

Der anthropogene Einfluß auf die nachhaltige Nutzungsfähigkeit isländischer Rasengesellschaften unter den klimatischen, edaphischen und historischen Gegebenheiten

Hans Böttcher

The intensive extension of stock-farming in Iceland in consequence of a rapidly increasing population during this century caused retrogressions in the yield of cultivated hayfields. Various climatic, historic, and edaphic factors act together in weakening grassland communities to improper management. In particular, avoidance of excessive use of nitrogen, omitting of sheep grazing on the homefields, use of seed-strains adapted to Icelandic climatic conditions, and in general careful management are necessary to guarantee the lasting productivity of the Icelandic cultivated hayfields.

Iceland, grassland management, 'kal'-damage, sustained yield.

1. Einführung

Im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG 1976) und ähnlich auch in den Naturschutzgesetzen anderer Länder wird die Sicherung der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter als eine der Hauptaufgaben von Naturschutz und Landschaftspflege herausgestellt. Diese Aufgabe erfordert die Beachtung und Verknüpfung zahlreicher unterschiedlicher Faktoren. Im folgenden Beitrag soll versucht werden, den Faktorenkomplex darzustellen, der die nachhaltige Nutzungsfähigkeit des isländischen Wirtschaftsgrünlandes beeinflusst, wobei diese Darstellung in dem hier gegebenen Zeitrahmen notwendigerweise mehr den Charakter einer Skizze behalten muß.

Die Landwirtschaft ist neben dem Fischfang eine Hauptstütze der isländischen Volkswirtschaft. Sie ist wegen der nördlichen Lage der Insel nahezu ausschließlich Viehwirtschaft. Auf den eingezäunten, gedüngten und gepflegten Wiesen unmittelbar um die Höfe, den "tún", wird das Winterfutter und das Futter für die Kühe erzeugt, während die Pferde und die 850 000 Schafe von Anfang Mai bis Ende September frei im Land herumlaufen und sich ihr Futter selbst suchen. Die Zahl der Schafe erhöht sich im Sommer auf über zwei Millionen, wenn man die in der offiziellen Statistik nicht erfaßten Lämmer mitzählt.

Getreideanbau wurde in begünstigten Lagen immer wieder versucht, aber das Getreide reift längst nicht in jedem Jahr aus. Neuerdings wird in vermehrtem Umfang Gerste zur Erzeugung von Silofutter angebaut. Der Kartoffelanbau spielt eine bedeutende Rolle: Je nach Witterung werden 60-90% des Bedarfs erzeugt.

2. Die Grünlandgesellschaften

Das isländische Wirtschaftsgrünland wird in seiner Artenzusammensetzung von den Gräsern *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Poa pratensis*, in bestimmten Ausbildungen auch von *Deschampsia cespitosa* und *Alopecurus pratensis* bestimmt, zu denen eine Reihe von Kräutern treten wie *Taraxacum officinale*, *Cerastium holosteoides*, *Rumex acetosa* und *Ranunculus acris*. Sie kennzeichnen die Zugehörigkeit der Gesellschaften zur Klasse *Molinio-Arrhenatheretea*. Ausgesprochene Obergräser fehlen weitgehend.

Es sind im wesentlichen drei Assoziationen. Das *Leontodonto autumnalis-Trifolietum repentis* Tx. 1969 ähnelt physiognomisch und auch in der Artenzusammensetzung dem *Lolio-Cynosuretum* Tx. 1937 Mitteleuropas. Die Gesellschaft ist auf Lössböden in der Nähe der Siedlungen verbreitet und wird bei ausreichender Düngung intensiv beweidet, gelegentlich aber auch gemäht. Eine reine Mähwiese, die stark mit Mineraldünger versorgt wird, ist das *Rhinantho-Deschampsietum cespitosae* Böttcher 1971. Es kommt gleichermaßen auf frischen Lössböden wie auf entwässerten und kultivierten Flachmoorstandorten vor, ohne daß floristische Unterschiede deutlich werden. *Deschampsia cespitosa*, die in Beständen dieser Gesellschaft häufig vorherrscht, hat in Island viel weichere Blätter als in Mitteleuropa und ist daher ein durchaus brauchbares Futtergras. Als dritte Grünlandgesellschaft zeigt das *Galio borealis-Anthoxantheum odoratae* Tx. et Böttcher 1969 noch starke Anklänge an eine natürliche Magerrasengesellschaft Islands, die *Kobresia myosuroides*-Ges. Es wird ebenfalls gemäht, gelegentlich auch beweidet, und war vor Einführung der Mineraldüngung wahrscheinlich die verbreitetste Gesellschaft auf den "tún". Sie ist heute weitgehend durch das *Rhinantho-Deschampsietum cespitosae* ersetzt. Ausführliche Beschreibungen der Gesellschaften mit pflanzensoziologischen Tabellen finden sich bei TÜXEN, BÖTTCHER (1969) und BÖTTCHER (1971).

3. Klimatische Gegebenheiten

Island ist mit rd. 103 000 km² die zweitgrößte Insel Europas. Es liegt am Übergang des Atlantischen Ozeans zum Nordmeer auf der Mittelatlantischen Schwelle. Der nördliche Polarkreis berührt die Insel an ihrer Nordküste. Die höchste Erhebung erreicht 2119 m ü.NN, fast 60% des Landes liegen über 400 m hoch. Gletscher nehmen 11% der Landesfläche ein.

Das isländische Klima wird wesentlich durch zwei Meeresströmungen bestimmt. Der 'west-isländische Ast' des Golfstromes spaltet sich bei Schottland vom Hauptstrom ab und stößt an den Färöern vorbei auf die Südküste Islands. Er folgt dieser nach Westen und Norden und kehrt schließlich über die Nordküste zurück. Sein Einfluß, der besonders im Winter wirksam wird, hält die west- und nordwest-isländischen Häfen den ganzen Winter über eisfrei. Entlang der Ost- und Südostküste preßt sich von Norden her ein Ast des kalten Grönlandstromes zwischen Küste und Golfstrom ein. Mit ihm gelangt in manchen Jahren das Treibeis aus dem Nordmeer an die nordost- und ost-isländische Küste und kann sich dort einige Zeit, in Extremfällen bis in den Sommer hinein festsetzen. In solchen Jahren bleiben die Sommertemperaturen erheblich hinter den Mittelwerten zurück, und es kommt zu empfindlichen Ertragsstörungen am Wirtschaftsgrünland (vgl. Kap. 7). Auf den Witterungsablauf, besonders im Sommer, wirkt sich auch die jeweilige Lage des "Island-Tiefs" aus.

Tab. 1: Wichtige Klimadaten (1931-1960) für die Grünlandgebiete in Süd- und Südwest-Island bzw. Nord- und Nordost-Island. (a-c nach: EYTHORSSON, SIGTRYGSSON 1971; d nach: RAGNARSSON 1977).

	S, SW	N, NE
a) Mittl. Julitemperatur (°C)	10 - 11	9 - 10
b) Mittl. Januartemperatur (°C)	0 - -1	-2 - -4
c) Jährl. Niederschlag (mm)	800 - 1200	450 - 500
d) Vegetationsperiode (Anzahl Tage mit Temperatur- mittel >7.5 °C)	115 - 130	90 - 110

Einige Klimadaten für die wichtigsten Grünlandgebiete Islands sind in Tab. 1 zusammengestellt. Zu bemerken ist, daß in allen Landesteilen das Niederschlagsmaximum in den Wintermonaten liegt. Die von RAGNARSSON (1977) berechnete Länge der Vegetationsperiode ist auf die Bedürfnisse des isländischen Birkenwaldes bezogen. Für das Grünland kann sie länger angesetzt werden, da die Temperaturansprüche geringer sind. Auch die lange Tagesdauer im Sommer wirkt zusätzlich ausgleichend. Insgesamt gesehen ist das Klima des isländischen Tieflandes keineswegs subpolar oder subarktisch, wie in vielen Klimakarten dargestellt, z.B. die bei BLÜTHGEN (1966) abgebildeten Karten von v. WISSMANN (1966); CREUTZBURG, HABBE (1966); TROLL, PAFFEN (1965). In Anlehnung an die Klassifikation von TROLL, PAFFEN (1964) könnte man für diese Gebiete von einem kühl-ozeanischen Klima sprechen, mit einem gewissen kontinentalen Einschlag im Norden und Nordosten.

4. Edaphische Gegebenheiten

Über die isländischen Böden liegen bisher kaum eingehendere Untersuchungen vor. Einen groben Überblick gibt JÓHANNESSON (1960, mit einer Bodenkarte von NYGARD 1959), wobei jedoch mehr Bodenart und -mächtigkeit im Vordergrund stehen als der Bodentyp.

Ausgangsgestein für die Bodenbildung sind vulkanische Gesteine (Basalt und Palagonitbrekzien), die im Westen und Osten der Insel mittel- bis jungtertiären Alters, im mittleren Teil im Pleistozän und Holozän entstanden sind. Hier fanden auch fast alle Vulkanausbrüche in geschichtlicher Zeit statt, bis hin zur Entstehung der Vulkaninsel Surtsey 1963 und dem spektakulären Ausbruch auf Heimaey im Januar 1973.

Intensive physikalische und langsame chemische Verwitterung kennzeichnen die Bodenbildungsprozesse. Das Feinmaterial wird in den höher gelegenen Gebieten häufig sofort vom Wind verfrachtet, ebenso werden die ausgedehnten Sanderflächen vor den Gletschern und die im Gefolge von Vulkanausbrüchen entstandenen Tephraablagerungen ausgeblasen. Im Flachland bildete sich bei Ablagerung des verwehten Materials weiterhin eine 1-2 m mächtige Lößdecke. Der isländische Löß unterscheidet sich vom mitteleuropäischen durch einen höheren Feinsand- und geringeren Schluffanteil und das Fehlen von Calcium und Quarz (EMILSSON 1931, IWAN 1937, GRAHMANN 1939). Aus dem Löß, in den häufig Tephralagen eingeschaltet sind, die als stauende Schichten wirken können, entstanden recht fruchtbare Böden. Sie trugen ursprünglich einen Birkenwald, wurden dann aber bevorzugt in Kultur genommen (vgl. Kap. 5).

Daneben kam es in den Tallagen weithin zu Moorbildungen, wobei die isländischen Torfe durch Löß- und Tephraeinwehungen durchweg einen hohen Mineralstoffanteil und mit 5-6 auch einen ziemlich hohen pH-Wert aufweisen.

5. Historische Gegebenheiten

Ebensowenig wie in Mitteleuropa sind die isländischen Grünlandgesellschaften natürliche Pflanzengesellschaften, sondern Ersatzgesellschaften, die durch das Wirken des Menschen und seines Viehs in unterschiedlicher Weise entstanden sind (vgl. BÖTTCHER 1979). Diese historischen Gegebenheiten müssen bei dem Versuch, die nachhaltige Nutzungsfähigkeit des isländischen Grünlandes zu sichern, ebenfalls berücksichtigt werden.

Das bis dahin praktisch unbewohnte Island wurde in den Jahren 874 - 930 planmäßig von norwegischen Siedlern in Besitz genommen. In jener Zeit war Island mit einem fast ununterbrochenen Gürtel aus Birkenwald umgeben, der mindestens bis 400 m ü.NN reichte. Die Siedler mußten für die Errichtung ihrer Höfe und als Weideland für das mitgebrachte Vieh den Wald roden, was teils durch Brand, teils auch einfach durch Beweidung geschah, wodurch die natürliche Verjüngung unterbunden wurde und der Wald schließlich infolge Überalterung zusammenbrach. Auf den Lössböden entstanden in Hofnähe bei regelmäßiger Pflege und Düngung die anfangs geschilderten Grünlandgesellschaften; auf den entfernteren Flächen traten vor allem Zwergstrauchheiden an die Stelle der Birkenwälder.

Diese erwiesen sich als ziemlich empfindlich gegen stärkere Beweidung - vgl. die Ergebnisse aus Untersuchungen KÖRNERs (1980) über das *Loiseleurietum* in den Alpen - und es kam auf den Lössböden zu einer Winderosion ungeheuren Ausmaßes. Der Vorgang kann hier nicht im einzelnen geschildert werden. Jedenfalls kommt der von TROLL (1973) beschriebenen Rasenabschälung nach Kammeisbildung dabei eine entscheidende Rolle zu. Beschädigungen der Vegetationsnarbe, die vor allem durch weidende Schafe verursacht werden, stellen den auslösenden Faktor dar. Im Laufe weniger Jahrhunderte verringerte sich die vegetationsbedeckte Fläche Islands von 40 000 auf 20 000 km² (FRIDRIKSSON 1973). Unvorstellbare Mengen fruchtbaren Bodens wurden in das Meer hinausgeweht oder -gespült.

Die Folge war eine stetige Einengung des Lebensraumes des isländischen Volkes und eine Abnahme der zur Verfügung stehenden Futtermenge, wobei allerdings eine allgemeine Klimaverschlechterung vom 15. bis in das 19. Jahrhundert ebenfalls eine Rolle spielte. Der Viehbestand ging zurück, und mit ihm die Bevölkerungszahl von 75 000 um das Jahr 1200 auf 50 - 40 000 um 1800 (Abb. 1).

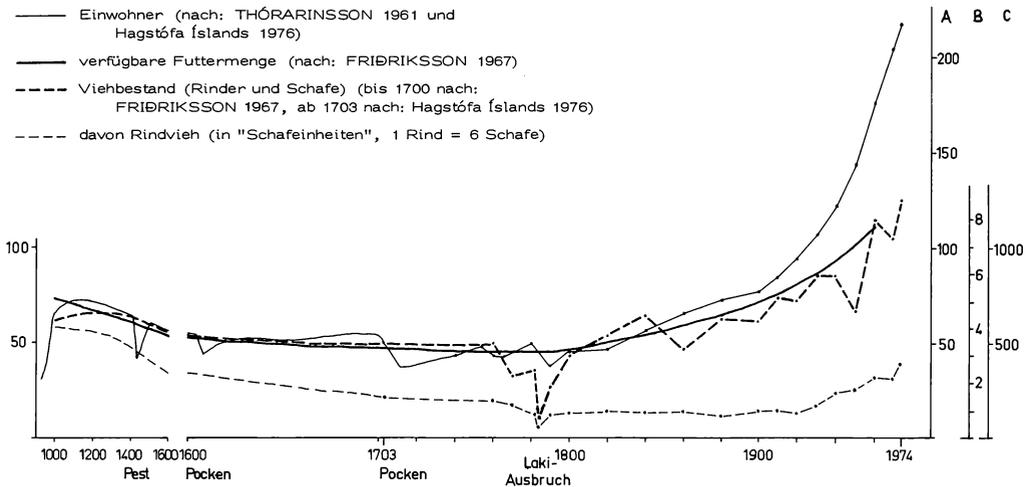


Abb. 1: Bevölkerung, Viehbestand und verfügbare Futtermenge in Island (A = 1000 Einwohner, B = 100 000 t, C = 1000 "Schafeinheiten").

6. Intensivierung der Grünlandwirtschaft im 20. Jahrhundert

Seit Mitte des 19. und verstärkt seit Beginn des 20. Jahrhunderts steigt die Bevölkerungszahl wieder an, ausgelöst durch politische Veränderungen (Befreiung von der dänischen Vorherrschaft) und eine rasche Klimabesserung. Heute hat Island 220 000 Einwohner, davon leben 90 000 in der Hauptstadt Reykjavik. Dies verlangte eine starke Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion. Eine erneute Ausweitung des Siedlungsraumes kam kaum in Frage, da die entsprechenden Standorte inzwischen

zerstört waren. Also mußte die Futtererzeugung von den vorhandenen Grünlandflächen vergrößert werden. Hierzu wurden mehrere Maßnahmen ergriffen:

- Einführung der Mineraldüngung. Besonders Stickstoff wurde in erheblichen Mengen ausgebracht (200 kg N/ha und mehr).
- Umbruch von Grünlandflächen und Einsaat mit leistungsfähigeren Gräsern.
- Einführung der Vor- und Nachweide auf den "tún"-Flächen Mitte der 60er Jahre, die allerdings einen Rückgang des Heuertrages von diesen Flächen zur Folge hatte.
- Entwässerung, Umbruch und Einsaat von Moorflächen.

Diese Maßnahmen bewirkten zunächst eine Veränderung der Grünlandvegetation (BÖTTCHER 1979). Von den norwegischen Siedlern wurden bereits eine Anzahl verbreiteter Grünlandarten in Form von Heusamen mitgebracht, die sich mit in Island einheimischen Arten zu den Grünlandgesellschaften: *Galio borealis*-*Anthoxanthetum odoratae* und *Leontodonto autumnalis*-*Trifolietum repentis* vereinigten (Abb. 2). Nun wurden weitere Grasarten nach Island eingeführt (*Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*), die zusammen mit anderen Neophyten (z.B. *Stellaria media*, *Poa annua*) Eingang in die Grünlandgesellschaften fanden. Es entstand das *Rhinantho-Deschampsietum cespitosae*, das die alten Gesellschaften heute weitgehend ersetzt hat. Allerdings gab es auch früher schon eine *Deschampsia cespitosa*-Gesellschaft, die jedoch in ihrer floristischen Zusammensetzung stark vom *Rhinantho-Deschampsietum* abweicht (BÖTTCHER 1971; TÜXEN, BÖTTCHER 1969). Sie besiedelt in meist nur kleinflächigen Beständen tiefgründige, frische bis mäßig feuchte Lößstandorte und enthält keine Neophyten (Abb. 2).

1.	1	2	3	4	5	6	7
2.	14	41	3	31	7	11	35
3.	23	21	30	21	16	15	12

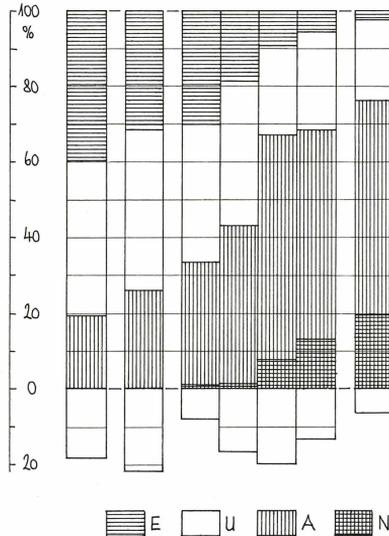


Abb. 2: Anteile der Einheimischen (E), Archaeophyten (A) und Neophyten (N) an der Artenzusammensetzung verschiedener isländischer Grünlandgesellschaften (unter Berücksichtigung der Stetigkeit). Gesamtheit der Kormophyten = 100%, Anteil der Moose und Flechten auf der Skala nach unten aufgetragen. U = Arten, die keiner der genannten Gruppen zugeordnet werden konnten (vgl. BÖTTCHER 1979).

Zeile 1: Gesellschaft

1 *Deschampsia cespitosa*-Ges.

2 *Galio borealis*-*Anthoxanthetum odoratae*

3-6 *Leontodonto autumnalis*-*Trifolietum repentis*

7 *Rhinantho-Deschampsietum cespitosae*

Zeile 2: Zahl der verwendeten Aufnahmen

Zeile 3: Mittlere Artenzahl der Gesellschaft.

7. Das "kal"-Problem

Diese Umstellung in der Artenzusammensetzung brauchte für sich genommen zunächst nicht unbedingt nachteilige Auswirkungen zu haben. Es zeigt sich aber, daß in zunehmendem Maße schwere Ertragsstörungen am isländischen Wirtschaftsgrünland auftreten, in der Form, daß die gesamte Grasnarbe auf mehr oder weniger großen Flächen im Frühjahr abstirbt. Die Isländer nennen diese Erscheinung "kal"; Ch. und H. ELLENBERG (1969) haben den Begriff mit "Kahlwerden von Kulturwiesen" übersetzt. Das "kal" tritt in verschiedenen Formen auf, die ich hier nicht im einzelnen darstellen kann. Ich muß auf die Arbeiten von ELLENBERG (1969, 1971) und FRIÐRIKSSON (1954) verweisen (vgl. auch BÖTTCHER 1971). Jedenfalls stellt das "kal" ein sehr ernsthaftes Problem für die isländische Grünlandwirtschaft dar, wie auch die von ELLENBERG et al. (1971) erhobene Karte der "kal"-Schäden im Jahre 1969 deutlich zeigt. Besonders schlimme "kal"-Jahre traten um 1950 und wieder im Jahrzehnt 1960-1970 auf.

Ursachen für das "kal" gibt es viele; in der Regel wirken eine ganze Anzahl von Faktoren zusammen, worüber wir noch nicht genug wissen. Ein gewisser Nomenklatur-wirrwarr macht sich dabei zusätzlich hinderlich bemerkbar. So beschränken manche Autoren, auch ELLENBERG, den Begriff "kal" auf das geschilderte schlagartige Absterben der Vegetationsnarbe; andere, isländische Autoren schließen jegliche Form eines witterungsbedingten erheblichen Minderertrages mit ein. Solche Mindererträge kamen besonders in der Zeit vom 15. bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts häufig in den Jahren vor, in denen das arktische Treibeis die Küste Islands erreichte und dort längere Zeit liegen blieb. Sicher ist die von ELLENBERG et al. (1971) festgestellte Häufung von "kal"-Jahren im Nordosten Islands in der Periode 1960-1969 teilweise auch auf diesen Faktor zurückzuführen, da es in diesem Zeitraum mehrere Treibeisjahre gab.

Ausschlaggebend für das verstärkte Auftreten von "kal"-Schäden im engeren Sinne sind aber die in diesem Jahrhundert durchgeführten Intensivierungsmaßnahmen. Es ist bekannt, daß überhöhte Stickstoffdüngung bei Pflanzen den Übergang in die Winterruhe verzögert und sie nicht ausreichend kältebeständig werden läßt. Das muß sich unter isländischen Klimaverhältnissen, wo auch im Tiefland regelmäßig Ende August/Anfang September die ersten Frühfröste auftreten, besonders stark bemerkbar machen. Zudem hat man für die Neuansaat Saatgut nicht an das isländische Klima angepaßter Provenienzen besonders aus Dänemark verwendet und die über Jahrhunderte entstandene Artenzusammensetzung des isländischen Grünlandes ganz außer acht gelassen. Die Folge ist, daß die ausgesäten Gräser innerhalb weniger Jahre absterben, ja teilweise gar nicht erst auflaufen. In den entstehenden Lücken, die oft nur handtellergroß sind, machen sich zunächst *Stellaria media* und *Poa annua* breit, ganz wie auf den großen "kal"-Flächen, ehe allmählich einheimische Kräuter und Gräser einwandern. Ich möchte diese Erscheinung "schleichendes kal" nennen, die die Neuansaat über Jahre hinaus lückig und besonders anfällig bleiben läßt.

Die neuerdings praktizierte Vor- und Nachweide auf den "tún"-Flächen bedeutet eine weitere Gefährdung und Schwächung der Pflanzen gegenüber ungünstigen Witterungseinflüssen - vgl. wiederum die Untersuchungsergebnisse von KÖRNER (1980) aus den Alpen.

Schließlich stehen für die Erweiterung der Grünlandfläche nur Moorstandorte zur Verfügung, die bei den jetzt angewendeten Verfahren unzureichend entwässert und vorbereitet werden und zudem potentiell spätfrostgefährdet sind. Erwartungsgemäß treten gerade auf diesen Standorten auch die stärksten "kal"-Schäden auf.

8. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Abschließend sollen noch einmal die wichtigsten Punkte zusammengestellt werden, die bei der Sicherung der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit des isländischen Grünlandes beachtet werden müssen. Island liegt vom Klima her gesehen an der nördlichen Verbreitungsgrenze von Wirtschaftsgrünlandgesellschaften der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea*. Schwankungen der Witterung von Jahr zu Jahr und jede geringfügige Klimaänderung beeinflussen deshalb unmittelbar Ertrag und Flächenausdehnung des Grünlandes. Unter diesen Verhältnissen wirken sich unangepaßte Maßnahmen besonders schwerwiegend aus. Ziel einer Landwirtschaftspolitik darf hier nicht die Erreichung von Höchsterträgen sein, sie muß vielmehr auf die Sicherung eines möglichst gleichmäßigen Ertragsniveaus gerichtet sein. Hierzu gehören:

- 1) Die Beschränkung der mineralischen Düngung. Gaben von 60-80 kg N/ha, verbunden mit den entsprechenden Phosphor- und Kalimengen, bringen bereits eine ausreichende Ertragssteigerung, ohne die starke "kal"-Gefährdung der heutigen Bestände. Dadurch wird auch die Erhaltung einer vielseitig zusammengesetzten Vegetationsnarbe gefördert, mit allen günstigen Auswirkungen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Viehs (vgl. KLAPP 1959, AEHNELT 1973).

- 2) Die Verwendung einheimischer oder archäophytischer Gräser, die an das Klima angepaßt sind, bei Neuansaat. Da unter dem isländischen Klima eine Samenvermehrung in ausreichendem Maße nicht möglich ist, sollte man in Island gewonnenes Saatgut in anderen Ländern, etwa Dänemark, vermehren. Auch die züchterische Bearbeitung von Grünlandarten sollte ausschließlich in Island selbst durchgeführt werden, um die Klimaanpassung nicht verloren gehen zu lassen.
- 3) Erhaltung einer geschlossenen Vegetationsnarbe, um der Winderosion besonders auf den Lösshöden vorzubeugen. Hierzu ist die Vor- und Nachweide mit Schafen unbedingt zu unterlassen.
- 4) Sorgfältige Vorbereitung von zu kultivierenden Moorstandorten.
- 5) Allgemein eine sorgfältige Auswahl der Bearbeitungsmethoden, besonders auch hinsichtlich der Art und Größe der verwendeten Maschinen.

Zusätzlich ist zu überlegen, wie die nicht bewirtschafteten Weideflächen für Schafe durch ein organisiertes Management und eine behutsame Düngung in ihrer Ertragsfähigkeit gesteigert und wie wenigstens ein Teil der erodierten Flächen wieder begrünt werden können. Versuche dieser Art werden in Island bereits durchgeführt (vgl. z.B. RUNÓLFSSON 1973, Landnýtingar- og landgræðslunefnd 1974), doch scheinen mir Methoden und Düngermengen teilweise nicht an die Verhältnisse angepaßt zu sein (vgl. SCHWABE 1979). Schließlich ist an eine Ausweitung des Feldfutterbaues zu denken, wobei aber das Problem der Winderosion wieder besondere Beachtung verlangt.

Literatur

- AHNELT E., 1973: Fütterung auf Fruchtbarkeit und landwirtschaftliche Intensivierung. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 15/16: 252-258.
- BLÜTHGEN J., 1966: Allgemeine Klimageographie. 2. Aufl. Berlin (de Gruyter): 720 S.
- BÖTTCHER H., 1971: Some remarks on the vegetation of South-Icelandic cultivated hayfields and their damages by "winterkilling" ("kal"). Rep. Res. Inst. Neðri Ás, Hveragerði (Iceland) 9: 1-28.
- BÖTTCHER H., 1979: Zur Entstehungsgeschichte isländischer Grünlandgesellschaften. In: (Ed. Wilmanns O., Tüxen R.): Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationsk. Rinteln 1978: 469-482.
- BNatSchG (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, Bundesnaturschutzgesetz) vom 20.12.1976. Bonn (Bundesmin. Ernähr. Landw. Forst.).
- CREUTZBURG N., HABBE K.A., 1966: Klimatypen der Erde. In: (BLÜTHGEN J., 1966) Allg. Klimageographie. 2. Aufl. Berlin (de Gruyter).
- ELLENBERG Ch., ELLENBERG H., 1969: "Kal" - Das Kahlwerden von Kulturwiesen Islands als ökologisches Problem. Ber. Forschungsstelle Neðri Ás, Hveragerði (Iceland) 3: 1-47.
- ELLENBERG H. et al., 1971: Zur Kartenübersicht der Kahlschäden an den Kulturwiesen Islands im Jahre 1969. Ber. Forschungsstelle Neðri Ás, Hveragerði (Iceland) 7: 1-22.
- EMILSSON S., 1931: Lössbildung auf Island. Soc. Sc. Island. 11: 1-19.
- EYTHORSSON J., SIGTRYGGSSON H., 1971: The climate and weather of Iceland. Zoology of Iceland 1(3): 1-62.
- FRÍÐRIKSSON S., 1954: Rannsóknir á kali túna. (Winter injury of plants in Icelandic hayfields). Rep. B 7 Univ. Res. Inst. Reykjavík (Dept. Agric.): 1-72.
- FRÍÐRIKSSON S., 1967: Gras og grasnýtjar. [Gras und Grasnutzung.] Andvari 1967: 198-221.
- GRAHMANN R., 1939: Der isländische Moldlöß. Forsch. u. Fortschr. 15: 161-162.
- Hagstofa Íslands, 1976: Tölfræðihandbók 1974. (Statistical abstract of Iceland 1974). Hagskýrslur Íslands II, 63.
- IWAN W., 1937: Über Löß und Flugsand in Island. Z. ges. Erdk. 1937: 177-194.
- JÓHANNESSON B., 1960: The soils of Iceland. Rep. B 13 Univ. Res. Inst. Reykjavík (Dept. Agric.): 1-140.
- KLAPP E., 1959: Wege zur Verbesserung des Grünlandes. Forsch. u. Beratung B 2: 1-155.
- KÖRNER C., 1980: Zur anthropogenen Belastbarkeit der alpinen Vegetation. Verh. Ges. f. Ökologie 8. Landnýtingar- og landgræðslunefnd, 1974: Landgræðsluáætlun 1974-1978. [Landrekultivierungsplan 1974-1978]. Reykjavík: 211 S.
- NYGÅRD I.J., 1959: Jarðvegskort af Íslandi. (Soil map of Iceland). In: (JÓHANNESSON B., 1960) The soils of Iceland. Rep. B 13 Univ. Res. Inst. Reykjavík (Dept. Agric.)
- RAGNARSSON H., 1977: Um skógræktarskilyrði á Íslandi. [Über Waldbaubedingungen in Island.] In: Skógmál. Reykjavík (Edda hf.): 224-247.
- RUNÓLFSSON S., 1973: Landgræðsla og landnýting. [Landrekultivierung und Landnutzung.] In: Landnýting. Rit Landverndar 3: 72-78.

- SCHWABE G.H., 1979: Diskussionsbeitrag zu H. Böttcher, 1979 (siehe dort).
- THÓRARINSSON S., 1961: Population changes in Iceland. Geogr. Rev. 51: 519-533.
- TROLL C., PAFFEN KH., 1964: Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. Erdkunde 18: 5-28.
- TROLL C., PAFFEN KH., 1965: Jahreszeitenklimate der Erde. In (Ed. LANDSBERG H.E., LIPPMANN H., PAFFEN KH., TROLL C.) Weltkarten zur Klimakunde. 2. Aufl. Berlin/Heidelberg/New York (Springer). [Außerdem in: (BLÜTHGEN J., 1966) Allg. Klimageographie. 2. Aufl. Berlin (de Gruyter)]
- TROLL C., 1973: Rasenabschälung (turf exfoliation) als periglaziales Phänomen der subpolaren Zonen und der Hochgebirge. Z. Geomorph. N.F., Suppl. 17: 1-32.
- TÜXEN R., BÖTTCHER H., 1969: Weide- und Wiesen-Gesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea) in Südwest-Island. Ber. Forschungsstelle Neðri Ás, Hveragerði (Island) 1: 1-31.
- WISSMANN H.v., 1966: Die Klimate der Erde. In: (BLÜTHGEN J., 1966) Allg. Klimageographie. 2. Aufl. Berlin (de Gruyter).

Adresse:

Hans Böttcher
Ostermunzeler Straße 8
D-3013 Barsinghausen 8 (Barrigsen)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [8_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Böttcher Hans

Artikel/Article: [Der anthropogene Einfluß auf die nachhaltige Nutzungsfähigkeit isländischer Rasengesellschaften unter den klimatischen, edaphischen und historischen Gegebenheiten 213-219](#)