Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Wien 1975.

PRODUKTIONSÖKOLOGIE ALPINER ZWERGSTRAUCHBESTÄNDE AUF DEM PATSCHERKOFEL BEI INNSBRUCK

W. LARCHER

Abstract

Short report on the IBP-project: "Alpine dwarf shrub heath Mt. Patscherkofel": Aim of these investigations in the Tyrolean Central Alps is to analyse the energy budget and the dry matter production of various plant communities in dependence of environmental conditions.

Im Jahre 1969 wurde als Beitrag zum Internationalen Biologischen Programm am Institut für Allgemeine Botanik der Universität Innsbruck begonnen, die Stoffproduktion und die Energieausnützung von Zwergstrauchbeständen oberhalb der Waldgrenze auf dem Patscherkofel bei Innsbruck zu bestimmen und zu analysieren. Inzwischen sind die Messungen so weitgehend abgeschlossen, daß daran gegangen werden kann, das gewonnene Datenmaterial integral auszuwerten und ökologische Modelle zu erstellen.

Die Untersuchungen wurden in einer *Vaccinienheide* in 1980 m MH, einer dichten *Loiseleuriaheide* in 2000 m MH und in einem offenen *Loiseleurietum* in 2175 m MH ausgeführt. Durch diese Auswahl hofften wir die Produktionsverhältnisse im alpinen Zwergstrauchgürtel in voller Variationsbreite zu erfassen: Die Probefläche „*Vaccinienheide*" liegt am Unterrand des Zwergstrauchgürtels und gehört noch der subalpinen Stufe an, die Probefläche „*Loiseleurietum*" bildet die Obergrenze des Zwergstrauchgürtels auf dem Patscherkofel. Die Probefläche „*Loiseleuriaheide*" (in 2000 m MH) befindet sich im unteren Bereich des Zwergstrauchgürtels, wo je nach Geländegestaltung, Schneelage und Mikroklima Spalierheiden, Beerenheiden und Alpenrosengebüsch kleinräumig zur Vorherrschaft gelangen. Dieser Bestand ist optimal entwickelt, besonders homogen aufgebaut und bodendeckend. Nähere Angaben über die Probeflächen, Klima und Boden findet man bei LARCHER, CERNUSCA & SCHMIDT 1973; LARCHER, SCHMIDT, GRABHERR & CERNUSCA 1973 und LARCHER, CERNUSCA, SCHMIDT, GRABHERR, NÖTZEL & SMEETS.

Die *Problemstellung* des Forschungsprogrammes war auf die allgemeine Zielsetzung des IBP — den weltweiten Vergleich der Produktivität der Pflanzendecke — abgestimmt, im Einzelnen jedoch durch die traditionelle, vergleichend ökophysiologische Arbeitsweise des Innsbrucker Botanischen Instituts geprägt. Besonders bei der Auswahl geeigneter Versuchsbestände und Standortstypen konnte von Erfahrungen ausgegangen werden, die durch jahrzehntelange Forschungsarbeit Innsbrucker Ökophysiologen bereits vorlagen (PISEK 1971).

Zur Analyse des Energiehaushalts alpiner Zwergstrauchheiden und als Grundlage für die Kenntnis der Umweltabhängigkeit von Produktionsprozessen und anderen ökologisch wichtigen Funktionen wie z.B. Wasserverbrauch und klimatische Belast-

barkeit wurde neben meteorologischen Standardmessungen das Mikroklima und das Verteilungsmuster klimatischer Standortfaktoren in den Beständen mehrere Jahre registriert. Das umfangreiche meteorologische und ökophysikalische Meßprogramm plante, überwachte und verarbeitete ALEXANDER CERNUSCA. Der Phytomassevorrat und die Nettoprimärproduktion der Bestände wurde mit Hilfe der Erntemethode 3 Jahre lang von LISELOTTE SCHULZ-SCHMIDT bestimmt. Das geerntete und sortierte Pflanzenmaterial wurde zur Feststellung des Energievorrats kalorimetriert und außerdem chemisch analysiert, um über den Mengenanteil von Kohlenhydraten, Eiweiß und Fetten sowie den Gehalt an Mineralstoffen Aufschluß zu bekommen. Die organisch-chemischen Analysen führten ELKE NÖTZEL und ANGELIKA TSCHAGER aus; die Aschenanalysen. die NICO SMEETS übernommen hat, sind noch im Gange und werden als Unterlagen für die Abschätzung einer Mineralstoffbilanz der Bestände dienen. Parallel zu den produktionsökologischen Untersuchungen wurden durch GEORG GRABHERR, FRIEDA HUBER und EMMA MAURER Laboratoriumsanalysen der Faktorenabhängigkeit von Photosynthese und Respiration als Grundvorgänge des Kohlenstoffhaushaltes und der Trockensubstanzbildung ausgeführt. Mit der Analyse des Wasserhaushalts von Einzelpflanzen und Bestandesausschnitten hat sich CHRISTIAN KÖRNER befaßt. Dabei wurde vor allem die vom Mikroklima und vom Wasserzustand abhängige Regulation der Spaltweite bestimmt, die ja entscheidend die CO_2-Diffusion und damit die photosynthetische Kohlenstoffaufnahme beeinflußt. Wirkungen von Kälte- und Hitzestreß auf das Photosynthesevermögen von Zwergsträuchern und krautigen Pflanzen der alpinen Stufe wurden von HELMUT BAUER und JOHANNA WAGNER untersucht. Die Klimaresistenz der alpinen Zwergsträucher war teilweise aus früheren Arbeiten (LARCHER 1957; PISEK, LARCHER, PACK & UNTERHOLZNER 1968; PISEK & SCHIESSL 1947; ULMER 1935) bekannt, ergänzende Messungen wurden durch GESINE MEYER und W. LARCHER ausgeführt.

Die angewendeten *Meßverfahren* sind in Kürze bei (LARCHER, CERNUSCA & SCHMIDT 1973) dargestellt; Erfahrungen im Laufe der Programmausführung haben zu einer Reihe von Verbesserungen und Neuentwicklungen geführt, über die z.T. selbständige Publikationen vorliegen (CERNUSCA 1968; CERNUSCA & MOSER 1969; CERNUSCA & CERNUSCA 1972; CERNUSCA 1973; CERNUSCA & CERNUSCA 1975a, b). In der Methodik strebten wir größtmögliche Arbeitsökonomie dadurch an, daß Freilandmessungen und Laboratoriumsanalysen einander ergänzen sollten. Die Laboratoriumsuntersuchungen wurden so breit angelegt, daß sie das Datenmaterial für typisierende Verallgemeinerungen und damit für Aussagen liefern konnten, die nicht nur für einen bestimmten Meßplatz oder Meßzeitpunkt gültig sind. Natürlich müssen aus Laboratoriumsdaten gewonnene Teilmodelle durch Direktmessungen am Standort verifiziert werden, dies kann nun gezielt und daher zeitsparend geschehen.

Als wesentlichste Ergebnisse sind hervorzuheben:

Das auf die Pflanzen einwirkende Klima wird durch unterschiedliche orographische und edaphische Bedingungen sowie durch unterschiedliche Bestandesstruktur beeinflußt. Durch die Bestandbildung entsteht ein bestandeseigenes Mikroklima (= Bioklima), das sich vom reliefabhängigen Kleinklima (Geländeklima) beträchtlich unter-

scheidet. So weisen z.B. an windgefegten Kanten wachsende *Loiseleuria*spaliere ein – wesentlich wärmeres, feuchteres und windstilleres Bioklima auf als in windgeschützten Mulden vorkommende *Rhododendron*gebüsche. Der Wärmehaushalt der Zwergstrauchbestände hängt von den Austauschwiderständen für fühlbare und latente Wärme, außerdem vom Wasserhaushalt der Pflanzen (Diffusionswiderstände der Spaltöffnungen) ab. *Calluna*bestände verdunsten relativ viel Wasser und verhalten sich hinsichtlich des Wärmehaushaltes wie eine gut mit Wasser versorgte Wiese, die spärlicher transpirierenden *Loiserleuria*bestände verhalten sich wie Wälder und vegetationsfreie Barflecken, wie trockenes Grasland.

In ihrem Stoffhaushalt sind die untersuchten Zwergstrauchbestände stationäre Systeme, deren jährliche Nettoprimärproduktion die jährlichen Verluste zwar ausgleicht, aber auf längere Sicht keinen Biomassezuwachs erbringt. Absolut betrachtet ist die Produktivität alpiner Zwergstrauchbestände etwas größer als jene der arktischen Tundra. Das Photosynthesevermögen alpiner Zwergsträucher ist gut an die in der Vegetationszeit vorherrschenden Temperaturen angepaßt; Arten, die wie *Loiseleuria procumbens* und *Arctostaphylos uva ursi* thermisch besonders belastete Standorte (große Tagesamplitude der Bestandestemperatur, bei starker Einstrahlung Erhitzung bis über 40°C) besiedeln, weisen über einen breiten Temperaturbereich hohe Photosyntheseraten auf. Der respiratorische Betriebsaufwand der alpinen Zwergstrauchheide ist wegen des dominierenden Massenanteils nicht assimilierender v.a. unterirdischer Organe erheblich und beträgt etwa 73-76% der berechneten Bruttoproduktion.

Infolge des großen Anteils immergrüner Ericaceen ist die Biomasse besonders reich an Rohfaser und Fett. Letzteres bedingt auch den auffallend hohen Kaloriengehalt dieser Bestände. Mineralstoffgehalt und Mineralstoffzusammensetzung der alpinen Zwergstrauchheide weisen große Ähnlichkeit mit der arktischen Zwergstrauchtundra auf (N-Ca/K-Typ nach BAZILEVICH, RODIN & ROZOV 1971).

Zwergsträucher oberhalb der Waldgrenze sind in erster Linie durch Austrocknung bei gefrorenem Boden und Schneemangel, in zweiter Linie durch vorzeitige Herbstfröste gefährdet. Überhitzung auf südwestgeneigten Hängen dürfte keine unmittelbare Gefahr für die Zwergsträucher darstellen, wohl aber ist, besonders im Spätsommer, eine hitzebedingte Leistungseinschränkung der Photosynthese zu erwarten. Im Sommer ist stets ausreichend Wasser im Boden verfügbar. Jedoch verursachen Wind und niedrige Luftfeuchtigkeit häufig Spaltenschluß sodaß dadurch mit bedeutenden Einbußen des CO_2-Erwerbs zu rechnen ist.

Alle bisher gewonnenen Meßdaten werden nun für *Modellrechnungen* verwendet und zu Teilmodellen des Energiehaushalts, der Stoffproduktion und des Wasserhaushalts der verschiedenen Bestände zusammengefaßt. Nach Kontrollmessungen im Freiland werden schließlich die verifizierten Teilmodelle zu einem Gesamtmodell führen, das die Ökologie alpiner Zwergstrauchbestände integral beschreiben soll.

Publikationen über das Forschungsprojekt „Alpine Zwergstrauchheide Patscherkofel"

CERNUSCA, A. (1968): Der Einsatz automatischer Datenerfassungssysteme für klimaökologische Untersuchungen im Rahmen der Produktivitätsforschung. *Photosynthetica* 2: 238–244.

CERNUSCA, A. & MOSER, W. (1969): Die automatische Registrierung produktionsanalytischer Meßdaten bei Freilandversuchen auf Lochstreifen. *Photosynthetica* 3: 21–27.
CERNUSCA, A. (1972): Zur Frage der Meßhäufigkeit von Mikroklimamessungen bei Ökosystemanalysen. *Oecologia* 9: 113–122.
CERNUSCA, A. & CERNUSCA, G. (1972): Ein batteriebetriebenes Meßgerät für die elektrische Registrierung von Verdunstung oder Taufall. *Centralbl. Ges. Forstw.* 89: 61–74.
CERNUSCA, A. (1973): Einsatz mobiler Meßeinrichtungen in der Okosystemanalyse. In: H. ELLENBERG (ed.): Ökosystemforschung, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 195–201.
CERNUSCA, A. & CERNUSCA, G. (1975a): Ein Schreiber für 6 Meßstellen mit Meßwertintegration und Datenspeicherung auf Lochstreifen. *Wetter und Leben* 27 (im Druck).
CERNUSCA, A. & CERNUSCA, G. (1975b): Ein automatischer Wasserstands-Niveaugeber für die elektrische Messung von Verdunstung, Evapotranspiration oder Niederschlag. *Wetter und Leben* 27 (im Druck).
CERNUSCA, A. (1976): Bestandesstruktur, Bioklima und Energiehaushalt von alpinen Zwergstrauchbeständen. *Oecologia plantarum* 11 (im Druck).
CERNUSCA, A. (1976): Energie- und Wasserhaushalt eines alpinen Zwergstrauchbestandes während einer Föhnperiode. *Arch. Met. Geod. Biokl. B,* (im Druck).
GRABHERR, G. (1974): Beiträge zur Ökophysiologie von *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.; Dissertation Innsbruck.
HUBER, F. (1974): Respiratorischer Kohlenstoffverbrauch alpiner Zwergstrauchheiden. Diplomarbeit Innsbruck.
JASCHKE, W. (1972): Blattflächenentwicklung, Blattflächenindex und Schichtung der Assimilationsflächen in einem alpinen Loiseleurietum. Diplomarbeit Innsbruck.
KÖRNER, Ch. & CERNUSCA, A. (1976): A semi-automatic self-recording diffusion porometer and its performance under alpine field conditions. *Photosynthetica* 10 (im Druck).
LANSER, E. (1972): Blattflächenentwicklung und Blattflächenverteilung in einem alpinen Vaccinietum. Diplomarbeit Innsbruck.
LARCHER, W., CERNUSCA, A. & SCHMIDT, L. (1973): Stoffproduktion und Energiebilanz in Zwergstrauchbeständen auf dem Patscherkofel bei Innsbruck. In: H. ELLENBERG (ed.): Ökosystemforschung, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 175–194.
LARCHER, W., SCHMIDT, L., GRABHERR, G. & CERNUSCA, A. (1973): Plant biomass and production of alpine shrub heaths at Mt. Patscherkofel, Austria. In: L.C. BLISS & F.E. WIELGOLASKI (ed.): Primary Production and Production Processes, Tundra Biome. Swedish IBP Comm., Stockholm, 65–74.
LARCHER, W., SCHMIDT, L. & TSCHAGER, A. (1973): Starke Fettspeicherung und hoher Kaloriengehalt bei *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. *Oecol. Plant.* 8: 377–383.
LARCHER, W., CERNUSCA, A., SCHMIDT, L., GRABHERR, G., NÖTZEL, E. & SMEETS, N. (1975): Mt. Patscherkofel. In: T. ROSSWALL & O.W. HEAL (ed.): Structure and Function of Tundra Ecosystems. Ecol. Bull. 20, Swedish Natural Sci. Res. Counc. Stockholm.
NÖTZEL, E. (1975): Kohlenhydrat- und Stickstoffgehalt von *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. im Jahresverlauf. Dissertation Innsbruck.
SCHMIDT, L. (1974): Stoffproduktion und Energiehaushalt von alpinen Zwergstrauchgesellschaften. Dissertation Innsbruck.
STAUD, J. (1975): Die Strahlungsverhältnisse in Gemsheidenbeständen. Diplomarbeit Innsbruck.
WAGNER, J. (1975): Inaktivierung der Photosynthese von Gebirgspflanzen durch Extremtemperaturen. Diplomarbeit Innsbruck.

Sonstige im Text zitierte Literatur

BAZILEVICH, N.I., RODIN, L.Y. & ROZOV, N.N. (1971): Geographical aspects of biological productivity. Soviet Geography (Rev. and Transl.) Amer. Geogr. Soc. New York.
LARCHER, W. (1957): Frosttrocknis an der Waldgrenze und in der alpinen Zwergstrauchheide auf dem Patscherkofel bei Innsbruck. *Veröff. Ferdinandeum Innsbruck* 37: 49–81.
PISEK, A. (1971): Zur Geschichte der experimentellen Okologie. *Ber. dtsch. bot. Ges.* 84: 365–379.

PISEK, A., LARCHER, W., PACK, I. & UNTERHOLZNER, R. (1968): Kardinale Temperaturbereiche der Photosynthese und Grenztemperaturen des Lebens der Blätter verschiedener Spermatophyten. II. Temperaturmaximum der Nettophotosynthese und Hitzeresistenz der Blätter. *Flora B* 158: 110–128.

PISEK, A. & SCHIESSL, R. (1947): Die Temperaturbeeinflußbarkeit der Frosthärte von Nadelhölzern und Zwergsträuchern an der alpinen Waldgrenze. *Ber. naturwiss.-med. Ver. Innsbruck* 47: 33–52.

ULMER, W. (1935): Über den Jahresgang der Frosthärte einiger immergrüner Arten der alpinen Stufe, sowie der Zirbe und der Fichte. *Jb. wiss. Bot.* 84: 553– 592.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. W. LARCHER, Institut für Allgemeine Botanik, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 5_1976

Autor(en)/Author(s): Larcher Walter

Artikel/Article: Produktionsökologie alpiner Zwergstrauchbestände auf dem Patscherkogel bei Innsbruck 3-7