

- , Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- , Die klima-morphologischen Züge der Polarländer. Erdkd. II, 1—3. 1948.
- , (1949): Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. Die Naturwissenschaften, 49.
- Cailloux, A.*, Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. Mem. Coc. Géol. de France, Nouv. Ser., Mémoire Nr. 46. Paris. 1942.
- , Sur quelques sables et grès de la région de Barcelona. Publ. del Instituto Geologico „Miscelanea Almera“. Barcelona. 1945.
- Defant, A.*, Die Windverhältnisse im Gebiet der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie. Jahrbuch der Zentralanst. f. Met. u. Geodynamik N. F. 57, Wien. 1924.
- Dittmar, E.*, Neue Ergebnisse zur Erforschung des nordfriesischen Eems. Forsch. u. Fortschr. 17. 1941.
- Dücker, A.*, Die Windkanter des norddeutschen Diluviums in ihren Beziehungen zu periglazialen Erscheinungen und zum Decksand. Jahrb. d. Preuß. Geol. Land. Anst. 54. 1933.
- , Über Strukturboden im Riesengebirge. Ein Beitrag zum Bodenfrost- und Lößproblem. Zs. Dt. Geol. Ges. 89. 1937.
- Firbas, F.*, Zur Waldentwicklung im Interglazial von Schladming an der Enns. Beih. Bot. Zentralbl. XLI. 1925.
- , Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. Die Naturwissensch. 27. 1939.
- , Über die späteiszeitlichen Verschiebungen der Waldgrenze. Die Naturwissenschaften 34. 1947.
- , Über das Verhalten von Artemisia in einigen Pollendiagrammen. Biol. Zentralbl. 67. 1948 (a). H. 1/2.
- , Über das Alter der Fichtenstufe in den Mittelgebirgen nördlich der Alpen und über den Ausklang der postglazialen Wärmezeit. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1948 (b).
- Flint R. F.*, Glacial Geology and the Pleistocene Epoch. New York und London. 1948.
- Florschütz, F.*, Über spätpleistozäne Flugsandbildungen in den Niederlanden. Comptes rendus du Congrès Int. de Géogr. Tom II. Amsterdam. 1938.
- Gaertner, H. R. v.*, Fließerde und Löß im südlichen Solling. In Vorbereitung. 1949.
- Gams, H.*, Neue Beiträge zur spätglazialen Vegetations- und Klimageschichte. Bioklimat. Beibl. 1941.
- , Die Wälder Südrusslands und ihre Geschichte. Forstarchiv Nr. 19. 1943.
- Grahmann, R.*, Die Entwicklungsgeschichte der Kaspischen und des Schwarzen Meeres. Mitt. Ges. Erdk. Lpz. 54. 1937.
- Gripp, K.*, Diluvialmorphologische Probleme? Zs. d. Dt. Geol. Ges. 84. 1932.
- , Entstehung und künftige Entwicklung der deutschen Bucht. Arch. d. dt. Seewarte usw. 63,2. 1944.
- Gripp, K. u. Dittmar, E.*, Die Entstehung Nordfrieslands. Die Naturwissenschaften 29. 1941.
- Gritschuk, P. W.*, Zur Vegetationsgeschichte des europäischen Rußland im Quartär. In „Problems of Quaternary“, Vorträge bei der Moskauer Quartärtagung im Februar 1941, ersch. i. d. Arb. d. Geogr. Inst. d. Akad. 37. 1946. Dort auch weitere Vorträge von *Blagoweschtschensky, Malejew u. a.* (Nach freundlicher Mitteilung von Prof. Dr. *H. Gams*, Innsbruck.)
- Hyypä, E.*, Über das spätglaziale Klima in Finnland. Geol. Rdsch. 32. 1942.
- Jaranoff, D.*, Das Klima des Mittelmeergebietes während des Pliozäns und des Quartärs. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- Kimball, D.*, u. *Zeuner, F. E.*, The Terraces of the Upper Rine and the Age of the Magdalenian. Univ. of London, Inst. of. Archéol. Occas. Pap. 7. 1944.
- Louis, H.*, Die Spuren eiszeitlicher Vergletscherung in Anatolien. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- Mensching, H.*, Talauen und Schotterfluren im Niedersächsischen Bergland. Gött. Geogr. Abhd. (in Vorbereitung). 1949.
- Mortensen, H.*, Die Oberflächenformen der Winterregengebiete. Morphologie der Klimazonen. Düss. Geogr. Vortr. u. Erört., hrsg. v. *F. Thorbecke*. III. 1927.
- , Das Formenbild der chilenischen Hochkordillere in seiner diluvial-glazialen Bedingtheit. Zs. Ges. f. Erdkd. Bln. 1928.
- Pfannenstiel, M.*, Die diluvialen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmara-Meer und Bosphorus. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- Poser, H.*, Äolische Ablagerungen und Klima des Spätglazials in Mittel- und Westeuropa. Die Naturwissenschaften 35, 1948.
- Schwarzbach, M.*, Das diluviale Klima während des Höchststandes einer Vereisung. Ztschr. Dt. Geol. Ges. 92. 1940.
- , Eiszeiten — absolute Zeitrechnung — biologische Entwicklung. Geol. Rdsch. 35. 1948.
- Troll, C.*, Neue Probleme der Eiszeitforschung. Geogr. Anzeiger. 1930.
- , Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- , Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. Erdkd. I. 1947.
- , Der subnivale oder periglaziale Zyklus der Denudation. Erdkd. II. 1948.
- Weidenbach, F.*, Grundsätzliche Bemerkungen zur Ausdeutung eiszeitlicher Erscheinungen. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. geol. Ver. XXVIII. N. F. 1939.
- Werner, C. G.*, Pollen-Diagramm from Labrador. Geogr. Analer. 1947.
- Woldstedt, P.*, Das Eiszeitalter. Stgt. 1929.
- , Über Stand und Aufgaben der Eiszeitforschung in Deutschland. Zs. f. d. ges. Naturwiss. 1936.

ÜBER KÜNSTLICHE BEWASSERUNG UND ÜBER FROSTRAUCHERN IM NÖRDLICHEN GUDBRANDSTAL, NORWEGEN

W. Dege

Mit 10 Abbildungen

Tief eingebettet zwischen den weiten Hochflächen und ausgedehnten Gebirgsmassiven von Jotunheim, Rondane und Dovrefjell entlang des Gudbrandstal-Laagen und seines westlichen Ne-

benflusses, des Otta-Elf, liegen die Hofreihen und die Einzelhöfe der Gemeinden der ehemaligen Vogtei Nord-Gudbrandstal: Lesja und Dovre, Sel und Nord-Fron im Haupttal, Vaagaa, Lom und



Abb. 2. Der Sonnenhang in Dovre

Der klimatisch ungünstige Talboden ist spät besiedelt. Durch Kaltluftbildungen sind die Erträge des Ackerbaues gefährdet. Der wichtigste Ackerbauhang der Gemeinde ist der Sonnenhang. Seine Besiedlung ist sehr alt. Dieser Hang zeigt drei Hochterrassen-Reihensiedlungen übereinander. — Im Vordergrund Sägewerk und Getreidemühle.
Aufn. Dege, Sept. 1940



Abb. 8. Hangbewässerung durch Steigarder in der Gemeinde Lesja

Zahllose, dicht gesetzte Zäune sammeln den winterlichen Treibschnee zu festen Schneewällen. Im niederschlagarmen Frühjahr bewässert der tauende Schnee die Wiesen und Äcker. Voraussetzung für diese Bewässerung durch magazinierten Schnee ist ein einfaches, durch die Talform bestimmtes winterliches Windsystem.
Aufn. Dege, Sept. 1940

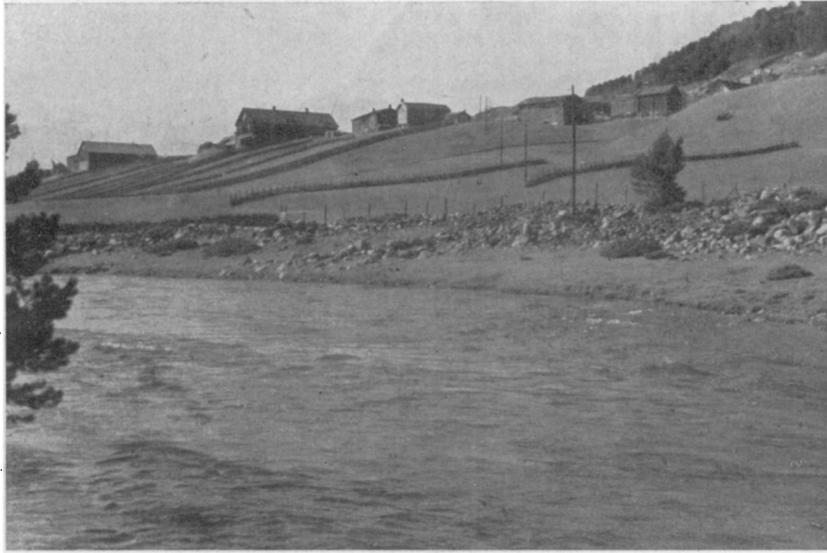


Abb. 9. Eis-Stauseeterrassen am (künstlich geschaffenen) Ausfluß des Lesja-Sees in den Laagen bei Bottheim, Gemeinde Lesja

Die Reihensiedlungen auf der untersten Stauseeterrasse und die Skigarder sind deutlich zu sehen. Aufn. Dege, Sept. 1940



Abb. 10. Südlicher Teil des ellipsenförmigen Talkessels von Dovre mit dem Beginn des talsperrenden Querriegels von Rusten

Diese geschlossenen Talformen sind eine Voraussetzung für den Erfolg des Frost-räucherns. Aufn. Dege, Sept. 1943

Skjaak im Ottatal (Abb. 1). Die skandinavische Eiszeit erweiterte die tektonisch angelegten Talzüge zu weitausholenden U-förmigen Trögen, die vielfach durch waldbestandene, petrographisch bedingte Felsriegel in einzelne ellipsenförmige Becken aufgegliedert sind. Diese Sperrriegel aus Felsbändern, wie z. B. die Rustenschlucht südlich Dovre, haben oft eine kilometerlange Ausdeh-

entstanden. Es sind die Hochterrassen-Reihensiedlungen, wie ich sie nannte¹⁾ (Abb. 2).

Der sonnenseitige Hang ist der bevorzugte Siedlungshang. Spät erst und zögernd, meist durch nachgeborene Bauernsöhne, durch Häusler und Heuerlinge erfolgte die Rodung und Besiedlung des Schattenhanges und der kalten Talböden. Hier ist das Kulturland noch stark in Waldstücke und

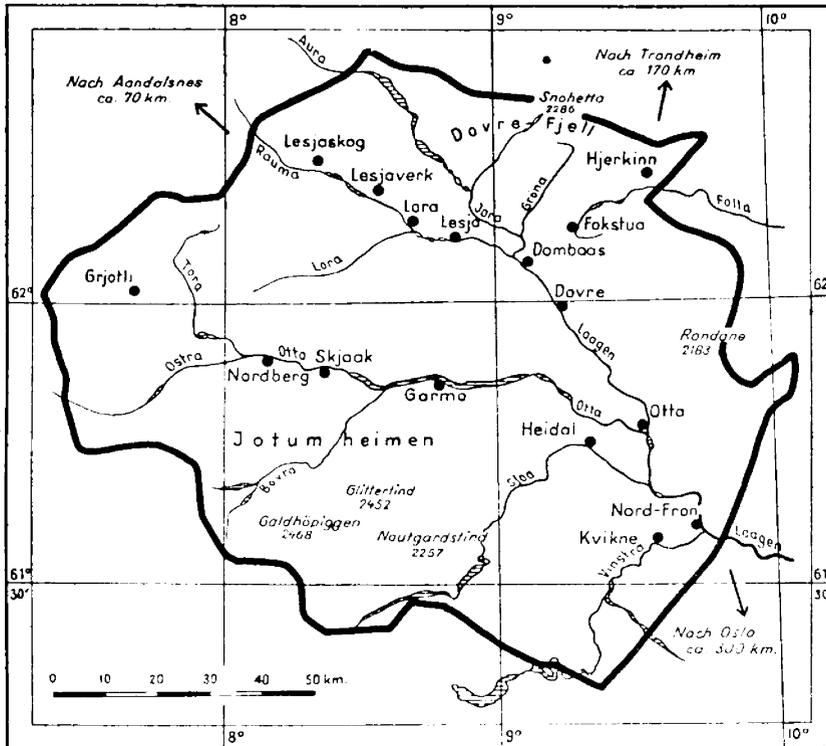


Abb. 1: Die ehemalige Vogtei Nordre Gudbrandsdal

nung. Sie trennen die besiedelten Räume voneinander und sind vielfach auch Gemeindegrenzen geworden. Eisstauseen der verklingenden Eiszeit haben in diesem Talbecken eine ganze Anzahl von Terrassen hinterlassen, aufgebaut aus Sand und Kies und aus häufig warvenförmigen Bändern eines durchlässigen schluffigen Feinsandes.

Diese 30 und mehr Kilometer langen Terrassen sind, weil sie an den abfallenden Talflanken die einzigen Ebenheiten darstellen und weil an ihren hangseitigen Ansätzen häufig Quellhorizonte auftreten, die Ansatzpunkte der frühen Besiedlung mit Sippenhöfen geworden, aus deren erst viel später, noch in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts durchgeführten Teilung unter die erbberechtigten Mitglieder der Sippe Reihenhofanlagen mit einer in typischen Fällen ganz klaren Langstreifenflur

in Auenwäldern eingebettet, hier sind noch Siedlungsreserven. Die früh besiedelten Sonnenhänge dagegen zeigen nur noch an den Stellen Wald- und Strauchwerk, die für eine Acker- und Wiesennutzung durch die Geländebeschaffenheit nicht geeignet sind. Sonst sind die Sonnenhänge ausgedehnte kahle Kulturlandflächen, nur unterbrochen durch die Hofreihen auf den Flächen der einzelnen Terrassen, oft getreppelt, meist aber gegeneinander versetzt und übereinander gestaffelt durch Recht und Gepflogenheit der alten Landnahme.

Das nördliche Gudbrandstal ist ein Bergbauerngebiet. Die Viehhaltung mit Rindvieh, Schafen und Ziegen stellt das Rückgrat der bäuerlichen Wirtschaft dar. Grundlage für die Viehwirtschaft aber sind die fetten Bergweiden rund um die Alm-

¹⁾ W. Dege, Das Dovre Herred. P. M. 1941.

weiler und Einzelalmen am Rande der Baumgrenze, die je nach Lage zur Sonne 950—1100 m über dem Meeresspiegel liegt. Mit der Viehwirtschaft greift der bäuerliche Mensch über die sonst nur auf die Täler und Talflanken beschränkte Ökumene hinaus und schafft in den Almgebieten einen, wenigstens für die Sommerzeit bestehenden Übergang zu der weiten Anökumene des Gebirgsgebietes, die mehr als $\frac{9}{10}$ der Gesamtflächen dieser Gemeinden einnimmt.

Auf die Talungen und die oberen Kanten ihrer Tröge also ist der bäuerliche Mensch beschränkt. Die Talungen sind im Laufe der Geschichte auch die Leitlinien des Verkehrs geworden. Hier verläuft durch das Haupttal die Eisenbahn Oslo—Trondheim und die Reichsstraße Oslo—Trondheim, durch das Ottatal die Straße Otta—Geiranger bzw. Nordfjord oder Lusterfjord. Diese Trassierung entstand erst allmählich, überwiegend im 19. Jahrhundert, als man die technischen Schwierigkeiten versumpfter und hochwassergefährdeter Talböden und die kilometerlangen, schluchtenartigen Durchbrüche der Flußläufe durch die Querriegel im Talverlauf technisch zu meistern lernte und vom Saumpferd auf den Pferdekarren als Transportmittel überging. Früher benutzten die Fernstraßen als Saum- und Fußwege die kürzesten Verbindungen über die Gebirge und konnten sich dabei der ausgedehnten Einebnungsflächen oberhalb der Taltröge bedienen, die für dieses ganze Gebiet so charakteristisch sind. Und diese Fernwege, wenigstens die wirtschaftlich wichtigsten, führten zu den Märkten an der Küste: nach Vebulnes bei Andalsnes, zum Nordfjord und nach Bergen. Hier waren die Hauptplätze für einen lebhaften Tauschhandel. Der Bergbauer vertauschte seine Erzeugnisse: kunstvolle Wollgewebe und Holzschnitzereien, Pelze, Teer, Birkenrinde zum Dachdecken gegen Salz, gesalzene und getrocknete Seefische und vor allem gegen Getreide.

Gewiß, auch die heimatlichen Höfe lieferten Getreide, vor allem Gerste, Hafer, auch Roggen und in günstigen Jahren sogar hier und da Weizen. Einzelne Gemeinden der Vogtei erfreuten sich sogar eines besonderen Namens als „kornbygd“, d. h. Korngemeinde, wie z. B. Lom. Aber die Ungunst des Klimas dieser um den 62. Breitengrad und bis 830 m über dem Meeresspiegel gelegenen Gemeinden ließ schon in normalen Jahren nicht an allen Stellen das Getreide reifen. Ein spätes Frühjahr, äußerst geringe Niederschläge und oftmals verheerende Nachtfröste gegen Ende August, wenn der Reifeprozess des Getreides noch nicht beendet ist, bedrohen ständig die Ernte.

Das Wettergeschehen in diesen Berggemeinden ist gekennzeichnet durch das Zusammentreffen der verschieden gearteten Luftschichten der Landmas-

sen Eurasiens und des Atlantik im schmalen Grenzsaum, den Norwegen darstellt. Hier treffen die gegensätzlichen meteorologischen Elemente auf engem Raum aufeinander. Die Temperaturverteilung über diesen Räumen ist gegensätzlich sowohl im Sommer als auch im Winter: Einer starken Auskühlung der Luftmassen über Eurasien im Winter entsprechen verhältnismäßig warme Luftschichten über dem Atlantik. Im Sommer ist das Verhältnis umgekehrt. Durch diese Temperaturverteilung entsteht über den Landmassen Eurasiens im Winter ein ausgedehntes Hoch, dem ein Gebiet tiefen Druckes über dem Nordatlantik gegenübersteht. So entsteht ein Druckgefälle vom Festland zum Meer mit oft ganz erheblichen Gradienten; es verursacht, wie beim ostasiatischen Monsun, ein Ausströmen von Kontinentalkaltluft zum Ozean hin. Im Sommer dagegen, wenn sich die Landmassen stärker erwärmen, ist die umgekehrte monsunartige Strömung festzustellen. Das ist der Austausch bei ungestörten Verhältnissen, in den auch das nördliche Gudbrandstal eingeordnet ist. Zwar wird dieser großräumige Luftaustausch durch die fast ganz Norwegen durchziehenden hohen Gebirge vielfach abgeschwächt und vor allem die unmittelbare Zufuhr atlantischer Luftmassen zum Binnenlande stark behindert, wodurch der kontinentale Charakter selbst des küstennahen Ottatals erhalten bleibt (Grotli-Paß, um 1000 m Höhe, als Sperrriegel!), aber ganz verhindert wird er doch nicht. So sind z. B. die großen Quertäler bevorzugte Leitlinien dieses Luftaustausches, wie beispielsweise der breite obere Laagentrog in Lesja und das enge, tief eingeschnittene U-Tal der Rauma nach Andalsnes hin, die nordwestlich von Björli ohne sperrenden Riegel, also im Gegensatz zum Ottatal, ineinander übergehen. Hier findet ein kräftiger Austausch der Luftmassen statt, der bei steilen Gradienten, wie sie besonders im Herbst und Frühling oft auftreten, schwere zerstörende Wirkung haben kann.

In umgekehrter Richtung, also vom Meer zum Land, zeigt sich die Wirkung dieses Luftaustausches besonders im Herbst im Talgebiet von Lesja, wenn bei starken Störungen atlantische Luftmassen mit gewaltiger Kraft landeinwärts vordringen und, wenn ihre Feuchtigkeit zur Kondensation kommt, gewaltige Schneefälle mit schweren Verwehungen verursachen.

Wirkt das Tal der oberen Laagen und der Rauma für das Gebiet von Lesja und Dovre als Ein- und Auslaßkanal für den großen, jahreszeitlich bestimmten Luftaustausch zwischen Festland und Meer, und bestimmt die stets durch orographische Einflüsse abgelenkte Windrichtung und Windstärke in diesen oberen Talgemeinden, vor allem in Lesja, so fehlt dieser Einlaß für das Ottatal, in

dem sich der Lee-Effekt, besonders von Jotunheim, teils günstig, teils nachhaltig bemerkbar macht. Günstig für die Temperatur sind zweifellos die dort mehr als in anderen Teilen des Untersuchungsgebietes auftretenden föhnartigen Winde, von Nachteil ist ihre extreme Trockenheit, die zu einer ausgedehnten künstlichen Bewässerung in diesen Talgemeinden zwingt.

Der Lee-Effekt im Schatten der Küstenberge, für das Ottatal verstärkt durch die austrocknende Wirkung häufiger Föhnwinde, zeigte sich in den Mitteln der Niederschläge, die bei Lom um 300,

the lowest — at Ulstad in the Otta valley, 380 m above the sea — being 269 mm, the smallest in Scandinavia“.

Diese außerordentliche Trockenheit führt dazu, daß wir in diesen Gebieten echte Salzböden vorfinden, eine ausgesprochen aride Bodenart, auf die als erster wohl *Bjørlykke*⁴⁾ hinwies und die *Five*⁵⁾ näher untersucht und beschrieben hat. *Fives* Karte, auch bei *Nordhagen*⁶⁾ veröffentlicht, zeigt solche „Bittersalzböden“ in großer Ausdehnung in Lesja, Vaagaa und Skjaak und in kleinerer Ausdehnung bei Vigerust in Dovre. *Five*

Station	Jahr	Jahresmittel	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Dombaas (Dovre I)	1925/38	473,7	39,3	22,1	19,6	13,5	36,4	32,9	68,6	67,3	54,6	31,7	43,4	44,3
Fokstua	1925/38	427,4	27,9	25,2	19,7	21,2	22,7	41,9	73,6	65,9	40,5	35,5	25,0	28,3

Das Mittel der Jahres- und Monatsniederschläge in Dombaas und Fokstua (in mm)

Berechnet nach den Norw. Met. Jahrbüchern 1926—1939

häufig weniger, in den übrigen Gemeinden um 400 mm liegen. Besonders das Gebiet um Lom, also das Ottatal, stellt damit eine ausgesprochene Trockeninsel dar. Dabei fällt der Hauptniederschlag des Jahres meist im August, das Minimum im Frühling, besonders im April.

Dabei scheint die Niederschlagshöhe erheblichen Schwankungen unterworfen zu sein. So betrug für Dombaas der höchste bisher gemessene Jahresniederschlag 590,3 mm (1934), der niedrigste 243,9 mm (1904).

Ist die Menge der Niederschläge in der kalten Jahreszeit im wesentlichen eine Folge der vom Nordatlantik herkommenden barometrischen Depressionen, so werden die sommerlichen Niederschläge im Untersuchungsgebiet vor allem durch lokale Depressionen verursacht²⁾, die sich über dem heißen Binnenlande bilden. So erklärt es sich auch, daß z. B. Dovre bei SO-Wind und Hjerkin bei O-Wind die meisten Niederschläge aufweisen, was im übrigen für das gesamte Ostland jenseits des Langfjells gilt.

Über die trockenste Stelle im Ottatal bemerkt O. H. Johnsson³⁾: „A large continuous minimum area begins in Gudbrandsdalen in the same distrikt and stretches far up into the Vinstra, Sjoa and Otta valleys. The annual values from the rainfall stations in these valleys are below 400 mm,

schreibt, daß sich der Salzboden in der warmen und trockenen Jahreszeit an der Erdoberfläche zeige, entweder in Form von Schorf, Klumpen oder Krusten. Der Boden besteht in der Hauptsache aus Gips (schwefelsaurem Kalk), enthält aber auch Bittersalz (schwefelsaure Magnesia), das dem Boden einen bitteren Geschmack verleiht. In kleinen Mengen treten aber auch Alkalisulfate und Chloride auf⁷⁾.

Wichtiger als der Jahresgang und die Mittel der Lufttemperaturen sind die Mittel und besonders die Minima der Wachstumsmonate.

Doch ergeben diese Werte ein falsches Bild, da sie nur die makroklimatischen Verhältnisse angeben. Das Pflanzenklima zeigt in den ausgesprochenen Berggemeinden, also Dovre und Lesja, wie sommerliche Frostschäden beweisen, praktisch für alle Monate gelegentliche Nachtfröste, deren Zahl und Intensität dann im September ganz erheblich zunimmt und die Vegetationszeit beendet, oft ehe die letzte Reife des Getreides und der Kartoffeln beendet ist. Einen Vorläufer der Nachtfröste im September stellen die noch weit gefährlicheren Nachtfröste gegen Ende August, die sogenannten „Eisennächte“ dar. Sie sind neben der Trockenheit

²⁾ B. J. Birkeland u. W. J. Föyn, Klima von Nordwesteuropa. In: Knoch-Geiger, Handbuch der Klimatologie, Bd. 3, Teil L. Berlin. 1932. S. 38—47.

³⁾ O. H. Johnsson, The Distribution of Precipitation in Norway. Geografiska Annaler. 1937. S. 108.

⁴⁾ K. O. Bjørlykke, En „hardpan“ — dannelse i Norge i arid klima. Norsk Geolog. Tidsskr. 1911.

⁵⁾ J. Five, Om saltbitterjorden i Nordre Gudbrandsdalen. Jordbundsbeskrivelse nr. 5. Kristiania. 1911.

⁶⁾ R. Nordhagen, Kalktuffstudier i Gudbrandsdalen. Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse. 1921, No. 9. Kristiania. 1921. S. 38 ff.

⁷⁾ Zitiert nach Nordhagen, a. a. O., S. 39 f. — Hinweis von Prof. C. Troll.

Station	Höhe	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Anzahl Beobachtungsjahre
Dombaas (Dovre I)	643	0,0	5,2	10,4	12,2	10,6	6,6	70
Dovre II	570	0,1	5,3	10,4	12,4	10,6	6,5	9
Ulstad	385	1,8	7,1	12,2	13,8	12,1	8,0	12
Vinstra	244	2,5	7,9	13,2	14,6	13,0	8,5	7
Lesjaverk	630	0,0	5,3	10,1	12,4	10,8	6,6	8

Normal-Temperaturen der Wachstumsmonate 1861—1920

Nach Birkeland 1936, Tab. III. Reduktion aufs Meer: + 0,006 H

Station	Jahr	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Dombaas (Dovre I)	1925—1938	-10,5	-5,1	+0,5	+4,2	+2,2	-3,1
Fokstua	1925—1938	-15,3	-8,5	-3,2	+0,6	-1,4	-6,8

Mittel der absoluten Minima der Lufttemperatur in den Wachstumsmonaten in Dombaas und Fokstua (in C°)

Berechnet nach den Norweg. Met. Jahrbüchern 1926—1939

und der kurzen Vegetationsperiode die ernstesten Feinde der Bauern im nördlichen Gudbrandstal.

Aufschlußreich für eine anschauliche Vorstellung vom Klima dieser Gebirgsgemeinden ist der Gang der Jahreszeiten. In ihrer Schilderung der Jahreszeiten in Norwegen führen *Birkeland* und *Föyn*⁸⁾ auch das Beispiel Dovre an. Der Frühling beginnt danach am 15. April, wenn die tägliche Mitteltemperatur 0° C erreicht hat; er wird durch die 10° Mitteltemperatur begrenzt (13. Juni), so daß eine Frühlingsdauer von 50 Tagen vorhanden ist. Der Sommer liegt innerhalb der 10° Mitteltemperatur (13. Juni bis 20. August) und hat eine Länge von 68 Tagen. Der Herbst endet am 21. Oktober mit Überschreiten der 0° Mitteltemperatur nach unten hin. Demnach hat der Herbst eine Länge von 62 Tagen.

Diese abstrakten Zahlen entsprechen dem tatsächlichen Eindruck, den man bei längerem Aufenthalt gewinnt, in überraschender Weise. Sie haben neben Dovre allerdings im nördlichen Gudbrandstal nur noch für Lesja Gültigkeit. Es war für uns stets eine sehr große Überraschung, wenn wir um die Grenze der Jahreszeiten, vor allem zu Anfang April und gegen Ende Oktober, ins Ottatal oder gar zum Mjösä nach Lillehammer kamen. Galt uns das Mjösägebiet geradezu als sonniger Süden, so war uns das Ottatal, besonders Vaagaa und Lom, dann aber auch Otta selbst und vor allem Fron, eine Art Vorgeschmack dazu. Den Unterschied in der Entwicklung der Vegetation und im ganzen „Frühlingsindruck“ schätzte ich auf etwa 14 Tage. Der Lenzeinzug liegt jedoch

später, im Mai. Auf dem Fjell liegt um diese Zeit eine noch fast lückenlose Schneedecke. Erst gegen Ende Juni rückt der Lenz in die 1200—1400 m-Region des Fjells vor. Ist der Lenz aber erst einmal eingezogen, dann folgt auch überraschend schnell der Sommer.

Die extrem geringen Niederschläge in diesem südnorwegischen Gebirgskerngebiet, deren Wirkung z. T. noch vermindert wird durch den oft wasserdurchlässigen Boden und durch seine oft geringe Kapillarität, haben ebenso wie der andere klimatische Ungünstfaktor, nämlich das Auftreten von verheerenden Nachtfrösten zu einer Zeit, in der die Getreide- und Hackfruchtreife noch nicht abgeschlossen ist, die Fröste sich also noch zellzerstörend auswirken können, anscheinend schon sehr frühzeitig die Bauern dazu getrieben, auf Abwehrmittel zu sinnen, die in ihrer Originalität ein beachtenswertes Beispiel dafür sind, wie der Mensch sich mit den von der Natur gegebenen Unabänderlichkeiten auseinanderzusetzen versteht.

Der lange, arbeitsarme nordische Winter, der viel Zeit zum Sinnieren läßt, der Hang zum Basteln und Experimentieren und die lebensstüchtige und praktische Veranlagung des Gebirgsbauernschlages im Gudbrandstal haben ebenso wie die vorzügliche Naturbeobachtungsfähigkeit dazu beigetragen, im Kampf gegen die Klimaungunst zu erstaunlichen Erfolgen zu kommen. Die nackte Not zu produzieren, weil vor allem in älterer Zeit wegen der für den größeren Lastenverkehr zu schwierigen Verkehrsverhältnisse nicht stets mit Sicherheit auf ausreichende Einfuhr gerechnet werden konnte, und Hungerjahre, die als Folge von

⁸⁾ *Birkeland - Föyn*, a. a. O. S. 41

wetterbedingten Mißjahren und Hochwasserkatastrophen immer wieder auftreten, steckte als Motor natürlich immer hinter dieser Auseinandersetzung zwischen Mensch und Natur.

So bewässern die Bauern ihre Äcker und Wiesen, um die Trockenschäden auszuschalten. Sie zünden in klaren, wolkenlosen Ausstrahlungsnächten im August zahlreiche Rauchmeiler an, um durch eine künstliche Wolkendecke über den Talkesseln die Ausstrahlung zu verhindern und die reifeschädigenden frühen Nachtfröste auszuschalten. Um die allzu knappe Vegetationszeit wenigstens etwas zu verlängern, streuen sie, besonders nach schneereichen Wintern, wenn die Äcker gar nicht zur normalen Zeit aper werden wollen, Torf u. dgl. auf die Schneeanhäufungen auf den Äckern.

dalen drei Arten von Bewässerung, die sich alle drei sowohl auf Hang- und Taläcker als auch auf Wiesen erstrecken und alle angebauten Pflanzen erfassen, gestaffelt nach dem Bedarf der zu ihrem Wachstum nötigen Wassermenge. Das sind: die Bewässerung durch Versprengen von Wasser und durch Berieseln; die Bewässerung durch Berieseln allein; die Bewässerung durch magazinierten Schnee.

Das Kerngebiet, in dem die beiden ersten Arten angewandt werden, ist das Ottatal mit dem Schwerpunkt um die Gemeinde Lom, also im ausgesprochenen Lee von Jotunheim und der Küstengebirge liegend; daneben sind sie vereinzelt auch in Sel, Nord-Fron und Lesja anzutreffen. Die Bewässerung durch magazinierten Schnee wird in großem

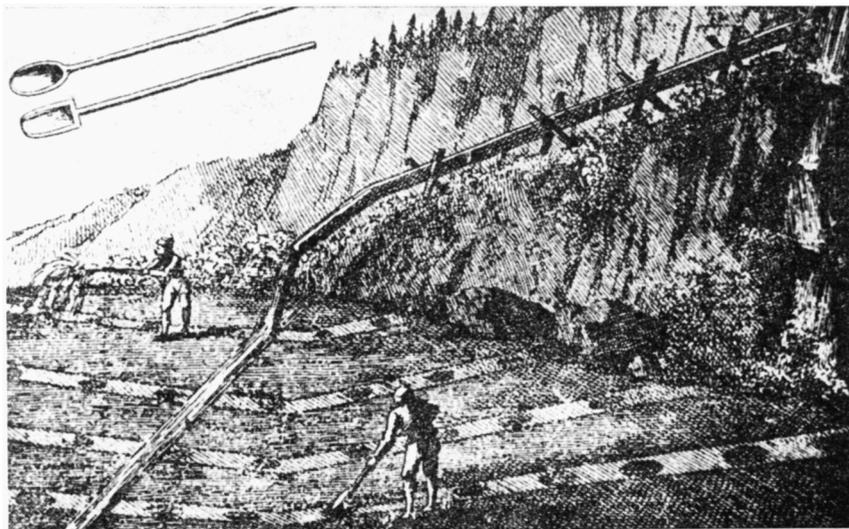


Abb. 3. Alte Darstellung der künstlichen Bewässerung im oberen Gudbrandsdal in Norwegen

Erhalten von H. W:son Ahlmann, Nov. 1947

Alle diese Maßnahmen sind nicht nur regional und systematisch von Interesse, ihnen kommt bei einer agrargeographischen Untersuchung auch große wirtschaftliche Bedeutung zu, insofern nämlich, als sie erheblich dazu beitragen, die ungünstigen natürlichen Gegebenheiten abzuschwächen.

1. Die künstliche Bewässerung

Mehrjährige eigene Erfahrung, mehr noch aber das Studium der im Dialekt geschriebenen örtlichen Literatur und Unterhaltungen mit den Bauern verschafften mir einen guten Überblick über diese einsame und kaum zu vermutende nordeuropäische Bewässerungsinsel im Lee von Jotunheim und unter dem Einfluß der Klimabedingungen des kontinentalen östlichen Norwegen mit seinen extrem geringen Niederschlägen.

Es gibt in der alten Vogtei Nordre Gudbrands-

dal Maßstabe auf den kahlen, weit gedehnten und stark abschüssigen, nach Süden exponierten postglazialen Eisstausee-Terrassen und auf dem ehemaligen Seeboden selbst um die Kirche der Gemeinde Lesja geübt, also im Mittelpunkt der Gemeinde, dort, wo die Talellipse ihre größte Breite hat.

Auskünfte über die erste Art der Bewässerung durch in Kanälen herangeführtes Wasser finden sich in der Literatur bei dem unvergleichlich sachkundigen Ivar Kleiven⁹⁾, der sie als Bauer im Ottatal wohl selber anwandte. Über die Art ihrer Handhabung aber verdanken wir neben den bei Kleiven zitierten älteren Verfassern vor allem R. K. Öygard¹⁰⁾ genauere Unterlagen. Auch

⁹⁾ J. Kleiven, Lom og Skjaak. Oslo 1915. S. 180 f.

¹⁰⁾ Rolv K. Öygard, Vatning. — Aarbok for Dölaringen, 1935, S. 104—111.

Ders., Vass-Per. — Ebend., 1934, S. 121—125.

A. Sandvig schildert sie kurz im Zusammenhang mit dem Björnstadhofe auf Maihaugen¹¹⁾.

Kleiven teilt mit, daß die Bewässerung in Lom uralt¹²⁾ sei. Aus einem alten Brief aus dem Jahre 1598 vom Hofe Synstbø in Lesja und aus „Norges beskrivelse“ von Peder Clausson (1613) ist bereits zu ersehen, daß die Bewässerung der Äcker in Lom mit Hilfe von Holzrinnen eine alte Sache mit festen Rechtsformen ist (Abb. 3). Das ist allerdings auch die einzige Mitteilung über das Alter der Bewässerung, wenn man nicht Olafs des Heiligen (vgl. Snorres Heimskringla) Verwunderung über den üppigen Stand der Felder in Lom zum Anlaß nehmen will, schon für die erste Hälfte des 11. Jahrhunderts, als Olaf in Lom weilte (1021), eine künstliche Bewässerung als Voraussetzung zu diesem üppigen Saatenstand anzunehmen. Diese Annahme ist allerdings nicht von der Hand zu weisen, denn die klimatischen Verhältnisse haben sich seit der Zeit grundlegend nicht geändert. Die Bewässerungskunst soll auch in Lom erfunden worden sein, was ja nahe liegt, da von allen Gebieten Norwegens Lom das Niederschlagsminimum aufweist. Der Pfarrer in Lom um 1756, Johannes Klem, berichtet in „Danmarks og Norges økonomiske magasin“ erstmalig eingehend über die Art der Bewässerung: Aufdämmung von Wasser, oft kilometerweit von den Höfen entfernt, Zuleitung in Gräben und hölzernen Halbröhren bis an die Ackerränder. Wenn das Getreide — damals fast die einzige Anbaufrucht — eingesät ist, dann wird mit einem pflugartigen Eisen der Acker gefurcht, so entstehen die Haupt- und Nebengräben. Wenn das Korn sprießt, beginnt die Bewässerung, sie dauert, falls notwendig, bis zur Ernte. Klem zitiert das sehr treffende und auch heute noch bekannte Sprichwort in Lom: „Wenn der Herrgott uns Leuten von Lom nur Sonne gibt, für Feuchtigkeit sorgen wir schon selber“. Dieses Sprichwort kennt Sandvig übrigens auch aus Skjaak. Amtmann Sommerfeldt schreibt 1795, ebenfalls nach *Kleiven* zitiert, daß in Lom (damals gehörte Skjaak noch zu Lom) und Vaagaa bis zur Erntezeit bewässert wird. In Fron und Lesja bewässerten nur wenige Höfe im Juli.

Zur Technik der Bewässerung

Wie geht nun die Bewässerung vor sich? Da ist zunächst die Frage: Wie wird eine ausreichende Wassermenge an die Einzelhöfe und Weiler herangeführt?

¹¹⁾ Anders Sandvig, De Sandvigske Samlinger. — Fra Aettegaarden til Husmannsplassen. — Oslo 1928. S. 43 ff. Die auf Seite 43 befindliche Skizze über die Bewässerung dürfte allerdings auf dem Kopfe stehen.

¹²⁾ Der Ausdruck „uralt“ (eldgammel) wird jedoch im Gudbrandstal und auch bei *Kleiven* sehr gern benutzt und ist nicht unbedingt wörtlich zu nehmen!

Für eine sichere und ausreichende Belieferung der Stauweiher oberhalb des eigentlichen Bewässerungsnetzes kommen fast nur die Gletscherbäche von Jotunheim mit ihren wasserreichen Gletscherzungen und Schneeflecken in Betracht. Die Verbindung des älteren Bewässerungssystems mit den Wasserspendern aber war um 1800 nach dem außerordentlich großen Rückgang der Gletscher, der dem Maximalstande um 1750 folgte, verlorengegangen. Besonders in Lom mit seinem ausgedehnten Getreidebau zeigte sich die Auswirkung bald in einem bedeutenden Rückgang der Ernterträge. Die dörfliche Technik der damaligen Zeit war zunächst nicht in der Lage, diese fehlende Verbindung zwischen den alten Zuleitungskanälen und der jetzigen Lage der Wasserspender wieder herzustellen, weil sie die zahlreichen Gürtel der neuen Endmoränen nicht zu überwinden vermochte.

Da machte sich ein Mann aus dem Tale, Peder P. Dagsgardsøydegard (1781—1846), später stets nur Vass-Per (= Wasser-Peter) genannt, daran, diese Lücke wieder zu schließen. Er erfand eine besondere Art von Wasserwaage, ein Nivellierinstrument, mit dem es ihm möglich war, diese Verbindungsstücke zu ziehen. Dieses Original war fast während seiner ganzen Mannesjahre allsommerlich allein in den Steinwüsten der letzten Endmorängürtel und der ausgedehnten Hangschuttmäntel der alten Gletschertröge von Jotunheim und dessen nördlichem Vorland tätig. Er legte zahlreiche Zuführungskanäle zu den Einzelhöfen und Weilern an, zuweilen bis zu 12 km lang. Diese Arbeitsleistung ist um so erstaunlicher, als er ohne Verwendung von Bohrern und Sprengstoff arbeitete. Die im Wege liegenden großen Steine erhitzte er und goß dann Wasser darauf, so daß sie sprangen. Auf diese Weise schaffte er sie aus dem Wege. Diesem Vass-Per verdankt Lom den Wiederanschluß des Bewässerungsnetzes an seine natürliche Quelle, die Gletscher und Schneeflächen von Jotunheim. Sein Kanalnetz ist auch heute noch von Bedeutung. (Im übrigen ist Vass-Per auch der Erfinder der ersten Sämaschine, 1806.)

Die langen Wasserzuleitungen bestehen nur zum Teil aus Gräben. Wo die Zusammensetzung des Hangschuttes einen zu großen Verlust durch Versickern bringt und eine Dichtung nicht möglich ist, wo häufige Hangrutschungen die Gefahr der Verschüttung der Gräben befürchten lassen, benutzt man Leitungen aus Holz, Halbröhren aus Stämmen von 10 bis 12 Zoll Durchmesser. Ebenso unterhalb von Steilwänden und zur Überbrückung von Bacheinrissen, Schluchten und selbst Straßen. So beobachtet man z. B. auf einer Fahrt von Vaagaa nach Lom eine hölzerne Zuleitungsrinne, die vermittels eines Stangengerüsts etwa 6 m hoch über den Straßendamm geführt wird. Stellenweise

werden auch kleine, natürliche Bachläufe in das Zuleitungsnetz einbezogen.

Die Zuleitungen nutzen, wie überhaupt die ganze hier übliche Art der Bewässerung, das natürliche Gefälle des Bodens aus. Die Anlage ist zu meist so, daß ein gleichmäßiges und geringes Gefälle auch in den Zuleitungen vorhanden ist. So wird eine Bodenerosion vermieden. Schöpfwerke oder eine andere Art von Hebevorrichtungen kennt man nicht.

Die Instandhaltung der Gräben und die Erneuerung der Halbröhren ist eine starke Arbeitsbelastung für den Hof und verursacht auch ziemliche Unkosten. Zudem steigt durch die oft kilometerlangen Holzzuleitungen der Holzbedarf je Hof recht beträchtlich, da, wie schon erwähnt, zur Anfertigung der Halbröhren nur kräftige und möglichst lange Kiefernstämmen benutzt werden können. In der Landschaft übrigens, abgesehen von den Äckern, sind die Zuleitungen kaum zu sehen.

Im allgemeinen verfügt jeder Hof oder jede Bewässerungsgemeinschaft nur über eine Hauptzuleitung, deren Wasserführung jedoch häufig nicht ausreicht, um eine laufende Bewässerung durchführen zu können. Daher hat man nicht nur an den Ableitungen von den Gletscherbächen im Gebirge kleine, primitive Staudämme in engen Bacheinschnitten errichtet, sondern häufig auch noch oberhalb der zu bewässernden Äcker, in denen vor Beginn der Bewässerung in der Nacht so viel Wasser gestaut wird, daß nach Möglichkeit eine durchlaufende eintägige Bewässerung sichergestellt ist. Dieser Aufstau hat noch die Vorteile, als Sandfänger wie als Vorwärmer zu dienen, denn das Gletscherwasser ist sehr kalt.

Oftmals werden schon oberhalb des Hofes, je nach der Lage der zu bewässernden Ländereien, von der Hauptleitung mehrere Nebenleitungen an geeigneten Stellen zu den einzelnen Äckern abgezweigt.

Der eigentliche Bewässerungsvorgang durch in Hangkanälen und hölzernen Halbröhren herangeführtes Wasser zerfällt nun wieder in drei Unterarten:

- Bewässerung durch Besprengen mit Wasser als Vorbewässerung und anschließende Berieselung als Hauptbewässerung;
- Berieselung mit Hilfe von hölzernen Halbröhren;
- Bewässerung durch Schwenkregner und „Regenkanonen“.

Die erste Art, die harte und unablässige körperliche Arbeit erfordert, ist kaum noch in Gebrauch. Ich sah sie nur einmal, nämlich im Rustgrend in Lom. Sie kommt aber nach Auskunft meiner Gewährsleute auch vereinzelt noch an anderen Stellen

der Gemeinde vor. Die zweite Art ist die gebräuchliche anscheinend überall dort, wo kein Kapital für die Anschaffung der modernen rotierenden Geräte mit ihren langen Zuleitungsrohren und Gummischläuchen vorhanden ist. Diese letztere Art ist in ganz mustergültiger Weise auf dem Gelände der landwirtschaftlichen Schule in Vaa-

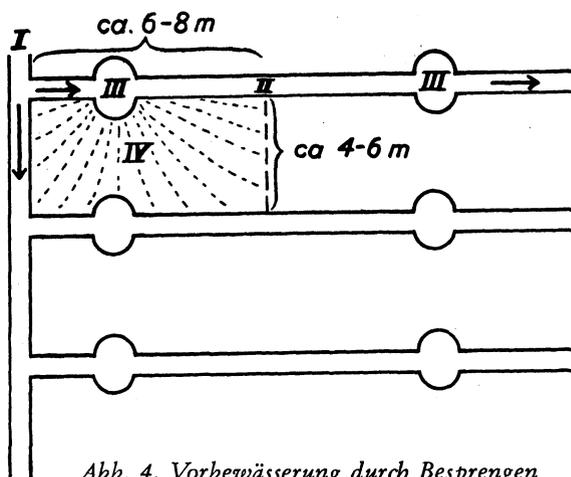


Abb. 4. Vorbewässerung durch Besprengen

- I = Hauptgraben (vassveit) am Rande des Ackers oder der Wiese
- II = Nebengräben
- III = Spritzlöcher (skvettarholor)
- IV = Das z. Zt. durch Besprengen vorgewässerte Stück Land

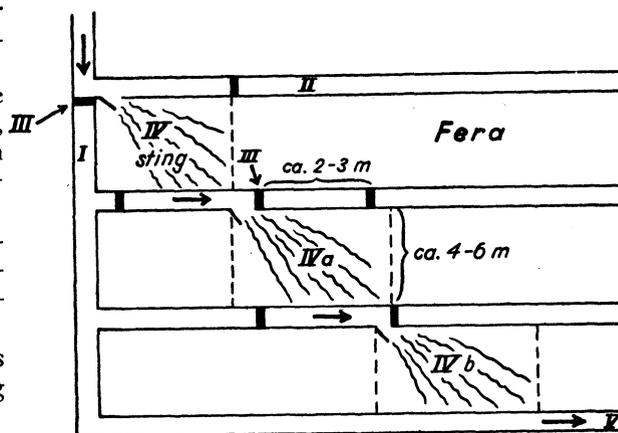


Abb. 5. Hauptbewässerung durch Berieselung (nach Öygard)

- I = Hauptgraben
- II = Nebengräben
- III = Verschluss
- IV = Das z. Zt. bewässerte Stück Acker (sting)
- IVa, b = Ackerstücke usw., die Überlaufwasser (bakvatn) bekommen
- V = Abflußgraben

gaa und auf zahlreichen benachbarten Höfen zu sehen¹³⁾.

Zu a): Die beigegebenen Skizzen (Abb. 4 und 5) veranschaulichen die erstgenannte Art der Bewässerung, die ich hier kurz erläutern will. Diese Bewässerung ist außerordentlich kompliziert, sie ist geradezu eine Kunst und setzt, richtig angewandt, eine genaueste Kenntnis des Bodens voraus. Ein Bewässerungsplan mit der Zusammensetzung des Bodens, der Hangneigung und der Art der angebauten Frucht als Grundlage ist unbedingt erforderlich. Dann allerdings ist auch eine derart individuelle Bewässerung möglich, wie sie nicht so leicht durch irgendeine andere Art der Bewässerungstechnik in dieser Feinheit erreicht wird.

Nach dem Bewässerungsplan wird das zu bewässernde Land in Bewässerungstreifen („fera“) eingeteilt in der Weise, daß man vom etwa 30 cm breiten Hauptgraben am Rande des Ackers bis zu 30 m lange, schmale Nebengräben abzweigt. Die Entfernung dieser einander parallelen Nebengräben beträgt je nach der Hangneigung 4 bis 6 m und entspricht der Entfernung, bis auf welche man mit der hölzernen Sprengschaufel den Acker bzw. die Wiese bewässern kann.

Im allgemeinen beginnt man mit der Bewässerung dann, wenn z. B. das Getreide 1 bis 2 Zoll hoch ist. (Nur in einem besonders trockenen Frühjahr wurde auch vor der Aussaat Wasser über den Acker gespritzt, damit das Korn überhaupt anwuchs. Dazu wurden die vorjährigen Gräben benutzt.) Dann spritzt man mit der Sprengschaufel (skeltlereko) aus besonderen Löchern in den Nebengräben, den sogenannten skvettarholer, das Wasser vorsichtig und in dünnen Strahlen über das Land. Bei ebenem Gelände genügt dieses einmalige Besprengen im allgemeinen. Bei abschüssigem Boden muß es einige Male wiederholt werden. Das ist die *Vorbewässerung* (s. Abb. 4). Sie erfordert besonders viel Arbeit und erhebliche körperliche Anstrengung. Aus einem der Sprenglöcher heraus kann man bestenfalls 40 qm Acker oder Wiese besprengen, eine selbst für die verhältnismäßig geringen Flächen an kultiviertem Boden, über welchen die Höfe verfügen, nur unbedeutende Fläche. Es bedarf daher langer Arbeit, um z. B. 1 ha (= 10 000 qm = ca. 250 skvettarholer) Land auf diese Weise vorzubewässern. Einen Vorteil in dieser Vorbewässerung sieht die Bevölke-

rung darin, daß durch sie die Frucht besser anwächst, als wenn man sofort mit der Berieselung begänne.

Auf die Vorbewässerung folgt dann die *Hauptbewässerung* durch Berieseln. Von der Vorbewässerung her ist ja die Einteilung des zu bewässernden Landes in Bewässerungstreifen (fera) vorhanden. Diese fera werden durch eine entsprechende Abdämmung mit Rasenstücken oder Erde in den Haupt- und Nebengräben und durch eine kleine Furche zu dem zu bewässernden Land hin in kleinste Bewässerungseinheiten von nur 2 bis 3 m Länge (und, wie bei der Vorbewässerung, 4 bis 6 m Breite), die sogenannten stingar, eingeteilt. Dazu bedient man sich eines besonderen Spatens, der stingarspadaa heißt; bei Wiesen ist es jedoch eine Art von Axt. Diese Stingar sind also bestenfalls 18 qm groß. Abb. 5 zeigt die Einteilung eines Stückes Land in fera und stingar und zeigt außerdem den Vorgang der Bewässerung, der sich wiederum in eine Art Vor- und eine Hauptbewässerung gliedert. Eine Vorbewässerung, ganz abgesehen von der bereits erfolgten Vorbewässerung durch das Besprengen mit Wasser, findet hier durch das Überlaufwasser in den stingar statt, die gerade unterhalb der ihre Hauptberieselung empfangenden stingar liegen. Es ist selbstverständlich, daß die oberen fera häufiger bewässert werden müssen, weil sie kein Überlaufwasser wie die hangabwärts gelegenen Bewässerungstreifen bekommen.

Die Unterteilung in zahlreiche kleine stingar ermöglicht eine je nach der Beschaffenheit des Bodens und der Hangneigung sehr individuelle kleinst-räumige Bewässerung. Erfordert es der Boden, so ermöglicht es der Bewässerungsplan, jedes einzelne sting unabhängig vom andern wiederholt zu bewässern. Es muß natürlich aufgepaßt werden, daß der Acker oder die Wiese nicht zu viel und nicht zu wenig Wasser bekommt. Der Zustand der wachsenden Pflanze zeigt den Wasserbedarf an (gelbe Blattspitzen bei Wassermangel). Bei richtiger Bewässerung kann selbst bei der unterschiedlichsten Zusammensetzung des Bodens und bei der verschiedensten Boden- neigung ein gleichmäßiger Fruchtstand erreicht werden.

Diese Bewässerungsart ist also eine hohe Kunst. Vor allem die ersten zwei bis drei Bewässerungen müssen vorsichtig und mit geringen Wassermengen durchgeführt werden, damit, da noch Frost im Boden ist, das lebenskräftigere Unkraut nicht die Oberhand über die Frucht gewinnt. Später wird kräftiger bewässert. Die ersten Bewässerungen müssen durch einen sehr erfahrenen Bewässerter durchgeführt werden. Später wird die Arbeit von Frauen und jungen Burschen übernommen.

In einem trockenen Sommer muß allwöchentlich mindestens einmal bewässert werden, bis zur

¹³⁾ Leider ist es mir nicht gelungen, brauchbare Fotos über die Bewässerung im Ottatal anzufertigen. Auch konnte ich mir keine Bewässerungspläne verschaffen. Es lohnt sich, zumal als eingehendere Unterlage zu Vergleichsstudien, die künstliche Bewässerung im Ottatal einmal ausführlich zu behandeln, was seltsamerweise auch die norwegischen Geographen bisher versäumt haben. Um sprachliche Schwierigkeiten für einen evtl. deutschen Bearbeiter auszuschalten, füge ich meiner Beschreibung die Fachausdrücke des lokalen Dialektes für die ältere Art der Bewässerung bei.

Ernte also sind es etwa zehn Bewässerungen. *Hel-land*¹⁴⁾, der die Bewässerung im Ottatal in seiner großangelegten topographisch-statistischen Beschreibung von Opland ebenfalls behandelt, schreibt, daß Gerste eine vier- bis achtmalige Bewässerung im Sommer, Erbsen und Grünfutter eine zwei- bis viermalige und Knollenfrüchte eine zweimalige Bewässerung nötig haben. *Sandvig* geht ebenfalls auf diese Frage ein. Er schreibt, daß in *Vaagaa* im Sommer höchstens drei- bis viermal, in *Lom* fünf- bis sechsmal, in *Skjaak* dagegen bis zu zwölfmal bewässert würde. Das ist jedoch wohl nur sehr summarisch zu verstehen, denn so groß sind die Unterschiede in der Höhe der Niederschläge, in der Bodenart und in der Hangneigung, die neben der Fruchtart die Häufigkeit der Bewässerung bestimmen, nicht. Auf meine Erkundigungen in *Lom* über die Häufigkeit der Bewässerung wurde mir gesagt, daß stets dann bewässert würde, wenn es nötig sei, sich also gelbe Blattspitzen zeigten, was beim Getreide allerdings leichter vorkommt als bei anderen Anbaufrüchten. Eine allgemein gültige Zahl läßt sich also nicht angeben.

Zu b): Dieses fein ausgeklügelte Bewässerungssystem, das wie kein anderes eine völlig individuelle und kleinräumige Bewässerung zuläßt, ist zweifellos nicht die ursprüngliche Form der Bewässerung. Das ergibt sich auch aus den älteren bei *Kleiven* zitierten Quellen. Dazu ist es viel zu kompliziert. Es ist sicherlich die Verfeinerung der gewöhnlichen Berieselung. Sie erfordert, wenn sie erfolgreich angewendet werden soll, einen erheblichen Aufwand an Arbeitszeit und sehr große Erfahrungen; das sind beides Nachteile, die sich vor allem in den letzten Jahren stark auswirkten, in denen es an erfahrenen Hilfskräften und an Kräften in der Landwirtschaft überhaupt fehlte¹⁵⁾. Daher geht man von diesem System trotz seines Vorteils — eines gleichmäßig guten Fruchtstandes — zurück zu dem primitiveren und älteren System der Berieselung mit Hilfe von hölzernen Halbröhren.

Diese Bewässerungsmethode ist die verbreitetste, denn sie ist die einfachste und billigste. Aus den Zuleitungen wird das Wasser in Halbröhren, die an den Enden ziegelförmig ineinandergreifen, auf die zu bewässernden Äcker und Wiesen geleitet. Auch diese Art läßt eine Bewässerung des ganzen Landstückes und eine Nachbewässerung einzelner

Landstücke zu. Auch sie gestattet also in gewissem Grade eine individuelle Bewässerung, insofern nämlich, als man einfach diejenigen Halbröhren, die nicht bewässern sollen, mit Steinen oder Rasen verschließt. Am Ende der bewässernden Halbröhren werden flache Furchen in ein- oder zweiseitiger Fischgrätenanordnung (s. Abb. 6), oft mit baumartigen Verästelungen am Ende der Furche, wie ein Beispiel aus dem *Rustgrend* in *Lom* zeigt (s. Abb. 7), mit einem Holzpflug in den Boden ge-

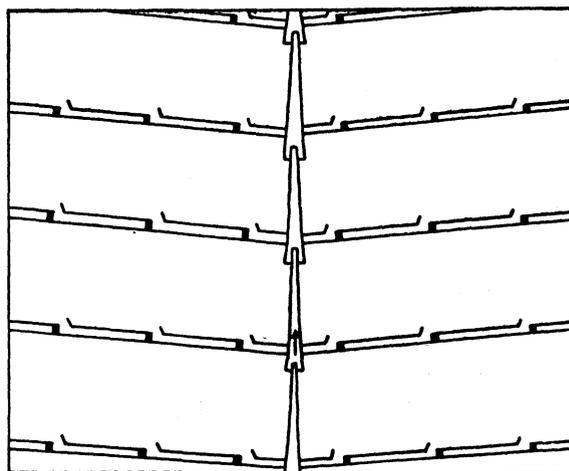


Abb. 6. Bewässerung durch Berieselung vermittelt hölzerner Halbröhren (nach Öygard)
Aufteilung des Bewässerungsfeldes

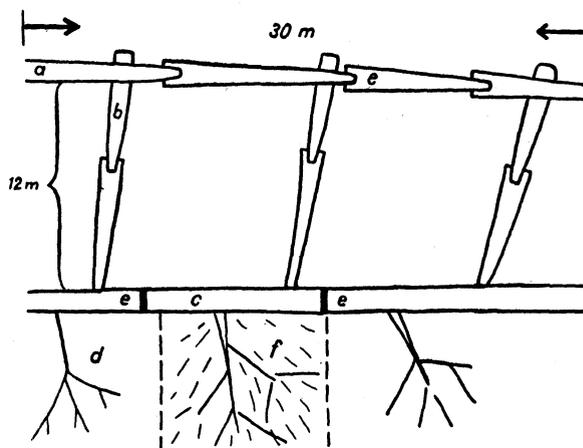


Abb. 7. Bewässerung im *Rustgrend*, *Lom*

- a = Hauptleitung
- b = Nebenleitung zum Acker } Halbröhren
- c = Graben im Boden
- d = Furchen in dem zu bewässernden Acker
- e = Verschluss
- f = z. Zt. bewässertes Stück

¹⁴⁾ A. *Helland*, *Kristians Amt*. Bd. 1. *Kristiania*. 1913. S. 508 ff.

¹⁵⁾ In den *Hausmannsverträgen*, also in den Verträgen mit den *Heuerlingen*, war die Bewässerungspflicht zumeist mit aufgenommen, denn die *Hausmannsfamilien*, die oft seit Generationen zum Hofe gehören, haben natürlich eine genaue Kenntnis der hofeseigenen Ländereien und kennen von Jugend auf alle zu deren Bearbeitung gehörenden Techniken. Seit 1928 aber haben die *Heuerlinge* ihre Verträge in starkem Maße abgelöst.

zogen. Ist die Bewässerung ausreichend, wird die Zuleitung mit einem Stein oder Rasenstück verschlossen. Diese Art der Berieselung ist ja auch von anderen Stellen her bekannt. Ich brauche also auf sie nicht näher einzugehen. Sie ist diejenige, die im Ottatal und im ganzen nördlichen Gudbrandstal noch am meisten verbreitet ist.

Zu c): Ebenso erübrigt es sich, die dritte Art der Bewässerung, die durch Schwenkregner und Regenkanonen, zu behandeln, wenn diese Art, technisch gesehen, auch völlig abweichend von den beiden anderen Arten ist, da sie auf unter Druck stehendem Wasser beruht. Die Häufigkeit der Bewässerung durch diese beiden Arten ist natürlich ebenfalls von der Wetterlage und dem Wasserbedarf der einzelnen Pflanzenarten abhängig.

Eingehen jedoch muß ich noch auf die Fragen des Wasserrechtes. Häufig nämlich sind mehrere Höfe, bei einem Weiler gewöhnlich der ganze Weiler, an einen Hauptzuleitungskanal angeschlossen, soweit das nach der Art der Oberflächengestaltung möglich ist, denn manche Weiler sind räumlich sehr ausgedehnt und umfassen zwanzig und mehr Höfe. Die Verteilung des Wassers geschieht nach altem Gewohnheitsrecht. Das ist übrigens oft genug eine Ursache zu langwierigen Prozessen zwischen den einzelnen Höfen. Ist das Wasser knapp, so wird eine genaue Zuteilung vorgenommen derart, daß eine bestimmte Anzahl von Höfen nur an einem oder zwei Tagen der Woche Wasser erhält und die anderen Höfe an den anderen Tagen. Dann wird Tag und Nacht bewässert, trockener Acker schon während der Nacht, das übrige während des Tages. Sonst wird der Acker tagsüber, Wiesen werden während der Nacht bewässert.

Ich konnte nicht feststellen, ob zur Überwachung der Rechte des einzelnen Anliegers eigens eine Art von Wasserrichter bestellt ist, glaube es aber nicht, da früher Streitsachen in Wasserangelegenheiten vor dem Thing geregelt wurden. Für die Beilegung solcher Streitigkeiten scheint auch heute noch das allgemeine Gericht zuständig zu sein.

Die Bewässerung im nördlichen Gudbrandstal weicht zwar z. T. in der Technik ihrer Durchführung stark von der seit langem in den Alpen, im Wallis und Vintschgau bekannten Art ab. Aber sie hat mit der in diesen Alpentälern und mit der von Kinzl¹⁶⁾ aus den Peruanischen Anden beschriebenen Bewässerung das gemein, daß hier ein großes niederschlagsarmes Tal zwischen hohen vergletscherten Gebirgen durch Gletscherschmelzwasser

das zum Wachstum erforderliche Naß bekommt.

Wir finden also hier im nördlichen Gudbrandstal, besonders im Bereiche des Ottatales, eine ausgesprochene künstliche Bewässerung von Wiesen und Äckern, an Hängen und auf ebenen Flächen, und zwar offensichtlich in ganz beträchtlichem Hundertsatz der Gesamtfläche landwirtschaftlich benutzten Bodens und für alle Fruchtarten. Eine Statistik, die sich nur auf das Ottatal bezieht, steht mir leider nicht zur Verfügung. Als Anhaltspunkte seien jedoch mitgeteilt, daß im Fylke Opland, dessen Hauptbewässerungsgebiet das Ottatal ist, sich ein gutes Drittel aller Betriebe mit künstlicher Bewässerung Gesamtnorwegens befinden, nämlich 1155. Das sind rd. 7% aller landwirtschaftlichen Betriebe in Opland. Bewässert werden in diesen Betrieben (in abgerundeten Zahlen) 56 ha Gartenfläche, 1097 ha Ackerland und 1609 ha Wiesenflächen¹⁷⁾. Die Bewässerung mit Hilfe der unten näher erläuterten ski-garder ist in diesen Zahlen nicht erfaßt. Zwar gibt es auch in anderen Teilen Norwegens künstliche Bewässerung, so in den Fylkern Sogn og Fjordane und Akershus; das wichtigste Gebiet künstlicher Bewässerung aber ist doch der nördliche Teil des Fylkes Opland, also das nördliche Gudbrandstal.

Die Bewässerung durch magazinierten Schnee in Lesja

Äcker und Wiesen durch im Winter hinter Hindernissen aufgespeicherten und im Frühjahr auftauenden Schnee zu bewässern, ist meines Wissens von keinem anderen Ort der Erde bekannt. Dabei ist dieser Gedanke gar nicht so abwegig. Außer auf der Beobachtung der schneebringenden Winde beruht er auf der Erfahrung, daß eine im Winter angehäufte Schneedecke ein ganz erhebliches Wasserreservoir darstellt. Konnte doch z. B. Alfred Wegener¹⁸⁾ während der Danmark-Expedition nach Ostgrönland in den Jahren 1906 bis 1908 feststellen, daß diese sehr festen Winterschneewehen in 1 cm bis zu 5 mm Wasser enthalten gegenüber nur 0,3 mm beim frischgefallenen lockeren Schnee. Diese große Wassermenge aber wird durch Tauen gerade zu der Zeit frei, wenn das Niederschlagsminimum im Frühjahr sonst den Anwuchs der Saat hemmen würde. Das weite, offene Tal, in dem der Kern der Gemeinde liegt, und dessen alte, kahle Ackerhänge Verwehungen besonders ausgesetzt sind, ist allerdings für eine solche Art der Bewässerung sehr günstig. Wie in den meisten der tief in die Fjelle eingelassenen norwegischen Täler herrschen, wie schon erwähnt, auch hier zwei Windrichtungen vor, die dem Tal-

¹⁶⁾ H. Kinzl. Die anthropogeographische Bedeutung der Gletscher und die künstliche Bewässerung in den Peruanischen Anden. In: Sitzungsberichte Europäischer Geographen. Würzburg. 1942. — Leipzig. 1943. S. 352—380.

¹⁷⁾ Angaben für das Jahr 1939 nach freundlicher Mitteilung des Norwegischen Statistischen Zentralbüros.

¹⁸⁾ A. Wegener, Meteorologische Terminbeobachtungen am Danmarks-Haun. Kopenhagen, 1911.

verlauf folgen. Es ist der feuchte Nordwest, der unter dem Einfluß winterlicher zyklonaler Störungen von der Küste her das Romstal und obere Laagental aufwärts bis hierher vordringt und starke Schneefälle verursacht, und es sind die kalten, trockenen, boraartigen Fallwinde vom Dovrefjell und den weitgespannten Bergwellen zwischen Laagental und Ottatal bei Hochs über Ostnorwegen. Diese kalten Fallböen treiben im Winter oft große, aus dem Gebirge ausgewehrte Pulverschneemassen vor sich her.

Schnee bringen also die Winde aus beiden Richtungen. Wo Hindernisse sind, entstehen sofort starke, festgepackte Verwehungen, in die der Fuß gar nicht einsinkt. Aber auf den weitgedehnten, abschüssigen und kahlen Acker- und Wiesenflächen fehlen solche Hindernisse. Große Teile von ihnen würden schneefrei sein, nur mit einer Eiskruste bedeckt, wenn nicht künstliche Hindernisse errichtet würden. Und das sind die ski-garder¹⁹⁾, Zäune von 80 bis 100 cm Höhe aus schräggelegten, armdicken Rundhölzern und Knüppeln, durch in den Boden eingerammte Pfähle zusammengehalten. Es sind also die üblichen Zäune des norwegischen Gebirges. Diese Zäune sind in Abständen von 6 bis 8 m, oft auch von 15 bis 20 m voneinander errichtet, immer senkrecht zum Hang und damit zu den herrschenden Windrichtungen, die, wie oben erwähnt, auch den Schnee bringen. Es ist natürlich, daß sich um diese Zäune, welche die Windgeschwindigkeit herabsetzen, den Wind zu Wirbeln zwingen und seine Transportkraft beeinträchtigen, erhebliche Mengen von Schnee ablagern, die im Laufe des Winters zu 1 bis 2 m hohen Schneewällen anwachsen. Bei den geringen Abständen der einzelnen Zaunreihen voneinander bildet sich innerhalb weniger Monate eine leicht gewellte, dicke und sehr verfestigte Schneedecke um die ski-garder als dauernd wiederkehrende Ansatzstellen.

Im Laufe des Frühlings, im April und Mai, gerade dann also, wenn die Saat und die Wiesen einen erheblichen Wasserbedarf haben, die Niederschläge aber ihr Minimum zeigen, tauen die festgepackten Schneemassen unter dem Einfluß der intensiven Sonnenstrahlen ganz allmählich ab und sorgen für eine gründliche und nachhaltige Durchfeuchtung des Bodens. Diese Durchfeuchtung des an und für sich sehr wasserdurchlässigen schluffigen Feinsandes der postglazialen Eisstausee-Terrassen ist um so nachhaltiger, als der Bodenfrost noch für eine ganz geraume Zeit eine wasserstauende Schicht bildet, die ein Versickern des Schmelzwassers verhindert. Zudem besteht auch noch, falls das notwendig ist, die Möglichkeit, das Abtauen der Schneewehen durch Überstreuen mit Torf, Asche, Ruß u. dgl. zu beschleunigen. Der

Zweck dieser eigenartigen Bewässerungsmethode ist also erreicht. Die Bevölkerung hält daher zähe an ihr fest, obschon sie einige Nachteile hat: die Herrichtung der vielen Kilometer Zäune erfordert sehr viel Arbeitskraft und sehr viel Holz. Außerdem sind die Zäune hinderlich für den Maschinenbetrieb.

Auch diese Bewässerung wird für Äcker und für Wiesen benutzt, d. h. richtiger ausgedrückt, sie kommt auch den Äckern zugute, denn überwiegend werden die ski-garder aus Gründen der Bewirtschaftung auf Wiesenflächen angelegt, die allerdings meist so liegen, daß das ablaufende Tawasser sie mit berieselt.

Daneben wird sowohl für Äcker als auch für Wiesen die Berieselung vermittels hölzerner Halbröhren benutzt, besonders in den randlichen Teilen der Gemeinde in Botthheim, Lesjaverk und Lesjaskog, im Gemeindekern selbst am Schattengang. Sicherlich würde diese Berieselung mehr Umfang haben, wenn der Sonnenhang von Lesja über ausreichende Bäche verfügte. Das ist aber nicht der Fall. Denn der Bergücken zwischen dem Laagental im Süden und der Jora-Aursjö-Senke im Norden ist im Kerntal der Gemeinde so schmal, daß das Einzugsgebiet der auf ihm entspringenden Bäche nicht in der Lage sein kann, Wasser in ausreichender Menge für den ganzen Sonnenhang des Gemeindekerns zu liefern. Die Bewässerung durch tauenden Schnee ist also eine Notlösung, denn sie hat, so sehr diese überraschende Lösung der Bewässerungsfrage zunächst auch besticht, doch den anderen großen Nachteil, daß in erheblichen Teilen des Bodens unter dem Schnee der Frost lange an der Oberfläche bleibt und die ohnehin schon sehr kurze Vegetationsperiode noch mehr verkürzt wird.

Es ist in anderen Gemeinden versucht worden, diese Bewässerungsart nachzuahmen. Abgesehen davon, daß man bald ihre Nachteile bemerkte, sind auch zwei Voraussetzungen erforderlich: ein einfaches Windsystem und Süd-Exposition, letzteres aus dem Grunde, daß der Auftauprozess sowohl des Schnees als auch des Bodens nicht gar so lange Zeit in Anspruch nimmt. An Schattenhängen dürften von den dicken aufgespeicherten Schneedecken noch im Juni größere Schneeflecken übrig sein.

Die Bewässerung mit Hilfe der ski-garder prägt sich zwar nicht im Winter, ganz eindeutig aber im Sommer im Landschaftsbild aus. Während im Winter diese Zäune unter einer welligen Schneedecke verschwinden und eine Photographie davon völlig nichtssagend ist, treten im Sommer die Hunderte von Zaunreihen in gleichmäßig paralleler, den Hangverlauf querender Anordnung so deutlich hervor (s. Abb. 8 u. 9), daß ich mich wundere, daß sie außer meiner oben zitierten Erwäh-

¹⁹⁾ W. Dege, a. a. O.

nung noch keine geographische Bearbeitung gefunden haben. Dabei ist ihre wirtschaftliche Bedeutung durchaus nicht gering einzuschätzen, und sie sind keineswegs nur ein geographisch interessantes Nebenbei, sondern ein sehr bezeichnender Zug der Kulturlandschaft über etwa 15 km Laagentalverlauf.

2. Das Frosträuchern

Die Lösung, die mit ziemlicher Regelmäßigkeit auftretenden Nachtfroste durch Frosträuchern zu verhindern, ist nicht so originell wie die Bewässerung durch aufgespeicherten Schnee. Ob diese Lösung in Gudbrandstal eingeführt worden ist oder ob sie an Ort und Stelle, unabhängig von anderen, gefunden wurde, ist ungeklärt. Ich möchte aber ohne weiteres das letztere annehmen.

Nach der Klimaschilderung des Dovrefjellgebietes in „Dovrebanen“²⁰⁾, bearbeitet vom Norwegischen Meteorologischen Institut, hat z. B. Dombaas im Jahre durchschnittlich 175 Tage mit Temperaturen unter 0°. Das ist erheblich zu niedrig gegriffen. *Birkeland*²¹⁾ kommt für Dombaas bereits auf 213,2 Tage mit Frost im 60jährigen Mittel. Die Zahlen für Hjerkin sind 235,5, für Ulstad (Lom) 186,0. Nach dem gleichen Verfasser liegen für die Wachstumsmonate folgende Verhältnisse vor²²⁾:

Station	Jahr	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Hjerkin	235,5	27,0	18,9	4,8	0,8	1,7	10,0
Dombaas	213,2	25,0	12,4	2,2	0,2	0,6	6,4
Ulstad	186,0	21,1	4,1	0,3	—	—	4,4

Mittlere Anzahl der Tage mit Frost (Min. < 0°)

Demnach also hätte Dombaas im Juli und August praktisch je an einem Tage eine Temperatur von unter 0°, Hjerkin etwa zwei Tage, während Lom (Ulstad) völlig frei von Frosttagen wäre. Lom, das ja wie die anderen Gemeinden des Ottatales und auch des Laagentales südlich der Rustenschlucht eine viel geringere Höhe über dem Meeresspiegel hat als die typischen Gebirgsgemeinden Dovre und Lesja, zeigt allerdings auch weit seltener die frühen Nachtfroste, ebenso die anderen Gemeinden südlich der Rustenschlucht. Verheerende Nachtfroste treten also vorwiegend in Dovre und Lesja auf.

Wie jedoch bereits im kurzen klimatographischen Teil der Untersuchung am Beispiel von Dom-

baas näher gezeigt wurde, haben diese Werte, die ja nicht die Verhältnisse des Pflanzenklimas wiedergeben, für die Landwirtschaft nur einen bedingten Wert. Mikroklimatisch betrachtet ist zumindest in Lesja und Dovre, daneben aber auch in den höheren Lagen der anderen Gemeinden des nördlichen Gudbrandstals praktisch kein Monat frei von Nachtfrosten. Damit will ich keineswegs behaupten, daß davon alle Lagen der Gemeinden betroffen werden. Für die Schattenhänge und beschatteten Mulden, Senken, Trockental- und Talrisse auch der Sonnenhänge und besonders für den Talboden selbst trifft das Auftreten von Nachtfrosten im bodennahen Klima in allen Monaten des Jahres aber zu.

Das muß in Kauf genommen werden, und die Bauern richten sich mit der Auswahl der Anbaufrüchte danach. Anders aber ist es mit dem generellen Auftreten von frühen, zellzerstörenden und die Reifung hindernden Nachtfrosten gegen Ende August, in den sogenannten „Eisennächten“ (jern-netter).

Diese „Eisennächte“ treten mit kalendarischer Regelmäßigkeit, aber in nicht immer gleich kräftiger Ausbildung im August auf, und zwar in den einzelnen Teilen Norwegens an verschiedenen Tagen. In Lesja und Dovre fallen die „Eisennächte“

nach Auskunft des Astronomen *S. Einbu* und auch nach meinen eigenen Erfahrungen stets in die Zeit vom 27. bis 30. August. In Holtdalen, im oberen Gaultal, also nördlich von Røros, liegen sie nach meinen dort eingeholten Erkundigungen in der Zeit vom 17. bis 19. August. *Helland*²³⁾ datiert sie für das Untersuchungsgebiet auf die Zeit vom 20. bis 24. August, also abweichend von den Erfahrungen des sorgfältig beobachtenden 70jährigen Einbu, der sein ganzes Leben in Lesja und Dovre verbrachte, und auch abweichend von meinen eigenen Erfahrungen innerhalb von vier Jahren, so daß ich den Termin vom 27. bis 30. August für sicherer halte. In einer Untersuchung über den alten Kalenderstab der norwegischen Bauern erwähnt *Einbu* ganz allgemein²⁴⁾, daß die

²⁰⁾ *Dovrebanen*, Kristiania. 1921. S. 81—83.

²¹⁾ *B. J. Birkeland*, Mittel und Extreme der Lufttemperatur. Geof. Publ., Vol. XIV, Nr. 1, 155, Oslo 1936, S. 88.

²²⁾ Berechnete 60-jährige Mittel der Beobachtungen nach *Birkeland*, a. a. O., S. 88.

²³⁾ *Helland*, a. a. O., S. 243.

²⁴⁾ *S. Einbu*, Omkring Primstaven. — Aarbok for Dørlaringen. 1939. S. 88—95.

„Eisennächte“ in den verschiedenen Landesteilen Norwegens verschiedene Daten hätten, daß sie aber überall zwischen dem 15. und 30. August lägen.

Wie der klimatographische Teil zeigte, wird die Wetterlage dieses zentralnorwegischen Gebirgsgebietes um die fragliche Zeit stark von westlich lagernden Tiefs beeinflusst, die eine erhebliche Bewölkung, starken Niederschlag (der August bringt das monatliche Maximum) und eine hohe relative Luftfeuchtigkeit verursachen. Von dieser Großwetterlage aber weicht die lokale Wetterlage während der „Eisennächte“ vollkommen ab: Die relative Feuchtigkeit ist gering, Niederschläge und Bewölkung fehlen, und besonders während der Nacht herrscht typisches Ausstrahlungswetter mit lokalem Advektivfrost.

Auch sonst sind alle die Erscheinungen zu beobachten, die z. B. *Geiger*²⁵⁾ beim Auftreten nächtlicher Schadenfröste aufzählt. Nach ihm sind Voraussetzungen für das Auftreten von Schadenfrösten: 1. ein Kälterückfall, bedingt durch den Antransport von Kaltluft aus polwärts gelegenen Luftursprungsgebieten (Advektivfrost) und 2. die örtlichen Bedingungen, welche die Nachtkälte bis zur Frostgrenze verschärfen (Strahlungsfrost). Zu diesen örtlichen Bedingungen gehören: ein klarer Himmel, da er die nächtliche Wärmeausstrahlung begünstigt; trockene Luft, da Wasserdampf die Gegenstrahlung der Atmosphäre bei Nacht erhöht; Windstille, da sie die Temperaturschichten durch Ausstrahlung ungestört läßt, wonach die kälteste Luft wegen ihrer größeren Schwere am Boden liegt; schlechte Wärmeleitfähigkeit des Erdbodens; starke Verdunstung, welche nach Regenfall und bei einer Pflanzendecke, die durch die Größe und Art ihrer Oberfläche viel Wasser abgibt, eintritt (Verdunstungskälte); durch örtliche Kaltluftzufuhr, also besonders durch den Kaltluftzufluß von Hängen; durch das Fehlen eines natürlichen Ausstrahlungsschutzes, wie er z. B. durch Sträucher und Bäume gegeben ist.

Alle diese lokalen, den Strahlungsfrost begünstigenden Bedingungen konnte auch ich in den „Eisennächten“ beobachten. Der Antransport von Kaltluft aus polwärts gelegenen Luftursprungsgebieten und der dadurch bedingte Advektivfrost ist natürlich schwer feststellbar. Dagegen konnte ich eine Kleinadvektion im Sinne von *Keßler* und *Kaempfert*²⁶⁾ gelegentlich feststellen, und zwar eine Kleinadvektion durch Bergwinde.

Der Antransport von Kaltluft aus polwärts gelegenen Luftursprungsgebieten muß aber wohl vor-

handen sein, sonst käme der Ausstrahlungstyp des Wetters für diese wenigen Tage nicht zustande. Die meteorologische Deutung der „Eisennächte“ ist klar: die „Eisennächte“ stellen eine *Singularität* im Wetterablauf dar, die sozusagen kalendermäßig gebunden ist.

Damit ist jedoch noch nicht das auffallend zeitlich benachbarte, aber doch sprunghafte und nicht lückenlose Auftreten der „Eisennächte“ in den verschiedenen Teilen Norwegens geklärt. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß unsere deutschen „Eisheiligen“ in Norddeutschland auf die Tage vom 11. bis 13. Mai, in Süddeutschland dagegen auf die Tage vom 12. bis 14. Mai fallen. Sie treffen in Süddeutschland einen Tag später ein und wirken einen Tag länger nach, weil die sie verursachenden Kaltluftvorstöße, die geradezu revolutionär die normale und allmähliche Entwicklung der Wettervorgänge stören, aus dem Norden in Süddeutschland etwas später eintreffen.

Wie der Antransport von Kaltluft in unserem Fall aber vor sich geht, ist schwer deutbar, wenn man berücksichtigt, daß in Norwegen das Auftreten der „Eisennächte“ nicht wie in Deutschland bei den „Eisheiligen“ von Norden nach Süden zeitlich sukzessiv und lückenlos vor sich geht, sondern daß offensichtlich bedeutende Sprünge vorhanden sind. Die Zeitspanne von zehn Tagen zwischen dem oberen Gaultal (Holtdalen 17. bis 19. August) und dem oberen Gudbrandstal (Lesja und Dovre 27. bis 30. August) macht doch stutzig und erschwert die Deutung.

Für die Praxis der Landwirtschaft aber bedeuten diese Eisennächte die gefährliche Klippe vor dem Abschluß des Reifeprozesses gerade des Getreides. Es ist daher selbstverständlich, daß die Gebirgsbauern Maßnahmen ergreifen, um den drohenden jähen Abschluß des Reifeprozesses nach Möglichkeit zu verhindern.

Welche Maßnahmen hat nun die bäuerliche Bevölkerung im Gudbrandstal getroffen, um die Gefahr der Vernichtung der Ernte so kurz vor der Reife zu verhindern?

Kommt man zur Zeit der „Eisennächte“ zu Fuß oder mit dem Fahrrad vom Dovrefjell herab nach Dombaas, so sieht und riecht man schon von weitem überall am Rande der Äcker leicht glimmende Rauchmeiler schwelen, deren starke Rauchfahnen sich über dem weiten Tal um Dombaas—Dovre zu einer dicken Wolke, die in etwa 550 bis 600 m, gelegentlich auch bis auf 700 m Höhe liegt, verdichten. Darüber funkeln am völlig wolkenlosen Himmel die Sterne. Der physische Eindruck von der Wirkung dieses „Rauchteppichs“, sobald man in seinen Wirkungsbereich kommt, ist tatsächlich erstaunlich gut zu merken; im Schutze dieser künstlichen Wolke ist es wirklich wärmer!

²⁵⁾ R. Geiger, Das Klima der bodennahen Luftschicht. 2. Aufl. Braunschweig, 1942.

²⁶⁾ O. W. Keßler und W. Kaempfert, Die Frostschadenverhütung. — R. f. W. Wiss. Abh. 6, Nr. 2, 1940, S. 8.

Je nach der Windlage, falls außer dem Kaltluftabfluß von den Hängen Wind bemerkbar ist, verteilt die Wolke sich, und damit schwankt auch ihre Wirkung. Der Dombaashaugen, der aus dem Talkessel von Dombaas aufragt, ist leicht abfließenden Kaltluftmassen vom Dovrefjell in Richtung auf die Fokstua-Senke oder entlang dem Jora-lal ebenso leicht ausgesetzt wie nordwestlichen Luftströmungen von der Küste her. Die ausgedehnte Ackerflur rund um seinen Gipfel kommt daher bei Luftbewegung oft nicht in den Genuß der mit der Errichtung und Unterhaltung der Rauchmeiler verbundenen Mühe. So waren z. B. im Jahre 1942 infolge von Luftströmungen die Kartoffeln auf dem Hofe D. südlich vom Dombaashaugen erfroren, die Kornfelder auf dem Hofe L. nördlich des Dombaashaugen jedoch nicht! Nicht nur am Dombaashaugen, sondern auch in anderen Lagen der Gemeindegemarkung ist bei Luftbewegung, die in den mir zur Verfügung stehenden vier Beobachtungsjahren stets sehr gering war, die Wirkung des „Rauchteppichs“ illusorisch. Bei Luftbewegung nämlich deformiert er sich, er zieht Fahnen, bekommt Ausbuchtungen oder verschiebt sich gänzlich zugunsten eines einzelnen Hanges oder einer Hanglage, die dann allerdings einen guten Schutz erhält. Diese Verschiebung des Rauchteppichs zugunsten eines Hanges tritt vor allem dann auf, wenn der Kaltluftabfluß über die Talrogkanten des Laagen nur auf einen Hang beschränkt ist, sei es, daß sich in anderen Gebirgstteilen keine zum Abfluß kommende Kaltluft gebildet hat, oder aber, daß der Abfluß durch dichte Waldstreifen an den oberen Talhängen verhindert wird.

Voraussetzung für das „Rauchen“ ist allerdings ein möglichst geschlossener Talkessel, wie er im nördlichen Gudbrandstal auf Grund dessen geologischen Baus in schöner Ellipsenform auch häufig genug anzutreffen ist. (Abb. 10). Je mehr solcher einzelnen geschlossenen Siedlungsellipsen, durch bewaldete Querriegel scharf voneinander getrennt, vorhanden sind, je geringer die Luftzirkulation und besonders das Auftreten stärkerer, den ganzen Talverlauf durchziehender Winde ist, desto günstiger ist das „Rauchen“, desto sicherer seine Wirkung.

Aus den oben geschilderten Unzulänglichkeiten des Verfahrens ist es verständlich, daß in einer Zeit, in der in Notjahren eine Einfuhr fremden Getreides möglich ist, kein so großes Interesse mehr für das Frosträuchern besteht. Es hat auch nur Zweck, wenn es, von allen Anliegern gemeinsam und schlagartig zu gleicher Zeit einsetzend, durchgeführt wird. Es ist also eine Gemeinschaftsarbeit, und in früheren Jahrhunderten, bei erschwerenden Importbedingungen, kam der Erfolg,

nämlich die Rettung wenigstens eines Teiles der Ernte, auch der Gemeinschaft zugute.

Trotz starker gegenteiliger Tendenzen, die durch den Zweifel an dem Erfolg des „Rauchens“ hervorgerufen worden sind — ein hundertprozentiger Erfolg ist, wie wir oben sahen, nur bei Windstille zu erwarten — wird das Frosträuchern im nördlichen Gudbrandstal in allen dazu geeigneten Gemeinden auch heute noch gepflegt, und zwar auf eine zentrale Steuerung hin: Die gemeindliche Ackerbauverwaltung (jordstyre) bestimmt in jedem Jahre einen für das „Rauchen“ (røking) verantwortlichen Vormann (røkechef). Seine Aufgabe ist es, in Zusammenarbeit mit den von ihm für jeden Weiler (grend) ernannten grendmaend festzulegen, wieviel Rauchmeiler jeder Hof zu errichten hat. In Dovre z. B. muß je ha Ackerfläche ein Meiler (røkmile) errichtet werden. Aber auch die Kleinstandwirte mit weniger als einem ha Ackerland müssen wenigstens einen Rauchmeiler errichten und unterhalten. Die grendmaend, also die für die einzelnen Weiler bestimmten Aufseher, achten darauf, daß die Rauchmeiler zeitig genug angelegt werden. Der Bau eines Rauchmeilers erfordert mindestens ein Männertagewerk, dazu ein Gespann. Das „Rauchen“ ist also eine fühlbare zusätzliche Arbeitsbelastung, die genau so wie die künstliche Bewässerung durch die Ungunst des Klimas bedingt ist. Der Kern des Meilers besteht aus trockenem Reisig. Rund herum liegen Wasen mit kräftigem Bewuchs von allerlei Beerensträuchern, wie der Krähenbeere, Preiselbeere u. dgl. Damit diese Deckschicht, die neben den Moosen den Rauch liefert, nicht durchbrennt, müssen genügende Mengen der Wasen rechtzeitig genug herangeschafft worden sein, denn mit ihnen und mit bereitgelegtem Moos wird die Deckschicht immer wieder erneuert.

Der Vormann bestimmt nach genauer Beobachtung der Wetterlage und nach eingehenden Besprechungen mit wetterkundigen Leuten, ob und wann die Meiler angezündet werden sollen.

Seine Entscheidung gibt er den einzelnen grendmaend telefonisch durch. Diese laufen dann von Hof zu Hof und wecken die Bauern. Auf jedem Hof muß ein Mann die Nacht über wach bleiben und die zu seinem Hof gehörenden Meiler bis zum Sonnenaufgang bewachen.

Im allgemeinen werden die Meiler zwischen 22 und 24 Uhr angezündet. Es entsteht sehr bald eine starke Rauchentwicklung. Gegen Sonnenaufgang, wenn die nächtliche Ausstrahlung ihr Maximum erreicht und die Temperaturen am niedrigsten sein würden, muß bei Windstille ein dicker, lückenloser Rauchteppich (røketeppe) über dem Tale liegen.

Keßler und Kaempfert²⁷⁾, deren großangelegte Versuche zur Bekämpfung von Schadenfrösten im westdeutschen Weinbaugebiet zugleich zu einer wissenschaftlichen Unterbauung des Frostträucherns führten, zerlegen den „Gesamtkomplex der Wirkung künstlich erzeugter Lufttrübungen“ in eine Reihe von Einzelwirkungen, von denen für das Frosträuchern im Gudbrandstal mir vor allem die folgenden beiden von Bedeutung erscheinen: Eine Decke aus festen und flüssigen Lufttrübungen kann die Weiterabkühlung gegen Luft aufheben oder wenigstens mildern, und sie kann die effektive Ausstrahlung der Bodenoberfläche so verlangsamen, daß die im Boden zur Oberfläche nachrückende Wärme die abgestrahlte ersetzt. Zugleich weisen die beiden Forscher auch auf die entscheidende Bedeutung der Frostentstehungsgebiete hin, vor allem auf die flachen Einzugsgebiete der Täler, die gerade im nördlichen Gudbrandstal ausgeprägte Kaltluftbildner sind, wie die mit Sumpf, Wiese und Moor bedeckte Fokstua-Senke und manche der vermoorten und mit Buschwerk bewachsenen Stellen der 1000 m-Flächen oberhalb des Hauptaltrogos. Das Abfließen der Kaltluft aus diesen Frostentstehungsgebieten kann durch Bewaldung, die ja zumeist auch noch vorhanden ist, verhindert werden.

Wie schon erläutert, hängt der volle Erfolg des Frosträucherns im nördlichen Gudbrandstal von verschiedenen Faktoren ab, die hier noch einmal zusammengefaßt seien:

1. Die Oberflächengestaltung der Gemeinde muß so beschaffen sein, daß ein möglichst geschlossener Talkessel bzw. eine Talellipse vorhanden ist.
2. Es darf keine durchgehende Luftbewegung vorhanden sein.
3. Das Netz der Rauchmeiler muß lückenlos sein (daran fehlt es nach meinen Beobachtungen zumeist).

Außer vom nördlichen Gudbrandstal kenne ich das Frosträuchern nur noch von Tynset im Oestertal; ob es auch an anderen Stellen Norwegens vorkommt, konnte ich nicht in Erfahrung bringen.

3. Das „Multern“ der Äcker

Zum Schluß sei hier noch eine weitere Maßnahme erwähnt, die ich im ganzen Untersuchungsgebiet beobachtete und die ebenfalls zu den Versuchen gehört, der Klimaschwierigkeiten Herr zu werden. Wie das „Rauchen“ gehört auch das „Multern“ der Äcker zu den Maßnahmen, die äußerst kurze Vegetationsperiode zu verlängern und die Einschränkungen, welche die kurze Vegetationsperiode diktiert, wenigstens etwas zu lockern. Ein Unterschied besteht insofern, als durch das Frosträuchern eine drohende Unterbrechung

der Reifezeit der Ackergewächse vermieden werden soll, die zu einem Zeitpunkt auftritt, wenn die Reifezeit als solche noch gar nicht abgeschlossen ist; beim „Multern“ dagegen soll der Beginn des Pflanzenwachstums vorverlegt werden.

Bei dem „Multern“ (ich benutze hier den norwegischen Ausdruck *aa mulde* oder auch *multe aakeren* = aufstreuen von zerriebenem Torf usw. auf spät aper werdenden Acker, weil mir kein entsprechender deutscher Ausdruck geläufig ist) handelt es sich darum, die spät schneefrei werdenden Stellen der Äcker und auch gelegentlich der Wiesen, besonders an den Schattenhängen oder an lokal ungünstigen Lagen der Sonnenhänge, früher und schneller aper zu bekommen. Das „Multern“ geht so vor sich, daß man zerriebenen Torf, Asche, Ruß, Sand oder bereits aufgetaute Ackererde in dünner Lage über die Schneereste streut. Dadurch wird die Wirkung der Sonneneinstrahlung ganz erheblich vermehrt.

Die Notwendigkeit zu „multern“ besteht nicht in jedem Jahre. Sie ist auch weniger abhängig von der Temperatur als von dem Grad der Bewölkung und der dadurch beeinflussten Sonneneinstrahlung. Ausschlaggebend aber ist die im Winter gefallene und aufgespeicherte Schneemenge und deren Dichte. Denn je dicker und fester die Schneeschicht, desto längere Zeit nimmt der Auftauprozeß in Anspruch. Ich habe jedoch nie beobachtet, daß ganze Äcker oder Wiesen auf diese Weise vom Schnee befreit wurden; stets waren es nur kleine Flecken oder Schneewehen auf sonst schon schneefreiem Gelände. In Lesja war noch bis zum ersten Weltkrieg das „Multern“ ganzer Äcker üblich. Es geschah bereits gegen Ende März, zu einer Zeit also, wenn die Strahlungsintensität wegen des wolkenlosen Himmels und der geringen relativen Feuchte, die diese Zeit kennzeichnen, besonders hoch war, und zwar stets am Morgen, wenn noch Harsch auf den Äckern lag. Die Sonneneinstrahlung des ganzen Tages kam dadurch dem Auftauprozeß zugute.

Dieses „Multern“ wird übrigens auch für die Freihaltung von Straßen angewandt, vor allem in den Fällen, wo an Paßstrecken und besonders in Einschnitten, die im Winter nicht geräumt werden können, die Schneedecke eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreicht. Bekannt ist diese Art des Schneeräumens vor allem vom Grotli-Paß. Hier erreicht die winterliche Schneedecke gelegentlich eine Mächtigkeit von 4 m und mehr. Überall an der Paßstraße findet man winzig kleine Häuschen, vergleichbar unseren ländlichen Aborten, in die Trockentorf der Felspartien der Umgebung bereits im Sommer gesammelt wird. Dieser fein zerriebene Torf wird etwa ab Mai auf die durch Stangen markierten Trassierungen der Paßstraßen

²⁷⁾ a. a. O., S. 147.

aufgestreut und fördert bei der außerordentlich starken Sonneneinstrahlung dieses Gebirgsgebietes in erstaunlichem Umfange den Schneeräumprozeß.

Ich habe diese Auseinandersetzung des Gebirgsbauern im nördlichen Gudbrandstal mit den klimatischen Ungunsth Faktoren einigermaßen ausführlich behandelt, weil sie in der Geographie kaum bekannt ist, aber sehr instruktive Einzelheiten bringt über die Art, wie der Mensch sich

mit so harten Naturverhältnissen auseinanderzusetzen versteht, um sein tägliches Brot zu sichern. Dabei kommt es gelegentlich zu Gemeinschaftsleistungen in erheblichem Ausmaße. Diese Maßnahmen der Gudbrandstalsbauern in ihrer Gesamtheit aber beeinflussen die klimatischen Gegebenheiten durchaus positiv und verändern damit das ungünstige Bild der landwirtschaftlichen Nutzung, das sich sonst in noch stärkerem Maße bieten würde.

DIE LANDSCHAFT IM LOGISCHEN SYSTEM DER GEOGRAPHIE

H. Bobek und J. Schmithüsen

Vorbemerkung

Verschiedene neue Begriffsprägungen auf dem Gebiet der Landschaftsforschung haben bei den Geographentagungen zu Bonn 1947 und zu München 1948 erneut Diskussionen über die Möglichkeiten der Landschaftsgliederung und das Wesen der Landschaft entfacht. Dies veranlaßte die beiden Verfasser, die damit verbundenen Probleme gemeinsam zu prüfen und durchzudenken. Der vorliegende Aufsatz will als Beitrag zur weiteren Klärung verstanden sein und stellt den Versuch dar, auf der Grundlage einiger bereits mehr oder minder allgemein angenommener Voraussetzungen ein geschlossenes System zu errichten, das als Vorschlag zur allgemeinen Diskussion gestellt wird. Wenn auch J. Schmithüsen mehr die Belange der naturgeographischen, H. Bobek mehr die der kultur- bzw. sozialgeographischen Seite wahrnahm, so ist der Aufsatz als Ganzes doch eine echte „Integration“ der Ideen beider Verfasser, die mehr bringt als die Summe dessen, was jeder einzeln für sich hätte bieten können.

Von Zitierungen wurde gänzlich abgesehen, da sonst zwangsläufig eine wissenschaftsgeschichtliche Abhandlung entstanden wäre.

I.

Gegenstand der geographischen Forschung ist der litho-bio-atmosphärische Raum an der Erdoberfläche in seiner gesamten Ausstattung und Gestaltung — sowohl in seinen einzelnen Teilräumen als auch als Ganzes. Die Geographie beschränkt sich dabei nicht auf die Feststellung und Beschreibung des Sichtbaren, wengleich sie davon ausgeht. Sie zielt vielmehr auf die Erfassung des Wesens aller Teile der genannten Sphäre, die wir, obgleich dies eigentlich falsch ist, meistens kurz als „Erdoberfläche“ bezeichnen.

Zum Wesen eines Teilraumes der Erdoberfläche in diesem Sinne gehören:

A. Seine wahrnehmbare stoffliche und räumliche Erscheinung oder genauer seine Größe, Form, stoffliche Beschaffenheit, innere Gliederung oder Struktur.

B. Das Wirkungsgefüge, das dahinter steht und nur zum geringsten Teil der unmittelbaren Wahr-

nehmung zugänglich ist. Es kann seinen Ursprung teilweise auch außerhalb haben und demnach auch Raum- oder Lagebezeichnungen mit einschließen.

C. Das geschichtliche Werden, das zu dem gegenwärtigen Erscheinungsbild und darüber hinaus in die Zukunft weiterführt und aus dem Formen erbt sein können, die in der gegenwärtigen Dynamik keine Erklärung finden. Es handelt sich also um die Summe und das Ergebnis der Wirkungsgefüge der Vergangenheit.

Das Wesen eines solchen Teilraumes der Erdoberfläche derart zu erfassen, heißt ihn erklären.

Als Objekte geographischer Forschung sind demnach die Erdoberflächenteilräume nicht dreidimensional als Raumgebilde von nur augenblicklicher Geltung aufzufassen, sondern vierdimensional als raumzeitliche Erscheinungskomplexe, Gebilde oder Gestalten. Diese bilden in ihrer Gesamtheit wie in ihren einzelnen Wesenselementen die „geographische Substanz“¹⁾. An ihrem Aufbau und ihrer Formung sind drei dem Wesen nach verschiedene Seinsbereiche beteiligt:

1. Die anorganische Welt,
2. die vitale (nicht geistbestimmte organische) Welt,
3. die geistbestimmte Welt, d. h. die Menschheit und ihre Werke.

In den Funktionsfeldern und Gebilden dieser drei Bereiche herrschen verschiedene Arten von Gesetzmäßigkeiten, nämlich:

1. Die physikalische Kausalität,
2. die „vitale Gesetzmäßigkeit“, von der bisher nicht feststeht, ob sie letzten Endes auch in der physikalischen Kausalität auflösbar ist,

¹⁾ Wir übernehmen hier diesen in der sowjetischen Geographie geprägten Ausdruck (vgl. A. Grigorev, Peterm. Geogr. Mitteil. 1948, S. 52), da es sich tatsächlich empfiehlt, den geographischen Stoffbereich mit einem kurzen Namen zu belegen und damit abzugrenzen.