

26 mei 1964

Verslagen V-148  
(R III 285-1964)

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Internationales Agrarmeteorologisches Treffen  
Landquart en Davos, 5 en 6 september 1963

door

M. Scharringa

De Bilt, september 1963.

Internationales Agrarmeteorologisches Treffen  
Landquart en Davos, 5 en 6 september 1963

door

M. Scharringa

Algemeen.

Er waren voor deze bijeenkomst, die om de twee jaar wordt georganiseerd <sup>\*</sup>), de volgende aantallen aanmeldingen binnengekomen:

30 uit Zwitserland, 17 uit Frankrijk, 13 uit Duitsland en 4 uit Nederland t.w. Dr. G.J. Bierma. Cebeco Rotterdam (niet verschenen), Ir. Joh. Bos. Ned. Fruit-telersorganisatie, Den Haag, Dr. J. Tromp. Proefstation voor de Fruitteelt in de Vollegrond te Wilhelminadorp en M. Scharringa, K.N.M.I. De Bilt.

Er werden 6 voordrachten gehouden, maar er was geen tijd voor discussie. De voorzitter E. Peyer (Chef der Sektion Rebbau und Kellerwirtschaft der Eidg. Versuchsanstalt für Obst- Wein- und Gartenbau te Wädenswil) meende dat er aan tafel, 's avonds en tijdens de excursies onderweg nog voldoende gelegenheid voor gedachtewisseling zou zijn. Dit bleek ook wel juist, doch men miste toch de vragen en opmerkingen van anderen.

In het hierna volgende verslag is de inhoud van elke voordracht kort weergegeven en na elk resumé volgt enig eigen commentaar.

<sup>\*</sup>) De vorige vondt te Colmar plaats. (Zie R III 269. V-103-1961)

Die Frostresistenz der Rebe in physiologischer Hinsicht.

Dr. A.F. Wilhelm. Direktor des Staatlichen Weinbauinstitutes Freiburg (Br)

De vorstresistentie is geen constante "grootheid" maar afhankelijk van de fysiologische processen bij de ontwikkeling en in de cel.

In de jaarcyclus volgt op de groeiperiode die van de winterrust. De vorstresistentie van de druif is in de actieve fase aanzienlijk kleiner dan in de rusttoestand. Zo evident als dit verschijnsel ons voorkomt, zo moeilijk is het om de oorzaken van dit verschil in resistentie precies aan te geven. De belangrijkste theorieën over de oorzaken van de dood door koude zijn als volgt samen te vatten.

Als we het afsterven van planten door lage temperaturen boven het vriespunt buiten beschouwing laten, dan treedt de dood bij temperaturen beneden het vriespunt als gevolg van ijsvorming in het weefsel als voornaamste oorzaak op.

Volgens de oudste voorstelling werd deze doodsoorzaak als een mechanische beschadiging ten gevolge van de ijsdruk aangemerkt. Nadat men had gezien dat de cellwanden na het ontdooien intact bleven ontstond de opvatting dat het protoplasma \*) pas bij het ontdooien zou afsterven en verder dat vooral bij snelle ontdooiing de cel zou worden gedood.

Müller-Thurgau was de eerste die de onttrekking van vloeibaar water als gevolg van ijsvorming voor de dood van het plasma verantwoordelijk stelde. Deze opvatting werd later uitgebreid in die zin dat, behalve door wateronttrekking, het ijs ook nog mechanisch verwoestend op het protoplasma zou inwerken.

De mechanische verwoesting van cytoplasmastructuren wordt ook heden nog door onderzoekers van naam als beslissende doodsoorzaak beschouwd; want Ullrich wijst er op dat het protoplasma geen éénfase systeem is, maar een meerfasen systeem. Elk celorganel heeft niet alleen zijn eigen morfologie maar ook zijn fysisch-chemische fasenbegrenzing. De celkern bezit zijn kernmembraan, het polioplasma zijn grenshuid, de vacuole haar wand (de tonoplast), het plasmolemma, de mitochondriën en de microsomen hun eigen grenslagen.

Als ijsvorming tot het afsterven van cellen leidt, dan is gemakkelijk in te zien dat het verdragen van een bepaalde temperatuur des te beter mogelijk is naarmate minder ijs wordt gevormd en dus ook naarmate het vriespunt van het celvocht bestaande uit waterige oplossingen lager ligt.

De samenhang tussen watergehalte en vorstresistentie demonstreert zich het duidelijkst bij gewassen die, zoals de druif, gedurende de groeitijd een hoog wa-

\*) Voor de betekenis van deze en enkele andere termen zie onder commentaar, pg. (4).

tergehalte en daarbij een geringe vorstresistentie vertonen, terwijl gedurende de winterrust het watergehalte gering en de kouderesistentie groot is. Behalve het vochtgehalte van de weefsels is voor de ijsvorming ook de celsapconcentratie belangrijk. Een bijzondere rol speelt het gehalte aan opgeloste suikers. De resistentieverhogende werking berust niet zozeer op de bijdrage tot de verlaging van het vriespunt dan wel op een specifieke beschermende werking op het plasmacolloid tegen coagulatie.

Watergehalte, osmotische druk en suikergehalte zijn de belangrijkste fysiologische factoren, waarvan de invloed op de vorstresistentie kan worden aangetoond.

Veel minder duidelijk in hun uitwerking op de vorstresistentie zijn verschuivingen in de  $p_H$ -waarde van het celsap en veranderingen in de eiwithuishouding van de plant. Daarentegen speelt de wijze waarop het water gebonden is (hydratatie-, adsorptie- of structuurwater) een belangrijke rol.

Ofschoon wij een reeks van factoren die invloed op de vorstresistentie hebben kennen, maar anderzijds weten dat houtgewassen bij proeven met langzame bevriezing en ontdooiing temperaturen tot  $-195^{\circ}\text{C}$  (temperatuur vloeibare lucht) verdragen, wordt het wel duidelijk dat men over de eigenlijke oorzaak van het afsterven door vorst niets kan zeggen dat algemeen geldig is en dat tenslotte de micro-structuur van het cytoplasma en zijn componenten ten aanzien van het al of niet afsterven van de cellen beslissend is. Zo gezien mag ook de betekenis van het ontdooien bij de resistentie tegen vorst niet worden onderschat.

Gelet op het feit dat de vorstresistentie van de druif in winterrust in een ander temperatuurgebied ligt dan die in de groeitijd - immers in beide gevallen betreft het verschillende organen -, komt men er vanzelf toe de vorstresistentie in het voorjaar gescheiden te beschouwen van die in de winter.

Zolang de groene delen van de druif groeien, verdragen zij geen ijsvorming in het weefsel. Voorbehoud schijnt nodig, omdat er ook bij de druif aanwijzingen zijn dat de wijze van ontdooien het afsterven van de cellen mede bepaalt. Als we er van uitgaan dat ijsvorming in de regel "bevriezing" tot gevolg heeft, dan is de ligging van het vriespunt bepalend voor de vorstresistentie. Het vriespunt van het celsap hangt af van de concentratie van de daarin opgeloste stoffen.

De gunstige invloed van een kalibemesting op de vorstresistentie laat zich met de verhoging van de concentratie in verband brengen.

Waardoor de vorstwerende werking van boraxbespuitingen die blijkbaar bestaat te verklaren is, dient nog nader te worden onderzocht.

Voor de vorstresistentie is ook het stadium van ontwikkeling van betekenis.

Zo is proefondervindelijk gebleken dat bij jonge loten van de druif, van de uit-

lopende knop tot het 5-bladeren stadium, de vorstresistentie afneemt en dat parallel daarmee een daling van de concentratie van het celsap verloopt. Proeven om door middel van kunstmatige vertraging van het uitlopen deze vorstresistentie te benutten, hebben nog niet tot bruikbare resultaten geleid. Het laat uitlopen is, zoals bekend, bij het kweken van nieuwe rassen een reeds lang nagestreefd doel.

De onderkoeling als resistentie bevorderend middel dient hier nog te worden genoemd. Het is volgens de spreker bekend dat bij de onderkoeling de luchtvochtigheid een belangrijke rol speelt, maar de vraag in hoeverre het vermogen tot onderkoeling van fysiologische processen afhangt is nog geheel onbeantwoord.

Tussen de vorstresistentie van de druif in winterrust en de mate van rijping van het hout bestaat een nauw verband. Voor beide eigenschappen zijn het vochtgehalte van het weefsel en het gehalte aan reservestoffen beslissend. De nadelige invloed van najaarsvorst of van overmatig hoge opbrengsten laat zich verklaren door de geringe mate waarin dan reservestoffen zijn opgeslagen.

Over de uitwerking van strenge winters zijn weliswaar vele afzonderlijke waarnemingen voorhanden, maar ze spreken elkaar dikwijls tegen en laten geen betrouwbare uitspraak toe. Dezelfde situatie vinden we bij de vraag naar de invloed van de onderstammen en naar de fysiologische toestand van deze laatsten.

De sterke afhankelijkheid van de kouderesistentie bij de druif van haar fysiologische toestand toont zich in vele jaren zeer duidelijk.

Zo heeft bijvoorbeeld in de afgelopen winter de als tamelijk vorstresistent bekend staande variëteit Riesling zich minder wintervast getoond dan andere variëteiten, hetgeen hoofdzakelijk moet worden toegeschreven aan de geringe rijpheid van het hout als gevolg van de vroeg invallende vorst. In 1956 daarentegen was voor de mate van vorstschade bij de verschillende variëteiten de "diepte van de winterrust" bepalend.

Het probleem van de kouderesistentie wordt dikwijls nog gecompliceerd doordat de druivenwortels minder resistent zijn dan de bovengrondse delen. De grote schade in de afgelopen winter op lichte grond en op steile hellingen kan worden verklaard door ernstige bevriezing van de wortels. Kenmerkend voor zulke gevallen is het optreden van boriumgebrekverschijnselen op gronden, waarop deze anders niet of nauwelijks voorkomen.

Gedeeltelijk is de vorstschade in de afgelopen winter ook nog toe te schrijven aan uitdroging.

#### Commentaar.

Dit, helaas geheel voorgelezen, referaat gaf een goed overzicht van hetgeen op dit gebied bekend is.

Het vermogen tot onderkoeling hangt volgens spreker af van de luchtvochtigheid. Een direct verband lijkt mij niet waarschijnlijk. Het zou kunnen dat de afkoelingsnelheid, die onder dezelfde overige omstandigheden bij lage luchtvochtigheid groter is, het vermogen tot onderkoeld geraken beïnvloedt. Hierover konden geen inlichtingen worden verkregen.

In het verslag zijn enkele termen uit de plantemorphologie (i.c. de cytologie) gebruikt. De betekenis daarvan is als volgt.

protoplasma of protoplast: de inhoud van de levende cel; de cel bestaat dus uit een wand en uit protoplasma.

cytoplasma: protoplasma minus de celkern.

organel: deel van de cel waarvan men de functie kent.

polioplasma: korrelig plasma; het gedeelte van het protoplasma waarin zich allerlei korreltjes bevinden.

vacuole: holte in het plasma waarin zich het celvocht bevindt.

tonoplast: het heldere laagje van het protoplasma dat de vacuole omgeeft.

plasmolemma of plasmoderma: de buitenlaag van het protoplasma tegen de celwand aan; het plasmolemma is eveneens helder.

mitochondriën of chondriosomen: zeer kleine lichaampjes in het protoplasma; de vormen lopen zeer uiteen en veranderen ook snel. Van de functie is weinig bekend.

microsomen: verzamelnaam voor kleine lichaampjes in het protoplasma. Het kunnen oliedruppeltjes, maar ook eiwit- of zetmeelkorreltjes zijn. Zij maken het protoplasma troebel.

Zum physiologischen Verhalten der Obstbäume gegenüber Frosteinflüssen.

Dr. R. Fritsche. Direktor der Eidgenössische Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau. Wädenswil

Dr. R. Schumacher. Eidgen. Versuchsanstalt (als boven)

De vraag, hoe de cellen en de weefsels van vruchtbomen door de koude beschadigd kunnen worden, is reeds vele tientallen jaren een object van studie. De daaruit verkregen resultaten en de verklaringen van het bevriezingsproces geven nog geen eenduidig beeld. Het best gefundeerd is het volgende, door vele onderzoekers ontwikkelde, inzicht.

In de intercellulaire ruimten vormen zich ijskristallen. Het op deze wijze vastleggen van water veroorzaakt een wateronttrekking aan de cellen waardoor de celwand tegen de celinhoud wordt getrokken. Dit veroorzaakt spanningen in de cel hetgeen tot vorming van scheuren in de celwand en in het protoplasma kan leiden. Bij de ontdooiing springt de beweeglijke en veerkrachtige celwand in zijn oorspronkelijke stand terug, terwijl het veel taaiere protoplasma slechts langzaam in zijn oorspronkelijke vorm terugkeert. Ook dit verschillend gedrag van de beide componenten van de cel kan tot vorming van scheuren en tot afsterven van de cel leiden. Dit geschiedt in het bijzonder als het ontdooien snel plaats vindt. De onderstelling dat door wateronttrekking bepaalde eiwitstoffen in de cel irreversibel worden gesplitst en zo de dood van de cel veroorzaken is tot heden noch bevestigd, noch weerlegd geworden.

Verder is er de vraag waarom de verschillende fruitsoorten en rassen verschillende vorstresistentie vertonen. Men kan telkens weer vaststellen dat zelfs dezelfde soort onder dezelfde weersomstandigheden verschillend op de koude reageert.

De vorstresistentie hangt in de eerst plaats af van de verhouding van de hoeveelheid water in de cellen en de verdere celinhoud.

Daarbij moet bijzondere betekenis worden gehecht aan de afzonderlijke suikers en de eiwitten.

Er kan bijvoorbeeld worden vastgesteld dat bomen die afwisselend dragen (beurtjaren, Duits: Alternanz), zowel in het jaar waarin ze niet dragen als in dat waarin ze wel dragen, uitgesproken gevoelig zijn.

In de winter na een grote oogst is er een groot gebrek aan opgeslagen reservestoffen omdat de assimilaten vooral voor de ontwikkeling van de vruchten werden gebruikt. Aan het einde van het jaar waarin de boom niet heeft gedragen is daarentegen de opslag aan reservestoffen volledig maar de groei van de jonge loten wordt zeer laat afgesloten. De eenjarige loten komen met een waterrijk weefsel

en praktisch zonder reservestoffen in de winter. Er ontstaat daarom na een niet-draagjaar eerder schade aan de jonge loten terwijl het meerjarig hout in de regel niet wordt beschadigd.

Nadat de boom in zijn jaarlijkse cyclus de groei van de jonge loten heeft afgesloten en met de opbouw en de opslag van reservestoffen begint, treedt hij ook in de fase van de harding tegen vorst. Al naar het weersverloop kunnen grotere of kleinere hoeveelheden van de betreffende chemische verbindingen in de cellen worden opgeslagen. Daardoor wordt een bepaalde harding tegen vorst bereikt.

Onderzoek heeft echter aangetoond dat met een opslag van reservestoffen alleen nog geen voldoende harding tegen vorst wordt bereikt.

Verschillende onderzoekingen wijzen erop dat specifieke chemische verbindingen, waarvan de opbouw nog niet bekend is, in de cel de vorstresistentie beïnvloeden. Deze stoffen worden volgens Levitt eerst bij langer aanhoudende herfsttemperaturen van 0 - 5 °C opgebouwd. Dit verklaart ook het verschijnsel dat in jaren met een langzame overgang van herfst naar winter de vruchtbomen zeer lage wintertemperaturen kunnen verdragen.

In krasse tegenstelling met een dergelijk weersverloop was het verloop in de winter van 1962/63. De herfst was zonnig en warm, maar op 17 november begon vrij plotseling een tijdvak met lage temperaturen. De schade door vorst was dan ook aanzienlijk.

Een ander voorbeeld van vorstschade was er in de winter van 1955/56. Na een tot januari zachte winter traden relatief zeer hoge temperaturen op die de stofwisselingsprocessen en de vorming van nieuwe cellen, vooral in de wortels maar ook in de knoppen, induceerden. De vroegste celdeling vindt men achter de aanleg van het vruchtbeginsel en in het weefsel waaruit de bloemsteel wordt gevormd. Bij de sterke temperatuurdaling in februari ontstond op grote schaal schade, in het bijzonder aan wortels en knoppen.

Tijdens de periode van de voorjaarsnachtvorsten zijn de vruchtbomen met de vele jonge weefsels zeer gevoelig, vooral in de bloeiorganen. Het meest gevoelig zijn de vruchtbladen en de stijlen. De kritieke temperatuur hangt af van het temperatuursverloop in vorige dagen. Volgt een nachtvorst op een reeks warme dagen dan moet met belangrijk grotere verliezen rekening worden gehouden dan bij nachtvorst aan het einde van een lange periode met koud weer.

#### Commentaar.

Volgens spreker zou het niet noodzakelijk zijn dat de celwand scheurt. Reeds grote spanningen zouden voldoende zijn om de cel te doden. Hoe men zich het scheuren van het protoplasma, dus van een taai vloeibaar colloid, moet denken, is mij niet duidelijk geworden.



Nieuw was min of meer de bewering dat bepaalde chemische verbindingen, die in de herfst ontstaan een harding tegen vorst veroorzaken.

Het begrip harding is algemeen bekend, maar harding is niet meer dan een naam voor een verschijnsel. Een verklaring kan niet worden gegeven.

Deze spreker beweerde ook dat een nachtvorst na een reeks warme dagen veel erger is dan die na een aantal dagen met koel weer. Dit is in overeenstemming met onze ervaring.

De verklaring hoe schade door vorst ontstaat is bij deze en de vorige spreker verschillend. Dit is niet te verwonderen; er is van het mechanisme nog zo weinig bekend.

La résistance au froid de différentes espèces et variétés fruitières.

Dr. G. Perraudin. Sous-station fédérale d'essais agricoles.

Châteauneuf Pont-de-la-Morge.

Bij de nachtvorstbestrijding wordt met de kritieke temperatuur, waarbij de planten schade beginnen te ondervinden, dikwijls te weinig rekening gehouden. Deze nalatigheid kan de verbouwer op twee manieren duur te staan komen. Te vroeg beginnen met de nachtvorstbestrijding leidt tot de verspilling van olie of water. Te laat beginnen kan het verlies van de oogst betekenen. Daarom is het van grote betekenis, te weten bij welke temperatuur onze cultuurgewassen schade gaan lijden.

Onze fruitbomen vertonen verschillen in vorstresistentie, al naar de soort, het ontwikkelingsstadium, de physiologische toestand, de vochtigheid, de duur van de vorst en andere factoren die ook aan de beste waarnemers of onderzoekers nog niet volledig bekend zijn.

Om deze reden moeten de volgende waarnemingen en gevolgtrekkingen, die onder bepaalde omstandigheden tot stand kwamen, voorzichtig worden geïnterpreteerd.

Tabel.

fruitsoort.	kritieke temperatuur °C.		
	gesloten knop	volle bloei	vruchtvorming
appel	- 4	- 2	- 2 .
peer	- 4	- 2	- 1
kers	- 4,5	- 2	- 1
perzik	- 4	- 3	- 1
abrikoos	- 4	- 1,5	- 0,5
kwets	- 4	- 2	- 1
amandel	- 3	- 3	- 1
noot	- 1	- 1	- 1

De opgaven zijn slechts aanwijzingen. De waarnemingen leerden dat de kritieke temperaturen aan grote schommelingen onderhevig zijn.

Er werden nog enkele voorbeelden genoemd van verschillen in schade bij enkele nachtvorsten bij temperaturen van - 8 °C (28/29 III '61); - 4,9 (4/5 V '55) en - 6 °C (23/3 '62).

In het laboratorium werden verschillende bloeiende takken aan temperaturen van 0° tot - 8 °C blootgesteld (1962) en over de resultaten werd het een en ander meegedeeld, o.a. dat gesloten knoppen gevoeliger zouden zijn dan geopende bloemen.

Commentaar.

In het begin zegt spreker dat er bij gebruik van nachtvorstweringsinstallaties te weinig rekening wordt gehouden met de kritieke temperatuur. Hij geeft enkele kritieke temperaturen maar zegt verder dat deze aan grote schommelingen onderhevig zijn. Dit laatste komt ons juist voor, doch wat moet de verbouwer hiermee aanvangen. Voor hem is het het veiligst om de uitvoering van de beschermingsmaatregelen maar te beginnen als de luchttemperatuur op gewashoogte het vriespunt gaat bereiken. Dezerzijds wordt steeds geadviseerd om daarbij vooral op de tijd te letten. Als de temperatuur juist voor zonsopgang gevaarlijk laag wordt heeft het geen zin meer voorzorgen te nemen. Is dit te middernacht reeds het geval dan dient men onverwijld met beregenen of met het aansteken van de verwarmingsapparaten te beginnen. Het is hierom en om de grote schommelingen in de gevoeligheid niet mogelijk voor elk gewas en elk groeistadium een kritieke temperatuur aan te geven. Rekent men daarbij nog dat het op de juiste wijze bepalen van de temperatuur niet eenvoudig is, dan heeft de bewering in de aanvang van deze rede niet veel waarde en is zelfs gevaarlijk.

Overigens werd niet gezegd hoe en waar de temperaturen werden gemeten en spreker kon dat ook niet duidelijk maken.

Het komt mij voor dat deze voordracht 10 jaren te laat werd gehouden.

### Hagelbekämpfung und Regenstimulation

J.C. Thams. Directeur van de Centrale Meteorologica Svizzera, Locarno-Monti.

De door de Abteilung für Landwirtschaft des Eidgenössischen Volksdepartementen opgezette experimenten ter bestrijding van hagel hadden een tweeledig doel:

1. Antwoord te geven op de vraag of met de met zwart buskruit gevulde raketten, zoals die door de Hagelafweerverenigingen worden gebruikt, de hagelvorming met succes kan worden bestreden of niet.
2. Beproeving van de moderne afweermiddelen die zijn ontwikkeld op grond van de wolkenfysica.

De eerste vraag werd door een uitgebreide proef in de vlakte van Magadino ( $\pm 35 \text{ km}^2$ ) in 1948 - 1952 beantwoord. Een duidelijk resultaat kon niet worden aangetoond. Het zal wel lang duren vóór iedereen dit gelooft.

De werking van zilverjodide werd in de proeven II en III onderzocht. Een definitief resultaat kan echter eerst eind 1964 worden verwacht, omdat het materiaal van proef III, die in 1963 wordt beëindigd, eerst statistisch moet worden bewerkt.

Proef III heeft zich ontwikkeld tot een proef om de regenval te stimuleren. Enkele voorlopige, niet indrukwekkende, resultaten worden meegedeeld. Wel had het verschil in regenfrequentie tussen vroegere jaren en de proefjaren steeds hetzelfde teken, doch de kans dat dit op toeval berust bedraagt nog 15 - 24 %. Deze proeven laten zien dat het noodzakelijk is dat zeer diepgaand meteorologisch onderzoek wordt verricht. Een begin daarmee is gemaakt in Zürich, Weissfluhjoch-Davos en Locarno-Monti.

### Commentaar.

De vooral in Italië nog veel gebruikte raketten, zijn m.i. door de spreker wel naar de schroothoop verwezen. De uitwerking zal in hoofdzaak van psychologische aard zijn. We kennen hetzelfde bij roken tegen nachtvorst. Overigens zijn er natuurlijk altijd vrijwilligers te vinden voor het afschieten van raketten.

Récherches sur la lutte contre la grêle en France.

H. en J. Dessens. Universiteit van Toulouse.

Uit de proeven van H. en J. Dessens zou zijn gebleken dat het natuurlijke proces, waardoor het ontstaan van schadelijke hagel wordt verhinderd, daarin bestaat dat de ijsdeeltjes, voorkomende in dat gedeelte van de wolk waar de temperatuur beneden  $- 35^{\circ}\text{C}$  is, in de onderkoelde zone tussen 0 en  $- 35^{\circ}$  vallen en daar tot de vorming van kleine hagelstenen aanleiding geven, die in de vorm van regen de bodem bereiken.

Nu zijn er volgens spreker twee gevallen waarin de natuurlijke verhindering van de vorming van schadelijke hagel achterwege blijft.

a. Bij het begin van de neerslagvorming vindt geen enting door vallende ijsdeeltjes plaats omdat de wolk niet of nauwelijks boven het  $- 35^{\circ}$  niveau uitkomt.

Er kan dan een kortdurende hagelbui ontstaan die later door regen wordt gevolgd.

b. Bij zeer grote horizontale windsnelheden in de hogere niveaus waait "de kop van de bui af" een verschijnsel dat ook bij ons voorkomt o.a. bij "Maartse buien". Er vindt dan geen "seeding" plaats en het gevolg zou zijn dat grote hagelstenen worden gevormd in de lagere niveaus tussen 0 en  $- 35^{\circ}$ . Ik herinner mij een plaatje van een onweerswolk in de vlakte ten Noorden van de Pyreneeën met een sterk verwaaid aambeeld.

Literatuur over deze opvattingen zou zijn te vinden in:

Association d'Etudes nos. 10 en 11. Wij bezitten deze geschriften niet en ik weet ook niet waar zij worden uitgegeven.

Volgens spreker zijn het juist de gevallen onder b. die de gevaarlijke hagelbuien meebrengen.

Deze opvatting zou ook door Amerikaanse onderzoekers worden gedeeld. In beide gevallen waarin de "seeding" met kleine ijskristalletjes vanuit niveaus boven  $- 35^{\circ}$ , uitblijft zou men kunnen denken dat de in de lucht voorkomende kristallisatiekernen de voorbehoedende taak zouden overnemen. Zoals uit het werk van G. Soulangue, P. Admirat en anderen blijkt, is de natuurlijke concentratie van deze kernen te zwak. Zij is onvergelykelyk veel zwakker dan die van de bij  $- 35^{\circ}$  gevormde ijskristallen. Daaruit volgt dat bij gevaar slechts door massale enting met bevriezingskernen effect kan worden bereikt. Er wordt een afbeelding getoond van de generator "Vortex" die vanaf de grond zilverjodide in de wolken probeert te brengen.

Er is een proef in Frankrijk met 150 mobiele generatoren die in een gebied van  $40.000\text{ km}^2$  (10 dep. in Z.W.Frankrijk) opereren. Men heeft deze generatoren tijdens onweersbuien ononderbroken tot 15 uren laten werken.

De resultaten waren als hieronder is aangegeven.

Stelt men de hagelfrequentie over de jaren 1944 - 1958 op 100 dan waren ten opzichte van dit niveau de reducties van de frequentie in de jaren 1959 - 1962 als volgt:

jaar .	1959	1960	1961	1962
reductie	23 %	15 %	18 %	37 %

De resultaten zijn nog niet significant. Ook voorheen waren er wel reeksen van jaren met veel minder hagel.

Commentaar.

Zoals later uit een gesprek bleek, vraagt men zich toch wel af of deze methode economisch verantwoord is. In Nederland hebben wij echter geen goede voorstelling van de enorme schade die door de hagel aan de wijnbouw kan worden toegebracht.

Probleme der Hagelbildung und Hagelabwehr.

Armin. N. Aufdermaur. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung,  
Weissfluhjoch-Davos.

Het ligt voor de hand dat de weg ter voorkoming van hagel eerst dan kan worden gevonden als men het mechanisme van de hagelvorming nauwkeurig kent. Helaas bezitten we van deze kennis nog slechts brokstukken die zich nog niet tot een gesloten geheel ineen laten passen.

Van de kleinste hagelkorrels tot de grootste hagelstenen zien we een verbazingwekkende menigte van structuren en vormen. Zelfs de kleinste hagelkorrel heeft meestal een gecompliceerde opbouw.

Ingesloten lucht zien we in slijpplaatjes onder de microscoop als zwarte stippen of zones. De kristalstructuren van het ijs zijn niet zichtbaar bij gewoon licht. In gepolariseerd licht vertonen ze zich fraai en het blijkt dan dat de ijskristallen, die als een mozaïek in elkaar passen, in hagelstenen wel tot 10 mm maar soms ook niet meer dan  $1/100$  mm in doorsnee zijn.

De orientatie van de assen van de kristallen is interessant om te zien, maar de verklaring is er nog niet; evenmin weet men wat men er mee zou kunnen doen.

Zelfs de atoomfysica wordt voor de hagelanalyse gebruikt doordat men het gehalte aan zwaar water in de verschillende lagen meet. Deze onderzoekingen zijn zeer belangwekkend; men gelooft daaruit de weg van de hagelkorrel tijdens zijn groeistadium in de onweerswolk en de daarbij optredende omstandigheden te kunnen reconstrueren.

Een voorwaarde daarbij is, dat men over nog andere waarnemingen moet beschikken, bijvoorbeeld die van de dichtheid en de valsnelheid van de hagelstenen in hun verschillende stadia.

Zo weet men nu dat de kleinste korrels, losse en kegelvormige voorwerpjes van geringe dichtheid zijn die met een snelheid van enkele meters per seconde vallen en groter worden omdat ze de in de wolk zwevende waterdruppeltjes en ijsdeeltjes invangen en bevriezen. Daar de ligging tijdens de val (met de top van de kegel naar boven gericht) stabiel is, blijft de kegelvorm, niettegenstaande de aangroeiing, behouden.

Zodra evenwel door een storing draaiende bewegingen ontstaan, gaat de kegelvorm in een bolvorm over.

Ter zelfder tijd neemt de valsnelheid toe, het oorspronkelijk losse voorwerp verdicht zich door volzuigen met water en het groeit nu sneller doordat het wegens zijn toenemende grootte en valsnelheid meer wolkendruppeltjes invangt.

Men berekent daaruit dan onder gunstige voorwaarden een hagelkorrel tenminste

10 min nodig heeft om zijn diameter van 5 op 30 mm te verhogen. Daarom neemt men aan dat in een hagelwolk zônes met opwaartse luchtstromen bestaan die de valsnelheid van de hagelkorrels compenseren en ervoor zorgen dat de hagelkorrels eerst na het bereiken van een bepaalde grootte naar de aarde vallen.

Het onderzoek van hagelstenen is belangrijker geworden sedert men in staat is, afzonderlijke korrels kunstmatig in een windtunnel te vervaardigen onder omstandigheden zoals die in een hagelwolk kunnen worden verwacht.

De kunstmatige hagelkorrels worden op dezelfde wijze onderzocht als de natuurlijke en daarmee vergeleken. Als men nu de groeiomstandigheden van de in de windtunnel geproduceerde ijskorrels tot in alle bijzonderheden nagaat, is men in staat de groeiomstandigheden van natuurlijke hagel daaruit af te leiden. Vóór alles zijn theoretisch interessant de met behulp van de hagelwindtunnel gemeten warmtebalansen. Om de wolkendruppels in het vriesstadium te brengen is het nodig dat de temperatuur van de hagelkorrel tussen 0 °C en de lagere luchttemperatuur ligt. Experiment en berekening tonen aan dat de grotere korrels de 0° grens gemakkelijk bereiken hetgeen een teken is dat de afkoeling door de lucht niet meer voldoende is om alle ingevangen wolkendruppels te doen bevriezen.

In de eerste hagelwindtunnel (Weissfluhjoch) werd ook het lot van het overtollige water nagegaan. Het wordt in de hagelkorrel opgeslagen als in een spons van ijs, maar het kan ook gedeeltelijk weer aan de luchtstroom worden afgegeven. Belangrijk voor de hagelwering zijn de waarnemingen aan de afzetting van de kleine zwevende wolkendeeltjes (waterdruppeltjes of ijsdeeltjes) op een vallende hagelkorrel. Practisch alle wolkendeeltjes die zich in de baan van de hagelkorrel bevinden worden door deze ingevangen; maar alleen de waterdruppeltjes hechten en vriezen vast. De ijsdeeltjes stuiten af als het oppervlak van de hagelkorrel koud en droog is. Dit betekent dat onder gunstige omstandigheden bevroren wolkendruppels niet tot de vergroting van de hagelstenen bijdragen. Stijgt evenwel de temperatuur tot boven ongeveer - 2 °C dan worden ook alle ijsdeeltjes aan het vochtig-kleverige oppervlak vastgehouden.

De groei van de hagelkorrel wordt in het geval van de spons-ijsvorming reeds zeer gunstig beïnvloed door enkele bevroren wolkendruppels. Deze dragen er in belangrijke mate toe bij om een ijsgeraamte op te bouwen dat veel water kan opnemen zodat tegelijkertijd ingevangen waterdruppels zonder verlies in de hagelkorrel worden opgeslagen.

Men kan het zich nauwelijks indenken dat explosies van raketten in de hagelwolk de groei van de hagelstenen zouden beïnvloeden. Zulke explosies zijn immers onschuldig vergeleken met het "razen der elementen" in een onweer? Een resultaat zou denkbaar zijn als het bij de vorming van hagel ging om een uiterst labiel evenwichtsproces en dit is in het licht van hetgeen men nu weet, zeer onwaar-



schijnlijk. Een directe vernietiging van hagelstenen door explosiegolven waarop voor enkele jaren in Italië werd gezinspeeld, is uitgesloten. In proeven bleken alle hagelstenen, tot binnen een afstand zelfs van minder dan 2 meter, onbeschadigd een explosie van 2 kg T.N.T. te kunnen doorstaan.

Op een veel solidere basis staat de hagelafweer door ijskiemen zoals zilverjodide in de wolk te verspreiden.

#### Commentaar.

Een bijzonder interessante voordracht die een goed inzicht gaf in hetgeen men nu van het mechanisme van de hagelvorming weet.

Er werden vele dia's vertoond van schijfjes uit een hagelkorrel, opgenomen zowel in gewoon doervallend licht als wel met behulp van polarisatiefilters.

#### Rondleiding Laboratorium Weissfluhjoch.

Deze rondleiding geschiedde door de heer Aufdermaur voor wat het hagelonderzoek betreft en door Dr. Zingg voor wat het lawinenonderzoek aangaat.

Getoond werden de windtunnels voor hagelonderzoek. Deze werden gedemonstreerd door zowel waterdruppeltjes als ijsdeeltjes langs een proefbolletje te laten stromen bij temperaturen van, naar ik meen, ongeveer - 8 °C.

In "het pakhuis" bewaart men bij lage temperatuur allerlei hagelstenen. Hieruit werden plaatjes gesneden welke door middel van een projectieapparaat, uiteraard voorzien van sterke warmtefilters, zowel in gewoon als gepolariseerd licht werden vertoond.

Het lawineonderzoek werd toegelicht door Dr. Zingg. Men heeft in de buurt sneeuwvelden waarvan op zeer grote schaal tal van karakteristieke grootheden worden gemeten, o.a. de sneeuwdichtheid, de torsiedruk op allerlei plaatsen en de temperatuur. De temperatuur was ook in de afgelopen winter onder een sneeuwdek van 1 à 2 meter dikte op de grens tussen sneeuwlaag en bodem even boven het vriespunt. Er vindt bij verschillende alpenplanten dan ook nog enige groei plaats. Voorts worden in de buurt kostbare proeven uitgevoerd om te komen tot het meest efficiënte model van de schuttingen en hekken tegen lawinegevaar. Veel kleine dorpen met slechts enkele honderden inwoners kunnen dergelijke voorzieningen niet betalen. De Staat zorgt dan voor de aanleg, maar de gemeente blijft verantwoordelijk voor het onderhoud.