305	71	117	0	106	4
166.3-5	Tønder Vandværk.....	31/8-29	348	66	165	7	118	9
166.16	Højer. Sønderjydsk Tæppefabrik ..		248	..	166	..	115	19
166.19	Tønder og Omegns Eksp. Svineslagt.	19/10-28	..	103	262	10	26	7
166.39	Tønder Mejeri.....	31/8-29	415	152	150	157	182	22
cfr. 173.28	Siø.....	30/8-15	342	167	152	44	88	19
180	Hesselø.....	19/1-10	397	194	379	26	237	42
180	Hesselhus, Hesselø.....	28/11-13	444	132	219	15	126	33
cfr. 189.5	Tadebæk Andelsmejeri, Sejerø.....	30/7-30	256	130	163	0	123	21
cfr. 196.20	Kalundborg Vandv, Ledningsvand.	16/8-34	403	262	928	Sp.	331	47
196.37	Blindeskolen, Kalundborg.....	5/12-33	366	215	567	Sp.	258	33
201.159	Dansk Chromlæderfabrik, Valby...	25/3-29	372	186	114	0	160	33
201.195	Dansk Soyakagefab., Islands Brygge	3/10-25	305	134	192	0	131	26
201.236	Telemarksgade 3, København.....	25/2-33	476	559	272	0	220	68
201.276	Saltholm Kalkbrud.....	13/10-35	451	1296	8900	..	335	591
203.26	Kalundborg Mejeri.....	4/4-35	398	29	101	..	111	20
208.11.b	Grundejerforen. »Søvang«, Amager..	23/6-25	499	150	863	Sp.	167	88
208.48	Kongelunds batteriet.....	28/8-14	438	195	146	0	122	35
—	—.....	7/8-16	602	370	959	0	304	84
208.49	Baltica-Værftet, København.....	2/12-18	416	436	4012	0	415	241
208.124	Længsteøjlejren, St. Magleby.....	15/7-16	443	255	997	10	195	100
208.125	Kastrupfortet.....	26/9-15	421	155	206	0	105	45

som ved Mineralvandet er  $\text{NH}_4^+$  almindelig i Vand af denne Type, idet det er til Stede i 76 % af de Tilfælde, hvor der er undersøgt for dette Stof.

## Vand.

Hertil Tavle III og XV.

uden Natriumbikarbonat.

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Hlt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
0,03	..	Sp.	112	4,9	..	7,7	7	0	tilst.	19,4	
0,9	..	..	238	0,5	..	..	8	0	tilst.	2,9	
..	..	..	4902	..	..	..	13	..	..	152,1	
2,3	..	Sp.	116	10,4	..	7,8	13	0	0	12,2	
0,3	..	0	131	3,3	..	6,3	10	0	..	4,4	
0,2	0,3	0	113	4,8	26	7,9	3	0	Sp.	7,4	
0,2	0,3	Sp.	113	3,8	21	8,1	2	0	0	9,8	
0,2	..	Sp.	165	1,1	..	..	22	0	0	41,1	
1,0	0,27	0,75	153	1,9	..	7,8	4	0	0	13,4	
0,1	..	Sp.	25	1,1	..	..	23	0	0	26,7	
0,5	..	Sp.	705	4,0	..	..	3	0	0	27,2	3 m Brønd
1,6	..	3	475	10,1	..	..	7	0	0	47,3	10 m Brønd
0,1	0	0	211	40,0	..	7,3	15	0	Sp.	14,0	
0,2	..	0,8	420	5,9	..	..	26	Sp.	0	37,3	
1,1	..	Sp.	94	1,7	..	..	9	0	0	21,8	
1,6	..	0	94	1,4	..	..	7	0	0	15,7	
0,16	..	0	120	5,2	..	..	8,1	42	0	18,5	
0,15	..	Sp.	..	..	..	..	6,9	45	0	20,7	
Sp.	..	0	..	..	..	..	..	0	..	5,3	
0,1	..	0	135	7,5	..	7,1	164	tilst.	0	30,4	
0,4	..	0	184	3,0	..	..	8	tilst.	0	19,0	
1,0	..	1	165	6,0	..	..	15	tilst.	0	42,8	
0,6	..	Sp.	171	3,8	..	..	25	Sp.	0	25,2	
0,2	0,1	0	83	4,1	..	7,6	4	0	0	22,1	
0,2	0,3	0	409	2,8	29	6,9	85	Sp.	Sp.	57,2	
0	0	Sp.	249	2,9	24	7,6	28	Sp.	0	61,6	
2,5	0	0,2	57	3,0	..	7,3	13	0	0	29,9	
..	..	..	103	..	..	..	53	..	..	24,3	
0,6	..	1,0	242	8,0	..	7,7	42	0	0	46,3	
..	..	..	5060	..	..	..	..	..	..	182,8	
..	..	..	64	..	..	..	..	..	..	20,0	
2,3	..	2,0	479	4,2	..	7,2	36	0	0	43,7	
0,8	..	Sp.	166	5,2	..	..	37	0	0	25,0	
1,3	..	1,9	564	6,9	..	..	47	0	0	61,7	
3,2	..	1,0	1802	4,6	..	..	11	0	0	53,7	
0,2	..	0,5	526	10	..	..	3	0	0	50,2	
1,7	..	Sp.	161	5,0	..	..	18	0	0	24,9	

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
214.37	Korsør Elektricitetsværk.....	27/4-06	712	644	613	Sp.	263	117
214.38	Korsør Vandværk. Søskær Mose...		576	71	639	..	126	39
214.78	Kählers Teglværk, Korsør.....	1/11-28	409	16	948	Sp.	240	43
219.2	Omø Fyr.....	12/8-19	549	288	1641	0	229	111
220.9	Kobæk, Skelskør.....	29/6-14	463	44	589	0	115	65
221.111	Enø.....	2/8-35	458	49	390	..	128	43
225.10	Agnø Gaard.....	26/7-30	497	111	1255	0	165	83
226.46	Oringe.....	1/8-14	474	41	170	0	132	30
237.20.a	Hyldehus, Oreby.....	25/6-27	531	223	260	0	227	46

## Marint Infiltrationsvand

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
31.2.b	Skarrebage Molerværk.....	4/8-17	329	160	467	0	8,6	7
109.11	Ballen Andels-Slagteri.....	28/8-29	485	0	156	0	102	22
184.3	Odden Andels Mejeri.....	19/10-26	927	185	425	Sp.	41	26
185.5	Nykøbing Nordstr., Frederiksberg Skolevæsen.....	2/3-32	560	10	348	0	40	37
191.7.b	Nykøbing Vandværk.....	8/5-29	524	68	471	0	60	62
cfr. 196.20	Kalundborg Vandværk.....	15/7-11	458	Sp.	172	0	60	13
208.42.b	Tommerup.....	34	464	76	106	..	48	37
—	— .....	—	530	107	343	..	52	44
—	— .....	—	537	160	476	..	59	60

## Geologisk Optræden.

Forholdet imellem det ferske Grundvand inde i Land og det salte Vand i Havet, hvilket sidste naturligvis ogsaa strækker sig ned i Hav-

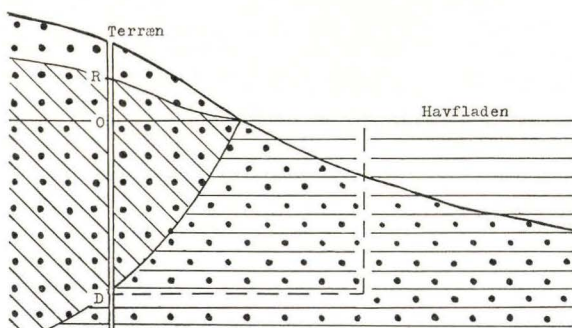


Fig. 7. Skema over Forholdet mellem Havvandet og fersk Grundvand. Prikket: Jord. Vandret Skravering: Havvand. Skraa Skravering: Ferskvand.

bunden som en Art Grundvand, kan skematisk illustreres af hosstaaende Fig. 7. Forudsætter man, at Jordbunden er ensartet porøs, og at Ferskvandet er i Besiddelse af et vist Tryk, vil det salte Havvand strække sig et Stykke indenfor Kystlinjen, hvert Sted netop i den Dybde, der

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °
0,4	..	Sp.	448	5,6	..	..	28	0	0	63,7
0,8	..	..	447	0,6	..	..	..	..	..	26,0
9,7	0	1,6	367	30	..	7,2	132	0	Sp.	49,0
0,6	..	2,1	934	28,5	..	..	55	0	0	57,4
0,8	..	1,6	320	2,2	..	..	13	0	0	30,9
0,4	..	..	262	..	..	..	24	..	..	22,7
0,3	..	1,3	707	3,0	..	7,8	26	0	0	41,7
0,3	..	0,5	101	1,5	..	..	34	0	0	25,2
8,9	..	0,8	121	3,1	..	7,3	38	0	Sp.	42,2

ed Natriumbikarbonat.

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
1,2	..	0	481	9,2	..	..	13	285	0	Sp.	4,5	
0,2	..	2,0	122	2,2	..	7,6	3	96	0	0	19,4	
0,5	..	1,5	621	3,3	..	7,9	..	926	0	..	11,6	
0,2	0,01	0	351	9,7	25	..	18	347	0	0	14,1	H <sub>2</sub> S rigelig
0,6	0	0,4	368	6,9	..	..	40	45	0	0	22,6	
0,6	..	1,5	190	3,3	..	..	33	286	Sp.	Sp.	11,3	
..	..	..	155	..	12	..	..	181	..	..	15,2	22 m
..	..	..	331	..	14	..	..	208	..	..	17,4	36 »
..	..	..	406	..	..	..	..	77	..	..	22,1	41 »

er afhængig af Ferskvandets Tryk. Selvfølgelig foregaar der en bestandig Diffusion, men i Praksis viser det sig, at Grænsen mellem det tungere Saltvand og det lettere Ferskvand i Reglen er forbausende skarp.

Dette Ligevægtsforhold, der oprindeligt blev gjort til Genstand for Undersøgelse paa Øerne langs Hollands Kyst (se f. Eks. 43), er formuleret i BADON-GILJENS Lov, der kan udtrykkes saaledes:

$$(R + D) \times I = D \times Vf.$$

R er Vandrejsningen i cm over Havets Overflade, Vf. er Vægtfylden af Havvandet, D er Balancedybden udtrykt i cm under Havets Overflade. Kender man for en given Boring Vandrejsningen og Vægtfylden af Havvandet, vil man altsaa kunne udregne, i hvilken Dybde der vil være Balance mellem Havvand og Ferskvand, idet

$$D = \frac{R}{Vf \div I}$$

For Ferskvandet er der altsaa regnet med en Vægtfylde paa 1,000,

hvilket naturligtvis ikke er helt nøjagtigt, men nøjagtigt nok i Praksis. Vægtfylden af Havvandet, Vf., er i vore Farvande saaledes, idet der regnes med det tungeste Bundvand (I S. 82—83):

Vesterhavet.....	1,025
Nordligste Kattegat.....	1,025
Sydligste Kattegat (Schultz' Grund).....	1,024
Storebælt (Halskov).....	1,020
Øresund (Drogden).....	1,011
Holbæk Fjord.....	1,011
Østersøen (Gedser).....	1,020

Foretager man med Udgang i ovennævnte Formel en Gennemgang af en Del Lokalteter, hvor man ved Boring i Nærheden af Kysten har faaet saltholdigt Vand, kan vi meddele følgende Eksempler:

Boring	Lokalitet	Rolig Vand-rejsning i Meter (Kote)	Største Dybde for Saltvand i Boringen Kote Meter	Vægtfylden af Havvand i Nærheden	Balance-dybde D i Meter (Kote)	Differens i Meter	Bemærkninger
26.64	Bouet.....	+1,4	(÷62,7)	1,020	÷70		Indtil Boringens Bund er Vandet brugbart, men »kun faa m dybere bliver Vandet salt og raadent«.
89.152	Vejlby Fed.....	+0,22	÷11,8	1,020	÷11	ca. 0	Under Højvande maa dog ogsaa de højereliggende Lag inficeres.
109.10	Langøre Skole.....	±0		1,024	±0		Saltv. saavel i Brønd til ÷1 som Bor. til ÷28.
109.11	Ballen Slagteri.....	ca. ±0	ca. ÷28	1,024	ca. ±0	28	
133.60.c	Kolding.....	+1,0	÷117	1,011	÷90	27	
184.3	Odden Andels Mejeri	+0,4	÷49	1,024	÷17	32	
185.5	Nykøbing Nordstrand	+1,25	÷88	1,024	÷52	36	
186.29	Liseleje.....	+0,5	÷59	1,024	÷21	38	
201.159	Dansk Chromlæderf., Valby.....	±0	÷110	1,011	ca. ±0	110	Maalt 1928—29.
201.195	Dansk Soyakagefabr., Islands Brygge....	ca. ±0	÷76	1,011	ca. ±0	76	
201.236	Telemarksgade, Kbh.	ca. ÷0,5	÷17	1,011			
208.11.b	»Søvang«, Amager...	+0,2	÷25	1,011	÷18	7	
208.48	Kongelunds batteriet.	±0	÷10	1,011	±0	10	Maalt 1916.
208.49	Baltica-Værftet.....	ca. ±0	÷59	1,011	ca. ±0	59	Anal. 1918.
214.37	Korsør Elektrv.....	+0,7	÷48	1,020	÷35	13	
214.38	— Søsøer Mose..	+0,6	÷44	1,020	÷30	14	
214.78	— Kählers Tglv.	ca. ±0	÷13	1,020	ca. ±0	13	
221.111	Enø.....	+0,2	÷34	1,011	÷18	16	
225.10	Agno Gaard.....	+0,6	÷53	1,011	÷54	1	Vandsp. sænkes yderligere v. Pumpning.
226.46	Oringe.....	ca. ±0	÷50	1,020	ca. ±0	50	
237.20.a	Hyldehus, Oreby....	ca. ±0	÷105	1,011	ca. ±0	105	

Mest iøjnefaldende bliver det Forhold, at det salte Havvand strækker sig ind under Kystzonens ferske Grundvand, hvis Kystlandet er meget lavt og fladt. Ferskvandet kan da ikke opnaa nogen nævneværdig Rejsning i Forhold til Havfladen, og som Følge af manglende Tryk kan det ikke drive Saltvandet ud. Dette Tilfælde, som er velkendt fra Udlandet (23, 50, 52, 53, 56), er hos os mest fremherskende i Marskegnene og særlig gjort til Genstand for Undersøgelse i Tønder-Marsken (57).

I Tønder-Marsken er Forholdet det, at alle Brøndgravninger i den yderste Del af Marsken giver rent Salt- eller Brakvand; længere mod Ø eller NØ, ind imod det højere Land, følger en Zone, hvor Brøndgravning til en vis Dybde vil give Ferskvand, men Gravning til lidt større Dybde Saltvand; endnu længere ind i Land tiltager Ferskvandslagets

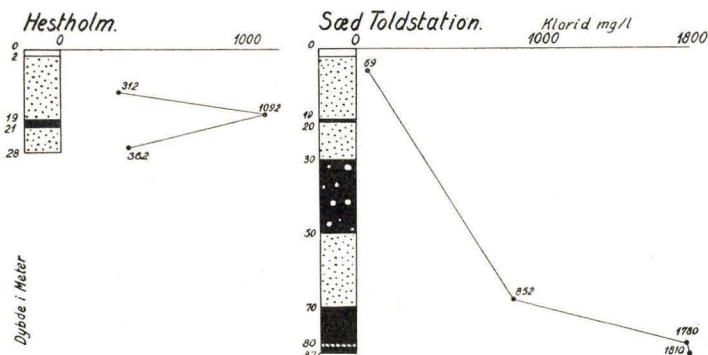


Fig. 8. Boreprofiler Hestholm (166.38) og Sød (167.4), samt Kurve over Kloridindholdet i forskellige Dybder.

Tykkelse saaledes, at det kun kan gennembøres ved dybere Boring. Der er her vel at mærke ikke Tale om forskellige Grundvandshorisonter, adskilt ved vandstandsende Lag, men om ferskt og salt Grundvand i samme Lag, nemlig det under Marskklæggen liggende Sand. Udstrækningen og Beliggenheden af den Zone, hvor man ved Brøndgravning kan naa ned igennem Ferskvandet, kan naturligvis svinge med Nedbøren i Aarenes Løb.

I Tabellen S. 64—65 er anført nogle Eksempler paa saltholdigt Vand fra Højer: 117, 146, 166 og 510 mg/l Klorid; selv om den nøjagtige Beliggenhed i Byen ikke er kendt for alle disse Brønde, kan der dog ikke være Tvivl om, at det drejer sig om Infiltrationsvand. — Længere inde i Landet viste Grundvandet ved Lægan Pumpestation 1917 mg/l Klorid (57 S. 10), og i selve Tønder har vi 150, 165 og 262 mg/l.

Ved Boring paa Hestholm tæt SØ f. Tønder (166.38) har man truffet det ejendommelige Forhold, at Saltindholdet i Grundvandet stiger stærkt nedad i Sandlaget indtil 19 m, medens det falder igen i et dybere liggende Sandlag, afspærret fra det øverste Sandlag ved et Lag tæt

Ler (Fig. 8). Forklaringen er den, at dette Lerlag, som ligger indlejret i Sand, strækker sig ind til det højereliggende Land længere imod N eller Ø; der bliver herved Lejlighed til, at et Lag Ferskvand, som staar under lidt højere Tryk, kan strække sig ud under Lerlaget, der yder det Beskyttelse imod Opblanding med den overliggende Saltvands-horisont.

Imidlertid er hele Tøndereggen af et saa lavt Relief, at dette Fæno-men kun har meget ringe Udstrækning; selv det dybereliggende Fersk-vand er ikke underkastet noget Tryk af Betydning, saa det rækker ikke langt ud i Marsken. Et Par km længere mod SSØ er der ved Sød Toldstation (167.4) boret til endnu dybere liggende, vandførende Lag, hvor Saltindholdet viste sig at være endnu højere (Fig. 8).

Det meget flade, sydvestlige Amager danner et Sidestykke til Tønder-egnen, idet ogsaa her Saltvandet træffes ved saa at sige alle noget dy-bere Boringer, selv 2 à 3 km fra Kysten. De geologiske Forhold paa Amager er dog langt mere enkle, idet der kun ligger et tyndt Moræne-dække ovenpaa den vandførende Kalk.

Tømmerup (208.42.b). Der toges Vandprøver til Analyse under Borear-bejdets Udførelse, hvilket viste følgende Kloridindhold:

Ved 22 m: 106 mg/l

» 36 » : 343 »

» 41 » : 476 »

Vandregningen er i det højeste  $\pm 0$ , snarest lidt lavere.

Rosenlund, Amager (208.50—1 S. 57).

Med en Vandregning til ca. + 0,3 stillede Indholdet af NaCl sig saaledes:

Overfladisk Brønd: 0,0806 %

Boring til 17,5 m : 0,23 »

» » 30,0 » : 0,2703 »

» » 30,0 » og stærk Pumpning i 1 Døgn: 0,2798 %

Et Par Eksempler fra andre Dele af Landet illustrerer Overgangen fra det højereliggende Ferskvand til det underliggende Saltvand.

Boring Nr.	Lokalitet	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>+</sup>
186.11.a-b	Frederiksværk.....	506	10	322	0	114	46	0,8
—	— .....	524	39	331	0	117	56	1,3
—	— .....	519	44	364	4	103	54	0,5
—	— .....	470	4	372	Sp.	76	59	0,2
186.11.c	— .....	396	156	1212	Sp.	103	120	0,6

Frederiksværk Vandværk. Værket anlagdes 1906 og baseredes paa Pumpning fra 2 Boringer (186.11.a-b), der førtes ned til en Dybde af  $\div 39,7$  m, hvor Vandet toges, rimeligvis fra det øverste af Kalken. Hosstaaende Analyser viser, at der vel var noget Salt tilstede i Vandet, men i Mængder, der ikke har voldt nogen Gene, og heller ikke har Saltindholdet vist nogen stærk Stigning. — I 1934 udførtes paa Værkets Grund, men lidt fjernet fra de to gamle Boringer, en ny Boring, der førtes ned til en Dybde af  $\div 79,6$  (186.11.c); den gav Vand med et Indhold af 1212 mg/l Cl<sup>-</sup>.

Vandspejlet i Boringerne a+b svinger imellem +1,2 (i Ro) og  $\div 1,2$  (under Pumpning); da der ikke pumpes uafbrudt, naar den sidstnævnte, negative Vandstand ikke at øve nogen katastrofal Indflydelse paa Vandets Kvalitet. Balancedybden D vil med det rolige Vandspejl være  $\div 109$  m.

I den nye Boring c maalttes et Vandspejl i +0,4 (under samtidig Pumpning fra a+b), hvilket vil give en Balancedybde D paa  $\div 36$  m. Faktisk oppumpedes fra Dybderne under  $\div 70$  m Vand med et Indhold af 1212 mg/l Klorid, mens der samtidig fra Dybden indtil  $\div 39,7$  m (Boringerne a+b) oppumpedes Vand med et Indhold af 400 mg/l Klorid.

Thyborøn (43.1). Boringen her gav Saltvand i flere Dybder:  $\div 35$ — $\div 39$ ;  $\div 57$ — $\div 64$ ;  $\div 86$ — $\div 89$  m; de forskellige Lag var adskilt ved vandstandsende Lag. — Om Vandet i det nederste Lag oplyses det, at det stod under Tryk til +1,5, og at »dette Lag gav straks Ferskvand, der efter nogle Timers Forløb gik over til Brakvand eller Saltvand«. Balancedybden skulde ligge omkring  $\div 60$  (Vf. 1,025).

Vejlby N. f. Aarhus (89.152). Prøveboring ved Udløbet af Egaa. Vandrejsningen +0,22 skulde give en Balancedybde af ca.  $\div 11$  m; Boringen naar til  $\div 11,78$ , og Vandet indeholder 152 mg/l Cl<sup>-</sup>, hvilket under Pumpning stiger til 383 (med 3,5 m Vandspejlssænkning).

Kolding Andels-Svineslagteri (133.60.c). Boringen havde et roligt Vandspejl i Kote +1,0 m, hvilket med en Vf. for Fjordvandet paa 1,011 giver en Balancedybde af  $\div 90$  m. Vandet tages fra et Lag  $\div 104$ — $\div 117$  og havde et Indhold af 1600 mg/l Cl<sup>-</sup>, stigende under Pumpning til 2070.

Nyborg Vandværk (147.15). Med et oprindeligt Vandspejl af +1,0 skulde Balancedybden først ligge omkring  $\div 50$ , mens Boringen kun naar til ca.  $\div 11$  m. Under Pumpning sænkes Vandspejlet imidlertid til mindst et Par m under Kote 0, og Vandet indeholder som utvivlsom Følge heraf en Del Salt. Der foreligger Analyser fra en Aarrække, der viser et paafaldende konstant Indhold af opløste Stoffer (Tabel S. 72).

Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
..	1,6	177	2,3	..	18	0	0	13/3-1905 for Værkets Anlæg
..	1,1	166	3,4	..	30	0	0	2/5-1905
..	1,1	236	1,4	..	3	0	0	13/8-1907 for Værkets Anlæg
0,04	1,0	220	2,6	8,0	8	..	0	14/12-1926 filtreret Vand
0,03	0,75	664	3,3	7,6	13	0	0	9/10-1934 ufiltreret Vand



Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itiforbrug	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
147.15	Nyborg...	13/4-27	400	25	218	Sp.	118	28	0,13	..	0	116	1,4	7,8	11	0	0
—	— ...	4/6-30	372	95	235	13	135	26	0,12	..	0	139	2,4	7,5	9	0	0
—	— ...	18/9-30	390	95	280	Sp.	138	31	0,02	..	0	157	1,9	7,5	13	0	0
—	— ...	22/5-31	390	95	222	Sp.	138	31	0,04	..	0	120	1,4	7,4	10	0	0
—	— ...	14/11-31	381	99	260	Sp.	141	26	0,02	..	0	151	1,6	7,5	21	0	0
—	— ...	11/5-32	378	99	235	Sp.	138	28	0,02	0	0	131	1,7	7,9	3	0	0
—	— ...	3/11-32	396	103	255	0	138	24	0,02	..	0	160	1,2	8,0	5	0	0
—	— ...	16/5-33	390	95	245	Sp.	135	33	0,02	0	0	132	1,7	7,8	6	0	0
—	— ...	21/10-33	390	95	338	Sp.	138	33	0,02	0	0	191	1,0	7,8	3	0	0

Nykøbing S. Vandværk (191.7.b). Boring paa meget lavt Terræn, i Kalk fra ca. 35 til 100 m. Vandr. 1,6 m over T. (Balancedybden vanskelig at beregne, dels da Vf. er usikker, dels fordi der pumpes ret stærkt). Kloridmængden i forskellig Dybde opgives saaledes:

35—40 m: ca. 90 mg/l  
 ca. 54 » : » 190 »  
 » 80 » : » 250 »  
 100 » : » 471 »

Ved Vandværkets Anlæg i 1908 var Kloridindholdet (øverst i Kalken) kun 31 mg/l.

Kalundborg Vandværk afgiver et slaende Eksempel paa Infiltration ved stærk Afsænkning af Grundvandet. Vandets kemiske Forhold vil blive nærmere behandlet S. 104, men Infiltrationen af Havvand belyses alene ved Vandets stigende Cl<sup>-</sup>-Indhold.

Vandværkets Boringer (196.20) ligger alle tæt sammen indenfor et Omraade paa mindre end 200 × 600 m; der pumpes paa en hel Række Boringer samtidigt, hvad der har frembragt en jævnt synkende Vandstand i Aarenes Løb:

inden 1914: +0,6  
 1926: ÷0,4  
 1934: ÷1,7

Vandets Cl<sup>-</sup>-Indhold holdt sig jævnt igennem Aarene, indtil det stadigt synkende Tryk trak Havvandet ind, som det fremgaar af hosst. Kurve Fig. 9.

Nogen Maaling af Vandspejlsænkningen for hver enkelt Boring foreligger desværre ikke; men at Sænkningen maa være meget forskellig under samlet Pumpning, følger af, at Boringerne specifikke Ydeevne, konstateret ved deres Udførelse, er ret forskellig. Nu varierer imidlertid ogsaa de enkelte Boringers Cl<sup>-</sup>-Indhold meget stærkt, og det lader sig udlede af de foreliggende Data, at Cl<sup>-</sup>-Indholdet er proportionalt med Vandspejlsænkningen i de enkelte Boringer:

Vandværkets Boring Nr.	Dybde	Cl <sup>-</sup> mg/l	Vandværkets Boring Nr.	Dybde	Cl <sup>-</sup> mg/l
12	50,5	4900	17	46,0	760
13	42,0	2020	18	44,5	117
14	48,5	424	19	43,3	815
15	44,6	56	20	46,7	975
16	47,0	1610			

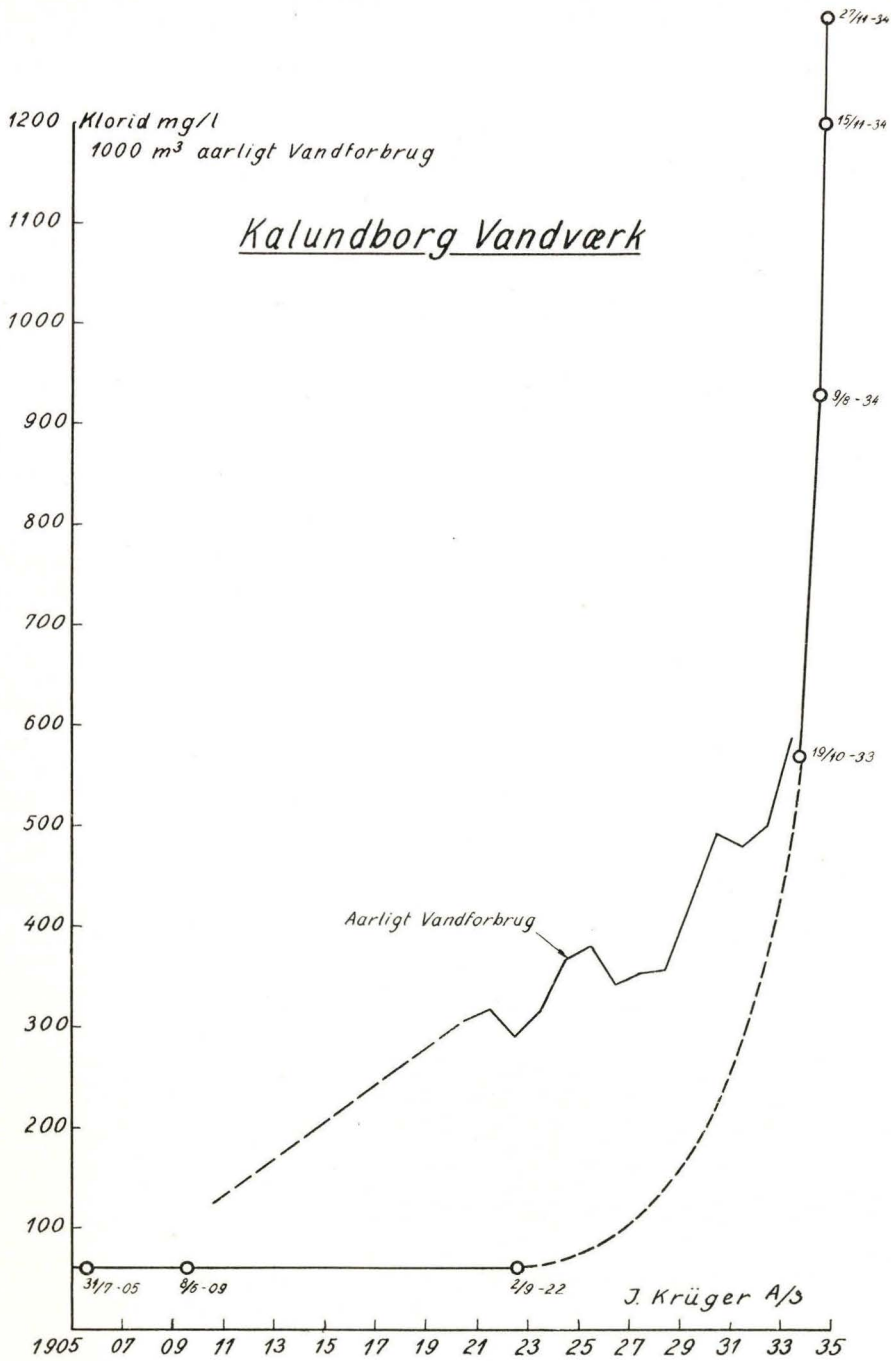


Fig. 9. Kloridindholdet i Kalundborg Vandværks Vand gennem Aarene 1905—35, samt det aarlige Vandforbrug.

Til Sammenligning kan anføres, at der i 1935 udførtes endnu en Boring (196.<sup>20</sup> »Munkesøen Nr. 2«), liggende i Yderkanten af den af de gamle Boringer fremkaldte Sænkningsstragt. Den havde kun et Cl<sup>-</sup>-Indhold af 40 mg/l (Analyse S. 52).

København. Kommunens Rensningsanlæg (»Ved Damhussøen«, 208.<sup>116</sup>). I Byggegruben holdtes Grundvandet sænket i en Periode fra 1/9 1933, fra ca.  $\pm 0$  til  $\div 7,0$  m. 16/3 1934 indeholdt Vandet 2220 mg/l Cl<sup>-</sup>, mens det oprindeligt var ferskt. En Kontrolprøve 16/3 34 fra en nærliggende Brønd indeholdt 62 mg/l Cl<sup>-</sup>.

Agnø Gaard (Agnø Flyveplads). Boring 225.<sup>10</sup> ved Agnø Gaard vil med en rolig Vandrejsning paa ca.  $+ 0,6$  have en Balancedybde paa  $\div 54$ . — Et Gruslag i Dybden ca.  $\div 20$  —  $\div 27$  gav Ferskvand, mens det herunder liggende Kridt ca.  $\div 27$  —  $\div 53$  gav saltholdigt Vand (Analyse i Tabellen S. 66); under Pumpning sænkes Vandspejlet yderligere.

Disse Eksempler vilde kunne forøges med lignende i Hundredvis, hvis man foretog en systematisk Gennemgang af alle Kystegne. Det anførte er imidlertid tilstrækkeligt til at vise, at ved Vandindvindingsanlæg i Nærheden af Kysten bestaar der altid en Fare for Infiltration af Saltvand; umiddelbart overhængende bliver denne Fare, hvis man

- a) sænker Vandspejlet i Boringerne under Kote 0, eller
- b) tager Vandet i større Dybde end den Balancedybde (D), der betinges af Vandrejsningen paa ethvert Tidspunkt.

#### Kemiske Forhold.

I Tabellerne S. 64—66 findes anført en Del Analyser af Vand, som paa Grundlag af unormalt højt Kloridindhold og de geologiske Forhold maa opfattes som infiltreret Havvand, der i vekslende Mængder er opblandet med Overfladevand eller fersk Grundvand.

Ved en Betragtning af Tabellerne og den grafiske Fremstilling T. III fremgaar det, at Koncentrationen af Opløsningerne, saavel som Saltenes procentiske Sammensætning, varierer meget stærkt, ikke blot fra de forskellige Egne, men ogsaa fra Brønde og Boringer, der ligger tæt ved hinanden. Disse Variationer skyldes dels det forskellige Blandingsforhold mellem det salte Havvand og Ferskvand, dels at der ved Vandets langsomme Bevægelse gennem Jordlagene kan foregaa forskellige kemiske Omsætninger.

Inden en nærmere Diskussion af de enkelte Analyser kan der være Grund til at se lidt nærmere paa de to Blandingskomponenters kemiske Forhold.

Havvandets Saltindhold varierer stærkt, idet det er højest i Oceaner og lavest i Indhave, hvor det nedsættes paa Grund af Ferskvandstilstrømningen. Men hvad Sammensætningen af de i Havvandet opløste Salte angaar, da viser det sig paa Grundlag af et stort Antal Analyser

	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> (beregnet)
Havvand, Hirsholm . . . . .	140	2390	17436	383	1159	9863
— Kalundborg Fjord . .	107	1093	7816	196	509	4446

(8), at det er meget ensartet. I Indhave med lavt Saltindhold som i Østersøen viser det sig dog, at Kalciumindholdet ligger højere end normalt, hvilket skyldes Tilstrømningen af Flodvand. (Se hosstaaende Analyser og Figur 10).

I Modsætning dertil er, som ogsaa andre Steder omtalt, S sammensætningen af Saltene i det ferske Grundvand meget varierende, idet den i høj Grad er afhængig af de stedlige Jordbundsforhold m. m. Spørgsmaalet er derfor, om det er muligt efter en Opblanding af Havvand med Ferskvand at finde en Del af Havvandets Egenskaber bevarede, saaledes at det er muligt at faa et Fingerpeg om, hvorvidt et højt Kloridindhold i Grundvand skyldes Indblanding af Havvand eller har andre Aarsager.

For Kloridets Vedkommende vil man altid i Infiltrationsvand finde et højt Indhold, men det vil paa Grund af forskellige Blandingsforhold kunne variere lige fra Indholdet i Havvandet og til Indholdet i det normale Grundvand (Overfladevand) paa Stedet.

Medens Sulfatindholdet i Havvandet kun udgør omkring 1/7 af Kloridindholdet, vil man i langt de fleste almindelige Grundvandsforekomster finde, at Sulfat- og Kloridkoncentration er af samme Størrelsesorden, idet det dog kan variere en Del efter de lokale Forhold. Ved Sammenblanding af Havvand og Ferskvand skulde man derfor vente at faa en Værdi for Koncentrationsforholdet Cl<sup>-</sup> : SO<sub>4</sub><sup>--</sup>, der ligger lavere end for Havvandets Vedkommende, altsaa Cl:SO<sub>4</sub> < 7 (I).

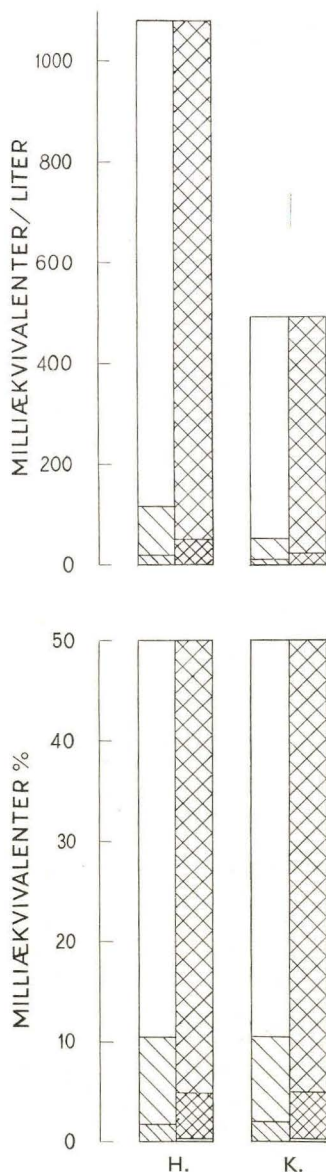


Fig. 10. Analyser af Havvand. H.: Hirsholm. K.: Kalundborg. (Signaturforklaring S. 184).

For Magniums Vedkommende er Forholdet det, at medens Mængden i Havvand er ca.  $\frac{1}{15}$  af Kloridmængden, vil man i fersk Grundvand finde forholdsvis mere Magnium, saaledes at Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  i almindeligt Grundvand sjældent vil være større end 2 à 3\*). Ved Blanding maa man derfor vente, at Koncentrationsforholdet skal være mindre end i Havvand, d. v. s. Forholdet  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++} < 15$  (1).

Kalcium og især Bikarbonat optræder i relativt smaa Mængder i Havvand, hvorimod det er de Ioner, der oftest udgør Hovedbestanddelene i almindeligt Grundvand. Saavel deres absolute som relative Mængde er dog i meget høj Grad afhængig af lokale Forhold og derfor meget varierende.

Vi skulde saaledes kunne vente i Infiltrationsvandet at finde et højt Kloridindhold samt Koncentrationsforholdene  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  og  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  lavere end for Havvandets Vedkommende, hvilket vil sige henholdsvis lavere end 7 og 15, medens man ikke af de andre kemiske Forhold kan vente at finde noget Fingerpeg om Saltvandets Oprindelse.

Ved at gennemgaa Analyserne finder man imidlertid, at flere af disse har et Koncentrationsforhold  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$ , der ligger over 7, ja i nogle Tilfælde finder man kun Spor af Sulfat. Denne Afvigelse fra, hvad man skulde vente, maa forklares ved Reduktion af Sulfaterne som omtalt Side 37.

Hvad Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  angaar, finder man ogsaa i enkelte Tilfælde Værdier, der ligger over 15, og et saa lavt Magniumindhold kan ikke tænkes fremkommet uden ved Fjernelse af Magnium. En saadan Bortfjernelse vil kunne finde Sted, hvor Vandet passerer Ler med Ionbyttere, der er i en saadan Tilstand, at det ved de tilstedeværende Koncentrationer er i Stand til at ombytte Vandets Indhold af Kalcium og Magnium med Natrium. Ved Infiltrationsvande af Regenerationstypen (se Side 104), hvor Ionbytningen gaar i modsat Retning, finder man ogsaa undertiden et højt Koncentrationsforhold  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  og et særligt højt Indhold af  $\text{Ca}^{++}$ .

Skarrehage Molerværk (31.2). Fra denne Lokalitet findes 3 Vandanalyser, der viser sig at være meget forskellige. Den ene af Analyserne, 31.2.c, tyder paa, at det drejer sig om rent infiltrerende Havvand. Kloridkoncentrationen er saa høj, som man kan vente det i Fjorden udenfor, og sammenligner man Saltenes procentiske Sættning, udtrykt i Ækvivalenter, med Havvandets Salte, da falder de fuldstændig sammen. Fra samme Lokalitet, hvor der findes flere ret overfladiske Brønde, findes Analyser af to samtidig udtagne Vandprøver, hvoraf den ene, 31.2.a,

\*) En Undtagelse er dog Vand fra visse Egne af Midtjylland, hvor Magniumindholdet ligger meget lavt eller fuldstændig mangler.

stammer fra en Brønd. Det ret lave Kloridindhold tyder paa forholdsvis stor Indblanding af Overfladevand, hvilket ogsaa til Dels kan være Aarsagen til det høje Sulfatindhold\*). Aarsagen til det lave Indhold af Kalcium og Magnium maa være den, at der findes Ler med ionbytende Egenskaber, hvilket ogsaa yderligere bekræftes ved den anden, samtidige Analyse, 31.2.b, der stammer fra en Boring og viser et endnu lavere Kalcium og Magniumindhold. Da der i Vandet fra Boringen desuden findes en Del Bikarbonat, indeholder dette Vand Natriumbikarbonat. Der findes Oplysninger om, at der i 10 m Dybde findes »sort Ler«, uden Tvivl tertiært Ler, hvilket gør en saadan Ionbytning meget sandsynlig.

Analysen af Vand fra Hvide Sande (92.3) viser et meget lavt Sulfatindhold, der kun kan forklares ved en Reduktion af Sulfat.

Fra Langøre Skole, Samsø (109.10) findes to samtidig udførte Vandanalyser, hvoraf den ene stammer fra en 3 m dyb Brønd og viser et Indhold af 365 mg/l  $\text{Cl}^-$  og 272 mg/l  $\text{SO}_4^{--}$ . Det ikke særlig store Kloridindhold tyder paa en ret kraftig Indblanding af Overfladevand. Den anden Analyse stammer fra en Boring til ca. 10 m. Vandet herfra har højere Kloridindhold, 1454 mg/l  $\text{Cl}^-$ , medens Sulfatindholdet i denne Analyse viser sig at være kun 7 mg/l. Denne store Forskel i Sulfatindhold maa skyldes, at der i større Dybde foregaar Omsætninger af organisk Stof, der betinger en Reduktion af Sulfaterne. Hvad Kalcium og Magnium angaar, da viser den første Prøve et Indhold, der nærmest er ækvivalent med Indholdet af Bikarbonat + Sulfat, medens der i Boringen findes 16,9 Milliækvivalenter  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ , hovedsagelig  $\text{Ca}^{++}$ , og kun 6,8 Milliækvivalenter  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--}$ . Aarsagen her til maa være, at det tertiære Materiale, hvoraf der findes en Del i Boringen, indeholder Ionbyttere i en saadan Tilstand, at de ved Berøring med Havvandets  $\text{Na}^+$  ombytter dette med  $\text{Ca}^{++}$ .

En Boring i Ballen (109.11), der gaar igennem Lag af plastisk Ler, viser ligeledes, at der her maa være foregaaet en Sulfatreduktion. Vandet fra denne Boring indeholder desuden Natriumbikarbonat.

I Tønder- og Højer-Marsken (166) volder det ofte Vanskeligheder at faa godt Vand (57). Vandet generes ikke blot ved det høje Kloridindhold fra det infiltrerede Havvand, men paa Grund af de unge Aflejrings store Indhold af organisk Stof, udviser Vandet ogsaa for det meste et stort Iltforbrug. Bemærkelsesværdigt for Infiltrationsvandet fra Marsken er det lave Magniumindhold og som Følge deraf et højt Koncentrationsforhold  $\text{Cl} : \text{Mg}$ , der viser, at  $\text{Mg}^{++}$  paa en eller anden Maade maa fjernes fra Vandet.

\*) I en saadan Fjordeng vil der ofte være en Del Svovlforbindelser, der let iltes til Sulfat.

Fra Frederiksværk Vandværk (186.11.a+b) foreligger forskellige Vandanalyser. Medens Bikarbonat- og Klorid-Indholdet har vist sig omtrent konstant fra 1905 til 1926, har Sulfatindholdet, der iøvrigt ligger ret lavt, varieret en Del, og det lave Indhold i saavel den første Analyse fra 1905 som den sidste Analyse fra 1926 tyder paa, at der foregaar en Reduktion af Sulfat. Analysen fra den dybere Boring (186.11.c) viser et betydeligt højere Kloridindhold, og Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  er 7,7. Indholdet af  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  er betydelig højere, end hvad der er ækvivalent med  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--}$ , hvilket tyder paa, at Vandet afgiver  $\text{Na}^+$  til Ionbyttere under samtidig Optagelse af  $\text{Ca}^{++}$  ( $\text{Mg}^{++}$ ).

Fra Korsør findes Vandanalyser fra tre Boringer med Infiltrationsvand. Ved Korsør Elektricitetsværk (214.37) gaar Boringen gennem marine Aflejringer ned i vandførende Grønsandskalk. Vandet herfra er meget haardt med forholdsvis meget Magnium. Samtidig har Vandet et stort Bikarbonat- og særdeles stort Sulfatindhold, saaledes at Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--} = \text{ca. } 1$ . Vandet fra Vandværkets Boring (214.38) har en langt mindre Haardhed, der er ækvivalent med Mængden af Bikarbonat. Sulfatmængden er her betydelig mindre og  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--} = 9$ . Vandet fra Boringen ved Kählers Teglværk (214.78) er meget haardt, hvorimod Sulfatindholdet kun er ringe, saaledes at Forholdet  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--} = 69$ . Det lille Sulfatindhold viser, at der her maa være foregaaet en Sulfatreduktion. Da Summen af  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  Ækvivalenterne er mere end dobbelt saa stor som Summen af  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--}$  Ækvivalenterne, maa man regne med, at der i de Lerlag, som det indtrængende Havvand passerer, er Ionbyttere til Stede, der afgiver  $\text{Ca}^{++}$ . Da Indholdet af  $\text{Mg}^{++}$  kun er lille, kan der ikke være tilført Vandet  $\text{Mg}^{++}$ , snarere er der fjernet noget. Disse tre Analyser viser, hvor forskelligt Infiltrationsvand kan være fra Boringer, der ligger ret nær hinanden.

Af Forekomster af Infiltrationsvand med Indhold af Natriumbikarbonat er allerede omtalt 31.2 og 109.11. Begge disse Vand har tildels passeret tertiære Aflejringer, og det samme gælder Vand fra Odden Andelsmejeri (184.3), der iøvrigt viser et meget højt Indhold af  $\text{HCO}_3^-$ , hvilket tyder paa Omsætning af organiske Stoffer. Da Indholdet af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  kun er ringe, bliver det den af Infiltrationsvandene, der har det højeste Indhold af Natriumbikarbonat (926 mg/l  $\text{NaHCO}_3$ ). Vandet fra Nykøbing Nordstrand (185.5) og Nykøbing Vandværk (191.7.b) har delvis passeret unge marine Aflejringer, og de indeholder  $\text{NaHCO}_3$ ; de har begge to et højt Iltforbrug. 185.5 har et meget lavt Indhold af  $\text{SO}_4^{--}$ , og dette sammen med et meget stort Indhold af Svovlbrinte viser, at der her foregaar Reduktion af Sulfater. Fra Kalundborg Vandværk (cfr. 196.20) har vi en Analyse fra 1911, der viser

et ret betydeligt Indhold af  $\text{NaHCO}_3$ . (Om den videre Udvikling af Vandforholdene her se Side 104).

Fra Tømmerup (208.42.b) findes tre Analyser fra samme Boring, men fra forskellig Dybde, der alle viser Indhold af  $\text{NaHCO}_3$ , mindst fra den største Dybde. Da der her kun findes et Morænedække over Kalken, maa Lerets ionbytende Egenskaber sikkert skyldes, at Indtrængen af mere koncentreret Havvand paa et geologisk set ret sent Tidspunkt (rimeligvis Tapes-Tiden) har omdannet Zeoliterne til Natriumzeoliter, der nu er i Stand til at fjerne  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  fra det stærkt fortyndede Infiltrationsvand.

En særlig Gruppe af Infiltrationsvande er de Vande, der har et betydeligt større Indhold af  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ , end hvad der svarer til Indholdet af  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--}$ . Dette Forhold maa forklares ved, at Lerets ionbytende Zeoliter er tilstede fortrinsvis som Ca-Zeoliter, saaledes at det infiltrerede Havvand, der er rigt paa  $\text{Na}^+$ , er i Stand til at ombytte en Del af sit  $\text{Na}^+$  med  $\text{Ca}^{++}$ , med andre Ord er i Stand til at »regenerere« Zeolitfiltret. Denne unormalt haarde Vandtype, som vi her vil benævne Regenerationsvand, er ikke helt sjælden blandt Infiltrationsvande. Særlig karakteristisk for denne Vandtype er Vandet fra Kalundborg Vandværk fra de senere Aar. Infiltrationsvand af denne Type er allerede omtalt ved 109.10 og 214.78. Andre Infiltrationsvande, der er anført i foranstaaende Tabel, og som maa henregnes hertil, er 91.1, 107.87 og 180 (19/1-10). Endnu flere findes i Tabellen over Regenerationsvand Side 102, ligesom ogsaa Typen her nærmere vil blive drøftet.

Hvad de øvrige medtagne Analyser af Infiltrationsvand angaar, da er disses kemiske Sættelse saadan, at de godt kan tænkes opstaaet ved Blanding af Havvand og almindeligt ferskt Grundvand uden særlige kemiske Omsætninger, idet de forskellige Koncentrationer maa tænkes fremkommet ved forskellige Blandingsforhold.



## b. Marint Residualvan

## Residualvand ud

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>
1.4	Skagen Vandværk.....	18/4-33	161	25	117	0	51	13
cfr. 2.6	Hirshals Vestkysthavneanlæg.....	26/10-20	105	85	140	8	46	7
—	—	26/10-20	126	17	136	0	22	8
—	—	15/11-20	97	105	136	10	57	14
—	—	15/11-20	136	20	136	0	29	12
cfr. 6.7	Sindal Andels Mejeri.....	1928	439	Sp.	1260	Sp.	57	70
10.4	Skærumhede 180,3—183,4 m.....	1905	..	..	12400	..	279	542
11.5	Orvad Kilde.....	7/6-35	1867	2,8	7313	tilst.	156	246
11.27	Sønder Knuden Kilde.....	1882	..	..	3570	..	..	..
cfr. 12.2	Byrum, Læsø.....	11/4-29	171	78	157	90	82	20
17.3.a	Voer Gaard.....	1893	..	..	4210	..	..	..
25.11	Halvrimmen Mejeri.....	23/10-14	311	148	121	0	107	19
27.61.b	Melholt Mejeri.....	1934(?)	872	Sp.	3590	..	79	190
28.1.a	Asaa Mejeri.....	18/12-13	249	161	195	Sp.	143	16
50.35	Sodring Andels Mejeri.....	22/11-26	341	154	247	0	86	40
89.146	Aarhus Vandværk, Bor. Nr. 24....	12/1-34	810	171	172	0	250	32
122.2	Næsbjerg Mejeri.....	1927	189	31	213	Sp.	31	26
cfr. 130.10-12	Esbjerg Vandværk.....	9/6-13	69	49	122	15	36	8
130.40	Esbjerg Elektricitetsværk.....	20/11-32	15	133	178	110	53	22
130.58	Esbjerg Andels-Svineslagteri.....	20/5-27	24	103	155	74	38	22
228	Holme, Borre.....	13/8-14	463	157	109	0	172	18

## Residualvand m

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>
17.3	Voer Gaard.....	11/5-18	629	10	140	0	57	16
17.14	St. Endelt.....	7/6-35	946	0,8	163	..	27	22
17.51.b	Dybvad Vandværk.....	7/6-35	677	38	118	..	87	12
27.9	Søndergaard, Geraa.....	6/6-35	616	89	222	tilst.	79	26
27.65.a	St. Vadsholt.....	6/6-35	610	103	87	..	102	6
27.72.a	Hou Mejeri.....	6/6-35	1360	26	810	tilst.	50	21
28.1.a+b	Asaa Mejeri.....	6/6-35	1068	5	837	0	36	31

## Geologisk Optræden.

At saltholdigt Grundvand kan have sit Saltindhold fra selve de marine Aflejringer, hvori Vandet optræder, er en velkendt Sag: Residualvand (»stagnerende Havvand«, »connate water« o. a. Betegnelser; se I S. 87). I mange Tilfælde optræder det salte Vand ogsaa under saa-

fortil Tavle IV og XVI.

**atriumbikarbonat.**

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
1,4	0,2	1,4	65	8,2	..	7,4	6	0	0	10,6	
..	..	0,8	108	5,5	..	..	8	tilst.	tilst.	7,8	<i>I</i>
..	..	0,5	101	3,3	..	..	2	0	0	5,0	<i>I</i>
..	..	0,6	86	5,2	..	..	2	0	0	11,2	<i>I</i>
..	..	0	93	7,3	..	..	8	0	Sp.	6,7	<i>I</i>
1,4	0,2	Sp.	783	14,6	..	7,4	13	0	0	24,1	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	163,8	Br. sp. J. sp. (29)
33*)	..	..	4799	..	..	7,4	141	..	..	78,4	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	27
0,04	..	Sp.	105	10	..	7,2	63	tilst.	tilst.	16,0	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	27
1,1	..	Sp.	106	5,0	..	..	19	0	0	19,3	
..	..	..	2206	..	..	7,5	..	..	..	54,9	
1,4	..	Sp.	103	3,4	..	..	20	0	0	23,5	
0,2	..	0	189	4,0	..	..	..	0	0	21,0	
11,5	1,9	Sp.	140	11,5	30	7,2	110	Sp.	Sp.	42,3	
0,9	..	0	138	1,3	..	..	6	0	..	10,4	
0,5	..	Sp.	77	1,6	..	..	12	0	0	7,0	
1,2	0,5	..	68	1,1	..	6,3	42	Sp.	0	12,6	
0,08	..	..	101	1,2	..	5,6	41	0	0	10,4	
7,3	..	0,6	82	..	..	..	60	0	0	28,0	<i>I</i>

\*) skyldes delvis Bundfald.

**atriumbikarbonat.**

Fe <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
3,1	2,1	232	7,5	..	..	48	519	0	Sp.	11,5	
0,6	Sp.	390	13,6	..	7,3	40	1037	..	..	8,9	
0	0	228	5,6	..	7,3	31	486	..	..	14,8	
0,9	..	279	..	20	6,7	70	422	..	..	17,0	
0,7	..	207	9,8	25	6,9	48	338	..	..	15,7	
1,0	..	954	..	27	7,3	77	1519	..	..	11,8	
1,3	tilst.	849	13,1	25	7,4	44	1153	..	..	12,0	

danne Forhold, umiddelbart i en saadan marin Aflejring, at der ikke kan være Tvivl om dets Karakter af Residualvand.

I ovenstaaende Tabeller er opført en Række Analyser af Vand, hvis Karakter af Residualvand er uomtvistelig. Grupperet efter geologisk Oprindelse fordeler de sig saaledes:

## Esbjerg Yoldialer (34 S. 85):

- 122.2 Næsbjerg Mejeri.  
 cfr. 130.10-12 Esbjerg Vandværk.  
 130.40 » Elektricitetsv.  
 130.58 » And. Svineslagt.

I de to sidste Tilfælde hidrører det saltholdige Vand fra sandede Lag i Tilknytning til Yoldialeret. — Ved Vandværket drejer det sig sikkert om Udvaskning af Seriens sandede Aflejringer paa sekundært Leje (34 S. 87).

## Skærumhedeserien (Portlandialer; 34 S. 97):

- cfr. 2.6 Hirshals.  
 cfr. 6.7 Sindal Andels Mejeri.  
 10.4 Skærumhede.  
 11.5 Ørvad Kilde.  
 11.27 Sønder Knuden Kilde.  
 17.3 Voer Gaard.  
 17.14 St. Endelt.  
 27.9 Søndergaard, Geraa.  
 27.64.b Melholt Mejeri.  
 27.72.a Hou Mejeri  
 28.1.a+b Asaa Mejeri.

M. H. t. Hirshals er det ikke lykkedes at fremskaffe Boreprofil til netop de 4 anførte Analyser; der foreligger imidlertid en lang Række Boringer ved Hirshals, der alle viser Forekomsten af Skærumhedeseriens Aflejringer, med Udstrømning af Saltvand og Gas (eksempelvis er Boring 2.6 anført S. 127). — I Boringen Søndergaard, Geraa, optræder baade Portlandialer og senglacialt Yoldialer; Saltvandet angives udtrykkelig fra det første, men kan iøvrigt ogsaa hidrøre fra det sidste. — Den her omhandlede Vandprøve fra Asaa Mejeri hidrører delvis fra en 94 m dyb Boring med »Brakvand«, delvis fra overfladisk Brøndvand.

## Senglacialt Yoldialer (34 S. 120):

- cfr. 12.2 Byrum Mejeri.  
 17.51.b Dybvad Vandværk.  
 27.65.a St. Vadsholt.

Vandet tages i alle tre Tilfælde ikke i selve Leret, men i det til samme Serie hørende Øvre eller Nedre Saxicavasand. Saltindholdet hidrører dog velsagtens fra langsom Udvaskning af Seriens lerede Partier.

## Postglaciale Aflejringer (Tapeslag; 34 S. 122):

- 1.4 Skagen Vandværk.  
 25.11 Halvrømmen Mejeri.  
 28.1.a Asaa Mejeri.  
 50.35 Sødring Andels Mejeri.  
 89.146 Aarhus Vandværk.  
 228 Holme, Borre.

Skagen Vandværk raader over en Række paa 12 Boringer, der imidlertid er ens i geologisk Henseende. — For Sødring Mejeris Vedkommende foreligger ikke Optegnelser om Jordlagene i Boringen, men Saltindholdet i Vandet kan kun hidrøre fra Tapesaflejringer. — Ogsaa for Holmes Vedkommende maa der regnes med Udvaskning fra postglaciale, marine Lag.

I mange Tilfælde kan det imidlertid være ret vanskeligt at afgøre, om man staar overfor Residualvand eller infiltrerende Havvand, eller rettere: i mange Tilfælde er der ingen naturlig Grænse. Det gælder netop visse Strøg af Vendsyssel og andre Kyststrækninger, hvor det

lave Land for en væsentlig Del er opbygget af marine Aflejringer; disse har selvfølgelig indeholdt Saltvand fra deres Oprindelse, og udad imod Havet gaar dette salte Grundvand naturligvis jævnt over i det virkelige »Havgrundvand«. Paa Grund af Landets lave Relief opnaar Grundvandet intet Tryk af Betydning, saa Nedbøren strømmer overfladisk af uden at kunne drive Saltvandet ud. En Boring i Nærheden af Kysten vil under saadanne Forhold kunne trække saavel Residualvand som Infiltrationsvand til sig, ifald Jordlagene tillader uhindret Passage.

Skifter Jordlagene imellem porøse og tætte Lag, kan Situationen naturligvis blive endnu mere kompliceret. I visse Strøg af f. Eks. Tøndermarsken (se foran S. 69) kan det blive en ren Skønssag, om man vil kalde det tilstedeværende saltholdige Grundvand Residual- eller Infiltrationsvand. Havet har tidligere haft større Udbredelse og gennemtrængt Grunden med Havvand; og tiltrods for en ringe Landhævning er der alligevel ikke Tryk nok paa Ferskvandet til at drive Havvandet ud igen. Havvandet staar for en stor Del i ikke-marine Aflejringer, er altsaa ikke Residualvand i egentlig Forstand, men snarere en Slags »fossilt Infiltrationsvand«. Den fra Hestholm kendte »Ferskvands-Apophyse« under Eemleret kunde tyde paa, at Ferskvandet trænger frem paa Saltvandets Bekostning (53). — Naar man i Vendsyssel eller andre Egne af Landet træffer saltholdigt Grundvand tæt ved Kysten, staaende i marine Lag, maa det vel nærmest kaldes Residualvand ud fra den Anskuelse, at der aldrig har været tilstrækkeligt Ferskvandstryk til at drive det ud; men det maa indrømmes, at under samme Balanceforhold vilde ogsaa en ikke-marin Aflejrning være blevet infiltreret med Havvand. — Lignende stærkt komplicerede Forhold er kendt fra Holland, hvor de er indgaaende beskrevet af VERSLUYS (52).

En anden Vanskelighed m. H. t. Bestemmelse af Vandets Karakter ligger deri, at Residualvand kan tænkes at forekomme i Egne, hvor der desuden er Mulighed for Fremtrængen af Mineralvand fra dybereliggende Lag. En Del af Saltvandsforekomsterne i de sjællandske Paleocænaflejringer er tidligere blevet fortolket som Residualvand, og helt udelukket er denne Fortolkning ikke, selv om vi nu i stor Udstrækning kender uomtvistelige Mineralvandsforekomster i de samme Egne.

#### Kemiske Forhold.

Da Residualvandets høje Kloridindhold stammer fra Havvand, selv om dette dog i lange Tider har været indesluttet i Jorden, er det nærliggende at vente, at det i kemisk Henseende skulde ligne Infiltrationsvandet.

Betragter man Analysetabellerne og den grafiske Fremstilling af Analyserne (T. IV), bemærker man, at S sammensætningen af Residualvandets Salte er underkastet langt større Variationer end Infiltrations-

vandets, og man finder i langt flere af disse Analyser en Sammensætning, der ikke kan forklares ved en Blanding af Havvand og Ferskvand, og hvor man derfor maa gaa ud fra, at der er foregaaet forskellige kemiske Omsætninger.

At saadanne kemiske Omsætninger er foregaaet i videre Udstrækning ved Residualvandet end ved Infiltrationsvandet er meget naturligt, naar man betænker, at dette Saltvand (i større eller mindre Grad opblandet med Ferskvand) har stagneret i gamle marine Aflejringer uden nævneværdig Cirkulation; ifald der var stærk Cirkulation, maatte man formode, at Saltvandet forlængst vilde have været udvasket. Disse marine Aflejringer har i de fleste Tilfælde ret stort Indhold af organiske Forbindelser, der ved Nedbrydning kan reducere Sulfat og give Anledning til Kuldioxyddannelse. At saadanne Omsætninger virkelig finder Sted, viser de meget udbredte Gasudstrømninger fra disse Aflejringer. De store Mængder af Bikarbonat, samt ringe Mængder af Sulfat, der i mange Tilfælde findes i Residualvand, kan ligeledes kun forklares ved saadanne Omsætninger. (Se nærmere S. 37—38).

Paa det Tidspunkt, da Landet hævede sig op af Havet, var »Grundvandet« ublandet Havvand, der stod lige til Jordens Overflade. Paa Grund af Nedbøren er Saltvandet efterhaanden fortrængt fra de øvre Jordlag, men til forskellig Dybde, afhængigt af Jordlagenes Gennemtrængelighed og Vandets Cirkulationshastighed, idet der samtidig er foregaaet en Opblanding af Saltvandet til endnu større Dybde med Ferskvand.

Derved bliver det ogsaa muligt at forklare, at man ofte finder Residualvand med Indhold af Alkalibikarbonater og saaledes med et ringe Indhold af Kalcium og Magnium. Man maa nemlig tænke sig, at de ionbytende Zeoliter, der findes i Jorden, har været mættet med Natrium fra den Tid, da Grundvandet var Havvand. Efterhaanden er Saltvandet udvasket fra de øvre Lag, og der er i disse skabt Betingelser for at ombytte Kalcium og Magnium i eventuelt gennemsivende Ferskvand med Natrium. En saadan Udvasning af Saltvand vil gaa mere og mere i Dybden. Man vil under saadanne Forhold øverst kunne vente at finde en Horisont, hvor Natriumklorid er udvasket, og Ionbytterne er mættet med Kalcium og Magnium, der har trængt Natrium ud. Derunder en Horisont, hvor Saltet er helt eller delvis udvasket, men hvor Ionbytterne er i Stand til at tilbageholde Grundvandets Kalcium og Magnium ved samtidig Frigørelse af Natrium. Endnu længere nede vil findes stærkere koncentreret Saltvand, og her vil Ionbytterne paa Grund af den højere Natriumkoncentration ikke være i Stand til at fjerne Kalcium og Magnium fra Vandet.

En nærmere Undersøgelse viser ogsaa, at Forholdene er saaledes. Ved flere Lokaliteter finder man overfladiske Brønde, hvor Vandet

ikke er salt, hvilket viser den fuldkomne Udvaskning fra denne Horisont, medens man dybere nede finder svagt saltholdigt, eventuelt natriumbikarbonatholdigt Vand eller mere koncentreret Saltvand.

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	Dybde
{ cfr. 6.7	Sindal Andels Mejeri...	1928	439	Sp.	1260	57	70	783	0	94 m
{ 6.13	Sindal Vandværk.....	4/5-32	290	Sp.	62	59	13	53	48	32 »
{ 17.3	Voer Gaard.....	11/5-18	629	10	140	57	16	232	519	? (S.128)
{ 17.14	St. Endelt.....	7/6-35	946	0,8	163	27	22	390	1037	45 m
{ 17.6	Voergaard Mark.....	7/6-35	52	87	48	48	10	17	0	18 »
{ 27.9	Sondergaard, Geraa....	6/6-35	616	89	222	79	26	279	422	32 »
{ 27.42	Lykkens Prøve, Geraa.	6/6-35	329	17	47	31	9	109	256	13 »
{ 27.64.b	Melholt Mejeri.....	1934	872	Sp.	3590	79	190	2206	0	45 »
{ 27.64.c	— .....	6/6-35	195	79	77	77	11	52	0	2 »
{ 27.65.a	St. Vadsholt.....	6/6-35	610	103	87	102	6,4	207	338	18 »
{ 27.65.b	— .....	6/6-35	348	95	64	89	12	93	22	?(Brønd)
{ 27.72.a	Hou Mejeri.....	6/6-35	1360	26	810	50	21	954	1519	42 m
{ 27.72.b	— .....	6/6-35	223	58	36	52	1	73	80	4 »
{ 28.1.a+b	Asaa Mejeri.....	6/6-35	1068	5	837	36	31	849	1153	94 »
{ 28.1.a	— .....	18/12-13	249	161	195	143	16	103	0	6,5 m

I hosstaaende Tabel og paa T. V er medtaget alle de Lokaliteter, hvorfra vi har Analyser af Vand stammende fra forskellig Dybde, og de bekræfter tydeligt den ensidige Udvaskning og Ionombytning, der foregaar i disse geologisk set unge, marine Aflejringer. Af Tabellen og Tavle V fremgaar ogsaa, hvorledes Vandet fra større Dybde i de fleste Tilfælde har et ganske unormalt højt HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Indhold samt et lavt SO<sub>4</sub><sup>--</sup>-Indhold.

Det højeste Kloridindhold i Residualvand er fundet i Vand fra Skærumhede-Boringen (10.4), idet der her i en Vandprøve fra 183 m Dybde er fundet 12400 mg/l Cl<sup>-</sup>. Denne Vandprøve udmærker sig desuden ved et meget højt Mg<sup>++</sup>-Indhold. Af andre Residualvande med højt Kloridindhold maa bemærkes Ørvad Kilde (11.5), hvorfra en Analyse fra 1891 viser 7990 mg/l Cl<sup>-</sup> (27), medens en Analyse fra Juni 1935 viser 7313 mg/l Cl<sup>-</sup>. Endvidere Voer Gaard (17.3), hvor Vandet fra en Boring til 94,5 m i 1893 har 4210 mg/l Cl<sup>-</sup> (27). En Analyse fra samme Sted fra 1918 viser kun 140 mg/l Cl<sup>-</sup>, men da der ikke foreligger Oplysninger om, fra hvilken Boring Vandprøven stammer, og der findes flere Boringer til forskellig Dybde, kan man ikke deraf drage sikre Slutninger om Udvaskning af Saltvandet. Desuden findes der fra en Boring ved Melholt Mejeri til 45 m Dybde et Kloridindhold paa 3590 mg/l i Vandet, og fra Sindal Andelsmejeri fra en 94 m Boring 1260 mg/l

Cl<sup>-</sup>. Det viser sig saaledes, at Residualvand med højt Kloridindhold særlig er knyttet til dybere Boringer, hvor Udvaskningen endnu ikke har øvet sin Indflydelse. En Undtagelse herfra danner dog Ørvad Kilde, der frit træder frem til Overfladen, og som igennem de sidste 40 Aar synes at have omtrent konstant Kloridindhold. Der gør sig dog her det særlige Forhold gældende, at denne Kilde maa faa sit Saltvand fra Marinaflejringer paa sekundært Leje i Bakkerne. Vandet fra Ørvad Kilde udmærker sig ved at have det højeste Indhold af HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, hvormed vi har Kendskab her i Landet; da Haardheden, der overvejende er Magniumhaardhed, er meget stor, bliver Indholdet af Natriumbikarbonat dog kun lille, hvilket ogsaa var at vente med et saa højt Indhold af Klorid.

For de øvrige af de fra Vendsyssel medtagne Analyser af Residualvand gælder det, at Kloridindholdet er ret lavt. Sulfatindholdet er stærkt varierende og er i nogle Tilfælde højt, hvilket viser, at Sulfatreduktionen ikke foregaar overalt. Iltforbruget er i de fleste Tilfælde højt, hvilket ogsaa er ganske naturligt, da de marine Aflejringer, hvorfra Vandet stammer, er ret rige paa organiske Stoffer.

### c. Mineralvand Salt Mineralvand

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
68.9	Mejeriet »Stenkilde«, Vellv.....	8/10-18	299	381	4472	0	43	38
74.18.a	Aulum Vandværk.....	12/6-30	97	95	77	0	39	1,2
75.2.a	Orre Andels Mejeri.....	1923	187	21	1661	Sp.	93	27
—	—	3/5-23	208	24	1668	0	103	22
88.28	Ludvigsholm.....	27/9-34	355	11	124	..	87	22
89.41.42	De danske Spritfabrikker, Aarhus..	26/8-10	416	183	1544	0	220	114
—	—	6/10-10	424	302	1136	32	162	88
—	—	26/10-10	427	304	1224	37	225	87
—	—	24/1-11	410	314	1224	31	207	88
89.62	Aarhus Vandværk, Gjellerup.....	14/6-97	..	81	3216	Sp.	197	76
89.122	Aarhus Vandv., Marselisborg M. III	28/6-34	333	22	131	0	122	18
—	—	28/6-34	329	20	248	0	142	22
89.149	— M. IV	28/6-34	356	31	870	0	235	33
99	Rørth Mark.....	19/7-26	586	358	993	Sp.	287	40
99.32	Tueskær.....	1933	..	..	1345	tilst.	142	35
133.34.b	Kolding Vandværk.....	1914	..	..	1193	..	..	..
133.41	—	1914	269	206	5515	0	414	187
133.103	»Alpedalslyst«, Harte.....	17/8-35	247	122	2880	tilst.	469	29
136.3	Sværup Gaard, Bredbjerg.....	27/10-23	439	432	5330	0	213	171

Udenfor Vendsyssel findes kun enkelte Forekomster af Residualvand. Fra Esbjerg er medtaget tre Analyser (130.10-12—130.40—130.58). Disse har et meget lavt HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Indhold og mellem 100—200 mg/l Cl<sup>-</sup>. Karakteristisk for dem er Nitratinholdet, der synes at være almindeligt i Grundvandet fra den Egn, hvorfor det sikkert ikke skyldes Forurening, men maa antages at stamme fra Kvælstofforbindelser i de Jordlag, hvorfra Vandet kommer.

Analysen fra Aarhus Vandværk (89.146) viser et meget højt Indhold af Bikarbonat, der tyder paa Omsætning af organiske Stoffer, hvilket ogsaa bekræftes af det store Iltforbrug, 11,5 mg/l.

GUNNAR HOLMSEN, der har beskæftiget sig med Grundvandet fra tilsvarende Leraflejninger i Norge, har meddelt Resultatet af disse Undersøgelser og anført forskellige Analyser. Analyserne viser der som her, at Vandet er vidt forskelligt fra forskellige Boringer. I nogle Tilfælde foregaar der Sulfatreduktion, i andre ikke. Svagt saltholdigt Vand kan indeholde NaHCO<sub>3</sub>, medens det stærkt saltholdige Vand ikke indeholder NaHCO<sub>3</sub>. Der skal ikke her gaas nærmere ind paa dette, men blot henvises til Afhandlingen (24).

Hertil Tavle VI, VII, XVII og XVIII.

**Almindelighed.**

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
0,5	..	6,3	3066	10,6	..	..	13	0	Sp.	14,8	
0,1	..	0	85	2,0	..	5,0	44	0	0	5,9	
0,5	..	0	1001	2,5	..	..	2	..	..	19,0	
0,3	..	0	1011	2,3	..	..	17	0	Sp.	16,8	
3,2	0,4	..	75	..	29	..	..	..	..	17,4	
3,1	..	Sp.	777	2,4	..	..	61	tilst.	0	56,8	
2,3	..	Sp.	700	3,0	..	..	22	tilst.	0	42,8	
0,9	..	Sp.	691	2,9	..	..	22	tilst.	0	51,5	
0,7	..	Sp.	707	2,3	..	..	14	tilst.	0	49,0	
4,1	..	1,6	..	4,9	..	..	..	0	0	44,8	
2,1	0,2	sv. sp.	46	4,0	25	7,4	28	Sp.	Sp.	21,0	Vandproven taget under svag Pumpn.
1,7	0,2	sv. sp.	88	3,1	27	7,4	27	0	0	24,9	Vandproven taget und. stærk Pumpn.
3,5	0,3	Sp.	377	3,5	26	7,3	41	0	0	40,6	
0,3	..	2,0	629	7,2	..	7,4	24	0	tilst.	49,3	6 m dyb Brønd
..	..	Sp.	..	..	..	..	..	..	Sp.	28,0	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	7 Nr. 163
4	..	..	2948	..	..	..	10	..	..	100,8	7 Nr. 162
..	..	..	1449	..	..	..	..	..	..	72,2	
0,2	..	2	3257	5,2	..	8,0	7	0	0	69,2	



Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
137.52	Odense Vandværk, Bøgevangenget....	27/5-32	360	45	362	0	71	41
—	—	5/7-32	348	30	426	0	77	23
145.40	Odense Vandværk.....	26/1-12	336	64	348	0	109	21
—	—	1933	366	99	494	0	123	33
146.23	Fyns Konservesfabr., Odense.....	20/8-32	335	107	1310	Sp.	112	55
—	—	13/9-32	317	37	168	Sp.	74	13
146.24	Langeskov Vandværk.....	Aug.-34	400	58	975	..	100	88
146.60	Odense Vandværk, Ejby.....	Aug.-34	445	127	1919	..	64	71
146.65	Odense Vandværk, Palnatokeværket	13/6-27	364	78	300	..	81	26
169.28	Langbrogaard, Sønderborg.....	1932	116	583	45670	..	1575	864
170.3	Sønderborg Vandværk.....	17/10-24	135	555	50527	0	1861	1096
173.10	»Godthaab» Mejeri, Rudkøbing....	30/9-29	..	..	12546	..	..	..
173.31	Tullebølle Mejeri.....	21/2-34	220	482	13991	..	512	352
198.19	Hølbæk Vandværk.....	31/7-06	588	90	4128	0	120	89
cfr. 200.177	Københavns Vandf., Knardrup....	..	..	22	451	..	131	29
201.12	Grøndals-Eng, København.....	..	..	21	9486	0	593	285
201.185	Cohn og Haensch, Ricksvej, Kbh..	31/3-31	406	143	657	Sp.	117	43
206.117	Københavns Vandf., Ledreborg....	1934	..	..	3452	..	..	..
206.118	—	—	..	..	9872	..	..	..
210.68	Slagelse Vandv., Valbygaard Nr. 8	11/6-35	421	12	221	0	126	24
216.15	Rislev Mose.....	1923	662	170	7780	..	305	328
217.1c	»Skovkilde» Mejeri, Vraaby.....	..	355	20	987	..	46	84
218.22	Strøby Vandværk.....	11/10-34	464	49	231	0	93	59
220.15	Bøgelunde Andelsmejeri, Sdr. Bjerre	1/11-30	433	82	612	0	118	28
—	—	..	445	78	605	..	109	33
221.79	Næstved Vandværk.....	5/7-33	397	91	725	..	103	70
222.6	Brandelev.....	21/10-13	427	12	185	0	89	41
222.27	»Aaside» Mejeri, Snesere.....	1929	381	55	302	0	151	41
229.21	Købelev Mejeri.....	4/5-34	515	31	420	0	138	53
232.64	Stubbekøbing Vandv., Fibigergd. Mk.	9/8-30	427	8	250	Sp.	100	31
232.68	Stubbekøbing Vandv., Liselund....	29/11-30	348	49	558	0	97	42
235.26	Vaalshave Andels Mejeri.....	28/2-13	441	70	1902	0	140	52
—	—	26/4-30	415	68	1828	..	126	54
235.31	Bukkedal Mejeri, Næsby.....	1/9-25	281	114	1193	0	154	45
cfr. 236.10	Knuthenborg.....	23/10-06	482	160	2883	0	209	137
236.31	Midtllands Mejeri, Maribo.....	14/12-16	402	14	402	0	158	20
236.33	Østofte Andels Mejeri.....	2/5-29	421	33	455	Sp.	112	37
—	—	22/4-30	409	36	472	0	117	39
238.36.1	Nykøbing F. Vandværk.....	10/8-10	408	21	461	0	95	44
238.36.2	—	30/8-10	360	37	710	0	109	61
238.36.6	—	24/9-10	435	36	704	0	163	59
238.52	»Fælleshaab Mejeri», Onslev.....	1913	471	2,9	163	0	107	27

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (betegnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Haard- hed. °	
0,6	sv. sp.	0	233	1,0	..	7,7	18	0	0	19,3	
0,7	0	0	267	0,6	..	7,5	13	0	0	16,0	
0,9	..	Sp.	219	1,7	..	..	28	0	0	19,9	Na <sup>+</sup> 307.
1,7	1,6	0,3	313	2,1	25	7,1	45	0	0	24,9	K <sup>+</sup> 11. J Spor.
1,4	..	0	794	2,1	..	7,8	4	0	0	28,3	J Spor.
0,2	..	Sp.	131	0,4	..	7,6	2	0	0	13,2	
..	..	..	629	..	..	..	..	..	..	22,1	
..	..	..	1266	..	..	..	..	..	..	25,2	Na <sup>+</sup> 1221. K <sup>+</sup> 32
0,8	..	Sp.	225	..	..	..	..	..	..	17,4	sml. I S. 74
..	..	..	26498	..	..	..	..	..	..	419,7	Samleprøve fra Bor. Nr. 2,3 og 4
6,3	..	13	28864	40	..	7,1	30	0	0	511,8	Na <sup>+</sup> 26250
0,2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	Sml. 35 S. 7 f.
..	..	..	8081	..	..	..	..	..	..	152,9	Na <sup>+</sup> 7993. K <sup>+</sup> 68
0,6	..	1	2636	10,5	..	..	7	0	0	37,2	I
1,4	..	0,5	..	..	..	..	..	..	..	24,9	I
Sp.	..	0	..	..	..	..	..	..	..	99,2	Vandpr. f. 383,5 m. 6
0,7	0	0	432	2,0	..	7,5	13	Sp.	0	26,0	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	Vandpr. fra 95,9 m
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	Vandpr. fra 93 m
2,4	0,14	0	116	1,8	25	..	44	0	0	23,2	
..	..	..	4408	2,9	..	..	..	..	..	117,9	Na <sup>+</sup> 4342. K <sup>+</sup> 114. I
..	..	..	435	..	..	..	..	..	..	25,5	I
0,1	0	0	151	1,0	..	7,3	35	0	0	26,6	
0,03	..	0	411	2,7	..	7,5	7	0	0	23,0	
3,3	..	0,8	411	2,4	..	..	..	..	..	22,7	I
..	..	..	412	..	..	..	..	..	..	30,5	Na <sup>+</sup> 396. K <sup>+</sup> 22
0,4	..	0,5	106	1,7	..	..	31	0	0	21,8	I
0,5	..	0	300	1,4	..	..	6	0	..	30,8	
Sp.	0	Sp.	..	..	..	..	..	0	0	31,6	
5,0	0,07	2,5	146	2,1	..	7,6	9	0	0	21,0	
0,9	Sp.	1,0	324	1,9	..	7,5	11	0	0	23,2	
0,5	..	1	1172	3,0	..	..	28	0	0	31,4	I
2,0	Sp.	2,1	1127	4,1	..	7,3	15	..	..	30,0	
1,3	0	..	670	3,4	..	..	13	..	..	31,9	
9,7	..	1	1548	3,6	..	..	65	0	0	60,8	50 m Boring. I
3,1	..	Sp.	198	2,5	..	..	29	0	0	26,6	I
1,1	..	0,8	246	1,7	..	7,9	36	tilst.	0	24,1	
1,1	0	0,8	290	5,4	..	7,5	15	0	0	25,5	
1,1	..	1	270	3,8	..	..	22	0	0	23,2	I
..	..	Sp.	396	2,1	..	..	21	0	0	29,4	I
..	..	1	338	2,7	..	..	27	0	0	36,4	I
..	..	1	109	1,5	..	..	36	0	0	26,9	I

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
240.2.b	»Fælleshaab« And. Mej., Nebbelunde		484	5,7	655	..	138	39
240.2	—	8/4-31	354	35	636	0	152	38
240.13	Sydøllands And. Mej., Rødby.....		297	135	3710	..	150	82
241.9	Nysted og Omegns And. Mejeri...		..	..	9092	..	..	..
242.27	Gedser Vandværk.....	1921	220	Sp.	14268	..	590	335
244.6	Røbjerg, Bornholm.....		165	..	2520	..	120	59
244.8	Røbjerg, »Bornholms Radium-Kur«		323	..	850	..	89	27

### Geologisk Optræden.

I det foregaaende har vi behandlet et Par Grupper af Saltvandsforekomster (eller i hvert Fald Vande med højere Saltindhold end sædvanligt), og det er paavist, at disse Forekomster lod sig henføre umiddelbart enten til Havvand eller tilstedeværende Havaflejringer. I geografisk Henseende optræder disse to Typer enten langs Kysterne eller umiddelbart i ret unge, marine Aflejringer.

Imidlertid forekommer rundt om i Landet saltholdigt Grundvand, som ikke uden videre lader sig henføre til en af disse to Grupper. I geografisk Henseende optræder det her omhandlede Saltvand overalt i Landet, dog fortrinsvis i de østligere Landsdele. I geologisk Henseende kan det findes i Aflejringer fra en hvilken som helst Periode; tager vi eksempelvis de i ovenst. Tabel anførte Forekomster, grupperer de sig m. H. t. geologisk Oprindelse saaledes:

Skrivekridt: 169.28 — 170.3 — 201.12 — 218.22 — 221.79 — 229.21 — 232.68 — 236.10 — 236.31 — 236.33 — 238.36 — 238.52 — 240.13 — 241.9 — 242.27.

Danium-Kalk: 146.24 — 173.31 — 200.177 — 201.185 — 206.117 — 206.118 — 216.15 — 217.1.c — 220.15 — 222.6 — 222.27.

Ældre Tertiær: 68.9 — 136.3 — 145.40 — 146.60 — 173.10 — 198.19. — I en Del af de Tilfælde, hvor en Boring gaar igennem Paleocæn ned i Kalk eller Kridt, optræder Saltvandet i begge Horisonter.

Yngre Tertiær: 75.2.a (?).

Kvartær: 74.18.a — 88.28 — 89.41.42 — 89.62 — 89.122 — 89.149 — 99.32 — 133.34.b — 133.41 — 133.103 — 137.52 — 146.23 — 146.65 — 232.64 — 235.31 — 240.2 — 244.6 og 8 (?).

For alle Grupperes Vedkommende kunde disse Eksempler forøges med Oplysninger om paatruffet »Saltvand«, hvor der ikke foreligger Analyse, eller yderligere Analyser er anført i I. I flere Tilfælde kommer det saltholdige Vand frem til Jordoverfladen i Kilder og betinger Tilstedeværelsen af en Saltflora paa Stedet. Foruden de i I anførte Tilfælde kan nævnes den af P. GRØNTVED beskrevne Forekomst

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (tri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Haard- hed. °	
2,3	..	..	377	..	25	..	..	..	..	28,3	Na <sup>+</sup> 368. K <sup>+</sup> 13. <i>l</i>
2,8	0,2	0	314	2,0	..	7,3	42	0	0	28,0	
0,9	..	..	2254	..	26	..	..	..	..	40,0	Na <sup>+</sup> 2211. K <sup>+</sup> 321. <i>l</i>
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	<i>l</i>
..	..	..	10640	..	..	..	..	..	..	159,6	<i>l</i>
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	30,2	20
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	18,8	

ved Tissø, hvor Grundvandets Indhold af Cl<sup>-</sup> kunde være indtil 2500 mg/l (*19*).

Residual- og Infiltrationsvand er i en meget stor Del af disse Tilfælde udelukket alene paa Grund af Lokalitetens Beliggenhed eller de hydrologiske Forhold; og til Overflod er Saltvandet i flere Tilfælde stærkere koncentreret end det nærliggende Havvand:

		Cl <sup>-</sup> mg/l	sv. t. NaCl %
169.28	Langbrogaard, Sønderborg.....	45670	7,53
170.3	Sønderborg Vandværk.....	50527	8,34
173.31	Tullebølle Mejeri.....	13991	2,30
206.118	Københavns Vandforsyning, Ledreborg.....	9872	1,63
216.15	Rislev Mose.....	7780	1,28
241.9	Nysted Andelsmejeri.....	9092	1,50
242.27	Gedser Vandværk.....	14268	2,35
Havvand fra vestlige Østersø ( <i>1</i> ).....		5740	0,94

Da Saltvandet bl. a. optræder i ikke-marine Aflejringer, som altsaa absolut ikke kan være dets Hjemsted, maa der være Tale om vandrende saltholdigt Vand; og da det saltholdige Vand indenfor et begrænset Omraade kan træffes i saa at sige samtlige tilstedeværende Formationer, naar der blot er vandførende Lag tilstede, maa det være berettiget at slutte, at der rimeligvis kun er Tale om Saltvand af een Oprindelse.

Hele dette Spørgsmaal er i 1930 gjort til Genstand for udførlig Behandling af ANDERSEN og ØDUM (*1*), der kom til det Resultat, at der her maa være Tale om vandrende Saltopløsninger, der hidrører fra Saltlejer i Danmarks subkretaciske Undergrund, altsaa egentligt Mineralvand. Der er ikke siden fremkommet noget, der tvinger til Revision af denne Opfattelse.

Til Støtte for denne Opfattelse kan yderligere understreges, at Saltopløsningernes Fremtrængen og Indblanding i det almindelige, cirkulerende Grundvand i flere Tilfælde kan begrænses til meget snævre Omraader, eller de kan direkte sættes i Forbindelse med Brud, der er

konstateret paa anden Maade. Foruden de i ovennævnte Arbejde beskrevne Lokalteter Carlsberg, Knardrup og Rislev kan yderligere nævnes, at Saltvandet omkring Lejre uden Tvivl kan sættes i direkte Tilknytning til de der konstaterede Brud i Undergrunden (32 og 58).

At Saltvandet har sin Oprindelse i Dybden, understreges yderligere af, at Saltkoncentrationen i Reglen tiltager med Dybden paa de Lokalteter, hvor man har undersøgt dette, — en Tiltagen, der næppe lader sig forklare ved Vægtfylden alene. ANDERSEN og ØDUM meddeler Kurver for Kloridmængdens Tiltagen nedad for Grøndalsboringens og Rislevs Vedkommende (1 S. 11 og 65). Disse Eksempler kan suppleres med følgende:

Ørre Andelsmejeri.

75.2.b: 14,4 m dyb— 24 mg/l Cl<sup>-</sup>

75.2.a: 45,2 » » —1668 » »

Aarhus Vandværk. Marselisborg M. III. 89.122.

Ved svag Pumpning: 131 mg/l Cl<sup>-</sup>

» stærk » : 248 » »

Saltvandet ligger her i de nederste Partier af de mægtige Gruslag, hvoraf der pumpes, og den stærkere Pumpning trækker mere Bundvand op. De geologiske Forhold gør det mest sandsynligt, at Saltvandet trænger op gennem de Brud, der har givet Anledning til Indsænkningen af Aarhus-Dalens, og langs Dalens Nordside viser Saltvandet sig yderligere i Boringerne 89.41.42 og 89.62, og desuden i 89.149.

Kolding Vandværk.

133.34.b: Vand fra 12—21 m Dybde — 1193 mg/l Cl<sup>-</sup>

133.41 : » » 40—49 » » — 5515 » »

Langeskov Vandværk. 146.24.

146.24.b: Vand fra ca. 11 m Dybde: 48 mg/l Cl<sup>-</sup>

146.24.a: » » 92 » » : 975 » »

Odense Vandværk. Hunderup Skov. 146.31.

Vand fra 67,4 m Dybde: 179 mg/l Cl<sup>-</sup>

» » 78,3 » » : 287 » »

Københavns Vandforsyning. Ledreborg.

206.117. Vand fra 37,7 m (Diluvialgrus) — 25 mg/l Cl<sup>-</sup>

» » 83,6 » ( — ) — 530 » »

» » 95,5 » (Kalk) — 3452 » »

206.118. Vand fra 40—49 m (Diluvialgrus) — 50 mg/l Cl<sup>-</sup>

» » 68,2 » ( — ) — 3940 » »

» » 76,4 » ( — ) — 5299 » »

» » 80,0 » ( — ) — 5834 » »

» » 93 » (Kalk) — 9872 » »

Gedser Vandværk.

242.21: Vand fra 13 m Dybde — 315 mg/l Cl<sup>-</sup>

242.27: » » 111 » » — 14268 » »

Saltopløsninger af denne Type er velkendte i Tyskland — hvor de ligeledes henføres til Permformationens Saltlejer — og endvidere er Typen kendt fra det sydligste Sverige. Saltholdigt Vand i Skaane er tidligere beskrevet bl. a. af RAMBERG (46), og i den seneste Tid har TROEDSSON gjort Hälsingborgegnens Grundvand til Genstand for Behandling (51). TROEDSSON paaviser, at denne saltholdige Vandtype har sin Oprindelse i den saakaldte Kågerödsformation, der efter al Sandsynlighed maa henføres til Perm, — en Paavisning, der leverer en stærk Støtte for den danske Opfattelse.

#### Kemiske Forhold.

I Tabellen Side 86—90 findes opstillet en Del Analyser af den her behandlede Type af Saltvand, Mineralvand. Som allerede anført, findes der blandt disse nogle Analyser, der viser meget høj Saltkoncentration (se Side 91), medens der ogsaa er medtaget Analyser, der kun viser ret lave Saltkoncentrationer.

Saltvand af denne Oprindelse maa som de foregaaende Saltvands typer opfattes som en Blanding af to (eller flere) Vandtyper, idet man maa formode, at det dybtliggende Vand, der har været i Forbindelse med Saltlag, vil være en nogenlunde koncentreret Saltopløsning; under den sikkert i mange Tilfælde lange Vej gennem Jordlagene vil det imidlertid blandes og fortyndes med ferske Grundvandsstrømme, saaledes at man kan vente alle Saltkoncentrationer, lige fra den koncentrerede Opløsning i Nærheden af Saltmassen og til Koncentrationer i det normale Grundvand.

I de stærkt koncentrerede Saltvande af denne Type bestaar største Delen af Saltet af Natriumklorid, og der er god Grund til at formode, at den oprindelige Saltopløsning er omtrent rent NaCl-Vand. Ganske vist findes der i mange Tilfælde ret store Mængder af Kalcium og Magnium, saaledes at der af disse Ioner er langt mere, end hvad der er ækvi-valent med Bikarbonat og Sulfat, hvorfor man heller ikke kan forklare det ved Indblanding af fersk Grundvand. Denne unormalt høje Mineral-syrehaardhed vil derimod kunne forklares ud fra Teorierne om Ion-bytning.

Naar en mere koncentreret Opløsning af NaCl-Vand passerer gennem Lerlag, der altid vil have et større eller mindre Indhold af Ionbyttere, vil disse (saafremt det ikke allerede er Tilfældet) efterhaanden mættes med Na<sup>+</sup> ved samtidig Afgivelse af Ca<sup>++</sup> eller Mg<sup>++</sup>, saaledes at Vandets Indhold af disse Ioner vil blive større. At der virkelig foregaar en saadan Omsætning, antydes af, at Processen ogsaa kan forløbe i modsat Retning; i de samme Egne, hvor der optræder saadant haardt Saltvand, findes hyppigt mindre stærkt koncentreret Saltvand med et Indhold af NaHCO<sub>3</sub>. Man kan for de Egenes Vedkommende, hvor Mineral-

vand af nogenlunde Koncentration optræder i større Mængde, opfatte Jordmassen som eet stort Permutitfilter, hvor Dybden for Ligevægt mellem Saltvand og Ferskvand paa Grund af forskellige Forhold varierer i Tidernes Løb, og hvor Ionbytningen derfor, alt efter den øjeblikkelige Tilstand, kan gaa i den ene eller den anden Retning.

Rent praktisk kan man derfor skelne mellem »normalt« Mineralvand, haardt Mineralvand (»Regenerationsvand«) og »blødt« Mineralvand med Natriumbikarbonat. En konsekvent Adskillelse mellem disse Typer er dog ifølge Sagens Natur meget vanskelig, idet de gaar jævnt over i hinanden. Typen »Regenerationsvand« vil blive behandlet særskilt Side 101 f., men da de stærkt koncentrerede Mineralvande næsten altid vil være noget »regenererede«, kan vi ikke undgaa ogsaa at medtage en Del af de samme Eksempler i denne Sammenhæng.

De mest koncentrerede Mineralvandsforekomster, hvoraf vi har omfattende Analyser, hidrører fra:

	mg/l Cl <sup>-</sup>
170.3 Sønderborg Vandværk.....	50527
169.28 Langbrogaard, Sønderborg.....	45670
242.27 Gedser Vandværk.....	14268
173.31 Tullebølle Mejeri.....	13991
201.12 Grøndals-Eng, København.....	9486
216.15 Rislev Mose.....	7780
133.41 Kolding Vandværk.....	5515

Fælles for disse er, som det ogsaa fremgaar af Tabellerne og Tavle VI, at Hovedmængden af Saltet er Natriumklorid, men at der dog findes betydelige Mængder af Kalcium og Magnium. Hvorvidt Indholdet af disse sidste er primært eller sekundært kan ikke med Sikkerhed afgøres, men der er mest Sandsynlighed for det sidste.

For de fire første er Milliækvivalenternes procentiske Sammensætning omtrent ens; en Undtagelse danner dog 242.27, hvor der kun findes meget lidt Sulfat, medens de andre Analyser viser ret høje Sulfatmængder. Vandet fra Kolding Vandværk har en forholdsvis større Haardhed, hvilket tyder paa en stærkere Ionbytning.

Det er værd at lægge Mærke til, at de to stærkt koncentrerede Mineralvandsanalyser fra Sønderborg viser en meget stor Overensstemmelse med hinanden saavel i Koncentration som i procentisk Sammensætning, selv om de er udtaget med nogle Kilometers Afstand og flere Aars Mellemlum.

Der skal her anføres endnu et Par Eksempler, der tyder paa, at Mineralvand fra dybere Lag er ret rent NaCl-Vand.

Fra Langeskov Vandværk (146.24) findes Analyser af Vand fra

Boringer til forskellig Dybde. Boring b gaar til en Dybde af 17,3 m og giver fersk, haardt Vand, medens Boring a gaar ned til 92 m og giver Saltvand, der maa opfattes som en Blanding af Vand af samme Type som fra b og Mineralvand. Ved denne Blanding er Indholdet af  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  ikke steget; det maa dog bemærkes, at Indholdet af Mg er betydeligt større i Vand fra den dybe Boring (Fig. 11).

Fra Slagelse Vandværk, Valbygaard, foreligger der Analyser af Vand fra to tæt ved hinanden liggende Boringer. Den ene af disse (210.52) er 41,7 m dyb og giver fersk, haardt Vand, medens den anden (210.68)

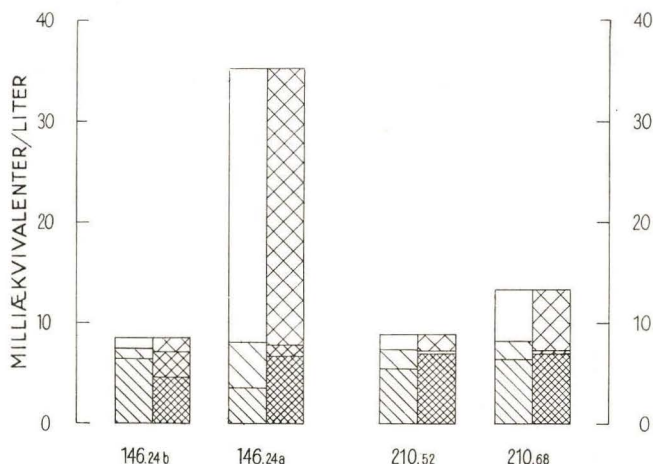


Fig. 11. Analyser af Vand fra to tæt ved hinanden liggende Boringer i Langeskov (146.24 a og b) og ved Slagelse (210.52 og 68), illustrerende Blandingen af Ferskvand og omtrent rent NaCl-Vand (Mineralvand). — Signaturforklaring S. 184.

er 43,8 m dyb og giver Saltvand, der maa opfattes som Blanding af Vand af samme Type som fra 210.52 og Mineralvand. Indholdet af  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  er ikke derved blevet højere; den eneste nævneværdige Forskel paa de to Vandanalyser er, at 210.68 indeholder mere NaCl (Fig. 11).

Ammonium viser sig at optræde hyppigt ved Mineralvande (ved 72 % af de medtagne Analyser, hvori der er undersøgt for denne Ion). Det vil sikkert ikke i mange Tilfælde skyldes Forurening, men derimod, at Kvælstofforbindelserne i Jorden som Følge af manglende Betingelser for Iltning optræder som denne reducerede Kvælstofforbindelse. Nitrat er ikke nær saa almindelig, og i flere af de Tilfælde, hvor den optræder, skyldes det sikkert Forurening.



## Salt Mineralvan

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
80.12	Kalo Vig.....	26/6-34	338	29	686	0	11	11
80.36	Djurslands Svineslagteri, Mørke ...	21/1-33	413	11	89	0	45	12
89.62	Aarhus Vandværk, Gjellerup.....	11/2-32	375	28	409	0	77	21
—	— .....	28/6-34	374	33	286	0	76	17
98.55	Vrold Skole.....	17/3-34	672	38	1003	0	27	16
135.19	Udby Vandværk.....	17/9-08	580	5	334	0	48	18
137	Ladby (Boring).....	23/5-07	610	138	156	..	51	12
137.57	Skibhuse.....	Juni-34	384	63	429	..	66	24
146.31	Odense Vv., Hunderup Skov, 67,4 m	17/10-33	399	65	179	Sp.	7	6
—	— 78,3 m	7/11-33	438	87	287	0	13	10
160.18	Tondering Læderfabr., Aabenraa...	28/9-22	363	15	545	Sp.	71	13
170.12.c	Guderup.....	2/10-31	445	0	145	0	59	17
190.8	Asnæs Margarinefabrik.....	28/11-30	824	194	1981	0	49	24
197.26	Gislinge Mejeri.....	13/2-17	537	1	364	30	100	18
197.29.d	Grevinge Mejeri.....	1/6-31	756	52	472	0	14	8
198.45	Holbæk Vandværk, Kalvemosen...	Okt.-34	624	6	163	..	4	3
206.122	Københavns Vandf., Assermølle....		445	24	766	0	71	44
206.123	— .....		451	31	744	0	71	43
209.11	Kirke Helsing Mejeri.....	11/11-29	436	20	231	0	94	23
210.24	Nordrup Mejeri.....	3/6-30	555	125	394	Sp.	125	23
210.60	Gudum Andelsmejeri.....	1933	482	..	970	..	77	16
211.13	»Skovvang Mejeri«, Skee.....	23/8-27	689	12	217	Sp.	4	4
—	— .....	13/1-30	817	16	247	0	3	Sp.
—	— .....	1933	756	..	264	..	9	1
215.24.b	Korsør Vandværk, Kyllingegaard..	26/10-34	457	16	245	0	100	19
216.31	Midtsjæll. Herregaardsmej., Bavelse	27/5-09	708	61	133	0	6	1
—	— .....	16/8-09	720	18	127	0	34	1
—	— .....	1933	598	..	141	..	8	0,5
216.32	»Kølebæk« Mejeri, Glumsø.....	22/11-30	445	4	135	Sp.	0	0
220.19	Kvislemark Skole.....	25/7-27	583	25	245	0	33	11
222.27	»Aaside« Mejeri, Snesere.....	31/1-17	427	51	97	0	97	11
235.27.e	Christiansdal.....	Marts-34	555	120	570	..	34	7
—	— .....	Juli-34	555	114	620	0	26	9
—	— .....	Aug.-34	561	118	620	..	24	8
—	— .....	Dec.-34	552	114	618	..	22	10
242.5	»Oborg« Mejeri, Gedser.....	14/7-30	451	57	430	11	74	18
242.21	Gedser Vandværk.....	21/11-10	327	11	315	0	60	18

Det fra Dybet fremtrængende Mineralvand maa som sagt formodes at være ret rent NaCl-Vand, mens man »i Praksis« naturligvis altid finder det mere eller mindre opblandet med almindeligt Grundvand, rigt paa Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> og HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Imidlertid træffes ofte en Type af salt Mineralvand, altsaa NaCl-rigt

**ad Natriumbikarbonat.**

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Ilt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
0,06	0,01	Sp.	554	2,2	10	7,9	3	348	Sp.	0	3,9	
0,3	0	0	143	6,7	..	7,5	10	294	0	0	9,2	
1,2	0,04	Sp.	291	2,2	..	7,3	15	43	0	0	15,7	
1,3	0,06	Sp.	221	2,1	20	7,7	18	73	Sp.	Sp.	14,5	
1,3	0,02	Sp.	858	4,9	30	7,9	9	698	0	0	7,5	
0,2	..	2	323	5,6	..	..	15	459	0	Sp.	10,1	
..	..	..	317	..	..	..	12	542	..	..	10,0	
0,9	0,05	..	331	..	..	..	26	84	..	..	14,8	
0,7	0,02	0,5	..	1,7	24	..	13	476	0	0	2,3	Na <sup>+</sup> 277. K <sup>+</sup> 55
0,6	0,01	0,5	..	2,0	25	..	12	478	0	0	4,2	Na <sup>+</sup> 361. K <sup>+</sup> 13
5,1	..	Sp.	386	2,4	..	..	14	97	tilst.	..	12,9	
0,23	..	0,75	162	5,0	..	7,7	19	249	..	..	12,2	
1,7	0	4	1574	8,4	..	7,5	24	737	0	0	12,3	
3,1	..	0	280	5,1	..	..	27	186	0	Sp.	18,2	
0,3	Sp.	Sp.	585	3,9	..	8,1	0	926	0	0	3,9	
..	..	..	..	..	..	..	0	859	..	..	1,1	{Na <sup>+</sup> 354. K <sup>+</sup> 22
0,03	Sp.	Sp.	512	1,7	..	..	..	12	0	0	20,0	{CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> 42. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 52.
0,03	Sp.	Sp.	505	1,8	..	..	..	26	0	0	19,9	
1,2	0	2	169	1,7	..	7,5	15	36	0	0	18,4	
1,1	0,2	Sp.	335	3,7	..	7,4	22	71	Sp.	0	20,2	
..	..	..	..	..	..	..	..	311	..	..	14,5	
2,0	..	0,75	393	5,7	..	8,7	0	653	0	tilst.	1,4	
0,05	..	0,5	473	5,0	..	8,5	0	808	Sp.	tilst.	0,4	
..	..	..	..	..	..	..	0	1001	..	..	1,3	CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> 30
3,9	0,1	0,75	185	2,1	..	7,5	50	49	0	Sp.	18,4	
0,3	..	0,6	371	6,4	..	..	6	681	0	0	0,8	
0,3	..	1	320	13,5	..	..	..	608	0	0	5,0	I
..	..	..	..	..	..	..	0	823	..	..	1,2	CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> 48. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 61
0,08	..	0,5	303	7,5	..	8,8	0	..	0	0	0	CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> 60. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 106
2,3	..	0,5	330	3,1	..	8,1	8	421	0	0	4,3	
0,1	..	0	116	2,0	..	..	11	76	0	0	16,0	
..	..	..	584	..	..	..	..	573	..	..	6,4	Na <sup>+</sup> 562. K <sup>+</sup> 8
1,0	0	Sp.	618	..	..	..	..	590	0	0	5,6	
..	..	..	627	..	..	..	..	617	..	..	5,3	
..	..	..	619	..	..	..	..	597	..	..	5,3	
2,0	0,1	0	359	3,1	..	7,5	4	178	0	0	14,6	
15	..	0,3	217	8,9	..	..	77	21	0	0	12,6	I

Vand, der vil indeholde den sædvanlige Mængde HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, men ikke den hertil svarende Mængde Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup>. Typen indeholder et Overskud af NaHCO<sub>3</sub>. Se ovenst. Tabel.

I geologisk Henseende fordeler de i Tabellen anførte Vandprøver sig saaledes:

Danium-Kalk: 80.12 — 80.36 — 146.31 — 220.19 — 222.27.  
 Ældre Tertiær: 160.18 (? yngre Tertiær) — 170.12.c — 190.8 — 197.29.d  
 — 198.45 — 206.122.123 — 210.24 — 210.60 — 211.13 — 216.31 — 216.32.  
 Kvartær: 89.62 — 98.55 — 135.19 — 137.57 — 197.26 — 209.11 — 215.24.b  
 — 235.2.7e — 242.5 — 242.21.

Det er her paafaldende, at Skrivekridtlokaliteterne er gaaet helt ud, og Daniumlokaliteterne er gaaet stærkt tilbage. Den salte alkaliske Vandtype er ubetinget hyppigst optrædende i det ældre Tertiær, og selv i de under Danium anførte Tilfælde 80.12—80.36—146.31 er det  $\text{NaHCO}_3$ -holdige Vand truffet i umiddelbar Tilslutning til det over Kalken liggende Paleocæn.

Denne Gruppe af Mineralvand maa, som det fremgaar af Afsnittet Side 38 og den indledende Omtale af Mineralvandets kemiske Forhold (Side 93), opfattes som opstaaet ved et sekundært Fænomen, nemlig ved Ionbytning i Overensstemmelse med Ligningen



læst fra venstre til højre. Denne Forklaring forudsætter, at de oprindelige dannede Zeoliter har været Natrium-Zeoliter, eller ogsaa, at der paa et tidligere Tidspunkt har været Betingelser til Stede for, at Processen har kunnet forløbe fra højre til venstre. (Hvor der optræder nogenlunde koncentreret  $\text{NaCl}$ -Vand, vil der være Betingelser for en saadan Proces).

Ved Betragtning af Tabellen og Tavle VII bemærkes, at Koncentrationen i de fleste Tilfælde er lav og aldrig særlig høj (Boring 190.8 med 1981 mg/l  $\text{Cl}^-$ ; 98.55 med 1003 mg/l  $\text{Cl}^-$  og Resten under 1000 mg/l  $\text{Cl}^-$ ; kun 11 af de anførte 37 Analyser ligger over 500 mg/l  $\text{Cl}^-$ ). Det lave  $\text{NaCl}$ -Indhold er en nødvendig Betingelse for, at Ionbytningen forløber fra venstre til højre efter ovenstaaende Ligning, og ved en Betragtning af Analyserne fremgaar det ogsaa, at Vand, der viser særlig lavt Indhold af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ , ogsaa har et lavt  $\text{Cl}^-$ -Indhold. En enkelt af Analyserne (216.32) mangler endog helt  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  (eller har kun Spor af disse Ioner), saaledes at Ionbytningen praktisk taget er fuldstændig. For disse meget bløde Vande kan man drage den Slutning, at de direkte er pumpet op fra et »Permutitfilter« uden Mulighed for senere Indblanding af andet Vand.

Naar man alligevel træffer Natriumbikarbonat-holdigt Vand med et højt Indhold af Klorid, maa dette være opstaaet ved en Blanding af svagt koncentreret  $\text{NaHCO}_3$ -holdigt Vand med mere koncentreret Saltvand af normal Sammensætning, idet  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  vanskeligt fjernes fra de stærkt koncentrerede Saltvande.

Hele denne Ionbytningsproces illustreres paa en slaaende Maade af Forholdene ved Københavns Vandforsynings Kildeplads Ramsø, saa-

ledes som det fremgaar af Analyser, der er overladt os af Vandforsynin- gen ved Ingeniør C. H. PAPE.

Paa Fig. 12 er Boringerne opført i Nummerorden efter Beliggenhed, i Rækkefølge fra V mod Ø. Den totale Mængde af Bikarbonat er om- trent ens i alle disse Boringer, men med den Forskel, at Bikarbonatet i de vestlige Boringer overvejende er bundet til Natrium, i de østlige

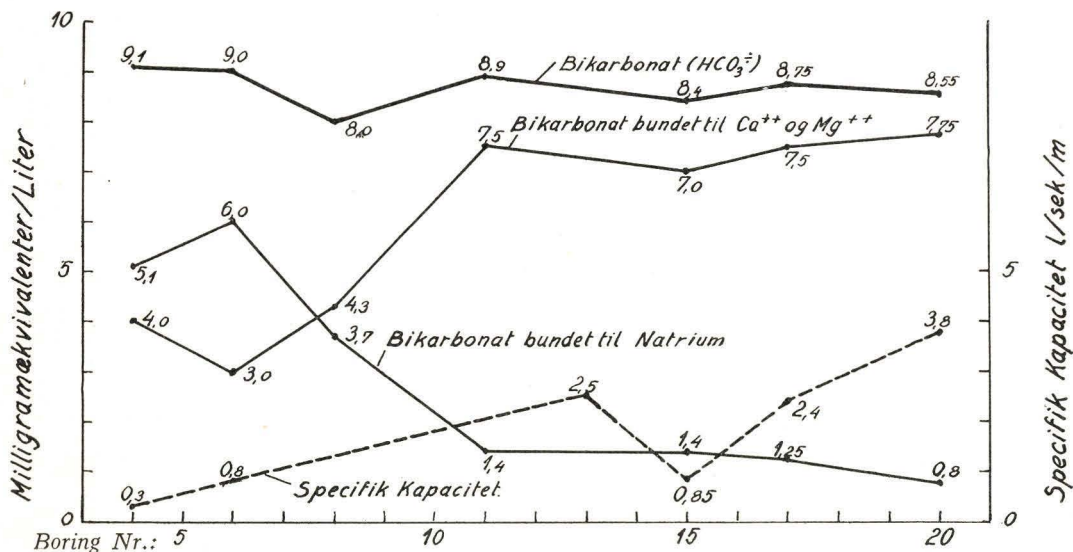


Fig. 12. Indholdet af total Bikarbonat, Bikarbonat bundet til Kalcium og Magnium og Bikarbonat bundet til Natrium i Københavns Vandforsynings Boringer ved Ramsø; alt i Milligramækvivalenter pr. Liter. Efter Analyse af Ingeniør C. H. PAPE. — Tillige Bo- ringernes specifikke Kapacitet. Boringer 206.88-90 m. fl.

Boringer derimod overvejende til Kalcium og Magnium (endnu længere mod Øst er alt Bikarbonat bundet til disse sidste Metaller). Der finder altsaa ganske afgjort en Ionbytning Sted i det mægtige Grønsandslag, hvorigennem Boringerne gaar. Grønsandet frigør Natrium paa Bekost- ning af Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup>, og denne Udviklingsproces er stærkest længst mod Vest og aftagende, jo længere man kommer mod Øst. Længst mod Øst synes Grønsandets Ionbyttere at være blevet »trætte«, og det er værd at bemærke den Korrelation, der synes at være mellem Ion- bytningsevnen og Grønsandets Porøsitet (udtrykt ved Boringernes speci- fike Kapacitet): jo ringere Porøsitet, des højere Ionbytningsevne. Om dette Forhold nu skyldes, at Filtret er blevet »træt« paa Grund af stærk Vandgennemstrømning, eller det kun skyldes, at Udvekslingsprocessen forløber ret langsomt og derfor gaar videre, naar Vandet er længe i Filtret, faar staa hen.

Ogsaa i de Tilfælde, hvor den her omhandlede Vandtype er taget i

Kvartæret, kan man gaa ud fra, at dens Overskud af Natriumbikarbonat skyldes Ionbytning. Kvartæraflejringerne (Moræneler m. m.) indeholder saa store Mængder indblandet Tertiærler (eller andet zeolitisk

Ler), at Processen kan komme i Gang; positiv Oplysning om saadant Lers Tilstedeværelse foreligger fra Boringerne 98.55—235.27.c—242.5.

Sulfat optræder i de fleste af de her omhandlede Vande kun i mindre Mængder, selv i Forekomster af Vand, hvor der maa være Tale om betydelige Indblandinger af almindeligt Grundvand. Det lave Sulfatindhold vil derfor i en Del Tilfælde ikke kunne forklares ved Mineralvandets lave Sulfatindhold, men det maa skyldes Reduktion af Sulfaterne. Enkelte af Boringerne giver dog Vand med ret højt Sulfatindhold, saaledes 190.s med 194 mg/l  $\text{SO}_4^{--}$ , Ladby (137) med 138 mg/l og 235.27.c med 120 mg/l, medens Resten har et Indhold under 100 mg/l og de meget bløde endog med en enkelt Undtagelse under 20 mg/l  $\text{SO}_4^{--}$ .

Karakteristisk for de meget bløde Mineralvande er et højt Iltforbrug, idet det for disses Vedkommende ligger over 5 mg/l, hvad der er langt over det normale for Vand, der ikke er Overfladevand.

Det store Iltforbrug ved disse Analyser kan sikkert forklares ved, at det stærkt alkaliske Vand har større Opløsningsevne over for de organiske Stoffer.

Hvad Ammonium angaar, da er det som ved de almindelige Mineralvande til Stede i de fleste af de Vande, hvor der er undersøgt derfor, nemlig i 85 % af Tilfældene. Nitrat findes derimod kun i 25 % af de undersøgte Tilfælde.

I nogle Tilfælde, Holbæk Vandværk (198.45), Skovvang Mejeri (211.13), Midtsjællands Herregaardsmejeri (216.31) og Kølebæk Mejeri (216.32), viser Analyserne, at der er normal Karbonation ( $\text{CO}_3^{--}$ ) til Stede i Vandet. Da Ti-

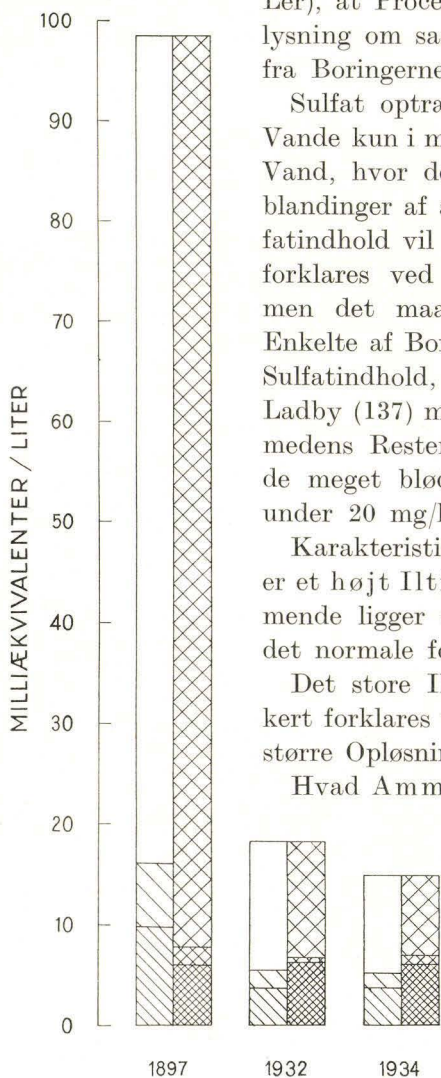


Fig. 13. Analyser fra Aarhus Vandværks Boring ved Gjellerup (89.62) fra Aarene 1897, 1932 og 1934 (se Side 101). Signaturforklaring Side 184.

treringerne af Vandet i de sidste 3 Tilfælde er foretaget paa Stedet i frisk oppumpet Vand, kan Tilstedeværelsen af  $\text{CO}_3^{--}$  ikke skyldes, at der ved Henstand og Forsendelse af Vandet er gaaet  $\text{CO}_2$  bort. Disse

Vande har kun ganske smaa Mængder af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  og indeholder saaledes baade normalt Natriumkarbonat og Natriumbikarbonat.

Fra en Boring for Aarhus Vandværk, Gjellerup (89.62), der blev udført i 1896, og som siden har staaet med frit Overløb, foreligger der tre Analyser. Den første af disse, der er fra 1897, viser 3307 mg/l  $\text{Cl}^-$  og maa paa Grund af den store Haardhed henregnes til Vand af Regenerationstypen. Analysen fra 1932 viser 409 mg/l  $\text{Cl}^-$  og 43 mg/l  $\text{NaHCO}_3$ , medens Vandet i 1934 kun har 286 mg/l  $\text{Cl}^-$ , og her er Indholdet af  $\text{NaHCO}_3$  steget til 73 mg/l (Fig. 13). Udviklingen her er et udmærket Eksempel paa Forløbet af en Ionbytningsproces i Naturen. Da Boringen blev udført, naaede den ned i Lag med Mineralvand med et betydeligt Kloridindhold og med Vandrejsning over Terræn. Det store Indhold af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  tyder stærkt paa, at det meget natriumholdige Vand har været i Stand til at ombytte en Del  $\text{Na}^+$  med  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  fra tilstedeværende Ionbyttere. Vandet har stadig strømmet fra Boringen, og de senere Analyser viser, at Boringen efterhaanden delvis har vasket sig selv ud for Saltvand. Efterhaanden er Ionbytterne i de passerede Jordlag mættet med  $\text{Na}^+$ , og naar Indholdet af  $\text{Na}^+$  i Vandet derpaa gaar tilbage, naar man det Tidspunkt, da Ligevægten for Ionbytningen betinger, at Processen gaar den anden Vej:  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  fra Vandet ombyttes med  $\text{Na}^+$  og Vandet kommer til at indeholde Natriumbikarbonat.

#### d. Regenerationsvand.

Hertil Tavle VIII og XIX.

Under Betegnelsen »Regenerationsvand« sammenfatter vi en Vandtype, som kan paatræffes under yderst forskellige geologiske Forhold. Karakteristisk for Typen er to sammenfaldende Egenskaber: et abnormt højt Indhold af  $\text{Ca}^{++}$  (og  $\text{Mg}^{++}$ ), saa højt, at Vandtypen har et Overskud af  $\text{Ca}^{++}$  i Forhold til  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{SO}_4^{--}$  og saaledes kommer til at indeholde  $\text{CaCl}_2$ , og i Forbindelse hermed et højt Indhold af  $\text{Cl}^-$ . Dette sidste betinger Typens geologiske Optræden, og det vil være praktisk at se paa dette først.

Et Par af de herhen hørende Forekomster er allerede S. 64—66 nævnt som Eksempler paa infiltrerende Havvand, nemlig 107.87—109.10—196.20—208.49 og 214.78. En Gennemgang af det foreliggende Materiale gør, at man maa klassificere følgende Forekomster som

#### Infiltrationsvand:

- 107.87 Hjarnø Lodseri (Brønd tæt ved Stranden).
- 109.10 Langøre Skole (Boring tæt ved Stranden).
- 116.41 Vejle Andels-Svineslagteri (Boringer tæt ved Havnen; stærk Af-senkning af Vandspejlet).

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>
59.21	Ørsted Andels Mejeri.....	1923	226	175	163	Sp.	183	23
64.27	Hjerm Jernbanestation.....	11/10-19	250	174	410	Sp.	289	23
89.85	Aarhus, Jyske Trikotagefabr.....	21/11-29	456	374	173	Sp.	330	23
89.149	Aarhus Vandværk, M.IV.....	28/6-34	356	31	870	0	235	33
107.87	Hjarnø Lodseri.....	26/5-16	264	55	182	0	129	33
109.10	Langøre Skole.....	4/12-20	403	7	1454	0	232	63
116.41	Vejle Andels-Svineslagteri.....	6/5-20	342	100	2947	..	294	113
133.41	Kolding Vandværk.....	1914	269	206	5515	0	414	187
133.103	»Alpedalslyst«, Harte.....	1935	247	122	2880	Sp.	469	29
165.13	»Egelykke«, Lejbølle.....	9/9-19	843	37	419	Sp.	366	47
169.28	Langbrogaard, Sønderborg.....	1932	116	583	45670	..	1575	86
170.3	Sønderborg Vandv., Sundsmark....	17/10-24	135	555	50527	0	1861	109
cfr. 196.20	Kalundborg Vandværk.....	30/10-33	360	201	570	55	256	33
196.37	Blindeskolen, Kalundborg.....	5/12-33	366	215	567	Sp.	258	33
—	— .....	2/4-35	250	81	97	..	141	9,2
201.12	Grøndals-Eng, København.....	..	..	21	9486	0	593	28
201.16	Carlsberg Bryggerier, Vr. Fælledvej	20/2-22	366	290	1945	Sp.	354	12
208.49	Baltica-Værftet, København.....	2/12-18	416	436	4012	0	415	24
210.50	Dianalund Mejeri.....	26/11-31	250	..	10120	..	421	15
214.78	Kählers Teglværk, Korsør.....	1/11-28	409	16	948	Sp.	240	4
216.15	Rislev Mose.....	1923	662	170	7780	..	305	32
235.34.b	Tillitse Mejeri.....	6/3-33	311	107	3716	..	521	15
235.34.c	— .....	—	274	84	2892	..	172	3
cfr. 236.10	Knuthenborg.....	23/10-06	482	160	2883	0	209	13
240.16	Nebbelunde Fællesmej., »Broebak«..	..	416	79	2364	..	201	8
242.21	Gedsø Vandværk.....	12/8-30	299	6	1400	0	229	7
242.27	— .....	1921	220	Sp.	14268	..	590	33

cfr. 196.20 Kalundborg Vandværk (flere Boringer med stærk Afsænkning og Indsugning af Havvand; se S. 72 f.).

196.37 Blindeskolen, Kalundborg (Brønd tæt ved Stranden, lejlighedsvis Indsugning af Havvand).

208.49 Baltica-Værftet, Københavns Sydhavn (Boring med Indsugning af Havvand).

214.78 Kählers Teglværk, Korsør (Boring tæt ved Stranden).

Paa den anden Side viser Overvejelserne m. H. t. Cl<sup>-</sup>-Indholdet, at en anden Gruppe af de heromhandlede Forekomster lige saa afgjort maa klassificeres som

#### Mineralvand:

59.21 Ørsted Andelsmejeri.

64.27 Hjerm Jernbanestation.

89.85 Aarhus, Jyske Trikotagefabrik.

89.149 Aarhus Vandværk, M.IV.

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	SiO <sub>2</sub>	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Haard- hed. °	
0,5	..	..	19	1,4	..	..	17	0	..	31,1	
1,6	..	Sp.	67	2,5	..	..	11	..	Sp.	45,6	
0,4	..	0	37	1,4	..	..	44	0	0	52,0	
3,5	0,3	Sp.	377	3,5	26	7,3	41	0	0	40,6	
0,1	..	Sp.	25	1,1	..	..	23	0	0	26,7	
1,6	..	3	475	10,1	..	..	7	0	0	47,3	
0,1	..	2,0	1525	4,0	..	..	55	0	0	67,7	
4	..	..	2948	..	..	..	10	..	..	100,8	7 Nr. 162
..	..	..	1449	..	..	..	..	..	..	72,2	
0,6	..	Sp.	335	7,0	..	..	169	Sp.	0	60,8	
..	..	..	26498	..	..	..	..	..	..	419,7	35 S. 7 f.
6,3	..	13	28864	40	..	7,1	30	0	0	511,8	
0,02	0	0	258	1,3	..	7,8	22	0	..	44,2	
0	0	Sp.	249	2,9	24	7,6	28	Sp.	0	61,6	
0,7	..	..	16	..	..	..	..	..	..	21,8	
Sp.	..	0	..	..	..	..	..	..	..	99,2	Vandpr. fra 383,5 m Dybde
5,8	..	..	884	8,1	..	..	171	..	..	79,0	
3,2	..	1,0	1802	4,6	..	..	11	0	0	43,7	
..	..	1,9	..	..	..	..	..	..	..	76,4	
9,7	0	1,6	367	30	..	7,2	132	0	Sp.	49,0	
..	..	..	4408	..	2,9	..	..	..	..	117,9	I
..	..	..	1687	..	..	..	..	..	..	108,4	
..	..	..	1727	..	..	..	..	..	..	33,0	
9,7	..	1	1548	3,6	..	..	65	0	0	60,8	50 m Boring (I)
1,4	..	..	1341	..	23	..	..	..	..	47,0	I
19	0,3	2,0	603	6,2	..	7,2	19	Sp.	0	49,0	
..	..	..	10640	..	..	..	..	..	..	159,6	I

- 133.41 Kolding Vandværk.
- 133.103 »Alpedalslyst«, Harte.
- 165.13 »Egelykke«, Lejbølle (dog noget tvivlsom m. H. t. Oprindelsen af det høje Cl<sup>-</sup>-Indhold).
- 169.28 Langbrogaard, Sønderborg.
- 170.3 Sønderborg Vandværk.
- 201.12 Grøndals-Eng, København.
- 201.16 Carlsberg, Vr. Fælledvej 100.
- 210.50 Dianalund Mejeri.
- 235.34 Tillitse Mejeri.
- 236.10 Knuthenborg.
- 240.16 Nebbelunde Fællesmejeri »Brobæk«.
- 242.21 Gedser Vandværk.
- 242.27 — —

Som Vandtypen fremtræder i de her omhandlede Analyser, er den altsaa udmærket ved et højt Indhold af Cl<sup>-</sup>, og tager man disse Vandets



Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
196.22	Kalundborg Bryggeri.....	15/6-28	439	12	87	0	92	13
196.25	Kalundborg Andels-Svineslagteri...	27/6-28	457	16	72	0	94	13
cfr. 196.20	Kalundborg Vandv., Boring.....	15/7-11	458	Sp.	172	0	60	13
—	Kalundborg Vandv., Ledningsvand	19/8-05	317	85	61	55	146	11
—	—	14/11-06	287	53	60	9	94	8,4
—	—	24/2-10	311	63	60	33	114	12
—	—	2/9-22	341	86	60	Sp.	137	14
—	—	30/10-33	360	201	570	54	256	37
—	—	16/8-34	403	262	928	Sp.	331	47

Oprindelse som rent Infiltrationsvand eller rent Mineralvand i Betragtning, kan der ikke være Tvivl om, at Udgangspunktet i begge Tilfælde maa være Vand med et højt Indhold af NaCl, med et rimeligt Forhold mellem Na<sup>+</sup>- og Cl<sup>-</sup>-Mængderne, selv om man ikke gaar ud fra fuldkommen ækvivalente Mængder. I de her foreliggende Analyser er der imidlertid slet intet rimeligt Forhold mellem Indholdet af Na<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>; i Forhold til Cl<sup>-</sup> træder Na<sup>+</sup> stærkt tilbage, mens Mængderne af Ca<sup>++</sup> og Mg<sup>++</sup> er tilsvarende større. Der kan næppe være Tvivl om, at der her har fundet en Ionbytning Sted.

En Del af disse »Regenerationsvande« er som sagt allerede opført som henholdsvis Infiltrationsvand og Mineralvand. Alligevel maa det vist være berettiget, at gøre Typen til Genstand for lidt udførligere Omtale, dels da den dog maa siges at udgøre en Type med særegne Træk, dels da den paa Grund af sin meget store Haardhed har særlig Interesse i Praksis.

Ser vi først paa det unormalt haarde Infiltrationsvand, da er allerede Side 77—78 nærmere omtalt de kemiske Forhold ved Vandet fra Langøre Skole (109.10) og Kählers Teglværk, Korsør (214.78). Vandet fra Vejle Andelsslagteri (116.41), der ogsaa efter de geologiske Forhold maa henregnes til Infiltrationsvand, udmærker sig ved, at skønt Indholdet af Ca<sup>++</sup> er meget stort og ikke let vil kunne forklares uden ved Hjælp af Ionbytning, saa er Indholdet af Mg<sup>++</sup> saa lavt i Forhold til Mængden af Klorid (Cl<sup>-</sup> : Mg<sup>++</sup> = 26), at det kun kan forklares, ved at en Del af det infiltrerende Havvands Mg<sup>++</sup> er ombyttet med Ca<sup>++</sup> fra Ionbyttere. Det samme Forhold gør sig ogsaa, omend i mindre Grad, gældende ved de to andre Lokaliteter.

Særlig illustrerende er Forholdene, som de igennem de sidste 30 Aar har udviklet sig ved Kalundborg Vandværk (cfr. 196.20); sml. ovenstaaende Tabel og Fig. 14 (Side 106).

Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> (beregnet som Na <sup>+</sup> )	Itt- forbrug	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Haard- hed. °
1,6	..	1,5	94	3,1	7,4	56	118	0	Sp.	15,7
0,4	..	1,0	93	3,3	7,5	82	141	0	0	16,0
0,6	..	1,5	190	3,3	..	33	288	Sp.	Sp.	11,3
0,3	..	Sp.	32	1,5	..	32	..	0	0	23,0
0,3	..	0	28	5,7	..	2	..	0	0	14,8
0,3	..	0,5	45	4,0	..	20	..	0	0	18,2
0,4	..	..	24	..	..	35	..	..	..	22,4
0,015	..	0	258	..	7,8	22	..	0	0	44,2
0,2	0,2	0	409	2,8	6,9	85	..	Sp.	Sp.	57,2

Undergrunden bestaar her af Plastisk Ler, og man kan ogsaa med stor Sikkerhed gaa ud fra, at det overliggende Kvantær indeholder store Mængder Tertiærler. Dette maa have ionbyttende Egenskaber, og dette fremgaar da ogsaa deraf, at Bryggeriet (196.22) og Svineslagteriet (196.25) har Vand med Natriumbikarbonat. Ogsaa i det Omraade, hvor Vandværket har sine Boringer, er Ionbytningen tidligere gaaet i samme Retning, som det fremgaar af Analysen fra 1911. Desværre foreligger der kun denne ene Analyse fra en enkelt Boring; alle andre Analyser er af Vand fra Samleledninger, og disse viser intet Natriumbikarbonat.

Det sidste skyldes muligvis, at Zeolitfiltret i Jorden er blevet »træt«. At Zeoliterne virkelig er tilstede i udstrakt Grad, viser sig nemlig paa det Tidspunkt (1933—34), hvor Vandværket p. G. a. Overpumpning begynder at suge Havvand ind; se Fig. 9 og Omtalen af Infiltrationsvandet Side 72. Infiltrationen bevirker nemlig ikke blot en Stigning i Vandets Indhold af Klorid og Sulfat; den giver samtidig Anledning til en voldsom Stigning i Kalciumindholdet, — altsaa en regulær Regeneration af Zeolitfiltret.

At Indholdet af Natrium i Vandet gaar tilbage ved denne Regenerationsproces kan ses af, at Forholdet Cl<sup>-</sup> : Na<sup>+</sup> i Analysen fra 1934 er 2,3, mens det samme Forhold i Vand fra Kalundborg Fjord er 1,8 (som i normalt Havvand). — Ogsaa Magniumindholdet i Vandet ligger relativt lavt i Forhold til Cl<sup>-</sup>, saa en Del Mg<sup>++</sup> maa være blevet ombyttet med Ca<sup>++</sup>.

De fleste af Regenerationsvandene maa dog henføres til Mineralvandene, og Betingelserne for deres Dannelse er nærmere diskuteret Side 93 f. Som der omtalt viser det sig, at alle de mest koncentrerede Mineralvande præges af en svagere Regeneration af de Jordlag, som Vandet passerer.

En Del af de her medtagne Vandanalyser viser vel ikke en saa høj

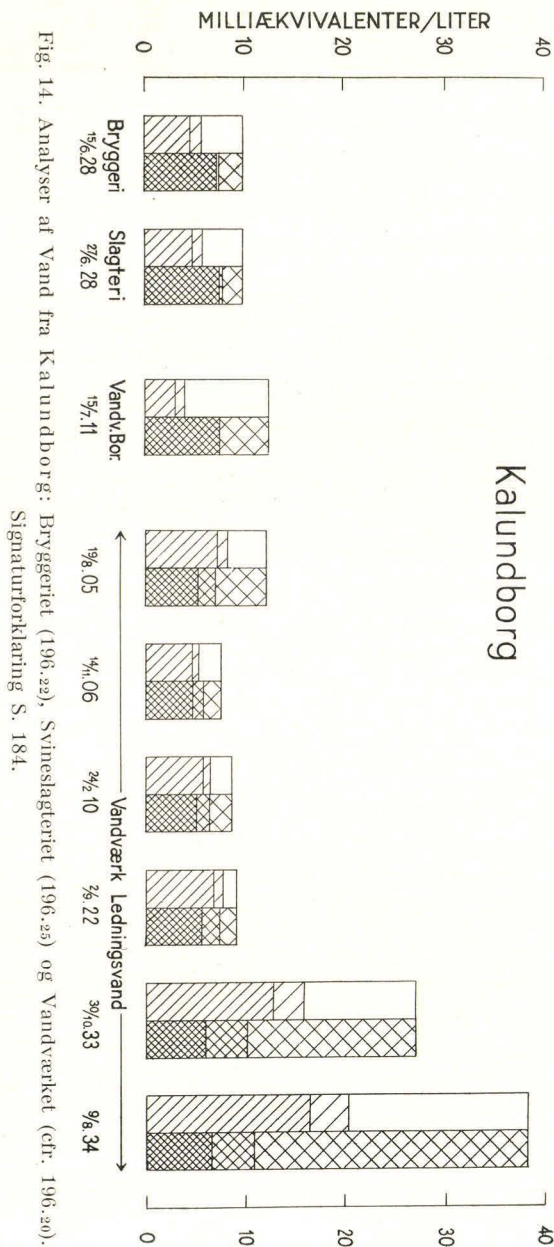


Fig. 14. Analyser af Vand fra Kalundborg: Bryggeriet (196.22), Svineslægteriet (196.23) og Vandværket (chr. 196.20). Signaturforklaring S. 184.

Na<sup>+</sup>-Koncentration, at man kan tænke sig, at de vil være i Stand til at regenerere Ionbyttterne i de Lerlag, de passerer; men de kan opfattes som Blandinger af mere koncentreret og meget haardt Vand med almindeligt NaCl-fattigt Grundvand.

Ligesom for de andre Vandtypers Vedkommende, hvor der er Tale om Ionbytning, stammer de fleste af disse Vande fra tertiære Aflejringer, og det synes saaledes, som disse Aflejringer har særlige Betingelser for at ændre Grundvandets Sættelse gennem Ionbytning.

I det foregaaende er der bl. a. gjort udførligt Rede for Tilfældet Kalundborg, hvor det paa Grundlag af Analyser i fremskridende Tidsfølge har været muligt at følge Udviklingen fra ret blødt, alkalisk Vand til meget haardt Regenerationsvand.

En ejendommelig Parallel hertil — ikke i Tidsfølge, men i Terrænet — foreligger nu fra Skaane. L. RAMBERG har (46) offentliggjort en Beskrivelse af »Malmö Stads

Vattenfattning ved Torreberga«, ledsaget af omhyggelige Analyser fra hver enkelt Boring, saa det er muligt at danne sig et Billede af de kemiske Processer i Grundvandet.

Malmö har et Vandindvindingsanlæg ved Torreberga, ca. 14 km Ø. f. Byen, hvor en Række Boringer er sat tværs over den dybe Sænk-

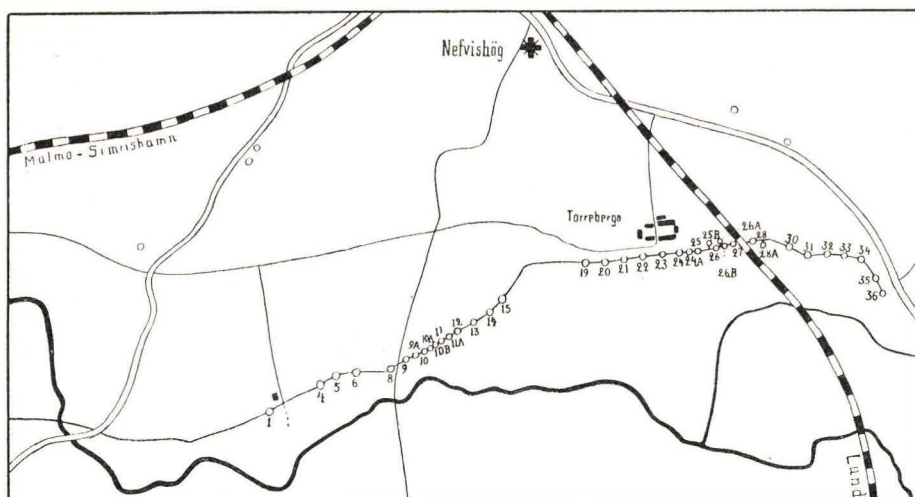


Fig. 15. Malmö Stads Vandværk ved Torreberga (efter RAMBERG).

ning i Kalkundergrunden, der gaar under Navn af »Alnarpsdalen« (se 47 Pl. 4 og 6; 1 S. 75 og 92; 55). Boringerne tager Vandet enten øverst i Kalken eller i det umiddelbart over Kalken liggende Gruslag, altsaa i samme Grundvandsstrøm, og Vandets Bevægelsesretning maa (efter de i 47 givne Oplysninger) være i Retningen NV eller VNV. — RAMBERG meddeler nu en lang Række Analyser fra de enkelte Boringer, af hvilke de fra Boringerne 9—10 A—10 B—11—13—15—24 A—25 gives her (i omregnet Form).

Sammenholder man det Billede, disse Analyser giver, med Boringernes Beliggenhed og Vandets Bevægelsesretning (se Fig. 15), giver det omtrentlig følgende:

Den almindelige Vandtype ved Torreberga repræsenteres af Boringerne Nr. 24 A og 25: en Cl-fattig (NaCl-fattig), middelhaard Type,

## Torreberg ved Malmø. Efter L. RAMBERG. S. 9.

Boring Nr.	Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	Na+ be- stemt	K+ be- stemt	CO <sub>2</sub> (fri)	Haard- hed. °
9	Torreberga .	20/2-11	324	..	27	89	10	3	0,2	18	3	24	14,8
10 A	— ..	20/2-11	316	..	26	85	10	3	0,1	21	5	22	14,1
10 B	— ..	28/6-11	327	6	79	91	12	4	0,2	45	4	16	15,4
11	— ..	28/6-11	317	6	78	91	10	5	0,2	43	4	17	15,1
13	— ..	14/8-11	305	13	226	93	21	3	0,2	118	4	16	17,7
15	— ..	22/12-11	352	47	1112	159	86	2	0,3	518	20	..	42,1
24 A	— ..	2/5-11	288	13	49	82	10	5	0,2	27	5	15	13,9
25	— ..	2/5-11	298	10	46	79	14	4	0,1	25	6	20	14,2

med saa ringe et Indhold af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  i Forhold til  $\text{HCO}_3^-$ , at den staar paa Grænsen til at indeholde Natriumbikarbonat. Dette er ikke saa ofte Tilfældet med Vand fra Kalken og de kalkrige Gruslag lige over denne, saa det maa være tilladeligt at tænke sig, at der i Gruset

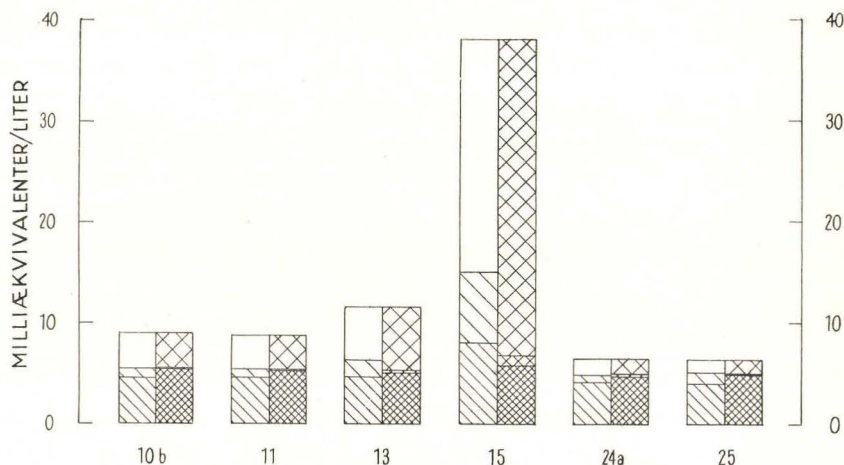


Fig. 16. Analyse af Vand fra Boringerne Nr. 10b—25 ved Torreberga. Signaturforklaring S. 184.

(eller de overliggende Glacialaflejringer) findes indblandet Jordarter med ionbyttende Egenskaber, f. Eks. Rhät-Lias-Ler, der har forøget Vandets Indhold af Alkali paa Bekostning af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ .

Midt i Feltet maa nu findes Brud i Kalkundergrunden, rimeligvis i Retning parallelt med Dalens Længderetning NV—SØ, hvorigenennem der trænger Saltvand op fra dybtliggende Kågerödsaflejringer (Perm; sml. S. 93). Dette opstigende Saltvand kommer i højeste Grad til at præge Vandet i Nr. 15, og i ringere Grad mærkes det i Nr. 13, idet Grundvandsstrømmen maa føre Saltvandet skraat i denne Retning. Boringerne V. f. Nr. 15 indeholder altsaa det opstigende Saltvand, stedse mere og mere fortyndet med det sædvanlige Grundvand, jo længere man fjerner sig fra Nr. 15.

Nu viser Vandet fra Nr. 15 sig imidlertid at være udpræget Regenerationsvand, med Indhold af ikke blot  $\text{MgCl}_2$ , men ogsaa  $\text{CaCl}_2$ . Det absolute Indhold af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$  i Nr. 15 ligger meget højere end i de omliggende Boringer, saa alt tyder paa, at der virkelig finder en Regeneration Sted saaledes, at de Mineraler, der før virkede i modsat Retning (og prægede den normale Vandtype), nu frigør større Mængder af  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ . Vandtypens Ændring fremgaar tydeligt af Fig. 16.

Det opstigende Saltvand maa formodes i det væsentlige at være NaCl-Vand, næppe med noget væsentligt Indhold af  $\text{CaCl}_2$  eller  $\text{MgCl}_2$ .

Muligheden for et primært Indhold af  $MgCl_2$  kan dog næppe helt afvises, selv om Hovedmængden af  $Mg^{++}$  i Nr. 15 maa være frigjort ved Regenerationen. Ser man paa Analyserne fra samtlige Boringer ved Torreberga, som de meddeles af RAMBERG, viser det sig, at Variationerne i Indholdet af  $Cl^-$  og  $Na^+$  forløber temmelig parallelt (bortset fra Regenerationen i Nr. 15), og  $Mg^{++}$ -Mængden svinger nogenlunde efter samme Melodi;  $Ca^{++}$  derimod varierer tilsyneladende uafhængigt af  $Cl^-$ .

At haardt Regenerationsvand ogsaa kan træffes andre Steder i Skaane fremgaar af TROEDSSONS Arbejde (51), ifølge hvilket Sofiakällan (Hälsingborg) maa henregnes til denne Type; den har sin Oprindelse fra Kågerödsformationen:

Inddampningsrest.....	14269 mg/l
$Ca^{++}$ .....	337 »
$Mg^{++}$ .....	82 »
$Fe^{++}$ .....	2,8 »
$Mn^{++}$ .....	0,5 »
$Cl^-$ .....	8591 »
$SO_4^{--}$ .....	0 »
$SiO_2$ .....	7,3 »
$NH_4^+$ .....	2,7 »
Haardhed.....	66,4°

### e. Afsluttende Bemærkninger om Saltvandstypernes Kemi.

Den foretagne Opdeling af Saltvand i de tre Typer, Infiltrationsvand, Residualvand og Mineralvand, er ganske overvejende baseret paa de geologiske Forhold. Det ligger nu nær at stille Spørgsmaalet, om Vandet i hver af disse Typer har fælles kemiske Egenskaber, der afviger fra de andres, og om de enkelte Analyser indenfor samme Type ligner hinanden saa meget, at man paa Grundlag af en Analyse af Saltvand med nogenlunde Sikkerhed kan henhøre dem til den rette Type.

Det samme Spørgsmaal stillede ANDERSEN og ØDUM (1) i 1930, og paa Grundlag af det Materiale af Vandanalyser, som man paa det Tidspunkt raadede over, kom de til det Resultat, at visse Koncentrationsforhold i Vandet gav god Vejledning med Hensyn til Saltvandets Oprindelse, idet de dog kun angav, at man derved kunde skelne mellem Infiltrationsvand og Residualvand paa den ene Side og Mineralvand paa den anden Side. De Koncentrationsforhold, det drejede sig om, var  $Cl^- : SO_4^{--}$  og  $Cl^- : Mg^{++}$ , der for Saltvand, der skyldes infiltrerende Havvand eller Residualvand, ikke efter dette Materiale væsentlig oversteg de samme Koncentrationsforhold i Havvand, d. v. s. for  $Cl^- : SO_4^{--}$  ca. 7 og for  $Cl^- : Mg^{++}$  ca. 15. Det almindelige var endog,

at disse Forhold laa betydeligt lavere paa Grund af Indblanding af fersk Grundvand. For Mineralvandenes Vedkommende laa disse Koncentrationsforhold derimod højere, i de fleste Tilfælde endog mange Gange højere end for Havvands Vedkommende. (Se I Side 42—51).

Paa Grundlag af det langt større Materiale af Vandanalyser fra hele Landet, som nu staar til Raadighed, viser det sig dog, at der findes saa mange Afvigelser fra det Resultat, hvortil JOHS. ANDERSEN kom paa Grundlag af det af ham bearbejdede Materiale (hans Materiale indskrænkede sig hovedsagelig til Sjælland og de sydlige Øer), at de af ham fundne Koncentrationsforhold har mindre udstrakt Gyldighed ved Bedømmelse af, hvilken Oprindelse en Saltvandsforekomst har.

Ser man først paa Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$ , da viser det sig for Infiltrationsvandets Vedkommende, at dette varierer fra under 1 til  $\infty$ , og at 22 % af de anførte Analyser af denne Type har et Koncentrationsforhold  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$ , der ligger over 7; for de 9 % ligger Forholdet endda over 50. For Residualvandets Vedkommende varierer Forholdet lige saa stærkt; ved 31 % af de anførte Analyser ligger Forholdet over 7 og ved 11 % endda over 50. For Mineralvandet gælder det, at Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  gennemgaaende ligger meget højt, især for de mere koncentrerede Vandes Vedkommende. Naar Forholdene i en Del Tilfælde ligger lavt, er det særlig ved de svagt saltholdige Mineralvande, der maa være stærkt blandet med overfladisk, fersk Grundvand, eller ogsaa i nogle Tilfælde ret saltrige Mineralvande, der har været i Forbindelse med tertiære Aflejringer, der ofte vil være rige paa Sulfater.

Det betydeligt udvidede Materiale af Analyser af Infiltrationsvand og Residualvand viser saaledes, at en Reduktion af Sulfat i Grundvandet sikkert slet ikke er saa ualmindelig.

Naar man derfor ogsaa i mange Tilfælde ved svagt saltholdigt Mineralvand kun finder Spor af Sulfat, selv om der maa være foregaaet en kraftig Opblanding med fersk Grundvand, der normalt har et Sulfatindhold af samme Størrelsesorden som Kloridindholdet, da maa det sikkert ogsaa her i mange Tilfælde skyldes en saadan Sulfatreduktion.

Ser man dernæst paa Koncentrationsforholdet  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$ , da finder man vel i de fleste Tilfælde ved Infiltrations- og Residualvand, at dette ligger under 15. Af de medtagne Infiltrationsvande har dog 27 % et Koncentrationsforhold  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  højere end 15 (for de 7 % ligger Forholdet endda over 20). For Residualvandets Vedkommende har 25 % et Forhold over 15 (20 % endda over 20).

Da Indblanding af almindeligt fersk Grundvand i Havvand kun kan ventes at ville nedsætte Havvandets Forhold  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$ , maa Aarsagen til disse høje Forhold søges i Ionbytningen. Det høje Forhold

findes derfor ogsaa ganske naturligt ved en Del af de Vande, der indeholder Natriumbikarbonat, og hvor man derfor kan være ret sikker paa, at der har fundet en Ionbytning Sted. Blandt Infiltrationsvandene finder man dog ogsaa nogle af Regenerationstypen, der vel har et stort Indhold af  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ , men hvor Magniumindholdet dog er relativt lille, saaledes at Forholdet  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  bliver stort. I dette Tilfælde kan det saaledes ikke forklares ved en generel Fjernelse af de divalente Kationer, men maa forklares ved en Ombytning af den til Ionbytterne knyttede Kalcium og Vandets Indhold af Magniumioner i Overensstemmelse med Ligningen



idet der selvfølgelig ogsaa her maa være en kemisk Ligevægt, afhængig af Ionbytternes Tilstand og de enkelte Ioners Koncentration.

De mere koncentrerede Mineralvande har i alle Tilfælde et Koncentrationsforhold  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$ , der ligger betydeligt højere end 15, men ser man paa de omhandlede Mineralvandsanalyser under et, da ligger i 32 % af Tilfældene Forholdet under 15 (i de 14 % af Tilfældene endda under 10).

Tabel over Fordelingen i % af Koncentrationsforholdene  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  og  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  indenfor de forskellige Saltvandstyper.

	$\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$		$\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$	
	over 7	under 7	over 15	under 15
Infiltrationsvand.....	22 %	88 %	27 %	73 %
Residualvand.....	31 »	69 »	25 »	75 »
Mineralvand.....	80 »	20 »	68 »	32 »

Man vil paa Grundlag af det foranstaaende komme til det Resultat, at de tidligere anførte Koncentrationsforhold ikke giver tilfredsstillende Vejledning med Hensyn til saltholdigt Grundvands Oprindelse, idet saavel Sulfatreduktion som Ionbytning i mange Tilfælde ændrer Saltvandets oprindelige Sammensætning stærkt. Tilmed falder Ændringerne i disse to Forhold ofte sammen; saaledes finder man ved Infiltrationsvand, at baade  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  og  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  for 8 % af de medtagne Analyser ligger højere end for Havvand, og for Residualvandets Vedkommende er det endda Tilfældet ved de 24 % af Analyserne.

For Mineralvandets Vedkommende ligger i 9 % af Tilfældene saavel  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  som  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  lavere end henholdsvis 7 og 15. Man maa dog her bemærke, at det særlig er ved de stærkt opblandede Mineralvande, at Forholdene ligger saa lavt, og at det saaledes hovedsagelig maa skyldes det indblandede ferske Grundvand.

Da der næppe vil kunne blive Tale om andre kemiske Forhold ved Bedømmelse af Saltvandenes Oprindelse, maa Resultatet af disse Over-



vejelser blive, at selv om den kemiske Analyse af Saltvand teoretisk skulde kunne give Oplysninger om dets geologiske Oprindelse, saa viser det sig dog, at der ved Vandets Passage gennem Jorden i mange Tilfælde foregaar saadanne Ændringer i dets Sammensætning, at den kemiske Analyse kun vil være af ringere Betydning ved Bedømmelsen af dets Oprindelse, og at den i hvert Fald maa anvendes meget kritisk. Man maa saaledes ved Fastlæggelsen af denne hovedsagelig støtte sig til de geologiske Forhold.

### 3. Forurennet Vand.

»Forurennet Vand« er ganske vist ikke nogen naturlig Type, og Forureningen kan selvfølgelig være af yderst forskellig Art. Forurening fra kemisk Industri vil altid være saa speciel, at vi kan se bort fra den; men Forurening med Overfladevand — Spildevand — i Almindelighed er saa almindeligt et Fænomen, at det af praktiske Grunde vil være rimeligt her at meddele nogle Oplysninger derom.

Lokalitet	Dato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Iltforbrug	pH	CO <sub>2</sub> (fri)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
NV-Jylland....	14/3-07	457	72	182	92	34	14	3,9	..	32	9,9	..	27	0	..
Ostjylland....	28/7-31	220	156	85	119	117	18	0,7	1,1	0	5,5	7,3	40	tilst.	tilst.
— .....	25/6-30	224	72	60	34	109	15	0,2	..	0	2,2	8,4	82	0	tilst.
Æro.....	16/11-20	446	201	258	184	183	28	0,5	..	Sp.	3,6	..	15	0	tilst.
Sydsjælland....	2/8-34	328	51	96	*)	163	18	..	..	..	..	..	..	..	..
Falster.....	24	310	138	185	Sp.	156	35	..	..	Sp.	27,1	..	74	tilst.	..
— .....	2/1-18	324	134	97	59	147	17	1,1	..	0,5	13,0	..	42	tilst.	0

I Tabellen er anført nogle Analyser af forurennet Vand. Disse stammer fra ret overfladiske Brønde, hvor der er Betingelser for Forurening. Fælles for dem alle er det store Indhold af NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og det forholdsvis høje Indhold af Cl<sup>-</sup>. Desuden findes der ved nogle af Analyserne NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> og PO<sub>4</sub><sup>---</sup>; Iltforbruget ligger ved nogle særdeles højt.

Hvor der i ny Brønde anvendes Cementringe eller Mørtel, giver det i nogle Tilfælde Anledning til, at Vandet (forbigaaende) faar en meget afvigende Sammensætning, idet der kan gaa Kalciumhydroxyd, Ca(OH)<sub>2</sub>, i Opløsning. Der skal her anføres et Eksempel paa Vandets Sammensætning fra en saadan Brønd.

\*) Stort Nitratindhold, kun kvalitativt bestemt.

	mg/l	Milliækv./l
Cl <sup>-</sup> .....	300	8,45
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup> .....	18	0,6
OH <sup>-</sup> .....		19,2
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> .....	Spor	
Ca <sup>++</sup> .....	390	19,5
Mg <sup>++</sup> .....	Spor	

Af Analysen fremgaar, at Vandet paa det nærmeste indeholder ækvi-  
valente Mængder af Ca<sup>++</sup> og OH<sup>-</sup>, saaledes at Indholdet af Ca(OH)<sub>2</sub>  
(læsket Kalk) er ca. 720 mg/l.

## Kap. IV. Geografisk-geologisk Optræden af de forskellige Vandtyper.

Hertil Tavle IX—XIX.

I alle Egne af Landet faar Grundvandet sit Præg ved Samvirken af en Række forskellige Faktorer: Tilstrømningen af en eller flere oprindelige Vandtyper (Havvand, Mineralvand og Nedbør), samt Vekselvirkningen mellem disse indbyrdes og med Jordbundens eller de dybereliggende Jordlags Stoffer. Vandtypen kan derfor variere ganske overordentligt fra Sted til Sted, og selv indenfor et meget lille Omraade kan man støde paa Vand med ret forskellig Sammensætning, baade i samme Horisont og — naturligvis i endnu højere Grad — i forskellige Horisonter.

Omend de geologiske Forhold saaledes varierer stærkt indenfor smaa Afstande, lader de forskellige Landsdele sig dog karakterisere i store Træk saaledes, at det vil være berettiget at inddele Landet i forskellige Provinser, indenfor hvilke der kan paapeges en vis Sammenhæng imellem geologisk Bygning og fremherskende Grundvandstyper. Sml. T. IX, Fig. 17 og Fig. 18.

### Kystegnenes marine Infiltrationsvand.

En enkelt Vandtype er udelukkende geografisk bestemt i sin Optræden, nemlig Infiltrationsvandet; denne Type er efter sin Natur bundet til Kystegnene. Iøvrigt er den kun betinget af, at der forefindes vandførende Lag (med Forbindelse til Havet) med saadanne Trykforhold, naturlige eller kunstigt tilvejebragte, at Havvandet faar Mulighed for at trænge ind i Land. Se nærmere Side 64 f. og Tavle XV. Det maa fremhæves, at Muligheden for Infiltrationsvands Optræden ingenlunde er begrænset til de her fremhævede Eksempler; Muligheden for Havvandets Indtrængning er saa at sige tilstede overalt langs Kysterne.

Med Muligheden for marin Infiltration følger ogsaa Muligheden for Regeneration, en meget stærk Stigning i Vandets Indhold af Calcium og Magnium; se de S. 101—102 nævnte Eksempler. Regenerationen forudsætter, at det Jordlag, der gennemstrømmes af Havvandet, indeholder



Fig. 17. Danmarks Undergrund.

ionbyttende Mineraler. I geologisk Henseende vil dette sige, at Muligheden for Regeneration er størst i det østlige Jylland og paa Øerne, hvor de marine Tertiæraflejringer (paa primært Leje eller intimt indblandet i Kvartæret) indeholder saadanne ionbyttende Elementer; se T. XIX.

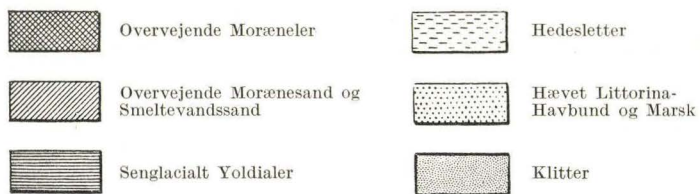


Fig. 18. Danmarks Jordbund (efter Victor Madsen, Bøving-Petersen og Stockmarr).

## Vestjylland.

Enklest ligger Forholdene i Vestjylland, der i Korthed kan karakteriseres som det bløde Vands Provins; Vandet har ikke alene et ringe Kalcium- og Magniumindhold, men er fattigt paa opløste Stoffer i det hele taget.

Provinsen er her afgrænset ved den store Hovedopholdslinje for sidste Nedisning; og sammenligner man Fordelingen af Vand med Haardhedsgraderne 0—8 og 8—16, som det fremgaar af T. X og XI, er det iøjnefaldende, at Hovedopholdslinjen danner Skel. Fra Grænsen følger den i det væsentlige det jyske Hovedvandskel (»Højderyg«) indtil Dollerup ved Viborg, hvorfra den forløber mod Vest indtil Bovbjerg.

Terrænet i Vestjylland er bygget af to Hovedelementer: 1) Bakkeøerne, bestaaende af Moræneaflejringer (Ler og Grus), Diluvialler og Diluvialsand, og 2) Hedefladerne, bestaaende af rent Smeltevandssand. Fælles for disse to Elementer er den stærke Forvitring og Udvaskning, de har været Genstand for, i hvert Fald nærmest Overfladen. Bakkeøerne har i alt væsentligt ligget udsat for Vejrliget siden næstsidste Nedisning, og Hedefladerne bestaar af rent Sand og Smaagrus, og begge Elementer er derfor overfladisk meget fattige paa Kalcium- og Magniumkarbonater; evt. tilstedeværende Marinaflejringer (paa sekundært Leje), der kunde levere Natriumklorid og andre Salte, er sikkert baade sparsomt tilstede og grundigt udvaskede.

Den herved fremkomne, yderlig »tynde« Vandtype optræder vel i sin mest extreme Form i Brønde og lidet dybe Boringer paa Hedefladerne (Eks.: 96.16—114.3, 5 og 7.a m. fl.), men højereliggende Grundvand paa Bakkeøerne adskiller sig iøvrigt ikke væsentligt derfra (Eks.: 85.60—103.2—131.7.a—150.9). Den fremherskende Vandtype er dog noget rigere paa opløste Stoffer, og nogen væsentlig Forskel ses der ikke at være paa det lidt dybere liggende Grundvand fra Kvartæraflejringerne, hvad enten det hidrører fra Hedefladerne (Eks.: 158.20—160.8) eller Bakkeøerne (Eks.: 132.10—150.2—150.7). Ser man paa Forekomsterne i Vestjylland af det lidt haardere Vand, 8—16°, som afmærket paa T. XI, synes der at være en Tendens til, at det fortrinsvis optræder længst mod NV og længst mod S; dette hænger rimeligvis sammen med, at Moræneler og Diluvialler netop i disse Egne har vist sig rigere paa Kalk end i det midterste Vestjylland\*).

Grundvandet fra Tertiærundergrunden i Vestjylland frembyder omtrent den samme Type, idet Tertiæret i det store og hele er meget kalkfattigt; det gælder ganske særligt det limniske Tertiær, Sand og

\*) Angaaende Kalkholdigheden af Jordlag i de forskellige Landsdele kan i Almindelighed henvises til Kortbladsbeskrivelserne i D. G. U. I. Række, samt til forskellige Mergelberetninger i D. G. U. III. Række (V. MILTHERS).

Brunkulsaflejringer (Eks.: 72.58—84.21—93.9—95.1—104.12—121.1—141.9—151.19).

Muligheden for at støde paa saltrigere Vand i Vestjylland er ret ringe (bortset fra Infiltrationsvand langs Kysten naturligvis). Residualvand optræder dog i de interglaciale, marine Aflejringer i og omkring Esbjerg (Eks.: 130.40—130.58), og rimeligvis kan Residualvand af denne Oprindelse have lidt videre Udbredelse (122.2). Vand af denne Type indeholder saa at sige altid en hel Del Nitrat, ogsaa hidrørende fra Marinaflejringerne.

Til Mineralvand maa sikkert henregnes nogle Forekomster af saltligere Vand i Egnen NV f. Herning (74.18.a—75.2.a). Undergrunden i denne Egn vides at være tektonisk disloceret (Kalkhorst ved Nøvling), saa Muligheden for Mineralvands Fremtrængen er uden Tvivl tilstede.

### Østjylland.

Kunde Vestjylland i Almindelighed karakteriseres som det bløde Vands Provins, kan Østjylland først og fremmest siges at være det middelhaarde Vands Provins. Diluvialaflejringerne i denne Landsdel opnaar ofte stor Mægtighed, og da Overfladen er langt mindre udvasket end i Vestjylland, ligesom disse Aflejringer indeholder en hel Del Kalk, bliver Grundvandet i det store og hele væsentlig haardere end i Vestjylland; Haardhedsgrader imellem 8 og 16 er dominerende (Eks. fra Kvartæraflejringerne: 77.2—79.15.c—116.24—125.158—133.61—152.1—160.23).

Blødere Vand, under 8°, er dog ingen Sjældenhed i Østjylland, baade i Kvartæret og Tertiæret. I Kvartæret optræder selvfølgelig stærkt udvasket Smeltevandssand, og netop Aflejringer af denne Art, der i de fleste Henseender kan sammenlignes med Vestjyllands Hedeflader, kan ventes at føre blødt Vand (Eks.: 87.12—87.15.b). Kvartæraflejringernes — og dermed Grundvandets — relative Fattigdom paa Kalk skyldes dog en stærk Indblanding af kalkfattigt Tertiærmateriale, og det kan derfor ikke undre, at selve Tertiærundergrunden fortrinsvis viser sig at føre blødt Vand, sjældnere middelhaardt (Eks.: 66.18—87.13—98.58—116.35, samt 116.33—134.118).

Haardt Vand, 16—24° eller derover, synes fortrinsvis at optræde i Egnen Horsens—Aarhus—Djursland, hvor det enten maa føres tilbage til Tilstedeværelsen af Kalkundergrund eller Indblanding i Morænen af Kalk eller kalkrigt Paleocæn (Eks.: 71.8—90.5 samt 89.113—98.57).

Saltholdigt Mineralvand er ikke sjældent i Østjylland; de saltførende Aflejringer i den dybereliggende Undergrund synes at være tilstede overalt, og Saltvandets Fremtrængen til de højereliggende Lag er først og fremmest muliggjort ved de Brud i Jordskorpen, der bl. a. betinger

Tilstedeværelsen af mange af Østjyllands Dalsænkninger og Fjorde (Eks.: 68.9—89.149—169.28).

Landsdelens Rigdom paa Tertiæraflejninger, saavel faststaaende som paa sekundært Leje i Kvartæret, betinger ikke alene Grundvandets relative, primære Blødhed, men giver ogsaa Anledning til sekundær Blødgøring af Grundvandet, gennem Ionbytning. I det sydøstlige Sønderjylland indeholder Kvartæret yderligere marint, interglacialt Ler, der virker i samme Retning. Vand med Indhold af Natriumbikarbonat har derfor vid Udbredelse i Østjylland, og det kan naturligvis dreje sig om baade fersk Vand (Eks.: 88.47—89.137—169.59) og salt Vand (Eks.: 80.12—80.36—89.62—98.55).

Ionbytningsprocessen kan selvfølgelig ogsaa gaa i modsat Retning under Tilførsel af Saltvand; i de Strøg, hvor Mineralvand kan ventes, kan man derfor ogsaa vente regenereret, meget haardt Vand (Eks.: 89.149—133.103—169.28).

Et ganske interessant Eksempel paa Sammenhængen mellem geologisk Bygning af Terrænet og Grundvandets Sammensætning haves i Forholdene i og omkring Aarhus. I Korthed er Situationen den, at Aarhus Aa—Brabrand Sø ligger i en Dal, der er dybt indsænket i Undergrunden og maa være begrænset af Brudlinjer. I selve Dalen naar Kvartæraflejningerne ned til en Dybde af mindst  $\div$  170 m; i det væsentlige bestaar Kvartæret af Moræne- og Smeltevandsaflejninger, kun øverst optræder postglacialt marint Sand og Dynd. Nord og Syd for Dalen naar derimod Tertiæret op til stor Højde, bl. a. i selve Byen.

Diluvialgruset i Dalen fører store Mængder af Grundvand ud til Havet, og dette ferske Grundvand er normalt middelhaardt og maaske svagt  $\text{NaHCO}_3$ -holdigt (Eks.: 89.113 samt 89.137 og 139).

Løvrigt optræder følgende Vandtyper:

Fersk, blødt Vand med stort Indhold af Natriumbikarbonat: under Indflydelse af Tertiæret N. f. Dalen (Eks.: 88.47).

Ferskvand med stort Indhold af Sulfat: hidrørende fra Tertiæret, sandsynligvis som Følge af Forvitring (Eks.: 89.52).

Saltholdigt Residualvand: i de postglaciale Marinaflejninger (Eks.: 89.146).

Salt Mineralvand: i Dalens dybere Aflejninger, hidrørende fra Brudlinjerne (Eks.: 88.28).

Salt Mineralvand med Indhold af Natriumbikarbonat: ligeledes i Dalen (Eks.: 89.62 i 1932 og 1934).

Salt Mineralvand, regenereret: ligeledes i Dalen, især de dybere Aflejninger (Eks.: 89.62 i 1897 — 89.122 og 89.149).

Samme Type (Regenerationsvand), men med stort Sulfatindhold: i eller under Tilstrømning fra Tertiæret N. f. Dalen (Eks.: 89.41-42 og 89.85).

Marint Infiltrationsvand: Ved Kysten (Eks.: 89.152).



## Limfjordsegnene—Himmerland.

Disse Landsdele kan i mindst lige saa høj Grad som Østjylland siges at være det middelhaarde Vands Provinser; Vand med Haardhedsgraderne 8—16 er absolut dominerende, og det synes i denne Henseende ret ligegyldigt, om Vandet tages i Kvartæret (der i den største Del af Omraadet er Hovedleverandøren af Grundvand; Eks.: 36.4.b—40.15—44.2—47.20—54.26—56.15) eller i Skrivekridt og Kalk (særlig de nordlige og østlige Egne; Eks.: 24.15—30.11.d—34.46—37.16—41.19). — I og for sig er det ret paafaldende, at ikke engang Kalkundergrunden giver Vand med større Haardhed end højst ca. 16°. Paa den anden Side er det rimeligvis som Følge af Kalkundergrundens Tilstedeværelse og Indblandingen af Kalk i Kvartæraflejringerne, at Grundvandets Haardhed i Reglen ikke falder under 8°.

Vand med Haardhed under 8° forekommer vel, men relativt sjældent (Eks.: 55.27). Hyppigst er det i den sydvestlige Del af Limfjordsomraadet, og ganske de samme Strøg frembyder (ligeledes ret sjældent) Forekomster af Vand med Indhold af Natriumbikarbonat (Eks.: 48.50—54.5). Begge Dele maa formodentlig ses i Sammenhæng med, at just i disse Strøg afløses Kalkundergrunden af Tertiær, der baade er kalkfattigt i sig selv og yderligere kan give Anledning til Ionbytning.

Saltholdigt Mineralvand er indenfor dette Omraade kun truffet et enkelt Sted, nemlig ved Hjerm (64.27), en Forekomst af lignende Karakter som de S. 118 nævnte (74.18.a—75.2.a), i Tilknytning til en Kalkhorst. Egnene omkring den vestlige Limfjord er iøvrigt stærkt forstyrrede af Brud i Undergrunden, saa det er i og for sig at vente, at Mineralvand vil kunne træffes flere Steder; muligvis er Saltaflejringer i den subkretaciske Undergrund dog mindre udbredt saa langt mod Nord i Jylland.

## Vendsyssel.

Mens de øvrige Dele af Jylland i nogen Grad kunde karakteriseres ved mere eller mindre dominerende Vandtyper, er dette ikke muligt for Vendsyssels Vedkommende; her bliver Billedet næsten saa broget som vel tænkeligt.

Det hænger naturligvis sammen med, at Billedet ogsaa i geologisk Henseende er særdeles broget (se 28). Provinserne domineres af de marine, senglaciale og postglaciale Sletter, og i disse marine Aflejringer er der selvfølgelig Mulighed for at støde paa Residualvand; ganske særligt i Egne, hvor vekslende Sand og Ler betinger Residualvandets Beskyttelse mod Udvaskning (Eks.: Postglaciale Aflejringer: 1.4—25.11—28.1.a. Senglaciale Aflejringer: 12.2—17.51.b—27.65.a).

Ferskvand kan derimod først og fremmest findes i højtliggende Terræn, i de Moræneaflejringer, der som mindre Bakkeøer eller som det

centrale Vendsyssel rager op over de marine Flader. Moræneaflejringerne indeholder meget vekslende Kalkmængder, og Ferskvandet kan som Følge deraf antage meget varierende Haardhedsgrader (Eks.: 0—8°: 10.17—26.18-19. 8—16°: 10.5. 16—24°: 16.39).

De mere overfladiske Dele af de sen- og postglaciale Aflejringer kan dog godt være blevet saa stærkt udvaskede i Tidens Løb, at ogsaa de fører Ferskvand, ligeledes af stærkt vekslende Haardhedsgrad (Eks.: 0—8°: 5.37. 8—16°: 1.4—5.36—17.6—27.64.c. 16—24°: 17.4). — Hvor vekslende Vandets Sammensætning kan være indenfor selv et meget begrænset Omraade fremgaar af den Række Analyser, der foreligger fra Frederikshavns Vandværks Prøveboringer ved Haandbæk (11.17); de strækker sig over Haardhedsgraderne 3,6—7,6—7,8—8,1—13,7—21,2. Det meget bløde Vand paa 3,6° har Indhold af Natriumbikarbonat, og ogsaa Mængderne af andre Stoffer end Kalcium og Magnium kan svinge betydeligt, f. Eks. Sulfat.

Imidlertid er det ikke blot de sen- og postglaciale Marinaflejringer, der spiller en Rolle; de interglaciale Marinaflejringer af Skærumhedeserien øver en mindst lige saa stor Indflydelse paa Grundvandet, idet de i store Dele af Vendsyssel ligger udstrakt under (evt. indblandet sekundært i) Morænelandskaberne og under de yngre marine Sletter. Særlig i de nordlige og østlige Dele af Vendsyssel kan man derfor ved enhver dybere Boring risikere at støde paa Residualvand af denne Oprindelse\*) (Eks.: 2.6—6.7—10.4—11.5—17.3—27.64.b—27.72.a). Ganske illustrerende er den Sammenstilling af Vande fra henholdsvis overfladiske og dybereliggende Lag paa samme Sted, der er gengivet S. 85.

For at gøre Billedet endnu mere broget øver Marinaflejringerne i Vendsyssel deres Indflydelse paa endnu et Punkt foruden paa Kloridindholdet i Grundvandet: de virker stærkt ionbyttende. Som Følge heraf findes der til saa at sige alle Vandtyper ogsaa Parallel-Typer med Indhold af Natriumbikarbonat:

Eks.: Diluvialsand (Moræneterræn) Ferskvand: 18.8.

Postglac. Marinafl. Ferskvand: 11.17—16.37—27.42—27.67—27.72.b.

Senglac. » Ferskvand: 6.13—27.39—27.41.

Senglac. » Saltvand: 17.51.b—27.9.

Interglac. » Saltvand: 17.3—17.14—27.72.a—28.1.a+b.

### Fyn.

Grundvandets Egenskaber paa Fyn bestemmes i alt væsentligt af Kvartæraflejringerens Karakter, og yderligere er det næsten udelukkende Kvartærets Aflejringer (Diluvialsand og -grus), der spiller nogen

\*) Det er iøvrigt de samme Aflejringer, der producerer brændbar Gas; Gassen og Saltvandet følges derfor oftest ad.

Rolle for Vandforsyningen; kun i det østligste Fyn (med Nord-Langeland) indtil Odense har den prækvartære Undergrund nogen Betydning for Vandforsyningen, i Form af Bryozokalk og paleocæn Grønsandskalk (eller Skifer).

Som Følge af Kvartæraflejringerne ret store Røghed paa indblandet Kalk kommer Grundvandets Haardhed til at spænde over de middelhaarde og haardere Grader, ca. 10—20° (Eks.: 127.5—134.131—135.16.a—144.10—145.36—155.27.a—156.17—163.13—164.59—178.9). — Lignende Haardhed kan naturligvis ventes i Vand fra selve Kalkundergrunden (Eks.: 147.6).

Foruden Kalk indeholder Kvartæraflejringerne ogsaa ret hyppigt ionbytende Mineraler, for Størsteparten rimeligvis i tertiært Ler. Under Indflydelse heraf fremkommer en Vandtype med et ringe Indhold af Natriumbikarbonat, med Haardheder, der ikke afviger noget videre fra det almindelige, ferske Vands (Eks.: 127.6—136.28—135.11-13). — Paa Sydfyn og de sydfynske Øer optræder imidlertid i Lighed med, hvad der er Tilfældet i Sønderjylland, ret udbredte Forekomster af interglacialt, marint Ler, og dette synes at have endnu større Ionbytnings-evne; det giver Anledning til Forekomsten af Vand med større Indhold af Natriumbikarbonat og ringere Haardhed (Eks.: 171 Søby—172.10).

Salt Mineralvand gør sig stedvis gældende, især indenfor to Omraader: et smalt Strøg fra Nyborg over Odense og videre mod VNV, og det midterste Langeland. Saltvandets Afhængighed af Brudlinjer i Undergrunden understreges af det fuldkommen retlinede Forløb af Strøget Nyborg—Odense (Eks.: 136.3—146.23—146.24—146.60—146.65—173.31). Saltvandet optræder fortrinsvis i den prækvartære Undergrund, men spreder sig iøvrigt ogsaa igennem tilstødende Lag af Diluvialsand.

Hvor Paleocænets Ionbyttere faar Lejlighed til at øve Indvirkning, kan der opstaa Saltvand med stort Indhold af Natriumbikarbonat; Betingelserne herfor er især tilstede omkring Odense (Eks.: 137.57—146.31).

#### Nordsjælland.

I hele det nordøstlige—østlige—sydlige Sjælland er Kalkundergrunden langt den vigtigste Aflejring i Henseende til Vandforsyning; Kvartæret er ganske vist nogenlunde rigt paa Sand- og Gruslag, hvor det i det hele taget opnaar nogen stor Mægtighed, men er der Brug for nogenlunde antagelige Vandmængder, føres en Boring dog næsten altid ned til Kalken som den sikreste Leverandør. Da denne Undergrund jo bestaar af saa at sige rent Kalciumkarbonat, kan det ikke undre, at Grundvandet bliver haardt i det store og hele; Haardhedsgrader under 8° findes saa at sige ikke. Mere overraskende er det, at der dog kan paa-

peges Forskelle m. H. t. Grundvandets Sammensætning, selv i de Tilfælde, at Vandet tages i samme Aflejring.

Nordsjælland Nord for en Linje Hellerup—Jyllinge tegner sig udpræget som en Provins med middelhaardt Vand, Haardhedsgrader 8—16. Vand af over 16° findes vel, men i tilbagetrædende Grad. Det synes ret ligegyldigt for Vandets hele Type, om det tages i Kvartæraflejringerne (Eks.: 8—16°: 182.10—188.103—200.62-63. 16—24°: 193.94—194.25—199.10) eller i Kalkundergrunden (Eks.: 8—16°: 188.93—192.12—193.4—200.296. 16—24°: 192.11—194.45—201.222).

Et andet Træk, der karakteriserer Nordsjælland i Modsætning til Syd- og Østsjælland, er den relativt hyppige Optræden af Vand med Indhold af Natriumbikarbonat. Der maa dog her skelnes mellem to Typer: 1) blødt Vand med stort Indhold af Natriumbikarbonat, en Type, der i Nordsjælland kun kendes fra Paleocænet ved Maarum (187.28); 2) middelhaardt Vand med ringe Indhold af Natriumbikarbonat, en almindelig udbredt Type (Eks.: 182.5—186.6—187.32—188.120-123—193.5).

Medens en Type som »Maarumvandet« er en Undtagelsestype, lokalt betinget, kan det middelhaarde Grundvand siges at være det normale for Nordsjælland, hvadenten det indeholder Natriumbikarbonat eller ej. Begge Former af middelhaardt Vand finder ogsaa deres Forklaring i, at de ret mægtige Kvartæraflejringer i Landsdelen paa een Gang er temmelig fattige paa indblandet Kalk og temmelig rige paa interglacialt, marint Ler. Dette sidste er utvivlsomt ionbyttende i nogen Grad, omend ikke i nogen høj Grad; der er ikke særlig Forskel paa Haardheden af Grundvandet med og uden Natriumbikarbonat.

Ejendommeligt er det, at Grundvandstypen synes helt uafhængig af den geologiske Horisont, hvori Vandet tages; Vandet fra Kalken er gennemgaaende ikke haardere end det fra Kvartæret. Det kan sikkert kun forstaas saaledes, at Grundvandet i kemisk Henseende præges i de øvre Jordlag, næppe i særlig stor Dybde under Jordoverfladen. Erfaringerne fra Vestjylland peger udpræget i samme Retning; det synes der at være Udvaskningsgraden af de øverste Jordlag, der er afgørende.

#### Syd- og Østsjælland.

Som allerede nævnt er Kridt- og Kalkundergrunden ogsaa den vigtigste Vandhorisont i hele Syd- og Østsjælland, men til Forskel fra Nordsjælland mangler det middelhaarde Grundvand saa at sige helt; det er haardt Vand, 16—24°, der dominerer (Eks.: 201.161—207.214—208.39—218.22—221.52—222.24—226.14). Aarsagen hertil maa sikkert ikke saa meget søges i Undergrunden som i Kvartærets Rigdom paa Kalk.

Natriumbikarbonat-holdigt Vand spiller en yderst tilbagetrædende Rolle, men findes dog (Eks.: 213.18—222.5—222.16).

Saltholdigt Mineralvand træffes i større Udstrækning end i Nordsjælland, især i København, S. f. Køge og i Sydsjælland (Eks.: 201.12—216.15—217.1.c—220.15—221.79—222.27).

#### Vest- og Midtsjælland.

I Henseende til det almindelige, ferske Grundvand, som det tages i de i Almindelighed mægtige Kvartærlag, falder Midt- og Vestsjælland i Klasse med Syd- og Østsjælland. Vand med Haardhedsgraden 16—24 er det absolut dominerende; Vand af ringere Haardhed end 16° findes kun sjældent. Grunden hertil maa uden Tvivl søges i Kvartæraflejringerens store Kalkrigdom (Eks.: 190.14—196.44—204.26—206.145—210.6—210.28—214.72).

Jævnside med denne Hovedtype optræder ligeledes i Kvartæret en Vandtype med omtrent samme Haardhedsgrad (ca. 15—18°), men med et ringe Indhold af Natriumbikarbonat (Eks.: 196.22—196.33—197.25—204.2.b—204.24). Typen maa være paavirket af ionbytende Stoffer, rimeligvis marint Tertiærler og marint Interglacialler, der optræder som Indblanding i Kvartæret.

I Modsætning hertil staar den Vandtype, der er karakteristisk for Midtsjællands paleocæne Undergrund: meget blødt Vand, i Reglen med Haardhed under 5°, og med et meget stort Indhold af Natriumbikarbonat. Typen er saa decideret bundet til det ældre Tertiær, at dens Afhængighed af dettes Ionbyttende er uden for enhver Tvivl, og det bekræftes yderligere af den samme Types Optræden i Paleocænet ved Maarum (187.28). Sin ekstreme Udvikling naar denne Vandtype ved Alsted Mølle (211.23) med en Haardhed paa 0,6° og et stort Indhold af baade  $\text{NaHCO}_3$  og  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; men Typen har iøvrigt vid Udbredelse i Midtsjælland (Eks.: 206.33—206.137—206.138—211.16—17—211.20—211.24—211.27—215.6—216.16).

Foruden de nævnte Former af Ferskvand spiller salt Mineralvand en fremtrædende Rolle i Midt- og Vestsjælland; i visse Egne risikerer man i Virkeligheden at støde paa Saltvand ved enhver dybere Boring (se T. XVII). Som Følge af, at dette Mineralvand maa passere (og hyppigst træffes i) Paleocænets ionbytende Aflejringer, optræder det meget ofte som en salt Parallel til det bløde Vand: med en meget ringe Haardhed (helt ned til 0°) og stort Indhold af Natriumbikarbonat (Eks.: 190.8—197.29.d—198.45—210.60—211.13—216.31—216.32); den fuldstændige Udveksling er realiseret i Glumsø (216.32), der kun indeholder Natriumkarbonat, -bikarbonat og -klorid. Herfra kan dog naturligvis træffes alle Overgange gennem haardere, natriumbikarbonatholdigt Salt-

vand (Eks.: 209.11—210.24—215.24.b) til Saltvand uden Natriumbikarbonat (Eks.: 198.19—206.117-118—210.68). — De forskellige Vandtyper fra Paleocænet paa Sjælland danner iøvrigt en fuldkommen Parallel til Typerne fra Paleocænet ved Odense.

#### Laaland—Falster.

Hvad Grundvandstyper angaar slutter Laaland-Falster sig meget nær til Sydsjælland. Nord for en Linje ca. Nakskov-Gedser bestaar Undergrunden af relativt højtliggende Skrivekridt, og ogsaa Kvartæret maa være rigt paa indblandet Kridt. Grundvandet bliver derfor udpræget haardt, 16—24°, og der ses ikke at være nogen væsentlig Forskel paa Vand fra Diluvialgrus (Eks.: 229.15—232.45—236.5-6) og fra Kridtet (Eks.: 231.29—232.73—237.31—238.53—238.81).

Foruden ved det haarde Ferskvand er Laaland-Falster i udpræget Grad karakteriseret ved salt Mineralvand (se T. XVII); Risikoen for saltholdigt Vand er tilstede ved saa at sige enhver dybere Boring i disse Landsdele, og særlig ubehagelig bliver denne Risiko Syd for den nævnte Linje Nakskov—Gedser. Her findes nemlig intet vandførende Kridt i overkommelig Dybde; Undergrunden bestaar af fedt Tertiærler, og vandførende Sand- eller Gruslag er ofte kun sparsomt tilstede i det højreliggende Kvartær.

I Almindelighed ligger Saltvandets Haardhed paa Linje med Ferskvandets (Eks.: 232.64—236.31—236.33—238.36—238.52—240.2). Som Følge af Tertiærlerets Tilstedeværelse i Undergrunden (og indblandet i Kvartæret) finder der dog meget hyppigt Ionbytning Sted, og denne Proces kan selvfølgelig føre til Vand med ringere Haardhed og Indhold af Natriumbikarbonat (Eks.: 235.27.e—242.5). Meget ofte forløber Processen dog i modsat Retning, især ved Saltvand af højere Koncentration, saa Resultatet bliver meget haardt Regenerationsvand (Eks.: 235.34—236.10—240.16—242.27).

#### Bornholm.

Saa broget som Bornholm er i geologisk Henseende, kan det heller ikke undre, at Øen frembyder næsten alle Grundvandstyper. Det eneste Fællestræk er, at det ferske Grundvand aldrig opnaar nogen stor Haardhed; det middelhaarde Vand, 8—16°, er absolut dominerende.

Aarsagen hertil ligger ogsaa lige for, idet saavel de skiftende Undergrundsbergarter som Kvartæret er ret kalkfattige. I Kvartæret savner man aldeles de store Mængder af indblandet Kridt og Kalk, der er saa karakteristiske for det øvrige Danmark; kun haardere, palæozoiske og mesozoiske Kalksten findes, og iøvrigt opnaar Kvartæret kun ringe Mægtighed paa Bornholm.

Paa store Dele af Øen er man henvist til overfladisk Vand fra Brønde i eller til Overfladen af Graniten (Eks.: 244.10—247.12) eller Sandstenen (Eks.: 247.1—247.7), og at Vand af denne Oprindelse baade er ret kalkfattigt og ogsaa i andre Henseender har Præg af Overfladevand (Nitratindhold, større Iltforbrug) er jo kun naturligt.

Dybereliggende Grundvand kan egentlig kun faas fra de mesozoiske Sedimenter paa den vestligste Del af Bornholm. Af disse er Juraaflejringerne ikke blot kalkfattige, men som Regel ogsaa stærkt ionbyttende, saa disse Lag giver enten middelhaardt Vand eller endnu blødere Vand med Indhold af Natriumbikarbonat (Eks.: 246.24 og 62—246.47—246.56). De eneste vandførende Kridtaflejringer af større Udbredelse er Grøn-sand, og ogsaa dette giver blødt eller middelhaardt Vand (Eks.: 246.14-21—246.63—246.71).

Saltholdigt Mineralvand kendes kun fra Røbjerg (Eks.: 244.6—244.8); det synes delvis at være regenereret, rimeligvis ved Passage gennem Juraaflejringerne (Haardhed 30°).

## Kap. V. Geologisk Bilag: Oplysninger om de Boringer, hvorfra de omhandlede Vande hidrører.

- 1.2 Skagen Gasværk.  
0— 7,5 Sand, vandfør.  
— 17,0 » fint, klæget; marine Skaller.  
— 20,0 » fint, vandfør.  
—100,0 vekslende Lag af fint sandet Ler.  
Analyse S. 56.
- 1.4 Skagen Vandværk.  
12 Boringer, omtrent ens.  
Eks. Nr. 3: T.+3.  
0—18,4 vekslende Lag af finere og grovere, postglacialt, marint Sand.  
7,2 m<sup>3</sup>/t ved 7 m Sænk.  
Analyse S. 46, 80.
- 2.6 Hirshals. Vestkysthavneanlæg-gene. T.+14.  
0—60,2 vekslende fedt Ler og leret Sand, stedvis med Skaller; alt tilhørende Skærumhedeserien. 20,6—27,3 Sand med brændbar Gas. 51,4—56,1 Sand med Saltvand, Svovlbrinte og Ammoniak.  
Vandr.=T.  
jvf. Analyser S. 80.
- 5.36 Sct. Knuds By Vandværk. Hjørring.  
0— 7 rødt Ler.  
—24 fint Sand.  
—30 Sand, vandfør.  
Hele Lagserien rimeligvis marint Senglacial.  
Analyse S. 46.
- 5.37 Bagterp Vandværk.  
Boring 16 m dyb; staar i vandfør. Sand, overlejret af Yoldialer.  
Analyse S. 44.
- 6.7 Sindal Mejeri. T.+24.  
0— 8 Brønd.  
—35 Ler.  
—94 vekslende Ler og Sand i tynde Lag.  
Analyse S. 80, 85.
- 6.13 Sindal Vandværk.  
0—15,7 Kviksand.  
—26,4 Ler.  
—32,6 Sand, vandfør.  
—32,6 Ler.  
Lagene 0—32,6 tilhører den senglaciale, marine (Yoldia-)Serie.  
Analyse S. 56,85.
- 7.19.b Hirsholm. Brønden ved Maskinhuset.  
9 m dyb, staaende i marint (Tapes-) Grus og (rimeligvis) det underliggende Portlandialer. Analyse S. 64.
- 10.4 Skærumhede (29). T.+23.  
0— 57,4 Diluvialsand og -grus.  
—180,3 overvejende interglacialt, marint Ler (57,4—97,9 med Lag af Sand og Grus): »Skærumhedeserien«.  
—199,8 Moræneler med Lag af Sand og Grus.



- 235,5 Skrivekridt.  
Indtil 42,7 fandtes Ferskvand; derunder i flere Lag Saltvand, samt brændbar Gas.  
Analyse S. 80, 85.
- 10.5 Vraa Vandværk.  
Boring til 37 m, væsentlig gennem Diluvialsand; vandfør. 31—37.  
Analyse S. 46.
- 10.17 Thorshøj Vandværk.  
0—18 Diluvialsand; vandfør. 13,5—18,0.  
Analyse S. 44.
- 11.5 Ørvad Saltkilde (27).  
T. ca. +42. Udstømning af Gas.  
Analyse S. 80, 85.
- 11.17 Frederikshavn Vandværk.  
Haandbæk.  
En Række Boringer (dels Prøve-, dels Indvindingsbor.), igennem marint Sand og Grus af vekslende Karakter, hvilende paa marint Ler (sengl. Yoldialer).  
Analyser S. 44, 46, 52, 56.
- 11.27 Sønder Knuden Saltkilde (27).  
Analyse S. 80.
- 12.2 Byrum Mejeri. Læsø.  
0—3 Fyld.  
—12 marint Sand m. *Tellina cal-carea* og *Saxicava arctica* (sengl. Saxicavasand).  
—50 fedt Ler (intergl. Portlandialer?).  
Sandet vandførende. Vandr. 3,5 u.T.  
Analyse S. 80.
- 16.37 Luneborg Mejeri. St. Vildmose. T. +6.  
0—ca. 25 fint marint Sand.  
ca. 25—ca. 32 grovere Sand (Diluvialsand?), vandfør.  
Analyse S. 56.
- 16.39 Thise Andelsmejeri.  
Boring ca. 22 m, staaende i vandfør. Sand (Diluvialsand?). Vandr. 1,2 u. T. Analyse S. 52.
- 17.3.a Voer Gaard (27). T. +12.  
0—94,4 vekslende Lag af Ler og Flydesand; 63,1—64,3 Udstømning af Gas.  
—94,5 Grus med Saltvand.  
Størsteparten af Lagerserien maa antages at tilhøre Skærumhedeserien. Vandr. over T.  
Analyse S. 80, 85.  
Paa Voer Gaard er foretaget endnu et Par Boringer til henholdsvis 64,0 og 89,1.
- 17.4 Dybvad.  
13 m Boring; staar i Sand overlejret af (marint) Ler.  
Analyse S. 52.
- 17.6 Voergaards Mark.  
0—6,5 marint Sand.  
—14,0 Yoldialer.  
—18,0 vekslende Ler og Grus, vandfør.  
Analyse S. 46, 85.
- 17.14 St. Endelt.  
Boring 45 m dyb; maa formodes at staa i Skærumhedeseriens Aflejringer, mens de øvre Lag tilhører den senglaciale, marine Serie. Vandr. over T. Gasudstrømning. Analyse S. 80, 85.
- 17.51.b Dybvad Vandværk. T. +15.  
2 Boringer.  
0—17 »Blaaler« (uden Tvivl Yoldialer).  
—19 Sand.  
—20 Ler.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 80.
- 17.53 Dybvad Vandværk.  
0—18 Sand, nederst vandfør., hvilende paa fedt Ler.  
Analyse S. 46.

- 18.8 Agersted Vandværk.  
Brønd og Boring til 31 m igennem Diluvialsand.  
Vandr. ca. 19 u. T. Analyse S. 56.
- 24.15 Bonderup Vandværk.  
0—30 leret Sand og Grus.  
—80 Skrivekridt, nederst vandfør.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 46.
- 25.11 Halvrømmen Mejeri.  
0—3 sandbl. Klæg.  
—6,5 »Blaaler«.  
—8 haardt Stenlag.  
Størsteparten af Lagserien maa tilhøre Tapes-Aflejringerne.  
Analyse S. 80.
- 26.18-19 Vodskov Aandssvageanstalt.  
Et Par Boringer med vandfør. Diluvialsand i Dybder mellem ca. 45 og 57 m.  
Analyse S. 44.
- 26.64 Bouet. T. +5,9.  
0—52,5 overv. Moræneler.  
—68,6 Skrivekridt.  
Vandr. 4,5 u. T. Se S. 68.
- 27.9 Søndergaard, Geraa.  
0—20 stenfrit Ler (Yoldialer).  
—23 Sand, vandførende.  
—32 Ler (rimeligvis Portlandialer), nederst med lidt Saltvand. Desuden Gas flere Steder mellem 10 og 30.  
Analyse (fra 20—23) S. 80, 85.
- 27.39 Dronninggaards Mark.  
T. +12.  
0—5 Brønd i skarpt Sand.  
—22 Ler, sejgt.  
—28 støvfint Sand.  
—33 Morænesand, vandfør.  
Serien 0—28 er marint Senglacial.  
Analyse S. 56.
- 27.41 Østerled Gaard. Dronninglund. T. +11.  
0—4 Sand.  
—22 Ler.  
—28 Sand m. Skaller, vandfør.  
Alt tilhørende den marine, senglaciale Serie.  
Analyse S. 56.
- 27.42 Lykkensprøve. Geraa.  
0—7 Sand, vistnok overv. Flyvesand.  
—8 tørveagtig Dynd.  
—13 marint Sand, vandfør.  
Vandr. 3 u. T. Analyse S. 56, 85.
- 27.64 Melholt Mejeri.  
b) Boring til 45 m. Saltvand, uden Tvivl fra Skærumhedeserien.  
Analyse S. 80, 85.  
c) Brønd 2 m dyb, i marint Sand.  
Analyse S. 46, 85.
- 27.65 St. Vadsholt.  
a) 0—10 Sand, fint, dyndet.  
—18 » skarpere, vandf.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 80, 85.  
b) Brønd med en Boring til ringe Dybde.  
Analyse S. 56, 85.
- 27.67 Rømmen Skole. T. +9.  
0—5 marint Sand (postgl.).  
—15 » Ler (sengl.).  
—20 » Sand, vandfør. (sengl.).  
Vandr. 1 u. T. Analyse S. 56.
- 27.71 Gandrup Vandværk. T. +10.  
0—10 lyst Finsand.  
—15,5 Ler.  
—30 lyst Sand, vandfør.  
Den øvre Del af Serien — i det mindste — er marint Senglacial.  
Vandr. 2,25 u. T. Analyse S. 56.
- 27.72 Hou Andelsmejeri. T. +3.  
a) 0—5 fint Sand (Tapes-Sand).  
—15 sandet Ler.  
—17 fint Sand m. enk. Smaasten.

- 36 haardt Ler og Mergel m. enk. Smaasten.
- 42 fint, leret Sand, vandfør. (Skærumhedeserien?).
- 42— (standset paa en Sten).  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 80, 85.  
b) 4 m dyb Brønd.  
Analyse S. 56, 85.
- 28.1 Asaa Mejeri.  
a) Brønd til 6,5. Analyse S. 80, 85.  
b) Boring i Bunden af denne Brønd til 94; »Brakvand«; uden Tvivl fra Skærumhedeserien. Analyse S. 80, 85.
- 30.11.d Thisted Vandværk.  
Boring 12 m, staaende i Kalk.  
Analyse S. 46.
- 31.2 Skarrehage Molerværk.  
Flere Brønde i Engen, T. +1 à 2, igennem postglaciale Marinaflejringer. I Bunden af den sydligste er der truffet »sort Ler«, sandsynligvis Tertiær.  
Analyser S. 64, 66, 76.
- 34.46 »Damgaard« Andelsmejeri. Fjellerad.  
Boring til 87 m, næsten udelukkende gennem Skrivekridt.  
Analyse S. 46.
- 36.4.b Hørdum Vandværk.  
Vandfør. Diluvialsand 11—21.  
Analyse S. 46.
- 37.16 Erslev Andelsmejeri.  
Boring til 35,5, staaende i Kridt.  
Analyse S. 46.
- 40.15 »Himmerland« Mejeri. Aars.  
Vandfør. Grus omkring 17 m.  
Analyse S. 46.
- 41.19 Skørping Sanatorium.  
Boring 43 m, staaende i Skrivekridt.  
Analyse S. 46.
- 43.1 Thyborøn Havn. T. +1.  
0—40 Saltvandsalluvium, Sand og Klæg.  
—72 Moræneler og Diluvialsand i skiftende Lag.  
—87 Glimmersand og -ler.  
—90 Kvartsgrus m. Saltvand.  
—162 vekslende Lag af Glimmerler, Glimmersand og Brunkul.  
Lagene 72—162 er Tertiær.  
Se S. 71.
- 44.2 Hvidbjerg Vandværk.  
0—56,0 væsentlig Moræneler.  
—62,5 Diluvialsand, vandfør.  
Analyse S. 46.
- 44.3 Ydby. Vogterhus.  
0—10 »moseagtig Sandjord«.  
—20 Kridt.  
Vandst. »svinger med Fjorden«.  
Analyse S. 64.
- 45.7 Ør. Assels Vandværk.  
Vandførende Diluvialsand 5—8 m, overlejret af Moræneler.  
Vandr. 3,2 u. T. Analyse S. 52.
- 47.20 Fjelsø Andelsmejeri.  
0—16 Brønd.  
—27 Diluvialsand.  
—43 Diluvialler.  
—47 Diluvialsand, vandfør.  
Vandr. 26 u. T. Analyse S. 46.
- 48.50 Aalestrup Vandværk.  
0—27 fint Diluvialsand.  
—37 Ler.  
—40 Diluvialsand, vandfør.  
Analyse S. 56.
- 49.33 Hobro Vandværk. Rosendal.  
Værket tager overfladisk Vand gennem et Drænsystem.  
Analyse S. 46.
- 49.34 Hobro Vandværk. Horsø.  
Vandet tages fra to Brønde paa 2,1 og 3,4 m samt en Boring til ca. 15 m.  
Analyse S. 46.

- 49.53 Mariager Vandværk.  
 0—36,0 Diluvialsand og -grus.  
 —51,5 Moræneler.  
 —69,8 fint Diluvialsand.  
 —73,0 Moræneler med mg. Paleocæn, samt Diluvialsand.  
 —73,8 graat Paleocænler.  
 —76,5 Kalk, vandfør.  
 Vandr. 4 u. T. Analyse S. 46.
- 50.35 Sødring Andelsmejeri.  
 Bor. 17 m dyb.  
 Vandr. 0,5 u. T.  
 Analyse S. 80.
- 54.5 Oddesund Syd Jernbanestation. T. +2,0.  
 Boringen er 107,5 m dyb; Lagene er meget vekslende, fint Sand og Ler, fra ca. 50 sikkert Tertiær. Vandfør. ca. 36—46. Vandr. 1,47 u. T. Analyse S. 56.
- 54.26 Vinderup Vandværk.  
 0—57 overvejende fedt, stenfrit Ler.  
 —67 Sand og Grus, vandfør.  
 Vandr. over T.  
 Analyse S. 46.
- 54.30 »Godthaab« Mejeri. Uglev.  
 Boring til 30 m, muligvis i Kalk; iøvrigt Ler. Analyse S. 48.
- 55.27 Stoholm Vandværk.  
 0—18 Diluvialsand; vandfør. 14—18. Analyse S. 44.
- 55.37 Højslev Andelsmejeri.  
 Vandfør. Sand 6,5—9; herunder Ler til meget stor Dybde. Analyse S. 48.
- 55.84 Skive. Bryggeriet »Thordal«.  
 4 m Brønd i Grus.  
 Analyse S. 48.
- 56.15 Skals Andelsmejeri.  
 Vandfør. Diluvialsand indtil 8 m, hvilende paa Ler.  
 Analyse S. 48.
- 59.21 Ørsted Andelsmejeri.  
 T. +16. Boring 49 m dyb, staaende i Grus.  
 Vandr. omtrent til T.  
 Analyse S. 102.
- 59.26 Harridslev Vandværk.  
 Moræneler m. vandfør. Diluvialsand 8,5—15.  
 Analyse S. 48.
- 64.4 Hjerm Mejeri.  
 Vandfør. Diluvialsand 10—18, overlejret af Moræneler.  
 (Analyse S. 48).
- 64.27 Hjerm Jernbanestation.  
 Brønd 5,5 m + Boring til 6,75.  
 Vandr. op i Brønden. Analyse S. 102.
- 65.16 Haderup Andelsmejeri.  
 0—7 fint Smeltevandssand.  
 —32 Tertiærler m. vandfør. Sandlag 14,8—18,4 og 27—32.  
 Vandr. 7 u. T. Analyse S. 48.
- 66.1 Folkekuranstalten, Hald.  
 Vandfør. Grus 20—23 m, overlejret af Sand.  
 Analyse S. 44.
- 66.8.b Bryggeriet »Odin«. Viborg.  
 Vekslende Lag af Ler og Sand, vandfør. 34,8—42,8.  
 Analyse S. 52.
- 66.18 Viborg Andelsmejeri.  
 0—ca. 30 Diluvialsand.  
 —50,5 hvidt Sand og vekslende Lag af Glimmerler.  
 —59,5 groft, hvidt Sand, vandfør.  
 Lagene fra ca. 30 Tertiær.  
 Analyse S. 44.
- 66.84 Viborg Vandværk.  
 En Række Boringer i stærkt vekslende Lag af Moræneler og Diluvialsand, vandfør. i Dybder imellem ca. 10—ca. 45.  
 Analyse S. 48.

- 67.29 Mammen Andelsmejeri.  
 0—16 Brønd.  
 —38 Sand af vekslende Karakter;  
 vandfør. 31—34.  
 Analyse S. 44.
- 68.4.c Randers. De Danske Spritfabrikker.  
 0—34 overv. Diluvialsand.  
 —48 » Moræneler.  
 —75 Kalk og Flint, vandfør.  
 Vandr. over T. Analyse S. 48.
- 68.9 Vellev. Mejeriet »Stenkilde«.  
 0—12,5 ?  
 (ved 12,5 lidt vandfør.).  
 —99 Ler; den nedre Del af dette Ler i det mindste maa være Tertiær (Plast. Ler?).  
 —107 »haarde Skiferlag«, mg. vandfør.  
 —133 Ler.  
 Vandr. 27 u. T. Analyse S. 86.
- 68.29 Randers Vandværk. Bor. Vesterkær.  
 0—53,4 stærkt vekslende Diluvialsand og -grus, enkelte Lerlag.  
 —56,5 Kalk.  
 Analyse S. 48.
- 70.24 Ryomgaard Mejeri.  
 Boring til 22, væsentlig i Sand.  
 Analyse S. 48.
- 71.8 Grenaa Vandværk.  
 0—1,5 Grus.  
 —33 Kalk.  
 Vandr. 1,7 u. T. Analyse S. 52.
- 72.57 Staby.  
 0—8,3 Diluvialsand, helt kalkfrit.  
 Analyse S. 44.
- 72.58 Vedersø Præstegaard.  
 0—7,2 Diluvialsand.  
 —45,6 Glimmerler og -sand af vekslende Karakter (Miocæn).
- 57,7 Sand, vandfør.  
 Analyse S. 44.
- 72.66 Vedersø.  
 0—6,3 fint Sand, vistnok overv. Flyvesand.  
 Analyse S. 44.
- 72.78 Husby Klit (Sommerhus).  
 T. godt +3.  
 0—3,41 marint Sand.  
 —3,56 Tørv.  
 —6,20 Sand.  
 Vandr. 3,4 u. T. Analyse S. 64.
- 72.88.b Husby Skole.  
 0—10,7 vekslende Sandlag; Kvarter.  
 —49,6 Glimmerler; Miocæn.  
 —74,3 vekslende Lag af Glimmerler og Kwartssand, delvis vandfør.  
 Analyse S. 44.
- 73.7 Skærum Andelsmejeri.  
 2 Boringer til 25 og 96 m, begge vandfør. Analyse S. 48.
- 73.15 Lillelund Skole.  
 Vandførende Diluvialgrus 6—7 m.  
 Analyse S. 44.
- 74.18.a Aulum Vandværk.  
 0—12 grusbl. Sand.  
 12— Ler.  
 Vandr. 5 u. T. 10 m<sup>3</sup>/t. v. 2,4 Sænk.  
 Analyse S. 86.
- 74.19 Aulum Andelsmejeri.  
 Et Par Boringer. Vand fra et Lag groft Sand (muligvis Tertiær) imellem ca. 13—20.  
 Vandr. 7 u. T. Analyse S. 48.
- 75.2 Ørre Andelsmejeri.  
 a) 0—45,2 overvejende Sand, et Par Mergel- eller Lerlag. (Den nedre Del er sandsynligvis Tertiær).  
 Analyse S. 86.  
 b) 0—14,4 Sand, vandfør.  
 Vandr. 1,5 u. T. Se S. 92.

- 76.10 Kjellerup Vandværk.  
18 m dyb Boring.  
Analyse S. 48.
- 77.2 Palstrup.  
0—40 vekslende Ler og Sand;  
vandfør. 34—40.  
Analyse S. 48.
- 78.5 Hadsten Vandværk.  
En Række Børinger gennem vandførende Grus til 4 à 7 m Dybde, hvilende paa Tertiærler.  
Analyse S. 48.
- 78.11 Hammel Vandværk.  
Flere Brønde til omkr. 6 m, i Bunden et Lag sort Flydesand. Analyse S. 48.
- 79.15.c Lisbjerg Vandværk.  
0—43,5 væsentlig Moræneler.  
—45,5 Diluvialsand, vandfør.  
45,5— fedt graablaa Ler.  
Vandr. 16 u. T. Analyse S. 48.
- 80.11.a »Kaløvig« Andelsmejeri.  
Rønde.  
Vandfør. Diluvialsand 17—27, overlejret af Diluvialler og Moræneler.  
Vandr. 1,9 u. T. Analyse S. 52.
- 80.12 Kalø Vig. T.+6.  
0—89,6 Blaaler; Størstedelen utvivlsomt Tertiær.  
—92 Kalk og Flint.  
Vandr. 12,5 over T. Analyse S. 96.
- 80.36 Djurslands Svineslagteri.  
Mørke.  
0—14,2 Moræneler.  
—34,5 Diluvialsand; enk. Lerlag.  
—90 »Lerlag og Sandlag«. Prøver indtil 45,1 viser sort Ler (vistnok Moræneler m. Tertiær), og en Prøve fra 90 er paleocæn Grønsandskalk.  
—96 Kalk og Flint; vandfør.  
Analyse S. 96.
- 83.10 Spjald Vandværk.  
Vandfør. Diluvialgrus 10,5—24,3.  
Analyse S. 44.
- 84.21 Vildbjerg Vandværk.  
0—11,1 Moræneler og Sand.  
—18,1 »sort Blyjord« og »blaa Lermergel«.  
—29,0 groft gruset Sand.  
Analyse S. 44.
- 85.27 Herning. Hebsgaards Trikotagefabrik.  
Boring 16 m dyb, i Sand.  
Vandr. 10 u. T. Analyse S. 52.
- 85.60 Herning. Kartoffelmelsfabriken.  
10 m Boring i Sand og Grus.  
Analyse S. 44.
- 87.1 Lysbro Fabriker. Silkeborg.  
2 Børinger:  
1) 0—4,0 Tørv og Diluvialgrus.  
—23,5 fint Glimmersand og Glimmerler. Tertiær.  
—29,0 groft Kvantssand.  
2) 0—16,5 Diluvialler.  
—17,1 Diluvialsand.  
—29,0 groft Kvantssand. Tertiær.  
Vandr. over T. Analyse S. 44.
- 87.3b Silkeborg Papirfabrik.  
0—52 overvejende »Mergel«, utvivlsomt Tertiær.  
—80 lerbl. Sand.  
—88 graat Sand, vandfør.  
Vandr. 0,6 u. T. Analyse S. 48.
- 87.12 Silkeborg Vandværk.  
Vand fra Brønde i Smeltevandsand; Sandet gaar fra 0—ca. 13 à 15, hvor det underlejres af tertiært Glimmersand.  
Vandr. ca. 6 u. T. Analyser S. 44.
- 87.13 Silkeborg Bad.  
Boring ved Kildesøen:  
0—10 vekslende Ler og Sand.  
—14,5 groft Sand, vandfør.

- 20,9 Glimmerler (Tertiær).  
 —27,0 graat Sand, vandfør.  
 Vandr. over T.  
 Den ene af Analyserne S. 44 er af Vand fra denne Boring 10—14,5; de to andre Analyser er af Kilder.
- 87.15 Ry Vandværk.  
 b) Ved »Paraplyen«. 7 m dyb, staaende i groft Smeltevandsgrus.  
 c) Prøveboring »i Dalen«. 18 m dyb, standset i tertiært Ler.  
 Analyser S. 44.
- 87.19 Laven Vandværk.  
 0— 8,1 Moræneler.  
 — 9,0 Glimmerler (Tertiær).  
 —35,0 hvidt Sand.  
 Vandr. 13 u. T. Analyse S. 48.
- 88.28 Ludvigsholm, Harlev. T. + 8,5.  
 0—27 Blaaler.  
 —31 Diluvialsand.  
 —34 Blaaler.  
 —41 Diluvialsand.  
 —62,5 Blaaler.  
 62,5— Diluvialsand, mg. vandf.  
 Vandr. 3 over T. Analyse S. 86.
- 88.47 Borum Mejeri.  
 0—27,5 overv. Moræneler, m. indlejret Plastisk Ler.  
 —30,8 Diluvialsand, vandfør.  
 Faststaaende Tertiær findes umiddelbart i Nærheden.  
 Analyse S. 56.
- 89.41 Aarhus. De Danske Spritfabriker.  
 0—28 vekslende Lag af grovere og finere (tildels leret) Sand.  
 —70 Plastisk Ler.
- 89.42 Smst.  
 0—41 stærkt vekslende Lag af finere og grovere Sand og noget Ler.  
 Analyser S. 86.
- 89.52 Aarhus Sindssygehospital. Risskov.  
 16 m dyb Boring, delvis gennem vandførende Diluvialsand, staaende i fedt Tertiærler.  
 Analyse S. 56.
- 89.62 Aarhus Vandværk. Gjellerup. Bor. Nr. 16.  
 0— 6,0 Tørv, Dynd og Sand.  
 —15,7 Moræneler.  
 —35,5 Diluvialsand, tildels fint og leret.  
 Vandr. over T.  
 Analyse S. 86, 96, 101.
- 89.85 Aarhus. Jyske Trikotagefabriker. T. +15,7.  
 0— 7,3 Diluvialsand, mg. fint.  
 —10,3 Diluvialgrus, vandfør.  
 —19,5 Moræneler m. et enkelt Sandlag og Indlejring af glaukonitisk Oligocæn-Ler.  
 —30,6 lyst Tertiær sand.  
 Vandr. 3,75 u. T. 15 m<sup>3</sup>/t v. 1,35 Sænk. Analyse S. 102.
- 89.113 Viby Gasværk.  
 Boring 67 m. Moræneler m. underordnede Sandlag.  
 Analyse S. 52.
- 89.122 Aarhus Vandværk. Marseelisborg. M.III. T. +13,2.  
 0— 6,4 Fyld og Mosejord.  
 — 21,5 fast Mergel.  
 — 46,3 sandet Ler (Moræneler).  
 — 75,0 Diluvialsand og -grus.  
 — 97,3 Moræneler.  
 —110,0 fint Diluvialsand m. tynde Lerlag.  
 —122,5 Diluvialsand og -grus.  
 Vandr. 2,6 over T.  
 Analyse S. 86, 92.
- 89.137 Aarhus Vandværk. Bor. 15. Nr. Søgaard. T. +4.  
 0— 5,5 postglacialt, marint Ler.  
 — 8,4 Grus.  
 —17,0 Moræneler.  
 —32,8 Diluvialsand, vandfør.  
 —38,0 Moræneler.  
 Vandr. 3,6 over T. Analyse S. 56.

- 89.139 Aarhus Vandværk. Nr. 17. Mosegaard. T. +0,9.  
 0—6,6 Mosejord (rimeligvis med en marin Indlejring).  
 —46,1 vekslende Moræneler, Diluvialler og -sand.  
 —61,1 Diluvialsand, skarpt; med et tyndt Lag »grønt Ler«.  
 —61,3 fast Ler.  
 Vandr. 3,3 over T. Analyse S. 56.
- 89.146 Aarhus Vandværk. Nr. 24. T. +2,6.  
 0—4,3 Fyld og Dynd.  
 —9,0 Grus m. Strandskaller (Tapesafl.).  
 —32,0 Tertiærler.  
 Analyse S. 80, 87.
- 89.149 Aarhus Vandværk. Marse-  
 lisborg. M.IV. T. +14,8.  
 0—14,0 Moræneler.  
 —29,5 stenfrit Ler.  
 —42,0 Moræneler.  
 —74,7 Diluvialsand og -grus.  
 74,7— Moræneler.  
 Vandr. over T. Analyse S. 86, 102.
- 89.152 Vejlbj-Risskov Vandværk. Vejlbj Fed. T. +1,52.  
 0—2,59 Brønd.  
 —6,16 fint lerbl. Sand.  
 —13,16 Sand og Grus, vandfør.  
 —13,30 Ler.  
 Se nærmere S. 64, 68, 71.
- 90.5 Ebeltoft Vandværk. Ahl.  
 0—ca. 42 overv. Moræneler.  
 —44 Grønsandsler (Paleocæn).  
 —46,5 Kalk og Flint (Danium).  
 Vandr. 2 u. T. Analyse S. 52.
- 90.7 Ebeltoft Vandværk.  
 Boring til 12 m, staaende i Sand.  
 Analyse S. 48.
- 90.8 Thorup Mejeri.  
 Boring til 14 m gennem Sand, nederst vandfør. De øvre Lag er marine, med Tangrester. Vandr. 1 u. T.  
 Analyse S. 48.
- 91.1 Hjælm Fyr.  
 Brønd 27,5 m dyb; i Ral.  
 Analyse S. 64.
- 92.3 Hvide Sande. 60 m fra Havet.  
 0—2,5 Brønd.  
 —7,5 Sand.  
 Analyse S. 64, 77.
- 93.6 Skjern Margarinefabrik.  
 0—1 Tørv.  
 —12 fint sort Sand, vandfør.  
 —40 Kviksand.  
 Analyse S. 44.
- 93.8 Lem Vandværk.  
 20 m Boring, staaende i fint Sand.  
 Analyse S. 44.
- 93.9 Skjern Vandværk.  
 0—28 Diluvialsand.  
 —50 Klægsand (Tertiær?).  
 —72 Kvartssand m. Brunkulslag.  
 Tertiær.  
 Analyse S. 44.
- 95.1a Clasonsborg.  
 0—4 Sand og Ler.  
 —34 sort Ler. Tertiær.  
 —38 groft Sand, vandfør.  
 Analyse S. 44.
- 95.16 Brande Vandværk.  
 Stærkt skiftende Lag af Sand m. Brunkul; vandfør. ved ca. 23 m. Analyse S. 44.
- 97.2 Brædstrup Mejeri.  
 a) Boring til ca. 69 m, staaende i fint Sand (Diluvialsand?)  
 Vandr. 56 u. T. Analyse S. 48.  
 b) 19 m dyb Brønd. Vandr. 17 u. T.  
 Analyse S. 52.
- 98.52 Sølyst Vandværk. Skander-  
 borg.  
 0—12,5 Moræneler.  
 —19,0 Diluvialgrus m. Lag af Moræneler.  
 —23,0 sort Glimmerler (Tertiær).  
 Vandr. 1,5 u. T. Analyse S. 52.



- 98.55 Vrold Skole.  
 0—37,0 Moræneler m. et Par Gruslag.  
 —40,5 brunsort Tertiærler.  
 —61,3 Moræneler m. et Par underordnede Sandlag.  
 —66,0 Diluvialgrus, vandfør.  
 —68,0 fedt graat Ler.  
 Vandr. 8 u. T. Analyse S. 96.
- 98.57 Blegind Vandværk.  
 Moræneler med vandførende Diluvialgrus 17—22,5. Vandr. 10 u. T. Analyse S. 56.
- 98.58 Fruering Skole.  
 0—13 Moræneler.  
 —34 vekslende Lag af Ler og Sand.  
 —57 sort Glimmerler m. Brunkulslag.  
 —60 Sand m. Brunkul, vandfør.  
 Tertiær i hvert Fald fra 26 m.  
 Analyse S. 44.
- 99.32 Tueskær.  
 ca. 8 m dyb Brønd, staaende i Moræneler. Analyse S. 86.
- 103.2 Ølgød Vandværk.  
 10 m Boring, staaende i Diluvialsand. Analyse S. 44.
- 104.12 Blaahøj Mejeri.  
 Boring af ubekendt Dybde; Tertiær fra 7,5. Analyse S. 44.
- 105.21 Dørken Skole.  
 Sand omkr. 50 m, overlejret af »Ler og Mergel« (Tertiær?). Analyse S. 48.
- 106.1.b Flemming Andelsmejeri.  
 Boring 31 m. Moræneler og Diluvialsand. Analyse S. 52.
- 106.7 Hatting Mejeri.  
 14 m Boring gennem Sand.  
 Analyse S. 48.
- 107.58 Gedved Vandværk.  
 0—11,8 overv. Moræneler.  
 —22,2 Diluvialgrus.  
 Vandr. 16 u. T. Analyse S. 48.
- 107.76 Bakkellund Vandværk.  
 Horsens.  
 0—49 Moræneler.  
 —56 Sand og Grus, vandfør.  
 Vandr. 3 u. T. Analyse S. 48.
- 107.87 Hjarnø Lodseri.  
 3,1 m dyb Brønd, staaende i Sand.  
 Analyse S. 64, 102.
- 108.12 Ørting Vandværk.  
 0—34,7 vekslende Moræneler og Diluvialsand; vandfør. 31,3—33,4.  
 Vandr. 3,8 u. T. Analyse S. 48.
- 108.21 Gosmer Vandværk.  
 0—4 Moræneler.  
 —16,0 Diluvialsand.  
 —16,8 fedt Ler (Tertiær).  
 Vandr. 4,8 u. T. Analyse S. 52.
- 109.8 Brundby Vandværk.  
 Boring 46 dyb, staaende i Sand.  
 Analyse S. 56.
- 109.10 Langøre Skole. T.+2,5.  
 De analyserede Vandprøver (S. 64, 77, 102) hidrører fra Brønde staaende i Moræneler med Sand, over hvilket ligger nogle faa m marint Grus (den lave Brønd staar sikkert i dette Grus). Se ogsaa S. 68.  
 En senere Boring (1928) viste:  
 0—19,7 Moræneler.  
 —28,1 Diluvialsand m. Saltvand.  
 —28,8 Plastisk Ler (løs Flage).  
 —29,9 Diluvialgrus m. Saltvand.  
 —51,0 Moræneler m. indbl. Tertiærler.  
 —59,5 Plastisk Ler.  
 Vandr. 2,5 u. T.
- 109.11 Ballen. Samsø And.-Svinelagteri. T.+4. 100 m fra Stranden.

- 0—19,3 Moræneler.  
 —21,5 Diluvialsand.  
 —21,9 Plast. Ler (løs Flage).  
 —31,3 Moræneler og -sand.  
 —31,8 Diluvialgrus, vandfør.  
 —36,0 Moræneler.  
 Vandr. 4 u. T. Analyse S. 66, 68, 77.
- 114.3 Grindsted.  
 Boring til 18,8; Sand m. Gruslag.  
 Analyse S. 46.
- 114.5 Grindsted Andelsmejeri.  
 0—19,7 Sand (Smeltevandssand).  
 —20,2 Brunkul.  
 —32,0 lyst Sand (Tertiær).  
 Vandr. 3 u. T. Analyse S. 46.
- 114.7.a Grindsted Jernbanestation.  
 Boring i rødligt Sand (Smeltevands-sand). Analyse S. 46.
- 115.22 Farre.  
 Vandfør. Sand 6—16 m.  
 Analyse S. 56.
- 116.13 Vejleffjord Sanatorium.  
 Vand fra et System af Brønde, der tager Kildevand. Analyse S. 48.
- 116.24 Løsning Vandværk.  
 Sand og Grus til 19,8 m. Vandr. 7 u. T. Analyse S. 48.
- 116.33 Vejle Vandværk. Mølholm.  
 Mange Boringer af varierende Dybde, til ca. 50 m. Vekslede Lag af tertiært Glimmerler og Glimmersand, delvis vandfør. Analyse S. 48.
- 116.35 Vinding Vandværk.  
 0—27,7 Moræneler og et Par Lag Diluvialsand.  
 —45,5 vekslede Lag af fint Glimmersand, Glimmerler og skarpere Kwartssand; vandfør. (Tertiær).  
 Analyse S. 46.
- 116.39 Bredballe Strands Vandværk.  
 0—12 Moræneler.  
 —33,5 Diluvialsand.  
 Vandr. 17 u. T. Analyse S. 48.
- 116.41 Vejle Andels-Svineslagteri. T. +1,5. 2 Boringer.  
 0— 2,0 Dynd.  
 — 2,5 fint graat Ler.  
 —19,1 groft Sand, stenet; vandfør.  
 —ca. 40,0 Ler.  
 Analyse S. 102, 104.
- 117.12 Glud Vandværk. Bor. II. T. +17.  
 0— 0,5 Moræneler.  
 —16,0 sort Tertiærler.  
 —17,0 Glimmersand, vandfør.  
 —48,0 Tertiærler, mørkt.  
 —50,0 — lyst.  
 Vandr. over T. Analyse S. 56.
- 117.21.b Gammelby Andelsmejeri.  
 Diluvialgrus 4,4—8,2 m.  
 Analyse S. 48.
- 119.2 Ørby Skole.  
 Boring til 41 m, staaende i Diluvial-sand.  
 Analyse S. 52.
- 120.2 Oksbøl. Stampemøllen. V. f. Gjedbjerg.  
 0— 7,5 fint Sand.  
 — 7,6 Blaaler.  
 —12,0 skarpt hvidt Sand, vandfør. (marint?).  
 Analyse S. 46.
- 120.3 Blaavand Fyr.  
 Sand til 6 à 7 m Dybde.  
 Analyse S. 48.
- 121.1.a Hjerting. Kystsanatoriet.  
 Boring 12,5 m dyb, vistnok staaende i fint Glimmersand.  
 Analyse S. 46.

- 122.2 Næsbjerg Mejeri.  
Brønd 10,5 dyb, og heri to Bor. til hhv. 15 og 17,5 m Dybde.  
Analyse S. 80.
- 122.6 Øse-Næsbjerg Kommune.  
21,3 m Boring, staaende i Sand.  
Analyse S. 56.
- 123.2.a Baldersbæk.  
0—ca. 30 væsentlig Moræneler.  
—77 vekslende Lag af Glimmerler og -sand; vandfør. 37—42 og 73—77.  
Analyse S. 46.
- 125.158 Fredericia Vandværk.  
Kongsted.  
Flere Boringer med vandfør. Diluvialsand omkring 20 m.  
Analyse S. 48.
- 127.5 Bogense Vandværk.  
Flere Boringer med vandfør. Diluvialgrus mellem ca. 28 og 45. Analyse S. 48.
- 127.6 Bogense Andelsmejeri.  
T. +2.  
0—50,0 vekslende Moræneler og Diluvialsand.  
—53,3 Diluvialgrus, vandfør.  
—54,0 Ler.  
Vandr. 3,14 over T.  
Analyse S. 58.
- 130.10-12 Esbjerg Vandværk.  
3 Bor., alle 16,5 m dybe. Under et Par m Tørv viser de alle Diluvialsand, finere og grovere; den nederste ca. 1 m er leret Sand (marint?).  
Analyse S. 80, 87.
- 130.40 Esbjerg Elektricitetsværk.  
0—21,5 vekslende Lag af lyst Sand og Grus.  
—29 mørkere, mere klæget Sand.  
—69 blaat Ler.  
—74 Sand.  
74— Ler.
- Størsteparten af Lågserien under 21,5 er sikkert marin (Esbjerg Yoldialer).  
Analyse S. 80, 87.
- 130.58 Esbjerg Andels-Svineslagteri.  
0—ca. 8 Grus.  
—9,5 Kviksand.  
—17,0 skarpt Grus, vandfør.  
—17,5 Ler m. Tang og Skaller.  
—ca. 35 Kviksand.  
Analyse S. 80, 87.  
En anden Bor. giver daarligt Vand fra 20 m Dybde.
- 130.60 Esbjerg. Hermetikfabriken.  
Boring 20 m igennem fint Sand; vandfør. 4—13.  
Analyse S. 46.
- 130.61.a Esbjerg Svineslagteri.  
0—4 Morænesand og -ler.  
—9 Diluvialsand, vandfør.  
—11 sandet Klæg (marint Inter-glacial).  
Vandr. 4 u. T. Analyse S. 46.
- 130.97 Fanø. Hotel »Kongen af Danmark«.  
0—32 fint Sand, overvejende marint.  
32— groft Sand, muligvis Diluvialsand.  
Analyse S. 48.
- 131.7.a St. Darum Mejeri.  
Boring igennem fint Sand, vandfør. ca. 6—18 m.  
Analyse S. 46.
- 131.12.a Bramminge Vandværk.  
0—12 Diluvialsand, vandfør.  
12— Glimmersand (Miocæn).
- 131.13.b Smst.  
0—14 Diluvialsand; vandfør. 7—12.  
—18 Glimmersand.  
Analyser S. 48.

- 132.<sup>10</sup> Vejen Mejeri.  
Vandfør. Diluvialsand 37—46, over-  
lejret af Moræneler og Diluvialsand.  
Analyse S. 48.
- 133.<sup>34.b</sup> Kolding Vandværk. T. +4.  
(7 Nr. 163).  
0—12,0 Sand og Grus m. et enk.  
Lerlag.  
—21,0 Diluvialsand og -grus,  
vandfør.  
—22,6 Ler og fint Sand.  
Vandr. 4,<sub>3</sub> u. T. Analyse S. 86, 92.
- 133.<sup>41</sup> Kolding Vandværk. T. +2,2.  
(7 Nr. 162).  
0—11,0 fedt Ler.  
—39,7 vekslende Moræneler og  
fint (delvis leret) Sand.  
—48,8 Diluvialsand, vandfør.  
—55,8 Moræneler.  
—77,0 mg. fint Glimmersand.  
Analyse S. 86, 92, 102.
- 133.<sup>60.c</sup> Kolding Andels-Svine-  
slagteri. T. ca. +3.  
0— 1 Fyld.  
— 13 Sand og Grus.  
—107 Moræneler m. underordnede  
Sandlag (lidet vandfør.).  
—120 lys Sand, vandfør.  
Se nærmere S. 68, 71.
- 133.<sup>61</sup> Kolding Vandværk. Dyre-  
havegaards Eng 1.  
0—39 Moræneler.  
—46,5 Diluvialgrus, vandfør.  
Vandr. over T. Analyse S. 48.
- 133.<sup>80</sup> Vamdrup Andelsmejeri.  
0—48 Moræneler og Diluvialgrus.  
—51 Kvartsgrus.  
—77 Ler.  
—85 Kwartssand, groft, vandfør.  
Lagene fra 48 rimeligvis Tertiær.  
Vandr. 3 u. T. Analyse S. 48.
- 133.<sup>84</sup> Lunderskov Jernbanesta-  
tion.  
0—18 væsentlig Moræneler.  
—40 Diluvialgrus, vandfør.  
Analyse S. 46.
- 133.<sup>86.b</sup> Lunderskov Vandværk.  
0— 7,0 Sand.  
—16,0 Moræneler.  
—45,5 Diluvialsand, vandfør.  
45,5— sort Glimmerler.  
Analyse S. 58.
- 133.<sup>101</sup> Seest Vandværk.  
Vandfør. Diluvialsand 18—24, over-  
lejret af Ler.  
Analyse S. 48.
- 133.<sup>103</sup> »Alpedalslyst«, Harte.  
Brønd 2 m dyb, staaende i Grus.  
Analyse S. 86, 102.
- 134.<sup>118</sup> Julemærkesanatoriet.  
Et Par Boringer med vandfør.  
Glimmersand omkring 20 m.  
Analyse S. 48.
- 134.<sup>131</sup> Middelfart Vandværk.  
Flere Boringer med vandfør. Dilu-  
vialgrus i faa m Dybde.  
Analyse S. 48, 52.
- 135.<sup>5</sup> »Søbjerg« Mejeri. Ørslev.  
Boring til 50 m gennem Moræneler  
m. et Par vandfør. Lag Diluvialsand.  
Analyse S. 52.
- 135.<sup>11-13</sup> Aalund Mejeri. Nr. Aaby.  
Flere Boringer, alle med vandfør.  
Diluvialgrus omkring 20 m.  
Analyse S. 58.
- 135.<sup>16.a</sup> »Dana« Margarinefabrik.  
Nr. Aaby.  
Boring til 38 m gennem Moræneler  
m. et Par vandfør. Lag Diluvialsand.  
Vandr. 7 u. T. Analyse S. 52.
- 135.<sup>19</sup> Udby Vandværk.  
0—17,5 Brønd. Heri fandtes en gl.  
3" Boring, der i 1929 af-  
løstes af en 6" med flg.  
Profil:  
—33,5 Moræneler.  
—37,2 vekslende Ler, Sand og  
Grus.  
—39,8 vandfør. Grus.

- Vandr. 12,6 u. T. Den S. 96 anførte Analyse hidrører fra den ældre Boring, der maa have det samme Profil som den nye.
- 136.3 Sværup Gaard, Bredbjerg. T. +10. (I S. 74).  
 0— 39,9 ?  
 — 40,6 Grus og Sten.  
 — ca. 46,5 Lokalmoræne.  
 — 98,9 Tertiært Ler, overvejende Kertemindeler, med haarde Lag.  
 —101,6 Kalk og Flint.  
 Analyse S. 86.
- 136.28 Tarup Vandværk. Bor. II. T. +7.  
 0—17,6 Moræneler.  
 —20,7 Diluvialsand.  
 —36,0 Moræneler.  
 —38,0 Diluvialgrus, vandfør.  
 —42,0 Moræneler.  
 Vandr. 2 over T. Analyse S. 58.
- 137.52 Odense Vandværk. Bøge-  
 vænget. T. +4,6.  
 0—21,5 Moræneler.  
 —31,5 Diluvialgrus og -sand.  
 31,5— Moræneler.  
 Vandr. 2 u. T. 36 m<sup>3</sup>/t v. 4,47 Sænk.  
 Analyse S. 88.
- 137.57 Skibhuse.  
 0—2,0 Brønd.  
 —4,5 meget fint Sand og blødt Ler.  
 —9,8 Grus, groft.  
 Vandr. 1 over T. Analyse S. 96.
- 140.12.b Vr. Vedsted.  
 Vandførende Sand i 86 m Dybde (Diluvialsand?); Boringen gaar tildels gennem interglacialt, marint Ler. (Analyse S. 58).
- 141.9 Gram Vandværk.  
 0— 2 Fyld og Tørv.  
 — 8 Smeltevandssand.  
 —21 Glimmerler (Miocæn).  
 —31 hvidt Sand (Miocæn).  
 Vandr. over T. Analyse S. 46.
- 142.8 Jels Vandværk.  
 Boring til 24,3 igennem Diluvial-  
 sand af vekslende Karakter.  
 Analyse S. 46.
- 142.17 »Nutiden« Andelsmejeri.  
 Lerte.  
 Vandfør. Grus i 5 m Dybde.  
 Analyse S. 52.
- 144.10 Aarup Vandværk.  
 Vandfør. Diluvialsand 30—35, over-  
 lejret af Moræneler.  
 Analyse S. 50.
- 145.36 Odense Vandværk.  
 0— 4,5 Tørv og »Moseler«.  
 —42,0 Diluvialsand af vekslende  
 Karakter.  
 —45,0 Paleocæn Ler.  
 Analyse S. 52.
- 145.40 Odense Vandværk. T. +12.  
 0— 8,2 Diluvialsand.  
 —35,0 Moræneler.  
 —44,0 Diluvialsand.  
 —46,0 Ler og »Skifer«, utvivlsomt  
 Paleocæn.  
 Analyse S. 88.
- 145.54 Søbysøgaard.  
 Vandfør. Diluvialsand 24—28, over-  
 lejret af Sand og Ler.  
 Vandr. 5 u. T. Analyse S. 52.
- 146.23 Fyns Konservesfabrik,  
 Odense.  
 0—28 Moræneler.  
 —35 Diluvialsand, vandfør.  
 Vandr. 10 u. T. Analyse S. 88.
- 146.24 Langeskov Vandværk.  
 a) 0— 7,3 lerbl. Grus og Sand.  
 —25,0 Diluvialsand og -grus.  
 —40,0 Ler.  
 —50,0 Ler m. smaa Sten.  
 —60,0 Grønsandskalk; Paleo-  
 cæn.  
 —92,0 Bryozokalk, vandfør.  
 Vandr. 8,3 u. T. 9 m<sup>3</sup>/t v. 1,5 Sænk.  
 Analyse S. 88, 92, 94.

- b) 0—4,7 Ler og Grus.  
 —11,3 Diluvialsand, vandf.  
 —17,3 Moræneler.  
 Vandr. 3,4 u. T. Analyse S. 92, 94.  
 Afstanden mellem a) og b) er ca. 280 m.
- 146.31 Odense Vandværk. Hundepark Skov Nr. 1. T. +9,5.  
 0—49,6 Sandet Moræneler m. ubet. Sandlag.  
 —57,4 Paleocæn Ler.  
 —60,8 — »Sandsten«.  
 —78,3 Bryozokalk og Flint.  
 Analyse S. 92, 96.
- 146.60 Odense Vandværk. Boring ved Ejby. T. ca. +2. (I S. 74).  
 0—5 Dynd.  
 —25 Diluvialsand, fint.  
 —27,5 Kertemindeler m. haarde Lag, vandfør.  
 Vandr. over T. Analyse S. 88.
- 146.65 Odense Vandværk. Palnatokværket.  
 Der findes her 6 Boringer, alle lignende hinanden; Vandprøven (Analyse S. 88) hidrører fra Nr. 2—3—4. Eksempelvis anføres Bor. Nr. 3. T. +7,5:  
 0—1,2 Fyld.  
 —29,8 vekslende Moræneler, Diluvialler og fint Sand.  
 —48,9 Diluvialsand og -grus, vandfør.  
 48,9— »meget fast Lag« (antagelig Paleocæn).  
 Vandr. 4,5 u. T.
- 147.6 Nyborg. Bryggeriet »Carlsminde«.  
 2 Boringer 20,4 og 24,5, staaende i Bryozokalk fra mindst 18 m.  
 Analyse S. 52.
- 147.15 Nyborg Vandværk. »Vognmandsjorden«. T. +4.  
 0—11,2 Moræneler.  
 —13,0 Kalk, løs.  
 —15,3 » fast, vandfør.  
 Vandr. 3 u. T. Analyse S. 71, 72.
- 149.5 Skærbæk Vandværk.  
 Flere Boringer; Smeltevandssand til mindst 21 m.  
 Analyser S. 46.
- 150.2 Toftlund Andelsmejeri.  
 Vandfør. Diluvialgrus ca. 30—33, overlejret væsentlig af Moræneler.  
 Vandr. ca. 12 u. T.  
 Analyse S. 50.
- 150.7 Toftlund Vandværk.  
 19,5 m Boring, væsentlig gennem vandfør. Sand.  
 Vandr. 1 u. T. Analyse S. 50.
- 151.19 Vøjens Vandværk.  
 0—24 vekslende Lag af Moræneler, Diluvialsand og -grus; vandfør. 21,6—24.  
 —36 mørkere eller lysere Tertiær-sand m. Brunkul; delvis vandfør.  
 Analyse S. 46.
- 152.1 Sdr. Vilstrup. Ehlershjemmet.  
 Vandfør. Sand (rimeligvis Diluvial-sand) 52—55, overlejret væsentlig af Moræneler.  
 Analyse S. 50.
- 153.6 Flemløse Vandværk.  
 Vandfør. Diluvialsand umiddelbart under Overfladen.  
 Analyse S. 50.
- 155.27.a Ringe Vandværk.  
 Boring til 52 m gennem Moræneler og Diluvialsand, vandfør. 8—10 og 27—36.  
 Vandr. = T. Analyse S. 52.
- 156.17 Frørup Andelsmejeri.  
 0—5 Moræneler.  
 —10,7 Diluvialsand.  
 Analyse S. 52.
- 158.20 Bredebro Vandværk.  
 0—13,5 Smeltevandssand.  
 13,5— graat Ler.  
 Vandr. 2 u. T. Analyse S. 50.

- 160.5 Rødekro Vandværk.  
Boring til 25,8 gennem Smeltevandssand og -grus.  
Vandr. 6,9 u. T. Analyse S. 46.
- 160.8 Hellevad Mejeri.  
Smeltevandssand indtil 28 m.  
Analyse S. 50 er fra 20—28; højere oppe er »Vandet daarligt«.
- 160.18 Aabenraa. Tondering Læderfabrik. Bor. 101 m dyb.  
Vandr. 2,8 over T. Analyse S. 96.
- 160.23 Aabenraa Vandværk.  
Flere Boringer med vandfør. Diluvialgrus dels ved 15 m, dels ca. 32—40; iøvrigt Moræneler.  
Vandr. over T. Analyse S. 50.
- 160.24 Aarslev.  
Boring med vandfør. Diluvialsand ca. 24—34, overlejret af »Mergel og Sand«.  
Analyse S. 52.
- 161.13.b Nordborg Vandværk.  
0—26,3 overv. Moræneler.  
—34,0 Diluvialsand, vandfør.  
Analyse S. 52.
- 163.7 Hvedholm Plejehjem.  
Et Par Boringer m. vandfør. Diluvialsand omkring 12 m.  
Analyse S. 50.
- 163.13 Millinge Vandværk.  
Vandfør. Diluvialgrus ca. 4—12 m.  
Vandr. ca. 1 u. T. Analyse S. 52.
- 164.59 Svendborg Andels-Svine-slagteri.  
Moræneler med et Lag Diluvialgrus ved 33 m.  
Vandr. over T. Analyse S. 50.
- 165.13 »Egelykke«, Lejbølle.  
Analysen S. 102 angives at være af en Vandprøve fra en ca. 21 m dyb Brønd. Ifølge andre foreliggende Oplysninger synes der at være Kalk i ca. 25 m Dybde, mens det overliggende i Hovedsagen er Moræneler.
- 166.3-5 Tønder Vandværk.  
Vandværket har flere Boringer, om trent ens i geologisk Henseende. T. ca. +2,5 à 3,0.  
0—ca. 18 Smeltevandssand.  
—ca. 28 marint Ler (Eem).  
—ca. 38 Smeltevandssand.  
ca. 38— Moræneler.  
Den S. 64 anførte Analyse er af Blandingsvand fra begge Sandhorisonter.
- 166.16 Højer. Sønderjydsk Tæppefabrik. T. +3.  
0—5 Brønd.  
—20 Moræneler, nederst m. et Lag vandfør. Sand.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 64.
- 166.19 Tønder og Omegns Eksport-Svineslagteri.  
0—5 Sand.  
—7 Grus, vandfør.  
Vandr. 3 u. T. Analyse S. 64.
- 166.38 Hestholm. Tønder. T. +3,5.  
0—2 Fyld.  
—19 Sand; ved 14 et Lag »Mose m. Træstykker«.  
—21 marint Ler (Eem).  
—27,5 » Sand, nederst m. et Lag Tørv.  
Vandr. 3,5 u. T. Analyse S. 69.
- 166.39 Tønder Mejeri.  
Bor. til 10 m Dybde (i Sand).  
Analyse S. 64.
- 167.4 Sæd. Told- og Paskontrolbygningen. T. ca. +3.  
0—19,25 Sand og Grus (øverst et Lag Tørv og Fyld).  
—20,0 haardt Ler (Eem?).  
—30,0 Sand og Grus.  
—50,0 Ler og Mergel.  
—70,0 graat Sand og hvidt Grus (Tertiær).  
—82,5 Glimmerler; 80,0—80,6 et Konkretionslag.  
Analyse S. 69.

- 168.18 Tinglev Jernbanestation.  
25 m Boring igennem Smeltevands-  
sand. Analyse S. 58.
- 169.1 Sønderborg Vandværk.  
Sundeved.  
0—62,3 Moræneler og Diluvialler  
m. et enk. Gruslag.  
—66,8 Diluvialgrus, vandfør.  
—68,0 Moræneler.  
Vandr. 19 u. T. Analyse S. 52.
- 169.28 Langbrogaard, Sønder-  
borg. (35).  
0—75 Moræneler og Diluvialsand.  
—110 sort Glimmerler og -sand  
(Miocæn).  
—190 væsentlig Septarieler (Oli-  
gocæn).  
—325 Plastisk Ler (Eocæn).  
—347 Graat Ler, nedad med for-  
kislede Lag (Paleocæn).  
—358 Bryozokalk (Danium).  
—541 Skrivekridt (Senonium).  
Vandfør. fra Paleocænet og nedefter.  
Analyse S. 88, 102.
- 169.41.b Graasten Slot.  
Vandfør. Sand ved 32 m, over-  
lejret af Moræneler.  
Vandr. 0,5 u. T. Analyse S. 52.
- 169.59. Graasten Vandværk. Bor.  
I. 31 m dyb.  
Efter nærliggende Boringer at døm-  
me maa Vandet tages i Diluvialsand.  
Analyse S. 58.
- 170.3 Sønderborg Vandværk.  
Sundsmark.  
Boring til 33,8 m igennem Diluvial-  
sand.  
Vandr. ca. 5 u. T. Analyse S. 52.
- 170.3 Sønderborg Vandværk.  
Sundsmark. (55). T.+7.  
0—5 Moræneler.  
—39 Diluvialsand og -grus.  
—273 Tertiær (Miocæn-Paleocæn)  
ganske overv. Ler.  
—282 Kalk, vandfør.  
Analyse S. 88, 102.
- 170.11.b Augustenborg Vandværk.  
Bor. 2.  
0—46,5 vekslende Lag, overvejen-  
de Moræneler.  
—49,5 Diluvialgrus, vandfør.  
—50,0 »Mosemergel«.  
Vandr. 1,9 over T. Analyse S. 58.
- 170.12.c Guderup. Egen Sogns An-  
delsmejeri.  
0—26,2 Moræneler.  
—40,2 Diluvialsand og Moræne-  
sand, delvis vandfør.  
—68,0 Moræneler.  
—70,0 Diluvialgrus, vandfør.  
—74,0 Moræneler.  
—76,9 Diluvialgrus, vandfør.  
—77,1 sort Tertiærler.  
Moræneleret indeholder Smører af  
marint Ler (Interglacial og Tertiær(?)).  
Analyse S. 96.
- 172.10 Ærøskøbing. Iagttagelses-  
hjemmet.  
0—4,0 Moræneler.  
—4,5 fint Sand.  
—16,3 Cyprinaler, »Blankt Ler«  
oghvidt Sand m. Skaller.  
—18,0 rødt Plastisk Ler.  
—19,0 graat Sand m. Skaller.  
—27,5 Plastisk Ler.  
—33,8 Moræneler.  
—37,3 Sand m. Skaller, gas- og  
vandfør.  
37,3— Moræneler.  
Vandr. 12 u. T. Analyse S. 58.
- 173.10 Rudkøbing. »Godthaab«  
Mejeri. T.+2.  
0—24,5 »Blaaler«.  
—34,5 Plastisk Ler, rødt.  
—44,0 » » sort.  
44,0— » » haardt Lag,  
vandfør. Analyse S. 88.
- 173.28 Siø.  
Analysen S. 64 maa hidrøre fra en  
Brønd paa lavt Terræn. 1932 viste en  
Boring.  
0—6,9 Moræneler.  
—22,6 Plastisk Ler.



- 173.<sup>31</sup> Tullebølle Mejeri. T. +12.  
 0— 5,0 Moræneler.  
 —30,7 blødt, stenfrit Ler.  
 —63,0 Plastisk Ler, brunt.  
 —78,0 sort Ler m. haarde Skiferlag.  
 —85,0 Kalk, vandfør.  
 Vandr. 10,5 u. T. Analyse S. 88.
- 174.<sup>12</sup> Bov Vandværk.  
 0—22,5 Moræneler.  
 —36,0 Grus.  
 36,0— sort Glimmerler.  
 Vandr. 29 u. T. Analyse S. 50.
- 178.<sup>9</sup> Bro Andelsmejeri.  
 Brønd ca. 7 m. Analyse S. 52.
- 182.<sup>5</sup> Blidstrup Andelsmejeri.  
 0— 87,2 vekslende Moræneler, lidt Diluvialler, Grus og Sand m. Ravpindelag.  
 —135,4 Kalk.  
 Analyse S. 58.
- 182.<sup>10</sup> Gilleleje.  
 Vandfør. Diluvialgrus 21—27, overljet af Sand og Ler.  
 Analyse S. 50.
- 182.<sup>11</sup> Hornbæk Vandværk.  
 Vandfør. Sand omkring 12 m.  
 Analyse S. 50.
- 184.<sup>3</sup> Odden Andelsmejeri. T. ca. +15,7.  
 0—ca. 50 Moræneler og Diluvialsand.  
 —ca. 58 Grønsandskalk (Paleocæn).  
 — 70 Kalk.  
 Vandr. 15,3 u. T. Analyse S. 66, 68, 78.
- 185.<sup>5</sup> Nykøbing Nordstrand.  
 Frederiksberg Skolevæsens Svangbørnskoloni. T. +3,5.  
 0—13 marint Sand, postglaciale.  
 —46 Moræneler m. ubetydelige Sandlag.  
 —91,3 Kalk.  
 Vandr. 2,25 u. T. Analyse S. 66, 68, 78.
- 185.<sup>8</sup> Lynæsfortet.  
 4 m Brønd i marint Sand. Analyse S. 50.
- 186.<sup>6</sup> »Ørekilde« Andelsmejeri. Ørby.  
 0—49,0 Moræneler og Lag af stenfrit Ler og Sand.  
 —63,8 Diluvialgrus.  
 —65,5 Kalk.  
 Analyse S. 58.
- 186.<sup>11</sup> Frederiksværk Vandværk.  
 a) T. +4,3. 2 Boringer til 44 m Dybde maa staa i Diluvialsand eller lige i Kalkens Overflade.  
 b) smst. T. +9,4.  
 0—28,0 Diluvialsand.  
 —28,5 Moræneler.  
 —41,0 Diluvialler.  
 —42,0 Diluvialsand, vandfør.  
 —89,0 Kalk, vandfør.  
 Se nærmere S. 70-71, 77.
- 186.<sup>12</sup> Tisvilde Badehotel.  
 Boring med Vand fra ca. 70 m (sandsynligvis i Kalk). Analyse S. 50.
- 186.<sup>29</sup> Liseleje Vandværk. Prøveboring 1. T. +4.  
 0— 3,0 Sand og marint Dynd.  
 — 9,0 Sand.  
 —48,5 Moræneler m. et Par Lag Sand.  
 —63,5 Kalk, vandfør.  
 Vandr. 3,5 u. T. Se S. 68.
- 187.<sup>28</sup> Maarum Skovridergaard.  
 0— 84 Moræneler.  
 — 91 fint Diluvialsand.  
 —104 fedt Diluvialler.  
 —116 mørkt Finsand; Paleocæn.  
 —124 Grønsandskalk; » Gasudstrømning.  
 Analyse S. 58, 63.
- 187.<sup>32</sup> Tikøb Alderdomshjem.  
 0—98,0 meget fint Diluvialsand m. Lag af Diluvialler; lidt Ravpindelag.

- 102,5 Moræneler.  
—131,5 Kalk, vandfør.  
Analyse S. 58.
- 188.93 Montebello.  
0—69,3 Moræneler, Diluvialler og leret Diluvialsand.  
—76,3 Kalk, vandfør.  
Vandr. 21 u. T. Analyse S. 50.
- 188.103 Horserødlejren.  
Boring 25 m dyb; Vand fra Sand.  
Analyse S. 50.
- 188.120-123 Helsingør Vandværk.  
Teglstrup Hegn.  
4 Boringer, i Kalk omkr. 45, overlejret af Diluvialsand og noget Moræneler.  
Analyse S. 58.
- 188.129 Nyrup Skole.  
0—40 overv. Diluvialsand.  
—102 » stenfrit, finsandet, lagdelt Ler.  
—139,5 Kalk.  
Analyse S. 58.
- 189.5 Tadebæk Andelsmejeri.  
Sejerø. T. ca. +3.  
Brønd og Boring til 30 m Dybde.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 64.
- 190.8 Asnæs Margarinefabrik.  
0—63 ?  
—93 »Skifer«; Paleocæn.  
Vandr. over T. Analyse S. 96.
- 190.14 Asnæs.  
Boring til 30 m. Analyse S. 52.
- 191.7 Nykøbing S. Vandværk.  
Flere Boringer, indtil 100 m dybe. Moræneler (m. ubetydelige Sandlag) indtil ca. 35 à 40, herunder Kalk.  
Analyse S. 66, 72, 78.
- 191.11.a Sankerbjerg Mejeri.  
Vandfør. Diluvialgrus ca. 20—22, overlejret af Moræneler. Vandr. 7 u. T. Analyse S. 52.
- 192.11 Jægerspris Stiftelse.  
0—25 overv. Diluvialsand.  
—26 Kalk.  
Analyse S. 52.
- 192.12 »Egelundshuset«. Gjerlev.  
0—22,5 Diluvialsand.  
—27,5 Kalk og Flint.  
Vandr. 10 u. T. Analyse S. 50.
- 193.4.b »Bavnedal« Andelsmejeri.  
Lynge.  
0—52 overv. meget fint Diluvialsand.  
—79,5 Kalk og Flint.  
Vandr. 9,7 u. T. Analyse S. 50.
- 193.5 Faurholm. Statens Forsøgsmejeri.  
Kalk fra 44,8 m Dybde, overlejret af Moræneler og Diluvialsand.  
Analyse S. 58.
- 193.94 Bidstrup Vandværk. Fredsholm.  
0—12 Moræneler.  
—48 Diluvialsand og -grus, vandfør. 45—48.  
48— Ler.  
Vandr. 11,5 u. T. Analyse S. 52.
- 194.17-19 Søllerød Vandværk.  
Flere Boringer til 41 m igennem Moræneler og Diluvialsand, nederst vandfør.  
Vandr. omtr. = T. Analyse S. 52.
- 194.25 Skodsborg Vandværk. Boring Nr. 1.  
0—25 Moræneler m. Lag af leret Sand.  
—31 groft Diluvialsand, vandfør.  
Analyse S. 52.
- 194.45 Lyngby Vandværk. Dybedal.  
3 Boringer staaende i Kalk fra ca. 32, overlejret væsentlig af Diluvialsand.  
Vandr. over T. Analyse S. 52.

- 196.20 Kalundborg Vandværk.  
Vandværket tager Vand fra en lang Række Boringer, alle lignende hinanden i geologisk Henseende. Eksempelvis anføres følgende to.  
Vandværkets »Nr. 12«. T. ca. +1:  
0— 8 Cardiumdynd og Tørvedynd.  
—28 Moræneler.  
—33 Diluvialgrus, vandfør.  
—36 Moræneler.  
—50 Diluvialgrus, vandfør.  
50— Plastisk Ler.  
Se S. 64, 66, 72, 102, 104.
- »Munkesøen 1935. Nr. 2«. T. ca. +1:  
0— 7,0 Tørv.  
— 9,0 Sand.  
—21,5 Moræneler og leret Sand.  
—26,7 Diluvialsand og -grus, vandfør.  
Vandr. 2,25 u. T. Analyse S. 52.
- 196.22 Kalundborg Bryggeri.  
0—35 Moræneler.  
—45 Diluvialsand og -grus.  
Vandr. 0,3 over T. Analyse S. 58, 104.
- 196.25 Kalundborg Andels-Svine-slagteri.  
Moræneler med vandførende Lag af Diluvialsand i vekslende Dybder indtil 32. Herunder Moræneler og Plastisk Ler fra 54 m.  
Analyse S. 58, 104.
- 196.33 Kalundborg Vandværk. Tranemosen II. T. +4,4.  
0— 4 Tørv.  
—28 Moræneler.  
—37 Diluvialgrus.  
—42 Moræneler.  
42— Plastisk Ler.  
Vandr. 3,35 u. T. Analyse S. 58.
- 196.37 Blindeskolen, Kalundborg. T. ca. +3,5. Brønd 5,2 m dyb, i hvert Fald delvis igennem Strandgrus.  
Vandr. 3,2 u. T. Analyse S. 64, 102.
- 196.44 Ellede Mejeri.  
4,7 m Brønd i Sand.  
Analyse S. 52.
- 197.24 »Brunbjerg« Mejeri. Hørve.  
7 m Brønd, i Sand.  
Analyse S. 52.
- 197.25 »Brokilde« Mejeri. Svinninge.  
Boring ca. 25 m dyb, i Sand. Analyse S. 58.
- 197.26 Gislinge Mejeri.  
Boring 45,5 dyb (se 12 S. 53).  
Analyse S. 96.
- 197.29.d Grevinge Mejeri.  
0— 48 Moræneler.  
— 56 » m. Plastisk Ler.  
— 71 » m. tynde Sandlag.  
— 92 »  
—120 Kertemindeler.  
—125 Grønsandskalk, vandfør.  
Vandr. 35 u. T. 6 m<sup>3</sup>/t v. 3,0 Sænk.  
Analyse S. 96.
- 197.37 Svinninge Vandværk.  
0—30 vekslende Moræneler og Diluvialsand.  
—33 Diluvialgrus, vandfør.  
Vandr. 1,5 over T. Analyse S. 58.
- 198.19 Holbæk Vandværk. (I S. 53). T. +2.  
0— 26,9 Moræneler og Diluvialgrus.  
— 44,8 interglacielt, marint Ler.  
— 56,4 Moræneler.  
—102,5 Kertemindeler, nederst m. haarde, vandfør. Lag.  
Vandr. 0,6 over T. Analyse S. 88.
- 198.45 Holbæk Vandværk. Kalvemosen Nr. 18.  
0— 84 Moræneler m. underordnede Lag af Diluvialsand; 49— 56 en Flage grønligt Plastisk Ler.

- 98 Kertemindeler.  
 —120 » m. haarde  
 Lag af Grønsandskalk. Vandfør.  
 Vandr. 4,5 u. T. 12 m<sup>3</sup>/t v. 4 Sænk.  
 Analyse S. 96, 100.
- 199.10 Skibby Mejeri.  
 Boring 54 m, staaende i Diluvial-  
 grus.  
 Analyse S. 52.
- 199.60 »Brokilde« Mejeri. Gundsø-  
 lille.  
 Boring 35 m (i Kalk).  
 Analyse S. 52.
- 200.62-63 Værløselejren.  
 2 Boringer til 40 m, staaende i  
 vandfør. Diluvialgrus.  
 Analyse S. 50.
- 200.177 Københavns Vandforsy-  
 ning. Knardrup-Bogøgaard.  
 Eks. (200.177):  
 0—41,8 vekslende Moræneler og  
 Diluvialsand.  
 —51,8 Kalk, vandfør.  
 Vandet fra denne Boring indeholdt  
 1468 mg/l Cl<sup>-</sup>, en nærliggende Bo-  
 ring 1974 mg/l.  
 Analysen S. 88 er af Samlevand fra  
 flere af Boringerne ved Bogøgaard.  
 Nærmere Beskrivelse af Forholdene  
 findes i I S. 53.
- 200.296.a Nybro Vandværk.  
 0—44,9 vekslende Moræneler og  
 Diluvialsand og -grus.  
 —60,0 Kalk og Flint.  
 Vandr. over T. Analyse S. 50.
- 200.374 Egby-Lejren.  
 0—9,4 Moræneler.  
 9,4— Kalk.  
 Analyse S. 56.
- 200.392 Hareskovby Skole.  
 Boring 44 m dyb.  
 Analyse S. 50.
- 201.12 Grøndals-Eng, København.  
 Carlsbergfondets Dybdeboring.  
 (6).  
 0— 9,2 Tørv, Ler, Sand, Grus.  
 — 37,7 Bryozokalk.  
 —ca. 553 Skrivekridt.  
 — 861 graa Mergel.  
 Analysen S. 88, 102 er af Vand fra  
 383 m Dybde.
- 201.16 Carlsberg Bryggerier. Vr.  
 Fælledvej 100. T. +6,25.  
 0— 9,0 Moræneler.  
 — 9,5 Lokalmoræne.  
 —27,0 Kalk m. Flint.  
 Analyse S. 102.
- 201.28 »NordiskeKabel-ogTraad-  
 fabriker«. København. Fa-  
 briksvej.  
 0—16 Moræneler.  
 16— Kalk og Flint.  
 Vandr. ca. 20 u. T. Analyse S. 52.
- 201.159 Dansk Chromlæderfabrik.  
 Valby.  
 0— 18,5 Moræneler m. Sand- og  
 Gruslag.  
 —118,0 Kalk.  
 Analyse S. 64, 68.
- 201.161 Vaskeriet »Thor«. Thoras-  
 vej. København.  
 0— 20 overv. Moræneler.  
 —101 Kalk og Flint.  
 Analyse S. 52.
- 201.185 Cohn og Haensch. C. F.  
 Richsvej, København.  
 0—15 Moræneler m. ubet. Sandlag.  
 —50 Kalk og Flint.  
 Vandr. 16 u. T. Analyse S. 88.
- 201.195 Dansk Soyakagefabrik.  
 Islands Brygge. København.  
 0— 6,0 Fyld.  
 —12,5 Moræneler og Grus.  
 —77,6 Kalk.  
 Analyse S. 64, 68.

- 201.207 Lyngby Vandværk. Brede.  
0—31,6 Diluvialsand og Moræneler.  
—49,0 Diluvialsand, vandfør.  
—51,0 Kalk, vandfør.  
Analyse S. 52.
- 201.222 »Nordisk Insulinfabrik«  
Gentofte.  
Boring 30 m, i Kalk.  
Analyse S. 54.
- 201.236 København. Telemarksgade 3. T. +1,5.  
0—1,0 Fyld.  
—11,0 Moræneler.  
—13,8 Grus.  
—19,0 Kalk, vandfør.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 64, 68.
- 201.276 Saltholm. Nordlige Kalkbrud. T. ca. +1.  
Ca. 7 m dybt; under Arbejdet sænkes Vandspejlet fra  $\pm 0$  til ca.  $\div 6$  m.  
Analyse S. 64.
- 203.12 Gørlev Andelsmejeri.  
0—15,2 Moræneler.  
—18,1 Diluvialsand, noget vandfør.  
—45,4 Moræneler m. et enk. Gruslag.  
—49,0 Ler og Grus m. Saltvand.  
—54,0 Moræneler.  
Analyse fra det øvre Lag S. 56.
- 203.26 Kalundborg Mejeri.  
T. +2. 6 m dyb Brønd, staaende i Strandgrus. Analyse S. 64.
- 204.2.b Sæby Sygehus.  
0—10 Moræneler.  
—12 Diluvialgrus, vandfør.  
Analyse S. 58.  
Fra en Prøveboring vides, at Gruset underlejres af Moræneler m. indblandet Tertiærler, og fra 43 m af faststaaende Plastisk Ler.
- 204.19 Frydendal Forskole.  
0—10 Moræneler.  
—21 Diluvialsand og -grus.  
Vandr. 10 u. T. Analyse S. 54.
- 204.24 Jyderup Vandværk. Bor. III.  
0—28 Moræneler og -sand.  
—32 Diluvialgrus, vandfør.  
—33 Moræneler.  
Vandr. 3 u. T. Analyse S. 58.
- 204.26 Jyderup. Bryggergaarden.  
Boring 35 m. Analyse S. 54.
- 204.28 Vedby Gaard.  
Den S. 58 anførte Analyse maa være af en Vandprøve fra Diluvialsand eller -grus, Dybden ikke oplyst. Det vides, at der er boret indtil 80 m igennem Kvartær (heri meget Paleocæn-Materiale).
- 204.39 Reerslev Andelsmejeri.  
Vandfør. Diluvialsand i 10 m Dybde. Vandr. over T.  
Analyse S. 50.
- 205.27 Alkestrup Vandværk.  
Boring til 17,6, staaende i Diluvialgrus. Analyse S. 46.
- 206.7 Roskilde Højskole.  
0—17,5 væsentlig Moræneler.  
—21,5 Grønsandsler, skifret, vandfør. (Paleocæn).  
Vandr. over T. Analyse S. 54.
- 206.33 Viby Andelsmejeri.  
a) 60 m Boring, staaende i paleocæn Grønsandskalk (»Skiferlag«). Vandr. 8 u. T. Analyse S. 58.  
b) 10 m dyb Brønd, staaende i Diluvialsand. Analyse S. 56.
- 206.68 Roskilde Vandværk.  
0—15 Diluvialgrus.  
—17 Moræneler.  
Analyse S. 50.
- 206.89 Københavns Vandforsyning. Ramsø Nr. 4. T. +22.  
0—1,7 Tørv.  
—22,5 Moræneler og -grus.  
—57,0 Grønsandskalk.  
—85,4 Kalk og Flint.  
Vandr. 0,4 over T. Analyse S. 58, 99.

- 206.90 Københavns Vandforsyning. Ramsø Nr. 6. T. +22.  
 0— 4,3 Tørv.  
 —24,9 vekslende Diluvialsand og Moræneler.  
 —63,8 Grønsandskalk.  
 —83,8 Kalk og Flint.  
 Vandr. 0,1 over T.  
 Analyse S. 58, 99.
- 206.117 Københavns Vandforsyning. Ledreborg 4. T. +9.  
 0— 6,6 Tørv.  
 —21,3 Diluvialgrus.  
 —35,7 Moræneler.  
 —45,1 Diluvialgrus.  
 —63,3 Moræneler.  
 —67,1 Diluvialgrus.  
 —81,4 Moræneler.  
 —88,1 Diluvialsand og -grus.  
 —95,1 Moræneler.  
 —95,9 Kalk.  
 Vandr. 3,7 over T.  
 Analyse S. 88, 92.
- 206.118 Københavns Vandforsyning. Ledreborg 6. T. +9.  
 0—19,7 Tørv.  
 —26,5 Sand og Sten.  
 —34,1 Moræneler.  
 —87,1 Diluvialsand og -grus.  
 —90,4 Moræneler.  
 —92,6 Diluvialgrus.  
 —96,3 Kalk.  
 Vandr. 4,25 over T.  
 Analyse S. 88, 92.
- 206.122 Københavns Vandforsyning. Assermølle 5. T. +9.  
 0— 8,7 Diluvialgrus og Moræneler.  
 —38,7 Grønsandskalk.  
 Vandr. 3,77 u. T. 144 m<sup>3</sup>/t v. 1,2 Sænk. Analyse S. 96.
- 206.123 Københavns Vandforsyning. Assermølle 8. T. +9.  
 0— 7,1 Diluvialgrus og Moræneler.  
 —47 Grønsandskalk.  
 Vandr. 2,35 u. T. 72 m<sup>3</sup>/t v. 1,9 Sænk. Analyse S. 96.
- 206.137 Københavns Vandforsyning. Kornerup Nr. 11. T. +3.  
 0—44,5 vekslende Moræneler og Diluvialgrus.  
 —52,5 Grus m. Grønsand.  
 —63,6 Kalk og Flint.  
 Vandr. 1,45 over T. Analyse S. 58.
- 206.138 Københavns Vandforsyning. Kornerup Nr. 13. T. +3.  
 0—53,2 vekslende Moræneler og Diluvialgrus.  
 —63,2 Kalk og Flint.  
 Vandr. 2,9 over T. Analyse S. 58.
- 206.144.b Viby. »Tofthøj«.  
 Brønd og Boring til ca. 13 m.  
 Vandr. ca. 3 u. T.  
 Analyse S. 50.
- 206.145 Roskilde Bryggeri.  
 Boring til 25 m, i Diluvialgrus.  
 Analyse S. 54.
- 207.146.b Vridsløselille.  
 Boring knap 9 m dyb, rimeligvis i Grus.  
 Analyse S. 54.
- 207.214 Karlslunde Andelsmejeri.  
 Boring 17 m, staaende i Kalk.  
 Analyse S. 54.
- 208.11.b »Søvang« Grundejerforening. Amager. T. +1,2.  
 0— 1,0 Grus.  
 —13,6 Moræneler.  
 —26,0 Kalk.  
 Vandr. 1 u. T. Analyse S. 64, 68.
- 208.39 Dragør Vandværk.  
 Flere Boringer, alle i Kalk fra ca. 12.  
 Analyse S. 54.
- 208.42.b Tømmerup. T. +1,5.  
 0— 7 Moræneler og Diluvialgrus.  
 —41 Kalk.  
 Vandr. højest ±0.  
 Analyse S. 66, 70.

- 208.48 Kongelunds-batteriet. T. +2.  
0—10,2 Moræneler m. et Par Gruslag.  
—13,2 Kalk.  
Vandr. 2 u. T. Analyse S. 64, 68.
- 208.49 Baltica-Værftet. København. T. ca. +2.  
0—9 Moræneler (og Fyld).  
—61 Kalk.  
Analyse S. 64, 68, 102.
- 208.50 »Rosenlund«. Amager. T. ca. +2.  
0—4,0 Grus.  
—14,5 overv. Moræneler.  
—30,0 Kalk og Flint.  
Vandr. 1,7 u. T.  
Se S. 70.
- 208.97 Hvidovre Vandværk. Høvestensgaard.  
0—7 Moræneler.  
—47,5 Kalk og Flint.  
Vandr. over T. Analyse S. 54.
- 208.116 København. Kommunens Rensningsanlæg. Byggegrube. T. +0,35.  
0—1,95 Moræneler. Herunder Kalk.  
Se nærmere S. 74.
- 208.124 Længstehøjlejren. Amager.  
Brønd 2,5 m dyb.  
Analyse S. 64.
- 208.125 Kastrupfortet.  
Boring. Se nærmere I S. 57.  
Analyse S. 64.
- 209.11 Kirke Helsinge Mejeri.  
Boring 41,5 dyb, staaende i vandfør. Diluvialsand. Vandr. 1 u. T. 10 m<sup>3</sup>/t.  
Analyse S. 96.
- 210.6 »Filadelfia«. Dianalund.  
Diluvialsand 41—46, overlejret af Moræneler.  
Analyse S. 54.
- 210.20.a Slagelse. De Danske Margarinefabriker.  
Boring 23,5 m, staaende i Diluvialsand.  
Analyse S. 54.
- 210.24 Nordrup Mejeri. T. +31.  
0—18,2 Brønd.  
—55,2 Moræneler m. et ubet. Sandlag.  
—95,0 Kertemindeler.  
—102,3 » m. haarde Lag.  
—103,9 fast Grønsandskalk, vandfør.  
Vandr. 6 u. T. Analyse S. 96.
- 210.28.a Sorø Sindssygehospital.  
Boring 30,5 m. Vekslede Lag af Moræneler og Diluvialgrus, vandfør. 20—21,2.  
Vandr. 8 u. T. Analyse S. 54.
- 210.39.b Havrebjerg Mejeri.  
0—47 Moræneler.  
—53 Diluvialsand, vandfør.  
Vandr. 9,5 u. T. Analyse S. 54.
- 210.50 Dianalund Mejeri. T. +32.  
0—80,0 Moræneler; mindre Sandlag ved 34 og 42.  
—92,0 leret Morænesand.  
—112,0 Kertemindeler m. tynde, haarde Lag, noget vandfør.  
—114,0 leret, glaukonitisk Finsand; Paleocæn.  
Analyse S. 102.
- 210.52 Slagelse Vandværk. Valbygaard Nr. 1. T. +4,5.  
0—36,8 Vekslede Moræneler og vandfør. Sand og Grus.  
—41,7 paleocænt Ler m. Skiferlag, vandfør.  
Vandr. 4,1 over T. Analyse S. 54, 95.
- 210.53 Høng Andelsmejeri.  
Boring 20 m dyb (i Sand).  
Analyse S. 56.

- 210.<sup>60</sup> Gudum Andelsmejeri. T. +20.  
 0—6 Brønd, i Sand.  
 —62,8 Moræneler.  
 —64 Grønsandskalk, vandfør.  
 Vandr. 1,5 over T. Analyse S. 96.
- 210.<sup>68</sup> Slagelse Vandværk. Valbygaard Nr. 8. T. +5.  
 0—25,25 overvejende Moræneler.  
 —43,75 Diluvialsand og -grus, vandfør.  
 —43,80 Grønsandskalk.  
 Vandr. 3,9 over T.  
 53 m<sup>3</sup>/t v. 3 Sænk. Analyse S. 88, 95.
- 211.<sup>1</sup> »Kildevang« Andelsmejeri. Benløse.  
 0—54,5 Moræneler med et Par tynde Gruslag.  
 —74,5 Kertemindemergel.  
 —85,0 Grønsandskalk, vandfør.  
 Vandr. 16,3 u. T. Analyse S. 54.
- 211.<sup>13</sup> »Skovvang« Mejeri. Skee. T. +57. (Se I S. 60).  
 0—119 Moræneler m. Sand- og Gruslag.  
 —122 Kertemindeler.  
 —134 Grønsandskalk m. Lerlag.  
 Vandr. 12 u. T. Analyse S. 96, 100.
- 211.<sup>16-17</sup> Ringsted Vandværk. T. +22. Flere Boringer. Eks.:  
 0—33,3 vekslende Moræneler og Diluvialsand.  
 —69,1 Kertemindeler.  
 —82,3 Grønsandskalk, vandfør.  
 Vandr. 12,5 over T. Analyse S. 58.
- 211.<sup>20</sup> Bringstrup Andelsmejeri.  
 0—62,8 Kvartær.  
 —84,8 Kertemindeler.  
 —103,6 Grønsandskalk, vandfør.  
 Analyse S. 58.
- 211.<sup>23</sup> Alsted Mølle.  
 Boring til ubekendt Dybde; efter al Sandsynlighed staaende i Grønsandskalk. Vandr. 4 over T. Analyse S. 58, 63.
- 211.<sup>24</sup> »Pilevang« Mejeri. Sigersted.  
 Boring ca. 80 m dyb, utvivlsoomt staaende i Grønsandskalk. Analyse S. 58.
- 211.<sup>26</sup> Ringsted Mælkeforsyning. Gl. Mejeri i Byen.  
 Boringen opgives til at være ca. 70 m dyb, og maa i saa Fald staa i Grus. Efter Analysens Lighed med 211.<sup>27</sup> er det dog mere sandsynligt, at Boringen er dybere og staaer i Grønsandskalk. — Analyse S. 58.
- 211.<sup>27</sup> Ringsted Mælkeforsyning. Ny Mejeri ved Banegaarden. T. +50.  
 0—57 Moræneler.  
 —97 Kertemindeler.  
 —108 Grønsandskalk.  
 Vandr. 20 u. T. Analyse S. 58.
- 211.<sup>51</sup> Sorø Vandværk.  
 0—30,0 overv. Moræneler.  
 —43,5 Diluvialsand, vandfør.  
 Vandr. 3 u. T.  
 Vandværket har adskillige Boringer, alle lignende denne. (Analyse S. 54).
- 212.<sup>46</sup> Lellinge Jernbanestation.  
 Boring 21 m dyb, staaende i Kalk. Analyse S. 56.
- 213.<sup>18</sup> Køge. Dansk Galosche- og Gummifabrik.  
 Kalk i 12,5 m Dybde, overlejret af Sand og Ler.  
 Analyse S. 58.
- 214.<sup>37</sup> Korsør Elektricitetsværk. T. ca. +2. Se nærmere I. Analyse m. v. S. 66, 68, 78.
- 214.<sup>38</sup> Korsør Vandværk. Søkær Møse (I S. 61). T. +0,3.  
 0—32,9 vekslende Lag af (overvejende) Ler og Sand.  
 —44,5 Grønsandskalk.  
 Analyse m. v. S. 66, 68, 78.



- 214.72 Vemmelev Andelsmejeri. 0—65 Moræneler.  
10 m Brønd. Vandr. 7 u. T. —96 »Ler m. Skiferlag« (Paleo-  
Analyse S. 54. cæn), vandfør.  
Analyse S. 96, 98, 100.
- 214.78 Korsør. Kählers Teglværk. 216.44 Holsteinsminde.  
T. ca. +2. 0—62,8 Kvartær.  
0—2 Fyld. —64,8 Grønsandskalk, vandfør.  
—14 Moræneler. Analyse S. 58.  
—15 Sand, vandfør.
- Vandr. 2 u. T. Analyse S. 66, 68, 217.1.c »Skovkilde« Mejeri. Vraa-  
78, 102. by (I S. 65).  
Boring 24 m dyb, det nederste Par  
m staaende i Kalk (vandfør.).  
Analyse S. 88.
- 215.6 »Trifolium« Mejeri. Dal- 217.9 »Skovdal« Andelsmejeri.  
mose. Røde.  
0—94 Moræneler m. enk. Sand- Vandfør. Kalk 29—35.  
lag. Vandr. over T. Analyse S. 54.  
—101,5 Skiferler og Grønsands-  
kalk, vandfør. Analyse S. 58.
- 215.24.b Korsør Vandværk. Boring 217.26 Faxe Bryggeri.  
Kyllingegaard. 0—15 Moræneler.  
0—20 Moræneler m. underordnede —60 Kalk; vandfør. fra ca. 49.  
Sandlag. Vandr. 38 u. T. Analyse S. 50.  
—32 Diluvialsand, fint.  
—47 » skarpt, vandf.
- Vandr. 4 over T. 650 l/m v. Overløb. 217.30 »Haabet« Mejeri. Øde Førs-  
Analyse S. 96. lev.  
Boring 23 m, staaende i Paleocæn.  
Analyse S. 50.
- 216.15 Rislev Mose. 217.31 »Svalebæk« Andelsmejeri.  
Boring B: Skuderløse.  
0—8,3 Moræneler, Diluvialsand og 0—26,0 Kvartær.  
—grus. —35,5 Grønsandskalk, vandfør.  
—12,3 Bryozokalk m. Flint. Analyse S. 58.
- Analyse S. 88, 102. Udførligere Beskrivelse i I S. 63.
- 216.16 »Kølebæk« Mejeri. Glumsø. 218.12 »Elbæk« Mejeri. Vallø.  
(Gl. Mejeri). 0—8,5 Brønd i Moræneler m. et  
0—57 overv. Moræneler. tyndt Sandlag.  
—75 Kertemindeler og Grønsands- —87,5 Kalk og Flint.  
kalk. Vandr. 6 u. T. Analyse S. 56.
- Analyse S. 58.
- 216.31 Midtsjællands Herregaards- 218.22 Strøby Vandværk.  
mejeri. Bavelse. T. +21. 0—8 Moræneler.  
0—51,5 Kvartær. —100 Bryozokalk og Skrivekridt;  
—82 Grønsandskalk, vandfør. vandfør.  
Vandr. 9 u. T. Analyse S. 96, 100. Vandr. 3 u. T.  
Analysen S. 54 er af Vand fra 40 m.  
Analysen S. 88 er af Vand fra  
Strækningen 28—100.
- 216.32 »Kølebæk« Mejeri. Glumsø. T. +22.

- 219.2 Omø Fyr. 45 m fra Stranden.  
2,6 m dyb Brønd.  
Vandr. 1,5 u. T. Analyse S. 66.
- 219.3 Egholm.  
4,6 m Brønd, staaende i et Gruslag.  
Vandr. 2,7 u. T. Analyse S. 54.
- 220.9 Købæk Strand. Civiletaternes  
Sommerhus. 200 m fra Stranden.  
Boring 29 m dyb. Analyse S. 66.
- 220.15 Bøgelunde Andelsmejeri.  
0—26,6 Moræneler.  
—30,8 Diluvialgrus.  
—62,2 Kalk.  
Vandr. 1,9 u. T. 12 m<sup>3</sup>/t v. 1 Sænk.  
Analyse S. 88.
- 220.19 Kvislemark Skole.  
Boring til ca. 40 m; maa utvivl-  
somt staa i Kalk. Analyse S. 96.
- 220.25 Rude Skole.  
20 m Boring. Analyse S. 54.
- 221.52 Herlufsholm.  
0—11 Moræneler.  
—25 Bryozokalk.  
Vandr. 3 u. T. Analyse S. 54.
- 221.79 Næstved Vandværk.  
0— 12 Moræneler.  
—ca. 20 Bryozokalk.  
— 95 Skrivekridt; især vand-  
før. i den nederste Del.  
Vandr. 2 u. T. 80 m<sup>3</sup>/t v. 8 Sænk.  
Analyse S. 88.
- 221.95 Lille Næstved Vandværk.  
0—20 Moræneler.  
—23 Diluvialgrus.  
—28 Bryozokalk, vandfør.  
Vandr. 6 u. T. Analyse S. 54.
- 221.111 Enø. T. +1,2.  
0— 2 marint Sand og Grus.  
—20 Moræneler.  
—22 Diluvialsand og -grus.  
—35 Kalk.  
Vandr. 1 u. T. Analyse S. 66, 68.
- 222.5 Orup Mejeri.  
57 m Boring, staaende i Kridt.  
Analyse S. 54, 58.
- 222.6 Brandelev (*I* S. 66).  
Boring 47 dyb, Vandr. over T. Van-  
det fra Kalken. Analyse S. 88.
- 222.16 Kongsted Vandværk.  
0—23 overv. Diluvialsand.  
—36 Moræneler.  
—41 Kalk.  
Analyse S. 58.
- 222.24 Faxinge Sanatorium.  
Boring ca. 46 m, i Skrivekridt.  
Analyse S. 54.
- 222.27 »Aaside« Mejeri. Snesere.  
Boring 42,2 m; i Kalk (*I* S. 66).  
Analyse S. 88, 96.
- 225.10 Agnø Gaard. T. +2,4.  
0—22,5 Moræneler.  
—30,0 sandet Lokalmoræne, vand-  
før.  
—55,0 Skrivekridt, vandfør.  
Se nærmere S. 66, 68, 74.
- 226.14 Præstø Vandværk.  
0—18 Moræneler.  
—52 Skrivekridt.  
Analyse S. 54.
- 226.46 Oringe. (*I*).  
Se nærmere S. 66, 68.
- 226.65 Viemose Vandværk.  
0—50,4 Moræneler.  
—55,8 Skrivekridt.  
Analyse S. 56.
- 226.70 Oremandsgaard.  
Vandfør. Skrivekridt 44—47.  
Vandr. 7,5 u. T. Analyse S. 54.
- 229.15 Utterslev Mejeri.  
Boring af ringe Dybde staaende i  
Diluvialgrus, overlejret af Ler.  
Analyse S. 54.

- 229.<sup>21</sup> Købelev Mejeri.  
Boringen er 85 dyb og staar i Skrivekridt, rimeligvis fra ca. 48. Vandr. 8 u. T. Analyse S. 88.
- 231.<sup>29</sup> Vaalse Andelsmejeri.  
Boring ca. 40 m, staaende i Skrivekridt.  
Analyse S. 54.
- 232.<sup>45</sup> Stubbekøbing Sygehus.  
Vandfør. Diluvialgrus ca. 30—35, overlejret væsentlig af Moræneler.  
Analyse S. 54.
- 232.<sup>64</sup> Stubbekøbing Vandværk.  
Fibigergaardens Mark. T. +4.  
0—1,<sub>4</sub> Tørv.  
—12,<sub>2</sub> Moræneler.  
—22,<sub>15</sub> Diluvialsand, vandfør.  
Vandr. 1,5 over T.  
Analyse S. 88.
- 232.<sup>68</sup> Stubbekøbing Vandværk.  
Liselund. T. +6,5.  
0—28,<sub>9</sub> Moræneler.  
—44,<sub>3</sub> Diluvialsand m. et Par Lag Moræneler.  
—72,<sub>0</sub> Skrivekridt.  
Vandr. 0,9 u. T. Analyse S. 88.
- 232.<sup>73</sup> »Nordfalster« Andelsmejeri. Nr. Alslev.  
Boring 65 m, staaende i Skrivekridt.  
Vandr. 8 u. T. Analyse S. 54.
- 233.<sup>1</sup> Fanefjord Mejeri.  
0—50 Moræneler og Sandlag.  
—57 Skrivekridt.  
Analyse S. 56.
- 235.<sup>25</sup> Nakskov Skibsværft.  
Vandfør. Grus 12,5—15 m, overlejret af Ler.  
Analyse S. 54.
- 235.<sup>26</sup> Vaalshave Andelsmejeri.  
Boring til ubekendt Dybde.  
Vandr. ca. 0,5 over T. Analyse S. 88.
- 235.<sup>27.e</sup> Christiansdal.  
0—34 Moræneler m. et ubet. Gruslag.  
—138 vekslende Moræneler og -sand, gruset; ved 105 en Flage Tertiærler.  
—154 gruset Diluvialsand, vandfør.  
—157 sandet Ler.  
Vandr. 1 u. T. 6 m<sup>3</sup>/t v. 12 Sænk.  
Analyse S. 96.
- 235.<sup>31</sup> »Bukkedal« Mejeri. Næsby.  
Brønd 26 m dyb, staaende i et Lag Diluvialgrus (overlejret af Moræneler; i større Dybde optræder Plastisk Ler).  
Analyse S. 88.
- 235.<sup>34</sup> Tillitse Mejeri.  
b) 0—42,<sub>8</sub> Moræneler.  
—43,<sub>7</sub> Diluvialsand, lidt vandfør.  
—50,<sub>0</sub> Moræneler.  
—70,<sub>0</sub> Plastisk Ler, graagrønt.  
c) 0—43 Moræneler.  
—44 Grus.  
—52 Plastisk Ler.  
Analyse S. 102.
- 236.<sup>5-6</sup> Maribo Vandværk.  
Vandfør. Diluvialsand ca. 15—24, overlejret af Moræneler.  
Analyse S. 54.
- (236.<sup>10</sup>) Knuthenborg (se I S. 69).  
Den S. 88, 102 anførte Analyse hidrører fra en 50 m dyb Boring, staaende i Skrivekridt fra ca. 12 à 15 m.
- 236.<sup>31</sup> Midtllands Mejeri. Maribo. (I S. 69).  
Boring 53,5 m dyb; vandførende 44—53,5 dels fra Grus, dels fra Skrivekridt. Analyse S. 88.
- 236.<sup>33</sup> Østofte Andelsmejeri. T. +8.  
0—47 Kvartær.  
—97 Skrivekridt.  
Vandr. 4 u. T. Analyse S. 88.

- 237.20.a »Hyldehus« Skovfoged-  
bolig. Oreby. T.+2.  
108,5 m dyb Boring (vistnok ikke  
i Kridt). Analyse m. v. S. 66, 68.
- 237.31 Saxkøbing Sukkerfabrik.  
Flere Boringer i Skrivekridt ca.  
8—35, overlejret af Diluvialsand og  
Saltvandsalluvium af vekslende Mæg-  
tighed.  
Analyse S. 54.
- 238.36 Nykøbing Vandværk.  
Boring 1: T.+3.  
0—25 Moræneler.  
—28 Grus.  
—48,5 Skrivekridt.  
Boring 2: T.+4,3.  
0—13,9 Moræneler.  
—18,6 Sand og Ler.  
18,6— Skrivekridt.  
Boring 6: T.+4,5.  
0—23,9 Moræneler.  
23,9— Skrivekridt.  
Vandanalyserne S. 88 er alle fra den  
øverste Del af Kridtet.
- 238.50 Hørbelev Alderdomshjem.  
Boring 47 m, staaende i Skrivekridt.  
Analyse S. 50.
- 238.52 »Fælleshaab« Mejeri. Øns-  
lev (I S. 70).  
Boring 29 m dyb, staaende i Skrive-  
kridt. Analyse S. 88.
- 238.53 Hørbelev Mejeri.  
Boring staaende i Skrivekridt, vist-  
nok fra ca. 55 m.  
Vandr. 6 u. T. Analyse S. 54.
- 238.81 Gl. Kirstinebjerg.  
0—17 Moræneler.  
—27 Skrivekridt.  
Analyse S. 54.
- 240.2 »Fælleshaab« Mejeri Nebbe-  
lunde (I S. 71).  
Boringen er 11,3 dyb og maa give  
Vand fra et Gruslag.  
Analyse S. 90.
- 240.13 »Sydløllands« Andelsmej-  
eri. Rødby. T.+2,5 (I S. 71).  
0—31 Kwartær.  
—68 Skrivekridt, vandfør.  
Vandr. 9,5 u. T. Analyse S. 90.
- 240.16 Nebbelunde Fællesmejeri.  
»Brobæk«. (I S. 71).  
22,6 m dyb Boring; maa staa i et  
Gruslag. Analyse S. 102.
- 241.9 Nysted og Omegns Andels-  
mejeri (I S. 72).  
0—80 Moræneler m. et ubet. Sand-  
lag.  
—105 Skrivekridt (faststaaende  
eller Lokalmoræne).  
Analyse S. 90.
- 242.5 Mejeriet »Øborg«. Gedser.  
0—7,6 Brønd (rimeligvis med et  
Gruslag).  
—17,5 Moræneler.  
—18,2 Diluvialgrus, vandfør.  
—29,6 sort Tertiarler (Paleocæn).  
Analyse S. 96.
- 242.21 Gedser Vandværk.  
Brønd + Boring til 15 m Dybde,  
staaende i Diluvialgrus 12,5—15.  
Analyse S. 102.
- 242.21 Gedser Vandværk. T.+3.  
(se I S. 72).  
0—12,5 Moræneler m. et tyndt  
Gruslag.  
—13,2 Grus, vandfør.  
—15,7 Diluvialsand, vandfør.  
—18,8 Moræneler.  
Vandr. 1,5 u. T. Analyse S. 92, 96.
- 242.27 Gedser Vandværk (I S. 72).  
0 —ca. 20 Moræneler m.  
Gruslag.  
ca. 20 — ? Moræneler.  
?—ca. 97,3 paleocænt Ler.  
ca. 97,3—108,0 »Skifer«, haard.  
108,0—111,1 Kridt, vandfør.  
Vandr. 1,5 u. T. Analyse S. 90, 92,  
102.

- 242.42 Fiskebæk Mejeri.  
 Boring til ca. 20 m.  
 Analyse S. 54.
- 244.6 Røbjerg. Bornholm.  
 0—2 Tørv.  
 —15 Moræneler.  
 —21 Sand.  
 (GRÖNWALL er i 20 tilbøjelig til at henføre dette Sand til Jura; ifl. de originale Borejournaler er der dog sprængt Sten helt nede ved 20 m, hvilket snarest tyder paa Kvartær).  
 Analyse S. 90.
- 244.8 Røbjerg.  
 Boring for »Bornholms Radium-Kur«.  
 Analyse S. 90.
- 244.10 Hammeren. Østersøbadet »Bornholm«.  
 6 m Brønd i Sand.  
 Analyse S. 50.
- 246.14-21 Rønne Vandværk. Sur-sænke.  
 Flere Boringer indtil 92 m, alle udelukkende gennem finere og grovere Grønsand (kretacisk).  
 Analyse S. 50.
- 246.24 og 62 Rønne Vandværk. Elleby.  
 Brønde + et Par Boringer til ca. 30 m, overvejende igennem Jurasand og -ler.  
 Analyse S. 50.
- 246.47 Rønne Vandværk. Byvangen Nr. 1. T. +15.  
 0—41,0 fedt Juraler i vekslende Farver.  
 —52,5 hvidtkaolinholdigt Sand og Grus.  
 52,5— gulligt Ler, sandbl.  
 Vandr. 7 over T. Analyse S. 58.
- 246.56 Nyker Andelsmejeri.  
 Den S. 58 anførte Analyse er af Vand fra et overfladisk Gruslag (Brønd). Grunden udgøres i ringe Dybde af Juraler.
- 246.63 Arnager. Fosforitbruddet.  
 T. ca. +2. Boring til 12 à 15 m igennem Grønsand (Cenoman).  
 Vandr. over T. 3 m<sup>3</sup>/tim.  
 Analyse S. 46.
- 246.71 Rønne Vandværk. Stammen.  
 0—22 lys Kalksten og haard Grønsandskalk (overv. Turon).  
 —65 fint Grønsand (Cenoman), vandfør. 22—32.  
 Vandr. over T. Analyse S. 50.
- 246.75 »Bøsthøj« Mejeri. Lykkesmark.  
 Brønd godt 6 m, staaende i et Lag Grus. Analyse S. 54.
- 247.1 Nexø Vandværk. Pilebro.  
 9,75 m Brønd igennem Sandsten; kun lidt Overjord.  
 Vandr. 0,7 u. T. Analyse S. 50.
- 247.7 Aakirkeby Vandværk. Pluseng.  
 0—3 Moræneler.  
 —13,5 Sandsten.  
 Vandr. 1 u. T. Analyse S. 50.
- 247.12 Svaneke Vandværk.  
 0—0,9 Engjord og Grus.  
 —2,2 Granit.  
 Analyse S. 50.
- 247.13 Pedersker Mejeri.  
 Brønd ca. 8 m, staaende hele Vejen i Grønne Skifre.  
 Vandr. 2 u. T. Analyse S. 54.

# Zusammenfassung.

Dänische Grundwassertypen und ihr geologisches Auftreten.

## Kap. I. Die Entstehung des Grundwassers.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen über Grundwasser ist es angebracht, einleitend einen Blick auf die Faktoren zu werfen, welche die Entstehung des Grundwassers bedingen. Zur Beleuchtung dieser Verhältnisse soll an dieser Stelle dänisches Material vorgelegt werden.

1) Menge und Verteilung des Niederschlags geht aus Fig. 1 (S. 8) und aus den Tabellen auf S. 10—11 (vergl. Fig. 2, S. 9) hervor. Die Schwankungen der Jahre 1890—1934 ergeben sich aus den Tabellen S. 12 und aus Fig. 3. Der Einfluß der Niederschlagsschwankungen auf den Grundwasserstand ist aus den beiden zusammengehörigen Kurven auf Fig. 4 (S. 13) ersichtlich.

2) Der oberflächliche Abfluß ist von TECHT-HANSEN untersucht worden. Die Resultate für eine Reihe von dänischen Wasserläufen sind auf den Tabellen S. 14 wiedergegeben worden. Der Zusammenhang zwischen dem Abflußprozentsatz des Niederschlags einerseits und dem Areal des Zuflußgebietes andererseits ist auf derselben Grundlage in dem Diagramm Fig. 5 (S. 15) wiedergegeben. Hieraus geht hervor, daß der Abfluß im wesentlichen zwischen 30% und 60% des Niederschlages ausmacht; wenn vereinzelt — besonders ostjütländische — Wasserläufe einen höheren Abflußprozentsatz aufweisen, so bedeutet dies, daß sie große Zuschüsse von Quellwasser (also Grundwasser) aufnehmen, und zwar nicht nur in ihrem eigenen Niederschlagsgebiet, sondern auch aus dem angrenzenden Hinterland.

3) Die Tabellen S. 17—18 bringen den Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Verdampfung unter verschiedenen Verhältnissen.

4) Die Versickerung ist durch Drainageversuche ermittelt worden (COLDING, AAGE und C. FEILBERG; Tabellen S. 19—20). Diese Versuche zeigen, daß vom Sommerregen nichts bis zu 1 m Tiefe in den Erdboden einsickert, jedenfalls nicht in tonige Böden. In Sandböden findet wahrscheinlich eine etwas stärkere Versickerung statt, aber auch dabei handelt es sich doch um recht verschwindende Beträge. Vom Winterregen sickert etwa die Hälfte durch den obersten Meter Erdschicht hindurch. Diese Menge würde sicher bis zum Grundwasser herabdringen, wenn nicht die Drainageröhren das Wasser zur Kontrolle aufgefangen hätten. Von der jährlichen Niederschlagsmenge gelangen also kaum mehr als 20—30% in das Grundwasser. Diese Annahme wird bestätigt durch die Untersuchungen von PRYTZ über den Nissum-Fjord und sein Hinterland (44), wonach 30% des Niederschlages oberflächlich abfließt, 40% verdunstet und 30% ins Grundwasser übergeht.

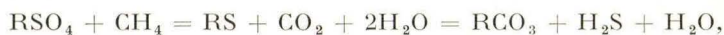
5) Der Gehalt des Regenwassers an gelösten Stoffen geht aus den Tabellen auf S. 22 hervor.

6) Der Einfluß des Bodens auf das Sickerwasser hängt von mehreren Faktoren ab. Als typische Beispiele werden auf S. 24—25 zwei Analysen von Oberflächenwasser von stark podsoliertem Heideboden (Westjütland) bzw. nichtpodsoliertem Waldboden (Nordseeland) mitgeteilt.

## Kap. II. Der Stoffumsatz im Grundwasser.

Die meisten Stoffe gehen im Grundwasser in einfache Lösung, was hier nicht weiter besprochen zu werden braucht.

Beim Durchgang durch die Erdschichten nimmt jedoch das Wasser nicht nur je nach seinem Gehalt an aggressiven Stoffen und nach seiner Lösefähigkeit verschiedene mineralische und organische Bestandteile auf, sondern es gehen auch unter gewissen Bedingungen verschiedene Umsetzungen vor sich, welche in hohem Maße die Zusammensetzung und den Charakter des Grundwassers verändern. Dies gilt z. B. für die Reduktion von Sulfaten, einen Prozeß, der dann eintritt, wenn Sulfat mit reduzierenden organischen Stoffen zusammenkommt. Sulfatreduktion ist besonders deutlich in den jungen marinen Ablagerungen in Vendsyssel, wo man Residualwasser antrifft, welches ursprünglich bedeutende Sulfatmengen enthalten haben muß, tatsächlich aber beinahe sulfatfrei ist. Solches Wasser enthält in einer Reihe von Fällen Schwefelwasserstoff und Methan und weist einen hohen Gehalt an Bikarbonat auf. Dieselben Verhältnisse werden bei entsprechenden Ablagerungen in Norwegen beobachtet, wo sie von GUNNAR HOLMSEN (24) behandelt worden sind. K. A. WEITHOFER bespricht eine solche Sulfatreaktion im Salzwasser von Ölfeldern und gibt folgende Reaktionsgleichung:



welche auch die Sulfatreduktion im Grundwasser durch unsere marinen Ablagerungen erklärt.

Eine andere, sehr verbreitete Ursache zu Änderungen in der Zusammensetzung des Grundwassers ist der Ionenaustausch, der besonders an die marinen Sedimente und deren Gehalt an Zeolithmineralien gebunden zu sein scheint.

Eine Parallele hierzu hat man in dem technischen Prozeß der Wasserenthärtung, wo man künstlich hergestellte Aluminiumsilikate (»Permutite«) benutzt, um den Gehalt des Wassers an  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  mit  $\text{Na}^+$  zu vertauschen. Geht man von einem Na-Permutit aus, so wird der Prozeß nach folgender Gleichung verlaufen:



Dieser Prozeß ist, wie in der Gleichung angegeben, reversibel, und die Verhältnisse liegen so, daß bei niedrigen Konzentrationen die zweiwertigen Ionen bedeutend leichter auf die Permutite reagieren als die einwertigen, während bei hohen Konzentrationen das Umgekehrte eintritt (40). Dies ist insofern von großer Bedeutung, als es dadurch möglich wird, den Permutit, wenn er allmählich zu Ca-(Mg-)Permutit umgewandelt ist, durch Behandlung mit einer NaCl-Lösung wieder zu regenerieren. Diese Reversibilität macht es auch verständlich, daß  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  aus NaCl-reichem Wasser nicht auf diese Weise entfernt werden können.

Wenn man nun in nicht so seltenen Fällen natürliches Grundwasser findet, das einen Gehalt an  $\text{NaHCO}_3$  aufweist und nahezu frei ist von  $\text{Ca}^{++}$  und

Mg<sup>++</sup>, so liegt folgende Fragestellung nahe: Kann die Ursache hierfür darin zu suchen sein, daß der Untergrund in gewissen Fällen einen solchen Gehalt an ionenaustauschenden Mineralien in Form von Zeolithen aufweist, daß er in derselben Weise wirken kann, wie ein Permutitfilter? Um diese Frage zu beantworten haben wir verschiedene Versuche angestellt, wovon hier nur ein Versuch mit »Plastischem Ton« (Ober-Eozän) vom Grunde des Kleinen Belts geschildert werden soll.

Der Versuch wurde in der Weise ausgeführt, daß der Ton zunächst mit destilliertem Wasser gewaschen wurde, um den Salzgehalt des Tons zu entfernen. Darauf wurden 75 g Ton 2 Stunden lang mit 300 cm<sup>3</sup> Ca-reichem Kopenhagener Leitungswasser geschüttelt, worauf filtriert und das Filtrat analysiert wurde. Wegen des großen Gehalts an kolloidalem Ton war das Filtrieren recht schwierig und der Ton hielt einen Teil des Wassers zurück, so daß das Filtrat nur 200 cm<sup>3</sup> ausmachte. Der Ton wurde darauf zu wiederholten Malen mit 300 cm<sup>3</sup> Leitungswasser behandelt und diese Filtrate machten je ca. 300 cm<sup>3</sup> aus. Das Resultat der Untersuchung auf Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>++</sup> und Mg<sup>++</sup> geht aus folgender Tabelle hervor.

Analysen von Kopenhagener Leitungswasser nach Behandlung mit Ton vom Kleinen Belt.

	mg/l Cl <sup>-</sup>	mg/l Ca <sup>++</sup>	mg/l Mg <sup>++</sup>
Angewandtes Leitungswasser . . . . .	51	97	14
1. Filtrat . . . . .	95	17	< 1
2. — . . . . .	81	13	1
3. — . . . . .	71	20	2
4. — . . . . .	59	25	3
5. — . . . . .	57	24	8
6. — . . . . .	55	30	11
7. — . . . . .	55	48	16

Aus der Tabelle geht hervor, daß der Ton vermocht hat, einen bedeutenden Teil des Gehalts an Ca<sup>++</sup> und Mg<sup>++</sup> aus dem Wasser zu entfernen, und daß diese Fähigkeit während des Versuches abnahm, obwohl sie auch noch beim letzten Filtrat recht beträchtlich war. Es muß hinzugefügt werden, daß der HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> Gehalt sich recht konstant hielt.

Versuche mit Ton von Bohrungen, die NaHCO<sub>3</sub>-haltiges Wasser liefern, ergaben ähnliche Resultate, ebenso wie auch paleozäner Ton von Tagesaufschlüssen nach Regeneration mit einer NaCl-haltiger Lösung imstande war, Ca<sup>++</sup> und Mg<sup>++</sup> aus Wasser zu entfernen.

### Kap. III. Grundwassertypen in Dänemark.

#### 1. Süßwasser.

Süßwasser ist in Dänemark natürlich der bei weitem vorherrschende Wassertypus. Der Gehalt an Cl<sup>-</sup> liegt im allgemeinen unter 100 mg/l, doch nur selten unter 20 mg/l. Der Gehalt an SO<sub>4</sub><sup>--</sup> schwankt meistens in derselben Größenordnung. Wird der Gehalt an diesen Ionen größer, so müssen sich besondere Verhältnisse geltend machen, z. B. eine schwache Beimischung von Salzwasser oder eine Zufuhr von verunreinigtem Wasser. Der Gehalt an Alkalimetallen, Na<sup>+</sup> und K<sup>+</sup>, ist gleichfalls meist gering, wenn er auch etwas variieren kann. Dasselbe gilt für den Magnesiumgehalt. Die beiden Ionen, die



meistens in größter Menge auftreten, sind  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{Ca}^{++}$ ; ihre Menge ist in den meisten Fällen recht abhängig von einander, da freies  $\text{CO}_2$  im Wasser bei kalkhaltigen Böden  $\text{CaCO}_3$  unter Bildung von  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{HCO}_3^-$  auflöst. Daher ist auch das Wasser der kalkarmen mittel- und westjütländischen Böden an diesen Stoffen arm.

Um eine praktische und übersichtliche Einteilung des Süßwassers vorzunehmen, haben wir es nach der Härte gruppiert:  $0^\circ$ — $8^\circ$ ,  $8^\circ$ — $16^\circ$ ,  $16^\circ$ — $24^\circ$  und über  $24^\circ$  nach der deutschen Härteskala. Die Tabellen auf S. 44—56 zusammen mit den Tafeln I und II geben einen vollständigen Eindruck sowohl von dem Charakter des süßen Grundwassers als auch von den Schwankungen innerhalb dieses Typus.

Eine besondere Süßwassergruppe zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen Überschuß an  $\text{HCO}_3^-$  im Verhältnis zu  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  besitzt. Dies ist nicht so zu verstehen, daß der Gehalt an  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  immer sehr gering ist; die Härte wechselt recht stark und kann auch recht groß werden, aber die Menge von  $\text{HCO}_3^-$  (in Milliäquivalenten) ist in dieser Gruppe immer größer als die Summe der Äquivalente von  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$ , so daß diese Wässer also  $\text{NaHCO}_3$  enthalten.

Untersuchen wir nun das geologische Auftreten dieses Wassertypus, so zeigt es sich, daß eine große Anzahl von Fällen auf Bohrungen entfällt, welche in (oder unmittelbar in der Nähe von) marinen Tertiärablagerungen niedergebracht sind. Es handelt sich hier um Wasseranalysen, welche den eben besprochenen Charakter dieses Typus in besonders ausgeprägtem Grade besitzen.

Man ist also zu der Annahme gezwungen, daß marine Ablagerungen — auf primärer Lagerstätte oder in die Moräne eingelagert — bei der Entstehung dieses Wassertypus eine Rolle spielen, und zwar sind es ohne Zweifel die Zeolithe im marinen Ton, welche den Ionenaustausch bewirken.

Ganz unnormal hoch ist der Gehalt an  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{NaHCO}_3$  im Wasser des Maarum Skovridergaard (187.28). Das Wasser dieser Bohrung zeichnet sich im übrigen durch Abwesenheit von  $\text{SO}_4^{--}$  und durch einen sehr hohen Sauerstoffverbrauch aus. Gleichzeitig ergab die Bohrung Gasausbrüche. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, daß der hohe Gehalt an  $\text{HCO}_3^-$  auf Oxydation von Kohlenwasserstoffen unter gleichzeitiger Reduktion von  $\text{SO}_4^{--}$  zu Sulfid zurückzuführen ist. Dieselben Erscheinungen sind auch auf Ærø zu beobachten, wo ebenfalls Ausströmungen von Gas beobachtet worden sind (172.10).

In Mittelseeland gibt es an mehreren Stellen Süßwasser mit Natriumbikarbonat-Gehalt. Der Sulfatgehalt ist durchgehends niedrig und der Sauerstoffverbrauch recht groß. Der größte Gehalt an  $\text{HCO}_3^-$  und damit auch an  $\text{NaHCO}_3$  ist im Wasser der Alsted Mølle bemerkt worden (211.23); dieses enthält gleichzeitig auch Karbonat ( $\text{CO}_3^{--}$ ) und damit auch Natriumkarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Das frisch heraufgepumpte Wasser enthält auch eine gewisse Menge Gas, jedoch ist noch nicht untersucht worden, um welche Gase es sich hier handelt.

Der Sauerstoffverbrauch der stark alkalischen Wässer ist durchgehends groß, was wohl auf die größere Fähigkeit dieses Wassers, organische Stoffe in Lösung zu nehmen, zurückzuführen ist. Eine Parallele hierzu haben wir in gewissen tropischen Flüssen mit großem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Gehalt und einem hiermit Hand in Hand gehenden großen Gehalt an gelösten organischen Stoffen (8, S. 94). Ebenso wie in Mineralwasser ist  $\text{NH}_4^+$  auch in Wasser von diesem Typ gewöhnlich vorhanden, wie es sich in 76% aller untersuchten Fälle gezeigt hat.

## 2. Salzhaltiges Wasser.

## a) Marines Infiltrationswasser.

Längs der Küsten findet sich in Übereinstimmung mit dem Gesetz von BADON-GHJBBEN marines Infiltrationswasser (I, S. 101). Das salzhaltige Grundwasser ist deshalb in Gegenden stark verbreitet, wo das Land tief liegt und wo das Grundwasser sich nur wenig über das Niveau des Meeresspiegels erhebt, z. B. in der Tønder-Marsch. Stört man durch starkes Pumpen das natürliche Gleichgewichtsverhältnis zwischen dem oberen Süßwasser und dem darunterliegenden Salzwasser, so zieht man das Salzwasser in die Höhe (s. Fig. 9, S. 73).

In chemischer Beziehung ist das Infiltrationswasser natürlich immer eine Mischung von Meerwasser und dem normalen Grundwasser des Gebietes (s. Tabellen S. 64—66 und Taf. III). Als Ausgangspunkt für den Vergleich haben wir in der Tabelle auf S. 75 oben und auf Fig. 10 zwei Meerwasseranalysen wiedergegeben (Hirsholm im nördlichen Kattegatt und Kalundborg-Fjord, nördlichster Großer Belt).

Im Infiltrationswasser findet man immer einen hohen Chlorid-Gehalt, der aber wegen der verschiedenartigen Mischungsverhältnisse zwischen dem Gehalt im Meerwasser und dem Gehalt im normalen Grundwasser (Oberflächenwasser) an der betreffenden Stelle schwanken kann.

Während der Sulfatgehalt im Meerwasser nur etwa  $\frac{1}{7}$  des Chlorid-Gehaltes ausmacht, zeigt es sich in den meisten normalen Grundwasservorkommen, daß Sulfat- und Chloridkonzentration von derselben Größenordnung sind; jedoch können sich lokale Unterschiede geltend machen. Bei Mischungen von Meerwasser und Süßwasser sollte man daher für das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  einen Wert erwarten, der unter dem des Meerwassers liegt, also  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--} < 7$  (I).

Der Gehalt des Meerwassers an Magnesium ist etwa  $\frac{1}{15}$  der Chloridmenge; in süßem Grundwasser wird man dagegen verhältnismäßig mehr Magnesium finden. Das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  wird demgemäß in gewöhnlichem Grundwasser selten größer sein als 2 à 3\*). Bei Gemischen kann man daher erwarten, daß das Konzentrationsverhältnis geringer ist als in Meerwasser, d. h.  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++} < 15$  (I).

Sowohl Kalzium wie (besonders) Bikarbonat tritt im Meerwasser in relativ kleinen Mengen auf, dagegen machen diese Ionen meistens den Hauptbestandteil im gewöhnlichen Grundwasser aus. Sowohl ihre absolute wie ihre relative Menge hängt aber in sehr hohem Maße von lokalen Verhältnissen ab und schwankt daher stark.

Wir können also erwarten im Infiltrationswasser einen hohen Chloridgehalt zu finden. Desweiteren wird man erwarten können, daß die Konzentrationsverhältnisse für  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  und für  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  niedriger sind als beim Meerwasser, d. h. niedriger als 7 bzw. 15, während wir von anderen chemischen Verhältnissen keinen Fingerzeig für die Herkunft des Salzwassers erwarten dürfen.

Ein Studium der Analysen zeigt indessen, daß bei mehreren von diesen das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  über 7 liegt, ja in einigen Fällen findet man nur Spuren von Sulfat. Diese Abweichung von dem erwarteten Resultat ist durch Reduktion der Sulfate zu erklären.

\*) Eine Ausnahme bildet jedoch Wasser aus manchen Gegenden von West- und Mitteljütland, wo Magnesium in äußerst geringen Mengen vorhanden ist oder ganz fehlt.

Was das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  anbetrifft, so findet man in einigen Fällen auch Werte, die über 15 liegen. Einen so niedrigen Magnesiumgehalt kann man sich nur durch Entfernung von Magnesium entstanden denken. Eine solche Entfernung wird auch vor sich gehen können, wo das Wasser Ton mit ionenaustauschenden Zeolithen passiert, der sich in einem solchen Zustand befindet, daß er bei den vorhandenen Konzentrationen imstande ist, den Gehalt des Wassers an Kalzium und Magnesium mit Natrium zu vertauschen. Bei Infiltrationswasser vom Regenerationstypus (s. S. 165), wo der Ionenaustausch in umgekehrter Richtung verläuft, begegnet man auch manchmal einem großen Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  und einem besonders hohen Gehalt an  $\text{Ca}^{++}$ .

#### b) Marines Residualwasser.

Marines Residualwasser (»connate water«) trifft man in jüngeren, marinen Ablagerungen: Esbjerg-Yoldienton (vorletztes Interglazial), Portlandenton der Skærumhede-Serie (letztes Interglazial), Spätglazialer Yoldienton und postglaziale Tapes- (Littorina-) Ablagerungen (s. Tabellen auf S. 80 und 82; die Geologie der erwähnten Ablagerungen ist in 34, deutsche Ausgabe, beschrieben).

Betrachtet man die Analysentabellen und die graphische Darstellung der Analysen (Taf. IV), so bemerkt man, daß die Zusammensetzung der Salze des Residualwassers weit größeren Schwankungen unterliegt als die Zusammensetzung der Salze des Infiltrationswassers, und man findet in einer weit größeren Anzahl von diesen Analysen eine Zusammensetzung, welche nicht als eine Mischung von Meerwasser und Süßwasser aufgefaßt werden kann. In solchen Fällen muß man annehmen, daß hier verschiedene chemische Umsetzungen stattgefunden haben.

Daß solche chemischen Umsetzungen im Residualwasser in größerem Maße vor sich gegangen sind als im Infiltrationswasser, ist sehr natürlich, wenn man bedenkt, daß dieses Salzwasser (in größerem oder geringerem Grad mit Süßwasser vermischt) ohne nennenswerte Zirkulation in alten marinen Ablagerungen stagniert hat. Wenn starke Zirkulation geherrscht hätte, so wäre anzunehmen, daß das Salzwasser schon längst ausgewaschen worden wäre. Diese marinen Ablagerungen haben in den meisten Fällen einen recht bedeutenden Gehalt an organischen Verbindungen, die beim Zerfall Sulfat reduzieren und zu Kohlendioxydbildung führen können. Daß solche Umsetzungen wirklich stattfinden, zeigen die sehr verbreiteten Gasausbrüche aus diesen Ablagerungen. Die großen Mengen von Bikarbonat und die geringen Mengen von Sulfat, welche sich in vielen Fällen im Residualwasser finden, können ebenfalls nur durch solche Umsetzungen erklärt werden.

Zu dem Zeitpunkt, als das Land sich über den Meeresspiegel erhob, war das »Grundwasser« ungemischtes Meerwasser, welches bis zur Erdoberfläche reichte. Durch den Niederschlag wurde das Salzwasser allmählich von den oberen Erdschichten verdrängt. Dies geschah aber bis zu verschiedener Tiefe, je nach der Durchdringbarkeit der Erdschichten und der Zirkulationsgeschwindigkeit des Wassers, und gleichzeitig mischte sich das Salzwasser bis zu noch größeren Tiefen herab mit Süßwasser. Auf diese Weise kann man es sich auch erklären, daß man oft Residualwasser mit einem Gehalt an Natriumbikarbonat und also auch mit einem geringen Gehalt an Kalzium und Magnesium findet.

Man muß sich vorstellen, daß die im Erdboden befindlichen ionenaustauschenden Zeolithen seit der Zeit, als das Grundwasser Meerwasser war, mit

Natrium gesättigt waren. Allmählich wurde das Salzwasser aus den oberen Schichten ausgewaschen und es wurden hier die Bedingungen dafür geschaffen, daß Kalzium und Magnesium aus eventuell durchsickerndem Süßwasser gegen Natrium ausgetauscht werden konnte. Eine solche Auswaschung des Salzwassers wird mehr und mehr in die Tiefe gehen. Zu oberst wird man unter diesen Umständen einen Horizont erwarten können, in dem das Natriumchlorid ausgewaschen ist und die Zeolithmineralien mit Magnesium und Kalzium gesättigt sind, welche das Natrium verdrängt haben. Darunter wird man einen Horizont finden, wo das Salz ganz oder teilweise ausgewaschen ist, wo aber die Zeolithen fähig sind, das Kalzium und Magnesium des Grundwassers unter gleichzeitiger Abgabe von Natrium zurückzuhalten. Noch weiter unten wird man konzentriertes Salzwasser finden und hier werden die Zeolithen nicht imstande sein, Kalzium und Magnesium aus dem Wasser zu entfernen.

Die Verhältnisse in Vendsyssel zeigen, daß es sich wirklich so verhält. Der Vorgang ist Analysen von Wasser aus verschiedenen Tiefen, welche auf den Tabellen auf S. 85 und auf Taf. V zusammengestellt sind, zu entnehmen.

Außerhalb von Vendsyssel gibt es nur vereinzelte Vorkommen von Residualwasser. Von Esbjerg sind drei Analysen herangezogen worden. Diese zeigen einen sehr niedrigen Gehalt an  $\text{HCO}_3^-$  und zwischen 100 und 200 mg/l  $\text{Cl}^-$ . Charakteristisch für sie ist der Nitratgehalt, der in dem Grundwasser dieser Gegend gewöhnlich zu sein scheint. Dieser ist deshalb auch sicher nicht auf Verunreinigung zurückzuführen, sondern stammt von Stickstoffverbindungen in den Erdschichten, aus denen das Wasser kommt.

Die Analyse vom Wasserwerk Aarhus (89.146) zeigt einen sehr großen Gehalt an Bikarbonat, der auf Umsetzung organischer Stoffe hindeutet, was auch durch den großen Sauerstoffverbrauch (11,5 mg/l) bestätigt wird.

### c) Salziges Mineralwasser.

Wie aus den Tafeln XVII und XVIII hervorgeht, tritt in einigen Gebieten — besonders im südöstlichen Dänemark — salzhaltiges Grundwasser auf, dessen Herkunft nur auf das Aufdringen von Solen aus tieferliegenden, subkretazischen Salzlagern, aller Wahrscheinlichkeit nach permischen Alters, zurückgeführt werden kann. Die Frage ist ausführlich von ANDERSEN und ØDUM im Jahre 1930 behandelt worden (1). Salzwasser dieses Typs ist in Deutschland wohl bekannt und tritt gleichfalls in Schonen auf (51). Sein Aufdringen kann oft mit Bruchlinien im Untergrunde in Zusammenhang gebracht werden.

Der Chemismus des Mineralwassers geht aus der Tabelle S. 86—90 hervor. Ebenso wie das vorstehend behandelte Salzwasser muß es als eine Mischung von zwei (oder mehr) Wassertypen aufgefasst werden, da man annehmen muß, daß das tiefere Grundwasser, das mit Salzschieben in Verbindung gewesen ist, eine einigermaßen konzentrierte Salzlösung ist. Auf dem sicher in vielen Fällen recht langen Weg durch die Erdschichten wird es mit süßen Grundwasserströmen gemischt und auf diese Weise verdünnt werden, so daß man alle Salzkonzentrationen von der konzentrierten Lösung in der Nähe der Salzmasse bis zur Konzentration im normalen Grundwasser erwarten kann.

In den stark konzentrierten Salzwässern dieses Typus besteht der grösste Teil des Salzes aus Natriumchlorid und man hat allen Grund zu der Annahme, daß die ursprüngliche Salzlösung ziemlich reines  $\text{NaCl}$ -Wasser ist. Man findet allerdings in vielen Fällen recht große Mengen von Kalzium und Magnesium, sodaß diese Ionen in weit größerer Anzahl vorhanden sind, als es bei Äquivalenz mit Bikarbonat und Sulfat der Fall sein würde. Es ist daher auch nicht

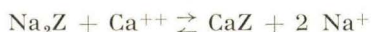
möglich, dieses Verhältnis durch Beimischung von süßem Grundwasser zu erklären. Diese unnormal hohe Mineralsäurehärte läßt sich dagegen durch die Theorie des Ionenaustausches erklären.

Wenn eine stark konzentrierte Lösung von NaCl-Wasser eine Tonschicht passiert, wo immer ein größerer oder geringerer Gehalt an ionenaustauschenden Zeolithen zu finden sein wird, so werden diese (wenn es nicht bereits der Fall ist) allmählich mit  $\text{Na}^+$  unter gleichzeitiger Abgabe von  $\text{Ca}^{++}$  oder  $\text{Mg}^{++}$  gesättigt werden, so daß der Gehalt des Wassers an diesen Ionen sich vergrößert. Daß wirklich eine solche Umsetzung stattfindet, wird dadurch angedeutet, daß der Prozeß auch in entgegengesetzter Richtung verlaufen kann. In denselben Gegenden, wo so hartes Salzwasser auftritt, gibt es häufig auch weniger stark konzentriertes Salzwasser mit einem Gehalt an  $\text{NaHCO}_3$ . In diesen Gebieten, wo Mineralwasser in gewisser Konzentration in größeren Mengen auftritt, kann man die Erdmasse als ein großes Permutitfilter auffassen, wo die Tiefe für das Gleichgewicht zwischen Salzwasser und Süßwasser auf Grund verschiedener Einflüsse im Laufe der Zeit schwankt, und wo der Ionenaustausch je nach dem augenblicklichen Zustand in der einen oder in der anderen Richtung gehen kann.

Rein praktisch kann man daher unterscheiden zwischen »normalem« Mineralwasser, »hartem« Mineralwasser (»Regenerationswasser«) und »weichem« Mineralwasser mit Natriumbikarbonat. Eine konsequente Trennung dieser Typen ist jedoch infolge der Natur der Sache sehr schwierig, da sie gleichmäßig in einander übergehen.

Die Analysen auf Fig. 11 (S. 95) veranschaulichen die Mischung von süßem, oberflächlichem Grundwasser mit tieferliegendem reinem NaCl-Wasser.

Mineralwasser mit  $\text{NaHCO}_3$ -Gehalt ist in der Tabelle auf S. 96 und auf Taf. VII wiedergegeben. Es ist entstanden durch Ionenaustausch nach der Gleichung



von links nach rechts gelesen. In den meisten von diesen Wässern liegt der  $\text{Cl}^-$ -Gehalt ziemlich niedrig, und dieser niedrige NaCl-Gehalt ist eine notwendige Vorbedingung dafür, daß der Ionenaustausch in der obigen Gleichung auch von links nach rechts verläuft. Aus einer Betrachtung der Analysen geht denn auch hervor, daß Wasser mit einem besonders geringen Gehalt an  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  auch einen geringen  $\text{Cl}^-$ -Gehalt aufweist. In einer einzigen Analyse (216.32) fehlt sogar  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  ganz, oder es sind nur Spuren von diesen Ionen vorhanden, so daß der Ionenaustausch praktisch gesprochen vollständig ist. Für diese sehr weichen Wässer kann man den Schluß ziehen, daß sie direkt von einem »Permutitfilter« heraufgepumpt sind ohne Möglichkeit einer späteren Beimischung von anderem Wasser.

Trifft man trotzdem auf Natriumbikarbonat-haltiges Wasser mit einem hohen Gehalt an Chlorid, so muß dieses durch eine Mischung schwach konzentrierten  $\text{NaHCO}_3$ -haltigen Wassers mit mehr konzentriertem Salzwasser von normaler Zusammensetzung entstanden sein, da  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  nur schwierig aus den stark konzentrierten Salzwässern zu entfernen sind.

Dieser ganze Ionenaustauschprozeß wird am typischsten durch die Verhältnisse bei der Anlage Ramsø der Wasserversorgung Kopenhagens veranschaulicht, wie es aus Fig. 12 (S. 99) hervorgeht. Die Bohrungen (vergl. 206.89 und 206.90) sind hier nach der Lage nummeriert angeführt worden und zwar in der Reihenfolge von W nach O. Die Gesamtmenge von Bikarbonat ist in allen Bohrungen ungefähr gleich, jedoch mit dem Unterschied, daß es in den west-

lichen Bohrungen überwiegend an Natrium gebunden ist, in den östlichen dagegen überwiegend an Kalzium und Magnesium. Es findet also ganz sicher ein Ionenaustausch in der mächtigen paleozänen Grünsandschicht statt, welche die Bohrungen durchdringen. Der Grünsand macht die Alkalimetalle auf Kosten von  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  frei. Dieser Prozeß ist nach Westen zu am stärksten und nimmt ab, je weiter man nach Osten kommt. Ganz im Osten scheint eine »Ermüdung« der »Permutitfilter« des Grünsandes einzutreten und man muß die Beziehungen beachten, welche zwischen der Ionenaustauschkraft und der Porosität (ausgedrückt durch die spezifische Kapazität der Bohrungen) des Grünsandes bestehen: je geringer die Porosität, desto größer die Ionenaustauschkraft. Ob dies nun auf »Ermüdung« des Filters wegen starker Wasserdurchströmung zurückzuführen ist oder darauf, daß der Austauschprozeß recht langsam vor sich geht und daher vollständiger verläuft, wenn das Wasser lange im Filter verbleibt, muß dahingestellt bleiben.

Daß der Ionenaustauschprozeß seinen Verlauf ändern kann, wenn die Zeolithe allmählich mit  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  gesättigt werden, ergibt sich aus den auf Fig. 13 (S. 100) wiedergegebenen Analysen von ein und derselben Bohrung.

In einigen Fällen zeigen die Analysen (198.45—211.13—216.31—216.32), daß das normale Karbonation ( $\text{CO}_3^{--}$ ) im Wasser vorhanden ist. Da die Titrierung des Wassers in den drei letzten Fällen an Ort und Stelle in frisch hochgepumptem Wasser vorgenommen wurde, so kann die Anwesenheit von  $\text{CO}_3^{--}$  nicht darauf zurückzuführen sein, daß durch Aufbewahrung und Versand des Wassers  $\text{CO}_2$  verloren gegangen ist. Diese Wässer weisen nur ganz kleine Mengen von  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  auf und enthalten also sowohl normales Natriumkarbonat als auch Natriumbikarbonat.

#### d) Regenerationswasser.

Unter der Benennung »Regenerationswasser« fassen wir einen Wassertypus zusammen, den man unter äußerst verschiedenartigen geologischen Verhältnissen antreffen kann. Charakteristisch für diesen Typus sind zwei zusammenfallende Eigenschaften: erstens ein abnorm hoher Gehalt an  $\text{Ca}^{++}$  (und  $\text{Mg}^{++}$ ), so hoch, daß dieser Wassertypus einen Überschuß von  $\text{Ca}^{++}$  im Vergleich zu  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{SO}_4^{--}$  aufweist und daher  $\text{Ca Cl}_2$  enthält, und zweitens in Verbindung hiermit ein hoher Gehalt an  $\text{Cl}^-$  (Taf. VIII). Dieser letzte Umstand bedingt, wie es sich zeigen wird, das geologische Auftreten des Typus. Eine Durchsicht der in der Tabelle auf S. 102 mitgeteilten Beispiele zeigt, daß dieser Wassertypus entweder von marinem Infiltrationswasser oder von Mineralwasser mit hohem Salzgehalt herrühren kann. Desweiteren tritt das Regenerationswasser (ebenso wie die  $\text{NaHCO}_3$ -haltigen Wässer) oft in Verbindung mit marinen (besonders tertiären) Ablagerungen auf, und es kann kein Zweifel herrschen, daß der Typus seine Entstehung dem Prozeß



(in der Richtung von rechts nach links) verdankt.

Besonders anschaulich sind die Verhältnisse, wie sie sich in den letzten 30 Jahren beim Wasserwerk Kalundborgs entwickelt haben (vergl. die Analysen S. 104 und Fig. 14 auf S. 106). Der Untergrund besteht hier aus »Plastischem Ton« und man kann auch mit großer Sicherheit annehmen, daß das darüber liegende Quartär große Mengen von Tertiärton enthält. Dieser muß ionentauschende Eigenschaften haben, was auch daraus hervorgeht, daß die Braue-

rei (196.22) und die Schweineschlächtereier (196.25) Wasser mit Natriumbikarbonat haben. Auch in dem Gebiet, wo das Wasserwerk seine Bohrungen hat, findet Ionenaustausch in dieser Richtung statt, wie es auch aus der Analyse aus dem Jahre 1911 hervorgeht. Leider liegt nur diese eine Analyse aus dieser einzigen Bohrung vor; alle anderen Analysen sind von Wasser aus Sammelleitungen angefertigt und zeigen kein Natriumbikarbonat.

Das letztere ist möglicherweise auf »Ermüdung« des Zeolithfilters im Erdboden zurückzuführen. Daß Zeolithe tatsächlich in großem Ausmaße vorhanden sind, zeigte sich nämlich zu dem Zeitpunkt (1933—34), wo das Wasserwerk wegen Überpumpung Meerwasser anzusaugen begann (s. Fig. 9 auf S. 73 und die Behandlung des Infiltrationswassers).

Die Infiltration bewirkt nämlich nicht nur ein Ansteigen des Chlorid- und Sulfatgehalts des Wassers, sie veranlaßt gleichzeitig auch eine beträchtliche Steigerung des Kalziumgehalts, also eine reguläre Regeneration des Zeolithfilters.

Daß der Natriumgehalt des Wassers bei diesem Regenerationsprozeß sich rückläufig entwickelt, kann man daraus ersehen, daß das Verhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Na}^+$  in der Analyse von 1934 2,3 ist, während im Wasser von Kalundborg Fjord dasselbe Verhältnis 1,8 ausmacht (wie in normalem Meerwasser). Auch der Magnesiumgehalt des Wassers liegt im Verhältnis zu  $\text{Cl}^-$  verhältnismäßig tief, so daß ein Teil des  $\text{Mg}^{++}$  des Meerwassers gegen  $\text{Ca}^{++}$  vertauscht sein muß.

#### e. Abschließende Bemerkungen über den Chemismus der Salzwassertypen.

Die hier vorgenommene Einteilung des Salzwassers in die drei Typen: Infiltrationswasser, Residualwasser und Mineralwasser, basiert ganz überwiegend auf den geologischen Verhältnissen. Es liegt nun die Fragestellung nahe, ob das Wasser in jedem einzelnen dieser Typen gemeinsame chemische Eigenschaften hat, die von denen der anderen abweichen, und ob die einzelnen Analysen innerhalb desselben Typus einander so weit gleichen, daß man in der Lage ist, den Typus des Salzwassers mit einiger Sicherheit auf Grund einer chemischen Analyse zu erkennen.

Dasselbe Problem erörterten ANDERSEN und ØDUM 1930 (1), welche auf der Grundlage des zu jenem Zeitpunkt verfügbaren Materials an Wasseranalysen zu dem Resultat gelangten, daß gewisse Konzentrationsverhältnisse für Feststellungen über den Ursprung des Salzwassers gut verwertbar waren. Sie meinten jedoch nur, daß man damit zwischen Infiltrationswasser und Residualwasser auf der einen Seite und Mineralwasser auf der anderen Seite unterscheiden könnte. Die Konzentrationsverhältnisse, um die es sich hier handelte, waren  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  und  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$ . Nach dem vorliegenden Material überstiegen diese Konzentrationsverhältnisse bei Salzwasser, welches als infiltriertes Meerwasser oder als Residualwasser zu deuten war, nicht wesentlich die Konzentrationsverhältnisse des Meerwassers, d. h. für  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  ca. 7 und für  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  ca. 15. Das Normale war sogar, daß diese Verhältnisse wegen Beimischung von süßem Grundwasser bedeutend niedriger lagen. Bei den Mineralwässern lagen diese Konzentrationsverhältnisse dagegen bedeutend höher, in den meisten Fällen sogar vielmals höher als beim Meerwasser (s. 1, S. 96—97).

Auf der Grundlage des weit größeren Materiales von Wasseranalysen aus dem ganzen Lande, welches nun zur Verfügung steht, zeigt es sich jedoch, daß von diesem Resultat, zu welchem JOHS. ANDERSEN auf Grund der von ihm verarbeiteten Materials (hauptsächlich beschränkt auf Seeland und die süd-

lichen Inseln) gelangt war, so viele Abweichungen existieren, daß die von ihm gefundenen Konzentrationsverhältnisse eine geringere Allgemeingültigkeit für die Beurteilung der Herkunft eines Salzwasservorkommens haben.

Betrachtet man zunächst das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$ , so zeigt es sich, daß dieses bei Infiltrationswasser zwischen weniger als 1 und  $\infty$  schwankt, und daß 22% der angeführten Analysen dieses Typus ein Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  von über 7 aufweisen; bei 9% liegt das Verhältnis sogar über 50. Bei Residualwasser schwankt das Verhältnis ebenso stark; bei 31% der angeführten Analysen liegt das Verhältnis über 7 und bei 11% sogar über 50. Bei Mineralwasser liegt das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  durchgehends sehr hoch, besonders bei den mehr konzentrierten Wässern. Wenn die Verhältnisse in einer Reihe von Fällen niedrig liegen, so ist dies besonders bei den schwach salzhaltigen Mineralwässern der Fall, die stark mit oberflächlichem süßem Grundwasser gemischt sein müssen, oder auch in einigen Fällen bei recht salzreichen Mineralwässern, die mit den oft sulfatreichen tertiären Ablagerungen in Verbindungen gewesen sind.

Das bedeutend erweiterte Analysenmaterial von Infiltrationswasser und Residualwasser zeigt auf diese Weise, daß eine Reduktion von Sulfat im Grundwasser sicher keineswegs ungewöhnlich ist.

Wenn man daher in vielen Fällen bei schwach salzhaltigem Mineralwasser nur Spuren von Sulfat findet, selbst wo eine kräftige Mischung mit süßem Grundwasser vor sich gegangen sein muß, dessen Sulfatgehalt normalerweise von derselben Größenordnung ist wie der Chloridgehalt, so muß die Ursache auch hierfür in vielen Fällen in einer solchen Sulfatreduktion gesucht werden.

Betrachtet man darauf das Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$ , so zeigt sich bei Infiltrations- und Residualwasser in den meisten Fällen, daß dieses unter 15 liegt. Von den hier berücksichtigten Infiltrationswässern haben jedoch 27% ein Konzentrationsverhältnis von  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  größer als 15. Bei 7% liegt das Verhältnis sogar über 20. Bei Residualwasser haben 25% ein Verhältnis von über 15.

Da erwartungsgemäß eine Beimischung von süßem Grundwasser zu Meerwasser nur das Verhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  herabsetzen müßte, so ist die Ursache für diese hohen Verhältnisse in Ionenaustausch zu suchen. Das hohe Verhältnis zeigt sich auch ganz natürlicherweise bei einer Reihe von Wässern, welche Natriumbikarbonat enthalten, und wo man daher damit rechnen kann, daß dort Ionenaustausch stattgefunden hat. Unter den Infiltrationswässern findet man jedoch auch einige vom Regenerationstypus, die zwar einen großen Gehalt an  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  aufweisen, wo aber der Magnesiumsgehalt relativ klein ist, so daß das Verhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  groß wird. In diesem Falle kann dies also nicht durch eine generelle Entfernung der zweiwertigen Kationen erklärt werden, sondern nur durch einen Austausch des an den Zeolithen gebundenen Kalziums und des Gehalts des Wassers an Magnesiumionen nach der Gleichung



indem selbstverständlich auch hier ein chemisches Gleichgewicht herrschen muß, welches abhängig ist von dem Zustande der Zeolithe und der Konzentration der einzelnen Ionen.

Die konzentrierteren Mineralwässer haben in allen Fällen ein Konzentrationsverhältnis  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$ , welches bedeutend höher als 15 liegt; vergleicht man aber die angeführten Mineralwasseranalysen, so liegt in 32% aller Fälle das Verhältnis unter 15.



Tabelle der %-mäßigen Verteilung der Konzentrationsverhältnisse  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  und  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  bei verschiedenen Salzwassertypen.

	$\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$		$\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$	
	über 7	unter 7	über 15	unter 15
Infiltrationswasser.....	22 %	88 %	27 %	73 %
Residualwasser.....	31 -	69 -	25 -	75 -
Mineralwasser.....	80 -	20 -	68 -	32 -

Auf der Grundlage der vorstehend mitgeteilten Tatsachen kommt man zu dem Resultat, daß die früher angeführten Konzentrationsverhältnisse keinen befriedigenden Hinweis auf die Herkunft salzhaltigen Grundwassers geben, da sowohl Sulfatreduktion wie Ionenaustausch die ursprüngliche Zusammensetzung des Grundwassers in vielen Fällen stark verändern. Außerdem fallen die Änderungen in diesen beiden Verhältnissen oft zusammen; so findet man bei Infiltrationswasser, daß sowohl  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  wie auch  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  bei 8% der berücksichtigten Analysen höher liegt als bei Meerwasser, und bei Residualwasser ist dies sogar in 24% der Analysen der Fall.

Beim Mineralwasser liegt in 9% der Fälle sowohl  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{--}$  als auch  $\text{Cl}^- : \text{Mg}^{++}$  niedriger als 7 bzw. 15. Man muß jedoch hier bemerken, daß die Verhältnisse besonders bei den stark gemischten Mineralwässern so tief liegen, und daß dies hauptsächlich auf das beigemischte süße Grundwasser zurückzuführen ist.

Da bei der Beurteilung der Herkunft von Salzwasser von anderen chemischen Verhältnissen kaum die Rede sein kann, so erhalten wir folgendes Resultat unserer Überlegungen: Wenn auch die chemische Analyse von Salzwasser theoretisch Hinweise auf die Art seiner geologischen Herkunft sollte geben können, so zeigt es sich doch, daß bei dem Durchgang des Wassers durch den Erdboden in vielen Fällen so große Änderungen in seiner Zusammensetzung eintreten, daß die chemische Analyse für die Beurteilung der Frage nach seiner Herkunft nur von geringerer Bedeutung sein kann und in jedem Falle sehr kritisch angewendet werden muß. Bei der Feststellung der Herkunft von Salzwasser muß man sich daher hauptsächlich der geologischen Verhältnisse bedienen.

### 3. Verunreinigtes Wasser.

Verunreinigtes Wasser ist natürlich kein natürlicher Typus, aber Verunreinigung mit oberflächlichen Abwässern ist so gewöhnlich, daß wir es für richtig gehalten haben, einige Beispiele hierfür in der Tabelle auf S. 112 mitzuteilen. — Auf S. 113 findet sich eine Analyse von Wasser aus einem neugegrabenen Brunnen mit Betonringen.

## Kap. IV. Geographisch-geologisches Auftreten der verschiedenen Wassertypen.

In allen Gegenden des Landes erhält das Grundwasser sein Gepräge durch das Zusammenwirken einer Reihe von verschiedenen Faktoren: Zustrom eines oder mehrerer ursprünglicher Wassertypen (Meerwasser, Mineralwasser und Niederschlag) nebst Wechselwirkung zwischen diesen untereinander und mit dem Erdboden oder den Mineralien der tieferen Erdschichten. Der Wassertypus kann daher von Ort zu Ort ganz außerordentlich variieren, und selbst innerhalb eines sehr kleinen Gebiets kann man sowohl in ein und demselben Horizont, als auch — und dies natürlich in noch höherem Maße — in ver-

schiedenen Horizonten, Wasser von recht verschiedenartiger Zusammensetzung antreffen.

Abgesehen von dem marinen Infiltrationswasser, welches übrigens unter gewissen Umständen als sehr hartes Regenerationswasser auftritt, und welches infolge seiner Natur an die Küstengegenden gebunden ist, kann für die übrigen Typen doch eine gewisse Gesetzmäßigkeit in ihrem Auftreten nachgewiesen werden.

Die Verhältnisse lassen sich in großen Zügen dergestalt charakterisieren, dass man berechtigt ist, das Land in verschiedene Provinzen einzuteilen, innerhalb deren man einen gewissen Zusammenhang zwischen dem geologischen Bau und den hervortretenden Grundwassertypen konstatieren kann. Vgl. Taf. IX, Fig. 17 (S. 115) und Fig. 18 (S. 116).

#### Westjütland.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse im westlichen Jütland, welches in Kürze als die Provinz des weichen Wassers bezeichnet werden kann. Das Wasser ist weich nicht nur in Bezug auf seinen geringen Kalzium- und Magnesiumgehalt, sondern es ist überhaupt arm an gelösten Stoffen.

Die Provinz ist abgegrenzt durch die große Hauptstillstandslinie der letzten Vereisung. Vergleicht man die Verbreitung von Wasser mit den Härtegraden 0—8 und 8—16, wie es aus Taf. X und Taf. XI hervorgeht, so fällt ins Auge, daß die Hauptstillstandslinie die Grenze bildet.

In der Oberflächengestaltung von Westjütland lassen sich zwei Hauptelemente unterscheiden: 1) die Hügelseln, die aus Altmoräne und 2) die Heideebenen, die aus reinem Schmelzwassersand gebildet sind. Beiden Elementen ist die starke Verwitterung und Auswaschung gemeinsam, der sie — jedenfalls nahe der Oberfläche — ausgesetzt gewesen sind. Die Hügelseln sind im wesentlichen seit der vorletzten Vereisung allen Witterungseinflüssen ausgesetzt gewesen, die Heideebenen bestehen aus reinem Sand, und beide Elemente sind daher an der Oberfläche recht arm an Kalzium- und Magnesiumkarbonaten. Möglicherweise vorhandene marine Ablagerungen (auf sekundärer Lagerstätte), welche Natriumchlorid und andere Salze liefern könnten, sind sicher spärlich verteilt und gründlich ausgewaschen.

Der hier hervortretende, äußerst »dünne« Wassertypus tritt wohl in seiner extremsten Form in Brunnen und in weniger tiefen Bohrungen auf den Heideebenen auf (Beispiele: 96.16—114.3, 5, und 7.a nebst anderen), jedoch unterscheidet sich im übrigen das höherliegende Grundwasser der Hügelseln hiervon nicht besonders (Beispiele: 85.60—103.2—131.7.a—150.9). Der vorherrschende Wassertypus ist jedoch reicher an aufgelösten Stoffen, und ein wesentlicher Unterschied scheint auch bei dem etwas tieferen Grundwasser der Quartärablagerungen nicht vorzuliegen, gleichgültig ob dieses nun von den Heideebenen (Beispiele: 158.20—160.8) oder von den Hügelseln (Beispiele: 132.10—150.2—150.7) stammt. Betrachtet man die Vorkommen des etwas härteren Wassers (8—16°) im westlichen Jütland, so scheinen diese hauptsächlich im äußersten Nordwesten und im äußersten Süden aufzutreten; dies hängt natürlich damit zusammen, daß wie es sich gezeigt hat, gerade in diesen Gegenden Geschiebelehm und Diluvialton kalkreicher sind als im mittleren Westjütland.

Das Grundwasser des tertiären Untergrundes im westlichen Jütland ist von ungefähr demselben Typus, da das Tertiär im großen ganzen sehr kalkarm ist. Ganz besonders gilt dies von dem limnischen Tertiär, nämlich Sand und

Braunkohlenlagern (Beispiele: 72.58—84.21—93.9—95.1—104.12—121.1—141.9—151.19).

Die Möglichkeit, in Westjütland auf salzreicheres Wasser zu stoßen, ist recht gering, natürlich abgesehen von dem Infiltrationswasser längs der Küste. Jedoch tritt Residualwasser in interglazialen, marinen Ablagerungen in und um Esbjerg auf (Beispiele: 122.2—130.40 u. 58). Wasser von diesem Typus enthält sozusagen immer eine ganze Menge Nitrat, welches ebenfalls aus marinen Ablagerungen stammt.

Als Mineralwasser müssen sicherlich einige Vorkommen von salzreicherem Wasser in der Gegend NW von Herning angesehen werden (74.18.a—75.2.a). Wie man weiß, ist der Untergrund in dieser Gegend tektonisch gestört, sodaß ohne Zweifel die Möglichkeit für das Aufdringen von Mineralwasser gegeben ist.

#### Ostjütland.

Kann man Westjütland im allgemeinen als die Provinz des weichen Wassers kennzeichnen, so ist zu sagen, daß Ostjütland in erster Linie die Provinz des mittelharten Wassers ist. Die Glazialablagerungen in diesem Landesteil erreichen vielfach eine große Mächtigkeit. Da die Oberfläche bei weitem weniger ausgewaschen ist als in Westjütland und die Ablagerungen überdies eine ganze Menge Kalk enthalten, so ist das Grundwasser im großen ganzen wesentlich härter als in Westjütland. Härtegrade zwischen 8 und 16 sind vorherrschend (Beispiele aus den Quartärablagerungen: 77.2—79.15.e—116.24—125.158—133.61—152.1—160.23).

Jedoch ist auch weicherer Wasser, unter 8°, in Ostjütland keine Seltenheit, weder im Quartär noch im Tertiär. Im Quartär treten natürlich stark ausgewaschene Schmelzwassersande in Urstromtälern auf, die weiches Wasser führen (Beispiele: 87.12—87.15.b). Die relative Armut der Quartärablagerungen — und damit auch des Grundwassers — an Kalk ist hauptsächlich auf eine starke Beimischung von kalkarmem Tertiärmaterial zurückzuführen, und es kann deshalb nicht Wunder nehmen, daß der Tertiäruntergrund selbst hauptsächlich weiches, seltener mittelhartes, Wasser führt (Beispiele: 66.18—87.13—98.58—116.35, nebst 116.33—134.118).

Hartes Wasser von 16—24° und darüber scheint hauptsächlich in der Gegend von Horsens—Aarhus—Djursland aufzutreten und ist hier entweder auf das Vorhandensein von Kalkuntergrund oder auf Beimischung von Kalk oder kalkreichem Paleozän zur Moräne zurückzuführen (Beispiele: 71.8—90.5, nebst 89.113—98.57).

Salzhaltiges Mineralwasser ist in Ostjütland nicht selten; die salzführenden Ablagerungen des tieferen Untergrundes scheinen überall vorhanden zu sein, und das Aufdringen des Salzwassers in die höheren Schichten wird in erster Linie durch die Verwerfungen ermöglicht, die u. a. die Herausbildung der vielen Talsenken und Fördren Ostjütlands bedingen. (Beisp.: 68.9—89.149—169.28).

Der Reichtum dieses Landesteils an Tertiärablagerungen, sowohl anstehenden wie solchen auf sekundärer Lagerstätte im Quartär, bedingt nicht nur primär die relativ weiche Beschaffenheit des Wassers, sondern ermöglicht auch ein sekundäres Weichwerden des Grundwassers durch Ionenaustausch. Im südöstlichen Nordschleswig enthält das Quartär überdies marinen, interglazialen Ton, der in derselben Weise wirkt. Wasser mit Natriumbikarbonat hat daher in Ostjütland eine weite Verbreitung, und es kann sich hierbei natürlich sowohl um Süßwasser (Beispiele: 88.47—89.137—169.59) wie um Salzwasser (Beispiele: 89.149—133.103—169.28) handeln.

Ein ganz interessantes Beispiel für den Zusammenhang zwischen dem geologischen Bau eines Gebietes und der Zusammensetzung des Grundwassers haben wir in den Verhältnissen in und um Aarhus. Die Lage ist hier kurz folgende: Die Aarhus Au liegt in einem Tal, das tief in den Untergrund eingesenkt ist und von Bruchlinien begrenzt sein muß. Im Tale selbst erreichen die Quartärablagerungen eine Tiefe von mindestens 170 m u. M.; das Quartär besteht im wesentlichen aus Moränen- und Schmelzwasserablagerungen, nur zu oberst tritt postglazialer mariner Sand und Schlamm auf. Nördlich und südlich des Tales dagegen erreicht das Tertiär große Höhen, so u. a. in der Stadt selbst.

Der Diluvialkies im Tal führt große Mengen von Grundwasser ins Meer hinaus, und dieses süße Grundwasser ist normalerweise mittelhart und vielleicht schwach alkalisch (Beispiele: 89.113 nebst 89.137 und 139).

Im übrigen treten folgende Wassertypen auf:

Süßes, weiches Wasser mit großem Gehalt von Natriumbikarbonat: unter dem Einfluß des Tertiärs nördlich des Tales (Beisp.: 88.47).

Süßwasser mit großem Sulfatgehalt: stammt aus dem Tertiär, durch Verwitterung bedingt (Beisp.: 89.52).

Salzhaltiges Residualwasser: in den postglazialen marinen Ablagerungen, (Beisp.: 89.146).

Salziges Mineralwasser: in den tieferen Ablagerungen des Tales (Beisp. 88.28).

Salziges Mineralwasser mit Natriumbikarbonat: gleichfalls im Tal (Beisp.: 89.62 in den Jahren 1932 und 1934).

Salziges Mineralwasser, regeneriert: gleichfalls im Tal, besonders in den tieferen Ablagerungen (Beisp.: 89.62 im Jahre 1897—89.122 und 89.149).

Regenerationswasser, aber mit größerem Sulfatgehalt: im Tertiär N des Tales oder durch Zustrom von daher (Beisp.: 89.41.42 und 89.85).

Marines Infiltrationswasser: an der Küste (Beisp.: 89.152).

#### Limfjordgebiet—Himmerland.

Diese Landesteile können mindestens ebenso sehr wie Ostjütland als Provinzen des mittelharten Wassers gelten; Wasser mit den Härtegraden 8—16 ist absolut vorherrschend und es scheint in dieser Beziehung recht gleichgültig zu sein, ob das Wasser dem Quartär entnommen ist oder der Schreibkreide und dem Kalk. Das Quartär ist der Hauptlieferant für Grundwasser im größten Teil des Gebiets (Beisp.: 36.4.b—40.15—44.2—47.20—54.26—56.15), die Schreibkreide und der Kalk besonders im nordöstlichen und nördlichen Teil (Beisp. 24.15—30.11.d—34.46—37.16—41.19). An und für sich ist es recht auffallend, daß nicht einmal der Kalkuntergrund Wasser von größerer Härte als höchstens ungefähr 16° liefert. Daß aber andererseits die Härte des Wassers nicht unter 8° fällt, ist wahrscheinlich eine Folge der Anwesenheit des Kalkuntergrundes und der Beimischung von Kalk zu den Quartärablagerungen.

Wasser von geringerer Härte als 8° kommt vor, wenn auch verhältnismäßig selten (Beisp.: 55.27). Am häufigsten ist es im südwestlichen Teil des Limfjordgebiets, und in denselben Gegenden finden wir auch die — gleichfalls recht seltenen — Vorkommen von Wasser mit Natriumbikarbonat (Beisp.: 48.50—54.5). Beides muß vermutlich damit in Zusammenhang gebracht werden, daß hier der Kalkuntergrund vom Tertiär abgelöst wird, welches an und für sich kalkarm ist und weiterhin zu Ionenaustausch Veranlassung geben kann.

Salzhaltiges Mineralwasser ist in diesem Gebiet nur an einer Stelle angetroffen worden, nämlich bei Hjerm (64.27) und zwar in Verbindung mit einem

Kalkhorst. Die Gegend um den westlichen Limfjord ist im übrigen stark durch Brüche im Untergrund gestört, so daß es an und für sich zu erwarten ist, daß man Mineralwasser an mehreren Stellen antreffen könnte. Möglicherweise sind aber Salzablagerungen im subkretazischen Untergrund so weit nach Norden in Jütland weniger verbreitet.

#### Vendsyssel.

Während die übrigen Teile von Jütland in gewissem Grade durch mehr oder weniger vorherrschende Wassertypen charakterisiert werden konnten, so ist dieses für Vendsyssel nicht möglich. Hier wird das Bild so bunt, wie man es sich überhaupt denken kann.

Dies hängt natürlich damit zusammen, daß auch das geologische Bild besonders vielgestaltig ist (28). Die Provinz wird von marinen, spätglazialen und postglazialen Flächen beherrscht und in diesen marinen Ablagerungen besteht natürlich die Möglichkeit, Residualwasser anzutreffen. Ganz besonders ist dies in Gegenden der Fall, wo Wechsellagerung von Sand und Ton das Residualwasser vor Auswaschung schützt (Beisp.: Postglaziale Ablagerungen: 1.4—25.11—28.1.a. Spätglaziale Ablagerungen: 12.2—17.5.1.b—27.65.a).

Süßwasser kann man dagegen in erster Linie in hochgelegenen Teilen erwarten, wie in den Moränenablagerungen, die über die marinen Flächen emporragen wie z. B. kleinere »Inseln« oder auch das ganze zentrale Vendsyssel. Die Moränenablagerungen enthalten sehr wechselnde Kalkmengen und das Süßwasser kann infolgedessen sehr variierende Härtegrade besitzen (Beisp.: 0—8°: 10.17—26.18-19. — 8—16°: 10.5 — 16—24°: 16.39).

Die mehr oberflächlichen Partien der spät- und postglazialen Ablagerungen können jedoch im Laufe der Zeit so stark ausgewaschen sein, daß sie ebenfalls Süßwasser führen, welches gleichfalls stark wechselnde Härtegrade aufweist (Beisp.: 0—8°: 5.37. 8—16°: 1.4—5.36—17.6—27.64.c. 16—24°: 17.4). Wie sehr die Zusammensetzung des Wassers selbst innerhalb eines begrenzten Gebietes wechseln kann, geht aus einer Reihe von Analysen hervor, welche von Aufschlußbohrungen des Wasserwerks Frederikshavn bei Haandbæk vorliegen (11.17); diese umfassen die Härtegrade 3,6—7,6—7,8—8,1—13,7—21,2. Das sehr weiche Wasser mit der Härte 3,6 besitzt einen Gehalt an Natriumbikarbonat und auch die Mengen anderer Stoffe als Kalzium und Magnesium, wie z. B. von Sulfat, können beträchtlich variieren.

Nun spielen aber nicht nur die spät- und postglazialen Ablagerungen eine Rolle; die interglazialen marinen Ablagerungen der Skærumhede-Serie üben einen mindestens ebenso großen Einfluß auf das Grundwasser aus, da sie sich in großen Teilen von Vendsyssel unter der Moränenlandschaft und unter den jüngeren marinen Ebenen hinziehen oder sekundär der Moräne beigemischt sind. Besonders im nördlichen und östlichen Teil von Vendsyssel kann man daher bei jeder tieferen Bohrung erwarten, auf Residualwasser dieser Herkunft zu stoßen\*) (Beisp.: 2.6—6.7—10.4—11.5—17.3—27.64.b—27.72.a). Recht aufschlußreich ist die Zusammenstellung von Wässern aus den oberflächlichen bzw. tieferliegenden Schichten dieser Gegend, welche auf S. 85 und auf Taf. V. wiedergegeben ist.

Um das Bild noch vielgestaltiger zu machen, üben die marinen Ablagerungen in Vendsyssel ihren Einfluß außer auf den Chloridgehalt des Grundwassers auch noch in einen anderem Punkt aus; sie wirken nämlich stark ionentau-

\*) Es handelt sich hier übrigens um dieselben Ablagerungen, welche brennbares Gas produzieren. Gas und Salzwasser sind daher oft in ihrem Auftreten aneinander gebunden.

schend. Infolgedessen finden sich zu sozusagen allen Wassertypen auch Paralleltypen mit Natriumbikarbonat:

- Beisp.: Diluvialsand (Moränengebiet), Süßwasser: 18.8.  
 Postglaziale marine Ablagerungen, Süßwasser: 11.17—16.37—  
 27.42—27.67—27.72.b.  
 Spätglaziale marine Ablagerungen, Süßwasser: 6.13—27.39—27.41.  
 Spätglaziale marine Ablagerungen, Salzwasser: 17.51.b—27.9.  
 Interglaziale Ablagerungen, Salzwasser: 17.3—17.14—27.72.a—  
 28.1.a+b.

#### Fünen.

Die Eigenschaften des Grundwassers auf Fünen sind in allen ihren wesentlichen Zügen durch den Charakter der Quartärgebilde bedingt. Es sind fast ausschließlich Quartärablagerungen (Diluvialsand und -kies), welche für die Wasserversorgung hier eine Rolle spielen; nur im östlichsten Fünen (einschließlich Nord-Langeland) bis nach Odense ist der präquartäre Untergrund von einiger Bedeutung für die Wasserversorgung, und zwar in Gestalt des Bryozoenkalkes und des paleozänen Grünsandkalkes oder Schiefers.

Wegen des recht großen Reichtums der Quartärablagerungen an beigemischtem Kalk umfaßt das Grundwasser die mittelharten und harten Grade, nämlich etwa 10—20° (Beisp.: 127.5—134.131—135.16.a—144.10—145.36—155.27.a—156.17—163.13—164.59—178.9). Eine ähnliche Härte kann man natürlich auch bei Wasser aus dem eigentlichen Kalkuntergrund erwarten. (Beisp.: 147.6).

Außer Kalk enthalten die Quartärablagerungen auch recht häufig ionentauschende Mineralien, größtenteils wahrscheinlich tertiären Ton. Hierdurch entsteht ein Wassertypus mit einem geringen Gehalt von Natriumbikarbonat und mit Härtegraden, die nur sehr wenig von denen des gewöhnlichen Süßwassers abweichen (Beisp.: 127.6—136.28—135.11-13). Auf Südfünen und den südfünenschen Inseln sind nun aber, ebenso wie in Nordschleswig, Vorkommen von interglazialen marinen Ton recht verbreitet, und diese scheinen ein noch größeres Ionenaustauschvermögen zu besitzen. Infolgedessen finden wir in diesen Gegenden Wasser mit einem größeren Gehalt an Natriumbikarbonat und geringerer Härte (Beisp.: 171 Søby—172.10).

Salziges Mineralwasser tritt stellenweise auf, besonders innerhalb zwei Gebieten: auf einem schmalen Streifen von Nyborg über Odense und weiter nach WNW, und auf dem mittleren Langeland. Die Abhängigkeit der Salzwasservorkommen von den Bruchlinien des Untergrundes wird durch den vollkommen geradlinigen Verlauf des Streifens Nyborg—Odense betont (Beisp.: 136.3—146.23—146.24—146.60—146.65—173.31). Das Salzwasser tritt vorzugsweise im präquartären Untergrund auf, breitet sich aber im übrigen auch in den anstoßenden Schichten von Diluvialsand aus.

Wo der ionentauschende Einfluß der Paleozänablagerungen seine Wirkung ausüben kann, kann Salzwasser mit einem großen Gehalt von Natriumbikarbonat entstehen. Die Bedingungen hierfür sind besonders um Odense herum vorhanden (Beisp.: 137.57—146.31).

#### Nordseeland.

In Bezug auf die Wasserversorgung ist im ganzen nordöstlichen, östlichen und südlichen Seeland der Kalkuntergrund das bei weitem wichtigste Gestein.

Zwar ist das Quartär, wo es überhaupt eine einigermaßen beträchtliche Mächtigkeit erlangt, ziemlich reich an Sand- und Kiesschichten, hat man aber Bedarf für größere Wassermengen, so wird fast immer eine Bohrung bis zum Kalk als dem sichersten Lieferanten niedergebracht. Da dieser Untergrund ja sozusagen aus reinem Kalziumkarbonat besteht, so kann es nicht Wunder nehmen, daß das Grundwasser im großen ganzen hart ist; Härtegrade unter 8° finden sich kaum. Auffallender ist es, daß sich trotzdem Unterschiede in der Zusammensetzung des Grundwassers nachweisen lassen, selbst in Fällen, wo das Wasser aus denselben Ablagerungen stammt.

Nordseeland nördlich einer Linie Hellerup—Jyllinge bildet eine Provinz mittelhartes Wassers mit den Härtegraden 8—16. Wasser mit über 16° findet sich zwar, tritt aber zurück. Für den ganzen Typus des Wassers scheint es recht belanglos zu sein, ob es dem Quartär (Beisp.: 8—16°: 182.10—188.103—200.62-63. 16—24°: 193.94—194.25—199.10) oder dem Kalkuntergrund (Beisp.: 8—16°: 188.93—192.12—193.4—200.296. 16—24°: 192.11—194.45—201.222) entnommen ist.

Eine andere Erscheinung, welche Nordseeland im Gegensatz zu Süd- und Ostseeland kennzeichnet, ist das verhältnismäßig häufige Auftreten von Wasser mit Natriumbikarbonat. Man muß hier zwischen zwei Typen unterscheiden: 1) weiches Wasser mit großem Natriumbikarbonat-Gehalt, ein Typus, der in Nordseeland nur aus dem Paleozän von Maarum bekannt ist (187.28), 2) mittelhartes Wasser mit geringem Gehalt von Natriumbikarbonat, ein recht verbreiteter Typus (Beisp.: 182.5—186.6—187.32—188.120-123—193.5).

Während ein Typus wie das »Maarumwasser« eine lokal bedingte Ausnahme ist, kann das mittelharte Grundwasser als der für Nordseeland normale Typus bezeichnet werden, gleichgültig ob mit oder ohne Natriumbikarbonat-Gehalt. Das Auftreten beider Arten von mittelhartem Wasser ist auch dadurch erklärlich, daß die recht mächtigen Quartärablagerungen des Gebiets ziemlich arm an beigemischtem Kalk, gleichzeitig aber recht reich an interglazialen marinem Ton sind. Dieser ist zweifellos in einem gewissen, wenn auch nicht sehr starken Ausmaße ionentauschend; es besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen den Härtegraden von Wasser mit und ohne Natriumbikarbonat.

Eigentümlicherweise scheint der Grundwassertypus ganz unabhängig zu sein von dem geologischen Horizont, welchem das Wasser entnommen wird. Wasser aus dem Kalk ist durchgehends nicht härter als Wasser aus dem Quartär. Sicherlich ist dies nur so zu verstehen, daß das Grundwasser sein Gepräge in chemischer Hinsicht in den oberen Erdschichten und nicht in besonders großer Tiefe erhält. Die Erfahrungen von Westjütland deuten ganz ausgesprochen in derselben Richtung; das Entscheidende scheint der Grad der Auswaschung in den obersten Bodenschichten zu sein.

#### Süd- und Ostseeland.

Wie bereits erwähnt, ist auch im südlichen und östlichen Seeland der Kreide- und Kalkuntergrund der wichtigste Wasserhorizont, aber zum Unterschiede von Nordseeland fehlt das mittelharte Grundwasser beinahe gänzlich; die Härtegrade 16—24 dominieren (Beisp.: 201.161—207.214—208.39—218.22—221.52—222.24—226.14). Die Ursache hierfür ist sicherlich nicht so sehr im Kalkreichtum des Untergrundes als vielmehr in dem der Quartärschichten zu suchen.

Natriumbikarbonat-haltiges Wasser findet sich zwar, spielt aber eine äußerst geringe Rolle (Beisp.: 213.18—222.5—222.16).

Salzhaltiges Mineralwasser ist in größerer Erstreckung als in Nordseeland anzutreffen, besonders in Kopenhagen, S. von Køge und in Südseeland (Beisp.: 201.12—216.15—217.1.c—220.15—221.79—222.27).

#### West- und Mittelseeland.

In Bezug auf das gewöhnliche süße Grundwasser, wie es den im allgemeinen mächtigen Quartärschichten entnommen wird, gehört Mittel- und Westseeland in dieselbe Klasse wie Süd- und Ostseeland. Wasser mit den Härtegraden 16—24 ist absolut vorherrschend; Wasser von geringerer Härte als 16° wird nur selten angetroffen. Der Grund hierfür liegt unzweifelhaft in dem großen Kalkreichtum der Quartärablagerungen (Beisp.: 190.14—196.44—204.26—210.6—210.28—214.72).

Neben diesem Haupttypus tritt — ebenfalls im Quartär — ein Wassertypus von etwa derselben Härte (ca. 15—18°) auf, der aber einen geringen Gehalt an Natriumbikarbonat aufweist. (Beisp.: 196.22—196.33—197.25—210.28—214.72). Dieser Typus muß von ionentauschenden Stoffen beeinflußt worden sein, wahrscheinlich von marinem Tertiärton und marinem Interglazialton, die als Beimischung im Quartär auftreten.

Im Gegensatz hierzu steht der Wassertypus, welcher für den paleozänen Untergrund Mittelseelands charakteristisch ist: sehr weiches Wasser, gewöhnlich von einer Härte unter 5° und mit einem großen Gehalt an Natriumbikarbonat. Der Typus ist so ausgesprochen an das ältere Tertiär gebunden, daß seine Abhängigkeit von den darin enthaltenen Zeolithen über jeden Zweifel erhaben ist. Dies wird überdies auch durch das Auftreten desselben Typus im Paleozän bei Maarum bestätigt (187.28). Seine extreme Ausbildung erreicht dieser Wassertypus bei Alsted Mølle (211.23) mit einer Härte von 0,6 und einem großen Gehalt an  $\text{NaHCO}_3$  sowie an  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; der  $\text{NaHCO}_3$ -Typus hat im übrigen eine weite Verbreitung in Mittelseeland (Beisp.: 206.33—206.137—206.138—211.16-17—211.20—211.24—211.27—215.6—216.16).

Außer den erwähnten Süßwasserarten spielt salziges Mineralwasser in Mittel- und Westseeland eine hervortretende Rolle; in gewissen Gegenden kann man damit rechnen, bei jeder tieferen Bohrung auf Salzwasser zu stoßen (s. Taf. XVII). Da dieses Mineralwasser die ionentauschenden Ablagerungen des Paleozäns passieren muß, in denen es auch am häufigsten angetroffen wird, so tritt es doch beinahe immer als eine salzige Parallele zu dem weichen Wasser auf: mit einer sehr geringen Härte (bisherab zu 0°) und einem großen Gehalt an Natriumbikarbonat. (Beisp.: 190.8—197.29.d—198.45—210.60—211.13—216.31—216.32). Der vollständige Austausch ist in Glumsø verwirklicht (216.32), wo nur Natriumbikarbonat, -karbonat und -chlorid vorhanden sind. Man kann jedoch alle Übergänge über härteres, natriumbikarbonathaltiges Salzwasser (Beisp.: 209.11—210.24—215.24.b) bis zu Salzwasser ohne Natriumbikarbonat (Beisp.: 198.19—206.117-118—210.68) antreffen. Die verschiedenen Wassertypen aus dem Paleozän von Seeland bilden im übrigen eine vollkommene Parallele zu den Typen aus dem Paleozän von Odense.

#### Lolland-Falster.

Die Grundwassertypen von Lolland-Falster stehen denen von Südseeland sehr nahe. Nördlich einer Linie etwa von Nakskov nach Gedser besteht der Untergrund aus verhältnismäßig hochgelegener Schreibkreide, und auch das Quartär muß reich an beigemischter Kreide sein. Das Grundwasser ist daher



ausgesprochen hart, 16—24°, und man kann keinen wesentlichen Unterschied sehen zwischen Wasser aus dem Diluvialkies (Beisp.: 229.15—232.45—236.5-6) und aus der Kreide (Beisp.: 231.29—232.73—237.31—238.53—238.81).

Außer durch das harte Süßwasser ist Lolland-Falster in hohem Grade durch salziges Mineralwasser gekennzeichnet (s. Taf. XVII); das Risiko, salzhaltiges Wasser anzutreffen, ist sozusagen bei jeder tieferen Bohrung in dieser Gegend vorhanden, und besonders groß wird dieses Risiko südlich der erwähnten Linie Nakskov—Gedser. Hier findet sich nämlich keine wasserführende Kreide in erreichbarer Tiefe; der Untergrund besteht aus fettem Tertiärton, und wasserführende Sand- oder Kiesschichten sind in dem höheren Quartär oft nur spärlich vorhanden.

Im allgemeinen ist das Salzwasser etwa ebenso hart wie das Süßwasser (Beisp.: 232.64—236.31—236.33—238.36—238.52—240.2). Da Tertiärton im Untergrunde vorhanden und dem Quartär beigemischt ist, findet recht häufig Ionenaustausch statt, und dieser Prozeß kann natürlich Wasser von geringerer Härte und mit einem Gehalt an Natriumbikarbonat erzeugen (Beisp.: 235.27.e—242.5). Sehr oft verläuft der Prozeß jedoch auch in entgegengesetzter Richtung, besonders bei Salzwasser von höherer Konzentration, sodaß ein hartes Regenerationswasser das Resultat ist (Beisp.: 235.34—236.10—240.16—242.27).

#### Bornholm.

Bei der Vielgestaltigkeit Bornholms in geologischer Beziehung kann es nicht Wunder nehmen, daß auf der Insel beinahe alle Grundwassertypen auftreten. Die einzige gemeinsame Eigenschaft ist, daß das süße Grundwasser niemals eine große Härte erreicht; das mittelharte Wasser, 8—16°, ist absolut vorherrschend.

Die Ursache hierfür liegt ganz einfach darin, daß sowohl die verschiedenen anstehenden Gesteine, wie auch das Quartär recht kalkarm sind. Im Quartär vermißt man gänzlich die großen Mengen von beigemischt Kalk und beigemischter Kreide, welche für das übrige Dänemark so kennzeichnend sind; nur härtere paläozoische und mesozoische Kalksteine treten auf, und im übrigen erreicht das Quartär auf Bornholm nur eine geringe Mächtigkeit.

In großen Gebieten der Insel ist man auf das oberflächliche Wasser von Brunnen in oder über der Oberfläche des Granits (Beisp.: 244.10—247.12) oder Sandsteins (Beisp.: 247.1—247.7) angewiesen. Daß Wasser dieses Ursprungs recht kalkarm ist und auch in anderer Beziehung (Nitratgehalt, größerer Sauerstoffverbrauch) den Charakter von Oberflächenwasser hat, ist nur natürlich.

Tieferliegendes Grundwasser kann man eigentlich nur aus den mesozoischen Sedimenten im westlichen Bornholm erhalten. Von diesen sind die Juraschichten nicht nur kalkarm, sondern wirken in der Regel auch stark ionentauschend, sodaß diese Schichten entweder mittelhartes oder noch weiches Wasser mit Gehalt an Natriumbikarbonat liefern (Beisp.: 246.24 und 62—246.47—246.56). Die einzige wasserführende Kreideablagerung, die eine größere Verbreitung besitzt, ist der Grünsand, und auch dieser liefert ein weiches oder mittelhartes Wasser (Beisp.: 246.14-21—246.63—246.71).

Salzhaltiges Mineralwasser ist nur von Røbjerg bekannt (Beisp.: 244.6—244.8). Dieses scheint teilweise regeneriert zu sein, wahrscheinlich beim Durchgang durch die Juraschichten (Härte 30°).

## Litteratur.

- 1 ANDERSEN, JOHS. og ODUM, HILMAR: Om Forekomsten af saltførende Aflejringer i Danmarks Undergrund. — D. G. U. II. R. Nr. 52. — 1930.
  - 2 BASSE, N.: Grundforbedringsarbejder samt Mose- og Engkultur. 2. Udg. — Viborg 1925.
  - 3 BEHREND, F. und BERG, G.: Chemische Geologie. — Stuttgart 1927.
  - 4 BEYER, ANDR.: Vejledning til Undersøgelse og Bedømmelse af Vand. — København 1900.
  - 5 BONDORFF, K. A.: Kationombytning i Jorden. I. — Tidssk. for Planteavl. Bd. 40, S. 767. — København 1935.
  - 6 BONNESEN, E. P., BØGGILD, O. B. og RAVN, J. P. J.: Carlsbergfondets Dybdeboring. — København 1913.
  - 7 BRANDORFF, J. O. og HANSEN, SIGURD: Grundundersøgelser i Kolding. — D. G. U. IV. R. Bd. 2. Nr. 2. — 1927.
  - 8 CLARKE, F. W.: The Data of Geochemistry. — U. S. Geol. Survey. Bulletin 770. — Washington 1924.
  - 9 COLDING, A.: Om Lovene for Vandets Bevægelse i Jorden. — Vidsk. Selsk. Skr., 5. Rk., natv.-math. Afd., IX, Bd. 8. — København 1872.
  - 10 FEILBERG, AAGE og FEILBERG, C. L.: Foreløbig Beretning om nogle Undersøgelser vedrørende Afstrømningen gennem Drænledninger. — Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Aarskrift 1928, S. 37. — København.
  - 11 — 2. Beretning om Dræningsforsøget i Skovlunde. — Smst. 1932, S. 1.
  - 12 — 1. Beretning om Dræningsforsøget paa Østergaard. — Smst. 1934, S. 75.
  - 13 } FELLEBERG, TH.: Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. —
  - 14 } I. Biochemische Zeitschr. Bd. 139. 1923. II. Smst. Bd. 152. 1924. — Berlin.
  - 15 GAARDER, T. og VINDENES A.: Bergensvannets kjemiske Egenskaper. — Bergens Museums Årbok 1933. Naturvidsk. Rekke. — Bergen.
  - 16 GANS, R.: Über die chemische oder physikalische Natur der kolloidalen, wasserhaltigen Tonerdesilikate. — Centralbl. für Mineral., Geol. und Paläontologie. 1913, S. 699 und 728. — Stuttgart 1913.
  - 17 GOLDSCHMIDT, V. M.: Drei Vorträge über Geochemie. — Geol. Fören. Förhandl. i Stockholm. Bd. 56, S. 385. — Stockholm 1934.
  - 18 GRØN, HOWARD: Hvad Nytte er Skoven til? — Viborg 1934.
  - 19 GRØNTVED, P.: Om Plantevæksten i og ved Tissø. — Bot. Tidsskr. Bd. 43, Hefte 3. — København 1935.
  - 20 GRØNWALL, K. A. og MILTHERS, V.: Kortbladet Bornholm. — D. G. U. I. R. Nr. 13. — 1916.
  - 21 HANSEN, FRODE: Undersøgelser af Regnvand. — Tidsskr. for Planteavl. Bd. 37, Hefte 1. — København 1931.
  - 22 HAUCH, L. A. og MILTHERS, V.: Skoven og Grundvandet. — København 1928.
- Danmarks Geologiske Undersøgelse. III. Række. Nr. 26.

- 23 HECK, H.-L.: Das Grundwasser im Zusammenhang mit dem geolog. Bau Schleswig-Holsteins. — Preuss. Geol. Landesanstalt. — Berlin 1932.
- 24 HOLMSEN, G.: Grundvandet i vore Lerafsætninger. — Norges geol. Undersøkelse. Nr. 135. — Oslo 1930.
- 25 HÖJER, J. A.: Untersuchungen über den endemischen Kropf in Schweden. — Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 110, S. 239. — Berlin 1929.
- 26 JANSEN, HANS: Undersøgelser over Radioaktiviteten i nogle danske Kilder. — Nord. Tidsskr. for Terapi. 1910. — København.
- 27 JESSEN, A.: Kortbladene Skagen, Hirshals, Frederikshavn, Hjørring og Lokken. — D. G. U. I. R. Nr. 3. — 1899.
- 28 — Vendsyssels Geologi. — D. G. U. V. R. Nr. 2. — 1918 og 1936.
- 29 — m. fl.: En Boring gennem de kvartære Lag ved Skærumhede. — D. G. U. II. R. Nr. 25. — 1910.
- 30 KNUDSEN, SØNCKE og PAPE, C. H.: Fremskaffelse og Bedømmelse af Vand til Mejerier og Landbrug. — København 1930.
- 31 KØBENHAVNS VANDFORSYNING. Aarsberetning 1928—29.
- 32 — Beretning om nogle af Københavns Vandforsyning foretagne geologiske, hydrologiske, kemiske og bakteriologiske Undersøgelser i Anledning af paatænkte Vandindvindingsanlæg Vest for Roskilde (Værket ved Lejre). — 1935.
- 33 — Københavns Vandforsyning 1909—1934. — København 1934.
- 34 MADSEN, VICTOR, m. fl.: Oversigt over Danmarks Geologi. — D. G. U. IV. R. Nr. 4. — 1928.
- 35 MADSEN, V., ØDUM, H. og GRY, H.: Boringerne ved Langbrogaard ved Sønderborg. — D. G. U. II. R. Nr. 55. — 1935.
- 36 MATTHES, H. und WALLRABE, G.: Die Zusammensetzung Ostpreussischer Trinkwässer mit besonderer Berücksichtigung des Jod- und Alkaligehaltes. — Schr. der Physikalisch-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg. Bd. 65, Heft. 2. — Königsberg in Pr. 1927.
- 37 METEOROLOGISK INSTITUT, Det Danske: Danmarks Klima. — København 1933.
- 38 MILTHERS, V.: Brøndboringer og artesisk Grundvand i det sydlige Sjælland. — D. G. U. II. R. Nr. 21. — 1919.
- 39 MUNCH-PETERSEN, J.: Kulturteknisk Vandbygning. I. Del. — København 1924.
- 40 MØLLER, J.: Studier over Ionbytningsprocessen med særligt Henblik paa Agrikulturkemi. — København 1935.
- 41 OHLMÜLLER, W. und SPITTA, O.: Die Untersuchung und Beurteilung des Wassers und des Abwassers. — Berlin 1931.
- 42 PIPER, A. M.: Ground Water in Southwestern Pennsylvania. — Pennsylvania Geological Survey. 4' Series, Bull. W. 1. — Harrisburg 1933.
- 43 PRINZ, E.: Hydrologie. 2. Aufl. — Berlin. 1923.
- 44 PRYTZ, K.: Sammenhængen mellem Nedbør og Tilstømning til Nissum Fjord. — Danmarks Naturvidenskabelige Samfund. A. Nr. 12. — København 1927.
- 45 — En Nedbørs-Undersøgelse og en Maaling paa Drænuddøb i Store Vildmose. — Tidsskr. for Planteavl. Bd. 36, Hefte 4, S. 646. — København 1930.
- 46 RAMBERG, LUDWIG: Kemisk Undersøgning av Malmö Stads Vattenfattning vid Torreberga. — Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2. Bd. 8. Nr. 5. — Kongl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd. 28. Nr. 5. — Lund og Leipzig 1912.
- 47 RICHTER, J. G.: Om Sveriges Grundvattenförhållanden. — Stockholm 1911.
- 48 RIIS, AXEL: Lidt om Vandundersøgelser. — Stads- og Havneingeniøren. 18. Aarg. Nr. 8. — København 1927.
- 49 TECHT-HANSEN, F.: Beretning om Det Danske Hedeselskabs kulturtekniske Afdelings hydrometriske Undersøgelser 1928—1932. (4. Beretning). — Slagelse 1934.

- 50 THOMPSON, DAVID G.: Ground Water Supplies of the Atlantic City Region. — Reports of the Dpt. of Conservation and Development, State of New Jersey. — Trenton N. J. 1928.
- 51 TROEDSSON, GUSTAF T.: Undersökning av Möjligheten att erhålla Grundvatten från Hälsingborgstraktens Berggrund. — Hälsingborg 1934.
- 52 VERSLUYS, J.: Subterranean Water Conditions in the Coastal Regions of the Netherlands. — Economic Geology. Vol. XXVI, Nr. 1. — Lancaster, Pa. 1931.
- 53 — De Verdeeling van zoet en zout Water in Nederland's Bodem en de Invloed, daarop uitgeoefend door Menschelijk Ingrijpen. — De Ingenieur 1931. Utrecht.
- 54 WEITHOFER, K. A.: Das Vorkommen von Erdöl und Erdgas, von Jod und Schwefelwasser im südlichen Bayern. — Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellsch. Bd. 87, S. 166. — Berlin 1935.
- 55 ODUM, HILMAR: Den prækvartære Undergrund ved Sønderborg. — Mindre Medd. fra D. G. U.'s Borearkiv. Nr. 11. M. D. G. F. Bd. 8. S. 262. — 1933.
- 56 — Grundvand, Drikkevand og Mineralvand. — FABER og NORGAARD: »Haandbog i Diætetik«, S. 97. — København 1933.
- 57 — Grundvandsforholdene i Tønder-Marsken. D. G. U. IV. R. Bd. 2. Nr. 12. — 1934.
- 58 — Træk af den prækvartære Undergrunds Geologi paa Sjælland m. v. (Foredragsref.). — M. D. G. F. Bd. 8, Hefte 5. — 1935.
- 59 — Grundvand og Vandindvinding. — D. G. U. III. R. Nr. 25. — København 1935.
- 60 ØLLGAARD, G. R.: Fremskaffelse og Beskaffenhed af Drikkevand i Danmark. — Ingeniøren. S. 724. — København 1915.

## Omregningstabeller m. m.

Atomvægte.	Ækvivalentvægte.		
Aluminium (Al).....	26,97	$\text{CO}_3^{--}$ .....	30,00
Barium (Ba).....	137,36	$\text{HCO}_3^-$ .....	61,00
Bor (B).....	10,82	$\text{CO}_2^*$ ).....	22,00
Brint (H).....	1,01	$\text{NaHCO}_3$ .....	84,00
Brom (Br).....	79,92	$\text{SO}_4^{--}$ .....	48,03
Fosfor (P).....	31,02	$\text{H}_2\text{SO}_4$ .....	49,05
Ilt (O).....	16,00	$\text{SO}_3$ .....	40,03
Jern (Fe).....	55,84	$\text{Cl}^-$ .....	35,46
Jod (J).....	126,93	HCl.....	36,47
Kalcium (Ca).....	40,08	$\text{NO}_3^-$ .....	62,00
Kalium (K).....	39,10	$\text{HNO}_3$ .....	63,01
Klor (Cl).....	35,46	$\text{N}_2\text{O}_5$ .....	54,00
Kulstof (C).....	12,00	$\text{Ca}^{++}$ .....	20,04
Kvælstof (N).....	14,01	CaO.....	28,04
Lithium (Li).....	6,94	$\text{Mg}^{++}$ .....	12,16
Magnium (Mg).....	24,32	MgO.....	20,16
Mangan (Mn).....	54,93	$\text{Fe}^{++}$ .....	27,92
Natrium (Na).....	23,00	FeO.....	35,92
Radium (Ra).....	225,97	$\text{Mn}^{++}$ .....	27,47
Silicium (Si).....	28,06	MnO.....	35,47
Strontium (Sr).....	87,63	$\text{NH}_4^+$ .....	18,05
Svovl (S).....	32,06	$\text{NH}_3$ .....	17,04
		$\text{Na}^+$ .....	23,00
		$\text{Na}_2\text{O}$ .....	31,00
		$\text{K}^+$ .....	39,10
		$\text{K}_2\text{O}$ .....	47,10

\*) helbunden  $\text{CO}_2$  eller halvbunden  $\text{CO}_2$ .

### Eksempel paa Omregning af Analyse.

Originale Analyse mg/l	Milliækvivalenter/l	Omregnet Analyse mg/l	
$\text{CO}_2$ , total.....	326	$\text{CO}_2$ , fri.....	12
$\text{CO}_2$ , fri + halvbunden.	169	$\text{HCO}_3^-$ .....	435
$\text{H}_2\text{SO}_4$ .....	7	$\text{SO}_4^{--}$ .....	7
HCl.....	32	$\text{Cl}^-$ .....	31
$\text{HNO}_3$ .....	0	$\text{NO}_3^-$ .....	0
		Anioner, ialt... 8,159	

Originale Analyse mg/l	Milliækvivalenter/l	Omregnet Analyse mg/l
CaO..... 97	3,454	Ca <sup>++</sup> ..... 69
MgO..... 33	1,637	Mg <sup>++</sup> ..... 20
FeO..... 0,9	0,025	Fe <sup>++</sup> ..... 0,7
NH <sub>3</sub> ..... 0,5	0,029	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ..... 0,5
Iltforbrug..... 2,1	Kationer, bestemt 5,145	Iltforbrug..... 2,1
pH..... 7,6		pH..... 7,6
HNO <sub>2</sub> ..... 0		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ..... 0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... 0		PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> ..... 0
	3,014	Na <sup>+</sup> (beregnet)... 69
	1,991	NaHCO <sub>3</sub> (beregnet) 167

Ved Beregning af Milliækvivalenter HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> findes først halvbunden CO<sub>2</sub>, altsaa  $326 \div 169 = 157$  mg/l. Da Ækvivalentvægten af CO<sub>2</sub> er 22, er der  $157 : 22 = 7,136$  Milliækvivalenter. Mængden af fri CO<sub>2</sub> er  $169 - 157 = 12$  mg/l.

For de øvrige Stoffers Vedkommende finder man Mængden af Milliækvivalenter ved Division af mg/l med Stoffets Ækvivalentvægt. I Analysen er Na<sup>+</sup> og K<sup>+</sup> ikke bestemt, men kan nu findes ved Beregning, idet Summen af Milliækvivalenter Anioner skal være lig Summen af Milliækvivalenter Kationer. Man finder saaledes  $8,159 \div 5,145 = 3,014$  Milliækvivalenter Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>, og da Mængden af K<sup>+</sup> i Almindelighed kun er lille, opgives oftest Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> beregnet som Na<sup>+</sup>, og det bliver her  $3,014 \times 23 = 69$  mg/l.

Ved den her anførte Analyse er der flere Milliækvivalenter HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> end af de bestemte Kationer, hvorfor Vandet maa indeholde Natriumbikarbonat, nemlig  $7,136 \div 5,145 = 1,991$  Milliækvivalenter eller  $1,991 \times 84 = 167$  mg/l NaHCO<sub>3</sub>. Ved disse Beregninger af Na<sup>+</sup> og NaHCO<sub>3</sub> gaar man ud fra, at alle Ioner med Undtagelse af Na<sup>+</sup> (og K<sup>+</sup>) er bestemt. Ved Omregning af de andre Stoffer til Ioner, multiplicerer man Milliækvivalenter/l med Ionens Ækvivalentvægt og faar mg/l af Ionen.

Diagram over Analysen se Tavle II, Analyse Nr. 216.44.

### Faktorer til Brug ved Omregning af Metaliter, Syrer m. m. til Ioner.

Søgt:	Opgivet:	Faktor:
Karbonat CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> .....	Normalt Karbonat CO <sub>2</sub> .....	1,3636
Bikarbonat HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	Fri+halvbunden CO <sub>2</sub> og total CO <sub>2</sub> *)	
—	Halvbunden CO <sub>2</sub> eller helbunden CO <sub>2</sub> .....	2,7727
—	Hel-+halvbunden CO <sub>2</sub> («Bikarbonatkulsyre») ....	1,3863
Fri Kuldioxid CO <sub>2</sub> .....	«Kulsyre, fri HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ».....	0,7213
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>---</sup> .....	Svovlsyre H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	0,9796
—	Svovlsyreanhydrid («vandfri Svovlsyre») SO <sub>3</sub> .....	1,2000
Klorid Cl <sup>-</sup> .....	Saltsyre HCl.....	0,9726

\*) Total CO<sub>2</sub> ÷ (fri + halvbunden) CO<sub>2</sub> = helbunden CO<sub>2</sub> = halvbunden CO<sub>2</sub>.  
 Fri + halvbunden CO<sub>2</sub> ÷ halvbunden CO<sub>2</sub> = fri CO<sub>2</sub>.

Nitrat $\text{NO}_3^-$ .....	Salpetersyre $\text{HNO}_3$ .....	0,9841
— .....	Salpetersyreanhydrid $\text{N}_2\text{O}_5$ .....	1,1481
Kalcium $\text{Ca}^{++}$ .....	Kalk $\text{CaO}$ .....	0,7147
Magnium $\text{Mg}^{++}$ .....	Magnesia $\text{MgO}$ .....	0,6032
Jern (Ferro) $\text{Fe}^{++}$ .....	Jernilte (Ferrooxyd) $\text{FeO}$ .....	0,7773
Mangan $\text{Mn}^{++}$ .....	Manganilte (Manganooxyd) $\text{MnO}$ .....	0,7745
Ammonium $\text{NH}_4^+$ .....	Ammoniak $\text{NH}_3$ .....	1,0588
Natrium $\text{Na}^+$ .....	Natriumilte $\text{Na}_2\text{O}$ .....	0,7419
Kalium $\text{K}^+$ .....	Kaliumilte $\text{K}_2\text{O}$ .....	0,8301

Har man en Vandanalyse, hvor Stofferne ikke er opgivet i Ioner, og man for at kunne drage Sammenligning ønsker dem omregnet til saadanne, kan det gøres direkte ved Anvendelse af ovenstaaende Faktorer.

Eks. 1. Opgivet: Total  $\text{CO}_2$  326 mg/l, fri + halvbunden  $\text{CO}_2$  169 mg/l. Der er da  $326 \div 169 = 157$  mg/l halvbunden  $\text{CO}_2$ ;  $157 \times 2,7727 = 435$  mg/l  $\text{HCO}_3$ . —  $169 \div 157 = 12$  mg/l fri  $\text{CO}_2$ .

Eks. 2. Opgivet:  $\text{CaO}$  97 mg/l. Der er da  $97 \times 0,7147 = 69$  mg/l  $\text{Ca}^{++}$ .

#### Beregning af Haardhedsgraden.

Har man i Analysen opgivet mg/l  $\text{CaO}$  og  $\text{MgO}$ , da fremgaar Haardhedsgraden af følgende Formel:

$$\text{Haardhedsgraden} = \frac{\text{CaO} + 1,4 \text{ MgO}}{10}$$

Har man opgivet mg/l  $\text{Ca}^{++}$  og  $\text{Mg}^{++}$ , da bliver Formlen:

$$\text{Haardhedsgraden} = \frac{1,4 \text{ Ca}^{++} + 2,3 \text{ Mg}^{++}}{10}$$

## Atlasblad-Inddeling og „Stedregister“.

Da de i dette Arbejde anvendte Stednavne er af meget ulige Valens (større og mindre Byer, Navne paa Gaarde og Mejerier), har vi anset det for uhensigtsmæssigt at udarbejde noget egentligt Stednavneregister.

I Stedet mener vi det mere praktisk her at meddele en Oversigt over den Inddeling i Atlasblade, der ligger til Grund for de Løbenumre, hvormed alle Lokalteter er forsynet; Løbenumrene refererer iøvrigt til D. G. U.'s Borearkiv.

Saa at sige alle omhandlede Lokalteter er opført i Nummerorden: Kap. V, »Geologisk Bilag« (S. 125—156), og herfra henvises der til den Side, hvor Vandanalyse o. l. findes. — Ønsker man i Almindelighed

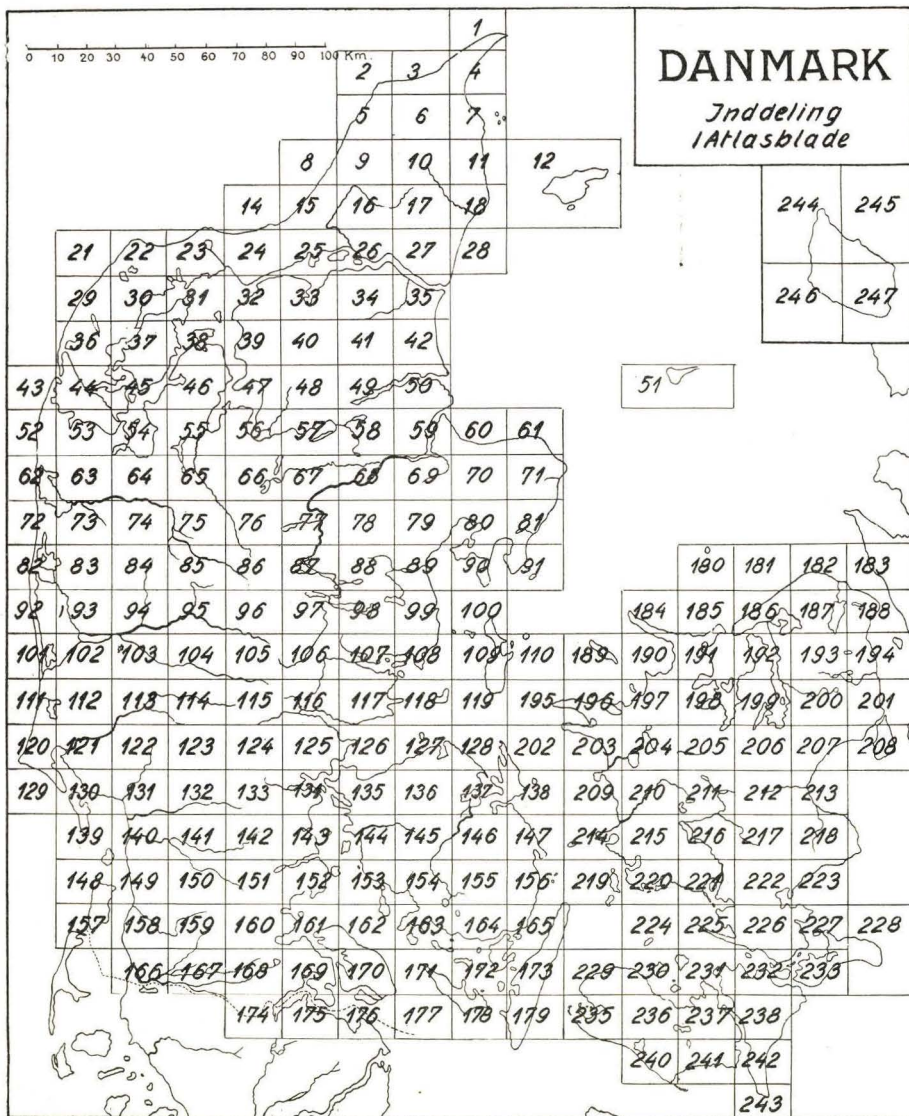


Fig. 19. Inddeling i Atlasblade (1: 40 000).

Oplysning om Forholdene paa en bestemt Egn, vil man med Udgangspunkt i den paa Fig. 19 meddelte Atlasblad-Inddeling let finde sig tilrette i Kap. V m. v.



## Forklaring til den grafiske Fremstilling af Vandanalyser.

Til at anskueliggøre den store Forskel i saavel Saltkoncentration som de enkelte Ioners Mængdeforhold i Vandanalyserne har vi fundet det

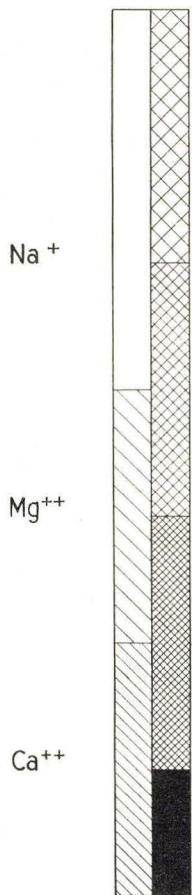


Fig. 20.

Grafisk Fremstilling af Vandanalyser findes Side 75, 95, 106 og 108, samt paa Tavlerne I—VIII.

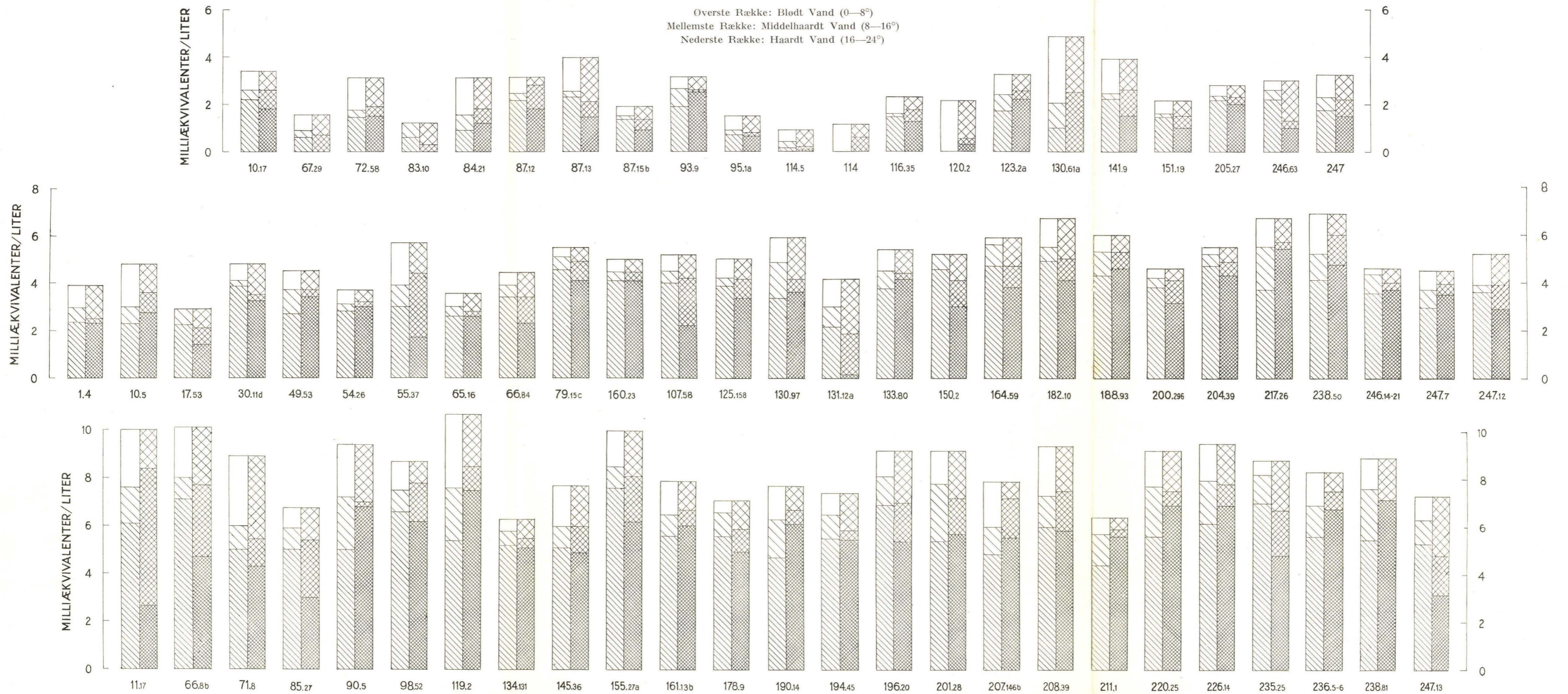
NB. Bemærk den forskellige Maalestok ved Ferskvands og Saltvandsanalyser.

praktisk at anvende den grafiske Fremstilling, som anvendes af amerikanske Hydrologer (se f. Eks. 42).

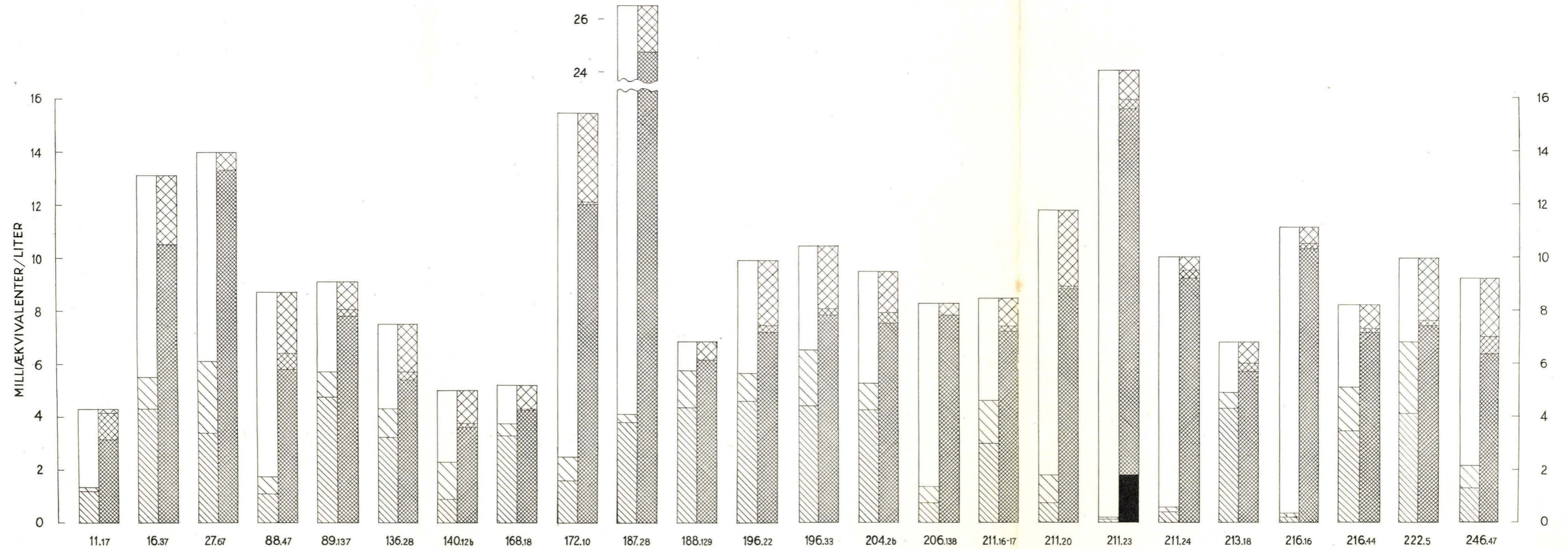
Ved Diagrammer over Milliækvivalenter/Liter angiver Søjlen Højde Mængden af Ioner maalt i Ækvivalenter, saaledes at den højre Halvdelen af Søjlen angiver Milliækvivalenter Anioner (negative Ioner), venstre Halvdelen Mængden af Milliækvivalenter Kationer (positive Ioner). Af hosstaaende Signaturforklaring fremgaar Signaturen for de enkelte Ioner, idet de Ioner (Fe<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup> og NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), der i Almindelighed optræder i meget smaa Mængder, ikke medtages ved den grafiske Fremstilling. Hvor NO<sub>3</sub><sup>-</sup> er kvantitativt bestemt og findes i nævneværdig Mængde, er den lagt til Mængden af Cl<sup>-</sup>, saaledes at denne Signatur i disse Tilfælde angiver Mængden af Cl<sup>-</sup>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Da Na<sup>+</sup> og K<sup>+</sup> sjældent er bestemt ved Analysen, er Mængden af disse givet som Differens og beregnet som Na<sup>+</sup>, idet Summen af Milliækvivalenter Kationer maa være = Summen af Milliækvivalenter Anioner. Ved den grafiske Fremstilling af Saltvandsanalyserne, hvor Koncentrationerne er saa stærkt varierende, er desuden fremstillet Milliækvivalenternes procentiske S sammensætning, da man derigennem faar et bedre Overblik over de enkelte Ioners relative Mængde.

Ferskvand uden Natriumbikarbonat.

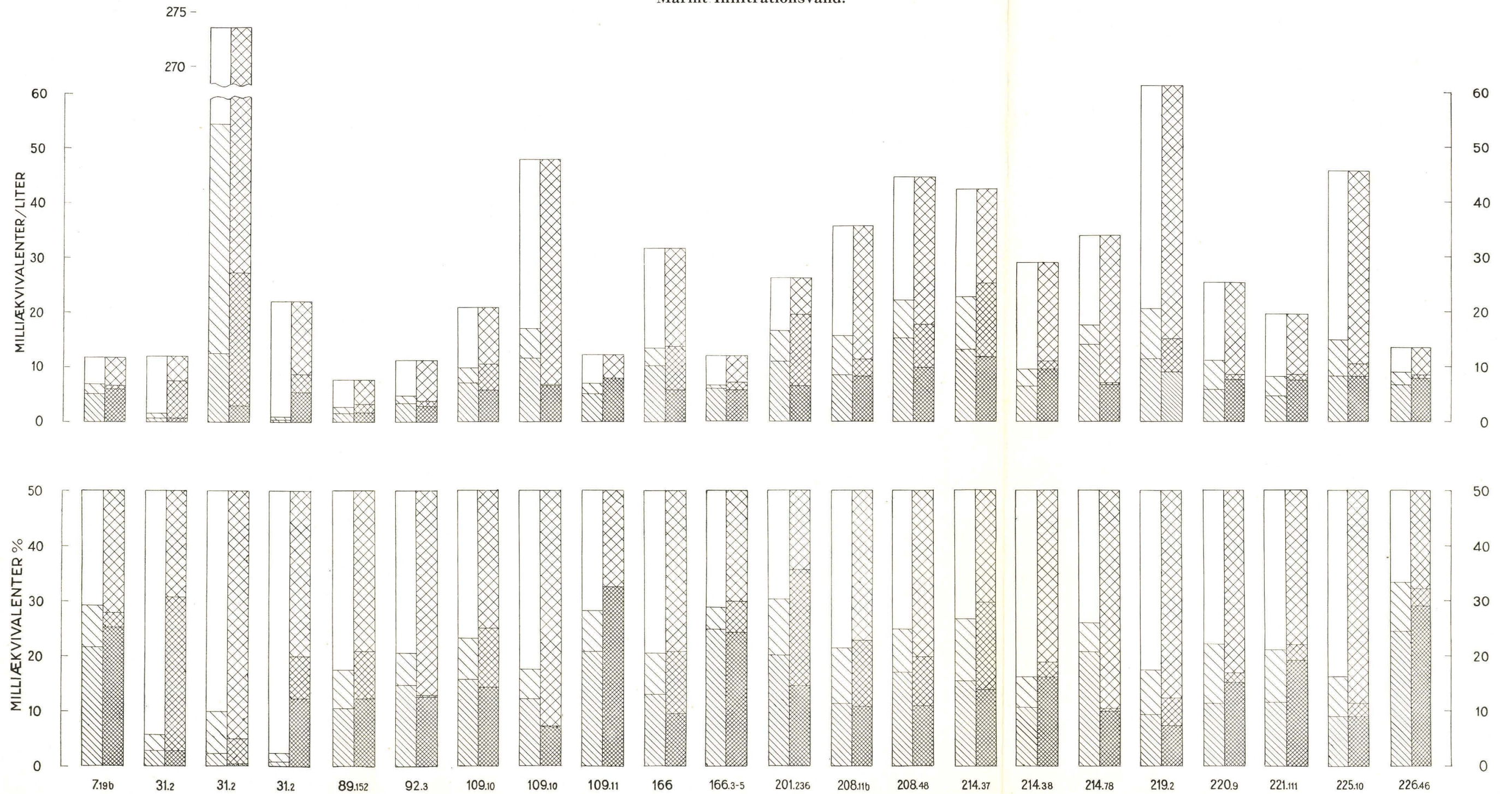
Øverste Række: Blødt Vand (0—8°)  
 Melleste Række: Middelhaardt Vand (8—16°)  
 Nederste Række: Haardt Vand (16—24°)



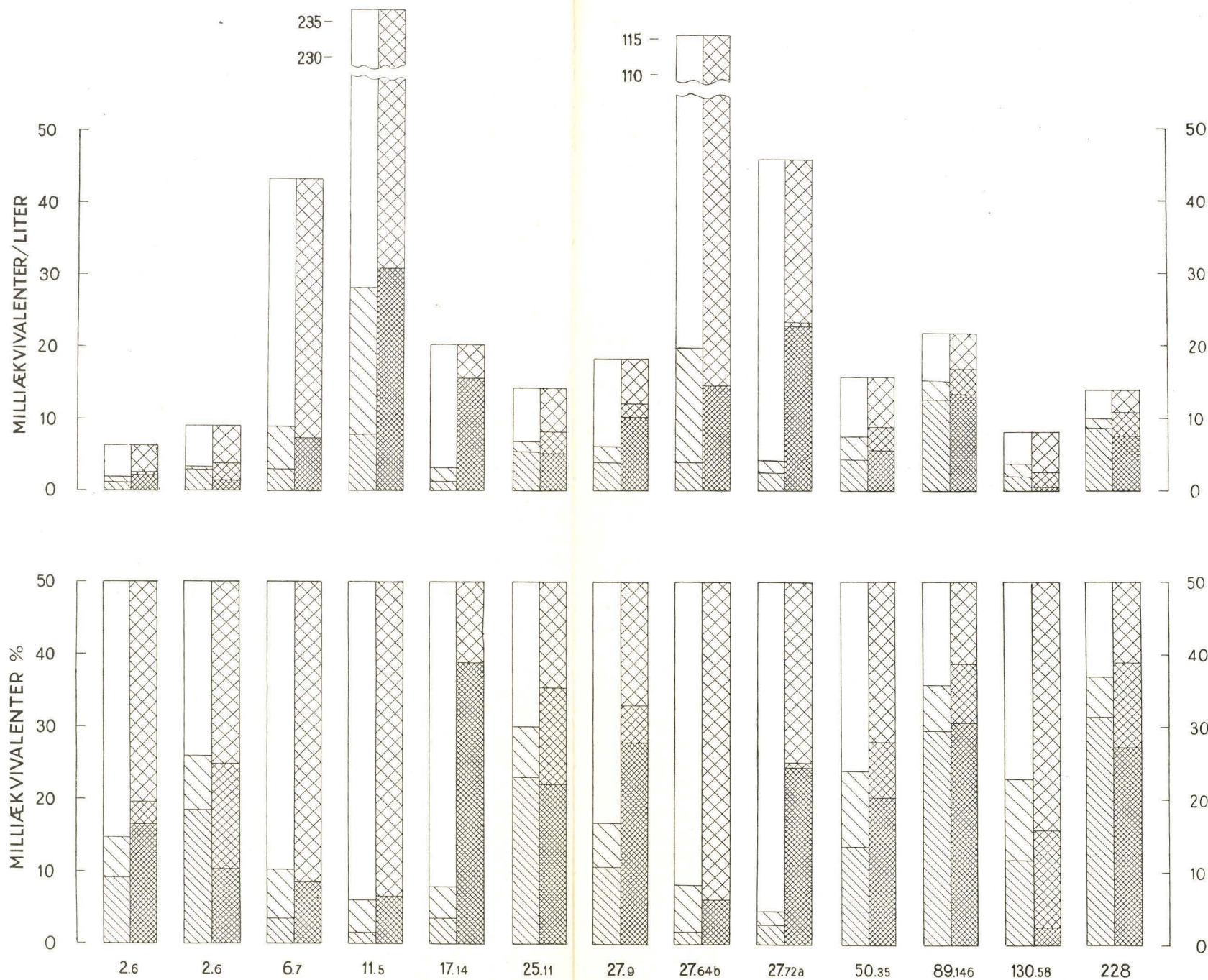
Ferskvand med Natriumbikarbonat.



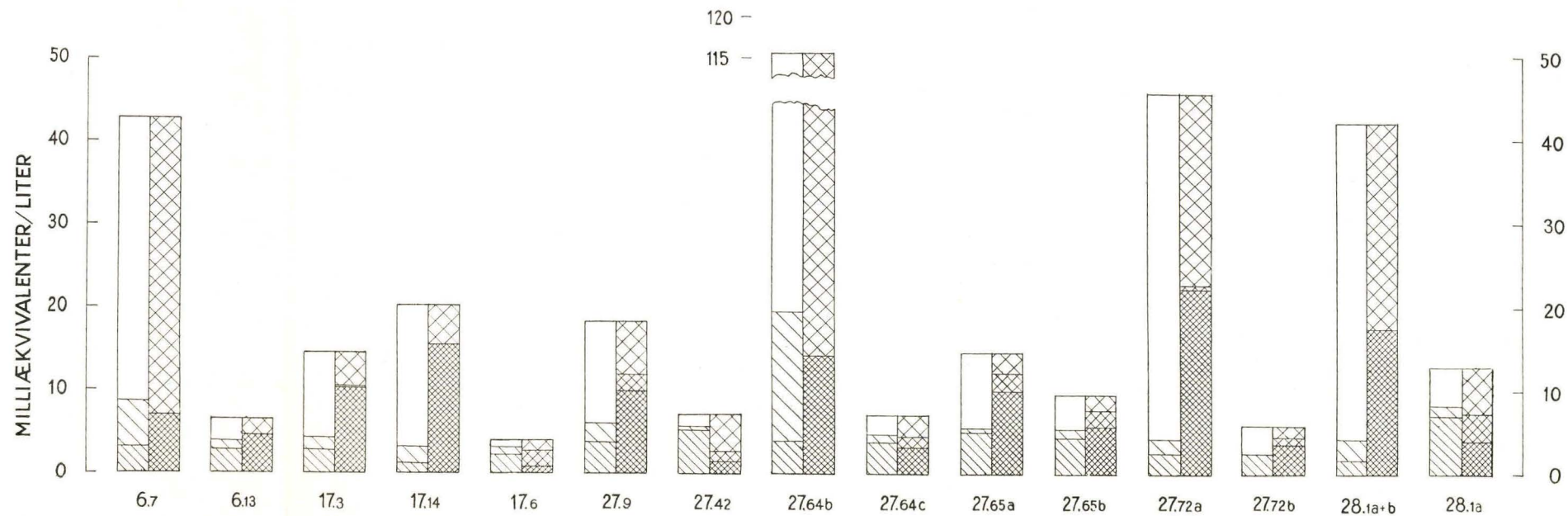
Marint Infiltrationsvand.



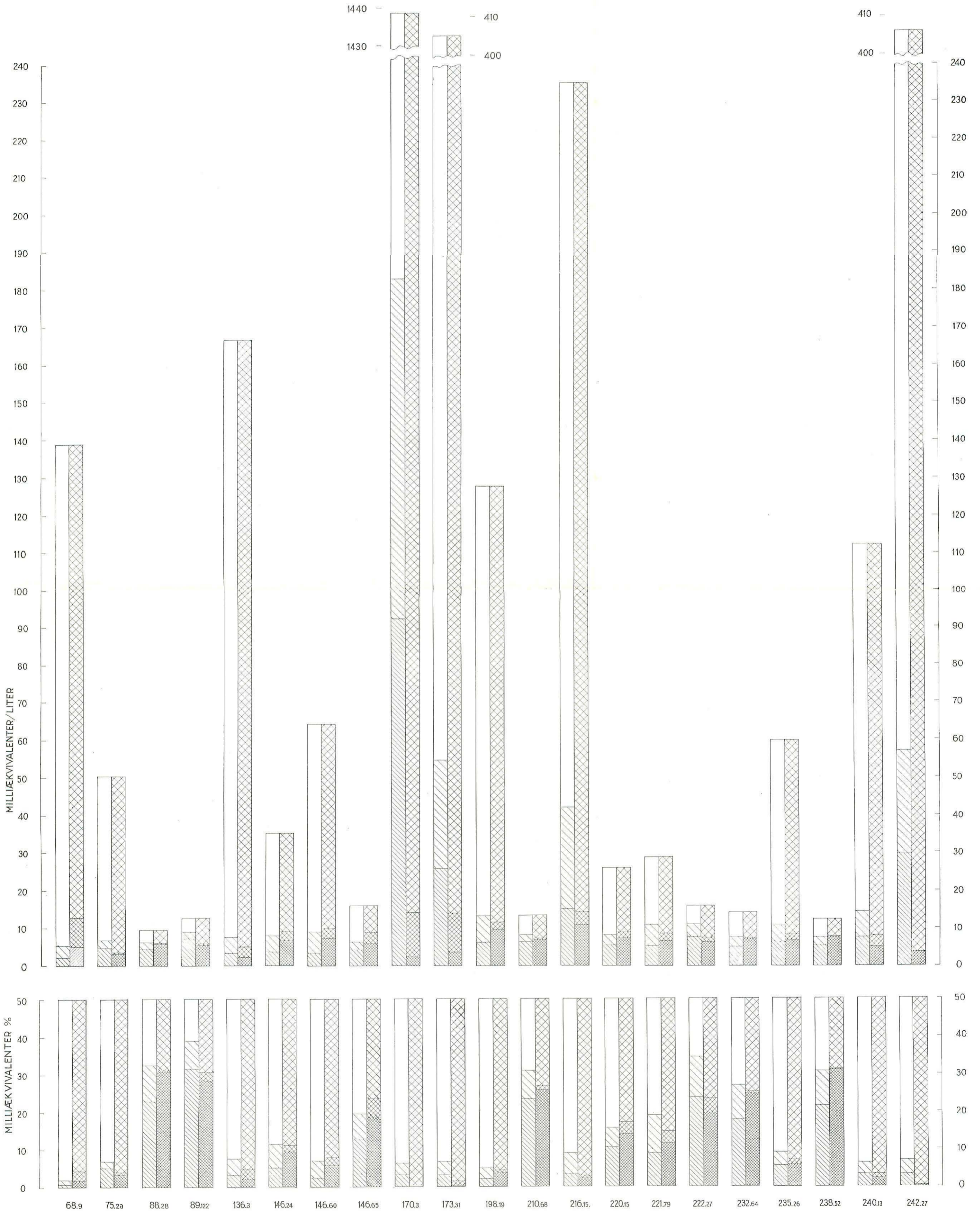
Marint Residualvand.



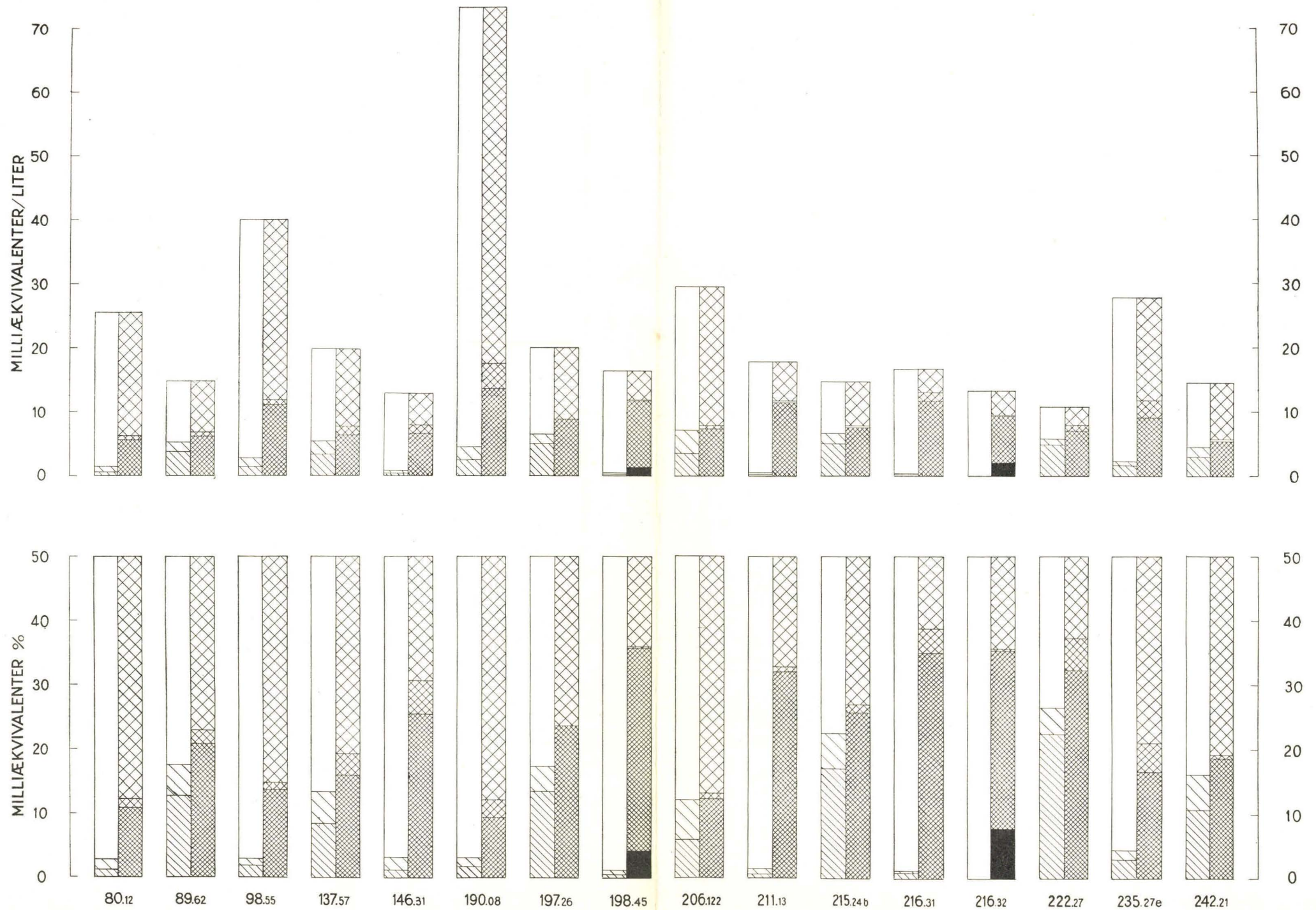
Ferskvand og Residualvand i Vendsyssel.



Salt Mineralvand uden Natriumbikarbonat.



Salt Mineralvand med Natriumbikarbonat.





Regenerationsvand.

