

Ændringer i Danmarks Klima i den nyeste Tid.

Med en kort Oversigt
over Europas og Vestgrønlands Temperaturændringer.

Af Leo Lysgaard.

Fra Geologien er det almindelig kendt, at Klimaet maa have ændret sig betydeligt over Danmark siden Istiden; derimod er det mindre kendt, at Danmarks Klima har ændret sig saa meget i den korte Tid, Vejret har været under regelmæssig og tilstrækkelig nøjagtig Observation, at man har kunnet paavise denne Ændring. I 1870 udgav *C. Holten* en Afhandling: „Om sandsynlige Forandringer i vort Klima i de sidste 100 Aar“, og i 1896 behandlede *V. Willaume-Jantzen* et lignende Problem i Afhandlingerne: „Meteorologiske Observationer i København“ (udgivet af *Det danske meteorologiske Institut*) og „Klimaforandringer i de sidste Aarhundreder“ (*Geografisk Tidsskrift* B. 12, 3.—4. Hefte). Siden disse Forfatteres Tid er Observationsrækkerne blevet saa lange og saa mange, at der nu ingen Tvivl kan være om, at vort Klima, navnlig for Vinterens Vedkommende, maa have ændret sig betydeligt i de sidste 100—150 Aar.

Til Grund for nærværende Undersøgelser ligger *Det danske meteorologiske Instituts* officielle Publikationer; og den i 1935 vedtagne Definition af Begrebet „Klima“ — Normalvejr — er benyttet: ved *Klimaet* forstaar man den gennemsnitlige meteorologiske Tilstand, som man faar, naar man for de 12 Maaneder og Aaret foretager en Udjævning af de meteorologiske Data for en Periode paa 30 Aar. Som *Klimavariation* definerer man de Ændringer, som bliver igen efter denne Udjævning over 30 Aar. I det følgende vil der altid ved *Normaler* være forstaaet 30-Aars Normaler, medmindre noget andet udtrykkeligt er fremhævet. Kun to Tabeller er medtaget her; de øvrige vil antagelig fremkomme i et Tabelværk: „Tabellen über die Änderungen des Klimas“, Kopenhagen 1938. Enkelte Tabeller findes i Artiklen: „Änderungen des Klimas von

Dänemark seit 1800“ (*Meteorologische Zeitschrift*, 1937). De grafiske Fremstillinger er rentegnet af Meteorologassistent A. A. Andreassen.

1. ÆNDRINGER I LUFTENS TEMPERATUR.

Der foreligger temmelig paalidelige og regelmæssige Maalinger af Luftens Temperatur i København fra 1798 og til Dato. I de første Aar indtil 1819 maalttes Temperaturen paa Rundetaarn, fra 1814—17 i den gamle botaniske Have og siden 1860 i Landbohøjskolens Have ($\varphi = 55^{\circ} 41' N$, $\lambda = 12^{\circ} 33' E$, $h = 13 m$), hvortil alle Maalingerne er henførte.

For straks at faa et Overblik over Karakteren af Temperaturændringerne skal det vises, hvorledes samtlige 30-Aars Normaler siden 1800 har ændret sig i Forhold til den lange 135-Aars Normal for hele Perioden 1801—1935 for Aarets Vedkommende. Den lange Normal findes at være

$$T_{135} - T_N = 7^{\circ},64;$$

Betegner man de enkelte Aars Middeltemperatur med T_M , er Differenserne $T_M - T_N$ dannet for alle Aarene fra 1801 til 1935, og af de 135 Differenser er der (i Hundrededele Grader) udregnet overgribende Middelværdier for $(T_M - T_N)$ for alle Perioderne: 1801—30, 1802—31 1905—34 og 1906—35. Resultatet er anskueliggjort i Fig. 1, hvor Perioderne er Abscisser og 30-Aars Normalernes Afvigelser fra 135-Aars Normalen Ordinator; Kurven viser følgelig Variationen i Aarets Normaltemperatur i Tiden fra 1801—1935.

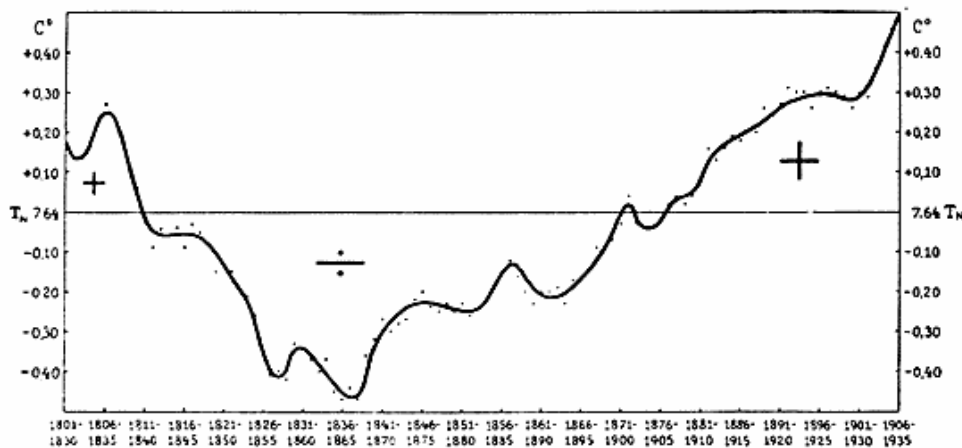


Fig. 1. Variationen i Aarets Normaltemperatur i København.
Die Änderungen der Normaltemperatur, Kopenhagen.

I Begyndelsen af det 19. Aarhundrede ligger Normalerne over T_N : Klimaet har i Tiden indtil Periode 1811—40 været varmere end normalt — Maksimum i Afvigelse ($0^{\circ},27$) indtraf i Perioden 1806—35. Fra Periode 1811—40 til Periode 1877—1906 ligger alle Normaler med en enkelt Undtagelse nær (1872—1901) under T_N : Klimaet har i denne Tid været koldere end normalt — det absolute Minimum ($-0^{\circ},47$) indtraf i Perioderne 1836—65 og 1838—67. Siden Periode 1877—1906 har alle Normaler været større end T_N og gennemgaaende været voksende: Klimaet har været varmere end normalt, og Varmeoverskuddet er stadig blevet forøget — det absolute Maksimum i Afvigelse ($0^{\circ},49$) indtraf i Perioden 1906—35, altsaa i den sidste.

Naar Kurven har været saa stærkt stigende i den sidste halve Snes Aar, saa skyldes det i nogen Grad lokale Forhold: forøget Bebyggelse og dermed større Storstadsindflydelse paa Temperaturmaalingerne. Bidraget fra disse lokale Forhold kan dog anslaaes til endnu kun at beløbe sig til 1—2 Tiendedele Grader (se senere).

Siden Perioden 1836—65 er Normaltemperaturen steget med $0,49 - (-0^{\circ},47) = 0,96$ eller ca. 1° , en Størrelse, som afgjort ligger over de Fejl, man maa regne med paa de Middeltal, der her er Tale om. Summen af de med + mærkede Arealer er naturligvis lig med det negative Areal. Kurven udviser smaa uregelmæssige Svingninger, og det er at vente, at den sekulære Svingning, hvis der da vel at mærke er Tale om en saadan og ikke om en ret vedvarende Temperaturstigning, ogsaa maa være uregelmæssig; i modsat Fald skulde Københavns Aarsnormal, som for Perioden 1907—36 er $8^{\circ},1$, netop kulminere omkring denne Periode og passere $135-$

Tabel 2. Normaler fra Perioden 1907—36.
Normalen von Zeitraum 1907—36.

1. København, Kopenhagen.

	Jan.	Febr.	Marts	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Aar
Temperatur (C)	0,7	0,2	2,1	6,1	11,5	14,8	17,3	16,2	13,0	8,7	4,4	2,1	8,1
Nedbør (mm)	41	34	29	41	41	47	66	74	53	60	51	51	585
Nedbørdage	17	13	14	14	12	13	14	16	15	17	17	18	179

2. Tarm.

Temperatur (C)	1,0	0,7	2,2	5,9	10,6	13,6	15,8	15,1	12,1	8,1	4,0	2,0	7,6
Nedbør (mm)	52	39	37	42	37	54	67	88	79	87	76	65	722

Aars Normalen ($T_N = 7^{\circ},64$) for nedadgaende omkring Perioden 1940—69.

For at undersøge, hvorledes den konstaterede Temperaturændring fordeler sig over Aaret (Aarstiderne og Maanederne), er der for de 12 Maaneder og Aaret udregnet overgribende Normaler for Perioderne: 1798—1827, 1799—1828 1906—35 og 1907—36.

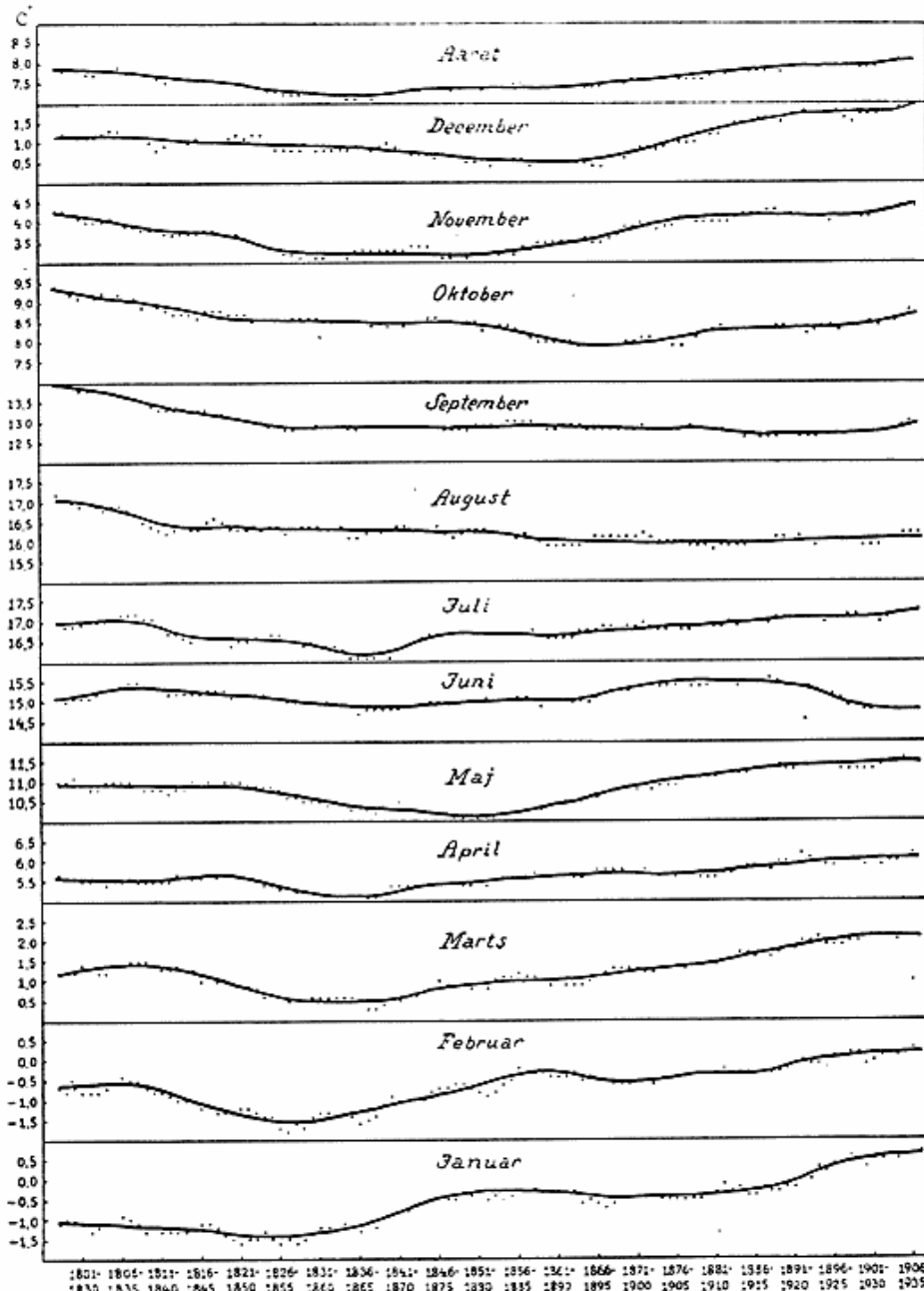


Fig 2. Variationen i Aarets og Maanedernes Normaltemperaturer i København.
Die Änderungen der Normaltemperatur, Kopenhagen.

I Tabel 1 er opført de højeste og laveste Værdier af disse Normaler og deres Differenser samt de Perioder, hvori Ekstremerne indtraf; og i Tabel 2 findes de sidste nye Normaler for Maanederne og Aaret; iøvrigt er Resultatet, Variationen i Normaltemperaturerne, anskueliggjort ad grafisk Vej i Fig. 2. Perioderne er fremdeles Abscisser og Normaltemperaturerne Ordinater. Kurven for Aaret er den samme, som den der findes i Fig. 1; blot er den mere udjævnet her, hvor der kun er medtaget Tiendedele Grader; Hundrededele er jo ret problematiske. Kurven for Aaret bliver selvsagt ogsaa mere regelmæssig end Kurverne for Maanederne.

Det fremgaar med al ønskelig Tydelighed af Tabellerne og Figuren, at det er de 4 koldeste Maaneder: December—Marts, der kan opvise den største Ændring i Normaltemperaturen, og af disse Maaneder indeholder Januar Rekorden med en Ændring paa $2^{\circ},3$, nemlig fra $-1^{\circ},6$ til $+0^{\circ},7$.

I April, Juni og Juli er Ændringen mindst — i April kun $0^{\circ},9$; men betragter vi bare de sidste 115 Aar, er August og September de mest regelmæssige; siden 1822 har Ændringen for disse Maaneders Vedkommende kun beløbet sig til $0^{\circ},4$. Efter Perioden 1838—67 er Aarets første 4 Maaneder gennemgaaende blevet varmere; for Maj begynder Stigningen først efter Perioden 1853—82, for November efter 1850—79 og for December først efter Perioden 1867—96. Juni frembyder særlige Forhold. Fra Periode 1866—95 til Periode 1888—1917 er den blevet varmere, men derefter er Temperaturen igen faldet og det noget mere, end den tidligere var steget; først i de sidste Aar har Junis Middeltemperatur været saa høj, at Kurven er begyndt at gaa lige ud med Tendens til Stigning.

I Aarene efter 1798 var Januar den koldeste Maaned; fra Periode 1816—45 til Periode 1894—1923 var Januar og Februar omtrent lige kolde, men efter den sidstnævnte Periode har Februar normalt været den koldeste Maaned; i Løbet af et Aarhundrede er Februar blevet ligesaa meget koldere, som den før var varmere end Januar. Rekorden som den laveste Normaltemperatur er $-1^{\circ},8$, der opnaaedes af Februar i Perioden 1827—56. — Før Perioden 1842—71 var Juli og August omtrent lige varme, men siden er Juli blevet næsten en hel Grad varmere, medens August er ret uforandret. Rekorden som den højeste Normaltemperatur er $17^{\circ},3$, der opnaaedes af Juli i Perioden 1908—37. Af disse Oplysninger om de 2 varmeste og de 2 koldeste Maaneder vil det fremgaa, at Aarets koldeste og varmeste Tider har nærmet sig til hinanden igennem de senere Aar. — Marts har gennemgaaende været noget varmere end December, men i Øjeblikket er Normaltemperaturen den samme for

de 2 Maaneder, nemlig 2^o,1: Marts er blevet noget mere foraar-
sagtig og December meget mere efteraarsagtig end tidligere.

I Gennemsnit synes Sommeren kun at have ændret sig lidt, For-
og Efteraaret noget og Vinteren meget, saa meget, at der ikke kan
være Tvivl om, at Vintrene var betydelig strengere i gamle Dage
end nu om Stunder.

Man kan imidlertid ikke paa Forhaand gaa ud fra, at de Æn-
dringer, der er fastslaaet for Københavns Vedkommende, ogsaa
skal have fundet Sted ude i Landet, idet den kraftige Temperatur-
stigning muligvis kan hidrøre fra lokale Forhold som f. Eks.
voksende Bebyggelse. Som Følge heraf er der for Tarm ($\varphi = 55^{\circ}$
 $55'$, $\lambda = 8^{\circ} 31'$, $h = 7$ m) paa samme Maade som for København
udregnet overgribende Normaltemperaturer for de 12 Maaneder og
Aaret for alle Perioderne: 1861—90, 1862—91 1906—35 og
1907—36 og ligeledes for Skagen ($\varphi = 57^{\circ} 44'$, $\lambda = 10^{\circ} 38'$, $h =$
 3 m) for de samme Perioder, men dog kun fra 1873 til 1926. I Ta-
bel 1 er de højeste og laveste og i Tabel 2 de sidste nye Normal-
værdier for Tarm opstillet, og i Fig. 3 findes de grafiske Fremstil-
linger af Resultaterne: Normaltemperaturernes Variation siden
1861. Paa Grund af den store Lighed mellem Kurverne er Resul-
taterne for Skagen udeladt.

En aars- og maanedsvis Sammenligning mellem Kurverne for
København og Tarm viser en betydelig Ensartethed i Forløbet;
nogle Kurver er praktisk taget identiske og de øvrige parallelle.
Kurven for Aaret er dog noget mindre stejl for Tarm end for Køben-
havn.

Februar er nu den koldeste Maaned ogsaa i Tarm, og Juli saa
afgjort den varmeste, idet der ogsaa her er sket en Forskydning
af Aarets koldeste og varmeste Tider henimod hinanden. Marts
har tidligere været næsten 1^o varmere end December, men i Øje-
blikket er Forskellen kun 0^o,2 paa de 2 Maaneders Normaltempera-
turer: Marts er blevet noget mere foraarsagtig og December meget
mere efteraarsagtig end tidligere — akkurat som det var Tilfældet
i København.

For yderligere at fastslaa den almindelige Temperaturstigning
for Danmark som Helhed er der udregnet overgribende „Middel-
normaler“, der skal være Normaltemperaturer for hele Landet, for
Perioderne: 1876—1905, 1877—1906 1906—35 af Maalingerne
fra 10 jævnt fordelte Stationer: Assens ($\varphi = 55^{\circ} 16'$, $\lambda = 9^{\circ} 54'$,
 $h = 6$ m), Bogø ($\varphi = 54^{\circ} 56'$, $\lambda = 12^{\circ} 03'$, $h = 27$ m), Fanø (φ
 $= 55^{\circ} 26'$, $\lambda = 8^{\circ} 24'$, $h = 5$ m), Frihedslund ($\varphi = 55^{\circ} 34'$, $\lambda = 11^{\circ}$
 $20'$, $h = 28$ m), Hammershus ($\varphi = 55^{\circ} 17'$, $\lambda = 14^{\circ} 47'$, $h = 15$ m),

Lille Dyrehavegaard ($\varphi = 55^{\circ} 56'$, $\lambda = 12^{\circ} 18'$, $h = 40$ m), Randers ($\varphi = 56^{\circ} 27'$, $\lambda = 10^{\circ} 03'$, $h = 5$ m), Samsø ($\varphi = 55^{\circ} 50'$, $\lambda = 10^{\circ} 36'$, $h = 15$ m), Tarm og Vestervig ($\varphi = 56^{\circ} 46'$, $\lambda = 8^{\circ} 19'$, $h = 19$ m).

Differenserne mellem Københavns og Danmarks Normaler (ovennævnte Middelnormaler) for de samme Perioder viser sig

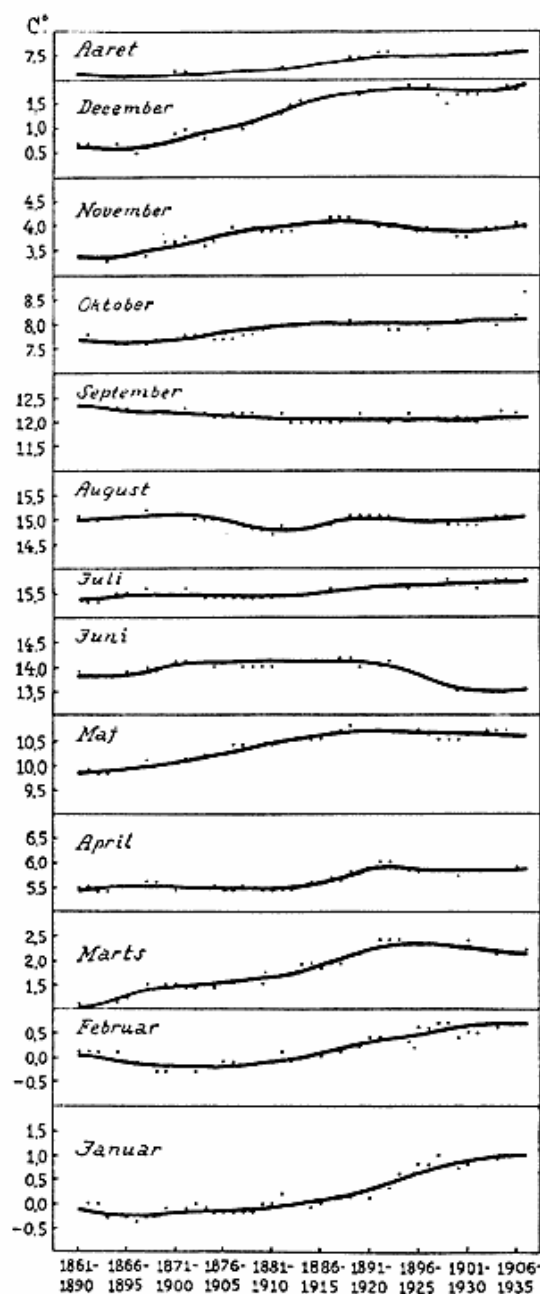


Fig. 3. Variationen i Normaltemperaturerne i Tarm.
Die Änderungen der Normaltemperatur, Tarm.

for Aarets Vedkommende at være omtrent lige store, idet de kun varierer fra $0^{\circ},17$ til $0^{\circ},20$ indtil Slutningen af 20rne, hvorefter Forskellen vokser og bliver $0^{\circ},30$ for den sidste Periode (1906—35). Alt ialt beløber det lokale Bidrag til Temperaturstigningen i København, den voksende Storstadsindflydelse paa Temperaturen, gennem de senere Aar sig kun til $0^{\circ},13$, saa Normaltemperaturen for hele Danmark maa paa det nærmeste være steget ligesaa meget som Normaltemperaturen for København.

2. ÆNDRINGER I NEDBØREN.

a. Nedbørmængden.

Siden 1826 er der foretaget regelmæssige Maalinger af Nedbøren i København; fra 1826—60 i den gamle botaniske Have og efter 1860 i Landbohøjskolens Have. Af dette Materiale er der dannet overgribende Nedbørnormaler for Maanederne og Aaret for Perioderne: 1826—55, 1827—56 1906—35 og 1907—36. De største og mindste af disse Normalværdier og deres Differenser samt de Perioder, hvori Ekstremerne indtraf, er opført i Tabel 1 og de sidste nye Normaler i Tabel 2. Variationen i Nedbørnormalerne vil fremgaa af Fig. 4. Perioderne er fremdeles Abscisser og Normalerne Ordinatorer.

Kurverne for Januar, Februar og April er meget nær parallelle og har omtrent samme Forløb som Kurven for Aaret; noget lignende gælder for Martskurven, bortset fra den sidste halve Snes Aar, hvor den har været for stærkt faldende. Der er en betydelig Lighed i Forløbet af Kurverne for Juli og Oktober og for August og December. Juni- og Julikurverne er meget nær inverse, og Kurverne for Februar og Marts, August og September, September og Aaret, Oktober og December er tildels inverse.

For Aarets Vedkommende synes der — ligesom det var Tilfældet med Normaltemperaturen — at være en langvarig Svingning i Normalnedbøren; blot er Svingningen kortere her — antagelig ca. 35 Aar (Brückners Periode), idet det absolute Minimum (544 mm) indtraf i Perioden 1857—86 og det absolute Maksimum (598 mm) i Perioden 1891—1920. Medens Normaltemperaturen hidtil har været stigende, skulde Normalnedbøren allerede i flere Aar have været aftagende, og hvis det skulde vise sig, at der er Tale om en ret regelmæssig Svingning, maa den faa Minimum omkring Perioden 1926—55.

Forskellen mellem den største og mindste Normal beløber sig for Aaret til ikke mindre end $598 - 544 = 54$ mm, hvilket er en Variation paa ca. 10 %. Variationen i Maanedernes Nedbørnormaler

er procentisk set meget større. Den er størst i December med 69 % og næststørst i Februar med 67 %, men mindst i Maj (19 %) og

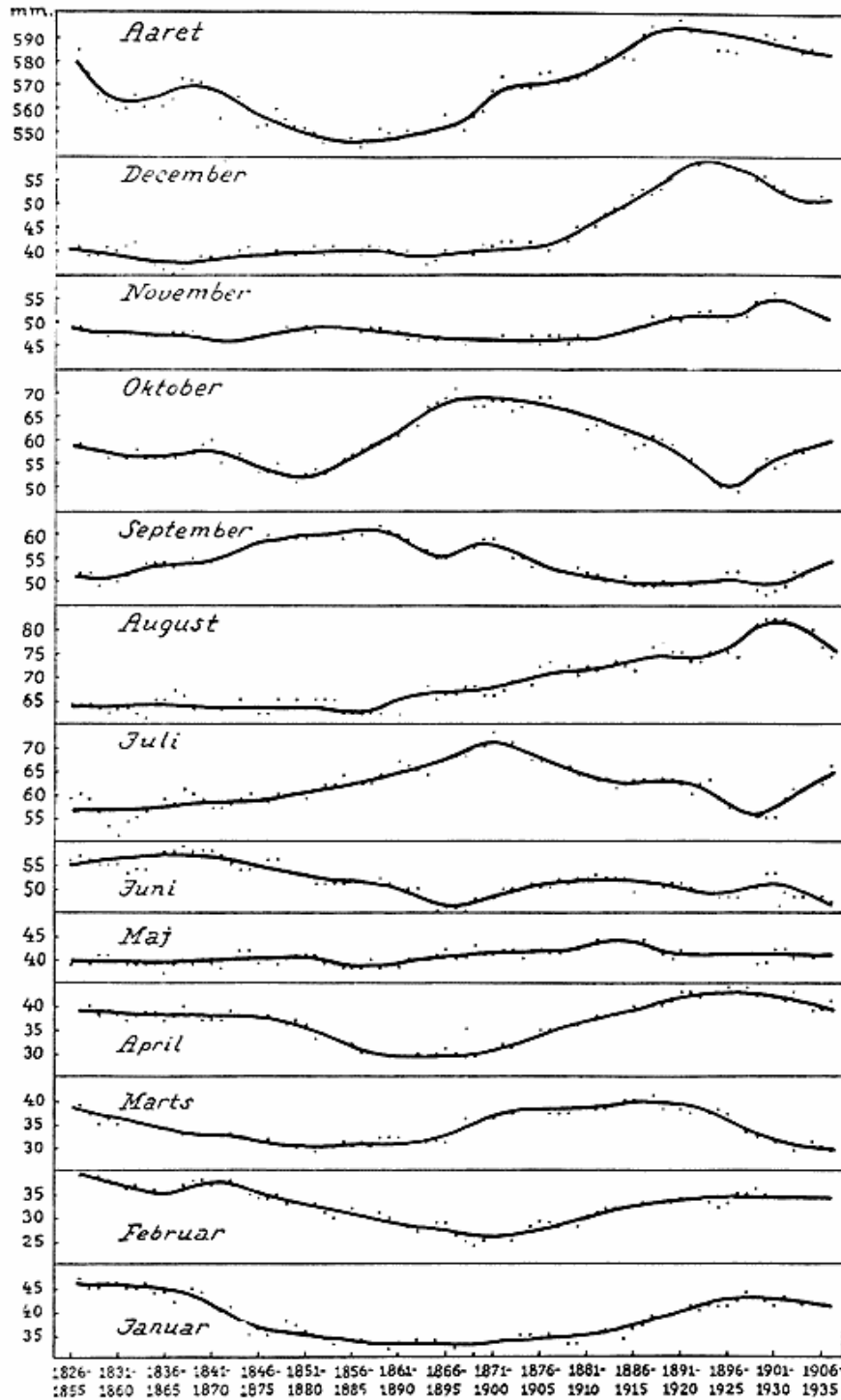


Fig. 4. Variationen i Normalnedbøren i København.
Die Änderungen des Niederschlages, Kopenhagen.

næstmindst i November (24 %). Numerisk er Variationen ogsaa mindst i de sidstnævnte 2 Maaneder: 7 mm i Maj og 11 mm i November, medens den er størst i December (24 mm); efter December følger dennegang ikke Februar, men Oktober og Juli med 22 og August med 21 mm.

Nedbørmængden har for de fleste Maaneders Vedkommende været voksende i den sidste Halvdel af forrige og Begyndelsen af indeværende Aarhundrede; først i den sidste halve Snes Aar er den begyndt at aftage kendeligt. Rekordens som den mindste Nedbørnormal er 24 mm, som opnaaedes af Februar i Perioden 1869—98, og Rekordens som den største Normal er 82 mm, der opnaaedes af August i Perioden 1902—31. I den senere Tid er der sket en Forskydning i Nedbørminimumet, saa ikke Februar, men Marts nu er den tørreste Maaned med en Nedbørnormal paa 29 mm. Det er nærliggende at sætte denne Forskydning i Nedbørminimumet fra Februar til Marts i Forbindelse med den tidligere omtalte Forskydning i Temperaturminimumet fra Januar til Februar. I Slutningen af forrige Aarhundrede var Juli en Overgang den regnrigeste Maaned; derefter aftog Nedbørmængden imidlertid saa meget, at baade August og Oktober blev regnrigere end Juli, men efter Perioden 1900—29 har Julikurven været stærkt stigende, samtidig med at Augustkurven har været ligesaa stærkt faldende, hvilket kunde tyde paa, at der ogsaa sker en Forskydning af Aarets regnrigeste Tid i Retningen fra August til Juli, ligesom det var Tilfældet med Aarets varmeste Tid.

Ligesom for København er der for Tarm udregnet overgribende Nedbørnormaler, men kun for Perioderne efter 1860, idet der først foreligger tilgængelige Maalinger fra dette Aar. I Tabel 1 er de største og mindste og i Tabel 2 de sidste nye Nedbørnormaler for Tarm opstillet. I Fig. 5 er Variationen i Aarets og Maanedernes Nedbørnormaler anskueliggjort paa samme Maade som for København i Fig. 4.

En Sammenligning med tilsvarende københavnske Kurver giver til Resultat, at Kurverne for de 2 Stationer saa nogenlunde har det samme Forløb; kun Kurverne for Juni er temmelig forskellige, hvilket sandsynligvis foruden virkelige Klimaforskelligheder ogsaa skyldes, at Variationen i denne Maaned er meget ringe og muligvis ligger paa Grænsen af den Usikkerhed, man maa regne med paa de vanskelige Nedbørmaalinger.

Kurverne for Aaret og for Maanederne Januar—Maj er omtrent parallelle og Kurverne for August og September og for Oktober og November saa nogenlunde inverse for Tarms Vedkommende.

Som det var at vente, falder der betydelig mere Nedbør i Tarm end i København Aaret rundt, men ser vi nærmere efter, viser det sig, at Overskuddet hidrører fra Maanederne August—Marts, medens Maanederne April—Juli gennemgaaende faar lige megen Nedbør i København og Tarm. Medens Halvdelen af Aarets Nedbør normalt er faldet i København inden Udgangen af Juli, er den ikke faldet i Tarm før hen midt i August. Nedbørens „Tyngdepunkt“

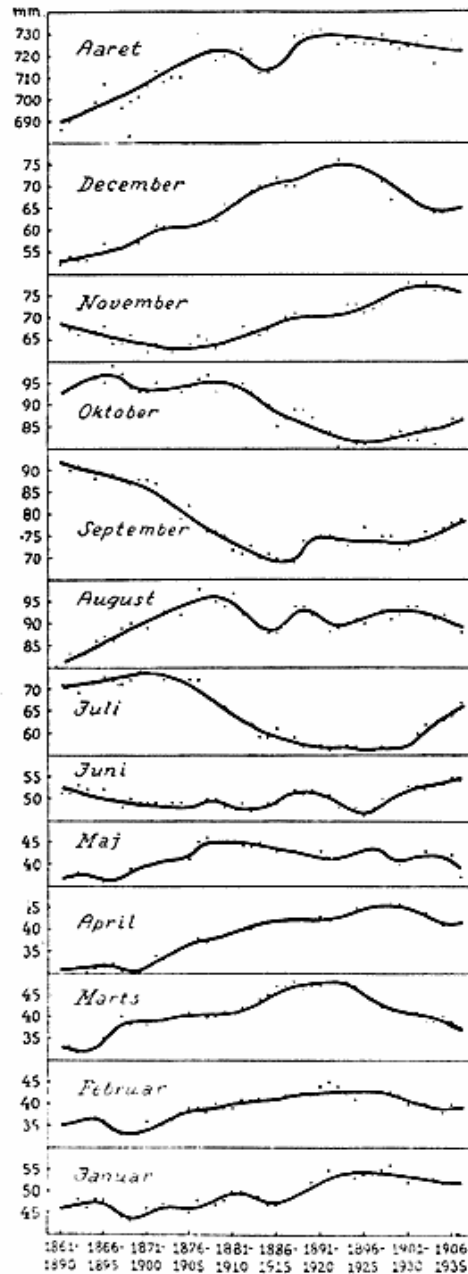


Fig. 5. Variationen i Normalnedbøren i Tarm.
Die Änderungen des Niederschlages, Tarm.

ligger altsaa noget senere paa Aaret i Tarm end i København. For Aaret varierer Nedbørnormalen for Tarm mellem 686 og 732 mm, en Variation paa 46 mm eller kun 7 %, men man maa her erindre, at der er Tale om en kortere Aarrække end for Københavns Vedkommende. Variationen for Maanederne er numerisk størst i December med 24 mm, hvorefter September har en Variation paa 23, Juli og Oktober paa 19 og August paa 18 mm; sidst kommer Maj med 10 og Juni med 9 mm. Procentisk set bliver Variationen størst i April (53 %) og næststørst i December (46 %), men mindst i Juni (20 %) og næstmindst i August (23 %). Rekorden som den mindste Nedbørnormal er 30 mm, der opnaaedes af April i Perioden 1869—98, og Rekorden som den største er 99 mm, der opnaaedes af Oktober i Perioden 1867—96. Rekorden for August er 98 mm i Perioden 1877—1906. I forrige og nogle Aar ind i indeværende Aarhundrede var Oktober den vaadeste Maaned i Tarm, men siden Perioden 1886—1915 har August været den vaadeste; i de senere Aar har de dog nærmet sig saa meget til hinanden igen, at Forskellen nu kun er 1 mm. Juli har ikke i det undersøgte Tidsrum været saa vaad som August, men i de sidste Aar har Julinedbøren været voksende, medens Augustnedbøren — som lige antydet — har været aftagende; det kan derfor ogsaa for Tarms Vedkommende se ud til, at der sker en Forskydning af Nedbørmaksimet fra August mod Juli. Februar har gennemgaaende været mere tør end Marts, men i Øjeblikket er Marts den tørreste Maaned, hvilket viser, at Aarets tørreste Tid er blevet forskudt i Retningen Februar—Marts.

En Sammenligning mellem tilsvarende Temperatur- og Nedbørkurver viser gennemgaaende stor Uoverensstemmelse, dog er der i Kurverne for Januar, Februar, November, December og Aaret Tegn til delvis samme Forløb.

For at faa et Overblik over Nedbørændringen for Landet som Helhed er der, ligesom da det gjaldt Temperaturen, for Aaret udregnet overgribende Middelnormaler, der skal repræsentere hele Danmark, for Perioderne: 1876—1905, 1877—1906 1907—36 af Maalingerne fra 10 jævnt fordelte Stationer: Anholt ($\varphi = 56^{\circ} 44'$, $\lambda = 11^{\circ} 39'$, $h = 5$ m), Bodholt ($\varphi = 56^{\circ} 08'$, $\lambda = 9^{\circ} 17'$, $h = 90$ m), Bogø, Fanø, Hammershus, Odense ($\varphi = 55^{\circ} 23'$, $\lambda = 10^{\circ} 27'$, $h = 15$ m), Randers, Samsø, Tarm og Vestervig.

Differenserne mellem de samme Perioders Normaler for Danmark og København viser sig at variere mellem 26 og 46 mm, saa en eventuel Kurve over Variationen i Aarsnormalen for Danmark maa saa nogenlunde være parallel med den tilsvarende Kurve for

København i Fig. 4, men dette er jo ensbetydende med, at der har fundet en lignende Ændring Sted i Nedbørforholdene over hele Landet, som den der er fastslaaet for København og Tarm. Nedbørens Ændring er dog ikke saa ensartet som Temperaturens efter Kurverne at dømme.

b. *Nedbørdagene.*

Der foreligger tilgængelige Observationer af Nedbørdagenes Antal i København fra 1843 til Dato. Af dette Materiale er der udregnet overgribende Normaler for Maanederne og Aaret for de sædvanlige Perioder mellem 1843 og 1936. I Tabel 1 er opstillet den største og mindste Normal og Perioderne, hvori de indtraf, og i Tabel 2 de sidste nye Normaler for Nedbørdagenes Antal fra Periode 1907—36.

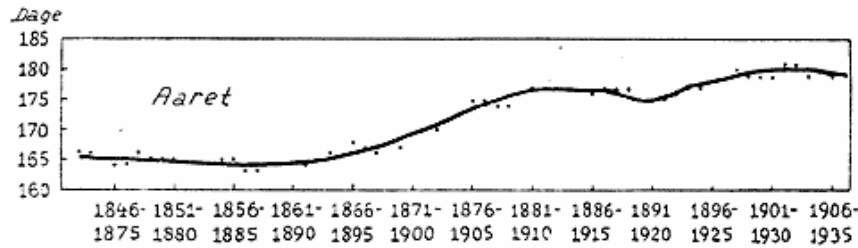


Fig. 6. Variationen i Antallet af Aarets Nedbørdage i København.
Die Änderungen der Anzahl von Regentagen des Jahres, Kopenhagen.

I Fig. 6 er Variationen i Aarets normale Antal af Nedbørdage vist, og uagtet det kan være meget vanskeligt at afgøre, om en Dag skal betegnes som en Nedbørdag eller ikke, hvilket skulde gøre Paalideligheden af denne Observationsrække temmelig ringe, saa viser det sig dog, at der ikke alene for Aaret, men ogsaa for de 12 Maaneder er en ganske tydelig Forbindelse mellem den normale Nedbørmængde og Nedbørdagenes Antal; normalt gælder det for Aaret og for hver af de 12 Maaneder: *jo flere Nedbørdage, der har været i det undersøgte Tidsrum, desto mere Nedbør er der ogsaa faldet eller omvendt.*

Antallet af Nedbørdage i Aaret varierer mellem 163 og 181, en Variation paa 18 Dage eller 11 %. For Maanederne er Variationen størst — baade numerisk og procentisk — i April med 5 Dage (50 %) og mindst i Maj med 1 Dag (9 %). Her, som saa mange Gange tidligere, ser man, hvilken overraskende stor klimatisk Forskel der kan være paa 2 „Nabomaaneder“.

Det er ikke her Stedet at komme nærmere ind paa Klimaændringernes videnskabelige og praktiske Betydning, men det skal dog —

hvad angaar det aktuelle landøkonomiske Problem — bemærkes, at Nedbørkurverne var stigende, dengang man paabegyndte Arbejdet med den jyske Hedes Opdyrkning og Beplantning; det er vel næppe sandsynligt, at Resultatet af dette Arbejde var blevet saa gunstigt, dersom Nedbøren, navnlig i den tørre Foraarstid og Forsommer, havde været aftagende i Stedet for tiltagende.

3. ÆNDRINGER I LUFTENS TRYK.

Af Lufttrykmaalingerne i København (korrigeret til 0° og reduceret til Havets Overflade og den 45. Breddegrad) er der udregnet overgribende Normaler for Aaret og Maanederne for Perioderne: 1842—71, 1843—72 1907—36. Hundrethedene er medtaget, selv om de er problematiske. Variationen i Normallufttrykket er vist i Fig. 7 for Aaret, Januar og Juli. Perioderne er fremdeles Abscisser og Normalerne Ordinator.

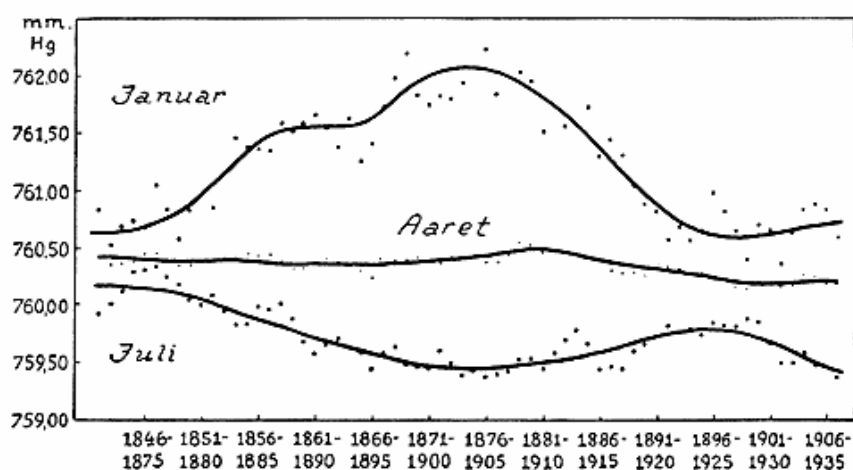


Fig. 7. Variationen i Normallufttrykket i København.
Die Änderungen des Luftdruckes, Kopenhagen.

For Aaret varierer Normallufttrykket kun lidt, nemlig mellem 760,14 og 760,56 mm Hg, en Variation paa 0,42 mm. Den nugældende Normal fra Perioden 1907—36 er 760,18 mm. For Maanederne er Variationen betydelig større; i Januar 762,23 — 760,35 = 1,88 mm og i Juli 760,35 — 759,37 = 0,98 mm. De nugældende Normaler fra Perioden 1907—36 er for Januar 760,58 og for Juli 759,36 mm Hg.

Af Fig. 4 og 7 ses det, at Lufttrykkurverne for Januar og Juli er inverse, og at tilsvarende Kurver for Lufttryk og Nedbør ligeledes er inverse: til højere og lavere Lufttryk i Januar svarer lavere og højere Lufttryk i Juli, og jo højere Normallufttryk, desto mindre Nedbør.

En Sammenligning mellem tilsvarende Lufttryk- og Temperaturkurver viser — ligesom det var Tilfældet med Temperatur- og Nedbørkurverne — at der er ringe Overensstemmelse mellem dem; kun for de sidste 50—75 Aar kan man sige, at Januarkurverne udviser en vis Forbindelse med hinanden; de er inverse: jo højere Lufttryk, desto lavere Temperatur i Januar; men denne Regel gælder slet ikke for Tiden før 70-erne.

Det er bemærkelsesværdigt, saa meget Normallufttrykket er faldet i Januar, et Fænomen, som maa henføres til en forøget Lavtryksvirksomhed i denne Maaned, men efter det ovenfor antydede behøver en forøget Lavtryksvirksomhed i Januar ikke at være ensbetydende med en højere Normaltemperatur; det er kun i de sidste 50—75 Aar, at en saadan Regel har været gældende.

Som det vil fremgaa af det følgende Afsnit, har Normallufttrykket ikke ændret sig ens over Danmark, men saadan at Forskellen i Barometerstanden (Gradienten) mellem den sydlige og nordlige Del af Landet er blevet forøget.

4. ÆNDRINGER I DEN ATMOSFÆRISKE CIRKULATION OVER DANMARK.

a. Gradienten og Vindhastigheden.

Mellem København og Skagen, Hammershus og Skagen, Hammershus og Fanø og endelig mellem Fanø og Skagen er der dannet Differenser (Gradienter) mellem de aarlige Middelbarometerstande for de foreliggende Observationsrækker. Her skal kun meddeles Resultaterne for Aaret for Fanø—Skagen, for hvilke 2 Stationer der — af de aarlige Trykdifferenser — er udregnet overgribende 30-Aars Middeldifferenser, Normalgradienter, for Perioderne:

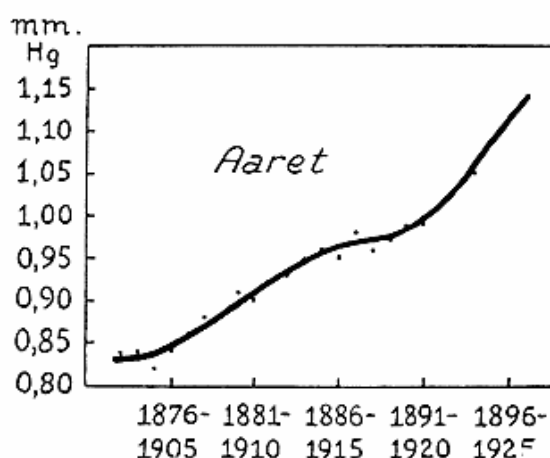


Fig. 8. Variationen i Normalgradienten for Aaret mellem Fanø og Skagen. Die Änderungen des Gradientes zwischen Fanø und Skagen.

1873—1902, 1874—1903 1897—1926. Resultatet er vist i Fig. 8, hvor Perioderne er Abscisser og Normalgradienterne Ordinatorer.

De enkelte Differenser mellem Fanøs og Skagens aarlige Middelbarometerstande varierer mellem 0,3 (i Aarene 1886, 96, 97 og 1900) og 1,8 mm Hg (i Aarene 1923 og 25), og Normalgradienterne varierer mellem 0,82 (Periode 1875—1904) og 1,14 mm Hg (Periode 1897—1926). Normalgradienten mellem Fanø og Skagen er i Løbet af et halvt Hundrede Aar vokset med ikke mindre end 0,32 mm Hg eller 39 %, en Størrelse, som afgjort maa ligge over den Fejl, man maa regne med paa disse Middeltal. For Januar er Forøgelsen 0,51 mm (42 %) og for Juli 0,14 mm (10 %).

Gradienten er som bekendt bestemmende for Hastigheden af Luftstrømmen mellem 2 Stationer. Man kan derfor af det foregaaende slutte, at der i Tiden efter 1873 er sket en kendelig Forøgelse i Vest- og Nordvestvindens Hastighed over Danmark, hvilket er i Overensstemmelse med, at det navnlig er Vinterhalvaaret, der er blevet mildere.

Det er dog ikke alene Hastigheden, men ogsaa Hyppigheden af Nordvestvinden, der er blevet forøget.

b. Vindhypigheden.

Vindhypigheden er undersøgt for Københavns Vedkommende for Tidsrummet 1839—1934. Indtil 1894 stammer Maalingerne fra Toldboden, 1894—1923 fra Meteorologisk Institut og siden 1923 fra Landbohøjskolen, men til Trods for, at der er observeret paa 3 forskellige Steder, synes Rækkerne dog at være ret homogene — ligesom det var Tilfældet med Nedbøren i København. Her skal kun anføres Resultaterne for Nordvestvinden i Januar, idet denne Maaned kan opvise den kraftigste Temperaturstigning. I Perioden 1845—74 var der Minimum i Hyppigheden med 8 %, men efter denne Periode er Hyppigheden vokset jævnt til 12 % i Perioden 1896—1925, hvorefter den gik ned til 11 % for langsomt paany at nærme sig 12 %. Forøgelsen i Nordvestvindens Hyppighed er altsaa ikke mindre end en 36—50 %, et Tal, der stemmer godt overens med Forøgelsen i Gradienten mellem Fanø og Skagen og med Forøgelsen i Vest- og Nordvestvindens Hastighed over Danmark.

5. OVERSIGT.

I den meteorologiske Tidsalder, den Tid, i hvilken Vejrelementerne har været under tilstrækkelig nøjagtig Observation, er der sket en betydelig Ændring i Danmarks Klima; gamle og lange Normaler kan ikke være noget godt Udtryk for Tidens Klima, og man

kan ikke vente at finde en almindelig Gauss-Fordeling i de Vejrelementer, som har været underkastet Ændringer. Temperaturen har gennemgaaende været stigende i de sidste 50—100 Aar for de fleste Maaneders, navnlig Vintermaanedernes, Vedkommende. Nedbøren har ligeledes været tiltagende i mange Aar, men er dog nu begyndt at aftage i de fleste Maaneder. Der er en nøje Forbindelse mellem Nedbørmængderne og Nedbørdagene for de 12 Maaneder og Aaret, men en ringe Forbindelse mellem Temperaturen og Nedbøren — eller rettere: Kurverne formaar ikke at give noget Udtryk for den Forbindelse, der maa være mellem disse vigtige Vejrelementer.

Ændringerne i Temperaturen og Nedbøren kan sættes i Forbindelse med en Ændring i Lufttrykket over Danmark og i den almindelige atmosfæriske Cirkulation. Der er en nøje Forbindelse mellem Lufttrykket og Nedbøren for Januar og Juli, saaledes at der til højere og lavere Lufttryk svarer mindre og mere Nedbør. Forbindelsen mellem Lufttrykket og Temperaturen synes at være ringe — eller rettere: den fremgaar ikke af Kurverne. Normalgradienten mellem Fanø og Skagen for Aaret er vokset med 39 % i Løbet af ca. 50 Aar, og noget lignende gælder for Hyppigheden af Nordvestvinden i København i Januar.

B. J. Birkeland og *Th. Hesselberg* (Naturforsker mødet i Helsingfors, 1936) har paavist en Forøgelse i Gradienten og dermed en Forøgelse af de sydlige Vinde mellem Oslo og Thorshavn, mellem København og Edinburgh og mellem Brønnøysund og Stykkisholm; siden 80-erne er Temperaturen steget noget over Norge (se Fig. 9), og Nedbøren er vokset med ca. 10 % sydfør Bodö. *A. Wagner* og *R. Scherhag* har for store Dele af Jorden paavist en Forbindelse mellem de korte Svingninger i Temperaturen og den almindelige atmosfæriske Cirkulation. Nærværende Undersøgelser bekræfter ovennævnte, og det synes, som om de langvarige, sekulære Svingninger i Temperaturen og Nedbøren ogsaa kan henføres til Svingninger i Cirkulationen, hvad disse sidste nu end kan skyldes: forskellig Opvarmning af Jordoverfladen eller Svingninger i Insolationen etc.

For Jakobshavn og flere evropæiske Stationer er Normaltemperaturens Variation for Januar og Aaret anskueliggjort i Fig. 9 paa den sædvanlige Maade med Perioderne som Abscisser og Normalerne som Ordinatorer; Normalerne er udregnet efter *Köppen* und *Geiger*: „Handbuch der Klimatologie“ og efter de respektive Landes officielle meteorologiske Publikationer.

Den største Variation kan opvises af Jakobshavn, medens Skot-

lands og Norges Variationer er temmelig ringe og ikke nær saa betydelige som Stockholms, Danmarks og Leipzigs. Ligheden mel-

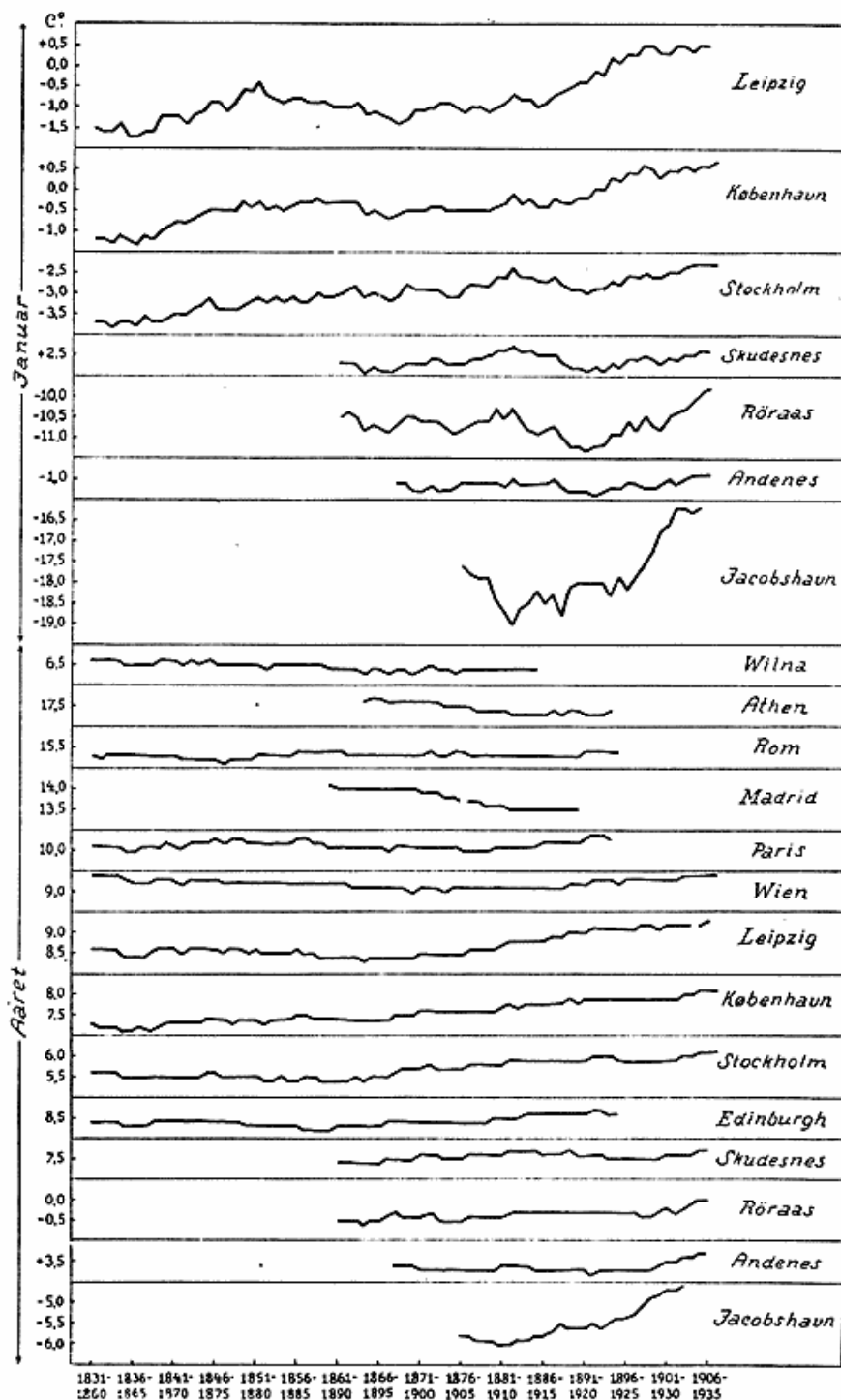


Fig. 9. Variationen i Normaltemperaturen over Europa og Vestgrønland.
Die Änderungen der Normaltemperatur über Europa und Westgrönland.

lem Kurverne for Stockholm, København og Leipzig er meget stor; Kurverne for København og Leipzig er saa godt som parallelle. For Januars Vedkommende er det interessant at se, hvorledes København enten følger Stockholm eller Leipzig eller begge de 2 Byer: København har enten skandinavisk eller mellemeuropæisk Vinter, hvis ikke Vinteren er temmelig ens over Skandinavien og Mellemeuropa.

Januarkurverne for mange andre europæiske Byer, som ikke er medtaget her, viser mere eller mindre Stigning i Temperaturen. Fra Periode 1871—1900 til Periode 1901—30 ligger f. Eks. den største Stigning (ca. $1^{\circ},5$) mellem Leipzig og Wien. I det samme Tidsrum er der for Julis Vedkommende sket en Temperaturstigning paa indtil $0^{\circ},6$ over det meste af Fennoskandia, Nord- og Midt-tyskland, medens Størstedelen af Central- og Sydeuropa kan udvise et Fald, som er størst (ca. $-0^{\circ},7$) mellem Zürich og Wien. Kurverne for Aaret udviser for Evropa den største Stigning ved Leipzig og det største Fald ved Madrid. I ovennævnte Tidsrum beløber Stigningen i Normaltemperaturen sig til $0^{\circ},7$ omkring Leipzig.
