

# Undersøgelser af Regnvand.

Ved Frode Hansen.

## 241. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Paa Foranledning af Nordiske Jordbrugsforskeres Forenings Sektion for Jordbundsforskning udførtes i Aarene 1921—1924 paa Askov Forsøgsstations kemiske Laboratorium Undersøgelser over Opsamling af Prøver af Nedbøren til Bestemmelse af Indholdet af Ammonium og Nitrat, hvis Resultater er meddelte i 193. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. I Forbindelse med disse Undersøgelser var der i Efteraarsmaanederne 1921 og fra 1. April 1922 til 31. August 1924 udført Bestemmelse af disse Kvælstofforbindelser i hele den faldne Nedbør. Da det formentes at have Interesse i Forbindelse med de gamle Gødningsforsøg at faa Undersøgelserne udførte i en længere Periode, blev de fortsatte til April 1927, hvorefter der forelaa en samlet Observationstid paa 5. Aar. I de sidste 2½ Aar udførtes desuden Bestemmelse af Indholdet af Klorid, og i Aaret April 1926—Marts 1927 blev Indholdet af Ammonium, Nitrat og Klorid bestemt i Nedbøren fra Forsøgsstationerne ved Blangsted, Spangsbjerg og Hornum.

Resultaterne af alle de udførte Undersøgelser meddeles i nærværende Beretning, der er udarbejdet af Assistent *Frode Hansen*.

**Forsøgslederne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.**

De første Undersøgelser over Nedbørens Indhold af Ammonium og Nitrat blev foranlediget af »Kvælstofstriden«, som omkring Midten af forrige Aarhundrede udkæmpedes mellem den store tyske Agrikulturkemiker, *Justus v. Liebig* og en Række af Datidens betydeligste Forskere paa Plantefysiologiens og Jordbundslærens Omraade.

*Liebig* hævdede, at ligesom Luftens Indhold af Kulsyre er den eneste Kilde til de grønne Planters Forsyning med

Kulstof, saaledes er dens Indhold af kulsur Ammoniak tilstrækkelig til at forsyne Planterne med Kvælstof. At Kulsyren kunde tjene Planterne som Kulstofnæring, var allerede paavist i Slutningen af det 18. Aarhundrede, men et Forfald fra plante-fysiologisk Videnskab til Spekulation havde sat »Humusteorien« i Højsædet, og det tjener til *Liebig's* store Ære, at han med en klar og skarp Formulering af sine Læresætninger fejede det gale til Side og gav Grundlaget for den Opfattelse af Planternes Ernæring, som Praksis og Videnskab siden har arbejdet paa og udbygget videre.

Med Hensyn til Kvælstofnæringen gav han sig selv Spekulationen i Vold og fremsatte sin Læresætning uden at have noget Bevis for dens Rigtighed, og han blev straks mod-sagt af andre betydelige Forskere i og uden for sit Fædreland. Den største Indsats i Striden blev gjort af Franskmanden *Boussingault* og Englænderne *Lawes* og *Gilbert*.

*Boussingault's* Arbejde blev udført i et af ham selv oprettet Laboratorium paa hans Gods Bechelbron i Alsace, hvor han paaviste, at Planternes vigtigste Kvælstofkilde er Jordens Indhold af Nitrat, ligesom han ved Analyse af den atmosfæriske Luft og af Regnvand viste, at den Mængde Kvælstofforbindelser, som kan tilføres Planterne og Jorden fra Atmosfæren, er utilstrækkelig til Forsyning af en blot nogenlunde stor Afgrøde.

*Lawes* og *Gilbert* udførte deres Arbejde paa Godset Rothamsted, som tilhørte *Lawes*, og de viste her ved stort anlagte Markforsøg, at Kvælstofgødning, i Form af organiske Gødninger, Ammoniaksalte eller salpetersure Salte gav en stor Afgrødeforøgelse, ligesom de i Midten af Halvtredserne — lidt senere end *Boussingault* — udførte Undersøgelser over Indholdet af Ammonium og Nitrat i Regnvand.

Ved disse Forsøg og Undersøgelser er det slaaet fast, at Indholdet af Kvælstofforbindelser i Luften og Regnvandet kun har en meget begrænset Interesse for Landbruget, og naar der senere ud fra landøkonomiske Interesser paa forskellige Steder er gennemført Undersøgelser over Nedbørens Indhold af Ammonium og Nitrat, har dette været dikteret af Ønsket om at vide, hvorvidt den paa det paagældende Sted tilførte Mængde svarede til Mængden andre Steder, eller Undersøgelserne er gennemførte i Forbindelse med saadanne Forsøg og Under-

søgelse vedrørende Gødskning og Jordbundsforhold, hvor man har ønsket at prøve paa at opstille en Balance mellem Tilførsel og Bortførsel af Kvælstofforbindelser og derfor har haft Brug for at kende den med Nedbøren tilførte Mængde.

Af saadanne Undersøgelser vil til Sammenligning med de i nær-værende Beretning omhandlede navnlig følgende have Interesse:

Rothamsted .....	1877—1916 (2 og 3),
København.....	1881—1885 (4),
Jönköping.....	1909—1913 (1).

Ved Rothamsted blev i 1870 begyndt nogle Undersøgelser over Udvaskning af Nitrat fra Jorden, og i Forbindelse med disse Undersøgelser begyndtes i 1877 regelmæssige Bestemmelser af Ammonium og Nitrat i Nedbøren. Disse Undersøgelser fortsættes endnu, og de er offentliggjorte indtil 1916. Rothamsted er beliggende i Midtengland, ca. 45 km NNV. for London. Langs med Jærnbanen fra London findes en Række mindre Byer og Stationsbyer, men i øvrigt er Egnen skovrig og med store Parker og Græsgange. Middelnedbøren er 734 mm. I Gennemsnit har man fundet, at der med Nedbøren tilføres 2.96 kg Ammoniumkvælstof og 1.49 kg Nitratkvælstof pr. ha, eller 4.45 kg Kvælstof i alt, hvilket svarer til 0.40 mg Ammoniumkvælstof og 0.20 mg Nitratkvælstof pr. Liter Vand. Naar Aaret regnes fra 1. September til 31. August, fandt man den største Mængde Ammoniumkvælstof i et enkelt Aar i 1911—12, nemlig 3.7 kg pr. ha, og den mindste Mængde i 1913—14, 1.5 kg pr. ha. Alle de foregaaende Aar laa mellem disse Ydergrænser. I 1911—12 faldt ca. 1000 mm Nedbør og i 1913—14 ca. 630. Mængden af Nitratkvælstof var i de første Aar mellem 1.0 og 1.5 kg pr. ha, men den synes at være nogenlunde jævnt stigende, saaledes at den i de sidste Aar snarest laa omkring 2 kg pr. ha. Mængden af begge Kvælstofforbindelser var i nogen Grad afhængig af Nedbørens Størrelse, saaledes at den var størst i vaade Aar og mindst i tørre, ligesom de vaade Maaneder — Juli, August, Oktober og November — gav en større Mængde end de tørre — Januar, Februar, April og Maj. I øvrigt gav Sommermaanederne i Forhold til Nedbøren mere end Vintermaanederne.

Undersøgelserne i København udførtes af *C. F. A. Tuxen* i Aarene 1880—81 til 1884—85. Vandet opsamledes ved Landbohøjskolen, som dengang laa umiddelbart op til Villabebyggelse, men endnu ikke var omgivet af en tæt bymæssig Bebyggelse. Nedbøren i de 5 Aar var gennemsnitlig 557 mm. I 1882—83 faldt 488 mm og i 1883—84 655 mm, hvilket var henholdsvis Minimum og Maksimum. De øvrige Aar afveg ikke over 40 mm fra Gennemsnit. Den tilførte Kvælstofmængde var i Gennemsnit 13.6 kg pr. ha, hvoraf 11.0 kg var Ammonium og 2.6 kg Nitrat. Den totale Mængde var mindst i

1880—81, 10.3 kg, og størst i 1884—85, 17.5 kg. Denne Forskel i den totale Mængde er ikke paafaldende stor, men mere paafaldende bliver Forholdet, naar man ser paa Svingningerne inden for Mængderne af Ammonium- og Nitratkvælstof. Mængden af Ammoniumkvælstof var mindst i 1880—81, da den udgjorde 7.5 kg pr. ha og Nitratmængden 2.8 kg. I 1882—83 fandt man 13.5 kg Ammoniumkvælstof men kun 1.0 kg Nitratkvælstof, og i 1884—85 fandt man 11.4 kg Ammoniumkvælstof og 6.1 kg Nitratkvælstof. Hele den i Løbet af de 5 Aar tilførte Mængde Nitratkvælstof udgjorde 13.1 kg pr. ha, og deraf fandtes omtrent Halvdelen i 1884—85.

Undersøgelserne ved Jönköping udførtes ved Svenska Mosskulturforeningens Laboratorium i Jönköping, og Prøverne opsamledes ved samme Forenings Forsøgsareal ved Flahult. Dette Forsøgsareal er beliggende paa Højmose syd for Jönköping, omgivet af Skov og fjærnt fra Fabrikker og tæt Bebyggelse. Middeldnbøren er 638 mm aarlig, hvoraf 23 pCt. som Sne. I Gennemsnit af de 5 Aar tilførtes 3.8 kg Kvælstof pr. ha, hvoraf 69 pCt. var Ammonium og 31 pCt. Nitrat. 1912 gav mindst, nemlig 2.7 kg, hvoraf 67 pCt. var Ammonium, og 1909 mest, 5.2 kg med 72 pCt. som Ammonium.

Paa Forsøgsstationen ved Askov blev i 1893 anlagt Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning. De ugødede Parceller i disse Forsøg viste aftagende Udbytte i de første 10 Aar, men siden den Tid har — naar bortses fra Svingninger, foraarsagede af vekslende Vejrlig — Udbyttet været konstant, eller Faldet har været saa ringe, at det ikke kan konstateres. Der synes altsaa at være indtraadt Balance mellem Tilførsel og Op-løsning af Jordens Indhold af Plantenæringsstoffer paa den ene Side, Bortførsel med Afgrøden og Udvaskning paa den anden. For Kvælstoffets Vedkommende indgaar den med Nedbøren tilførte Mængde i denne Balance, og det vil derfor have Interesse at søge at faa Oplysning om, hvor store Kvælstofmængder der tilføres Jorden ad denne Vej.

Stødet til, at saadanne Undersøgelser blev optagne paa det givne Tidspunkt, blev givet af Nordiske Jordbrugsforskeres Forenings Sektion for Jordbundsforskning, idet denne i 1920 opfordrede Assistent *Frode Hansen* til at udføre nogle Undersøgelser over Opsamling af Prøver af Regnvand og Drænvand og Bestemmelse af Ammonium og Nitrat i Prøverne. Disse Undersøgelser udførtes i Aarene 1921—1924 paa det kemiske Laboratorium paa Forsøgsstationen ved Askov, og ved deres Afslutning forelaa der en Række Analyser, hvoraf man kunde

beregne den med Nedbøren tilførte Kvælstofmængde for September—December 1921 og for April 1922—August 1924.

Efter Planen for disse Undersøgelser skulde man dels undersøge Opsamlingens Metodik, og dels forsøge at finde en Sammenhæng mellem Vejrets Karakter og Nedbørens Indhold af Ammonium og Nitrat og derved eventuelt en Forklaring paa de store Svingninger i de tilførte Mængder fra Aar til Aar, som var fundne ved tidligere Undersøgelser, og da navnlig ved Undersøgelserne ved Landbohøjskolen i København. Det blev derfor tilstræbt at faa en Prøve til Analyse for hver Dag med Nedbør for at muliggøre en Sammenligning med Prøver, opsamlede over længere Tidsrum, og for at bestemme Vejrets Indflydelse paa Vandets Indhold. I Efteraarsmaanederne 1921 og i April 1922—Marts 1923 benyttedes en Fjords Regnmaalder som Opsamler. Denne optager  $100 \text{ cm}^3$  Vand for hver mm Nedbør. Fra 1. April 1923 til 31. August 1924 benyttedes en Opsamler, der gav  $250 \text{ cm}^3$  Vand for hver mm Nedbør. Naar den for et Døgn opsamlede Vandmængde var stor nok dertil, udførtes Analyse for hvert Døgn, hvis ikke, blev Prøverne for flere Døgn hældt sammen.

Undersøgelserne over Opsamling og Opbevaring viste, at der ikke foregik nogen Ændring i Vandets Indhold i Løbet af 1—2 Maaneder, naar Vandet i Opsamleren en Gang i hvert Døgn fyldtes over i en Flaske, som var tilsat lidt Toluol og opbevarede tæt tilproppet paa et køligt Sted, og Bestemmelsen af den med Nedbøren tilførte Kvælstofmængde blev da fra 1. September 1924 til 31. Marts 1927 udført i Gennemsnitsprøver, som hver for sig repræsenterede een Maanedes Nedbør. Efter nogle forberedende Undersøgelser i Efteraaret 1924 blev der i de samme Prøver udført Bestemmelser af Vandets Indhold af Klorid.

Endelig blev der i Aaret April 1925—Marts 1926 udført Bestemmelser af Indholdet af Ammonium, Nitrat og Klorid i Nedbøren fra Forsøgsstationerne ved Blangsted, Spangsbjerg og Hornum. Prøverne til disse Undersøgelser opsamledes i Meteorologisk Instituts almindelige Regnmaalere, idet Vandet fra hver Dag med Nedbør blev hældt over i en Flaske, som efter Udløbet af hver Maaned blev sendt til Forsøgsstationen ved Askov, hvor Analysen blev udført. De benyttede Regn-

maalere opsamlede kun 20 cm<sup>3</sup> Vand for hver mm Nedbør, og der var derfor Tilfælde, da den i Løbet af en Maaned opsamlede Vandmængde var for lille til Analyse. Vandet blev da opbevaret, til den i den følgende Maaned opsamlede Prøve ankom, og Prøverne for 2 Maaneder hældte sammen til Analyse.

En kort Oversigt over de paagældende Stationers Beliggenhed og deres Omgivelsers topografiske og bebyggelsesmæssige Forhold samt over de klimatiske Forhold i Danmark gives i det følgende.

Danmark er beliggende mellem 54° 30' og 57° 45' nordlig Bredde og mellem 8° 5' og 12° 50' østlig Længde fra Greenwich, idet dog Bornholm ligger 15° øst for Greenwich. Klimaet er Øklima, og i Forhold til den nordlige Beliggenhed er det meget mildt. Temperaturen er i Gennemsnit for hele Aaret og hele Landet 7.6° C., den er lavest i Midtjylland, 6.5° C., og højest paa Øerne syd for Fyn, 8.0° C. Juli har den højeste Gennemsnitstemperatur, omkring 16° C., og Januar den laveste, omkring 0° C. Vinden blæser hyppigst fra Retninger omkring Vest og mindst hyppigt fra Nord og Nordøst. I Foraaret er østlige Vinde dog lige saa hyppige som vestlige. I Gennemsnit er der Storm i 54 Dage aarlig, hyppigst i Efteraar og Vinter og mindst hyppigt om Sommeren. Der falder gennemsnitlig Nedbør i 158 af Aarets Dage, og af disse Sne paa de 29. Kun paa 40 af Nedbørsdagene falder der over 5 mm. Normalnedbøren for hele Landet er 614 mm aarlig, den er ca. 700 mm i det sydlige og vestlige Jylland, 650—600 mm i Midt- og Nordjylland, ca. 600 mm paa Fyn og ca. 500 mm paa Sjælland.

Forsøgsstationen ved Askov ligger i den sydlige Del af Jylland, ca. 60 km nord for Grænsen til Tyskland, og i omtrent lige stor Afstand, 40—50 km i lige Linie, fra Vesterhavet mod Vest og Lille Bælt mod Øst. Højden over Havfladen er ca. 60 m, og Terrænet mod Vest er ret fladt og med sparsom Trævækst, der væsentligst bestaar af lave Hegn og en Del ret nye Plantninger af Naaletræer. I nogle faa km Afstand findes dog baade Højskov af Løvtræer og højere levende Hegn. Mod Øst bliver Terrænet snart stærkt kuperet og med rigelig Trævækst De nærmeste større Byer er Esbjerg, ca. 40 km mod Vest med ca. 25000 Indbyggere, og Kolding, ca. 25 km mod Øst med ca. 18000 Indbyggere. Mod Syd og Nord findes ingen større Byer, mod henholdsvis Nordøst og Sydøst ligger Vejle med ca. 23000 og Haderslev med ca. 15000 Indbyggere, begge i ca. 40 km Afstand. Den nærmeste Omegn er ret tæt bebygget. I øvrigt er Bebyggelsen mod Vest og Nord noget aaben og tættere mod Syd og Øst.

Forsøgsstationen ved Blangsted ligger ved Odense, som har ca. 53000 Indbyggere, i 1—2 km Afstand fra samlet Bebyggelse. Afstanden fra Store Bælt mod Øst og Kattegat mod Nord er ca. 25 km og knap dobbelt saa stor fra Lille Bælt mod Vest og Østersøen med den fynske Øgruppe mod Syd. Terrænet er til alle Sider ret stærkt kupperet og med rig Trævækst som Skov, Haver og levende Hegn.

Forsøgsstationen ved Spangsbjerg ligger umiddelbart nordøst for Esbjerg By, ca. 2 km fra Kysten og ca. 10 km fra Vesterhavet. Terrænet mod Stranden er fladt med en Del Villabebyggelse og med nyplantede Haver og levende Hegn. Mod Nord og Øst findes i de nærmeste Omgivelser en lignende Bebyggelse og Beplantning.

Forsøgsstationen ved Hornum ligger i Nærheden af Limfjorden, ca. 15 km fra Livø Bredning. Fra Vesterhavet mod Vest og Kattegat mod Øst er der 50—60 km og fra Jammerbugten mod Nord ca. 30 km. Terrænet er ret fladt til alle Sider, ligesom Bevoksningen med Træer er sparsom og Bebyggelsen ret tynd. Den nærmeste større By er Aalborg, der ligger i ca. 40 km Afstand mod Nordøst og har ca. 43000 Indbyggere.

En Oversigt over Hovedresultaterne af Bestemmelserne af Ammonium og Nitrat i Nedbøren fra Askov findes i Tabel 1, idet denne Tabel for hver Maaned indeholder de i de 5 Aar maalte Antal mm Nedbør, Antal Nedbørsdage og Nedbørens Indhold af Ammonium og Nitrat, dels i mg Kvælstof pr. Liter Vand og dels i kg Kvælstof pr. ha. Over hver Afdeling af Tabellen er opført den for vedkommende Maaned af Meteorologisk Institut beregnede Normalnedbør. Denne Normalnedbør er Gennemsnit af Aarene fra 1886, da Nedbørsmaalingen paa Forsøgsstationen begyndte, til 1922.

I de Tilfælde, da der i hver Maaned blev udført mere end een Analyse, blev kg Kvælstof pr. ha beregnet for hele Maaneden og ved Division med Nedbørmængden fremkom da mg pr. Liter. Paa tilsvarende Maade beregnedes mg pr. Liter i Gennemsnit pr. Maaned og de aarlige Gennemsnit, der er opførte henholdsvis i nederste Linie i hver Afdeling og i Tabellens nederste Afdeling.

Disse Resultater er demonstrerede i Figur 1. I den nederste Afdeling af Figuren viser Søjlens Højde over 0-Linien Gennemsnit af Nedbørens Størrelse i den Tid, da der blev udført Undersøgelser, medens den sorte Del af Søjlerne viser denne Nedbørs Afgivelse fra Normalnedbøren. I de Maaneder, da Nedbøren har været mindre end Normalnedbøren, er der føjet et

Tabel 1. Nedbørens Størrelse  
og dens Indhold af Ammonium og Nitrat.

Aar	mm Ned- bør	Antal Ned- børs- dage	mm i Gns. pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		kg Kvælstof pr. ha		
				som Ammo- nium	som Nitrat	som Ammo- nium	som Nitrat	i alt
Januar. Normalnedbør: 52 mm								
1923.....	72	21	3.4	0.42	0.42	0.30	0.30	0.60
1924.....	32	13	2.4	0.42	0.21	0.13	0.07	0.20
1925.....	60	16	3.7	0.74	0.67	0.44	0.40	0.84
1926.....	33	11	3.0	1.38	0.34	0.44	0.11	0.56
1927.....	55	25	2.2	1.49	0.36	0.81	0.20	1.01
Gennemsnit .	50	17	2.9	0.85	0.48	0.42	0.22	0.64
Februar. Normalnedbør: 38 mm								
1923.....	17	9	1.9	0.36	0.49	0.06	0.08	0.14
1924.....	26	10	2.6	0.29	0.29	0.08	0.08	0.16
1925.....	67	11	6.1	0.98	0.42	0.65	0.28	0.93
1926.....	54	12	4.5	1.44	0.34	0.77	0.18	0.95
1927.....	21	11	1.9	1.40	0.62	0.30	0.13	0.43
Gennemsnit .	34	11	3.5	1.01	0.40	0.37	0.15	0.52
Marts. Normalnedbør: 47 mm								
1923.....	11	8	1.4	0.73	0.48	0.08	0.05	0.13
1924.....	51	11	4.7	0.44	0.24	0.23	0.12	0.35
1925.....	36	9	4.0	1.16	0.49	0.39	0.17	0.56
1926.....	35	15	2.4	0.78	0.39	0.28	0.14	0.42
1927.....	57	17	3.4	1.12	0.36	0.64	0.20	0.84
Gennemsnit .	38	12	3.2	0.85	0.36	0.32	0.14	0.46
April. Normalnedbør: 43 mm								
1922.....	42	12	3.5	0.56	0.35	0.24	0.15	0.39
1923.....	53	10	5.3	0.80	0.39	0.43	0.21	0.64
1924.....	49	11	4.5	0.40	0.32	0.20	0.16	0.36
1925.....	36	9	4.0	0.82	0.36	0.30	0.13	0.43
1926.....	32	11	3.5	1.49	0.52	0.47	0.16	0.63
Gennemsnit	43	10	4.2	0.77	0.38	0.33	0.16	0.49



Tabel 1 (fortsat).

Aar	mm Ned- bør	Antal Ned- børs- dage	mm i Gsn. pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		kg Kvælstof pr. ha		
				som Ammo- nium	som Nitrat	som Ammo- nium	som Nitrat	i alt

## Maj. Normalnedbør: 43 mm

1922.....	14	10	1.4	1.02	0.33	0.14	0.05	0.19
1923.....	92	18	5.1	0.46	0.43	0.42	0.39	0.81
1924.....	38	16	2.4	0.71	0.36	0.27	0.14	0.41
1925.....	76	12	6.4	1.05	0.41	0.73	0.31	1.04
1926.....	53	14	3.8	1.12	0.28	0.50	0.15	0.65
Gennemsnit .	55	14	3.9	0.75	0.38	0.41	0.21	0.62

## Juni. Normalnedbør: 57 mm

1922.....	81	13	6.2	0.86	0.29	0.69	0.23	0.92
1923.....	47	20	2.3	0.77	0.36	0.36	0.17	0.95
1924.....	33	10	3.3	0.73	0.36	0.24	0.11	0.35
1925.....	39	9	4.3	1.23	1.46	0.47	0.57	1.04
1926.....	51	14	3.7	0.75	0.32	0.39	0.16	0.55
Gennemsnit .	50	13	3.8	0.86	0.50	0.43	0.25	0.68

## Juli. Normalnedbør: 75 mm

1922.....	82	22	3.7	1.82	0.29	1.49	0.24	1.73
1923.....	69	16	4.3	0.46	0.32	0.32	0.22	0.54
1924.....	62	18	3.4	0.31	0.23	0.19	0.14	0.53
1925.....	37	9	4.1	1.11	0.62	0.41	0.23	0.64
1926.....	75	12	6.2	1.47	0.31	0.35	0.23	0.58
Gennemsnit .	65	15	4.2	0.85	0.33	0.55	0.21	0.76

## August. Normalnedbør: 95 mm

1922.....	117	18	6.5	0.70	0.28	0.81	0.32	1.13
1923.....	97	20	4.9	0.38	0.27	0.37	0.27	0.64
1924.....	122	20	6.1	0.70	0.24	0.85	0.29	1.14
1925.....	89	17	5.2	0.48	0.41	0.38	0.36	0.74
1926.....	86	15	5.7	0.61	0.29	0.52	0.25	0.77
Gennemsnit .	102	18	5.7	0.58	0.29	0.59	0.30	0.89

Tabel 1 (fortsat).

Aar	mm Ned- bør	Antal Ned- børs- dage	mm i Gns. pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		kg Kvælstof pr. ha		
				som Ammo- nium	som Nitrat	som Ammo- nium	som Nitrat	i alt
September. Normalnedbør: 70 mm								
1921.....	57	14	4.0	0.59	0.58	0.33	0.32	0.65
1922.....	107	19	5.7	0.32	0.20	0.35	0.22	0.57
1923.....	101	20	5.0	0.45	0.30	0.45	0.30	0.75
1924.....	81	11	7.3	0.35	0.23	0.28	0.19	0.47
1925.....	133	21	6.3	0.33	0.32	0.44	0.43	0.87
1926.....	102	19	5.4	0.91	0.35	0.98	0.36	1.29
Gennemsnit .	97	17	5.6	0.48	0.31	0.46	0.30	0.76
Oktober. Normalnedbør: 76 mm								
1921.....	61	16	3.8	0.44	0.44	0.25	0.25	0.50
1922.....	6	9	0.7	1.49	0.61	0.09	0.04	0.13
1923.....	188	27	7.0	0.43	0.23	0.82	0.43	1.25
1924.....	73	13	5.6	0.80	0.37	0.59	0.27	0.86
1925.....	83	18	4.6	0.56	0.29	0.47	0.25	0.72
1926.....	102	14	7.3	0.56	0.28	0.57	0.29	0.86
Gennemsnit .	86	16	5.3	0.54	0.30	0.47	0.25	0.72
November. Normalnedbør: 61 mm								
1921.....	104	13	8.0	0.32	0.33	0.33	0.34	0.67
1922.....	44	14	3.2	0.65	0.44	0.29	0.19	0.48
1923.....	135	20	6.7	0.46	0.30	0.63	0.40	1.03
1924.....	53	15	3.6	0.40	0.57	0.21	0.31	0.52
1925.....	59	15	3.9	0.75	0.24	0.44	0.14	0.58
1926.....	51	15	3.4	1.38	0.55	0.71	0.28	0.99
Gennemsnit .	74	15	4.8	0.58	0.37	0.43	0.28	0.71
December. Normalnedbør: 70 mm								
1921.....	155	19	7.1	0.37	0.28	0.50	0.38	0.88
1922.....	65	29	2.2	0.61	0.62	0.39	0.41	0.80
1923.....	35	11	3.2	0.76	0.31	0.26	0.11	0.37
1924.....	57	14	4.1	0.58	0.36	0.33	0.21	0.54
1925.....	52	10	5.1	1.07	0.25	0.56	0.13	0.69
1926.....	28	13	2.2	1.26	0.37	0.35	0.10	0.45
Gennemsnit .	62	16	3.9	0.64	0.36	0.40	0.22	0.62
Sum for Aaret: April—Marts. Normalnedbør: 727 mm								
1922—23....	657	184	3.6	0.75	0.35	4.92	2.27	7.19
1923—24....	926	196	4.7	0.52	0.31	4.49	2.76	7.25
1924—25....	729	164	4.4	0.64	0.36	4.64	2.65	7.29
1925—26....	725	158	4.6	0.78	0.41	5.67	2.98	8.65
1926—27....	713	180	4.0	0.92	0.35	6.55	2.51	9.06
Gennemsnit .	750	176	4.3	0.71	0.35	5.25	2.63	7.88

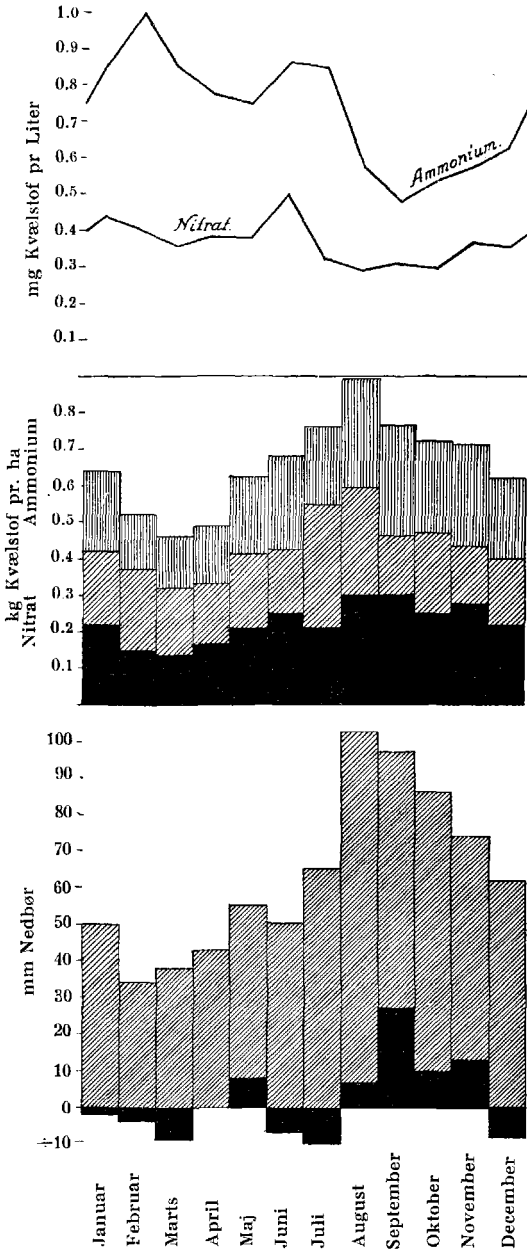


Fig. 1.  
Nedbørens Størrelse og Kvalstofindhold.

Søjlestykke til under 0-Linien, saa stort, at dette Søjlestykke + Søjlen over 0-Linien giver Normalnedbør, og i de Maaneder, da Nedbøren har været større end Normalnedbør, er saa stort et Søjlestykke over 0-Linien, som svarer til Overskridelsen, gjort sort, saaledes at det skraverede Søjlestykke svarer til Normalnedbør.

Maanederne December—Juli har i Gennemsnit givet mindre end Normalnedbør — kun April og Maj er Undtagelser, idet April har givet Normalnedbør og Maj 12 mm over. Maanederne August—November har alle givet mere end Normalnedbør, og den største Afvigelse fra Normalnedbør havde Septbr. med 27 mm. I Tabelens nederste Afdeling er der beregnet Gennemsnit for Aarene fra April til Marts. De 4 Maaneder September—December 1921 indgaar saaledes ikke i disse Gennem-

snit. De største Afvigelser fra Normalnedbør for enkelte Aar fandtes i 1923—24 med + 199 mm og i 1922—23 med ÷ 70 mm, medens de 3 andre Aar gav omtrent Normalnedbør, og den gennemsnitlige Afvigelse var + 23 mm. Dette Overskud stammer alene fra Efteraarsmaanederne, som navnlig i 1925, men ogsaa i 1925 og 1926 gav meget stor Nedbør. December har derimod de fleste Aar været for tør, idet den kun i 1921, som ikke indgaar i Gennemsnittet, gav mere end Normalnedbør. De øvrige Maaneder gav inden for de enkelte Aar snart over og snart under Gennemsnittet.

I næste Afdeling af Figuren demonstrerer Søjlernes Højde den med Nedbøren tilførte Kvælstofmængde, idet Mængden af Nitratkvælstof er fremstillet ved den nederste sorte Del af Søjlerne, Mængden af Ammoniumkvælstof ved denne Del + den skraatskraverede, og Ammonium- + Nitratkvælstof i hele Søjlens Højde.

Stigning og Fald i Nedbøren fulgtes næsten altid med Stigning og Fald i Kvælstofmængderne, ligesom Mængderne af Ammoniumkvælstof og Nitratkvælstof viste omtrent de samme Bevægelser op og ned. De eneste Undtagelser var Juni, som i Forhold til Nedbøren gav en stor Mængde af baade Ammonium og Nitrat, og November, der gav en stor Mængde Nitrat i Forhold til Mængden af Ammonium. For Juni Maanedes Vedkommende skyldes dette alene 1925, da navnlig Nitratmængden var meget stor.

Den mindste Mængde, 0.46 kg pr. ha i alt, blev tilført i Marts, og den største Mængde, 0.89 kg pr. ha, i August. Fordelingen inden for Aarstiderne var følgende:

	kg Kvælstof pr. ha:			mm Nedbør
	Nitrat	Ammonium	I alt	
Vinter (December—Februar)....	0.59	1.19	1.78	146
Foraar (Marts—Maj).....	0.51	1.06	1.57	136
Sommer (Juni—August) .....	0.76	1.60	2.36	217
Efteraar (Septbr.—Novbr.) .....	0.83	1.36	2.19	257
Sum...	2.69	5.21	7.90	756

Summen svarer meget nær til den Sum, som i Tabel 1 findes opført for de 5 Aar, 1. April 1922—31. Marts 1927. Der blev i Gennemsnit af alle de udførte Undersøgelser tilført 7.9 kg Kvælstof pr. ha aarlig, og deraf blev 20 pCt. tilført i Foraarsmaanederne og 30 pCt. i Sommermaanederne. De øvrige 50

pCt. fordeltes til Efteraarsmaanederne med 28 pCt. og Vintermaanederne med 22 pCt. 66 pCt. af hele Kvælstofmængden var Ammonium og 34 pCt. Nitrat.

Endelig viser Kurverne øverst i Figuren Svingningerne i Vandets Indhold, udtrykt i mg Kvælstof pr. Liter. For Indholdet af Ammonium laa Variationerne mellem 0.5 og 1.0 mg Kvælstof pr. Liter Vand. Det var gennemgaaende mindst i Maanederne med den største Nedbør. Nitratinholdet var omkring 0.3—0.4 mg Kvælstof pr. Liter Vand. Det var mindst i de tre Maaneder med størst Nedbør. I Juni var Indholdet meget stort, og denne Afvigelse stammer fra 1925, da Indholdet var 1.62 mg Kvælstof pr. Liter, medens Gennemsnit af de fire andre Aar var 0.32 mg. Ogsaa Juli viste i dette Aar et stort Indhold, nemlig 0.62 mg, mod 0.29 i Gennemsnit af de andre fire Aar.

I Gennemsnit af alle de udførte Bestemmelser var Forholdet mellem Ammoniumkvælstof og Nitratkvælstof 2:1. Det vil ses af Kurverne, at der er en Tendens i Retning af et snævrere Forhold i Maanederne med stor end i Maanederne med lille Nedbør. Dette ses tydeligere, naar Maanederne ordnes efter stigende Nedbør. Man finder da følgende:

	mm Nedbør	<u>Ammoniumkvælstof</u> <u>Nitratkvælstof</u>
Februar .....	37	2.5
Marts .....	38	2.4
April .....	43	2.0
Januar .....	50	2.0
Juni .....	50	1.8 (2.5)
Maj .....	55	2.0
December .....	62	1.8
Juli .....	65	2.6
November .....	74	1.6
Oktober .....	86	1.8
September .....	97	1.5
August .....	102	2.0

Som allerede anført, var Nitratinholdet i Juni 1925 usædvanlig stort. Udskydes dette Aar, bliver Forholdet 2.5:1. Alle tre Sommermaaneder har da forholdt sig afvigende, idet Indholdet af Ammonium har været stort i Forhold til Nedbørens Størrelse. I de øvrige Maaneder var der et nogenlunde regelmæssigt Fald i Forholdet mellem Indholdet af Ammonium og Nitrat med stigende Nedbør.

Ved Hjælp af Undersøgelserne i 1922—1925 skal det nu forsøges, om det er muligt at finde en Sammenhæng mellem de Vejrforhold, hvorunder Nedbøren faldt, og dens Indhold af Ammonium og Nitrat.

Ved Undersøgelserne om Vinteren viste det sig straks paafaldende, at Sne ofte havde et meget stort Indhold. Dette finder sin Forklaring af følgende Gennemsnit<sup>1)</sup>, der omfatter Maanederne November—Marts i to Vintre.

Nedbør som:	mg Kvælstof pr. Liter Vand:	
	Ammonium	Nitrat
Regn.....	0.39	0.25
Ren Sne.....	0.33	0.27
Uren Sne (Fygesne).....	1.25	0.57

Indholdet i den rene Sne var omtrent som i Regnen, hvorimod Fygesneen havde et meget stort Indhold, hvilket antagelig havde sin Aarsag deri, at Indholdet i den Jord, der fæg sammen med Sneen, blev opløst i Vandet under Optøningen. I de to Vintre faldt ca. 30 pCt. af Nedbøren som Sne, og deraf var Halvdelen ren Sne.

Ved de i det følgende omtalte Beregninger anvendtes kun Resultaterne for Tiden mellem 1. April og 31. Oktober.

Tabel 2. Regnvandets Indhold af Ammonium og Nitrat i Forhold til Nedbørens Størrelse.

mm Nedbør pr. Dag	Antal Tilfælde	mm Nedbør i Gennem- snit pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		Ammonium Nitrat
			som Ammonium	som Nitrat	
under 2.1	95	1.3	0.84	0.41	2.1
2.1— 5.0	99	3.5	0.61	0.36	1.7
5.1—10.0	65	7.3	0.41	0.27	1.5
10.1—20.0	40	13.6	0.54	0.28	1.9
over 20.0	7	26.4	0.28	0.23	1.2

Tabel 2 indeholder Resultatet af en Beregning af det gennemsnitlige Indhold ved forskellig Nedbørmængde i Løbet

<sup>1)</sup> Alle de i det følgende benyttede Gennemsnitstal er virkelige Gennemsnit, beregnede under Hensyn til Vandmængden paa samme Maade som anført Side 129.

af eet Døgn, og man ser, at Indholdet faldt med stigende Mængde Nedbør, idet dog 10—20 mm Nedbør daglig gav et lidt større Indhold end 5—10 mm. I Gennemsnit indeholdt disse to Grupper 0.47 mg Ammoniumkvælstof pr. Liter og 0.28 mg Nitratkvælstof, altsaa betydelig mindre end den foregaaende og betydelig mere end den efterfølgende Gruppe. Forholdet mellem Ammoniumkvælstof og Nitratkvælstof blev snævrere med stigende Nedbør, men ogsaa her afviger 10—20 mm, idet Nedbøren i denne Gruppe indeholdt forholdsvis mere Ammonium end Nedbøren i Gruppen 5—10 mm.

Aarsagen til det store Indhold i Gruppen 10—20 mm er antagelig, at sydlige Vinde er stærkt repræsenterede i denne Gruppe, og, som vi senere skal se, giver sydlig Vind et stort Indhold af Ammonium.

Tabel 3. Regnvandets Indhold af Ammonium og Nitrat efter forskelligt Antal Dage med Tørvejr.

Antal Dage siden sidste Nedbør	Antal Tilfælde	mm Nedbør i Gennemsnit pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		Ammonium Nitrat
			som Ammonium	som Nitrat	
0	115	7.1	0.35	0.25	1.4
1	27	7.3	0.52	0.29	1.8
2	8	7.5	0.80	0.36	2.3
3—5	22	4.4	0.81	0.41	2.0
over 5	13	8.1	0.71	0.39	1.8

I Tabel 3 findes Gennemsnit af Indholdet i Nedbøren fra Regnvejrdsdage med et forskelligt Antal Tørvejrdsdage forud. Den første Gruppe, med Regnvejr den foregaaende Dag, viser det mindste Indhold, og derefter er Indholdet stigende, indtil Regn efter 2 Dages Tørvejr. Nogen yderligere Stigning efter længere Tids Tørvejr synes der ikke at være Tale om. De lidt vaklende Gennemsnitstal for Indholdet og det forskellige Forhold mellem Ammonium og Nitrat for de sidste tre Grupper skyldes snarest, at der kun var et lille Antal Dage, og at Nedbørs-mængden i Gennemsnit ikke var ens.

Indholdet ved vedvarende Regnvejr har man søgt at faa Udtryk for ved i alle de Tilfælde, da det regnede i mindst 3

paa hinanden følgende Dage, at tage Gennemsnit af 1., 2. og 3. Dags Regn. Resultaterne findes i Tabel 4.

Nitratindholdet var omtrent ens 1. og 2. Dag, antagelig fordi Nedbøren i Gennemsnit var mindre 2. Dag end 1. Dette Forhold har ophævet den »Fortynding«, der har faaet sit Udtryk derved, at 3. Dag havde et mindre Indhold end 1. Indholdet af Ammonium, og derfor ogsaa Forholdet mellem Ammonium og Nitrat, faldt stærkt med vedvarende Regn.

Tabel 4. Regnvandets Indhold af Ammonium og Nitrat efter forskelligt Antal Døgn med Regnvejrs.

Antal Dage siden sidste Tørvejrdsdag	mm Nedbør i Gennemsnit pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		Ammonium Nitrat
		som Ammonium	som Nitrat	
1	6.2	0.59	0.40	1.5
2	5.0	0.42	0.42	1.0
3	6.4	0.30	0.32	0.9

Alle disse Forhold viser, at Regnen rensr Luften. Denne Rensning er mere effektiv for Ammonium end for Nitrat, hvilket kan hænge sammen med, at Ammonium indsuges stærkere af Vand end Kvælstofilterne. At Rensningen ikke alene omfatter Ammonium og Nitrat, viser de i Tabel 5 refererede Undersøgelser.

I en Række Prøver fra Slutningen af Juli og Begyndelsen af August blev gennemført Bestemmelse af Vandets Iltforbrug ved Titration med  $n/10$  Kaliumpermanganat og dets Indhold af organisk bundet Kvælstof. Begge disse Bestemmelser vil give en Relation til det, man i daglig Tale kalder Støv, idet Bestemmelsen af organisk bundet Kvælstof ved Omregning til Æggehvide-stoffer med en dertil egnet Faktor vil give Udtryk for Mængden af den kvælstofholdige Del af Støvet, og Iltningen med Kuliumpermanganat først og fremmest angriber de nogenlunde let angribelige Kulstofforbindelser, som Cellulose, Hemicelluloser o. l. Det mineralske Støv er der intet Udtryk for, fordi de til Raadighed staaende Vandprøver var for smaa til Bestemmelse af Tørstof- og Askeindhold.



Tabel 5. Nedbørens Indhold af organisk Stof og organiske Kvælstofforbindelser, sammenlignet med Vejrets Karakter.

Dato	mm Nedbør	1 Liter-titre- rer cm <sup>3</sup> n/10 Kalium- permanganat	mg Kvælstof pr. Liter			Nedbøren faldt	Vind- retning	Vindstyrke, 0 = stille, 12 = Orkan	Optegnelser om Vejret
			i organisk Forbin- delse	som Am- moniak	som Nitrat				
1/7—3/7	0	—	—	—	—	—	NV.	0—3	klart og skyet.
4/7—13/7	0	—	—	—	—	—	SV.—SØ.	0—4	overvejende klart.
14/7	0.5	9.5	0.98	0.65	0.84	Kl. 4—5	SØ.	0—1	Byge med fjern Torden, i øvrigt klart.
15/7	4.5								
16/7	4.1	6.1	0.57	0.90	0.35	Kl. 14—18	S.—V.	2	Regn fra V., i øvrigt klart.
17/7	0	—	—	—	—	—	V.	1—2	Regn, i øvrigt klart eller skyet.
18/7	3.5	5.2	0.32	0.68	0.49	Kl. 13—14 og 16—18	V.—SV.	1—3	klart.
19/7	1.8	4.3	0.20	0.64	0.49	Nat	SV.—NV.	1—3	Regn, i øvrigt skyet.
20/7	2.0	4.4	0.00	1.11	0.30	Kl. 10—14	V.	3	Regn af og til, i øvrigt graat og skyet.
21/7	3.9	4.8	0.17	0.58	0.30	» 10—15	V.	2—4	Støvregn, i øvrigt skyet.
22/7	2.6	6.0	0.16	0.78	0.41	Nat	V.—NV.	6	Byger, i øvrigt skyet.
23/7	4.6	4.8	0.10	0.42	0.34	Kl. 13—21	NV.—V.	4—6	Støvregn og Ruskregn, i øvrigt skyet.
24/7	1.4								
25/7	6.4	3.8	0.00	0.34	0.29	Nat	V.	4—6	Byger med stærk Regn, » »
26/7	5.9								
27/7	0	—	—	—	—	Hele Døgnet	V.	6	» » » » » »
28/7	—	—	—	—	—	—	NV.	6	skyet.
29/7	11.4	3.0	0.00	0.37	0.26	fra Kl. 15 den 28/7 til » 12 » 29/7	NV.—S.	1—2	Regn fra SV.—S., i øvrigt graat.
30/7									
31/7	1.6	4.2	0.23	0.31	0.31	Kl. 12—6	V.—S.	3	Byger fra S., » »
1/8	0.4	5.0	0.15	0.50	0.31	Hele Døgnet	S.—SV.	0—3	Byger.
2/8	2.3								
3/8	0.7	5.0	0.15	0.50	0.31	Kl. 23—6	NV.—SV.	5	» » »
4/8	0.5								
5/8—8/8	0	—	—	—	—	Kl. 16—18	V.	6	Ruskregn, » »
9/8	2.1	7.9	0.55	0.59	0.38	—	V.—S.	4—1	overvejende klart.
						Nat	S.—SV.	2	Regn, i øvrigt klart.

Begge Udtryk for Indholdet af Støv var høje efter nogle Dages Tørvejr (den 14. og 15. Juli og den 9. August) og de faldt med vedvarende Regn. De var lave med meget stor Nedbør (den 28.—29. Juli og den 21. Juli) og højere med lille Nedbør, selv om det regnede hver Dag (den 1.—4. August).

En Opgørelse over Nedbørens Indhold af Ammonium og Nitrat ved forskellig Vindretning og Vindstyrke findes i Tabel 6.

Langt den største Part af Nedbøren faldt med vestlige og sydlige Vinde. Med østlige Vinde faldt kun godt 7 pCt. og med nordlige 2 pCt. af den samlede Nedbør.

Nedbørsmængden pr. Dag var lidt mindre med vestlige Vinde end med østlige og sydlige, men den var særlig lille med nordlige Vinde. Dette sidste hænger sammen med, at Regnen fra Nord-vest og Nord som oftest falder i Byger, der giver lidt Vand. Noget lignende er Tilfældet ved Vinde fra Vest, men dette Forhold ophæves til Dels

Tabel 6. Regnvandets Indhold af Nitrat og Ammonium ved forskellig Vindstyrke og Vindretning.

Vindstyrke:	0—2 == Stille—svag Blæst			3—5 == ret stærk Blæst			6—8 == stærk Blæst			9—12 == Storm			Gennemsnit af alle Vindstyrker			
	Antal Dage	mm pr. Dag	Gennemsnit pr. Liter	Antal Dage	mm pr. Dag	Gennemsnit pr. Liter	Antal Dage	mm pr. Dag	Gennemsnit pr. Liter	Antal Dage	mm pr. Dag	Gennemsnit pr. Liter	Antal Dage	mm pr. Dag	Gennemsnit pr. Liter	
Vindretning			mg Kvælstof pr. Liter			mg Kvælstof pr. Liter			mg Kvælstof pr. Liter			mg Kvælstof pr. Liter			mg Kvælstof pr. Liter	
			Amm. som Nitrat			Amm. som Nitrat			Amm. som Nitrat			Amm. som Nitrat			Amm. som Nitrat	
SV.—VNV. ....	32	6.0	0.88	56	6.3	0.57	26	8.5	0.37	4	11.5	0.29	126 <sup>1)</sup>	6.9	0.46	0.29
NV.—NNØ. ....	8	5.2	0.59	8	3.8	1.04	6	4.5	0.53	0	—	—	25 <sup>1)</sup>	4.4	0.63	0.30
NØ.—OSØ. ....	1	7.7	0.44	2	6.4	0.47	0	—	—	1	10.0	0.47	4 <sup>1)</sup>	7.6	0.46	0.38
SØ.—SSV. ....	24	7.4	0.62	17	8.1	0.90	3	7.9	0.71	1	10.2	0.42	45 <sup>1)</sup>	7.7	0.73	0.30
I alt og Gennemsnit....	83 <sup>1)</sup>	6.0	0.50	93 <sup>1)</sup>	6.2	0.71	40 <sup>1)</sup>	7.9	0.43	6 <sup>1)</sup>	11.1	0.34	233 <sup>1)</sup>	6.5	0.56	0.30

<sup>1)</sup> Stemmer ikke med Summen af Tallene i de tilsvarende Rubrikker eller Linier, fordi nogle Dage havde vekslende Vindretning eller Vindstyrke, og disse Dage indgaar i 1 alt og Gennemsnit.

deraf, at der med Vinde fra Sydvest ofte falder meget store Regnmængder i Løbet af et Døgn.

Fordelingen inden for Vindstyrkerne var følgende i pCt. af den samlede Nedbør:

Stille — svag Blæst .....	33 pCt.
Ret stærk Blæst .....	38 »
Stærk Blæst .....	21 »
Storm .....	8 »

Der var mindst Nedbørsmængde med Storm, fordi der var faa Stormdage, men disse har til Gengæld hver for sig givet en stor Nedbør.

Det gennemsnitlige Indhold af Nitrat var ikke meget forskelligt med forskellig Vindretning. Ved østlig Vind var det vel lidt højere end ved de andre Retninger, men dette Gennemsnit repræsenterer kun 4 Dage. Heller ikke ved forskellig Vindstyrke har der været nogen stor Forskel paa Nitratinholdet. Indholdet af Ammonium var derimod afgørende forskelligt under forskellige Vejrforhold, idet sydlig Vind og ret stærk Blæst har givet et stort Indhold, vestlig Vind og Storm i Almindelighed et lille Indhold. Ved nordlig Vind fandt man ogsaa gennemgaaende et stort Indhold, men dette havde sin Aarsag deri, at Nedbøren pr. Dag var lille.

Tabel 7. Regnvandets Indhold i Regnvejr og Bygevejr.

Nedbøren faldt som	Antal Tilfælde	mm Nedbør i Gus. pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		Amm. Nitrat
			som Amm.	som Nitrat	
Regn .....	143	6.8	0.68	0.31	2.0
Byger, Gennemsnit .....	90	6.1	0.43	0.29	1.5
Byger uden Hagl og Torden .....	54	4.7	0.39	0.22	1.8
» med baade Hagl og Torden .....	8	9.9	0.38	0.25	1.5
» med Hagl alene .....	10	9.7	0.32	0.41	0.8
» med Torden alene .....	18	6.5	0.45	0.29	1.6

Endelig blev der udført Beregning af det gennemsnitlige Kvælstofindhold i Nedbøren, naar den faldt som jævn Regn eller som Byger, og Resultaterne af denne Beregning findes i Tabel 7.

Indholdet af Ammonium var mindst i Bygeregnen, men

Indholdet af Nitrat var lige stort, naar man ser paa Bygernes Gennemsnitsindhold. Deler man Bygerne, som det er sket i de sidste 4 Linier i Tabellen, ser man, at Haglbygerne har haft et meget stort Nitratindhold og et lille Indhold af Ammonium. Den Antagelse, at en væsentlig Del af Nedbørens Nitratindhold skulde stamme fra stærke elektriske Udladninger, og at Tordenregnen derfor skulde have et særlig stort Indhold af Nitrat, bekræftes ikke af disse Undersøgelser.

Det er klart, at disse Gennemsnit dækker over store Variationer. Det største Indhold af Ammoniumkvælstof, der blev fundet, var 8.77 mg Kvælstof pr. Liter, det laveste 0 mg, og det største Indhold af Nitratkvælstof var 1.54 mg pr. Liter, det laveste ligeledes 0 mg. Baade meget høje og meget lave Indhold indtraf ofte i Perioder. I 1922 var der saaledes fra den 6. til den 18. Juli og fra den 5. til den 13. August meget stort Indhold af Ammonium — de største var 8.77, 5.50 og 4.27 mg Kvælstof pr. Liter. Begge Perioder havde sydlig Vind i Begyndelsen, men i øvrigt højst forskellige Vejrforhold. I Februar 1924 var der med vestlig Vind en Periode med meget lavt Indhold af Ammoniumkvælstof, og Nitratindholdet var da samtidig meget lavt, under 0.1 mg Kvælstof pr. Liter fire Dage i Træk. Lavt Indhold af Nitrat forekom ligeledes fra den 12. til den 21. November 1923. Vinden var da sydlig i Begyndelsen af Perioden og Indholdet af Ammonium ret stort. I Maj, Juni og Juli 1925 var der en Periode med meget højt Nitratindhold. Gennemsnit for Juni var 1.46 mg Nitratkvælstof pr. Liter, og det største Indhold for et enkelt Døgn maa have været betydelig over det hidtil fundne Maksimum. Forholdet kan ikke forfølges nærmere, fordi der ikke er udført Analyse hver Dag. Ogsaa inden for et Døgn kan Indholdet variere stærkt, og Eksempler herpaa er givet i 193. Beretning, Tabel 5, Side 94.

Resultaterne af de i 1925—26 udførte Bestemmelser af Indhold af Ammonium og Nitrat i Nedbøren ved Blangsted, Spangsbjerg og Hornum findes i Tabel 8. Paa Grund af de foran omtalte Uregelmæssigheder ved Prøvestørrelserne kan der ikke opgives Indhold for hver Maaned, og derfor er der kun opført Gennemsnit for Sommerhalvaaret (April—Oktober) og Vinterhalvaaret (November—Marts).

Der er paa disse Stationer ikke udført Nedbørsmaalinger

Tabel 8. Indhold af Ammonium og Nitrat i Regnvand fra Blangsted, Spangsbjerg og Hornum.

Aarstid	mm Nedbør		Antal Nedbørsdage	mm i Gennemsnit pr. Dag	mg Kvælstof pr. Liter		kg Kvælstof pr. ha		
	Normal	1925—1926			som Amm.	som Nitrat	som Amm.	som Nitrat	i alt
<b>Blangsted</b>									
April—September . . . .	314 <sup>1)</sup>	304	69	4.5	1.21	0.55	3.69	1.67	5.36
Oktober—Marts . . . . .	328	293	86	3.4	0.94	0.59	2.75	1.74	4.49
Hele Aaret . . . . .	642	597	155	3.9	1.07	0.57	6.44	3.41	9.85
<b>Spangsbjerg</b>									
April—September . . . .	304 <sup>2)</sup>	430	59	7.3	0.93	0.75	4.00	3.24	7.24
Oktober—Marts . . . . .	355	302	50	6.0	0.80	0.38	2.42	1.15	3.57
Hele Aaret . . . . .	659	732	109	6.7	0.88	0.60	6.42	4.39	10.81
<b>Hornum</b>									
April—September . . . .	306 <sup>3)</sup>	245	63	3.9	0.74	0.75	1.82	1.88	3.70
Oktober—Marts . . . . .	296	244	87	2.8	0.75	0.32	1.84	0.77	2.61
Hele Aaret . . . . .	602	489	150	3.3	0.74	0.51	3.66	2.65	6.31
<b>Askov 1925—1926</b>									
April—September . . . .	383	410	77	5.3	0.61	0.50	2.72	2.03	4.75
Oktober—Marts . . . . .	344	316	81	3.9	0.94	0.29	2.96	0.95	3.91
Hele Aaret . . . . .	727	726	158	4.6	0.78	0.41	5.68	2.98	8.66
<b>Askov. Gennemsnit af alle Undersøgelser</b>									
April—September . . . .	383	412	87	4.7	0.69	0.35	2.33	1.46	4.29
Oktober—Marts . . . . .	344	344	87	4.0	0.70	0.37	2.41	1.26	3.67
Hele Aaret . . . . .	727	756	174	4.3	0.69	0.36	5.24	2.72	7.96

<sup>1)</sup> Normal for Odense. <sup>2)</sup> Normal for Fanø. <sup>3)</sup> Normal for Aalborg Amt.

i saa lang Tid, at Normalnedbør kan beregnes. De nærmeste meteorologiske Stationers Normalnedbør og de paagældende Stationers Afvigelse derfra for 1925—26 var følgende:

	Normalnedbør:			Afgivelser 1925—26:			
	Sommer	Vinter	Aaret	Sommer	Vinter	Aaret	
Odense . . . . .	314	328	642	Blangsted . . . . .	÷ 10	÷ 35	÷ 45
Fanø . . . . .	304	355	657	Spangsbjerg . . . . .	+ 126	÷ 53	+ 73
Aalborg Amt . . . . .	306	296	602	Hornum . . . . .	÷ 61	÷ 52	÷ 113
Askov . . . . .	383	344	727	Askov . . . . .	+ 27	÷ 28	÷ 1

Der har været betydelige Afgivelser fra de anførte Tal for Normalnedbør. Spangsbjerg har i Sommerhalvaaret faaet 126 mm eller 40 pCt. for meget og i Vinterhalvaaret 17 pCt. for lidt, Hornum har faaet omtrent 20 pCt. for lidt baade Sommer og Vinter, og Blangsted har omtrent faaet Normalnedbør om Sommeren, men 10 pCt. for lidt om Vinteren, medens Askov til Sammenligning har faaet Normalnedbør for hele Aaret, men knap 10 pCt. for meget om Sommeren og for lidt om Vinteren.

I de fleste Tilfælde har Indholdet været større end i Askov, kun i Vinterhalvaaret var der et lavere Indhold af Ammonium ved Spangsbjerg og Hornum.

Den tilførte Mængde af Kvælstof var ved Blangsted 1.2 kg pr. ha større end ved Askov, skønt Nedbøren var en Del mindre. Ved Spangsbjerg, der fik samme Nedbør som Askov, var den 2.2 kg større, og ved Hornum med den meget lille Nedbør var den 2.3 kg mindre end ved Askov. Forholdet mellem Ammonium og Nitrat var ved Blangsted omtrent som ved Askov, hvorimod Spangsbjerg og Hornum havde et snævrere Forhold, saaledes at Hornum fik en lidt mindre Mængde Nitrat tilført end Askov og meget mindre Ammonium, medens Spangsbjerg fik meget mere Nitrat, men kun lidt mere Ammonium. Den ringe Mængde Ammonium ved Hornum kan, foruden den ringe Nedbør, skyldes stor Afstand fra Byer og ret tynd Bebyggelse af Omegnen, men det er vanskeligt at paapege en Aarsag til den store Mængde Nitrat ved Spangsbjerg. Den forholdsvis store Mængde Ammonium ved Blangsted og Spangsbjerg skyldes disse Stationers Beliggenhed tæt ved større Byer, og naar Spangsbjerg har faaet lige saa meget som Blangsted, skønt Eshjerg kun er halv saa stor som Odense, kan det være foraarsaget af, at Blangsted ligger sydøst for Odense og sjældent har Nedbør med Vind, der fører fra Byen, medens Spangsbjerg ligger nordøst for Eshjerg og ofte har Nedbør med Vind fra Byen.

I Gennemsnit af alle Undersøgelser fandt man følgende:

	kg Kvælstof pr. ha:			pCt. af Kvælstofmængde:	
	Ammonium	Nitrat	I alt	Ammonium	Nitrat
Gennemsnit af 4 Stationer					
1925—26 .....	5.55	3.86	8.91	38	62
Askov 1925—26 .....	5.68	2.98	8.66	34	66
» 1912/23—1926/27 ...	5.25	2.63	7.89	33	67

Den Mængde Kvælstof, der aarlig tilføres Jorden med Nedbøren her i Landet, ligger omkring ved 8 kg pr. ha. Den er lidt større i Nærheden af Byerne og mindre i de tyndt befolkede Egne i Jylland. Af denne Kvælstofmængde er omkring  $\frac{2}{3}$  Ammonium og omkring  $\frac{1}{3}$  Nitrat. Den tilførte Mængde er i nogen Grad afhængig af Vejrforholdene, og navnlig vil Regn med sydlige og sydøstlige Vinde give en stor Mængde, fordi der med disse Vinde føres en forholdsvis ammoniakrig Luft fra Fastlandet mod Syd ind over Landet. Haglbyger giver en stor Nitratmængde, og mange Nedbørsdage giver en stor Kvælstofmængde, fordi de betinger en effektiv Udvaskning af Luften.

Sammenligning med andre Undersøgelser, udførte under de samme eller nærliggende Breddegrader og under lignende klimatiske Forhold, viser følgende:

	kg Kvælstof pr. ha:		
	Ammonium	Nitrat	I alt
Rothamsted 1877—1916.....	3.0	1.5	4.5
Jönköping 1909—1913.....	2.6	1.2	3.8
København 1881—1886.....	11.0	2.6	13.6
Askov 1922—1927.....	5.6	2.6	7.9

Den lille Mængde ved Rothamsted maa antagelig forklares deraf, at Luften med sydlige og østlige Vinde fra Fastlandet dels har lang Vej og dels maa passere over Havet og derfor er udsat for Udvaskning, før den naar ind over England. Den lille Mængde i Jönköping skyldes lignende Forhold og desuden, at Opsamlingen er foretaget i en meget tyndt bebygget Egn. Det store Indhold af Ammonium i København skyldes Byens Nærhed. Et ganske tilsvarende Forhold er fundet ved at sammenligne Indholdet af Ammonium ved Rothamsted og i London og Newcastle-on-Tyne (3). Nitratmængden i København stemmer med den, der blev funden ved Askov. Som tidligere bemærket, var Nitratmængden i København meget forskellig i de forskellige Aar. Forholdene ved Askov var vel ikke saa ekstreme, men det er dog Side 142 vist, at der var udprægede Perioder med højt og lavt Indhold. Denne Periodicitet kan meget vel give Forklaring paa det i København fundne Forhold, men dens Aarsag kan ikke udredes af de udførte Undersøgelser.

Bestemmelserne af Klorid i Nedbøren blev paabegyndt i Efteraaret 1924, og Aarsagen til deres Paabegyndelse var den Iagttagelse, at Blade og umodne Skud paa Løvtræer i Vestjylland efter en Vestenstorm ofte er sorte og afsvedne i Vindsiden. Under Stormen den 30. August 1923 blev paa denne Maade alle de vestlige Rækker af Frugttræer paa Forsøgsstationen ved Spangsbjerg ødelagte, trods en ret høj og tæt Læplantning, og Ødelæggelsen paa ubeskyttede Løvtræer strakte sig helt ind midt i Jylland. Efter en Storm den 9. og 10. September 1924 kunde man i Egnen omkring Askov se en lignende Ødelæggelse paa Vestsiden af levende Hegn og fritstaaende Træer. Bladenes Udseende under disse Forhold tyder ikke paa, at de alene er beskadigede af Vindslid, og man ser ogsaa, at Træer nær ved Kysten bliver beskadigede i kraftigt Blæsevejr med Regn, medens der skal en Storm til, for at Beskadigelsen kan strække sig længere ind i Landet, og paa Østkysten eller Øerne ser man aldrig, eller dog kun meget sjældent, dette Fænomen.

Da Regnvandets Indhold af Klorid væsentligst stammer fra Havvand, som under Bølgeslag og Brydning mod Kysten forstøves og føres op i Luften, ligger den Tanke nær, at Beskadigelsens Aarsag er det forstøvede Havvand, som med Vinden føres ind over Landet, og at dette muligvis spiller en større Rolle for »Vindsliddet« paa Træerne i Vestjylland end Vindens Styrke, idet Ødelæggelsen af de unge Skud i Vindsiden, der er den egentlige Aarsag til de højede, vindslidte Træer, kan skyldes Indholdet af Salte i det forstøvede Havvand.

Bestemmelsen af Klorid udførtes saaledes, at 500—1000 cm<sup>3</sup> Vand efter Tilsætning af nogle Draaber Sodaopløsning blev inddampet til ca. 100 cm<sup>3</sup> og efter Afkøling og Filtrering titreret med Sølvnitrat med Kaliumkromat som Indikator.

Ved Hjælp af denne Bestemmelse søgte man nu i Efteraaret 1924 at faa Udtryk for Indholdet af Klorid under forskellige Vejrforhold, dernæst ved Bestemmelse i Prøver fra hver Maaned indtil Marts 1927 at faa Udtryk for Indholdet i de forskellige Aarstider, og endelig ved Bestemmelse i de fra Blangsted, Spangsbjerg og Hornum modtagne Prøver at faa Udtryk for Indholdet forskellige Steder i Landet.

Resultaterne af Undersøgelserne i Efteraaret 1924 findes i Tabel 9, og det fremgaar af disse, at Indholdet af Klorid var



Tabel 9. Indhold af Klorid i Regnvand fra Askov, Efteraaret 1924.

Prøver op-samlede, Dato	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	Vindretning	Bemærkning om Vejret
9/9 — 12/9	33	31.6	V.	Byger og stærk Regn, Storm d. 9 og 10.
15/9 — 19/9	27	5.9	V.	Byger og ret stærk Blæst.
21/9 — 23/9	20	4.0	S.	Byger, ret stærk—stærk Blæst.
4/10 — 11/10	44	5.1	S.—V.	Regn og Byger, svag—ret stærk Blæst.
18/10 — 21/10	8	6.0	V.—S.	Regn og Byger, svag Blæst.
28/10 — 31/10	21	2.5	SV.—SØ.	Regn og Byger, svag Blæst.
1/11 — 6/11	33	7.6	V.—NV.	Byger, ret stærk Blæst.
19/11 — 24/11	20	4.9	V.—S.	Regn, svag—ret stærk Blæst.
28/11 — 9/12	23	3.7	SØ.—SV.	Regn og Byger, svag—ret stærk Blæst.

størst, naar Vinden var vestlig, og faldt, naar den drejede mod Syd og Sydøst. Nedbøren, der faldt under Vestenstormen den 9. og 10. September, havde 5—10 Gange saa stort Indhold som Nedbøren i Resten af Tiden.

I Tabel 10 findes Resultaterne af Undersøgelserne fra Tiden September 1924—Marts 1927, og man ser her, at Koncentrationen har været mindst i Foraars- og Sommermaanederne,

Tabel 10. Indhold af Klorid i Nedbøren fra Askov.

Aar:	1924—1925			1925—1926				1926—1927				Gennemsnit		
	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha		
April.....	—	—	—	36	3.6	1.3	32	3.1	1.0	34	5.3	1.2		
Maj.....	—	—	—	76	1.7	1.3	53	2.2	1.2	65	2.3	1.5		
Juni.....	—	—	—	39	3.6	1.4	51	2.7	1.4	45	3.1	1.4		
Juli.....	—	—	—	37	4.6	1.8	75	4.0	1.8	57	3.2	1.8		
August.....	—	—	—	89	2.6	2.3	86	4.2	2.3	88	2.6	2.3		
September.....	81	16.1	13.0	133	3.9	5.2	102	4.6	4.7	105	7.2	7.6		
Oktober.....	73	4.4	3.2	83	3.3	2.7	102	11.5	11.7	86	6.9	5.9		
November.....	76 <sup>1)</sup>	5.7	4.4	59	9.0	5.3	51	7.6	3.9	62	7.3	4.5		
December.....	34 <sup>1)</sup>	3.6	1.2	52	5.5	2.9	28	9.8	2.7	38	6.1	2.3		
Januar.....	60	10.0	6.0	33	9.1	3.0	55	8.2	4.5	49	9.2	4.5		
Februar.....	67	6.2	4.2	54	2.5	1.4	21	5.3	1.1	47	4.7	2.2		
Marts.....	36	6.8	2.4	35	6.2	2.2	57	7.1	4.0	43	6.7	2.9		
I alt og Gns.	(427)	(8.1)	(34.4)	725	4.2	30.8	713	5.7	40.8	719	5.3	38.1		

<sup>1)</sup> Stemmer ikke med Tabel 1, fordi de første Dage af December er regnede med i November.

der hyppigst har østlige og sydlige Vinde og kun sjældent Storm fra Vest, og den har været størst i Efteraarsmaanederne, da der forholdsvis ofte er stærk Blæst og Storm fra Vest. Den samlede Mængde Klorid i kg pr. ha, som blev tilført i de to Aar, April 1925—Marts 1927, var mellem 30 og 40 kg pr. ha aarlig. Beregnes Mængden for Aaret, September 1924—August 1925, finder man 42.5 kg pr. ha.

Endelig findes Resultaterne af Kloridbestemmelser i Nedbøren fra Blangsted, Spangsbjerg og Hornum i Tabel 11. Der er taget Gennemsnit af Maanederne to og to, fordi Prøverne i nogle Tilfælde maatte hældes sammen for to Maaneder for at give Vand nok til Analysen.

Tabel 11. Indhold af Klorid i Nedbøren fra Blangsted, Spangsbjerg og Hornum 1925—1926.

Sted:	Blangsted			Spangsbjerg			Hornum		
	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha	mm Nedbør	mg Klorid pr. Liter	kg Klorid pr. ha
Aarstid									
April—Maj . . . . .	77	4.4	3.4	84	11.2	9.4	88	4.4	3.9
Juni—Juli . . . . .	69	5.7	3.6	98	10.9	10.7	63	5.3	3.3
August—September . .	164	5.7	7.5	248	11.2	27.8	94	9.0	8.5
Oktober—November . .	125	4.8	6.0	133	18.6	24.8	98	5.8	5.7
December—Januar . . .	84	5.9	4.2	88	8.9	7.8	80	4.9	4.3
Februar—Marts . . . . .	60	5.5	4.6	81	12.8	10.4	66	4.4	2.9
Hele Aaret . . . . .	597	4.7	29.3	732	12.4	90.9	489	5.8	28.6

Hornum og Spangsbjerg viser med Hensyn til Koncentrationens Svigninger gennem Aaret lignende Forhold som Askov, medens Blangsted havde omtrent samme Koncentration Aaret igennem. Blangsted og Hornum havde mindre Nedbør og lidt større Koncentration end Askov, og derfor blev den tilførte Kloridmængde omtrent lige stor disse tre Steder, medens Spangsbjerg med lige saa stor Nedbør som Askov havde omtrent 3 Gange saa stor Koncentration og derfor fik 3 Gange saa meget Klorid tilført.

Disse Undersøgelser viser, at Mængde og Koncentration af Klorid i Regnvandet falder stærkt fra Havet til et Stykke ind i Landet, men at man derfra faar en nogenlunde konstant

Mængde tilført, idet Koncentrationen aftager med stigende Nedbør. En stor — og skadelig — Koncentration i en Afstand af 40—50 km fra Havet faar man kun ved Storm, der fører forstøvet Havvand langt ind over Landet, og da Vestenstorm er hyppigst i Efteraarsmaanederne, vil man hyppigst faa en Beskadigelse af Plantevæksten i disse Maaneder.

### Litteraturfortegnelse.

- Feilitzen, Hj. v. ock I. Lugner*: Undersökninger öfver de mängder bundet kväfve som tilføres jorden med nederbörden. Kgl. Landbr. Acad. Handl. ock Tidskrift. 49. 1910.
- Miller, N. H. J.*: The amounts of nitrogen as ammonia and as nitric acid in the rain water collected at Rothamsted. Journ. of Agric. Science. 1. 1905.
- Russell, E. J. and E. H. Richards*: The amount and composition of rain falling at Rothamsted. Journ. of Agric. Science. IX. 1919.
- Tuxen, C. F. A.*: Undersøgelser over Regnens Betydning her i Landet som Kvælstofkilde for Kulturplanterne. Tidssk. f. Landøkonomi. 9. 1890.

### Summary.

#### Investigations of Rain-water.

Investigations were made of the nitrate and ammonium content of rain-water at the Danish State Experiment Station at Askov from September—December, 1921 and from April, 1921 to March, 1927, and at the Danish State Experiment Stations, Blangsted by Odense, Spangsbjerg by Esbjerg and Hornum by Løgstør from April, 1925 to March, 1926. On an average the following amounts of nitrogen per ha. were added annually in the precipitation.

	mm precipitation	Entire year (kg):		Total nitrogen (kg)		
		ammo- nium	ni- trate	sum- mer	win- ter	entire year
Askov .....	756	5.24	2.72	4.29	3.67	7.96
Blangsted .....	597	6.44	3.41	5.36	4.49	9.85
Spangsbjerg .....	732	6.42	4.39	7.24	3.57	10.81
Hornum .....	489	3.66	2.65	3.70	2.61	6.31

In Denmark the annual precipitation contains about 8 kg nitrogen per ha, of which  $\frac{2}{3}$  is present as ammonia  $\frac{1}{3}$  as nitrate. The maximum nitrogen content in the precipitation of a single day was 8.77 mg ammonia nitrogen per litre and 1.54 mg nitrate nitrogen per litre. In some cases the ammonium or nitrate was so small that they could not be determined quantitatively. At Askov the maximum for

a single year was 9.06 kg. per ha. from April 1926 to March 1927, and the minimum 7.19 kg. per ha. from April 1922 to March 1923.

The ammonium content was great with southerly winds; the nitrate content was unaffected by wind direction. The first precipitation after a drought of several days contained a large amount of ammonium and nitrates, and a small amount of precipitation contained more of these substances than a large amount. Rain from a thunder storm contained no more nitrate than other rain, whereas hail often contained very much.

The content of chloride in rain-water was determined at Askov from September 1924 to March 1927, at Blangsted, Spangsbjerg and Hornum from April 1925 to March 1926. At Askov about 30—40 kg. chloride was added to the soil per ha. annually from the precipitation and at Spangsbjerg 90 kg. The content of chloride was very great in rain-fall accompanied by strong westerly winds; about one-half of the total annual content was added during September, October and November, due to the prevailing western storms characteristic of those months.

The chloride content in precipitation is largely derived from the water of the ocean. This is blown up as a dust as the breakers beat along the beach and then borne away in the air together with chloride salts. One of the causes of »wind wear« of the deciduous trees of western Jutland is the fact that the leaves and young shoots on the wind side are destroyed by the salt in the rain.

---