

Zur Biologie von *Cyperus kalli* (FORSSK.) MURB.

Von Wolfgang Licht *

(recibido en la redacción: 3.5.1974)

RESUMEN

Estudio biológico del *Cyperus kalli* (Cyperaceae), una especie del litoral arenoso canario. Su crecimiento y su distribución, con tablas y datos comparativos.

1. Einleitung

Cyperus kalli ist in den Sanden zwischen Maspalomas und El Oasis (Gran Canaria) ungemein weit verbreitet und gehört hier zweifellos zu den Erstbesiedlern bewegter Dünen und unruhiger, weil stark windexponierter ebener Flächen.

Den Sand dieser Dünen hat SUNDING (1972, S. 38-40 und Tafel 37) beschrieben. Danach ist der Boden arm an Nährstoffen, insbesondere an Stickstoff und Magnesium. Innerhalb der verschiedenen Dünengesellschaften fällt die Formation von *Cyperus kalli* speziell durch den besonders geringen Glühverlust ihres Bodens auf (1,74% der Trockenmasse).

Die im folgenden protokollierten Beobachtungen wurden, etwa einen Kilometer von der Küste entfernt, östlich der Siedlung "El Oasis" gemacht. In ihrer Vegetation unterschieden sich die dort vorgefundenen Standorte etwas von den Angaben SUNDINGS. Insbesondere trat *Cyperus kalli* hier fast ausschließlich ohne Vergesellschaftung mit anderen Arten - etwa *Euphorbia paralias* - auf. Allenfalls fanden sich *Neurada procumbens* oder *Launaea* (= *Zollikoferia*) *arborescens* an ähnlichen Standorten, beide beschränkten sich dabei aber hauptsächlich auf die tieferen, flacheren Stellen¹⁾. *Cyperus kalli* dagegen wuchs in viel stärkerem Maße, als SUNDING's Bericht verkauten ließe, auch an den Dünenhängen (vergl. Standort 1).

An Sträuchern dieses Biotops wären besonders *Plocama pendula* und *Tamarisken* zu nennen.

* Institut für Spezielle Botanik, Universität, D-65 Mainz; BRD

2. Beobachtungen

1. Auffällig an den *Cyperus*-Standorten ist vor allem die sehr deutliche Umgrenzung der einzelnen Bestände, die nur selten ein größeres Areal einnehmen. Auch erkennt man, daß jeweils fast alle Individuen einen ähnlichen Entwicklungsstand zeigen; besonders deutlich kann man das an *Cyperus*-Gruppen beobachten, die gerade allesamt ihren Blütenstand zu entwickeln beginnen oder an solchen, die bereits durchweg abgestorben und vergilbt sind. Die Jugendentwicklung verläuft etwas divergenter, wie noch gezeigt werden soll (Tab. 1.)— Drittens kann man sich durch Ziehen an verschiedenen beliebigen Exemplaren schnell davon überzeugen, daß jede Einzelpflanze eines abgegrenzten Standortes direkt oder indirekt mit allen anderen durch unterirdische Ausläufer ²⁾ in Verbindung steht. Wir haben es also stets mit Klonen zu tun, wodurch auch die bereits angesprochene Einheitlichkeit im Entwicklungsstadium verständlicher wird ³⁾.

Es bleibt dabei die Frage, wie die Mutterpflanze des Klons an ihren Platz kam. Da die *Cyperus*-Bestände häufig einen recht isolierten Eindruck machen, darf man vielleicht annehmen, daß die Vegetationsentwicklung mit einer aus einer Frucht gekeimten Pflanze beginnt ⁴⁾, die Besiedlung der Fläche dann aber auf rein vegetative Weise erfolgt. Dabei ist es natürlich auch möglich, daß derselbe Standort von mehreren Mutterpflanzen besiedelt wird, die dann jede für sich ihr System aufbaut, so daß es zu Vernetzungen kommen müßte. Doch wurde dem nicht weiter nachgegangen.

2. Ein Beispiel mag die Vegetationsverhältnisse eines solchen Bestandes näher illustrieren. Es handelt sich um eine bewegte Rippeldüne, deren Kuppe und etwa 40° nach Süd geneigte Luvseite ⁵⁾ einen reinen Bestand von *Cyperus kalli* im präfloralen Stadium trug (Tab. 1).

Tabelle 1

(Vegetationsverhältnisse einzelner *Cyperus* - Exemplare aus der Mitte eines konsolidierten Bestandes [Standort 1a])

Exemplar Nummer	Grüne Blätter	junge Seitentriebe	Wurzeln	Ausläufer 6)
1	5	—	4	4
2	4	—	2	2½
3	5	—	5	3½

4	6	—	4	3
5	4	—	1	1½
6	8	—	6	2
7	3	—	2	2
8	3	1	4	2
9	5	1	8	3 ² / ₁ .
10	(0)	—	5	³ / ₅ .
11	3	1	4	½
12	5	—	1	2
13	4	—	1½	1
14	3	—	4	3
15	3	—	1	3
16	(0)	2	3	3
17	3	1	6	4
18	8	—	6	1½
19	5	—	8	3½
20	4	—	6½	2
Durchschnitt circa	4	selten	4	2½

Die Angabe "1/2" besagt dabei, daß das betreffende unterirdische Organ gerade im Austreiben begriffen war. — Neben den grünen Blättern sind meist noch einige abgestorbene vorhanden, deren Oberblatt aber häufig deutlich kleiner ist als bei den grünen Blättern, vergl. dazu 2.3. — Die Exemplare 10 und 16 waren abgestorben, bei Nr. 16 haben jedoch die beiden Seitenknospen den Platz eingenommen.

Irgendeine Korrelation zwischen der Anzahl der einzelnen Organe läßt sich also nicht feststellen. Es ist damit auch nicht möglich, das Alter der einzelnen Individuen relativ zueinander festzustellen.

3. Dennoch lassen vergleichende Untersuchungen mit Exemplaren anderer Standorte einen Rückschluß auf die Entwicklung einer Einzelpflanze zu. Sie läßt sich etwa wie folgt beschreiben: An der "vorgeschalteten" Mutterpflanze treibt ein unterirdischer Ausläufer aus, der selten unter 50 cm kurz bleibt und — nach unseren Beobachtungen — bis zu knapp drei Metern lang werden kann ⁷). Er ist mit schmal - dreieckigen Blattschuppen besetzt; die Interno-

dienlänge beträgt ein mehrfaches der Blattlänge, nämlich 1,2 bis 2,0 cm. Sproßbürtige Wurzeln treten an den gestreckten Internodien nur sehr selten auf (vergl. aber 2.4), eine Verzweigung wurde nicht beobachtet. Zu gegebenem Zeitpunkt stauchen sich die Internodien mehr oder weniger plötzlich auf maximal 0,5 cm Länge, der Ausläufer schwillt knollig an bis auf die doppelte Dicke und richtet sich auf. Gelegentlich bleibt die Aufrichtung unvollständig, und es ist eine zweite — selten auch eine dritte — dieser knolligen Verdickungen nötig, um eine vollständige Aufrichtung zu erreichen. Ein dichter Schopf abgestorbener Blätter mit reduzierter Oberblattlänge umhüllt das Knie und tritt häufig über die Sandoberfläche. — Unmittelbar nach der Aufkrümmung bewurzelt sich der betreffende Ausläufer, den man von nun an als Jungpflanze bezeichnen kann. Diese Wurzeln beschränken sich auf die untere Hälfte des Ausläufers — bezogen auf dessen Querschnitt — und sind umso kräftiger, je tiefer sie ansetzen. Sie entspringen jeweils in Einzahl unter dem Knoten eines Blattes in der Verlängerung dessen Mediane und durchstossen dabei — der verkürzten Internodien zufolge — zwangsläufig ein oder mehrere Unterblätter des vorausliegenden, älteren Sprossabschnittes. Infolge dieser regelmässigen Anordnung bleiben die drei Orthostichen auch in der sproßbürtigen Bewurzelung gewahrt. — Als nächstes erfolgt die Ausbildung neuer Ausläufer. Jede Pflanze hat somit einen zuführenden und (0-) 1-4 wegführende Ausläufer (vergl. auch Abb. 1). Anschliessend beginnt in einigen Fällen eine Verzweigung des Spross-Systems, infolge derer der Hauptspross absterben kann, ohne dass der betreffende Platz verwaisen würde. Es erfolgt also keine Ausbreitung in der Art eines Hexenringes bei Pilzen.

Erreicht der Bestand ein bestimmtes Alter, gelangt er zur Blüte und stirbt nach der Fruchtreife ab ⁸). Es konnte nicht geklärt werden, ob ein Bestand schon mit beginnender Blüte seine Verbreitungstendenz einstellt oder ob er darin gewissermassen vom Tod überrascht wird. Es ent-

sprach an den untersuchten Plätzen übrigens durchaus nicht der Regel, dass sich inzwischen andere Pflanzenarten eingefunden hätten. *Cyperus kalli* leitet in solchen Fällen also keine Sukzession ein.

4. Besonders eindrucksvoll ist es, die Besiedlung ebener Standorte zu studieren. Es bilden sich hier regelrechte Kampffronten aus, die mehr oder weniger "im Gleichschritt" Meter um Meter neuen Sand besiedeln.

Abb. 1 zeigt ein Beispiel dafür. Es handelt sich dabei um den Ausschnitt aus einer besiedelnden Initialgesellschaft "auf dem Vormarsch" über eine Breite von insgesamt 10 Meter hin. Die äusserste Linie dieses 10 m breiten Bestandes

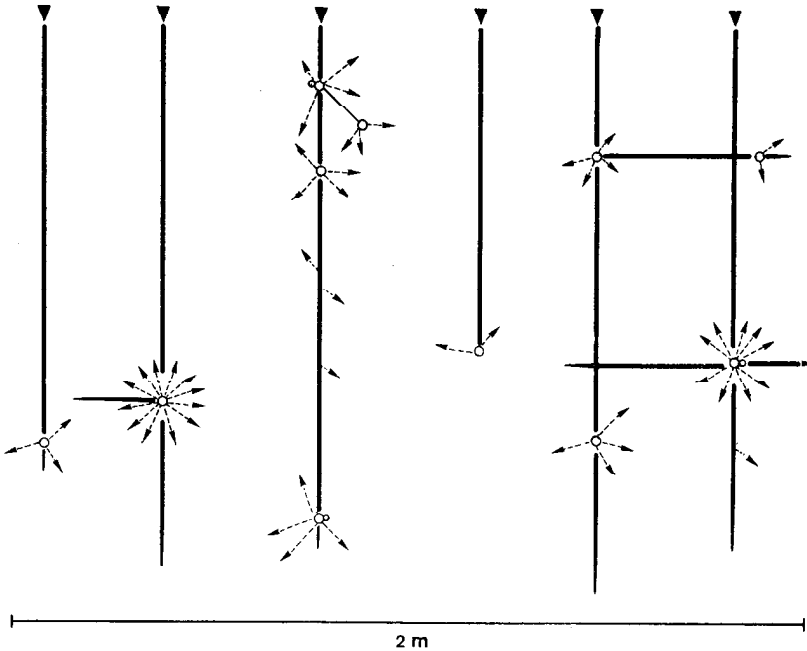


Abb. 1: Ausschnitt aus dem Standort 2. Der *Cyperus*-Bestand breitet sich von oben (Norden) nach unten aus. Die untersten (= äussersten) dargestellten Exemplare sind die Nummern 12 bis 17 der Tabelle 2. — Kreis: Jungpflanze; kleiner, daran anliegender Kreis: Seitentrieb. Durchgezogene Linien: Ausläufer, sich apikal verjüngend. Gestrichelte Linien: Wurzeln. Beachte die Ausläuferwurzeln.

wird von 28 Einzelpflanzen gebildet, die an ebensovielen zuführenden Ausläufern von häufig über zwei Metern Länge mit dem Zentrum in Verbindung stehen. Im Einzelnen ergab sich folgendes Bild (Tab. 2).

Tabelle 2

(Vegetationsverhältnisse der äussersten Exemplare einer in Ausbreitung begriffenen Initialgesellschaft. Boden 5° nach Süd geneigt, ansonsten eben [Standort 2])

Exemplar Nummer	Grüne Blätter	junge Seitentriebe	Wurzeln	Ausläufer 9)
1	3	—	6	2,2
2	(0)	—	6	0
3	(0)	—	6	2/3
4	3	—	5	1
5	3	—	9	2
6	5	1	5	1
7	4	—	6	2
8	3	1	5	1
9	3	—	1/2	0
10	5	1	11	1
11	2	—	4	1
12	2	—	3	1/2
13	4	—	12	2
14	3	1	5	1/2
15	3	—	2	0
16	2	—	4	1
17	2	1	9	3
18	2	2	6	1
19	3	—	7	1
20	3	1	8	1
21	4	—	4	1
22	7	1	5	1
23	6	2	8	1
24	4	3	7	2
25	5	2	12	2
26	2	—	5	2
27	ca 10	—	9	1
28	4	—	8	1
Durchschnitt	3 1/2	ziemlich häufig	6 1/2	1

Wir sehen sofort einen wesentlichen Unterschied zu den in Tabelle 1 beschriebenen Exemplaren: die Zahl der Wurzeln ist erheblich größer, die der Ausläufer deutlich kleiner, deren Länge jedoch im Durchschnitt wohl bedeutender. Es steht außer Frage, daß diese Verhältnisse mit dem Pioniercharakter dieser exponierten Pflanzen zusammenhängen, während die untersuchten Pflanzen des Standortes 1 a aus der Mitte eines Gesamtbestandes herausgegriffen wurden.

Eine Besonderheit der am weitesten vorragenden Ausläufer war es, daß sie sich gelegentlich spontan bewurzeln. Ohne jede erkennbare Beziehung zu den Blattknoten entstehen in solchen Fällen vereinzelt Wurzeln an der Unterseite des Ausläufers, die habituell den sonstigen Wurzeln an den Blattbüscheln durchaus entsprechen, aber im Gegensatz zu diesen (vergl. 2.5) direkt in die Tiefe wachsen. Da diese Art von Wurzeln nur in zwei Fällen auch in der Mitte eines *Cyperus*-Standortes gefunden wurden (vergl. Nr. 9 der Tab. 3), scheint es sich dabei um ephemere Hilfsbildungen zur Fixierung der Ausläufer zu handeln, die durch dessen Aufrichtung und Individuumbildung überflüssig werden ¹⁰).

5. Schwieriger als die Präparation der oberflächenparallelen Rhizome gestaltet sich die der Wurzeln, solange keine Möglichkeit besteht, das Nachrieseln des Sandes durch eine Verschalung zu verhindern. Die einzelnen Wurzeln können nur blind, d.h. von den bereits bald wieder überschüttete Hände gewissermaßen unterirdisch präpariert werden. Auf diese Weise sind vollständige Ausgrabungen natürlich kaum zu bewerkstelligen. Immerhin lassen die auf diese Weise gewonnenen Daten eine Reihe von Schlüssen zu und sollen deshalb hier angeführt werden (Tab. 3).

Erläuterung zur Tabelle (nächste Seite):

Spalte 1 beinhaltet die laufende Nummer der Wurzel. Spalte 2 die jeweils präparierte Länge. Unter 3 ist die Länge des Wurzelhöschens (vgl. unten), unter 4 die Tiefe der ersten Seitenwurzel angegeben. Der Seitenwurzelquotient unter 6 gibt die durchschnittliche Zahl der Seitenwurzeln 1. Ordnung pro cm Hauptwurzel an. Spalte 7 entnehme man die Länge dieser Seitenwurzeln (in cm). Spalte 8 macht Angaben zu den Seitenwurzeln. 2. Ordnung. Die Daten der Spalten 6-8 werden mitunter für einzelne Bezirke der betreffenden Wurzel getrennt gebracht; dann sagen die Zentimeterangaben in Spalte 5 aus, für welchen Bereich die jeweils danebenstehenden Angaben gelten. Spalte 9 schließlich erläutert die Wuchsrichtung der Hauptwurzel ("Hauptwurzel" im funktionellen Sinn).

Tabelle 3

(Wurzelverhältnisse auf demselben Standort wie in Tab. 1,
angrenzend an den durch Tab. 1 erfaßten Ausschnitt [Standort 1b])

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	103	-	14	cm 14-80: 3 ab cm 80: 5	3 5	1-1,5 bis 2,5	insgesamt sehr selten	bis cm 80 oberflächenparallel, dann bogig absteigend.
	2	43	5	5		1-1,3	um 1	insgesamt sehr selten	oberflächenparallel
	3	43	7	11		0,5	um 0,5	insgesamt sehr selten	etwas abwärts gerichtet
	4	9	5	3			bis 1		
	5	12	4	3			bis 1		
8	6 ¹¹⁾	48	entf.	entf.		5-7	0,5-2,5	häufig, bis 0,5	
	7	45	11	5		1,5-2,5	bis 3	wenig	oberflächenparallel
	8	34	12	4		5-7	bis 3,5		schräg abwärts
	9 ¹²⁾	31	-	10	cm 10-20: 1 ab cm 20: 3	1 3	< 0,2 < 0,2	keine	abwärts
	10 ¹³⁾	120	4	10	cm 10-25: 3 25-70: 3 70-105: 1,5-3,5 105-115: unter 3 115-120: 0	3 3 1,5-3,5 unter 3 0	1-1,5 > 7 bis 5 bis 10 -	Warzen wenig wenig selten	bogig abwärts. Wurzelspitze angeschwollen
	11	45		3	cm 3-20: 1-1,5 ab cm 20: 3	1-1,5 3	bis 3 bis 4	keine wenig	oberflächenparallel
	12	70	5	15	cm 15-20: 1 ab cm 20: 1-3	1 1-3	bis 5 > 7	apikal zunehmend	etwas abwärts
	13	70	4	10	insgesamt ähnlich Nummer 12				
	14	65	4	7	insgesamt ähnlich Nummer 12				

Aus diesen Angaben läßt sich folgern:

1. Die Wurzeln wachsen schräg oder bogig abwärts ¹⁴⁾ und erreichen dabei beträchtliche Längen. Sie gelangen damit in Tiefen von über einem halben Meter, gehen aber vermutlich noch um einiges tiefer.

2. Sehr konstant waren die charakteristischen "Wurzelhöschchen" zu beobachten, verkittete Sandkongregationen vom Wurzelhals abwärts, insgesamt etwa 4-10 cm lang und bis 0,6 cm breit. Ihre Form entspricht etwa der einer kleinen Mohrrübe. Bei Druck bröckeln sie von den braunen Wurzeln ab.

3. Ansonsten beginnt die Seitenwurzelbildung erst in einer bestimmten Tiefe und bleibt zunächst wenig intensiv.

Seitenwurzeln 2. Ordnung befinden sich hauptsächlich im mittleren Drittel eines Teilsystems. Insgesamt ist die Dichte des Seitenwurzelbesatzes recht unterschiedlich.

4. Gelegentlich lassen sich an den proximalen Teilen der Hauptwurzel korkleistenartige Bildungen feststellen.

3. Diskussion

1. Ueber die charakteristische Wuchsform ausläufer-treibender Dünengräser ("Gräser" im habituellen Sinne) sind wir recht gut unterrichtet, und *Cyperus kalli* fügt sich diesem allgemeinen Typ gut ein. Dieser Typ findet sich bei anderen Pflanzenfamilien in diesem Biotop kaum (so etwa noch bei *Honckenya peploides*, vergl. TOMUSCHAT & ZIEGENSPECK 1929 und STEUBING 1949); offenbar entspricht er besonders den graminiden Wuchsformtypen. Handelt es sich dabei auch oft um stark spezialisierte Formen, die sofort zurücktreten, wenn andere Pflanzenarten ihr Revier besiedeln, so sind sie in ihrem Grundbauplan doch nicht so stark abgewandelt wie viele andere Besiedler extremer Biotope. So verläuft die Entwicklung der Ausläufer von *Cyperus kalli* zwar unterirdisch, entspricht aber ansonsten durchaus der anderer Ausläuferpflanzen wie *Ajuga reptans* oder *Fragaria vesca*; man denke an die Länge der Internodien, deren Verkürzung und Verdickung bei der Aufrichtung, die Beschränkung der sprossbürtigen Wurzeln auf die Blattknoten der verdickten Stellen und die Bildung einer Blattrosette. Allenfalls die selten auftretenden internodialen Wurzeln an peripheren Ausläufern passen nicht

recht in jenes Schema. Auffällig ist weiterhin die Länge der Ausläufer, die auch von erheblich grösseren Dünenbewohnern nicht wesentlich überboten wird (Werte bei BUCHENAU und bei STEUBING) wie auch die Tatsache, dass keine Verzweigung der Ausläufer beobachtet wurde. Hierin unterscheiden sich die Cyperaceen *Cyperus kalli* und wohl auch *Carex arenaria* von den echten Gräsern dieses Biotops, beispielshalber *Agropyron junceum*¹⁵⁾, *Elymus arenarius* oder *Ammophila arenaria*.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, mit welcher Regelmäßigkeit die Pflanze an der Front von Initialgesellschaften mit ihrem ersten wegführenden Ausläufer die Richtung des zuführenden Ausläufers fortsetzt; erst die folgenden vernetzen das System (meist im rechten Winkel) seitlich. Insgesamt entsteht so eine deutlich bevorzugte zentrifugale Wachstumsrichtung, deren Orientierung vielleicht mit dem Wind zusammenhängt (STEUBING).

2. Das Wurzelsystem entspricht in seiner extensiven, aber weitgreifenden Ausprägung dem anderer Sandpflanzen. Dieser Bewurzelungstyp steht dabei wohl weniger im Zusammenhang mit statischer Beanspruchung oder mit der Wasserversorgung als vielmehr mit der Nährstoffarmut des Sandes (vergl. 1). An den Beobachtungstagen begann der Sand nämlich in geringer Tiefe bereits feucht zu werden; wenn auch längerwährende Untersuchungen nicht vorliegen, die eine Verallgemeinerung dieses Befundes zulassen — immerhin fallen auf Maspalomas im Jahresdurchschnitt nur 128 mm Niederschlag (SUNDING)—, so entspricht es durchaus der Natur des Sandes, durch Bildung einer isolierenden, ausgetrockneten Oberflächenschicht die tiefer liegende Feuchtigkeit vor dem Verdunsten zu bewahren (vergl. WALTER 1932 und 1962). Eine Anpassung an diese oberflächliche Trockenheit des Bodens stellt jedoch die etwa 5 - 15 cm lange proximale seitenwurzelfreie Zone dar¹⁶⁾ und die Verlagerung des Verzweigungsschwerpunktes in die tieferen (feuchteren) Bodenschichten, deren ausgeglichener Temperatur ausserdem eine geregeltere Wasseraufnahme ermöglicht (STEUBING).

Die Wachstumsrichtung der Wurzeln scheint bei Dünenpflanzen nicht sehr spezifisch zu sein. Die Tendenz zu bogenförmigem Wachstum, wie sie für *Cyperus kalli* als regelhaft bezeichnet wurde, findet sich nach STEUBING allenfalls

bei *Agropyron*. An dieser Pflanze, die auch auf ägyptischen Dünen vorkommt, beobachteten dagegen MIGAHD et al. (1955) oberflächenparallele Wurzeln. Solche flachstreichenden Wurzeln besitzen nach BUCHENAU, nach TOMUSCHAT & ZIEGENSPECK und nach MIGAHD et al. auch *Ammophila* und *Elymus*; dem widersprechen aber die Abbildungen bei FUKAREK.

Auch ein anderes Merkmal zahlreicher auf Sand stockender Gramineen (*Elymus*: TOMUSCHAT & ZIEGENSPECK) oder Cyperaceen (*Carices*, insbesondere *Carex arenaria*: FREIDENFELT 1902 und andere Autoren) ließ sich bei *Cyperus kalli* nicht beobachten: die Arbeitsteilung in tiefgreifende Befestigungswurzeln und flach bleibenden Saugwurzeln.

Unbekannter Genese sind die regelmässig beobachteten Wurzelhöschchen. Auch deren Beschränkung auf den häufig seitenwurzelfreien proximalen Abschnitt fällt auf. Es ist denkbar, dass anlässlich eines Regens, der die im Allgemeinen völlig trockene oberste Bodenschicht durchfeuchtet, die Wurzel zur Ausnutzung dieses Wassers ephemere Wurzelhaare ausbildet. Infolge ihrer Ausscheidungen verkleben diese nun in bekannter Weise mit dem umgebenden Sand. Sobald das oberflächliche Wasser verdunstet oder versickert, verbacken Wurzel und Sand zu einer Einheit, die nun ihrerseits die zentrale Wurzel vor der schädlichen Einwirkung der beträchtlichen Oberflächenhitze zu schützen vermag.

Die Reaktivierung scheinbar "toter" Wurzeln bei plötzlichem Wasserangebot ist gerade bei Xerophyten eine bekannte Erscheinung (vergl. z. B. KAUSCH oder KÜTSCHERA 1960, S. 43-45). Im Übrigen sind die dunkelbraunen, drahtigen Wurzeln, die man nahe der Erdoberfläche ausgräbt, natürlich nicht "tot"; zumindest ihr Zentralzylinder muß noch intakt sein, um die Verbindung zwischen Sproß und den tiefer gelegenen, aktiven Wurzelabschnitten aufrechtzuerhalten. Darauf hat schon BUCHENAU hingewiesen. Auch die bei *Cyperus kalli* gelegentlich beobachteten warzigen Neuanlagen von Verzweigungen (vergl. z. B. Wurzel Nr. 10 in Tab. 3) zeigen die Bereitschaft, gegebenenfalls sofort auszu-treiben. Entsprechende Bildungen beschrieb KAUSCH an *Zygophyllum album* 17).

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß verdickte Wurzelspitzen, wie sie an der vollständig präparierten Wurzel Nr. 10 vorgefunden wurden, auch bei *Ammophila* und *Elymus* beobachtet wurden (TOMUSCHAT & ZIEGENSPECK).

4. Zusammenfassung

1. *Cyperus kalli* bildet in den Dünen von El Oasis (Gran Canaria) häufig reine Initialgesellschaften (1.). Bei den einzelnen Besiedlungseinheiten handelt es sich um Klone, für deren Bildung das reiche Netz unterirdischer Ausläufer sorgt (2.1). Die einzelnen Individuen eines Klons befinden sich stets in einem ähnlichen Entwicklungszustand.

Nach dem Absterben des Bestandes verwaist die betreffende Sandfläche in der Regel wieder; eine Sukzession wird dann nicht eingeleitet. (2.3).

2. Die Ausbreitung durch die Ausläufer erfolgt nach bestimmten Regeln (2.3), wie sie auch für oberirdische Ausläufer gültig sind (3.1). Sie sind nicht verzweigt.

3. Das Wurzelsystem besteht aus einigen schräg oder bogenförmig abwärtsstreichenden Wurzeln. Deren weitere Verzweigung ist sehr unterschiedlich, deren Schwerpunkt liegt in tieferen Schichten (2.5, Tab. 3). Dieser Radikationstyp ist nicht besonders artspezifisch und steht in engem Zusammenhang mit dem Biotop (3.2). Die prostraten Ausläufer sind — im Gegensatz zu denen anderer graminider Dünenpflanzen — nur sehr selten bewurzelt (2.4).

4. An zwei Standorten (einem konsolidierten Bestand und einer Initialgesellschaft) werden dort vorkommende Einzelpflanzen quantitativ erfasst (Tab. 1 und 2). Im Durchschnitt haben die Pflanzen des Pionierstandortes mehr Wurzeln und weniger Ausläufer ausgebildet. (2.4).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden am 25. 2. und 5. 3. 1974 im Rahmen einer Botanischen Exkursion des hiesigen Institutes für Spezielle Botanik durchgeführt. Die Leitung der Exkursion hatten Prof. Dr. H. WEBER und Dr. D. LÜPNITZ. Ich danke Fr. BERGMANN für die sorgfältige Führung des Protokolls am Standort.

Anmerkungen

1. Eine Hauptursache für diese beschränkte Verbreitung von *Neurada* könnte darin bestehen, daß sich die Träger der Trittkletten dieser Pflanze hauptsächlich in den Dünentälern fortbewegen. Allerdings würde es nicht überraschen, wenn *Neurada* ausserdem übersandungsempfindlich wäre, nicht nur wegen ihres prostraten Wuchses sondern auch wegen der Kleinheit ihrer Keimpflanzen. Auch dürfte die Überhitzungsempfindlichkeit des Wurzelhalses stark exponierte Standorte ausschließen. — Bei *Launaea* beschränkt der Wind wohl gelegentlich eine weitere Verbreitung.
2. Es hat sich bei Graminiden eingebürgert, in solchen Fällen von "Rhizomen" zu sprechen. Dies erscheint hier jedoch nicht sinnvoll, da die angesprochenen Organe mit einem Rhizom lediglich die unterirdische Lebensweise gemein haben. Wenn man auch der Speicherefunktion nicht jene Bedeutung zumessen will, wie dies TROLL (1959, S. 109) tut, um den Begriff "Rhizom" zu definieren, so lassen doch immer noch Wachstumsweise und Bewurzelungsverhältnisse den Ausdruck "unterirdischer Ausläufer" exakter erscheinen. Vergl. auch 3. 1.
3. "Ähnliches Entwicklungsstadium" besagt nicht auch zwangsläufig "ähnliches Alter". Daß die Individuen eines Klons — besonders, wenn sie sich noch im Verband befinden — ungeachtet ihres absoluten Alters etwa zur gleichen Zeit

- blühen können, ist z.B. für Bambuseen schon seit längerem bekannt (vgl. TROLL S. 700)
4. Daß auch Dünenbewohner mit starker vegetativer Verbreitung häufiger aus Früchten keimen als man gemeinhin anzunehmen geneigt ist, hat schon BUCHENAU (1889) an *Ammophila arenaria* gezeigt. — Vergl. dazu aber PAUL (1944).
 5. Zumindest an den Beobachtungstagen wehte der Wind konstant aus SSW
 6. Es sind hier nur die wegführenden Ausläufer gezählt; die Gesamtzahl der mit der Einzelpflanze zusammenhängenden Ausläufer ist also stets um eins größer (vergl. 2.3).
 7. Diesen Angaben liegen 20 Einzelmessungen zu Grunde, die einen Durchschnittswert von 120 cm ergaben, aber in sich stark streuten. In ebenem Gelände oder in peripheren Bezirken eines Bestandes liegt der Wert vermutlich höher. Vergl. 2.4.
 8. Zumindest wurde kein abgestorbener Bestand beobachtet, der wieder neu austreiben würde. *Cyperus kalli* scheint also hapaxanth zu sein. Da er auf diese Weise jeden Standort nur verhältnismäßig kurze Zeit bewohnt, erübrigt sich für ihn auch das Problem, mit Überwehungen fertig werden zu müssen.
 9. Auch hier sind nur die wegführenden Ausläufer angegeben.
 10. Offenbar sind solche Wurzelbildungen — ungeachtet ihrer Lokalisierung — in der Kampfzone erforderlich; dies umso mehr, als die Bewurzelung der Tochterpflanzen erst nach deren Aufrichtung erfolgt. — Andere Dünenpflanzen bewurzeln demnach auch ihre Ausläufer und Rhizome, so unter anderem *Carex arenaria* (BUCHENAU, vgl. auch FUKAREK 1961).
 11. Mittelstück einer längeren Wurzel.
 12. Ausläuferwurzel. Vergl. 2.4.
 13. Vollständig präparierte Wurzel.
 14. Man beachte, daß alle in Tab. 3 mit "oberflächenparallel" bezeichneten Wurzeln nur bis zu einer Länge von unter 50 cm präpariert wurden; sie sind also, wie Wurzel Nr. 1 oder 10 zeigen, kein Gegenbeispiel.
 15. Auf der Abb. 16 in FUKAREK besitzt allerdings auch *Agropyron* ein unverzweigtes Rhizom.
 16. "Anpassung" ist hier nicht im genetischen Sinne zu verstehen. Es ist vielmehr wahrscheinlicher, daß es sich hier um eine standortbedingte und deshalb regelmäßig zu beobachtende Modifikation handelt. — Eine solche seitenwurzelfreie Zone ist übrigens bei Wüstenpflanzen sehr häufig (KAUSCH 1959).
 17. Er bezeichnet diese Warzen als "Wurzelknospen". Dieser Ausdruck empfiehlt sich nicht, da er bereits für die wurzelbürtigen *Sprößknospen* reserviert ist (vergl. TROLL, S. 388 ff.) Es wäre demnach exakter, von "ruhenden Seitenwurzelanlagen" zu sprechen.

Literaturverzeichnis

- BUCHENAU, Fr. (1889): Über die Vegetationsverhältnisse des "Helms" (*Psamma arenaria* Röm. et Schultes) und der verwandten Dünengräser. *Abh. naturw. Ver. Bremen* 10, 397-412.
- FREIDENFELT, T. (1902): Studien über die Wurzeln krautiger Pflanzen I. *Flora* 91, Erg. bd., 115-208.
- FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. *Pflanzensoziologie* (Jena) 12, 321 Seiten.

- KAUSCH, W. (1959): *Der Einfluß von edaphischen und klimatischen Faktoren auf die Ausbildung des Wurzelwerks der Pflanzen*. Habil. schrift D 17, Fak. Chemie TH Darmstadt.
- KUTSCHERA, L. (1960): *Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen*. Frankfurt (Main).
- MİGAHID, A. M. et al. (1955): Types of habitats and vegetation at Ras El-Hikma. *Bull. de l'Inst. du Desert d'Egypte* 5, 107-190.
- PAUL, K. H. (1944): Morphologie und Vegetation der Kurischen Nehrung I. *Nova Acta Leopoldina NF* 13, 217-378
- STEUBING, L. (1949): Beiträge zur Ökologie der Wurzelsysteme von Pflanzen des flachen Sandstrandes. *Z. f. Naturw.* 4b 114-123
- SUNDING, P. (1972): *The vegetation of Gran Canaria*. Universitetsforlaget Oslo
- TOMUSCHAT, E. & ZIEGENSPECK, H. (1929): Beiträge zur Kenntnis der ostpreußischen Dünen. *Schr. d. Königsberger gelehrten Ges.* 6, nat. Kl. H. 4, 99-216, Halle.
- TROLL, W. (1959): *Allgemeine Botanik*. 3. Aufl. Stuttgart.
- WALTER, H. (1932): Die Wasserverhältnisse an verschiedenen Standorten in humiden und ariden Gebieten. *Beih. Bot. Cbl.* 49 (Erg. bd.) 495-514.
- (1962): Neue Gesichtspunkte zur Wasserversorgung der Wüstenpflanzen. *Ber. dtsh. Bot. Ges.* 75, 349-350.

Reseña

- J. FELIX & K.HISEK: *Vögel in Wald und Gebirge*.
 Bertelsmann Ratgeberverlag, München — Gütersloh — Wien (Postfach 5555; D-483 Gütersloh I); 192 pp., 64 figs.; Gütersloh 1974. DM 9,80.

Aunque de ningún modo un tema botánico, nos han enviado un libro igualmente interesante: *Aves en bosques y montañas*, una traducción del checo, bien ilustrada (por K. Hisek) con láminas en color. Se presenta 64 especies de aves europeas, con su hábito y datos técnicos incluyendo medidas, peso y sonido. A cada lámina pertenece una página de texto descriptivo (distribución, nidificación y alimentación de la especie respectiva).

El libro es introducido por capítulos generales tratando las aves en sí (anatomía y morfología); la inmigración de especies, con mapas y datos sobre su orientación, y anotaciones acerca de la vida familiar. Siguiendo la parte principal y descriptiva tenemos otros datos útiles e interesantes como parasitismo de nidificación, aves rapaces, y la protección de las aves. Finaliza el libro con un pequeño capítulo sobre especies introducidas, y los índices acostumbrados. Un nuevo libro de la serie "Naturaleza en color" y un nuevo éxito de los autores y la Casa Bertelsmann.

G. K.