

# Experimentelle Untersuchungen an zwei Charakterarten der Eisseggenflur des Feldberges (*Carex frigida* ALL. und *Soldanella alpina* L.)

von

ARNO BOGENRIEDER & HERBERT WERNER

## Kurzfassung

*Carex frigida* zeigt bei sinkenden Temperaturen im Wurzelraum einen starken Rückgang der Wüchsigkeit; das Optimum der Nährlösungskonzentration verschiebt sich dabei zu höheren Werten. Bei der Wuchsleistung und der Neigung zur Ausläuferbildung bestehen signifikante Unterschiede zwischen Pflanzen aus den Alpen und vom Feldberg.

*Soldanella alpina* kann bereits bei Temperaturen um den Gefrierpunkt mit hoher Effektivität assimilieren, die Temperaturkurve der Photosynthese zeigt eine sehr gute Anpassung dieser Pflanze an die Temperaturbedingungen ihres Standortes. Wahrscheinlich kann *Soldanella alpina* unter einer dünnen Schneedecke bei ausreichender Lichtintensität noch Stoffgewinn erzielen.

## Summary

In *Carex frigida* a considerable decrease in growth is shown with decreasing temperature in the area of the roots. At the same time optimal concentrations for the nutrient solution rise. Plants from the Alps and from the Feldberg (Black Forest) show significant differences with respect to their growth capacity and tendency to form stolons.

*Soldanella alpina* shows very effective assimilation even at temperatures around zero. The temperature curve for photosynthesis shows that this plant is very well adapted to the temperature conditions at its habitat. *Soldanella alpina* can probably show a net production of metabolites under a light snow cover provided the light intensity is sufficient.

## 1. Einleitung

Am Feldberg (1493 m), dem höchsten Berg des Schwarzwaldes, fallen außergewöhnlich hohe Niederschlagsmengen. Fast 2000 mm beträgt der Jahresdurchschnitt auf der Leeseite des Kammes. Eine große Zahl von Quellen, vor allem auf der Nord- und Ostseite des Bergrückens, künden vom Niederschlagsreichtum dieses Gebietes.

Das Wasser der Quellen ist sauerstoffreich und kalt, der jahreszeitliche Temperaturgang gering. Selbst im Hochsommer übersteigt die Temperatur in vielen Quellen kaum einmal 5–7° C (vergl. KAMBACH & WILMANN 1969, MÜLLER 1948), die Wassertemperatur liegt damit nur wenig über der Jahresdurchschnittstemperatur von 2,8° C. Es handelt sich bei diesen Quellsümpfen also um ausgesprochen kaltstenotheime Standorte, deren niedrige Substrattemperatur der Jahresdurchschnittstemperatur des Feldberggipfels ziemlich nahe kommt.

Solche Bedingungen sind für das Wachstum höherer Pflanzen recht ungünstig. Tatsächlich findet man in den Quellfluren um die kältesten Wasseraustrittsstellen nur noch wenige Phanerogamen, den Aspekt bestimmen hier vielmehr die Moose. Ohne die beschattende



Abb. 1. Die Eis-Segge, *Carex frigida* All. (Phot. RASBACH)

Konkurrenz der höheren Pflanzen können sie sich optimal entwickeln; offenbar sind sie dem kalten Substrat besser gewachsen.

Mit steigender Entfernung von der Quelle erwärmt sich das Wasser allmählich, die höheren Pflanzen übernehmen wieder die Vorherrschaft. Wo das Wasser sich nicht sofort in kleinen Rinnsalen sammelt, sondern den Boden unterhalb der Wasseraustrittsstellen flächig durchsickert, ist der mineralische Boden in der Regel von einer mehr oder weniger mächtigen Torfschicht überdeckt. Dies deutet an, daß in dem immer noch kühlen, durch den Wasserabschluß gelegentlich wohl auch sauerstoffarmen Substrat die Zersetzungsgeschwindigkeit nicht in der gleichen Weise zunimmt wie die Biomasseproduktion der höheren Pflanzen. Hier befinden wir uns bereits im Bereich der Flachmoore, deren Vegetation am Feldberg durch eine Reihe von Glazialrelikten, wie z. B. Blauer Sumpfstern (*Swertia perennis*), Alpenhelm (*Bartsia alpina*) oder Dorniger Moosfarn (*Selaginella selaginoides*) ganz besonders reich und charakteristisch ist.

Zwischen die Vegetation der Quellsümpfe und den Braunseggensumpf der Flachmoore (*Bartsio-Caricetum fuscae*) schiebt sich häufig eine Pflanzengesellschaft, die floristisch und standörtlich zwischen den beiden Anschlußgesellschaften vermittelt: die Eisseggenflur (*Caricetum frigidae*) (vergl. OBERDORFER 1956). Charakterisiert wird diese Gesellschaft in erster Linie durch die namensgebende Eis-Segge (*Carex frigida*, Abb. 1) und durch das „Wahrzeichen“ der Feldbergflora, die Alpen-Troddelblume (*Soldanella alpina*, Abb. 2).

Zwar greift die Alpen-Troddelblume einerseits auch hinüber in die Flachmoore, und fehlt

andererseits der stärker durchrieselten Ausbildung des Caricetum frigidae; im langsam durchrieselten Flügel dieser Gesellschaft ist sie jedoch ganz besonders häufig.

*Carex frigida* gilt als „Kaltwasserspezialist“. In der Tat muß die Pflanze eine gewisse Resistenz gegen kaltes Substrat besitzen, ihr Vorkommen in den kühlen Rieselfluren beweist das. Doch war uns bei der Kartierung ihres Vorkommens am Feldberg (BOGENRIEDER & WILMANN 1968) aufgefallen, daß die Pflanze praktisch nie in die eigentlichen Quellfluren eindringt. (*Soldanella alpina* tut dies gelegentlich durchaus.) Wie ist das zu erklären? Sollte selbst bei diesem „Kaltwasserspezialisten“ die Temperatur des Substrats begrenzend wirken?

Diese Frage war mit pflanzensoziologischen Methoden nicht weiter zu klären, wir entschlossen uns deshalb, die Pflanzen aus Samen zu ziehen und das Problem unter den kontrollierten Bedingungen des Labors anzugehen.

Ähnliche Überlegungen muß man bei der Alpen-Troddelblume anstellen. Die Pflanze ist niederwüchsig und konkurrenzschwach. Warum ist sie an diesen kalten und lange (5–7 Monate) schneebedeckten Standorten der Konkurrenz gewachsen? Freilandbeobachtungen geben hier erste Hinweise: Unmittelbar nach der Schneeschmelze findet man bereits graugrüne, aus dem Vorjahr stammende Blätter, die einen durchaus intakten Eindruck machen. Die Pflanze stirbt also im Herbst nicht vollständig ab, sondern überwintert mit einigen Blättern unter dem Schutz der Schneedecke. Solange die Schneehöhe 10–20 cm nicht übersteigt, ist die Lichtintensität nach CURL et al. (1972) unter einer solchen Schneedecke aber unter Umständen durchaus für einen positiven Stoffgewinn ausreichend. Allerdings wird die Photosynthese bei „normalen“ Pflanzen mit sinkender Temperatur schnell gering, selbst bei Nivalpflanzen hat MOSER (1973) ein überaus deutliches Nachlassen der Photosynthese bei Annäherung an den Gefrierpunkt gefunden. Wenn also die Verlängerung der Vegetationsperiode unter der Schneedecke eine Rolle spielen sollte, dann müßte sich dies in der Temperaturkurve der Photosynthese deutlich abzeichnen. Wie verhält sich in dieser Beziehung *Soldanella alpina*? Läßt sich in der Temperaturkurve dieser Pflanze eine besondere



Abb. 2. Die Alpen-Troddelblume, *Soldanella alpina* L. (Phot. RASBACH)

Standortseignung erkennen? Auch diese Frage haben wir versucht, mit Laborexperimenten zu klären.

Bei unseren Versuchen hat noch ein weiterer Aspekt eine Rolle gespielt, nämlich die Frage nach einer möglicherweise beginnenden differentiellen Entwicklung zwischen Alpen- und Feldbergpflanzen. In früheren Untersuchungen (BOGENRIEDER 1972, 1974) hatten sich nämlich bei 5 untersuchten Glazialrelikten des Feldbergs durchweg mehr oder minder deutlich ausgeprägte Unterschiede zu den Herkünften aus den Alpen gezeigt. Wir haben deshalb unsere Untersuchungen jeweils parallel auch an Material aus den Alpen durchgeführt, einerseits um das Bild von der Ökotypenbildung im Splitterareal am Feldberg weiter zu vervollständigen, andererseits um einen ersten Eindruck zu bekommen, ob unsere Ergebnisse für die gesamte Spezies von *Carex frigida* bzw. *Soldanella alpina* repräsentativ sind.

## 2. Methoden

### 2.1 Die Wüchsigkeit von *Carex frigida* bei niedriger Substrattemperatur

Für diese Versuche wurde eine Hydrokulturapparatur mit zwei getrennten Umlaufsystemen für die Nährlösung und das umgebende Temperierungsbad entwickelt (Abb. 3). Die Pflanzen wurzelten dabei einzeln in Kunststoffröhren, die mit Vermiculite als Trägerstoff gefüllt waren und von einer Nährlösung nach HOAGLAND & SNYDER durchrieselt wurden (BAUMEISTER & KLOOS 1974). Nährlösungssystem und Kulturröhren waren dabei vollständig von thermostatisierter Badflüssigkeit umgeben, die Temperaturabweichungen im Wurzel-

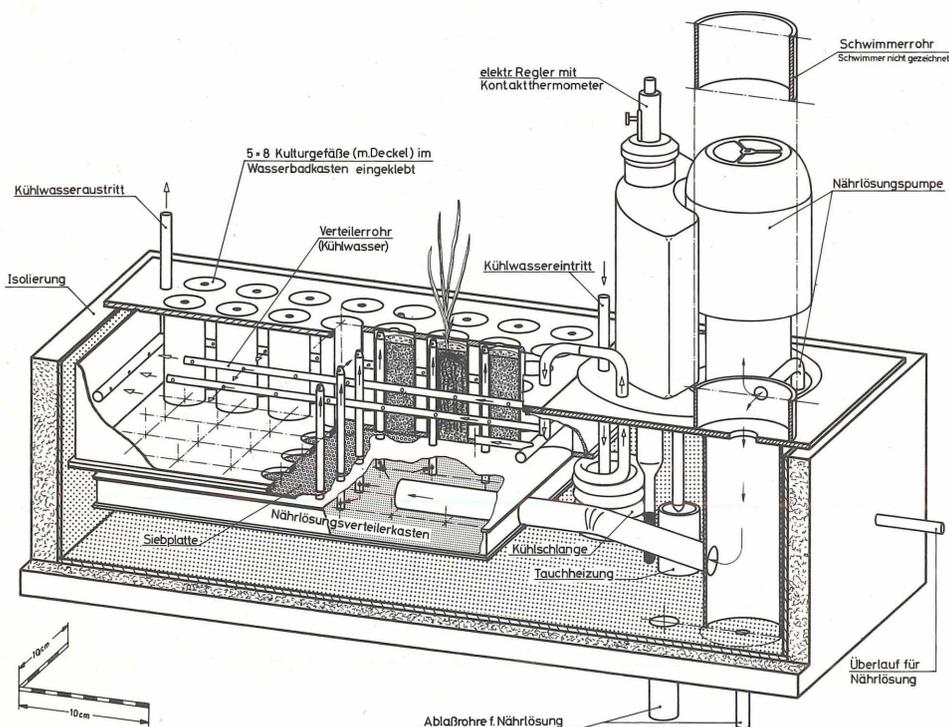


Abb. 3. Hydrokulturanlage mit regelbarer Substrattemperatur.

raum konnten dadurch kleiner als  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  gehalten werden (WERNER 1973). Die Aufzucht der Pflanzen erfolgte in klimatisierten Phytokammern bei einer rel. Luftfeuchte von 80% und einer Umgebungstemperatur von  $20^\circ\text{C}$ . Substrattemperatur und Nährlösungskonzentration sind bei der Darstellung der Ergebnisse ersichtlich.

Die Samen von *Carex frigida* (Herkunft Feldberg zwischen 1300 und 1350 m bzw. Stubai Alpen 1500–1700 m) keimten in Glasdosen auf Papier. Unmittelbar nach der Keimung wurden die Jungpflanzen zu je 40 in das Hydrokultursystem eingepflanzt und 33 Tage bei den beschriebenen Bedingungen kultiviert. Als Maß für die erreichte Endgröße dient das Trockengewicht der oberirdischen Pflanzenteile

### 2.2 Die Temperaturkurve der Photosynthese bei *Soldanella alpina*

Auch für diese Versuche mußte eine geeignete Anlage, insbesondere eine Meßküvette, erst entwickelt werden. Eine der handelsüblichen Gaswechselmeßanlagen stand damals nicht zur Verfügung; sie wäre ohnehin für tiefe Temperaturen wegen des ausfrierenden Wassers nicht ohne weiteres geeignet.

Ein stark vereinfachtes Schema dieser Anlage zeigt die Abb. 4. Mit ihr war es möglich, bei hoher Temperaturgenauigkeit ( $\pm 0,2^\circ\text{C}$ ) Photosynthese bzw. Dunkelatmung sowohl als Änderung der Sauerstoffkonzentration als auch der  $\text{CO}_2$ -Konzentration in einem Temperaturbereich zwischen ca.  $-10^\circ\text{C}$  und  $+40^\circ\text{C}$  kontinuierlich zu verfolgen. Die Lichtintensität bei der Messung betrug dabei  $5,5\text{ Watt/m}^2$  (ca. 35000 Lux); dieser Wert liegt im Bereich weitgehender Lichtsättigung.

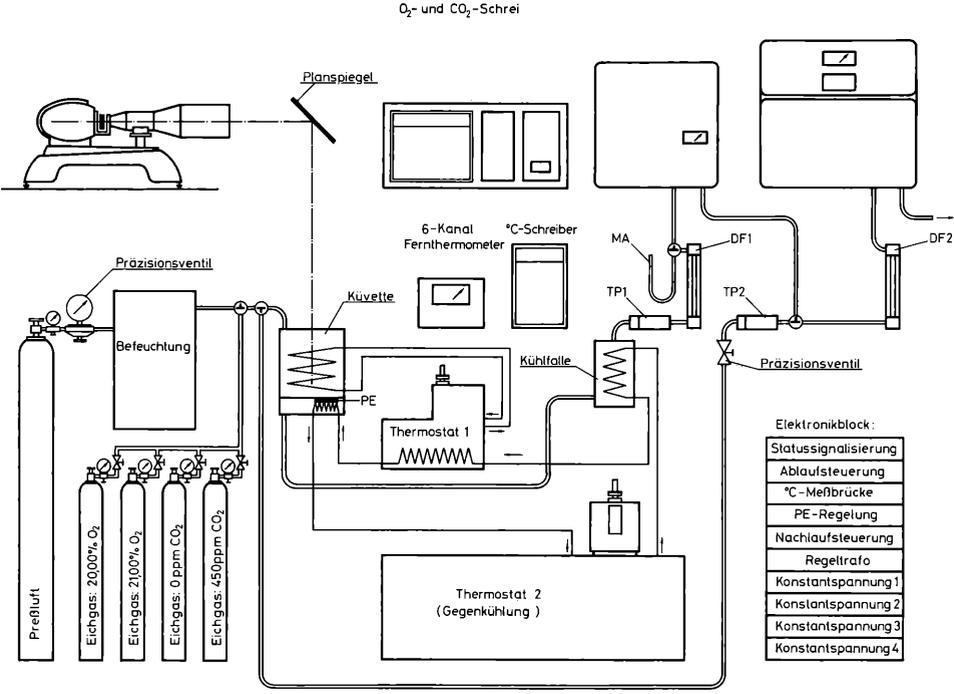


Abb. 4. Schema der Gaswechsel-Meßanlage zur Messung von Dunkelatmung und Photosynthese.

Für die Versuche wurden jeweils vier Pflanzen von *Soldanella alpina* im Alter von 6 Monaten verwendet. Ihre Anzucht erfolgte in Hydrokultur unter den bereits geschilderten Bedingungen. Wegen der starken Blattüberlappungen und Schrägstellungen wurde die Photosynthese nicht auf die Blattfläche bezogen, sondern der Maximalwert jedes Versuchs auf 100 normiert.

Die Ermittlung der Photosynthese- bzw. Atmungskurve erfolgte in einem Zuge im Wechsel von je 80 Minuten Licht und 40 Minuten Dunkel. Bei diesen Zeitintervallen konnte sich die neue Temperatur ausreichend stabilisieren und es wurde einem Nachlassen der Photosyntheseleistung durch zu lange Dauerbestrahlung vorgebeugt. Tatsächlich erwiesen sich die erhaltenen Werte beim Zurückfahren der Temperaturkurve — falls die Pflanzen nicht erfroren waren — als gut reproduzierbar.

### 3. Ergebnisse

Eine Übersicht über die Hydrokulturversuche mit *Carex frigida* bei verschiedener Temperatur zeigt die Abb. 5. In früheren Untersuchungen war ermittelt worden, daß die Nährlösungskonzentration von 12 mmol/l die Optimalkonzentration darstellt; bei schlechterer Nährstoffversorgung wird die Wuchsleistung rasch geringer (BOGENRIEDER 1972). Es ist überraschend, welch starker Zusammenbruch der Produktion hier bereits bei einer Absenkung der Substrattemperatur um 5° C festzustellen ist. Die Wuchsleistung geht unter diesen Bedingungen auf ca. 10% der Ausgangsleistung zurück. Bei 10° C Substrattemperatur (d. h. 10° C Differenz zur Raumtemperatur) gelangten die Pflanzen kaum mehr über das Keimlingsstadium hinaus; dieser Versuch konnte nicht ausgewertet werden.

Auffällig ist ferner, daß sich bei sinkender Substrattemperatur das Nährstoffoptimum offenbar zu höheren Werten verschiebt. Bei 20° C (Raumtemperatur) liegt das Optimum bei der 12 millimolaren Nährlösung (s. o.), bei 15° C bereits beim ca. anderthalbfachen. Allerdings ist hier ebenfalls (wie auch bei 10° C) ein deutlicher Rückgang der Wuchsleistung bei abgesenkter Substrattemperatur festzustellen; der Rückgang ist jedoch prozentual wesentlich geringer als bei der Optimalkonzentration.

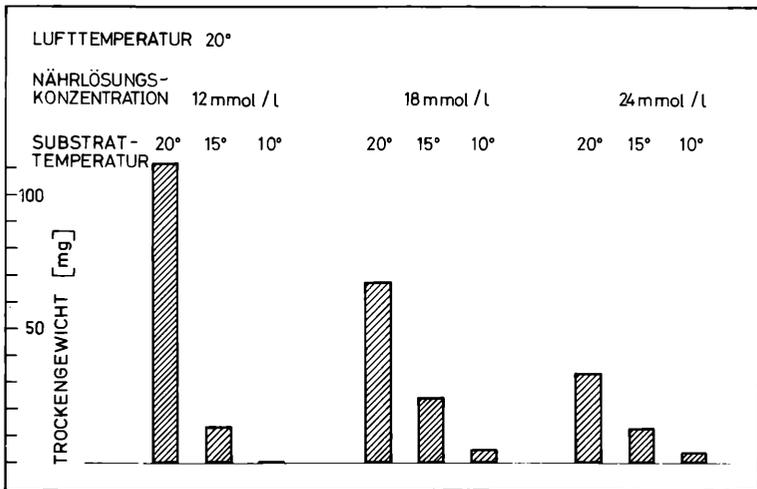


Abb. 5. Das Trockengewicht von *Carex frigida* in Abhängigkeit von der Nährlösungskonzentration und der Substrattemperatur nach 33 Tagen Hydrokultur (Feldbergpflanzen).

Versuchsbedingungen			Ergebnisse				
	Nährlösung		Feldberg		Alpen		Differenz
Vers. Nr.	Konzentration mmol/l	Temperatur C°	Trockengewicht (Mittel) mg	Standard-abweichung	Trockengewicht (Mittel) mg	Standard-abweichung	Signifikanz (t-Test)
1	12	20	112,0	± 24,9	97,7	± 26,5	
2	12	15	13,5	± 2,3	11,7	± 1,9	2 %
3	12	10	(-)	(-)	(-)	(-)	
4	16	20	67,8	± 7,0	63,5	± 12,8	
5	16	15	24,8	± 4,4	12,3	± 2,3	1 %
6	16	10	5,2	± 1,6	6,0	± 1,9	
7	20	20	33,9	± 10,6	30,6	± 11,2	
8	20	15	13,0	± 1,5	9,3	± 2,1	5 %
9	20	10	4,3	± 0,4	3,2	± 0,3	1 %

Tab. 1. Die Trockengewichte von *Carex frigida* nach 33 Tagen Hydrokultur. Raumtemperatur 20° C, Beleuchtungsstärke 18000 Lux. (Bei Versuch 8 Nachttemperatur 15° C.)

Die Tabelle 1 bringt eine Gegenüberstellung der gefundenen Werte mit den Trockengewichten der Alpenpflanzen. Die Tendenz ist bei beiden Herkünften ganz ähnlich: Ein starker Rückgang der Wüchsigkeit bei sinkender Substrattemperatur. Es bestätigt sich allerdings auch eine bereits früher getroffene Feststellung (BOGENRIEDER 1974): Die Wuchsleistung der Feldbergpflanzen ist fast durchweg höher als die der Alpenpflanzen, wahrscheinlich ist dies bereits als Ausdruck unterschiedlicher Ökotypendifferenzierung aufzufassen. Bei den Versuchen 2, 5, 8 und 9 sind die Unterschiede nach dem t-Test signifikant.

Wie in früheren Versuchen (BOGENRIEDER 1974) zeigte sich auch hier wieder ein äußerlich sichtbarer Unterschied der beiden Populationen. Die Neigung zur Ausläuferbildung ist bei den beiden Herkünften deutlich verschieden. Insgesamt hatten die 180 Feldbergpflanzen nach 33 Tagen 92 Ausläufer, die Alpenpflanzen 34. Der Unterschied ist signifikant. Dieses Ergebnis ist nicht nur ein Ausdruck der unterschiedlichen Entwicklungsgeschwindigkeit, die Differenz bleibt auch erhalten, wenn die Alpenpflanzen die Größe der Feldbergpflanzen erreicht haben (vergl. BOGENRIEDER 1972).

Abb. 6 zeigt Photosynthese bzw. Dunkelatmung (ausgefüllte Symbole) von *Soldanella alpina* über einen Temperaturbereich von -5 bis +30° C. Die 5 Versuchsansätze (aus je 4 Pflanzen bestehend) sind durch unterschiedliche Symbole wiedergegeben. Die auffällige Abweichung eines Versuchsansatzes bei Temperaturen unter 7° C (Symbol ◇) ist möglicherweise gerätebedingt. Das Optimum der Photosynthese liegt unter den gewählten Bedingungen zwischen ca. +3 und +8° C, am Gefrierpunkt sinken die Photosynthesewerte auf ca. 80% des Maximalwertes. Zwischen -3° und -4° C bricht die Photosynthese vollständig zusammen, übrigens ist dies gleichzeitig der Punkt, an dem die Blätter erfrieren. Über ca. 10° C beginnt die Netto-Photosynthese ziemlich schnell abzusinken, bedingt offenbar durch das Ansteigen der Atmung. Bei ca. 28° C ist dann der obere Kardinalpunkt der Photosynthese erreicht.

Auf die Wiedergabe der Photosynthesewerte bei den Alpenpflanzen kann hier verzichtet werden. Von -4 bis +20° C stimmen sie mit den Werten der Abb. 6 überein; oberhalb von 20° C deutet sich allerdings eine wesentlich langsamere Photosyntheseabnahme als bei der

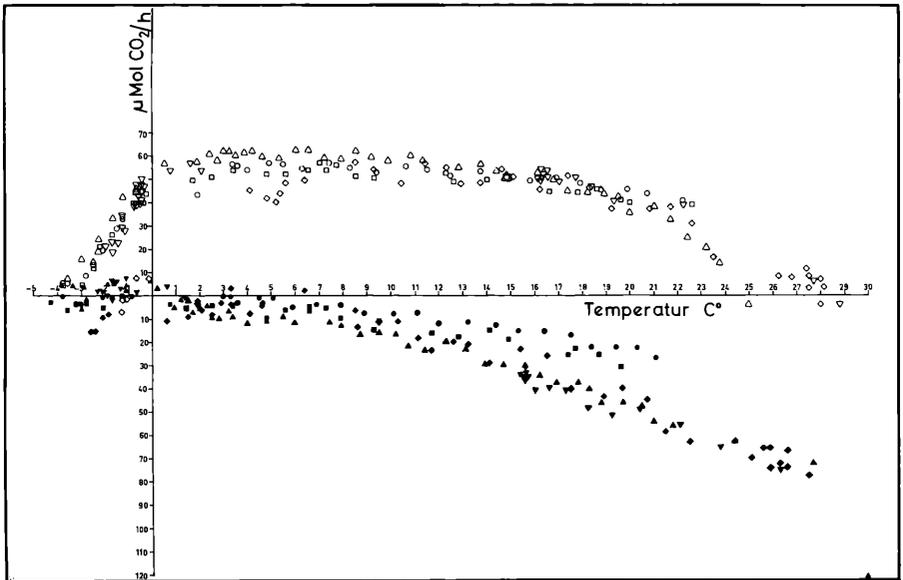


Abb. 6. Photosynthese und Dunkelatmung von *Soldanella alpina* im Temperaturbereich zwischen  $-5^{\circ}\text{C}$  und  $+30^{\circ}\text{C}$  (Feldbergpflanzen).

Feldbergpopulation an, doch ist die Zahl der Parallelversuche (wegen eines technischen Fehlers) noch zu gering für eine gesicherte Aussage (vergl. WERNER 1973). Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß *Soldanella alpina* bis unter den Gefrierpunkt Photosynthese betreiben kann, und daß bereits wenige Grade über dem Nullpunkt maximale Photosyntheseleistung erreicht wird.

## 4. Diskussion

### 4.1 *Carex frigida*

Bei sinkender Substrattemperatur zeigt *Carex frigida* einen starken Rückgang an Wüchsigkeit und Produktion. Wenngleich ein solcher Zusammenhang aufgrund der Freilandbeobachtungen bereits zu erwarten war, so überrascht doch das Ausmaß dieses Einbruchs beim „Kaltwasserspezialisten“ *Carex frigida*. Immerhin fand FIRBAS (1931) bei vielen Hochmoorpflanzen keine Beeinträchtigung der Transpiration bei tiefen Wassertemperaturen. Doch widersprechen diese Ergebnisse unseren Beobachtungen nicht. Wahrscheinlich hat nämlich der starke Produktionsrückgang mit einer Behinderung der Wasseraufnahme durch die Wurzeln nicht viel zu tun. Dafür spricht zum einen die hohe Luftfeuchte bei unserer Anzucht (ca. 80%), andererseits die Tatsache, daß sich das Nährstoffoptimum bei sinkender Substrattemperatur zu höheren Werten verschiebt. Vermutlich spielt also die Beeinträchtigung der Nährstoffaufnahme eher eine Rolle als die Hemmung der — ohnehin passiven — Wasseraufnahme; ein Effekt der sich nur im Langzeitversuch erkennen läßt.

### 4.2 *Soldanella alpina*

Die Temperaturkurve von *Soldanella alpina* spiegelt die ausgezeichnete Anpassung dieser Pflanze an das ganzjährig vom kalten Wasser beeinflusste Klima der bodennahen Luft-

schicht wider. Besonders interessant ist die Tatsache, daß die Pflanzen auch bei Temperaturen um den Gefrierpunkt offenbar noch gut assimilieren können, denn dies ist Voraussetzung für die Ausnützung des Lichts, wie es unter einer nicht allzu dicken Schneedecke vorhanden ist. Wahrscheinlich genießt die Alpen-Troddelblume dadurch im Vergleich zur Konkurrenz im Herbst und Vorfrühling eine um Tage oder Wochen verlängerte Vegetationsperiode; ein Zugewinn, der bei der kurzen Wachstumszeit an diesen lange schneebedeckten Standorten möglicherweise entscheidend ins Gewicht fällt.

Die hier angewandte Bestrahlungsintensität von ca. 35 000 Lux ist recht hoch. MOSER (1973) fand bei seinen Untersuchungen an Nivalpflanzen, daß sich das Optimum der Photosynthese bei Schwachlichtbedingungen zu niedrigeren Temperaturen verschiebt. Es ist deshalb zu erwarten, daß bei den Schwachlichtbedingungen unter einer Schneedecke das Optimum der Photosynthese ziemlich genau mit den dort herrschenden Temperaturen um oder wenig über dem Gefrierpunkt übereinstimmt.

Die recht geringe Frostresistenz von *Soldanella alpina* ist nicht überraschend. An ihrem Wuchsort treten schärfere Fröste praktisch nur in Zeiten hoher Schneesicherheit auf. Während dieser Perioden sind die überdauernden Blätter von einer Schneedecke geschützt, der Standort ist also „frostarm“. In den Grenzwerten der Photosynthese und in der niedrigen Optimaltemperatur ist also die sehr gute Anpassung von *Soldanella alpina* an die kühlen, aber von Extremen freien Temperaturbedingungen ihres Standorts abzulesen.

#### Literatur

- BAUMEISTER, W. & KLOOS, G. (1974): Über die Salzsekretion bei *Halimione portulacoides* (L.). — Flora, **163**: 310—326; Jena.
- BOGENRIEDER, A. (1972): Vergleichende physiologisch-ökologische Untersuchungen an Populationen subalpiner Pflanzen aus Schwarzwald und Alpen. — Diss. Freiburg i.Br. — Auch (1974) Oecol. Plant., **9**: 131—156; Paris.
- BOGENRIEDER, A. & WILMANN, O. (1968): Zur Floristik und Ökologie einiger Pflanzen schneegeprägter Standorte im Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald). — Veröff. Landesst. f. Naturschutz u. Landschaftspf. Baden-Württ., **36**: 7—26; Ludwigsburg.
- CURL, H., HARDY, J.T. & ELLERMEIER, R. (1972): Spectral absorption of solar radiation in alpine snowfields. Ecology, **53**: 1189—1194; Lancaster.
- FIRBAS, F. (1931): Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. — Jb. wiss. Bot., **74**: 457—696; Leipzig.
- KAMBACH, H.-H. & WILMANN, O. (1969): Moose als Strukturelemente von Quellfluren und Flachmooren am Feldberg im Schwarzwald. — Veröff. Landesst. f. Naturschutz u. Landschaftspf. Baden-Württ., **37**: 62—80; Ludwigsburg.
- MOSER, W. (1973): Licht, Temperatur und Photosynthese an der Station „Hoher Nebelkogel“ (3184 m). In: ELLENBERG, H. (Hrsg.): Ökosystemforschung: 203—224; Heidelberg, Berlin, New York (Springer).
- MÜLLER, K. (Herausg.) (1948): Der Feldberg im Schwarzwald. Naturwissenschaftliche, landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und siedlungsgeschichtliche Studien. — 586 S., Freiburg i.Br.
- OBBERDORFER, E. (1956): Die Vergesellschaftung der Eissegge (*Carex frigida* All.) in alpinen Rieselfluren des Schwarzwaldes, der Alpen und der Pyrenäen. — Veröff. Landesst. f. Naturschutz u. Landschaftspf. Baden-Württ., **24**: 452—465; Ludwigsburg.
- WERNER, H. (1973): Zwei Methoden zur Untersuchung ökologischer Eigenschaften bei tiefen Temperaturen: Hydrokulturversuche mit *Carex frigida* und Gaswechsellmessung an *Soldanella alpina*. Staatsexamensarbeit Freiburg i.Br.

Anschrift der Verfasser: Dr. A. BOGENRIEDER, Biologisches Institut II (Geobotanik), Schänzlestr. 1, D-7800 Freiburg i.Br.

H. WERNER, Forstl. Fakultät d. Universität, Amalienstr. 52, D-8000 München

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Bogenrieder Arno, Werner Herbert

Artikel/Article: [Experimentelle Untersuchungen an zwei Charakterarten der Eisseggengflur des Feldberges \(\*Carex frigida\* All. und \*Soldanella alpina\* L.\) 61-69](#)