

Vahls Klimainddeling.

En Redegørelse.

Ved Johannes Reumert.

Alle de Videnskabsmænd og alle de Skolefolk, der i Danmark har beskæftiget sig med Geografi, kender Professor Martin Vahls Klima- og Plantebælter, dels fra Andersen og Vahls Lærebøger for Mellem-skole og Gymnasium, dels fra den store videnskabelige geografiske Haandbog: Vahl & Hatt: Jorden og Menneskelivet. (I—IV. København 1922—27).

Men undersøger man de almindeligt anvendte udenlandske Lærebøger, Atlas og Vægkort, viser det sig, at de Klimainddelinger, der her anvendes, i hvert Fald hvad Overskuelighed angaar, staar en Del under, hvad vi i Danmark er vant til. Pædagogisk er Vahls Klimainddeling de andre kendte Klimainddelinger overlegen. Dette Punkt skal vi vende tilbage til senere. Det videnskabelige Grundlag for Vahls Klimainddeling er imidlertid mindre kendt; derfor skal der i det følgende gøres et Forsøg paa at redegøre for dette Grundlag.

Hovedpunkterne af Vahls Klimainddeling skal først citeres efter det, der staar i Haandbogen „Jorden og Menneskelivet“.

Jorden inddeles i syv Klimabælter, der er zonale, 3: gaar hele Jorden rundt, men hvis Grænser ikke er bundet til bestemte Breddekredse; nemlig: Den tropiske Klimazone; den nordlige og den sydlige subtropiske Klimazone; den nordlige og den sydlige tempererede Klimazone og den nordlige og den sydlige polare Klimazone.

Den tropiske Klimazone kendetegnes ved, at Planterne aldrig paa Grund af manglende Varme maa indstille deres Livsvirksomhed. Paa Markerne kan man tage den ene Afgrøde efter den anden, og Afgrødernes Rækkefølge kan være vilkaarlig. Grænsen mod Nord og mod Syd kan drages, hvor Middelttemperaturen i den koldeste Maaned er 14°—16°.

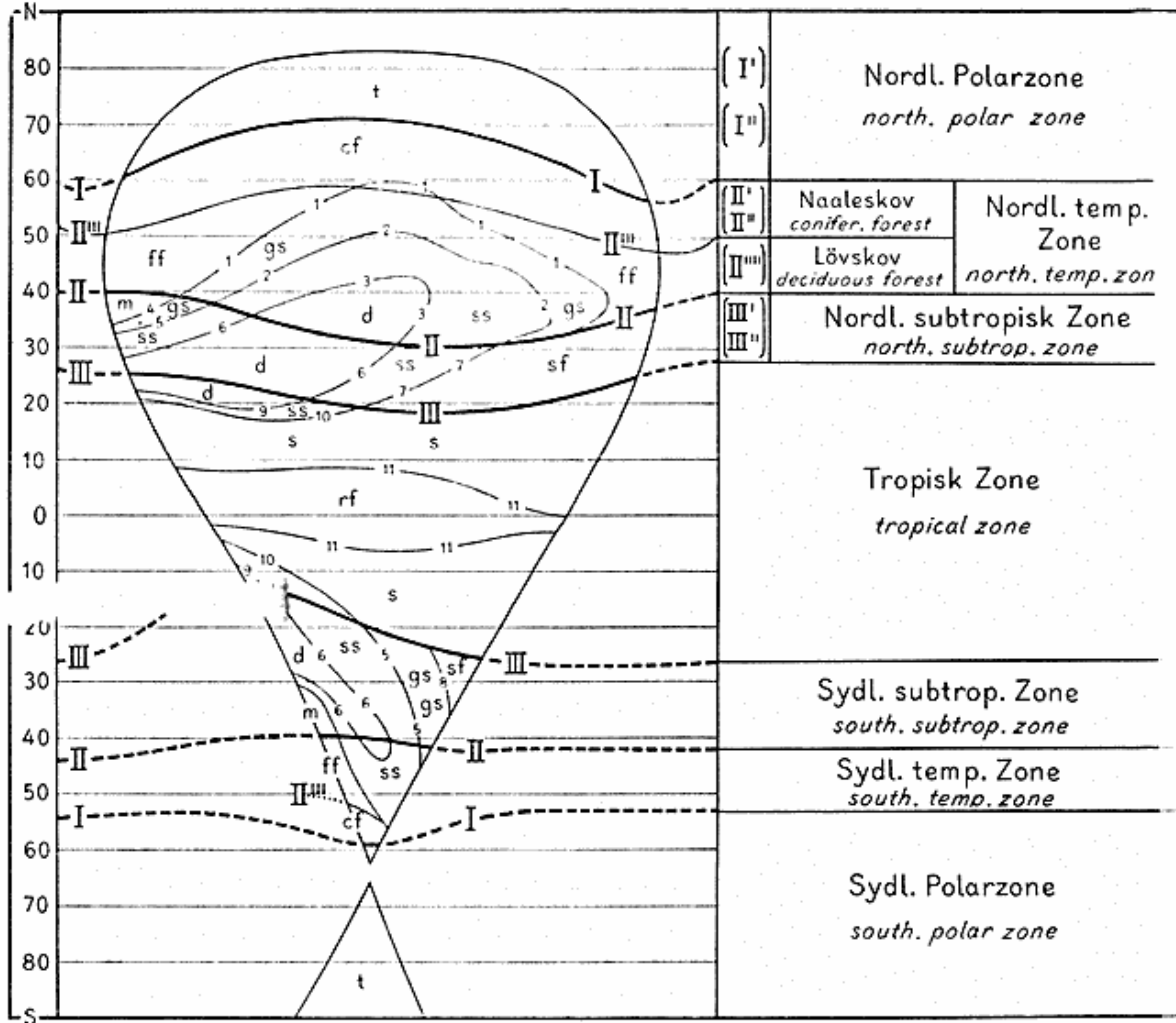
De subtropiske Klimazoner kendetegnes ved, at der i dem over-

alt kan forekomme Nattefrost. I de køligere Dele af Subtroperne er Frosten ikke begrænset til Natten; men den er ikke streng, og Frostperioderne er korte. Man kan nok dyrke to Afgrøder, men de varmekrævende Afgrøders Dyrkning foregaar kun om Sommeren. Efter at Vahl først i grovere Træk har nævnt, at den subtropiske Zones koldeste Maaned har en Gennemsnitstemperatur, der ligger mellem 5° og 15° , og at den varmeste Maanedes Gennemsnitstemperatur kan være over 35° og gaa helt ned til 20° , kunde man tro, at Grænsen mod den tempererede Klimazone maatte ligge, enten ved 5° 's-Isotermen for den koldeste Maaned eller ved 20° 's Isotermen for den varmeste Maaned. Saa simpelt er det imidlertid ikke. Vahl nævner selv i „Jorden og Menneskelivet“, at paa den sydlige Halvkugle ligger Grænsen mellem den subtropiske og den tempererede Klimazone ved 18° — 19° i Gennemsnitstemperatur for den varmeste Maaned, fordi Vinteren her er saa mild. Om Grænsen mellem subtropisk og tempereret Klima paa den nordlige Halvkugle siger Vahl, at den ligger ved forskellige Gennemsnitstemperaturer for den koldeste Maaned, fra 3° i Østasien til 10° i det sydøstlige U.S.A. I Østasien maa Begrundelsen for den lave Temperaturgrænse i den koldeste Maaned søges deri, at Sommeren er lang og varm, og i, at den korte Vinter i Sydkina ikke bringer ødelæggende Frost; i U.S.A.'s Golfstater, hvor Sommeren jo ogsaa er varm, maa den høje Gennemsnitstemperatur i den koldeste Maaned ved Zonegrænsen begrundes ved, at der her i enkelte Aar er Mulighed for, at streng og langvarig Frost indtræffer langt mod Syd, hvor den sædvanlige Januartemperatur ellers er høj. Aarets Middelminimum ligger ved Zonegrænsen baade i Østasien og i U.S.A. i Nærheden af $\div 10^{\circ}$, saaledes at den strengeste Frost i de enkelte Aar svinger mellem ca. $\div 5^{\circ}$ og $\div 10^{\circ}$. Som vi senere skal se, er det ikke blot de i „Jorden og Menneskelivet“ fremhævede Klimafaktorer, der af Vahl bruges til Afgrænsning mellem den subtropiske og den tempererede Klimazone; men ogsaa, og navnlig, Vinterens Længde. Den tilsyneladende Vilkaarlighed i Afgrænsningen ligger vel egentlig i, at Maanedernes Gennemsnitstemperaturer af Vahl blot betragtes som en praktisk Nødhjælp ved Grænsedragningen.

De tempererede Klimazoner, hvis Afgrænsning mod de subtropiske netop er berørt, grænser mod Nord og Syd til Polarzonerne.

De polare Klimazoner har ifølge Vahl deres Grænser ved en Gennemsnitstemperatur i den varmeste Maaned paa 9° — 10° .

Fig. 1. Skema over Vahls Klima- og Plantebælter.

*Bogstavbetegnelse for Omraader paa Skemaet:*

- t Tundra
 cf Naaleskov, magallanisk Skov
 ff Løvfældende Skov, tempereret Regnskov
 gs Græssteppe } i tempereret,
 ss Busksteppe } subtropisk og
 d Ørken } tropisk Zone
 m Maki
 sf subtropisk Skov og Savanne
 s Savanne
 rf tropisk Regnskov

Talbetegnelser for Grænser paa Skemaet:

(Zonale Hovedgrænser er betegnet ved Romertal; zonale Underafdelingers Grænser er med Undtagelse af Grænsen mellem Naaleskov og Løvskog ikke vist paa Figuren (og heller ikke paa det dertil svarende Kort), men derimod i Kolumnen tilhøjre. De betegnes med Romertal med et eller flere". I Ligningerne.

der bruges til at afgrænse de zonale Vegetationsgrænser klimatisk, er Gennemsnitstemperaturen for varmeste Maaned betegnet som w og Gennemsnitstemperaturen for koldeste Maaned som c .)

- I' Grænse mellem udpræget Polarklima og højarktisk Polarklima; $w = 0$.
- I'' højarktisk Polarklima og lavarktisk Polarklima; $w = 5$.
- I Polarzone og tempereret Zone; $w = 9,5 \div 1/30 c$.
- II' Tempereret Zone, Naaleskov. Grænse for Kornavl; $w = 10,4 \div 0,2 c$; (3 Md. ov. 8°).
- II'' Tempereret Zone, Naaleskov. Grænse for Hvedeavl; $w = 14,5 \div 0,28 c$; (4 Md. ov. 10°).
- II''' Tempereret Zone, Grænse mellem Naaleskovs- og Løvskovsbælte; $w = 16,2 \div 0,3 c$ ($4\frac{1}{2}$ Md. ov. 10° ; 155 Dage over 8°).
- II'''' Tempereret Zone, Løvskovsbæltet. Grænse for Majsavl; $w = 18,7 \div 0,3 c$.
- II' Grænse mellem tempereret og subtropisk Zone; $w = 31,8 \div 1,5 c$.
- III' Subtropisk Zone, Grænse for Orangedyrkning (ingen Ligning foreligger).
- III'' Subtropisk Zone, Grænse for Banandyrkning (ingen Ligning foreligger).
- III Grænse mellem subtropisk og tropisk Zone; c sandsynligvis = 14° – 16° ; (Grænsen sikkert afhængig af Gennemsnitstemperaturen i en længere Periode end en Maaned).

(Grænser for ikke-zonale Underafdelinger betegnes ved Arabertal).

Tempereret Zone, Løvskovsbæltet:

- 1) Grænse mellem løvfældende Skov og Græssteppe: Middelregnsandsynlighed 0,35 i de 4 regnrigeste Mdr. med Middeltemperatur over 5° (klimatisk Afgrænsning af Naaleskov og Græssteppe kendes endnu ikke).
- 2) Grænse mellem Græssteppe og Busksteppe: Middelregnsandsynlighed 0,21 i de 4 regnrigeste Mdr. med Middeltemperatur over 5° .
- 3) Grænse mellem Busksteppe og Ørken. (Formationsgrænsen endnu ikke sikkert klimatisk bestemt).

Subtropisk Zone:

- 4) Grænse mellem Maki og Græssteppe. Middelregnsandsynlighed 0,33 i de 4 regnrigeste Mdr. (En Grænse mellem Maki og Skerofylskov endnu ikke sikkert klimatisk bestemt).
- 5) Grænse mellem Græssteppe og Busksteppe. Middelregnsandsynlighed 0,31–0,34 i de 3 regnrigeste Mdr.
- 6) Grænse mellem Busksteppe og Ørken. (Endnu ikke sikkert klimatisk bestemt).
- 7) og 8) Grænse for Skov og Savanne mod Busksteppe og Græssteppe (endnu ikke sikkert klimatisk bestemt).

Tropisk Zone:

- 9) Grænse mellem Busksteppe og Ørken endnu ikke sikkert klimatisk bestemt.
- 10) Grænse mellem Savanne og Busksteppe endnu ikke sikkert klimatisk bestemt.
- 11) Grænse mellem Savanne og Regnskov synes at ligge, hvor 2 Mdr. hver har en Regnmængde paa mindre end 5 cm.
(Desuden er der i den tropiske Zone en Grænse mellem ægte Regnskov og stedsegrønt Krat ved 150–180 cm aarlig Nedbør).

Man kan forenkle disse Definitioner paa Klimazoner og Klimagrænser, saaledes som det ogsaa er sket i flere af de Lærebøger, som Vahl sammen med Lektor P. Andersen er Mester for. I størst Enkelthed vil Vahls Klimazoner kunne karakteriseres saaledes:

Tropisk Zone: Ingen Frost.

Subtropisk Zone: Ingen streng eller langvarig Frost. Varm Sommer.

Tempereret Zone: Mulighed for streng og langvarig Frost en Del af Aaret, eller, hvis Vinteren er mild, da en kølig Sommer. Men den maa ikke være for kølig. Den maa i hvert Fald være en „Sommer, hvor Planter med større Krav end til de allerusleste Temperaturforhold kan finde en passende Vegetationstid.“

Polarzone: Mulighed for Frost hele Aaret.

Denne Karakteristik maa betegnes som overordentlig simpel og letfattelig. Men naar man skal til at arbejde med den, begynder Vanskelighederne. Ecn af Opgaverne for Geografien baade ved Universitetet og i Skolerne er ikke blot at slaa nogle Fakta fast med Hensyn til Klima, Plantevækst og Menneskeliv, men ogsaa at underbygge disse Fakta ved Hjælp af de Anskuellesmidler, man i Almindelighed raader over. En Klimainddeling skal helst kunne underbygges ved Hjælp af Kort eller Diagrammer, der viser de klimatiske Faktorer. Og her ligger Vanskelighederne ved Vahls Klimainddeling. Vi har nemlig i de almindeligt brugte Atlas kun Isotermkortene at støtte os til ved den nødvendige Orientering i Temperaturforhold. Atlasset bringer som Regel Isotermkort for Januar og Juli, der da ogsaa er de mest anvendelige Kort til en grov Karakteristik af et Steds Temperaturforhold. Adskillige Klimainddelinger, ikke blot Vahls, anvender til Afgrænsninger Temperaturene i den koldeste og den varmeste Maaned. Aarsisotermkortene har man ikke megen praktisk Anvendelse for, efter at man er hørt op med at benytte Supans ugeografiske Klimainddeling, der jo en Tid har været brugt i forskellige Lærebøger, men nu er forladt. Man maa heller ikke være blind for, at Isotermkort over Januar og Juli er et utilstrækkeligt Grundlag, naar man vil fastslaa den koldeste og den varmeste Maanedes Gennemsnitstemperatur. Paa Færøerne er f. Eks. Marts den koldeste Maaned, og i det hele taget er der i de oceaniske Klimater en Tendens til Forskydning af Tidspunkterne for Aarets laveste og højeste

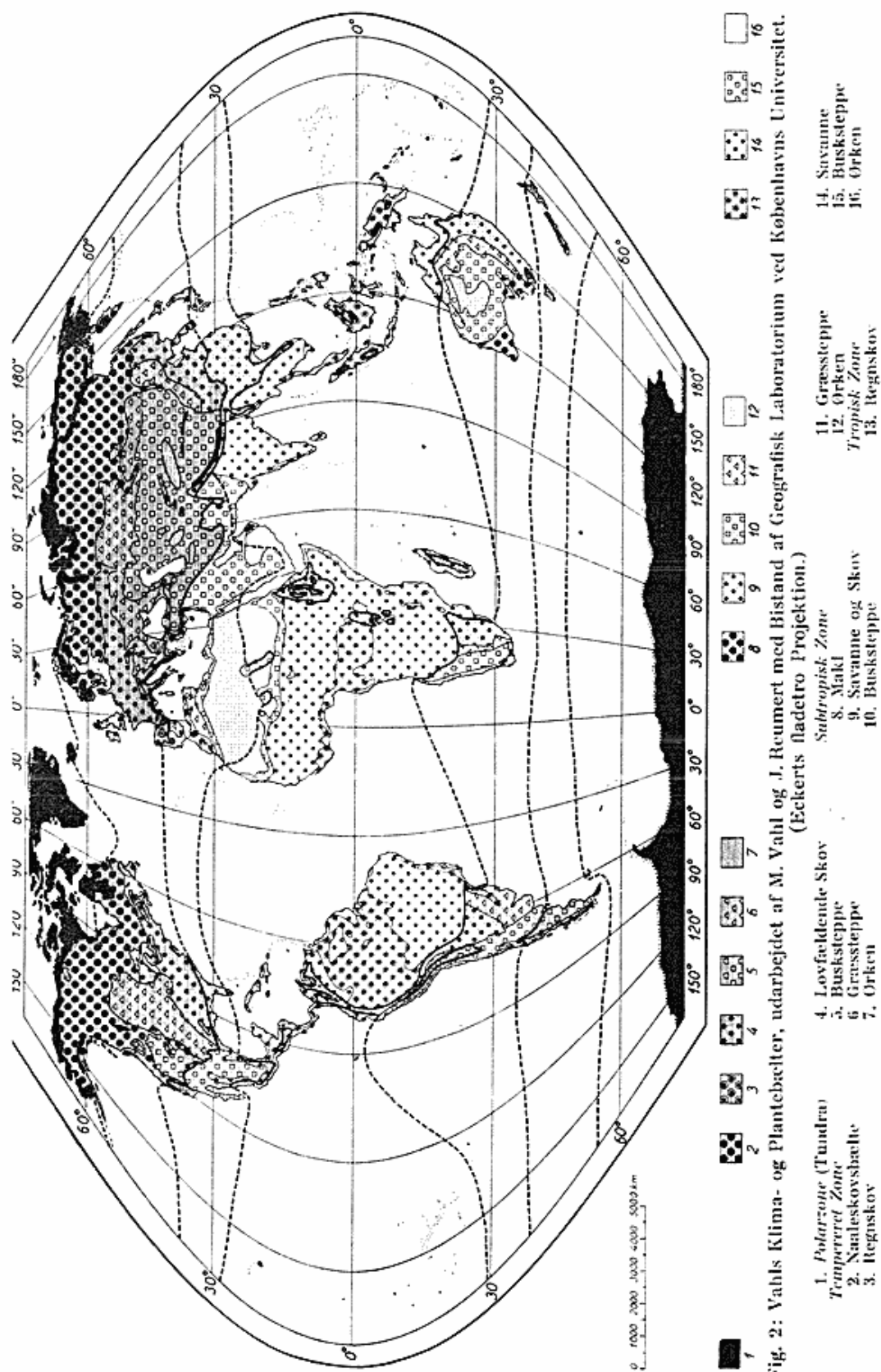


Fig. 2: Vahls Klima- og Plantebæltet, udarbejdet af M. Vahl og J. Reumert med Bistand af Geografisk Laboratorium ved Københavns Universitet. (Eckerts fladetro Projektion.)

Temperaturer. For Tropeklimaterne er Isothermekort for Januar og Juli heller ikke fyldestgørende. I Nordindien indtræder som bekendt Aarets største Varme i Marts—April, og adskillige Steder nær Ækvator er der dobbelte Varmemaksima, saa Januar og Juli kan være lige ved at have de laveste Gennemsnitstemperaturer af alle Maaneder. Januar- og Juli-Isothermekortene er altsaa ogsaa et ufuldkomment Hjælpemiddel, naar det teoretiske Grundlag for Vahls Klimainddeling skal demonstreres, ikke alene af de anførte Grunde, men ogsaa fordi det ikke direkte er Gennemsnitstemperaturerne for koldest og varmest Maaned, der har størst Betydning for Vahls Klimaafgrænsninger. Bruges kan disse Kort imidlertid. Man kan paa dem finde den 10° -Isotherme for varmest Maaned, der i grove Træk danner Grænsen for Polarzonerne, og man kan ligeledes afgrænse Tropezonen mod de subtropiske Zoner ved Hjælp af 15° -Isothermerne for koldeste Maaned. Selv ved disse nogenlunde sikre Grænser kommer Bedømmelsen dog til at blive ineksakt, fordi man maa skønne over, hvor der ikke kræves fuldt 10° i Gennemsnitstemperatur i varmest Maaned, for at et Sted kan regnes med til det tempererede Klimabælte, og hvor Grænsen for Tropebæltet skal sættes ved 14° -Isothermen og hvor ved 16° -Isothermen eller maaske ved en endnu højere Gennemsnitstemperatur for den koldeste Maaned. Endnu vanskeligere bliver det ved Hjælp af disse Isothermekort at bestemme Grænsen mellem det subtropiske og det tempererede Klimabælte. Her er det baade Temperaturgrænsen for den varmeste og den koldeste Maaned, der skal undersøges, og Grænsen kan for den varmeste Maanedes Vedkommende svinge mellem 18° og 21° — 22° , og for den koldeste Maanedes mellem 3° og 10° . Afgrænsningen er altsaa her ikke blot kompliceret, men i højeste Grad underkastet et Skøn. Og naar man i Forvejen skal vide, hvilken af flere mulige Isothermer, der skal benyttes til Afgrænsning, bliver Anvendelsen af Isothermekort som Begrundelse for Klimainddeling let illusorisk.

Ufuldkommenheden her ligger ikke i Vahls Klimainddeling, for Vahl benytter — som nævnt — kun Maanederenes Gennemsnitstemperaturer som en Slags Nødhjælp; det er andre Faktorer, der for ham er de klimatisk vigtigste. Men til disse vigtigste Faktorer mangler vi Hjælpemidler til Anskueliggørelse. Selv om vi fik Atlasser, der bragte Isothermekort for samtlige Maaneder, vilde vi endda ikke have det tilstrækkelige Kortgrundlag. Vi vilde ikke have et Kort, der for samtlige Lande

viser Sandsynligheden for Frost; vi vilde ikke have et Kort over Mittelekstremene i Temperatur og heller ikke noget Kort, der viste, hvor mange Dage i Aaret, man kan paaregne, at der gennemsnitlig hersker en Temperatur paa 8° og derover, 10° og derover o.s.v. Vi har for de fleste Lande vel næppe de klimatologiske Data, der var nødvendige, før man kunde tegne saadanne Kort. Grundlaget maatte først tilvejebringes.

Det er denne Mangel paa Hjælpemidler, der ikke let eller hurtigt kan afhjælpes, som bevirker, at Vahls Klimainddeling, der synes saa let og ligetil, i Virkeligheden er vanskelig, naar det teoretiske Grundlag skal anskueliggøres.

En stor Hjælp, naar det gælder om at tilvejebringe Anskuelsesmidler, der viser Grundlaget for Vahls Klimainddeling, er Hydrotermfigurerne med Kurver, der viser de enkelte Maaneders Middeltemperaturer og Middelnedbør. (Forøvrigt bør man af pædagogiske Grunde fremfor Vahls Hydrotermfigurer foretrække de Hydrotermfigurer, der staar i Raunkiær: Planterigets Livsformer (København 1907) og i Marke: Meteorologi og Klimatologi (København 1934), for paa dem er Temperaturen angivet ved en kontinuert og Nedbøren ved en prikket Kurve, modsat hvad Tilfældet er med Vahls Figurer). Men selv Hydrotermfigurerne giver ikke umiddelbart det vigtigste af Grundlaget for Vahls Klimainddeling. De giver ikke den daglige Svingning eller Frostsandsynligheden; men ved Maaling kan de fortælle, hvor lang Tid Perioden med mere end en vis Gennemsnitstemperatur strækker sig over.

Nu vil maaske adskillige spørge, hvad dette oftere gentagne: „Perioder med mere end en vis Gennemsnitstemperatur“ har med Vahls Klimainddeling at gøre, for i „Jorden og Menneskelivet“ nævnes der saa godt som intet derom. Saa godt som intet; for et enkelt Sted i Indledningen staar der, at Grænsen mellem Naaleskovsklimaet og Løvskovsklimaet inden for den tempererede Klimazone ligger, hvor 155 Dage har over 8° i Gennemsnitstemperatur. Og dog er der, naar man i Forvejen er orienteret, en Mængde Allusioner at finde spredt rundt i „Jorden og Menneskelivet“ til Vahls teoretiske Hovedarbejde: „Zones et Biochores géographiques“, Oversigt over det Kgl. danske Videnskabers Selskabs Forhandlinger 1911, og til de efterfølgende Arbejder „Les types biologiques dans quelques formations végétales en Scandinavie“ K. d. V. S.'s F. 1911 og „The growth forms of some plant formations of Southern Norway“, K. d. Vidsk. Selsk. biol. Medd. 1919. Men meget lidt af det store Stof, som

disse Værker bugner af, og som der er nedlagt et vældigt Arbejde i, kommer rigtigt i Forgrunden, og Vahl har endogsaa i Litteraturfortegnelsen til „Jorden og Menneskelivet“ forsømt at henvise til disse Værker. Det er derfor ikke mærkeligt, at de ikke er ret kendt. Mange her i Danmark har arbejdet med Vahls Klima- og Plantebælter i Undervisningen, men det teoretiske Grundlag har man kun kendt i Uddrag, og det endda i Uddrag, der slet ikke har taget mange væsentlige Træk med. Naar Vahl ikke i Litteraturfortegnelsen har henvist til sine Hovedværker, er Forklaringen paa hans beskedne Tilbageholdenhed rimeligvis den, at han ikke har betragtet sin Inddeling som et fuldt færdigt System, men nærmest som en Præcision af Retningslinier, der efterhaanden skulde udbygges til større Fuldkommenhed, og som foreløbig maatte være underkastet de Ændringer, som var betinget af, at man efterhaanden fik større Viden om de Ting, det kom an paa.

I det følgende skal der gøres Rede for det Arbejde, Vahl har nedlagt i „Zones et biochores“ og „Growth forms of plant formations“. Det bliver ikke blot et Referat, men det skal forsøges at gøre Retningslinierne mere alment tilgængelige, end det er Tilfældet i disse Skrifter.

1) *Geografiens centrale Problem er for Vahl dette: at udrede i hvilken Maalestok Menneskets Hjælpekilder afhænger af Klimaet.* Løsningen af dette Problem vil han søge i Studiet af *Vegetationen*. Klimaets direkte Indvirkning paa Mennesket er stor, men vanskelig at bestemme. Derimod er *Klimaets direkte Indvirkning paa Plantevæksten evident, og gennem Planternes Udbredelsesforhold har Klimaet den største Indvirkning paa Menneskets Kulturmuligheder.*

2) *Grænserne mellem Zonerne skal være klimatiske Grænser, der falder sammen med botaniske Grænser.* Grænserne for Kulturplanter kan dog ikke umiddelbart anvendes, fordi de ikke blot er afhængige af Klimaet, men ogsaa af Menneskets Kulturtrin, der giver sig Udtryk i Dyrkningsbetingelser, Transportforhold, administrative Foranstaltninger (Toldgrænser, Tariffer), Planteforædling o.s.v. Vahl har dog selv ved sine Undersøgelser over Klimaafgrænsninger i flere Tilfælde benyttet Kulturplanters Udbredelse, da Oplysninger om disse har været lettere tilgængelige end Oplysninger om den naturlige Vegetation.

3) *Det maa være den naturlige Vegetation, der danner Grundlaget for Klimainddelingen, ikke de enkelte Plantearter.*

men *det*, som allerede Humboldt i genial Forudseenhed kaldte „Vegetationens Fysiognomi“. Den moderne Geografi har faaet bestemtere Objekter at arbejde med, takket være Arbejder af Grisebach, Warming, Schimper og Raunkiær, nemlig „Livsformer“ og „Planteformationer“. Som et fortræffeligt Middel til Afgrænsning af Planteformationerne fremhæves Raunkiærs Formationsstatistik (Raunkiær: Formationsundersøgelser og Formationsstatistik, Bot. Tidsskr., Københ. 1909), som Vahl selv i noget modificeret Form har benyttet ved Undersøgelser af Formationsgrænser forskellige Steder i Skandinavien.

4) *Det gælder i første Række om at fastslaa Grænserne for Planteformationerne som klimatiske Formationer eller Biochorer.* Her møder man Vanskeligheder, der bestaar i: I) at den klimatiske Formation inden for samme Biochor kan optræde med forskellig floristisk Sammensætning; II) at økologiske Forskelligheder kan bevirke, at Formationerne maa underafdeles; III) at Plantearter kan være til Stede sekundært i Formationer, der befinder sig langt fra de Formationer, i hvilke de udgør de vigtigste Elementer, og IV) at en Formation kan optræde edaphisk, jordbundsmæssigt betinget, langt fra det Sted, hvor den optræder som klimatisk Formation. Disse Vanskeligheder vil Vahl overvinde ved nøje Undersøgelser af Planteformationerne ved formationsstatistiske Metoder.

5) *Naar de klimatiske Formationer er endeligt begrænset, er det Tid at finde ud af, hvilke klimatiske Faktorer det er, der i hvert enkelt Tilfælde bestemmer Grænserne.* Inden for samme Biochor kan der være store klimatiske Forskelligheder, som den klimatiske Formation ikke reagerer overfor, medens smaa klimatiske Forskelligheder ved Biochorernes Grænser kan give en anden klimatisk Formation Overvægten. De klimatiske Faktorer, der bestemmer Grænserne mellem Biochorerne, beskæftiger Vahl sig indgaaende med.

En meget vigtig Indsats har Vahl her gjort med Hensyn til Relationen mellem den koldeste og den varmeste Maanedes Gennemsnitstemperaturer langs en Vegetationsgrænse. Fremgangsmaaden er denne: Efter at en Formationsgrænse saa nøjagtigt som muligt er bestemt i Marken ved Hjælp af Formationsstatistik, findes i den klimatologiske Litteratur et saa stort Antal Stationer som muligt, og saa nær som muligt ved denne Grænselinie. Gennemsnitstemperaturerne for disse Stationers koldeste og varmeste Maaned skrives op, saaledes at man begynder med den Station, der har højest Temperatur i den koldeste Maaned.

Det har da i alle Tilfælde vist sig, at ved en Biochorgrænse har der til en lavere Temperatur i den koldeste Maaned svaret en højere Temperatur i den varmeste; men Gennemsnitstemperaturens Tiltagen i den varmeste Maaned behøver ikke at svare til Gennemsnitstemperaturens Aftagen i den koldeste Maaned. Den videre Fremgangsmaade kan belyses ved et simpelt tænkt Eksempel. Til en Gennemsnitstemperatur ved Stationerne I, II, III og IV, der ligger ved den i Marken paa Grundlag af Formationsstatistik bestemte Biochorgrænse, paa $+ 3^\circ$, $+ 2^\circ$, $+ 1^\circ$ og 0° i den koldeste Maaned (k), svarer en Gennemsnitstemperatur i den varmeste Maaned (v) paa henholdsvis $+ 12^\circ$, $+ 14^\circ$, $+ 16^\circ$ og $+ 18^\circ$. Differenserne bliver da for den koldeste Maaned (k) mellem I og II: $\div 1$, mellem I og III $\div 2$ og mellem I og IV: $\div 3$; Gennemsnittet af Differenserne bliver $\div 2$. For Temperaturerne i den varmeste Maaned (v) faar man Differenserne $+ 2$, $+ 4$ og $+ 6$, i Gennemsnit $+ 4$. Forholdet mellem Differensgennemsnittet for varmeste Maaned (Dv) og Differensgennemsnittet for koldeste Maaned (Dk), (i det valgte Tilfælde $\frac{Dv}{Dk} = \frac{4}{\div 2} = \div 2$) udgør en Konstant: b. Hvis man multiplicerer den koldeste Maanedes Gennemsnitstemperatur med Konstanten b og adderer Produktet til en anden Konstant a, skal Summen langs Biochorens Grænse være lig med den varmeste Maanedes Gennemsnitstemperatur. Altsaa: $v = a + bk$. Konstanten a er let at finde. Man skal blot efter at have fundet Konstanten b indsætte Værdierne for v (varmest Maanedes Gennemsnitstemperatur) og k (Gennemsnitstemperaturen for koldest Maaned) for een af de undersøgte Stationer i den af Vahl opstillede Ligning. (For Station I bliver Ligningen: $12 = a + (\div 2 \times 3)$; for Station IV bliver Ligningen: $18 = a + (\div 2 \times 0)$. Konstanten a bliver altsaa ved denne tænkte Biochorgrænse 18).

Ligningen vil nu kunne bruges til at beregne Biochorgrænsen i de Tilfælde, hvor man kender den koldeste og den varmeste Maanedes Gennemsnitstemperaturer, men ikke kender den nøjagtige Udbredelse af den paagældende Planteformation. Og Ligningens Anvendelighed udstrækker sig lige til det Tilfælde, hvor Temperaturen er ens hele Aaret rundt. (I det valgte Eksempel med $a = 18$ og $b = \div 2$ skal der, hvis Temperaturen i koldest Maaned er $\div 3^\circ$, være en Gennemsnitstemperatur i den varmeste Maaned paa $+ 24^\circ$. Hvis Temperaturen er ens i koldest og varmest Maaned, skal Ligningen se saaledes ud: $6 = 18 + (\div 2 \times 6)$).

For Hvedens Dyrkningsgrænse har Vahl fundet Konstanten

$b = \div 0,28$ og Konstanten $a = 14,5$. Ligningen bliver altsaa $v = 14,5 \div 0,28 k$. Ligningen skal gaa op, hvis Stedet ligger ved Hvedens Dyrkningsgrænse. Vahl har i „Zones et biochores“ anført en Række Stationer, der ligger meget nær ved Hvedegrænsen. Den største Afvigelse mellem de observerede og de efter Ligningen beregnede Temperaturer er $\pm \frac{1}{2}^\circ$. Hvis Gennemsnits-temperaturen i koldest Maaned er $\div 20^\circ$, skal Gennemsnits-temperaturen i varmest Maaned efter Vahls Ligning være omkring $+ 20^\circ$. Hvis Temperaturen i koldest Maaned er 0° , skal Temperaturen i varmest Maaned være mellem 15° og 14° , hvilket passer meget godt med, at Hvede, hvis det kun kom an paa Klimaet, kan dyrkes i hele Danmark, og med, at Danmark ligger nær ved Hvedens Dyrkningsgrænse, hvilket vi kan konstatere i abnormt kolde Aar. Hvis Temperaturen er ens i koldest og varmest Maaned, skal den ved Hvedegrænsen ligge ved $11,3^\circ$, hvilket stemmer godt med Erfaringer fra tropiske Højlande.

Naar man ved Hjælp af Maanedernes Gennemsnitstemperaturer tegner Temperaturkurver for samtlige Stationer langs en Biochorgænse, vil man se, at de fleste af Kurverne skærer hinanden i to Punkter, medens de i deres højeste og laveste Dele viger ud fra hinanden. Det vil altsaa sige, at fælles for de fleste af disse Stationer er en omtrent lige lang Periode med Temperaturer over en vis Værdi. Det skal dog allerede her bemærkes, at der er en vis Korrelation mellem Højden af Temperaturkurvens Toppunkt og Kurvens Forløb, saaledes at der til en meget høj Temperatur i den varmeste Maaned svarer en lidt kortere Periode med Temperaturer over en vis Værdi; Kurven vil i dette Tilfælde falde indenfor „Knodepunkterne“. Omvendt vil en lav Temperatur i den varmeste Maaned give en fladt forløbende Kurve, der ligger udenfor „Knodepunkterne“.

Vahl har nu, sideordnet med Ligningerne, ved den temperaturmæssige Afgrænsning af Biochorerne benyttet et Kort over Europa, som Supan i 1887 har offentliggjort i Petermanns Mitteilungen. Paa dette Kort angives ved Kurver Varigheden af Perioden med Temperaturer under Nulpunktet og Varigheden af den Periode, i hvilken den *daglige* Middeltemperatur er over 10° og over 20° . Desuden benytter Vahl Varighedsperioder for daglige Temperaturer med andre Værdier end de, der er anført paa Supans Kort. Saadanne Varighedsperioder har Köppen anvendt til Afgrænsning af Klimabælter. Deres teoretiske Brugbarhed er blevet diskuteret af Finnen Hult. Her skal det bemærkes, at Vahl regner denne Mand, Hult (Vetenskapel. Medd.

af Geogr. Fören. i Finland 1892—93), som den egentlige Frem-sætter af de Ideer, han selv nærmere har udformet. Vahl har oven i Købet lagt nogen Vægt paa, at han med Hensyn til sit Livsværk ikke saa meget er Germanernes Lærling som Skandinavernes. Skandinaviske Forskere (f. Eks. Svenskeren F. Enquist) arbejder ogsaa i de senere Aar med Begrundelse af Plantearters og Planteformationers Udbredelse paa Grundlag af Varighedsperioder.

Vahl tillægger disse Varighedsperioder stor Værdi, og de indgaar jo paa en Maade i hans Ligninger og fremgaar af hans Hydrotermfigurer. Men for at Varighedsperioderne skal kunne anvendes, maa, — siger Vahl, — Temperaturens aarlige Gang ikke være alt for forskellig langs Biochorens Grænse, og Metoden er heller ikke virkningsfuld, naar Forskellen mellem Aarstiderne bliver for ringe.

Vahls Ligning er mindre umiddelbart tydelig som Afgrænsning, men den kan bruges, hvor den aarlige Temperaturgang langs Biochorgrænsen er meget forskellig, og den kan uden større Unøjagtighed udstrækkes til Steder, hvor Forskellen mellem Aarstiderne forsvinder. Det er ejendommeligt ved Vahls Ligning, at den ikke blot tager Hensyn til Varigheden af en Periode, der har over en vis Gennemsnitstemperatur, men til hele den aarlige Temperaturgang.

Ikke blot en *Varmeperiodes* Varighed, men ogsaa *Vinterens* Længde, udtrykkes ved Vahls Ligning. Værdien af Metoden bestaar i, at man rent empirisk bestemmer, hvad det er for Temperaturbetingelser, der følger de i Naturen bestemte Plantegrænser, baade for de naturlige Formationer og for de dyrkede Planter.

Selv om Vahl lægger Vægt paa sin Temperaturligning som det vigtigste af de mulige Afgrænsningsmidler for en Biochor, overvurderer han dog ikke denne Metodes Anvendelighed. Plantens Liv, siger han, er sammensat af talrige biologiske Processer, der hver har sit Minimum, Optimum og Maksimum. Det er ikke blot den gennemsnitlige aarlige Temperaturgang, der har Betydning for disse Processer, men ogsaa f. Eks. Gennemsnittet af de laveste Ekstremtemperaturer, Regnsandsynligheden, Regnmængden og den gennemsnitlige Vindstyrke. En Planteformation kræver en vis Vegetationstid med Temperaturer over en bestemt Tærskelværdi, den taaler maaske ikke Temperaturer under en vis Værdi, den kræver en særlig Mængde og Fordeling af Nedbøren. Hvis *een* af disse Livsbetingelser befinder sig paa

eller under det Minimum, som Planteformationen kræver, er det netop denne Livsbetingelse, der bestemmer Grænsen. Det hjælper ikke, at de andre Betingelser er til Stede, maaske i fuldeste Maal.

Men den samme klimatiske Faktor kan ikke virke som Grænse med forskellige Værdier. Hvis f. Eks. den koldeste Maanedes Gennemsnitstemperatur har forskellig Værdi langs Grænsen af en Biochor, kan det ikke være denne Gennemsnitstemperatur, der alene bestemmer Grænsen (bortset fra det ejendommelige i, at det netop skulde være Gennemsnitstemperaturen for et vilkaarligt Tidsrum, som en Maaned, der skulde bestemme Grænsen). Hvis den samme Temperaturligning ikke gælder for Biochorens Grænse som Helhed, maa det være andre Faktorer, som ekstreme Minimumstemperaturer, Regnsandsynlighed e. l., der bestemmer Grænsens Forløb.

Men Temperaturforholdene maa tjene som den *primære* Afgrænsning. Nedbørsforholdene er det sekundære. Ved Floder i Busksteppen vokser de samme Planteformationer som i regnrige Egne med samme Temperaturbetingelser. Plantedyrkning med kunstig Varme kan kun betragtes som Luksusproduktion. Man kan meget lettere bøde paa manglende Nedbør ved Hjælp af kunstig Vanding.

Grænsen for Polarzonen ($v = 9,5 \div 1/30 k$) findes omtrent, hvor Köppen har angivet den, nemlig ved 10° Isotermen for den varmeste Maaned. Vahls Ligning svarer dog til en Periode paa noget over en Maaned med Temperaturer over 9° . Herved faar man en bedre Overensstemmelse med det, man ved om Planteformationernes Grænser i Island, Grønland og Sibirien.

Ligningen, der adskiller Naaleskovs- og Løvskovsbæltet ($v = 16,2 \div 0,3 k$) viser, at det er Sommerens Længde, der her er den afgørende Faktor. Vahl finder efter Supans omtalte Kort en Periode paa $4\frac{1}{2}$ Maaned med en Gennemsnitstemperatur over 10° som omtrent svarende til Grænselinien. Denne Grænselinie er senere nøjere bestemt i Marken ved Naaleskovens eller Løvskovens Fremhersken paa jævnt Terræn og god Jord, og den falder ikke sammen med Köppens Grænse for Naaleskovsbæltet, der er bestemt ved Hjælp af Grænsen for Egens Udbredelse. I „The growth forms of some Plant formations of Southern Norway“ (Videnskabernes Selskabs biologiske Meddelelser 1919) findes Resultaterne af en formationsstatistisk Undersøgelse af Forholdene ved Norges Vestkyst, hvor en smal Stribe Løvskov som klimatisk Formation strækker sig nordpaa, helt til Mundin-

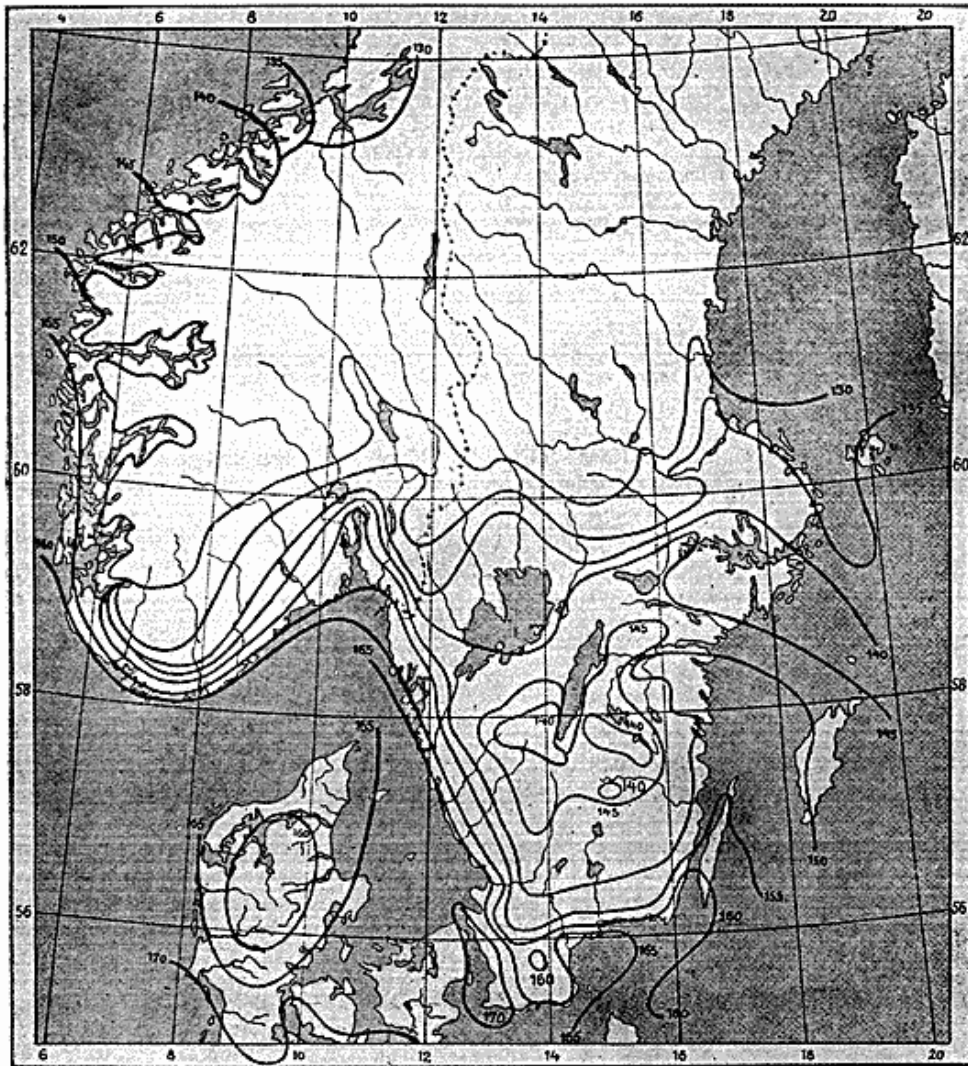


Fig. 3. Kort over det sydlige Skandinavien efter Vahl: "The growth forms of some Plant formations" i Videnskabernes Selskabs biologiske Meddelelser 1919. Kurverne angiver Varigheden i Dage af Perioden med en daglig M'iddeltemperatur over 8° .

Map of south Scandinavia after Vahl: "The growth forms of some Plant formations" in Vidensk. Selsk. biol. Medd. 1919. The curves indicate the duration in days of the period with a daily mean temperature over 8° .

gen af Sognefjord. Paa Grundlag af disse Undersøgelser kan Vahl nøjagtigere end før drage Grænsen mellem Naaleskovens og Løvskovens klimatiske Formation. Løvspringet i Løvskov sætter ind ved en Tid, da den daglige Middeltemperatur naar op paa 8° , og Vahl bringer et Kort over Sydsandinavien, hvor Antallet af Døgn med højere Middeltemperatur end 8° er angivet. Det viser sig derved, at Grænsen falder ret nøje sammen med Kurven for 155 Døgn over 8° .

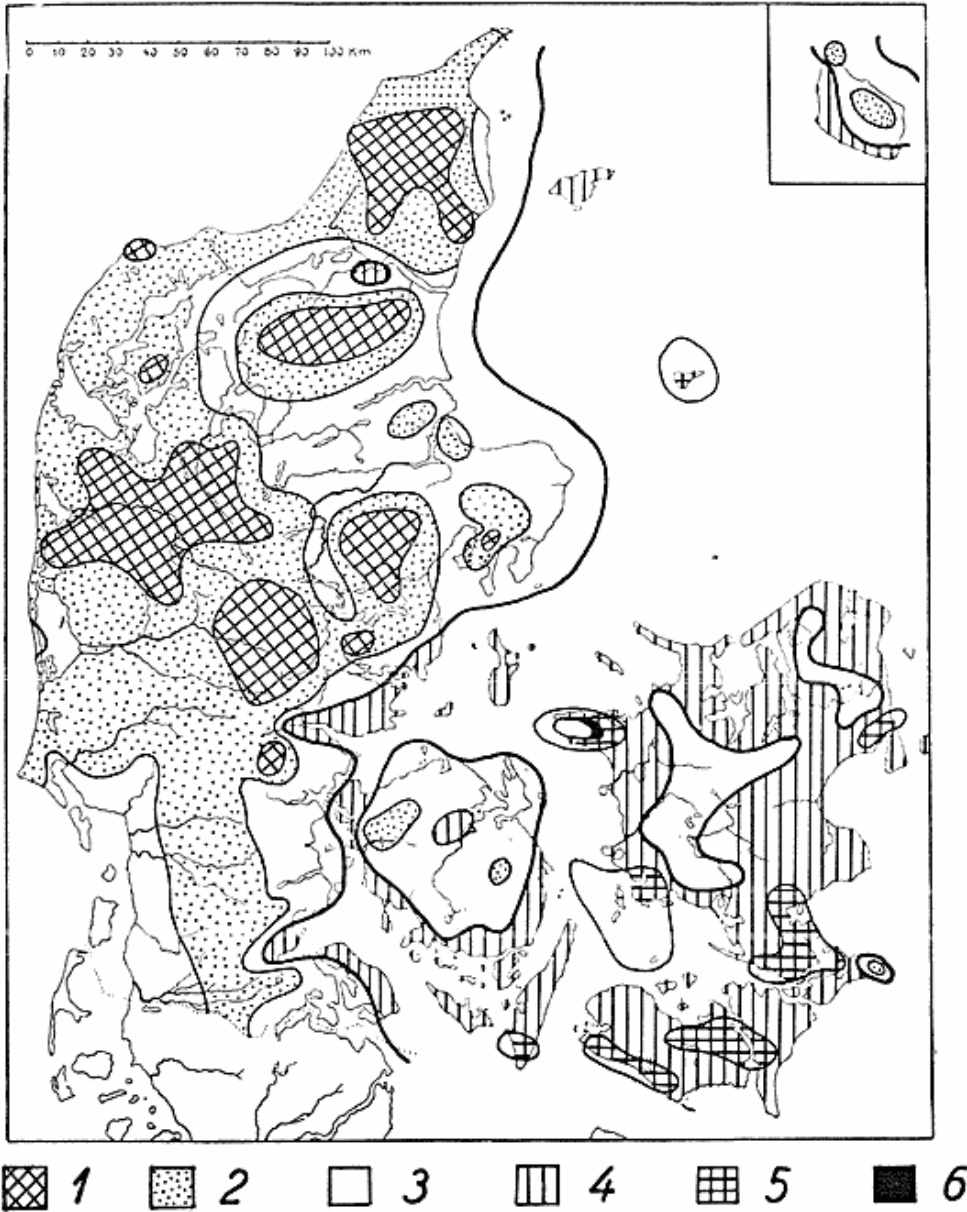


Fig. 4. Grænsen mellem Naaleskovsklima og Løvskovsklima i Danmark efter Vahls Ligning.

Figurforklaring:

Ligningen: $w = 16,2 \div 0,3 c$.

1: Minusafvigelse 1,0 og derover	4: Plusafvigelse 0 - 0,5
2: — 0,5 - 1,0	5: — 0,5 - 1,0
3: — 0 - 0,5	6: — 1,0 og derover

Fig. 4. The boundary between conifer climate and deciduous forest climate in Denmark according to Vahl's equation.

Explanation:

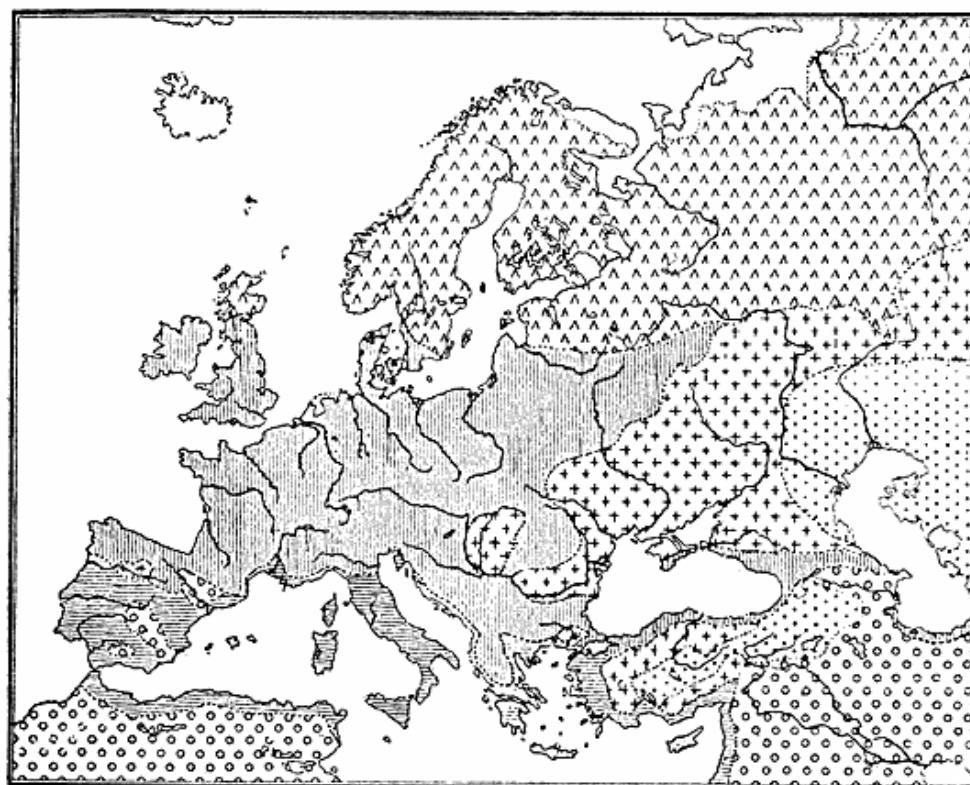
Equation: $w = 16,2 - 0,3 c$.

1: minus deviation 1.0 and over	4: plus deviation 0 - 0.5
2: - - 0.5 - 1.0	5: - - 0.5 - 1.0
3: - - 0 - 0.5	6: - - 1.0 and over

Vahl har tegnet sit Kort paa Grundlag af svenske og norske Temperaturangivelser, der dengang forelaa i større Omfang end de danske. Senere har Meteorologisk Institut udgivet Tabellerne i „Danmarks Klima“ (København 1933) med saa meget Materiale, at man paa det Grundlag ogsaa vil kunne tegne et Kort, der for Danmarks Vedkommende er nøjagtigere m. H. t. Angivelse af Grænsen 155 Dage over 8°. Denne Grænse vil efter Vahls Mening i dette Tilfælde give et Resultat, der saa nøje som muligt stemmer med Biochorghænsen. Vahls Ligning giver en grovere Vurdering, men er dog langt bedre til Grænsedragningen end Supans Kort fra 1887. Ligningen er imidlertid let at anvende, da den kun medfører en simpel Udregning for hver Station paa Basis af Gennemsnitstemperaturen for den koldeste og den varmeste Maaned, medens Udregningen af Antallet af Dage med Gennemsnitstemperatur over 8° forudsætter, at der tegnes Temperaturkurver for hver enkelt Station, hvorefter Tallet af Dage udmaales paa Kurverne. Paa Danmarkskortet Fig. 4 er Ligningen brugt, og der er tegnet Kurver gennem de Steder i Danmark, hvor Ligningen gaar op, og desuden for enkelte Minus- og Plusafvigelse. Det viser sig, at efter Ligningen falder visse Dele af Jylland inden for Naaleskovsbiochoren. Bruges 155 Dages Grænsen for 8°, vil det vise sig, at kun faa og smaa Dele af Landet nærmer sig stærkt til at have Naaleskovsklima. Men saa meget staar dog fast, at Danmark, navnlig Jyllands Indre, er lige paa Grænsen af de to Biochorer, Løvskovens og Naaleskovens.

Grænsen mellem den tempererede og den subtropiske Zone er ifølge Vahls Ligning bestemt ved Vinterens Varighed. Undtagelsen her dannes, som allerede nævnt af Nordamerika, hvor Grænsen bestemmes af den laveste Temperatur, der normalt i en fleraarig Periode kan indtræde om Vinteren, nærmere bestemt af det aarlige Middelminimum paa $\div 10^\circ$. I „Zones et biochores“ benytter Vahl til Afgrænsning Ligningen $v = 34,3 \div 10/3 k$, en Ligning, som nogenlunde svarer til, at 4 Maaneder har en Gennemsnitstemperatur under 8°. Denne Grænse ligger efter Vahls nuværende Plantekort og efter Angivelserne i „Jorden og Menneskelivet“ for lavt.

Vahl regnede nemlig oprindeligt New Zealand, Tasmanien, Sydchile mellem 37° s. Br. og 45° s. Br., Biscayaomraadet, Sydvestirland og et Bælte, der strækker sig ind til Krims Sydkyst, Kaukasus og de pontiske Bjerge med til den subtropiske Zone. Den dominerende Plantevækst i disse Omraader er paa den



Plantebælterne i Europa (tegnet af M. Vahl). Bjærgenes Plantebælter er ikke angivne.

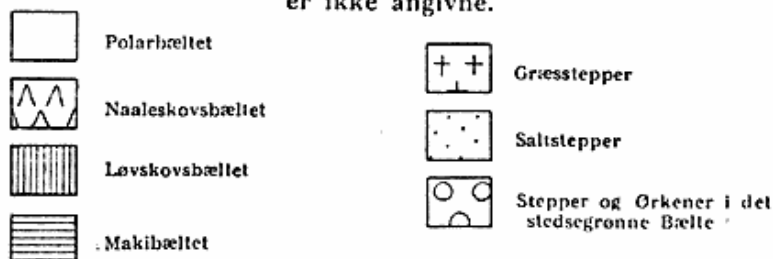


Fig. 5. Kort fra Andersen og Vahl; Geografi for Mellemskolen 1904. Plantebælter er nævnt; af Klimabælter er kun Polarbæltet omtalt.

Fig. 5. Map from Andersen & Vahl; Geografi for Mellemskolen 1904. The vegetation zones are shown; of the climate zones only the Polar zone is shown.

- | | |
|-----------------|---|
| Polar zone | Grassy steppe |
| Conifer zone | Salt steppe |
| Foliferous zone | Steppes and deserts in the evergreen belt |
| Maqui zone | |

sydlige Halvkugle stedsegrøn Løvskov; men paa den nordlige Halvkugle løvfældende Skov med den nøjest mulige Tilknytning til Plantevæksten i de tempererede løvfældende Skoves Formation. Vahl betegner allerede i „Zones et biochores“ dette Omraade paa den nordlige Halvkugle som et Overgangsomraade og nævner, at adskillige subtropiske Vækster, der kan faa en



Fig. 6. Klima- og Plantebælter i Sydamerika (Vahl 1923).

rig vegetativ Udvikling her, ikke kan naa at modne Frugterne i den kølige Sommer. Tilknytningen til de subtropiske Planteformationer finder Vahl i „Z et b“ begrundet ved Forekomsten af visse stedsegrønne Planter som Steneg, *Erica scoparia* og *Ulex europæus*. At der ikke i Vesteuropa er Regnskov ligesom paa New Zealand og i Sydchile, forklarer Vahl ved den arktotertiære Floras haarde Skæbne i Istidens Europa; men Vahl har jo Ret i, at Temperaturforholdene i og for sig tillader Tilstedeværelsen af stedsegrøn Skov.

Vahl paaviser endvidere ved Hjælp af Ligningen: $v = 34,3 \div 10/3 k$ og Ligningen for Naaleskovsgrænsen: $v = 16,2 \div 0,3 k$, at stedsegrøn Løvskov og Naaleskov (eller dertil svarende smaa-bladet Skov) kan grænse op til hinanden uden noget Overgangsbælte af løvfældende Skov paa Steder, hvor Forskellen mellem Aarstiderne bliver meget ringe, ν : hvor den koldeste Maaned har en Gennemsnitstemperatur paa 6° og den varmeste en Gennemsnitstemperatur paa $14,4^\circ$. Dette er Tilfældet ved New Zealands og Sydamerikas Vestkyster, og man kan let konstatere, at begge Ligninger paa det nærmeste gaar op, naar de ovennævnte Maanedsgennemsnitstemperaturer indsættes.

Men Afgrænsningen i „Zones et biochores“ af det subtropiske Omraade ved Hjælp af Ligningen: $v = 34,3 \div 10/3 k$, hvorved det „vintermilde Blandingsomraade“ medregnes til Subtroperne, er Vahl som nævnt gaaet bort fra. Allerede paa nogle af sine første Plantekort i Andersen og Vahl: Geografi for Mellemskolen 1904 (Fig. 5), regnede han Overgangsomraadet i Europa med til de løvfældende Skoves Bælte, ganske vist uden Angivelse af, om de hørte med til subtropisk eller tempereret Zone, og Chile, S. f. 37° Br. samt New Zealand regnes der med til tempereret Zone; senere, i „Jorden og Menneskelivet“ siger han klart, at Overgangsomraadet hører til den tempererede Zone, ligesom ogsaa Plantekortene i denne Bog og i hans senere Lærebøger medregner New Zealand til den tempererede Zone. Paa Chiles Vestkyst angives i „Jorden og Menneskelivet“ paa et Plantekort

Fig. 6. Climate and vegetation zones in South America (Vahl 1923).

Tropical rain-forest regions	Subtropical maqui region
Tropical savanna regions	Temperate rain-forest region
Subtropical rain-forest regions	Magellan forest region
Subtropical grassy steppe regions	Temperate, deciduous forest region
Subtropical savanna region	Temperate scrub-steppe region
Puna region	Antarctic tundra region
Subtropical desert and scrub-steppe regions	

over Sydamerika, der bringer flere Enkeltheder end Vahls tidligere Plantekort over denne Verdensdel, tempereret Regnskov mellem 37° s. Br. og 45° s. Br., begrænset mod Nord af subtropisk Maki, mod Syd af den magallanske, smaabladede Skovregion og inde i Landet af en smal Stribe løvfældende tempereret Skov (Fig. 6).

Den ændrede Afgrænsning har bevirket, at Vahls Ligning fra „Zones et biochores“ ikke mere gælder, og Vahl har i et Brev af 11. Juli 1942 til den, der skriver denne Redegørelse, givet en ny Ligning for Grænsen mellem subtropisk og tempereret Zone, nemlig: $v = 31,8 \div 1,5 k$, hvorved „det vintermilde Blandingsomraade“ er regnet med til tempereret Zone. Det Forbehold tages dog, at Ligningen nok kan blive bedre med Benyttelse af mere Materiale, end det, der dengang, i Sommeren 1942, stod til Vahls Raadighed. Efter Ligningen fra „Zones et biochores“ var der den kulturgeografiske Mærkværdighed, at der fandtes et subtropisk Omraade, hvor Majsavl af temperaturmæssige Grunde var umulig. Efter den nye Ligning gaar Majsgrænsen overalt gennem det tempererede Bælte, og New Zealand, n. f. Hauraki Gulf hører til subtropisk Zone. „Det vintermilde Blandingsomraade“ var i „Zones et biochores“ ikke afgrænset mod det, der nu er blevet tilbage af den subtropiske Zone, paa anden Maade end ved Hjælp af Regnforholdene.

Grænsen mellem den subtropiske og den tropiske Zone, der af Köppen er lagt ved en Gennemsnitstemperatur for den koldeste Maaned paa 18°, bestemmer Vahl ved 16°-Isotermen for den koldeste Maaned, idet han dog tager det Forbehold, at det rimeligvis er Temperaturforholdene i en længere Periode end en Maaned, der har afgørende Betydning. 16° siges i „Z et b“ at være en for lav Værdi i de oceaniske Omraader, for høj i de kontinentale, en Angivelse, der forøvrigt ikke stemmer med Vahls Udredning i „Jorden og Menneskelivet“, hvor Tropegrænsen netop i kontinentale Klimater rykkes nærmere mod Ækvator paa Grund af den større daglige Temperatursvingning og deraf følgende større Mulighed for Frost selv med en høj maanedlig Gennemsnitstemperatur. Det sidste maa anses for det mest konsekvente, saaledes at Tropegrænsen ligger i Nærheden af 14° Gennemsnitstemperatur for den koldeste Maaned i oceaniske Omraader, medens der i kontinentale Klimater maa kræves en højere Maanedsgennemsnitstemperatur (16°), eller maaske mere, hvis Muligheden for Frost skal være udelukket.

De zonale Underafdelinger af de forskellige Zoner er vist paa

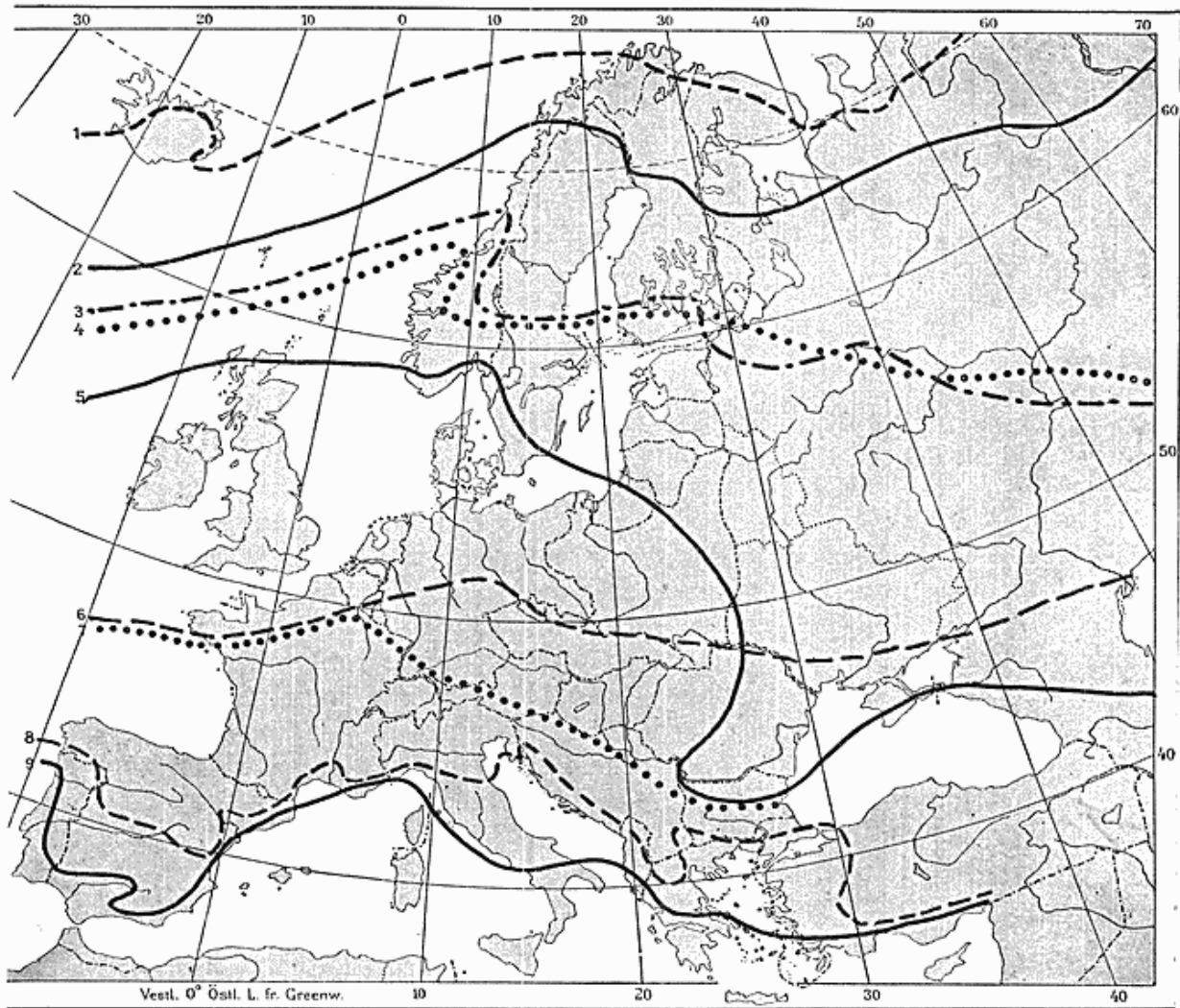


Fig. 7. Nordgrænser for enkelte vigtige Træer og Kulturplanter i Europa (efter Andersen og Vahl: Erhvervsgeografi).

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. Nordgrænsen for Skove. | 6. Nordgrænsen for Vinavl, der falder meget nær sammen med Nordgrænsen for Majsavl. |
| 2. — — seksradet Byg. | 7. — — ægte Kastanie. |
| 3. — — Hvede. | 8. — — Olivenavl. |
| 4. — — Eg. | 9. — — Orangedyrkning. |
| 5. — — Bog. | |

Nr. 1 og Nr. 8 betegner tillige Nordgrænsen og Sydgrænsen for det tempererede Klimabælte i Europa. Nr. 2, Nr. 3 og Nr. 5 viser Grænserne for Vahls zonale Underafdelinger af det tempererede Klimabælte i Europa.

Fig. 7. Northern limits of some important trees and culture plants in Europe. (After Andersen & Vahl: Erhvervsgeografi).

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Northern limit of forest. | 6. Northern limit of vine-growing, almost coinciding with the northern limit of maize cultivation. |
| 2. — — six-rowed barley. | 7. — — true chestnut. |
| 3. — — wheat. | 8. — — olive-growing. |
| 4. — — oak. | 9. — — orange-growing. |
| 5. — — beech. | |

Nos. 1 and 8 also designate the northern and southern limits of the temperate climate zone in Europe. Nos. 2, 3 and 5 represent the limits of Vahl's zonal subdivisions of the temperate climate zone in Europe.

Diagrammet, Fig. 1, der ledsager denne Redegørelse, saa disse Underafdelinger, der for Størstepartens Vedkommende bygger paa Kulturplanternes Udbredelse (Korngrænsen, Hvedegrænsen, Majsgrænsen, Olivengrænsen, Orangegrænsen, Banangrænsen) skal man ikke her gaa nærmere ind paa. Kun bør man henvise til det Kort over forskellige Plantegrænser, som Vahl har offentliggjort i „Andersen og Vahl: Geografiske Tabeller“ og senere i samme Forfatteres Erhvervsgeografi. Dette Kort faar herved det rette Perspektiv (Fig. 7).

Derimod er et Par Ord om den ikke-zonale Inddeling nødvendige.

Alle Zonerne undtagen Polarbæltet og delvis Naaleskovsbæltet underafdeles paa Grundlag af Nedbørsforholdene.

At Dele af Græssteppen, Busksteppen og Ørkenen maa opfattes som Underafdelinger af det tempererede Løvskovsbælte, anser Vahl for bevist deraf, at der vokser Løvskov langs Vandløbene i disse Omraader. Grænsen er for disse Planteformationer vanskelig at fastlægge, fordi edaphiske Forhold i saa høj Grad kan tilsløre de klimatiske. Her mener Vahl, at formationsstatistiske Undersøgelser med Tiden vil give større Sikkerhed i Bestemmelsen af Formationsgrænserne og dermed i Bestemmelsen af disses klimatiske Begrundelse. Alligevel maa Vahls foreløbige Angivelser formodes at betegne et Fremskridt i Forhold til hidtil antagne Grænser. Medens Köppen (1901) sætter den klimatiske Grænse mellem Løvskov og Græssteppe ved en Regnsandsynlighed paa 0,36 for den regnrigeste Maaned, sætter Vahl den ved en Regnsandsynlighed paa 0,35 for de 4 Maaneder, der udgør den regnrigeste Periode i det Tidsrum, hvor Middelttemperaturen er over 5°. At Vahls Kriterium maa være bedre end Köppens fremgaar blandt andet af, at efter Köppens Klimavurdering skulde den ungarske Steppe og Stepperne ved nedre Donau være skovklædte, hvad de som bekendt ikke er og heller ikke skal være, naar man bruger Vahls Grænsedragning.

Som Grænse i subtropisk Zone mellem Omraader med Vinterregn og Omraader med Helaarsregn har Köppen angivet en Regnsandsynlighed paa 0,20 i den regnfattigste Maaned, en Grænse, siger Vahl, der ikke kan bestemmes bedre med de Oplysninger, der foreligger. Hermed er foreløbig sagt, hvad der kan siges, om den klimatiske Grænse mellem Vinterregnsvegetation og Regnskov. Til Belysning af Grænsen mellem Maki og Sklerofylskov mangler Oplysninger om Regnmængde og Regnfordeling. Grænserne i subtropisk Zone for Græssteppe og Busk-

steppe (se Diagrammet) er ikke endelige; men de er sandsynlige, at dømme efter Vahls egne Undersøgelser paa Madeira og de Canariske Øer.

Grænsen for Helaarsregn, og dermed for Regnskov, i Tropicbæltet lægger Vahl i Overensstemmelse med Raunkiær paa det Sted, hvor to Maaneder har en Regnmængde paa mindre end 5 cm. Köppens tilsvarende Grænse ligger ved 3 cm for den regnfattigste Maaned. I det tropiske Omraade med Helaarsregn ligger en Grænse ved 150—180 cm aarlig Nedbør mellem stedsegrønt Buskads og ægte Regnskov.

Vahls Plantekort (Kort over Verdensdelene hver for sig), er første Gang offentliggjort i 1904 i Andersen og Vahls Geografi for Mellemskolen. Først 7 Aar senere kom i „Zones et biocores“ den Teori, der underbyggede dem, og dette teoretiske Arbejde var ikke, som Tilfældet var med Köppens Arbejder, ledsaget af noget Kort. Maaske er det dette, der har gjort, at Vahls Klimainddeling ikke rigtigt har vundet Fodfæste i Udlandet, og til, at ringere Klimainddelinger end Vahls er blevet de dominerende i den udenlandske Litteratur.

At Vahls Klimainddeling er den bedste af de kendte eksisterende, vil fremgaa af følgende:

- 1) Den forsøger en klar Inddeling i Zoner efter Temperaturforholdene.
- 2) Den følger de vigtigste klimatiske Indikatorer, nemlig Planteformationerne.
- 3) Den giver derved det bedst mulige Grundlag for Forstaaelsen af Menneskets Kulturbetingelser paa de forskellige Dele af Kloden.

Vahls Klima- og Plantekort er ændret adskillige Gange siden deres Fremkomst. Det skyldes dels den Ændring i Vahls Opfattelse af den subtropiske Zones Grænse, som er omtalt, dels det vældige Arbejde, som Vahl har nedlagt i at fremskaffe stadig flere og nøjagtigere Oplysninger om Planteformationernes Grænser. Vahl har aldrig selv haft den Dristighed at trække den tropiske Zones Grænser helt op, og har f. Eks. ikke skelnet mellem Busksteppen i den tropiske og den subtropiske Zone, ikke fordi han ikke mente, at der kunde findes en saadan Begrænsning, men fordi de Oplysninger om Busksteppens Plantevækst, der kunde danne Basis for den nøjagtige Grænsedragning, manglede. En saadan Dristighed har den, der skriver

denne Redegørelse, imidlertid haft, fordi det af pædagogiske Grunde var rimeligt at føre Zonedelingen igennem. Plante-kortet i Johs. Reumert: Skoleatlas 1928, et Verdenskort i Ham-mers Projektion, bygger helt igennem paa Vahls Plantekort fra „Jorden og Menneskelivet“. Der er imidlertid medtaget flere Enkeltheder, der fremgaar af Teksten i denne Bog, og Zone-delingen er som nævnt gennemført. Senere er der i andre dan-ske geografiske Skolebøger fremkommet Kort, der ligeledes medtager Zoneinddelingen.

Man tør nok sige, at Vahls Klimainddeling betegnede et meget stort Fremskridt for den danske geografiske Videnskab. Hvad en fornuftig Klimainddeling angaar, havde Geografien her i Lan-det været i stadig Tilbagegang, siden Meyeren i 1843 udgav sin Haandbog: „Jorden og dens Beboere“, hvor han blandt andet skrev, at „Planterne ere at ansee som Forkyndere af det sande Klima“. Meyeren har i Virkeligheden mange Oplysninger, som Vahl vilde kunne underskrive, ogsaa med Hensyn til Zone-grænserne.

Erslevs „Lærebog i den almindelige Geografi“ (1865) var et Tilbageskridt. Han lader det tropiske Bælte være begrænset af Vendekredsene, de subtropiske Zoner af 34° n. Br. og 40° s. Br. og de tempererede af 58° n. og s. Br. Inden for Polarzonen underafdelar han dog saaledes, at Skovgrænsen skiller mellem det „subarktiske“ og det „arktiske“ Bælte.

I Løfflers „Omrids af Geografien“ (1893) er Begrebet Zone udelukkende taget i astronomisk Betydning. Han beskriver Klimaet indenfor de Grænser, som Vendekredse og Polarkredse frembyder.

Et svagt Fremskridt herfra var det dog, at nogle Forfattere begyndte at anvende Supans paa den aarlige Middeltemperatur begrundede Inddeling. Supan anvender som bekendt Aarsisotermerne paa 20° til Grænse mellem „Den varme Zone“ og „Den tempererede Zone“ og 0°-Isotermen til Grænse mellem „Den tempererede Zone“ og „Den kolde Zone“. Denne Inddeling anvendes af C. C. Christensen i hans første Bøger og af Vilhelm Rasmussen. Kun en enkelt, og kun gennem faa Aar anvendt, af Gymnasiets Lærebøger (Stockmarr: Atmosfæren, Klima- og Plantebælter, 1921) har brugt Supans Inddeling. Ellers har Vahls Klimainddeling været eneraadende i det danske Gymnasium siden 1909. Vahl siger om Supans System, at det er vanskeligt at tænke sig en mindre geografisk Inddeling.

Köppens Klimainddeling er mest anvendt i Udlandet. Den er

siden Fremkomsten i 1884 blevet radikalt ændret to Gange, i 1901 og i 1918, men selv naar de sidste Forbedringer tages med i Betragtning, maa det kunne ses af alle, at det er et meget uoverskueligt Kortbillede, hans Inddeling giver, i Sammenligning med Vahls. Den vigtigste af Aarsagerne hertil er, at han bryder med den zonale Inddeling efter Temperaturforholdene og sideordner det tørre Klimaomraade med de temperaturbestemte Klimazoner. Alle tørre Klimater sammenfattes under eet, uanset hvilken Klimazone, de efter Temperaturforholdene burde tilhøre. Desuden giver de mange Underafdelinger et mosaikagtigt forvirret Billede, hvis Mangel paa Overskuelighed ikke afhjælpes af de mange Bogstavbetegnelser. Hans Vægkort er anvendeligt som en Slags Haandbog i Klimatyper, ikke som pædagogisk Anskuelsesmiddel. Men der er dog Mening i adskillige af Köppens Klimagrænser, fordi han benytter Gennemsnitstemperaturerne for varmest og koldest Maaned som Afgrænsningsmiddel og ogsaa i sine Underafdelinger anvender Perioder med Gennemsnitstemperatur over en vis Højde (f. Eks. 4 Maaneder over 10°). Köppen har desuden efterhaanden mere og mere indrettet sine Klimagrænser efter Plantevæksten. Noget andet er, at Grænserne ikke som Vahls primært bygger paa Planteformationerne og desuden i mange Enkeltheder næppe staar for Kritik. Vahl har da ogsaa i „Zones et biochores“ kritiseret adskilligt i Köppens daværende Klimainddeling af 1901, og meget af denne Kritik staar stadig ved Magt.

Baade Martonnes (E. de Martonne: *Traité de géographie physique*) og Thornthwaites (C. W. Thornthwaite: *The climates of North America*, *Geographical Review* 1931) Klimainddelinger gaar mere ud fra meteorologiske Spekulationer end fra *de* faktiske Klimaforhold, Verden over, der vises af Planterne. Martonne, der ellers som Lærebogsforfatter adskiller sig paa den fordelagtigste Maade fra Supan ved sin galliske Klarhed, har ikke, hvad Klimainddelingen angaar, fjernet sig saa langt fra Supan, at han har frigjort sig fra Anvendelsen af Aarets Middeltemperatur som det vigtigste Middel til Afgrænsning af Klimazoner. Dog maa det indrømmes, at hans System er bedre end Supans. Det er ikke lykkedes Amerikaneren Thornthwaite at tilpasse sin Klimainddeling saaledes, at dens Grænser f. Eks. i Europa falder blot nogenlunde sammen med Grænserne for de Planteformationer, der dog maa være de vigtigste klimatiske Indikatorer.

Den afsluttende Bemærkning i Vahls „Zones et biochores“ lyder saaledes:

„Interessen ved en almindelig Oversigt over Zoner og Biochorer, som den, der netop er givet, bestaar fremfor alt deri, at den kaster Lys over, hvad der endnu mangler i, at man kan løse Geografiens centrale Problem (nemlig i hvilken Maalestok Menneskets Hjælpekilder er afhængige af Klimaet). Man ser saaledes, i hvilke Egne det er nødvendigt først at samle Oplysninger om de dyrkede Planter, om Dyrkningsmetoder, om den vilde Plantevækst og om Klimaet. I første Linie mellem de Opgaver, der foreligger i Øjeblikket, maa man stille den: med Nøjagtighed at afgrænse de naturlige Planteformationer, saaledes at de kan danne Grundlaget for Studiet af Kulturbetingelserne. Denne vigtige Afgrænsning kan kun udføres ved Hjælp af Formationsstatistik.“

Det er altsaa langt fra noget fuldt færdigt System, her er præsenteret, men Retningslinierne for et fremtidigt Arbejde. Og der er af Vahl og andre blevet gjort en Del af et saadant Arbejde. Vahl har, som det er berettet, arbejdet i Marken med Problemerne, og han har ført de Klima- og Plantekort, som stadig udkommer i hans og Lektor Andersens Lærebøger å jour med den fremkomne plantegeografiske Litteratur, sidst i Andersen og Vahl: Lærebog i Geografi for Seminarier, 1938. (Se de farvetrykte Kortbilag). Her er Biochorgrænserne blevet ændret noget, navnlig efter Oplysninger i den nyere russiske og amerikanske plantegeografiske Litteratur. Selv med disse Rettelser giver Plantekortene dog kun en summarisk Gengivelse af mange Plantegrænser. Og desuden maa der være en vis Modstrid mellem den Generalisering, der gør Kortene mere anskuelige, og den Sans for Detailler, der vil have saa mange Enkeltheder som muligt, f. Eks. den stærkt afvigende Vegetation i Bjærglande. En vis Vilkaarlighed vil selv med de bedste Hjælpemidler og de mest følgerigtige Principper ikke kunne undgaas ved Tegningen af et Plantekort. Men med alle de Ufuldkommenheder, der nok med Tiden kan afhjælpes, er Vahls Klimainddeling den mest overskuelige og derfor den bedst pædagogisk anvendelige.

Endnu kan man langt fra sige, at de Muligheder er udnyttet, som Vahls Retningslinier, der er angivet i „Zones et biochores“, aabner Vejen til. Den moderne Plantegeografi og dermed forbundne Klimatologi begynder med Finnen Hult og fortsættes med Vahls store Arbejde. Der er nok endnu at gøre for Bota-

nikere og Geografer. Og der skal Samarbejde til. Her er et af de talrige Punkter, hvor det vil vise sig, at en Adskillelse af de biologiske og de geografiske Studier ved Universiteterne vil være uheldig.

Man kan i høj Grad tale om en skandinavisk Linie inden for denne Gren af den geografiske Videnskab, og man maa haabe og tro, at en Fortsættelse af denne Linie og de dertil knyttede Undersøgelser vil bringe Verden til en rigere Erkendelse af Betingelserne for Menneskelivet. Man vil da fortsætte med det Værk, som Martin Vahl har lagt sit store Arbejde i.

Det Verdenskort over Klima- og Plantebælter i Eckerts Projektion, der ledsager denne Redegørelse, er tegnet paa Grundlag af Vahls Klima- og Plantekort over de enkelte Verdensdele i Haandbogen „Jorden og Menneskelivet“, sammenholdt med de Oplysninger, Vahl har givet i denne Bogs Tekst. Der er taget Hensyn til de Rettelser i Biochorgrænserne, som Vahl i sine sidste Kortpublikationer (Geografi for Seminarier, 1938) har foretaget. I Modsætning til Vahls tidligere Kort har det her foreliggende Verdenskort markeret nogle af de Bjærglande, der har afvigende Klimaforhold paa Grund af Højden, saaledes de nordlige Dele af Cordilleras de los Andes og Ethiopien. Desuden er Signaturbetegnelserne, der paa Vahls tidligere Kort ikke var helt ensartede i de forskellige Verdensdele, blevet omarbejdet paa et enkelt Punkt, hvilket har nødvendiggjort en Rettelse i en Biochorgrænse i Australien.

Alle disse Rettelser og alle Enkelthederne har Vahl sammen med den, der skriver dette, gennemgaaet en Maanedstid før sin Død i Sommeren 1946. Der forelaa da et Kort, hvor Biochorgrænserne var trukket op og de enkelte Biochorer var betegnet med Bogstaver. Desværre naaede Professor Vahl ikke at se det rentegnede Kort.

Efterskrift.

Ovenstaaende Artikel forelaa færdig til Trykning i November 1943; men forskellige Forhold bevirkede, at de ledsagende Kortbilag først blev udarbejdet i Løbet af Foraaret 1946. Samtidig blev der foretaget enkelte Tilføjelser til Artiklen. Denne og Kortene har først kunnet færdigtrykkes nu i 1948.

Paa en Maade er det heldigt, at der er foregaaet en saadan Forsinkelse, for nu bliver det muligt i denne Efterskrift at præcisere, hvor paakrævet det er, at der kommer en Redegørelse for Vahls Klima- og Plantebælter, ikke blot paa Dansk, men ogsaa paa et Verdenssprog. I det sidst forløbne Aar er nemlig en stor Del af den geografiske Litteratur, der under Krigen udkom i de Lande, der ikke var besat af Tyskerne, blevet tilgængelig for danske Geografer. Og af denne Litteratur faar man det Indtryk, at Emnet „Klimainddeling“ er i højeste Grad aktuelt.

I Edward A. Ackerman: *The Köppen classification of climates in North America*, *Geographical Review* 1941, siges det om Köppens Inddeling, at den kan kritiseres med Rette af nogle, fordi den er for teoretisk og „nu og da er i udtalt Uoverensstemmelse med det, de naturlige og kulturprægede Landskaber viser“, af andre, fordi den er for empirisk. Om Thornthwaites Klimainddeling skriver Ackerman: „Selv om Thornthwaites Klassifikation, der er den eneste alvorlige Konkurrent til Köppens System, afhjælper en Mangel, er den fuldt saa empirisk som Köppens paa afgørende Punkter og meget mere indviklet“. Bestemmelsen af „passende“ og „utilstrækkelig“ Nedbør og af „T/E“-Grænserne er „vilkaarlige“ og Anvendelsen til en Verdensinddeling af P/T — (Nedbør/Temperatur) — Forhold, beregnet udelukkende ud fra amerikanske Data, gør Nøjagtigheden af Thornthwaites System mere tilsyneladende end virkelig“. „Thornthwaites System betegner et Skridt videre end Köppens hen imod Udviklingen af en rent kvantitativ Inddeling, men det har en stor Svaghed paa Grund af Ufuldstændigheden af (vor Viden om) det Talmateriale, det nødvendigvis maa bygge paa“. Ackerman begrundet derefter sin Fastholden ved Köppens System med, at de, der kritiserer det for dets Understregen af det kvantitative, i Virkeligheden godkender det, for næsten alle de rent empiriske Inddelinger er baseret paa Köppen's. „Dets Enkelthed sikrer det en fremragende Plads blandt de kvantitative Systemer.“ „Thornthwaites Værk har været det eneste nævneværdige Forsøg paa en fuldstændig ny Inddeling siden Hettner

og Supan, og selv det er bygget paa de Ideer, som Köppen har fremsat."

Det af Ackerman i nævnte Afhandling publicerede Klimakort over Nordamerika bringer flere Ændringer af Köppens Inddeling. En af disse er Anvendelsen af 0°-Isotermen for Januar i Stedet for ÷ 3°-Januarisotermen til Afgrænsning af de saakaldte D-Klimater fra C-Klimaterne, utvivlsomt en Forbedring, men ikke tilstrækkeligt radikal efter Thornthwaites Mening. Han spørger i „Problems of the classification of climates“, Geogr. Rev. 1943, hvorfor Ackerman ikke bruger 40° F-Isotermen (ca. 4,5° C) for Januar til Grænse, naar der skal markeres en Grænse mellem de graa-brune og de rød-gule Jordbundsarter. En anden af Ackermans Rettelser af Köppens Kort medfører, at et lille Omraade i Fraser-Dalen fremtræder med Steppeklima „for the first time“, siger Ackerman. Dette Steppeomraade ses dog tydeligt paa Vahls langt ældre Kort over Klima- og Plantebælter. Ligeledes gør Ackerman sig — i Overensstemmelse med Russell og Van Royen — til Talsmand for, at de Temperaturgrænser, der anvendes i de fugtige Klimater, udstrækkes til de tørre B-Klimater. Denne Ide er optaget og videreført af Kesseli i „The climates of California according to the Köppen classification“, Geogr. Rev. 1942. Tendensen til en zonal Gennemførelse af Klimabælterne er umiskendelig.

I den ovenfor omtalte Afhandling af Thornthwaite: „Problems of the classification of climates“, Geogr. Rev. 1943, anføres en Mængde Data angaaende Grundlaget for Köppens Klimainddeling. Han skriver bl. a.: „De Candolles Betegnelse af Xerophilerne med Bogstavet B og Indordningen af denne Gruppe i en Rækkefølge begrundet ved Temperaturbetingelserne var ikke ulogisk, fordi han mente, at Grupperne svarede til parallelle Bælter eller Zoner, der fulgte hinanden fra Ækvator baade mod Nord og mod Syd hen imod de to Poler.“ Hans Hensigt hermed var at hjælpe Palæontologerne til Forstaaelse af Fordelingen af Land, Hav og Organismer i Fortiden. Efterhaanden, som man fik mere Kendskab til Forholdene, maatte man indse, at B-Omraaderne ikke var zonale. Men ikke desto mindre brugte Köppen De Candolles „fysiologiske“ Inddeling af Plantevæksten som Grundlag for sin Klimainddeling, hvilket Thornthwaite betegner som „a great misfortune“. Det vilde efter hans Mening have været langt bedre at benytte Schimpers „fysiognomiske“ Inddeling af Plantevæksten som Grundlag. Saa vilde Köppens Klimainddeling have været „ganske anderledes og meget, meget bedre“.

Efter en Diskussion af Köppens mange skiftende Indikatorer for Fugtighedsforholdene og en indgaaende Kritik af dem, gaar han over til at bedømme Köppens Temperaturindikatorer. Her gaar Thornthwaite i sin Utilfredshed med Köppens Inddeling saa vidt, at han fastslaar, at „Variationer i et Klimas Temperaturfaktor i Almindelighed ikke giver sig Udslag i skarpt bestemte Grænser mellem Planteformationer.“ Han understreger, at der er en gradvis Overgang i Plantevæksten fra Ækvator mod Polerne, og fortsætter: „Saaledes er Grænserne, der adskiller tropisk, mesothermalt, mikrothermalt og subpolart Klima fra hinanden, ubestemte og daarligt definerede, og der er i Øjeblikket ikke noget Tegn paa, at det nogensinde vil lykkes at lokalisere dem med ret megen Nøjagtighed. Maaske skyldes den manglende Fastlæggelse af Grænserne selve Klimaternes Udefinerbarhed.“ I Slutningen af denne Afhandling skriver Thornthwaite følgende: „Geografer har beskæftiget sig med Klima, fordi de har troet, at der paa Jordens Overflade er naturlige Klimaomraader, som er passende ensartede, og som har Grænser, der kan genfindes i Form af Begrænsninger for Planteformationer, Jordbundsarter og Typer af Overfladeformer, og som kan defineres i Form af klimatiske Kendsgerninger, udtrykt ved Tal. Alt for ofte desværre har de undladt at erkende, at det første Skridt maa være at finde de enkelte Klimaomraader og at stedfæste deres omtrentlige Grænser gennem Studium af Plantevækstens og Jordbundsformernes Udbredelse. Værdien af en hvilkensomhelst Klimainddeling beror for det første paa den Nøjagtighed, hvormed Klimaomraaderne defineres, og deres Grænser fastlægges, for det andet paa den Dygtighed, hvormed man vælger Kendsgerninger udtrykt ved Tal, der kan passe med disse Grænser. En klimatisk Inddeling kan vurderes ved at prøve den i disse to Henseender, og den kan kun vurderes paa denne Maade.“ Man skulde i Betragtning af de citerede Udtalelser vente, at Thornthwaite vilde gaa ind for en nøje Undersøgelse af Planteformationer og Jordbundsformer og paa dette Grundlag vilde foretage en zonal, eller i Hovedsagen zonal, Klimainddeling. Han afviser Köppens System, idet han siger, at det er en Kendsgerning, at det ikke er simpelt, og at det er unødvendig vanskeligt og kompliceret, fordi det er saa usystematisk og anvender en saadan Vrimmel af Definitioner. Han protesterer kraftigt imod, at dette System eller andre skulde gøres til Norm. „De vigtigste klimatiske Faktorer staar i Forbindelse med Fugtigheden og Temperaturen. Hvis Inddelingen

anvender Ideen om Betingelserne for Planternes Liv, maa baade Fugtighedsbetingelserne og Temperaturbetingelserne udtrykkes ved en gradvis Progression af Værdier, der skal svare til den gradvise Overgang i Naturen. Indikatorer, der udtrykker den samlede Virkningsfuldhed af Nedbøren og Tilstrækkelighed af Varmen for Aaret er grundlæggende. Andre vigtige klimatiske Faktorer staar i Forbindelse med Fordelingen af Fugtighed og Temperatur Aaret igennem.“ „Inddelingen skulde ikke blot adskille de forskellige Typer, den skulde ogsaa vise deres indbyrdes Slægtskab. Den skulde være i Stand til at karakterisere Klimaterne over hele Verden, men samtidig skulde den give Grundlaget for en Adskillelse af de talrige „Mikroklimater“, som en Klimatype bestaar af.“

Hermed har Thornthwaite angivet Hovedlinierne i den Klimainddeling, som han præsenterer i Afhandlingen „An approach toward a rational classification of climate“, Geogr. Rev. 1948.

Han bruger her fire karakteriserende Faktorer for at opnaa en fuldstændig Beskrivelse af et Klima. I alle fire Faktorer indgaar en Komponent, som han kalder „den potentielle Evapotranspiration“, der defineres som den maksimale Vandmængde, der *vilde* fordampe fra Jordbund og Planter, hvis Nedbøren var tilstrækkelig, og hvis der med de givne Temperaturforhold var den yppigst mulige Plantevækst. Medens den Evapotranspiration, der faktisk finder Sted, kan maales ved en Metode, der „hverken er let at forstaa eller at anvende“, maa den potentielle Evapotranspiration beregnes. Her gaar han ud fra den Forudsætning, at „saa længe den Del af Jordbunden, hvor Planterødderne befinder sig, er godt forsynet med Vand, vil den Vandmængde, der fordamper fra et Omraade med fuldstændigt Plantedække, mere afhænge af den Mængde Solenergi, Overfladen modtager, end af, hvilke Planter, der vokser paa den.“ En Forudsætning er, at der ikke er et Overmaal af Fugtighed i Jorden, saaledes at Røddernes Iltforsyning og dermed deres Arbejde hæmmes. Ved Hjælp af Maanedernes Middeltemperaturer, Stedets Brede samt en temmelig indviklet Ligning, hvis matematiske Udredning Thornthwaite betegner som „langt fra tilfredsstillende“ og ganske ubrugbar uden Hjælp af Tavler og Nomogrammer, har han beregnet den maanedlige potentielle Evaporation i cm for 3500 meteorologiske Stationer i U.S.A. Ved Addition af disse maanedlige Værdier har han tilvejebragt Grundlaget for et Kort over den aarlige gennemsnitlige potentielle Evapotranspiration i U.S.A. For Jorden iøvrigt fastslaar han,

at „foreliggende Bestemmelser er saa faa, at det vil være umuligt at tegne et Kort over noget Landomraade paa det Grundlag“. Men trods disse Mangler mener Thornthwaite, at man ikke paa nogen Maade kommer udenom at anvende Evapotranspirationen som det vigtigste Middel til Bestemmelse af Klimatypen. Og som nævnt indgaar den i alle de fire Faktorer, han anvender ved Klimabeskrivelsen.

Den første Faktor er en Fugtighedsindex, hvor Nedbørsoverskud udover den potentielle Evapotranspiration opvejer Under-skud af Nedbør i Løbet af Aaret i Forholdet 10 til 6. Denne „moisture index“, der har numerisk Værdi fra 100 til $\div 60$ bruges til at karakterisere 9 Klimatyper fra „perhumid“ gennem „humid“ og „subhumid“ til „arid“.

Den anden Faktor er simpelthen Tallet, der angiver potentiel Evapotranspiration, idet dette tages som Udtryk for Temperaturvirkningen. Saaledes sættes Grænsen mellem det „megathermale“ og det „mesothermale“ Klima ved en aarlig potentiel Evapotranspiration paa 114 cm og mellem den sidstnævnte Klimatype og „mikrothermalt“ Klima ved 57 cm. Desuden skelnes mellem „Tundrasklima“ og „Frostsklima“. Da der er 4 mesothermale og 2 mikrothermale Underafdelinger, bliver der ogsaa her 9 Klimatyper.

Den tredje Faktor er den aarlige Variation af Fugtigheden. Herved inddeles de fugtige Klimater (perhumid, humid og fugtig subhumid) i 5 Kategorier, og de tørre Klimater (tør subhumid, semiarid og arid) ligeledes i 5 Underafdelinger.

Den fjerde Faktor er Sommerens Andel af Temperaturvirkningen, der udtrykkes som de tre Sommermaaneders potentielle Evapotranspiration i Procent af Aarets Evapotranspiration. I ækvatoreale Klimater er den ca. 25 % og i Frostklimater gaar den op til 100 %. Herved faas 8 Underafdelinger.

Hver meteorologisk Station kan paa denne Maade karakteriseres ved de fire Faktorer, der betegnes ved Bogstavsymboler. Saaledes betegnes San Francisco ved Symbolerne $C_1 B_1 s_2 a^1$, hvilket viser, at Klimatypen er tør subhumid, mesothermal af første Orden, med stort Vinteroverskud af Fugtighed og med en Sommertemperaturvirkning svarende til megathermal, fordi Forskellen mellem Sommerens og Vinterens Temperaturer er saa ringe.

Fire Faktorer af lignende Art anvendes i den Klassifikation, Thornthwaite tidligere har fremsat, nemlig en Fugtighedsfaktor, en Temperaturfaktor og den aarlige Variation af disse to Fak-

torer (Thornthwaite: The climates of North America, Geogr. Rev. 1931 og Thornthwaite: The climates of the earth, Geogr. Rev. 1933). Men Ligheden er kun overfladisk; i Virkeligheden er de to Inddelinger fundamentalt forskellige. I Inddelingen fra 1931 blev Klimatyperne kendetegnet og Grænserne bestemt empirisk, gennem Undersøgelse af Fordelingen af Plantevækst, Jordbund, Afvandingsforhold m. m. I 1948-Inddelingen bliver Planterne ikke betragtet som meteorologiske Instrumenter, som forener de forskellige klimatiske Faktorer og kan aflæses som et Termometer eller en Regnmaaler; de betragtes blot som Redskaber for Fordampning, paa samme Maade som Skyerne er Redskaber for Nedbør. „Inddelingerne i den tidligere Klassifikation blev med Rette kritiseret, fordi de var Planteregioner klimatisk bestemt. Klimaomraaderne efter den nuværende Inddeling kan ikke udsættes for en saadan Kritik, da de hidrører fra en Undersøgelse af selve de klimatiske Kendsgerninger og ikke fra en Undersøgelse af Plantevæksten“.

Thornthwaite tager dog det naturlige Forbehold, at hans Inddeling kan forbedres. Man kan udvikle bedre Metoder til at bestemme den potentielle Evapotranspiration. Der kræves yderligere Observationer navnlig i Troperne og Polaregnene. En virkelig rationel Maade, hvorpaa man kan bestemme Omraaderne for Temperaturvirkningen, kan maaske baseres paa en Relation mellem Temperaturfaktoren og Fugtighedsfaktoren, som muligvis nok eksisterer, men endnu ikke er fundet.

„Der er en opmuntrende Udsigt til, at denne Klimainddeling, der er udformet uden Hensyntagen til andre geografiske Faktorer som Plantevækst, Jordbund og Menneskets Benyttelse af Arealet, kan give Forklaringen paa disse Fænomeners geografiske Udbredelse“.

Paa Grundlag af ovenstaaende refererende Redegørelse for Afhandlinger i amerikanske Fagtidsskrifter fra Krigsaarene kan vi nu trække nogle Hovedlinier op for den Diskussion, der er ført om Klimainddelingerne, og desuden betragte Amerikanernes Anskuelse paa Baggrund af og bringe dem i Relation til den Inddeling i Klima- og Plantebælter, der er udformet af Martin Vahl.

Köppens System er ikke simpelt efter Thornthwaites Mening, og deri har han bestemt Ret. Men efter Ackermans Anskuelse er Thornthwaites System af 1931 endnu mere indviklet end Köppens, og det er Tilfældet ikke blot med 1931-Systemet; men det

kortfattede Referat, der er forsøgt her, maa give det Indtryk, at Thornthwaites System af 1948 ikke paa nogen Maade er mindre indviklet end det, Ackerman kritiserer. Vahls Inddeling synes at være baade Köppens og Thornthwaites Inddelinger langt overlegen med Hensyn til Simpelhed og Overskuelighed.

Köppens System kritiseres baade af Ackerman og Thornthwaite, fordi det ikke passer til de foreliggende Kendsgerninger om Klimaets Indvirkning paa Planteformationer og Jordbundsforhold. Derfor har de, der alligevel vil bygge paa Köppens System, ustandselig maattet revidere det. Thornthwaites nye reviderede System er udformet uden Hensyntagen til andre geografiske Fænomener end de klimatiske, men kan maaske med Tiden bruges til Afgrænsning af f. Eks. Planteformationer, naar man har fundet de numeriske Værdier for Klimaforhold, der gælder langs Formationsgrænserne. Det er blot mærkeligt, at Inddelingen allerede foreligger, naar den dog senere skal tilpasses til de geografiske Forhold. Vahls System er bygget op i Overensstemmelse med Planteformationerne, hvis Afgrænsning Vahl kunde vurdere som faa andre i Kraft af sin uhyre Viden paa dette Punkt. Og Vahl har indledet en Undersøgelse af de klimatiske Faktorer langs Formationsgrænserne, bl. a. ved Hjælp af den Vahlske Ligning, der omfatter Temperaturværdierne for koldest og varmest Maaned. Maaske skal disse Ligninger modificeres noget, og flere Biochorgrænser er endnu ikke klimatisk bestemt; men hidtil har man ikke set noget Bevis for, at den Vej, Vahl er slaaet ind paa, ikke er den rigtige.

Det er karakteristisk, at de i Referatet nævnte Forslag til Forbedringer af Köppens System tenderer mod en større Overensstemmelse med Vahls Klima- og Plantebælter. Det gælder Smaating som Steppeklimaet i Fraserdalen, og det gælder vigtigere Forhold som Forlængelsen af de zonale C-D-Grænser ind i de tørre B-Klimater. Og det gælder endelig Ackermans Flytning af C-D-Grænsen mod Syd og Thornthwaites Spørgsmaal, om den ikke — efter de anvendte Kriterier — burde lægges endnu sydligere. Saa er Skridtet ikke langt til Antagelsen af den Vahlske Grænse mellem tempereret og subtropisk Klima i Nordamerika.

Thornthwaite gør opmærksom paa, at de Candolles Inddeling, som Köppen desværre fulgte i Stedet for Schimpers, oprindeligt var ment som en zonal Inddeling. Vahls Inddeling er zonal og har væsentlige Berøringer med Schimpers Planteformationer.

Thornthwaite har Ret i, at der i Naturen findes gradvise Over-

gange mellem Planteformationerne; men naar de bredere eller smallere Overgangsbælter undtages, er Planteformationerne dog i Hovedsagen ensartede over store Strækninger. Man vil i Almindelighed ikke være i Tvivl om, hvorvidt det Plantebælte, man befinder sig i, er Græssteppe, Busksteppe eller tempereret løvfældende Skov o.s.v. At de ikke har skarpt bestemte Grænser betyder ikke, at der *overalt* er gradvise Overgange, og det betyder ikke, at der ikke mellem Planteformationerne og de til disse muligt svarende Klimaomraader findes ganske bestemte Grænser svarende til numeriske klimatiske Værdier. Dette kan fortræffeligt forenes med, at der findes Grænsebælter, hvor man i nogle Aar har den ene, i andre den anden skarpt definerede Klimatype (jvfr. Russell: Climatic years, Georg. Rev. 1934). Derfor bør Thornthwaites Ide om den gradvise Progression af Klimabetingelserne svarende til en formodet gradvis Overgang i Plantevækstens Karakter underkastes fornyet Undersøgelse.

Den Indvending, Thornthwaite retter mod Geografer i al Almindelighed, nemlig at de ikke først studerer Grænser for Planteformationer o.s.v., og derefter Kendsgerninger, udtrykt ved klimatiske Talværdier, der kan passe med disse Grænser, rammer ikke Martin Vahls Arbejde.

Thornthwaite sætter i sine Klimainddelinger bestandig Temperaturfaktoren sidst og Fugtighedsfaktoren først, og han udtrykker endogsaa Temperaturkravet som et Krav om Vand og bruger hertil Tallene for den potentielle Evapotranspiration. Den Mistillid, han derved synes at udtrykke til Temperaturen som direkte klimatisk Faktor, kan synes uberettiget og bør i hvert Fald begrundes bedre. Det er ikke nok at henvise til Köppens noget planløse Brug af Temperaturfaktorer og til Antagelsen af gradvise Overgange i Naturen. Det var at ønske, at Geografer i forskellige Lande for Alvor vilde gennemprøve Brugbarheden af Vahls Temperaturligninger, før de dannede nye Systemer.

Thornthwaites 1948-Inddeling vil ikke blive nemmere at gennemføre end hans 1931-Inddeling. Den bygger paa Faktorer, som er vanskelige at arbejde med, og den vil, hvis der gøres fuld Brug af alle 4 Slags Symbolbetegnelser, føre til et Klimakort over Jorden, der er endnu mere mosaikagtigt end Köppens. Selv om Thornthwaite siger, at en videnskabelig Inddeling „ikke skal rette sig efter Fordringerne i en Skoleklasse“, var det dog ikke af Vejen, om den gav lidt Overblik.

Thornthwaite har selv Fornemmelsen af, at hans nyeste

Klimainddeling trænger til yderligere Forbedringer. Ogsaa Köppen og Vahl arbejdede med Forbedring af deres Systemer. Vahl indrømmer, at hans Afgrænsning af Tropebæltet og den finere Inddeling af bl. a. dette Bælte er foreløbig, fordi der mangler Data m. H. t. Planteformationer og Klima. Ingen eksisterende Klimainddeling er færdigt udformet. Men Spørgsmaalet er, om Vahls Klimainddeling alligevel ikke bedst af alle eksisterende er egnet til at bygge videre paa. I de store Træk ligger nemlig hans Biochorgrænser fast. Det er deres klimatiske Begrundelse, der muligvis maa ændres og udbygges. Derfor vil Kortet over Vahls Klima- og Plantebælter kun i ringe Grad ændre Udseende.

Der synes efter Thornthwaites egen Fremstilling at være noget ulogisk i, at han først bebrejder Köppen og andre, at de ikke bygger deres Klimainddeling paa Iagttagelse i Naturen af Planteformationer m. m., men derefter selv laver et System paa rent klimatisk Grundlag i det Haab, at det i Fremtiden kan give Forklaring paa Afgrænsningen af andre geografiske Fænomener.

Det store Arbejde, der fra Thornthwaites Side er lagt i Bedømmelse af Evapotranspirationen, kan udmærket tænkes at faa Betydning for Klimainddelinger, der primært bygger paa et andet Grundlag, f. Eks. til Begrundelse af de ikke zonale Grænser mellem løvfældende Skov, Græssteppe og Busksteppe. Vahls Afgrænsning ved Hjælp af Regnsandsynlighed i Vækstmaanederne er sikkert bedre end Köppens, og den er lettere at bedømme end Thornthwaites. Men dette Punkt var det formaals-tjenligt at faa diskuteret.

Den vigtigste af de Kendsgerninger, der fremgaar ved Læsningen af den amerikanske klimatologiske Tidsskriftlitteratur, er, at de amerikanske Geografer ikke kender Vahls Inddeling. Hvis de havde kendt den, vilde de maaske have undladt at forsøge paa at modificere Köppens System eller sætte nye Systemer i Stedet. En Afhandling af A. W. Küchler: A geographic system of vegetation, nævner ikke Vahl, men derimod en anden Dansker, der har gjort en stor Indsats paa Plantegeografiens Omraade: C. Raunkiær. Forfatteren, der ikke røber Kendskab til Raunkiærs Formationsstatistik, afviser i en flot Bemærkning den geografiske Betydning af „Livsformerne“.

Den bedste Klimainddeling, jeg har fundet i amerikansk geografisk Litteratur, er Van Royens, saaledes som den er udformet i Bengtsson og Van Royen: Fundamentals of economic geography, New York 1946. Denne Klimainddeling, der er en

Modifikation af Köppens, nærmer sig i mangt og meget til Vahls zonale Klimainddeling, uden at den dog kan maale sig med den.

Det er altsaa paa Tide, at Vahls Inddeling i Klima- og Plantebælter bliver kendt og diskuteret.

Det skal til Slut bemærkes, at Vahls Klima- og Plantebælter nu ogsaa foreligger som Vægtkort i 1:25 000 000 i Eckerts Projektion, udarbejdet af „Geodætisk Institut“ i København, med dansk, engelsk og fransk Signaturforklaring.

En Gengivelse af dette Vægtkort i Maalestokken 1:12500000 ledsager denne Artikel. —
