

Biologisches Institut der Universität Stuttgart  
und Pharmakognostisches Institut der Universität Bonn

## Osmotische Verhältnisse und Zuckergehalte im Jahresgang bei Bäumen Ost-Afghanistans

### II. *Cercis griffithii* und *Pistacia cabulica*<sup>1)</sup>

VON U. KULL und S.-W. BRECKLE

Mit 13 Abbildungen

(Eingegangen am 19. März 1972)

## Annual Changes in Osmotic Conditions and Carbohydrate Content in East Afghanistan Trees

### II. *Cercis griffithii* and *Pistacia cabulica*

#### Summary

1. North of Kabul on the Kohe Daman plain are some famous localities of *Cercis griffithii*. This species is mostly distributed north of the Hindukusch range. In most of their stands on gravels or rocks it seems by an extensive root system to reach the underground water level.

2. On a hill southwest of Kabul on a very dry rocky area, occur some *Pistacia* trees with strong trunks. They can be regarded as relicts indicating a wider and denser distribution in former times.

3. The annual curves of the potential osmotic pressure and that of the refractive index of cellsap of leaves of both these deciduous species show clearly their highest values during the late summer in contrast to the formerly investigated evergreen *Quercus baloot*.

4. The contents of storage carbohydrates (especially of sucrose, glucose, and starch) in barks of *Cercis* show distinct seasonal variations which are similar to those of *Quercus baloot* and of Central European species. The maximum amount of sugars during winter is correlated with the occurrence of small quantities of raffinose. In leaves of *Cercis* the contents of sugars and starch decrease with the increasing age of the leaves.

5. *Pistacia cabulica* shows no maximum of sugar content during winter. Neither galactosides nor fructosides are to be found. In barks and leaves, sugars reach their maximum content during the period of drought in summer.

6. The graphs of the portion of sugars expressed as percentages of potential osmotic pressure show a considerable connection with those of sugar content.

---

1) Teil I: siehe Flora Bd. 160, S. 43—59 (1971).

## 1. Einleitung

Parallel zu unseren Studien bei *Quercus baloot* GRIFFITH (BRECKLE und KULL 1971) haben wir die beiden sommergrünen Arten *Cercis griffithii* BOISS. (persisch: arhavon; pashtu: archavon) und *Pistacia atlantica* DESF. ssp. *cabulica* (STOCKS) RECH. f. (persisch: khinjak; pashtu: ditak) untersucht. Während *Quercus baloot* (persisch): baloot; pashtu: tserai) nur in Ost-Afghanistan als die am meisten Trockenheit ertragende Eichenart der nordwesthimalayischen Waldregion vorkommt, findet man die beiden anderen Arten in noch trockeneren Regionen weiter westlich, nämlich in den vom Monsun völlig unbeeinflussten Gebieten entweder nördlich des Hindukusch oder nach Westen hin bis in den Iran hinein. Es war daher von Interesse, das Verhalten dieser Arten mit dem von *Quercus baloot* zu vergleichen. Außerdem liegen bisher kaum Untersuchungen über das jahresperiodische Verhalten von Speicherkohlenhydraten für sommergrüne Holzpflanzen unter Klimaverhältnissen vor, wie sie in Afghanistan auftreten (vgl. IVEN 1933; HERMAN 1965).

## 2. Material und Methodik

### a) Standorte

Die Proben wurden von Juni 1967 bis Januar 1969 in mehrwöchigen Abständen an Standorten in der weiteren Umgebung Kabuls entnommen. Die Lage der Standorte sowie die Areale der untersuchten Arten im afghanischen Raum sind in den Punktkarten Abb. 1 und Abb. 2 wiedergegeben.

Etwa 15 km südwestlich Kabuls, nahe der Hauptstraße Richtung Ghazni finden sich mehrere Hügelrücken, die etwa 100–250 m über das Kabulbecken herausragen (Tschiltan beim

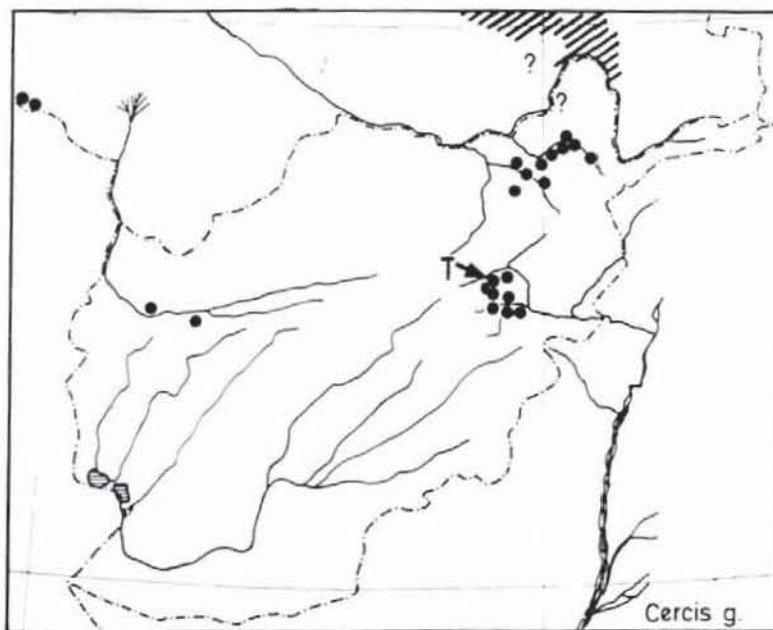


Abb. 1. Areal von *Cercis griffithii* im afghanischen Raum. (T = Top Dara)

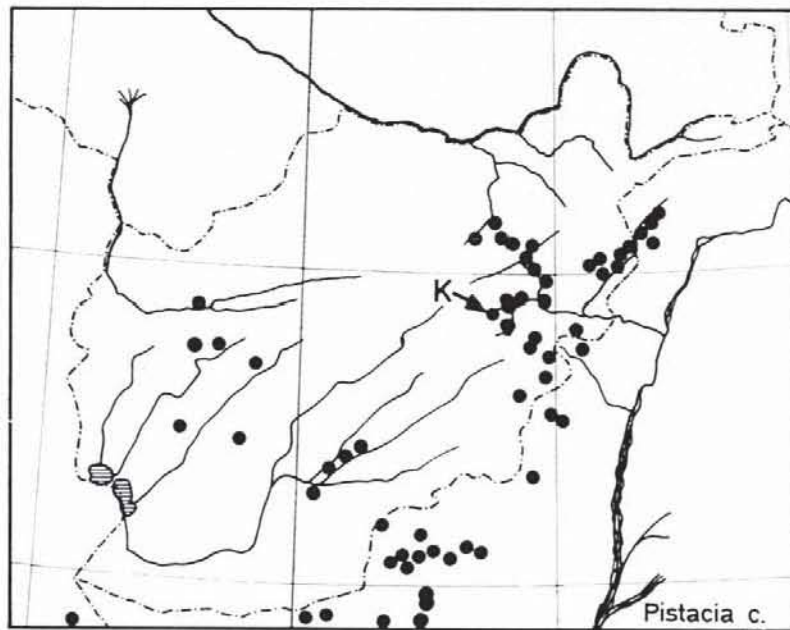


Abb. 2. Areal von *Pistacia cabulica* im afghanischen Raum. (K = Koj Darjo Abad)

Dorf Koj Darjo Abad, 1980 m, Abb 2; Signatur: K). Einer dieser Hügel trägt 6—8 kräftige Bäume von *Pistacia*. Die Silhouette dieser Bäume ist von weither sichtbar (vgl. Abb. 13). Nach Auskunft der einheimischen Bevölkerung ist dies ein heiliger Platz (ziarat) mit mehreren Heiligengräbern, zu denen wenigstens einmal im Jahr Wallfahrten stattfinden. Daher werden diese Bäume hier geschont. Zur Herkunft der Bäume befragt, wissen die Leute nur zu sagen, daß diese schon immer hier seien, auch war nicht mit Sicherheit zu erfahren, ob auf den anderen Bergrücken, die heute alle baumlos sind, früher Baumbestand vorhanden war. Ein ähnlicher Fall liegt an einem Hang im Logartal vor (ca. 50 km südlich von Kabul), wo inmitten einer völlig kahlen, halbwüstenhaften Umgebung ein kleines, schütteres Wäldchen aus Pistazien stockt.

In der Nähe von Charikar (etwa 6 km südwestlich) finden sich ausgedehnte Geröllflächen der aus dem Paghmangebirge kommenden, episodisch bis periodisch fließenden Bäche. Diese schwach geneigten Schotterebenen, wie auch die Hangfüße tragen zum Teil dichte, strauchige *Cercis*bestände, die beim Dorf Istalif im Frühjahr mit ihren violettroten Blüten bereits beginnen zu einer Touristenattraktion zu werden. Wir haben unterhalb des Dorfes Top Dara (vgl. Abb. 1 Signatur: T) bei etwa 1700 m unsere Proben jeweils von ein und demselben Individuum entnommen.

### b) Methodik

Vergleiche hierzu Teil I: BRECKLE und KULL (1971).

## 3. Ergebnisse

### a) Potentieller osmotischer Druck und Refraktometerwert des Zellsafts

Den Verlauf von  $\pi^*$  bei *Cercis griffithii* am Standort Top Dara gibt Abb. 3 wieder, denjenigen bei *Pistacia cabulica* vom Standort Koj Darjo Abad Abb. 4. Mit angegeben ist der Jahresgang des Refraktometerwerts RW. Beide Kurven laufen

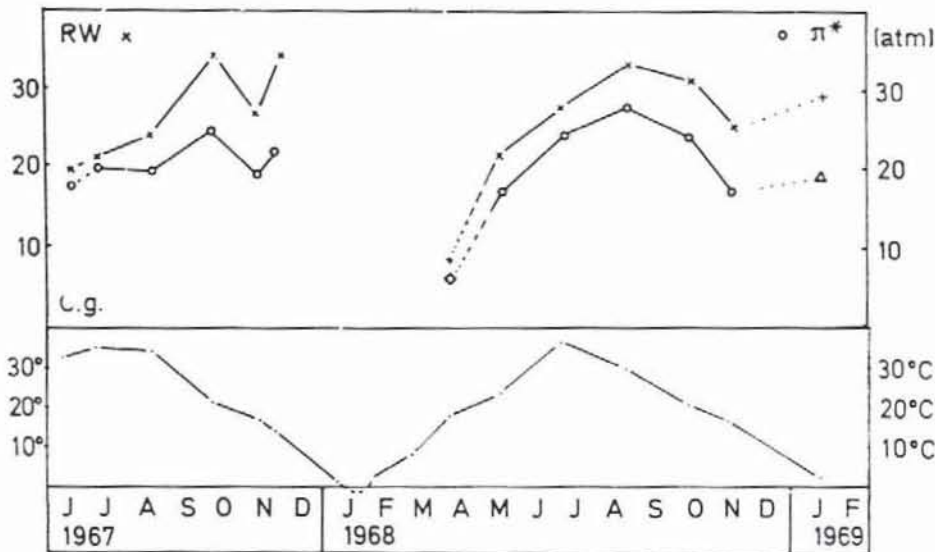


Abb. 3. Jahresgang des potentiellen osmotischen Drucks  $\pi^*$  und des Refraktometerwerts RW des Zellsaftes von *Cercis griffithii* (Blätter) am Standort Top Dara, sowie mittägliche Lufttemperaturen.

Signaturen:  $\circ \times$  : Blätter  
 $\triangle +$  : jüngere Zweige  
 $\diamond +$  : Blüten

grob betrachtet parallel, ähnlich wie bei *Quercus baloot*. Allerdings liegen die Maxima im Hochsommer; die Herbstwerte sind wieder tiefer. Bei diesen sommergrünen Bäumen konnten im Winterhalbjahr keine Werte der Blätter gemessen werden. Einen gewissen Anhaltspunkt geben Werte der Zweige, wobei jedoch beachtet werden muß, daß hier der osmotische Wert des Gefäßwassers mit eingeht, der meist recht gering ist. Trotzdem werden Werte von über 20 atm erhalten (vgl. Abb. 3, punktierte Linie, Jan. 1969). Im Frühjahr 1968 wurden die Werte der vor den Blättern erscheinenden Blüten bestimmt (Abb. 3, punktiert-gestrichelte Linie). Obwohl der Sommer 1968 deutlich trockener war als der 1967 unterscheiden sich die Maxima nur wenig. In beiden Jahren wurden fast dieselben Maxima zwischen 24 und 27 atm erreicht.

Die osmotischen Werte der grünen Hülsen von *Cercis* liegen zunächst einige atm unter denjenigen der Blätter; mit zunehmender Reife im Frühsommer bis in den Herbst hinein schnell dann der Wert stark in die Höhe.

Noch Ende November hängt ein großer Teil der Blattmasse von *Cercis* an den Zweigen, z. T. etwas gelblich verfärbt; mit den sich dann aber rasch steigenden Frösten fallen die Blätter teils vergilbt, teils vertrocknet ab. Die Hülsenfrüchte vertrocknen schon früher, bleiben jedoch bis zum nächsten Frühjahr hängen, wie dies ja auch von der mediterranen *Cercis siliquastrum* L. bekannt ist, von der sich die Vikariante *Cercis griffithii* nur wenig unterscheidet (BORNMÜLLER 1918). Nur ein kleiner Teil der Samen wird im Laufe des Winters aus den Hülsen ausgestreut. Die

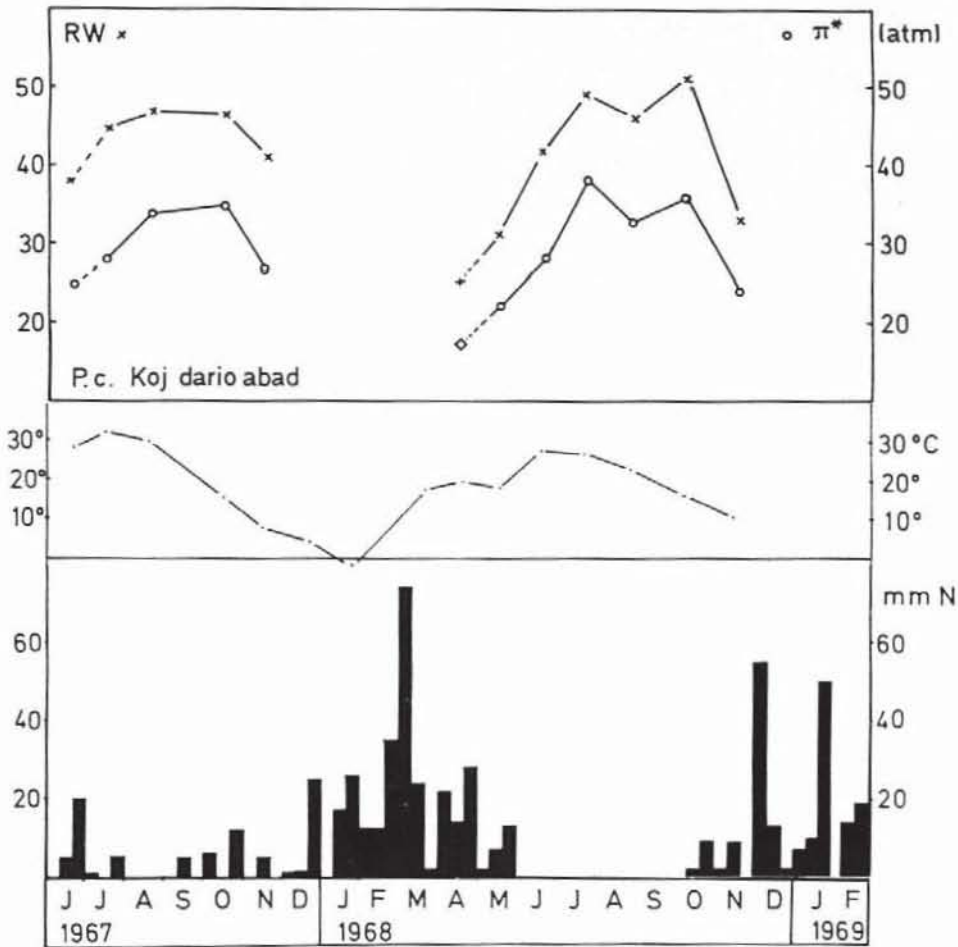


Abb. 4. Jahresgang des potentiellen osmotischen Drucks  $\pi^*$  und des Refraktometerwerts RW des Zellsaftes von *Pistacia cabulica* am Standort Koj Dario Abad, sowie mittägliche Lufttemperaturen.

Im unteren Teil: Niederschlagsmengen in Kabul.

Signaturen: ○ × : Blätter  
◇ + : Blattknospen

Hauptblütezeit fällt in die erste Aprilhälfte, eine Woche später entfalten sich die Blätter.

Bei *Pistacia* sind im Oktober bereits dicke Knospen für das nächste Jahr angelegt, die Blätter fallen im Laufe des Novembers ab, sind dabei aber noch grün bis teilweise gelblich. Die Blätter der frei exponierten Äste fallen schon etwa 1—2 Wochen früher ab, ebenso wie die der am Gipfel des Hügels stehenden Bäume. Bei den am Hang stehenden Bäumen tragen die unteren Äste bis in den Dezember hinein grüne Blätter.

Die Anthese erfolgt in der zweiten Aprilhälfte. Zu diesem Zeitpunkt sind die Knospen der Blätter und neuen Zweige fast 2 cm lang. Diese Knospen wiesen die in Abb. 4 für April eingetragenen Werte auf. Die Blattentfaltung erfolgt in der ersten Maihälfte. Auch bei *Pistacia* treten sommerliche Maxima der osmotischen Werte auf. Die sommerliche Dürrebelastung äußert sich hier sogar recht erheblich

in einem Ansteigen des potentiellen osmotischen Drucks bis auf fast 40 atm, im trockenen Sommer 1968 ausgeprägter als im Sommer 1967: Bei *Cercis* ist dieser Effekt nicht so stark und bei *Quercus baloot* kaum feststellbar. Die jeweiligen Werte der Brechungsindices des Zellsaftes (Refraktometerwerte RW) verhalten sich ganz analog.

Ein relativ hoher Prozentsatz der Blätter bei *Pistacia* bildet schon wenige Wochen nach dem Austrieb durch Blattläuse verursachte rot verfärbte Gallen. Die Blattränder der Fiederblättchen sind umgeschlagen und durch Wucherungen verdickt. Solche Blätter haben wir gesondert untersucht. Die  $\pi^*$ -Werte lagen im Mittel nur um 0,1 atm tiefer als bei nicht befallenen Blättern (Standardabweichung 2,5 atm); die RW-Werte waren im Mittel um 2,2 erhöht (Standardabweichung 3,2). Die Unterschiede sind also so gering, daß sie statistisch nicht gegeneinander abgesichert sind.

#### b) Verhalten der Kohlenhydrate im Jahresgang

Das jahresperiodische Verhalten der Speicherkohlenhydrate bei den beiden Arten ist in den Abb. 5—8 dargestellt.

In *Cercis* findet man stets Glucose, Saccharose sowie geringe Mengen von Fructose. Da der Gehalt des letztgenannten Zuckers immer unter 0,2% des Trockengewichts liegt, ist er in die Abb. 7 nicht mit aufgenommen. In Rinden sinkt der Fructose-Gehalt in Einzelfällen sogar unter 0,05% ab und ist dann auf normalen Chromatogrammen nicht mehr nachweisbar. In den Wintermonaten tritt in den Rinden von *Cercis* ferner Raffinose in kleinen Mengen auf.

In *Pistacia* sind die beiden Monosaccharide Glucose und Fructose sowie die Saccharose immer vorhanden. In Blättern findet man gelegentlich Galaktose, meist in Gehalten unter 0,1% d. Tr.-gew. Bemerkenswerterweise sind Raffinosezucker weder in Rinden noch in Blättern aufzufinden, auch nicht in Spuren. Das Verhalten von chromatographisch nachgewiesenen Heterosiden wurde nicht verfolgt.

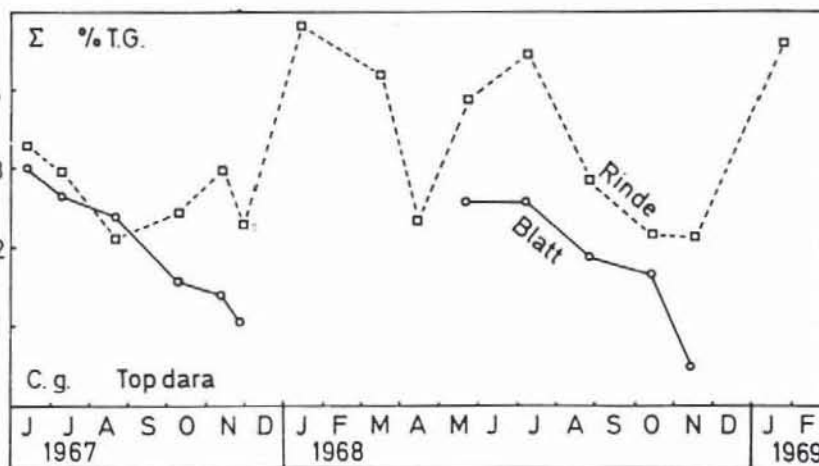


Abb. 5. Jahresgang der Gesamtzucker in Blättern und Rinde von *Cercis griffithii* (Standort Top Dara).

Die Jahresperiodik der Zucker und der Stärke in den Rinden von *Cercis* entspricht weitgehend dem, was von mitteleuropäischen Arten her bekannt ist. Auffällig ist die sehr starke Beteiligung von Glucose an den Mengenschwankungen. Interessant ist auch, daß Saccharose ihre Maximalwerte erst im Mai/Juni erreicht und im Herbst ihr Gehaltsminimum aufweist. Die Stärke zeigt das typische, den Veränderungen der Zuckermengen gegenläufige Verhalten. Mögliche Schwankungen vor und während des Blattaustriebs konnten nicht erfaßt werden, da die Meßpunkte hierzu nicht dicht genug liegen. In den Blättern von *Cercis* beobachteten wir eine stets gleichartig ausgebildete Abnahme der Zucker- und Stärkegehalte mit zunehmendem Blattalter.

In den Rinden von *Pistacia* sind die Zuckermengen generell relativ gering. Auffällig ist das Fehlen eines winterlichen Maximums. Alle Zucker besitzen ihre höchsten Gehalte während der Sommer- und Herbstmonate, woraus Maximalwerte des Gesamtzuckergehaltes in dieser Zeit resultieren. Von Oktober bis April findet man eine fortschreitende Mengenabnahme. Das Stärkemaximum im Herbst entspricht hingegen dem Verhalten in Rinden vieler mitteleuropäischer Arten (FISCHER 1890; weitere Lit. bei JEREMIAS 1964). Das winterliche Stärkegehaltsminimum ist nicht sehr ausgeprägt. Auffällig ist die weitgehende Parallelität des Ganges der Saccharose- und Stärkegehalte. Die Blätter von *Pistacia* weisen einen Mengenanstieg der Zucker vom Austreiben bis zum Oktober auf. Zum November hin tritt eine rasche Abnahme ein, die offenbar mit Alterungsprozessen im Zusammenhang steht. Darauf deutet auch das vermehrte Auftreten von Galaktose. In den Knospen ist im April der Mono-saccharidgehalt und damit der Gesamtzuckergehalt höher als einen Monat später

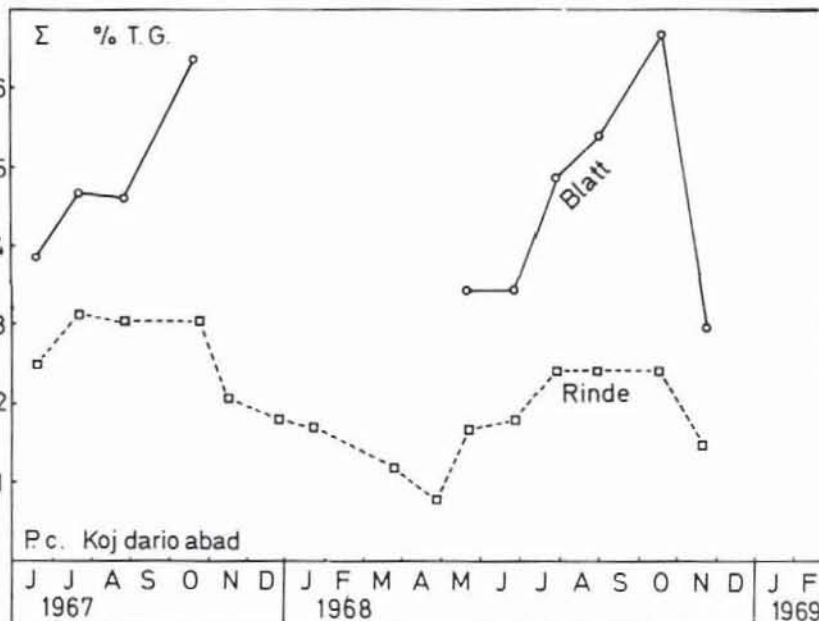


Abb. 6. Jahresgang der Gesamtzucker in Blättern und Rinde von *Pistacia euphratica* (Standort Koj Dario Abad).

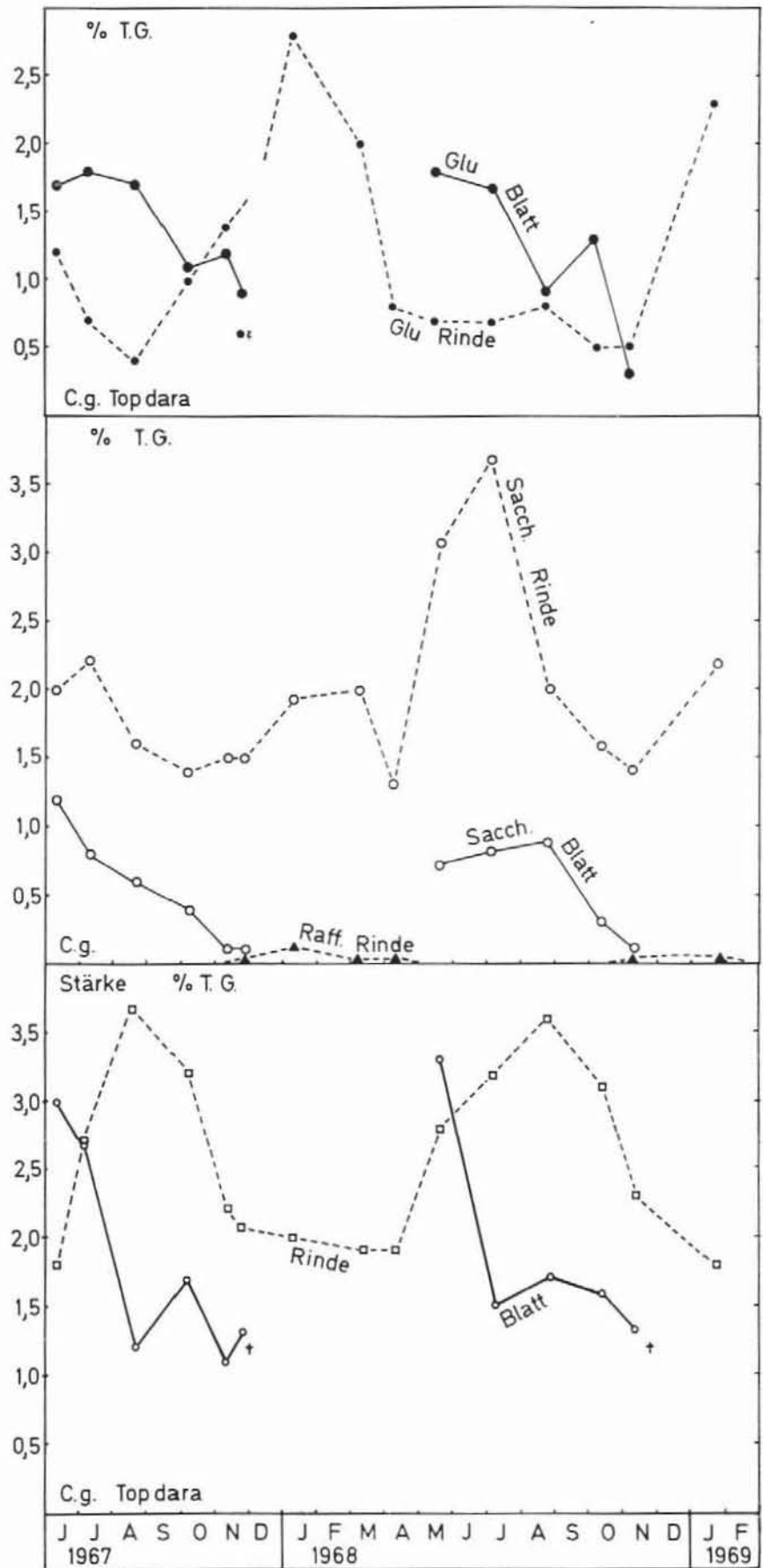


Abb. 7. Jahrgang der Glucose, Saccharose, Raffinose und Stärke in Blättern und Rinde von *Cercis griffithii* (Standort Top Dara).



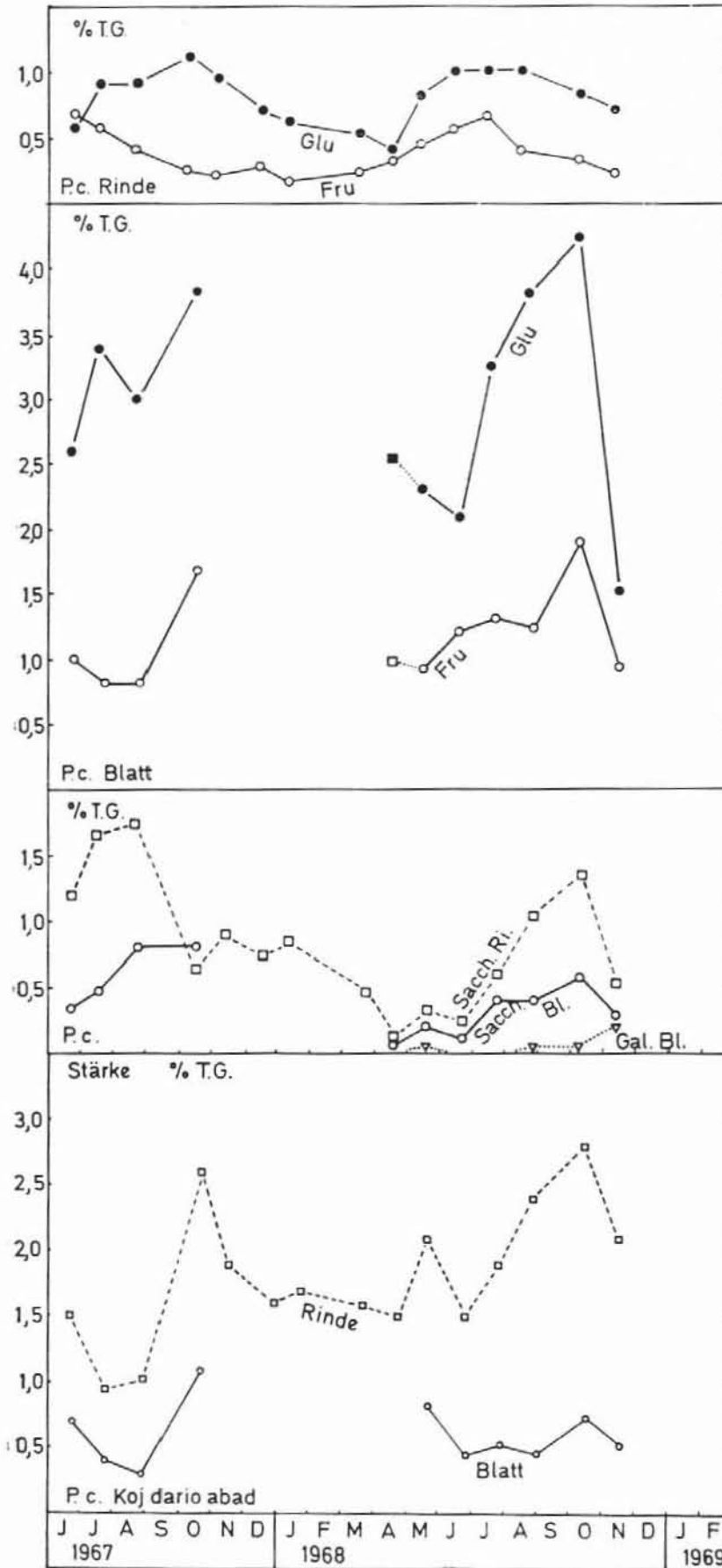


Abb. 8. Jahresgang der Glucose, Fructose, Saccharose, Galaktose und Stärke in Blättern und Rinde von *Pistacia cabulica* (Standort Koj Dario Abad).

in den jungen Blättern. Dies dürfte mit dem Verbrauch von Reservestoffen bei der Blattentfaltung zusammenhängen.

Bei *Pistacia* haben wir in einigen Fällen auch die Gallen an den Blättern analysiert (vgl. Tabelle 1):

Tabelle 1 Kohlenhydratgehalte (in % des Trockengewichts) der Blattlausgallen und der Früchte von *Pistacia cabulica*

	Gallen		Früchte Okt. 1967
	Aug. 1967	Okt. 1967	
Glucose	0,8	1,9	0,2
Fructose	0,8	0,5	0,3
Saccharose	0,2	1,2	1,5
Stärke	1,0	0,8	0,8

Bei November-Proben war eine quantitative Zuckerbestimmung wegen eines hohen Gehalts störender Substanzen nicht möglich. Jedoch ist die Menge an Glucose und an Saccharose mit Sicherheit höher als im Oktober. Im Oktober treten geringe Mengen von Maltose und eines weiteren Zuckers (evtl. Trehalose, dann vermutlich von den Blattläusen stammend) in Erscheinung.

Um festzustellen, welche Zucker in den Früchten von *Pistacia* vorkommen, wurden diese Organe in einem Fall untersucht (Tabelle 1).

#### e) Osmotisches Verhalten und Zuckergehalt

Wie früher bei *Quercus baloot* haben wir den prozentualen Anteil der Gesamtzucker am potentiellen osmotischen Druck des Zellsafts der Blätter berechnet. Die Ergebnisse sind in den Abb. 9 und 10 dargestellt. Bei *Cercis* liegen die Werte generell nicht sehr hoch (zumeist um oder unter 10%). Bei *Pistacia* tritt hingegen ein Anstieg bis auf über 20% auf; die Werte haben damit ähnliche Maxima und Schwankungsbreite wie bei *Quercus baloot*. Insbesondere bei *Pistacia* spiegelt der Verlauf der berechneten Kurven in erheblichem Maße die Veränderungen der Zuckergehalte wieder. Ähnlich verläuft die Kurve des potentiellen osmotischen Drucks. Daraus ist zu folgern, daß der Nichtzucker-Anteil (also insbesondere organische Säuren und deren Salze im Zellsaft) relativ konstant gehalten wird. Hier erfolgt also über das Jahr hinweg eine deutliche aktive Veränderung des osmotischen Werts durch Veränderung des Zuckergehalts. Aktive Veränderungen im Jahresgang waren bei langfristigen Untersuchungen (vgl. z. B. STEINER 1933) immer wieder festgestellt worden im Gegensatz zu den passiven Veränderungen durch wechselnden Wassergehalt, wie sie bei kurzfristigen Messungen, z. B. bei Tagesgängen auftreten (PISEK und CARTELLIERI 1931; 1933). In allen untersuchten Fällen zeigt sich im Frühjahr etwa zur Zeit des Neuaustriebs eine Mobilisierung der Zucker, die sich allerdings nicht in

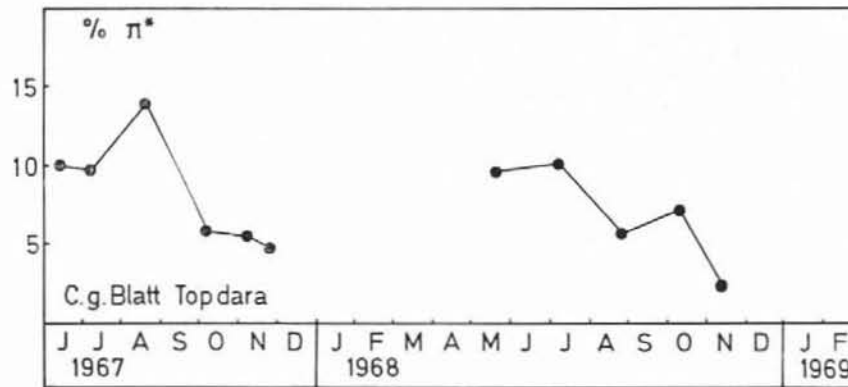


Abb. 9. Jahresgang des prozentualen Anteils der Gesamtzucker am potentiellen osmotischen Druck  $\pi^*$  der Blätter von *Cercis griffithii* (Standort Top Dara).

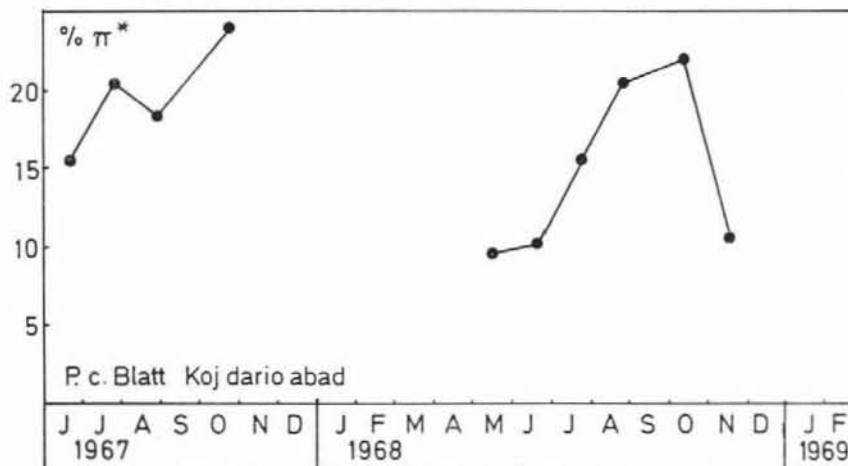


Abb. 10. Jahresgang des prozentualen Anteils der Gesamtzucker am potentiellen osmotischen Druck  $\pi^*$  der Blätter von *Pistacia cabulica* (Standort Koj Dario Abad).

allen Fällen auch im Verlauf des osmotischen Werts widerspiegelt. Immerhin ist deutlich, daß hier in sehr kurzer Zeit große Veränderungen auftreten, die kürzere Abstände der Probenahme erfordern.

Aus den Untersuchungen wird außerdem deutlich, daß aktiven Schwankungen des osmotischen Werts nicht nur Veränderungen im Zuckergehalt des Zellsafts zugrunde liegen, sondern daß auch der Nichtzuckeranteil, je nach Art und Jahreszeit unterschiedlich, einen bedeutsamen Einfluß hat.

#### d) Einige Bemerkungen zu *Quercus baloot*<sup>1)</sup>

Bei einigen der Proben, deren Untersuchung in Teil I geschildert ist, wurde der Gehalt an Quercit bestimmt. Aus diesen Stichproben geht hervor, daß die Blätter im Sommer mehr von diesem Cyclit enthalten, als im Spätherbst und Winter (Tabelle 2).

1) Nomenklatorisch richtig ist *Quercus baloot* GRIFFITH, nicht „*balout*“, wie von uns in Teil I verwendet.

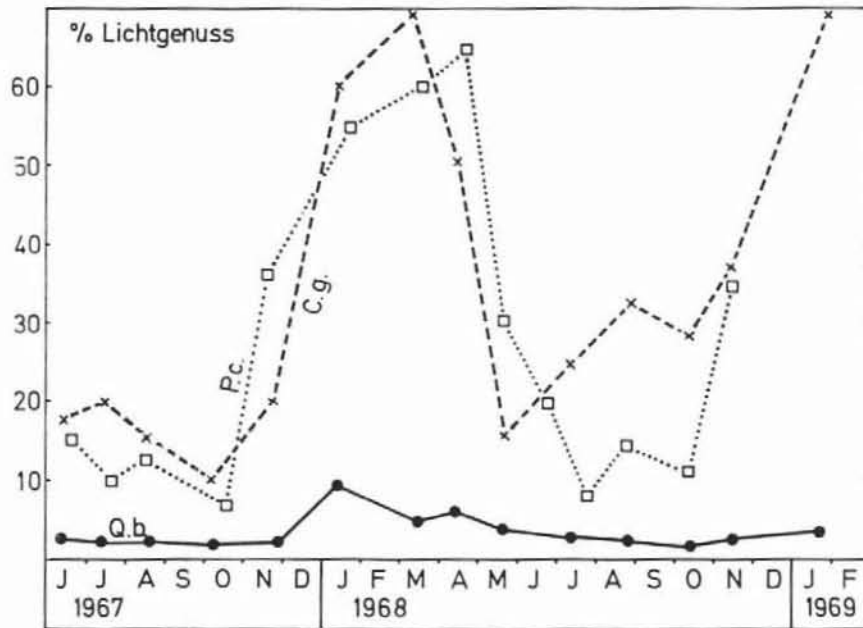


Abb. 11. Jahrgang des Lichtgenusses in % der vollen Himmelsstrahlung unter dem entsprechenden Pflanzenbestand am Boden. C. g.: *Cereis griffithii*; P. c.: *Pistacia cabulica*; Q. b. *Quercus baloot*.

Tabelle 2 Quercitgehalte (in % des Trockengewichts) in Sonnenblättern von *Quercus baloot*

Juli 1967	Aug. 1967	Nov. 1967	März 1968	Mai 1968
1,8	1,7	1,3	1,2	1,6

Die Verhältnisse entsprechen denjenigen mitteleuropäischer *Quercus*-Arten, deren Blätter im Spätwinter abfallen (frdl. mündl. Mitt. von Dipl.-Biol. ST. DIAMANTOGLOU).

Der Gerbstoffgehalt der Rinde von *Quercus baloot* liegt bei unserem Material bei ca. 3% des Trockengewichts und weist in einigen Stichproben von Sommer und Winter nur geringe Mengenunterschiede auf.

*Quercus baloot* weist als immergrüne Eichenart mehrere Blattgenerationen an den Zweigen und Ästen auf; an ungünstigen Standorten allerdings kann die Lebensdauer der Blätter auf nur eine Vegetationsperiode beschränkt sein. Der Lichtgenuß am Boden unterhalb der jeweiligen Probe-Individuen in % der vollen Himmelsstrahlung (vgl. Abb. 11) demonstriert den großen Unterschied zwischen sommergrünen und immergrünen Bäumen. Die Werte von *Quercus baloot* stammen vom Standort Charikar (vgl. Teil I), wo diese Bäume als Schattenspender sehr beliebt sind. Die fehlende Belaubung der Maulbeerbäume der Umgebung dürfte die Ursache sein für die im Winter etwas erhöhten Lichtgenußwerte. Am Standort Latahband (vgl. Abb. 12) finden sich nur noch letzte Reste einer Gebüschformation, deren oberste Zweige gerade noch aus der Beweidungszone herausragen. Alle Zweige tragen



Abb. 12. *Quercus baloot* am Latahbandpaß östlich Kabuls in Afghanistan. Die letzten noch vorhandenen Exemplare leiden stark unter Beweidung durch die Viehherden der Nomaden. Eine Verjüngung ist unter den jetzigen Bedingungen nicht gegeben, so daß in wenigen Jahren diese westlichen Vorposten verschwunden sein werden.

hier die stachelige, kräftig gezähnte Blattform der Kurztriebe, die an ungestörteren Vorkommen, wie in den montanen Wäldern in Paktia, Laghman und Nuristan auf die unteren Äste der Bäume beschränkt ist.

#### 4. Diskussion

Die Jahresperiodik der Kohlenhydrate in *Cercis* bietet kaum Besonderheiten. Auffällig ist die starke Beteiligung der Glucose an der winterlichen Zuckeranhäufung. Ähnliches, wie auch eine geringe Bedeutung der Fructose, hatten wir bereits bei *Quercus baloot* gefunden. Der Einfluß der Sommertrockenheit auf den Kohlenhydrat-haushalt ist offenbar nicht groß und nur an dem früh einsetzenden Rückgang des Stärkegehaltes zu erkennen.

Wesentlich interessanter ist das Verhalten von *Pistacia*. Es liegt hier eine frostharte Art vor, die aber im Winter keinerlei Bildung oder Vermehrung von Galaktosiden



Abb. 13. *Pistacia atlantica* ssp. *cabulica* bei Koj Dario Abad westlich Kabuls. Die Bäume stehen auf einem Hügel mit Heiligengräbern und sind daher geschont. Diese „Ziarat“-Vegetation gibt, wie im ganzen Vorderen Orient, Hinweise auf die potentielle natürliche Vegetation dieser Gebiete.

oder Fruktosiden aufweist. Das Maximum des Zuckergehaltes der Rinden liegt im Sommer. Die Jahresperiodik der einzelnen Zucker und der Stärke ist derjenigen ähnlich, welche JEREMIAS (1968) bei der Pappelsorte „Oxford“ gefunden hat. Allerdings treten bei dieser zusätzlich Raffinosezucker in großen Mengen auf, die ein winterliches Zuckermaximum verursachen. Ebenso wie die Rinden weisen die Blätter von *Pistacia* eine Zunahme der Zuckermengen während der Trockenperiode auf. Offenbar wird bei dieser Art der Kohlenhydrathaushalt stark durch die Sommerdürre und nur wenig durch die winterliche Kälteperiode beeinflusst. Eine erhebliche Belastung durch die Trockenzeit ist auch aus dem Verhalten des potentiellen osmotischen Druckes des Zellsafts der Blätter zu entnehmen. Allerdings findet eine Zunahme des Stärkegehaltes in den Rinden während dieser Zeit durchaus noch statt. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von GUTTENBERG (1927) an Mediterranpflanzen (einschließlich *Pistacia lentiscus*). Gerade bei einem starken Einfluß der Sommertrockenheit sollte man ein erkennbares Ansprechen auf die winterliche Kältephase erwarten. Zumindest im Bereich der Kohlenhydratspeicherung ist dies aber nicht der Fall.

Möglicherweise hängt die Sonderstellung von *Pistacia* mit der tropisch/subtropischen Herkunft der Gattung zusammen. Entsprechendes hatte schon SEYBOLD (1969) auf Grund seiner Befunde für *Econymus* (*Celastraceae*) angenommen. Die Parallelität des Verhaltens von Stärke und Saccharose könnte nach GÖRING (1970) damit erklärt werden, daß es sich bei beiden Stoffen hier um typische Reservestoffe handelt, die gleichermaßen für die Aufrechterhaltung eines bestimmten Monosaccharidspiegels im Cytoplasma herangezogen werden (Näheres zu dieser Hypothese vgl. bei GÖRING).

Soweit die Werte vergleichbar sind, ergibt sich aus den Befunden von GUTTENBERG und BUHR (1935) für die Hartlaubblätter von *Pistacia lentiscus* ein anderes Verhalten. Bei dieser Art ist weder eine größere sommerliche Zuckerzunahme noch ein so starker Anstieg von  $\pi^*$  festzustellen, wobei man berücksichtigen muß, daß im Raum Kabul die sommerliche Aridität etwa 4—5 Monate umfaßt gegenüber 2—3 Monaten in Dalmatien bzw. Korsika.

Die winterliche Kälte hat bei den hier untersuchten sommergrünen Arten längst keinen so großen Einfluß wie bei der in Teil I untersuchten immergrünen *Quercus baloot*. Die Sommerdürre hingegen spielt bei allen Arten eine große Rolle, wenn auch bei *Cercis* ihre Einfluß nicht so gut nachweisbar ist. *Cercis* hat auf all den Standorten, die wir im Bereich des nordöstlichen Hindukusch bzw. im Raum Kabul und Herat gesehen haben, entweder Anschluß an Grundwasser bei Standorten auf Schotterflächen oder am Hangfuß oder bei Standorten auf massivem Fels Anschluß an die in ariden Gebieten bedeutsamen Kapillarwasservorräte im Fels, die jeweils durch ein äußerst extensives Wurzelsystem erschlossen sind. Zudem finden sich solche chasmo-phytischen *Cercis*-Bestände fast immer in schattseitiger Exposition, im Gegensatz zu den auch auf reinen Südhängen im Fels vorkommenden Pistazien.

Größere Bedeutung in der potentiellen natürlichen Vegetation hat *Pistacia cabulica* vor allem am Südrand der zentral-afghanischen Hochflächen und des Hindukusch, wie aus der Karte der natürlichen Vegetation Afghanistans von FREITAG (1971) hervorgeht. Diese Pistazienfluren kommen auch auf der Nordabdachung des Hindukusch in etwa 700—1500 m Höhe vor, werden dort aber von *Pistacia vera* gebildet, die wegen ihrer eßbaren Früchte (Export!) sehr geschont wird. Auf der Südabdachung spielt neben *P. cabulica* bei der Bildung der offenen sommergrünen Baumfluren auch *P. khinjuk* im unteren Teil und im südöstlichen Raum des Gürtels zwischen 1200 und 2000 m eine Rolle. Die Höhenamplitude beträgt (800—) 900 bis 2400 m (—3000 m) mit einem Maximum bei etwa 1700 m (RECHINGER 1969) (vgl. auch Abb. 2).

*Cercis griffithii* kommt vor allem im Nordosten Afghanistans vor sowie im Raum Charikar-Kabul-Sarobi und im Westen im Hari Rud-Tal (vgl. Abb. 1)<sup>1)</sup>. Die

1) Hinweise zur Verbreitung verdanken wir den Herren TAYLOR/Kew, HEDGE/Edinburgh, GREUTER/Genf, GILLI/Wien, FREITAG/Göttingen und Fräulein DEML/München. Ihnen sei hiermit herzlich gedankt.

Höhenamplitude beträgt 600—2000 m mit einem Maximum zwischen 1500 und 1800 m. Das Areal ist eigenartig, es muß vermutet werden, daß es anthropogen stark verändert ist, da *Cercis* einerseits als Zierstrauch gelten kann, andererseits eben auch Holzlieferant ist. So wird z. B. im Barbar-Nama (vgl. BEVERIDGE 1972 bzw. TALBOT 1909) von reichlichen Brennholzvorräten in der Umgebung Kabuls berichtet, und noch aus der Zeit der englisch-afghanischen Kriege im vorigen Jahrhundert ist bekannt, daß die Hügel um Kabul mit viel Gebüsch, insbesondere *Cercis*, bestanden waren, die im Laufe der Kriegswirren zur Pulvergewinnung abgeholzt wurden (vgl. auch FREITAG 1971). Heute sind nur noch wenige Stellen mit *Cercis*-Beständen vorhanden, diese finden sich auffallend fast immer in der Nähe von Friedhöfen oder Heiligengräbern. Man ist fast versucht anzunehmen, daß *Cercis* im Raum Herat und Obah nicht spontan ist, sie kommt dort ebenfalls immer in der Nähe heiliger Stellen vor. Ganz anders ist dies in Badakhshan, im Nordosten des Landes, wo *Cercis* sehr viel häufiger ist und in seinem Vorkommen keinerlei Beziehungen zu menschlichen Siedlungen erkennen läßt. Andererseits stellen die Vorkommen in West-Afghanistan und im Norden Irans bzw. im Kopet Dag vielleicht auch Verbindungsbrücken dar, also Reste eines ursprünglich viel größeren Areals, das Verbindung hatte zur ostmediterranen *Cercis siliquastrum*, die ja ebenfalls bis Persien reicht. Allerdings wird auch aus dem Caucasus über *Cercis griffithii*-Vorkommen berichtet (MULKIJANIAN 1969). Über die Verbreitung ist jedoch nicht sehr viel bekannt und die Zahl der Herbarbelege ist recht gering. Aus den wenigen bisher vorliegenden paläobotanischen Arbeiten (WRIGHT et al. 1967) lassen sich keine Hinweise zur Florengeschichte von *Cercis* herauslesen.

Für die Durchführung eines großen Teils der Kohlenhydratbestimmungen danken wir Herrn Stud.-Ref. U. NEUB. Für Messungen von Stärkegehalten haben wir Fräulein SIEGLINDE VON KIRN zu danken, für die Quercitgehalts-Bestimmungen und Hilfe bei einigen anderen experimentellen Untersuchungen Herrn Dipl.-Biol. ST. DIAMANTOGLOU. Ganz besonders danken wir Frau U. BRECKLE für die unentbehrliche Hilfe bei den Probenahmen und den ökologischen Messungen unter den je nach Jahreszeit manchmal schwierigen Wetter- und Wegeverhältnissen.

### Zusammenfassung

1. In der Kohe Daman-Ebene nördlich von Kabul gibt es einige weitbekannte Standorte von *Cercis griffithii*. Die Hauptverbreitung dieses Strauches ist jedoch überwiegend nördlich der Hindukusch-Ketten. Die Standorte, meist im Geröll oder auf Fels, scheinen in den meisten Fällen nicht sehr grundwasserfern zu sein.

2. Südwestlich Kabuls, auf einem Hügel, finden sich an trockenem Felsstandort einige kräftige alte Pistazien mit dicken Stämmen. Diese Relikte können wohl als Zeiger eines früher wesentlich dichteren Vorkommens und weiterreichender Verbreitung angesehen werden.

3. Die Jahresgänge der osmotischen Verhältnisse wie auch der Brechungsindices des Zellsaftes zeigen in den Blättern dieser beiden sommergrünen Arten Maxima im Spätsommer.



4. Die Speicherkohlenhydrate zeigen in Rinden von *Cercis* vor allem bei Saccharose, Glucose und Stärke eine ausgeprägte Jahresperiodik, welche derjenigen von *Quercus balout* und der mitteleuropäischen Arten ähnlich ist. Das winterliche Zuckermaximum ist mit einem Auftreten geringer Mengen von Raffinose verknüpft. In den Blättern von *Cercis* erfolgt mit zunehmendem Blattalter eine Abnahme der Zucker- und Stärkegehalte.

5. *Pistacia cabulica* weist kein winterliches Maximum des Gesamtzuckergehalts auf und führt weder Galaktoside noch Fructoside. Rinden und Blätter besitzen Maximalwerte des Zuckergehalts während der sommerlichen Trockenperiode.

6. Die Berechnung des prozentualen Anteils des Gesamtzuckergehaltes am potentiellen osmotischen Druck läßt erkennen, daß die letztgenannte Größe vom Zuckerhaushalt je nach Art mehr oder weniger unabhängig ist.

### Literatur

- BEVERIDGE, A. S.: The Memoirs of Babur. A new translation of the Babur-Nama, incorporating Leyden and Erskine's of 1826 A. D. Nachdruck der Ausgabe London (1912—22) 1024 pp. Graz 1972.
- BRECKLE, S.-W., und KULL, U.: Osmotische Verhältnisse und Zuckergehalte im Jahresgang bei Bäumen Ost-Afghanistans. I. *Quercus balout* GRIFFITHI. Flora **160**, 43—59 (1971).
- BORNMÜLLER, J.: Über den Formenkreis von *Cercis siliquastrum* L. und *Cercis griffithii* Boiss. Beih. Bot. Zbl. **36**, Abtl. II, 1—14 (1918).
- FISCHER, A.: Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jb. wiss. Bot. **22**, 73—160 (1890).
- FREITAG, H.: Die natürliche Vegetation Afghanistans. Beiträge zur Flora und Vegetation Afghanistans I. Vegetatio **22**, 285—344 (1971).
- GILLI, A.: Afghanische Pflanzengesellschaften. Vegetatio **16**, 307—375 (1969).
- GÖRING, H.: Zur Regulation des Zuckerspiegels in pflanzlichen Geweben. Biol. Zbl. **89**, 343—358 (1970).
- GUTTENBERG, H. v.: Studien über das Verhalten des immergrünen Laubblattes der Mediterranflora zu verschiedenen Jahreszeiten, Planta (Berlin) **4**, 726—779 (1927).
- und BUHR, H.: Studien über Assimilation und Atmung mediterraner Macchiapflanzen während der Regen- und Trockenzeit. Planta (Berlin) **24**, 163—265 (1935).
- HERMAN, Nur, Moh.: Le climat de L'Afghanistan. 55 pp. Paris 1965.
- IVEN, H.-E.: Das Klima von Kabul. Diss. Halle. Breslau 1933.
- JEREMIAS, K.: Über die jahreszeitlich bedingten Veränderungen der Ablagerungsform der Kohlenhydrate in vegetativen Pflanzenteilen unter besonderer Berücksichtigung der Zucker der Raffinosegruppe. Bot. Studien (Jena) **15**, 1—98 (1964).
- Zum Verhalten einiger Kohlenhydrate in Blättern und Rinden der Pappelsorten Oxford, Rochester und Androsoggin. Mitt. Ver. forstl. Standortskunde **18**, 89—94 (1968).
- MULKJANIAN, J. I.: *Cercis griffithii* Bss., a new genus and species for the flora of the Caucasus. (russ.) Bot. Zh. **54**, 475—476 (1969).
- PISEK, A., und CARTELLIERI, E.: Zur Kenntnis des Wasserhaushalts der Pflanze. I. Sonnenpflanzen. Jb. wiss. Bot. **75**, 195—251 (1931). III. Alpine Zwergsträucher. Jb. wiss. Bot. **79**, 131—190 (1933).
- RECHINGER, K. H.: Flora Iranica: Anacardiaceae. 9 pp. Graz 1969.
- SEYBOLD, S.: Zum jahres- und tagesperiodischen Verhalten von Zuckeralkoholen in vegetativen Pflanzenteilen. Flora, Abt. A, **160**, 561—575 (1969).

- TALBOT, F. G.: *Memoirs of Babar, Emperor of India*. 1909 Reprint Lahore 1968.
- WALTER, H.: Die heutige ökologische Problemstellung und der Wettbewerb zwischen der mediterranen Hartlaubvegetation und den sommergrünen Laubwäldern. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* **69**, 263—273 (1956).
- WRIGHT, A. E., McANDREWS, J. E., und ZEIST, W. v.: Modern pollen rain in western Iran, and its relation to plant geography and quaternary vegetational history. *J. Ecol.* **55**, 415—443 (1967).

Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. U. KULL, Biologisches Institut der Universität Stuttgart, 7000 Stuttgart 60, Ulmer Straße 227, und Dr. S.-W. BRECKLE, Pharmakognostisches Institut der Universität Bonn, 5300 Bonn, Nuß-Allee 6.