

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 37 (1962)

Artikel: Die Bedeutung des Lichtes für die Luftwurzelbildung von *Cereus*

Autor: Sagromsky, Herta

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308214>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Bedeutung des Lichtes für die Luftwurzelbildung von *Cereus*

Von HERTA SAGROMSKY

(Aus dem Institut für Kulturpflanzenforschung
der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in Gatersleben)

Bei jeder Pflanze besteht schon in ganz jungen Entwicklungsstadien eine Polarität, die Voraussetzung für ihre Differenzierung ist. Am bekanntesten und selbstverständlichsten ist zum Beispiel die Sproß-Wurzel-Polarität, die durch die Erdschwere induziert wird und am basalen Teil der Pflanze Wurzeln, am apikalen Sprosse entstehen lässt. Auch Licht kann bekanntlich eine Polarität in Pflanzengeweben beziehungsweise in Zellen hervorrufen. Zum Beispiel fand HABERLANDT, daß sich bei *Marchantia* und *Lunularia* der dorsiventrale Bau des Thallus umkehrte, wenn die Lebermoose nicht auf der Erde wuchsen, sondern auf einem durchsichtigen Substrat, wo sie von unten her beleuchtet und von oben verdunkelt wurden. Die Rhizoiden wuchsen dann auf der Oberseite und die Brut-

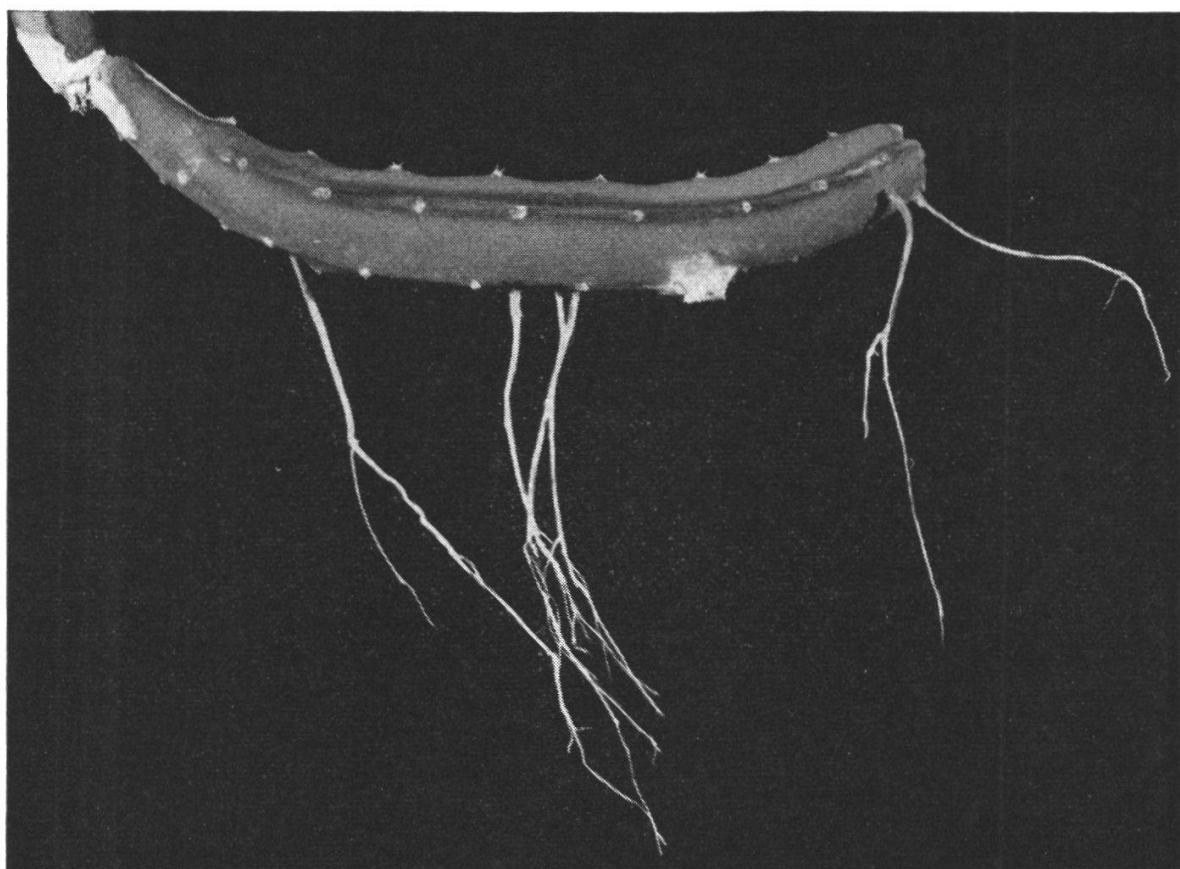


Abb. 1. Waagrecht hängendes Sproßende von *Cereus nycticalus*.
Luftwurzeln nur an der Unterseite.

körper wurden auf der Unterseite angelegt. — Sehr leicht ist eine Polariät bei Sprossen mit Luftwurzeln zu erkennen. Bei *Philodendron* entstehen Luftwurzeln immer an der vom Licht abgewandten Seite (BÜNNING). Bei *Cereus* scheint die Schwerkraft eine Dorsiventralität hervorzurufen (BÜNNING). Bei waagrecht hängenden Sprossenden im Gewächshaus entstehen Luftwurzeln meistens an der Sproßunterseite und hängen zur Erde herab (Abb. 1). Gelegentlich findet man jedoch an senkrechten Sprossen auch Luftwurzeln auf der vom Licht abgewandten Seite, so daß es nahe liegt, daß auch Licht einen Einfluß auf die Verteilung der Luftwurzeln von *Cereus* haben kann. In den folgenden Untersuchungen sollte daher die Bedeutung des Lichtes für die Luftwurzelbildung von *Cereus nycticalus* geprüft werden.

M E T H O D E

Vierkantige Triebe von *Cereus nycticalus* wurden von der Mutterpflanze abgeschnitten, zwei bis drei Wochen lang im Gewächshaus bei normaler Temperatur und Luftfeuchtigkeit liegengelassen, so daß die Schnittfläche abtrocknete, und dann in Blumentöpfe mit sandiger Gartenerde gesteckt. Nachdem die Sprosse Wurzeln gebildet hatten und mindestens 10 cm gewachsen waren, wurden sie zum Versuch genommen. Die obersten Sproßspitzen (die oberen 6—7 cm) wurden mit weißem oder farbigem Licht bestrahlt. Dazu kamen sie in Kästen (Abb. 2), deren Seitenfläche entweder ganz entfernt, durch Farbfilter zur Ausblendung von bestimmten Spektralbereichen, oder durch mit verschiedenen Lagen von Pergamentpapier beklebte Rahmen zur Abschwächung des weißen Lichtes ersetzt werden konnten. Diese Kästen standen auf ausschiebbaren

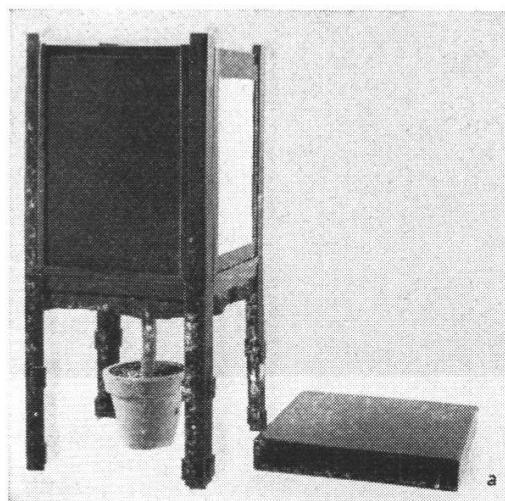


Abb. 2. Versuchsanordnung für spezielle Belichtung des Sprosses.
Der Deckel a wird zum Versuch auf den Lichtschutzkasten gelegt.

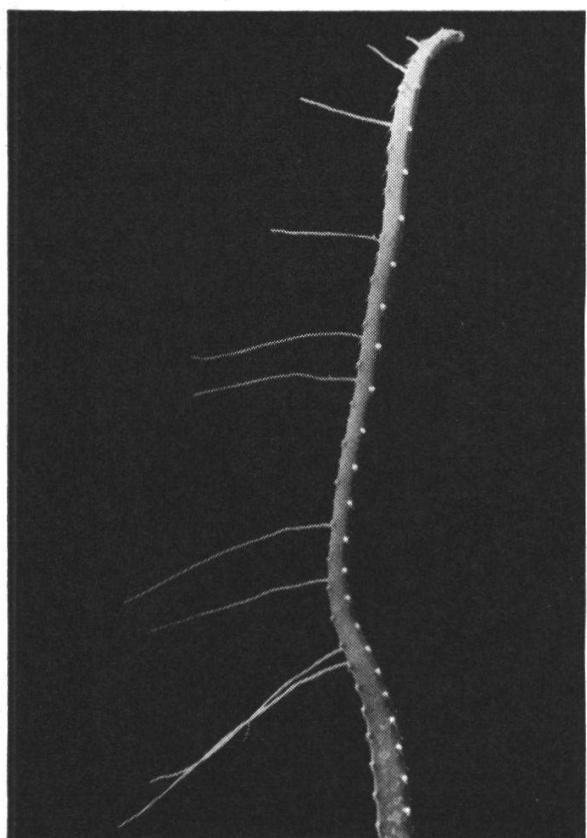
Füßen, so daß sie je nach der Pflanzengröße höher oder tiefer gestellt werden konnten. Die Unterseite bestand aus schwarzem, lichtundurchlässigem Stoff, der an dem Rahmen befestigt und in der Mitte bis auf ein kleines Loch zusammenziehbar war. Durch diese Öffnung wurde das obere Ende des *Cereus*-Sprosses hindurchgesteckt und nach unten lichtdicht abgeschlossen. Nach oben zu waren die Kästen durch einen Überwurfdeckel (Abb. 2a) abgedeckt. Er lag, um einen guten Luftaustausch zu ermöglichen, nicht direkt auf den Seitenflächen auf, sondern war auf die um 1½ cm verlängerten Seitenkanten gestützt. Die Lichtintensitäten wurden mit einem Luxmeter der Firma Zeiß gemessen. Seine spektrale Empfindlichkeit für die einzelnen benutzten Spektralbereiche war mit einer Thermosäule bestimmt worden. Für die Erzeugung von farbigem Licht wurden Schott'sche Farbfilter verwendet, durch die das Tageslicht passieren mußte.

VERSUCHSERGEBNISSE

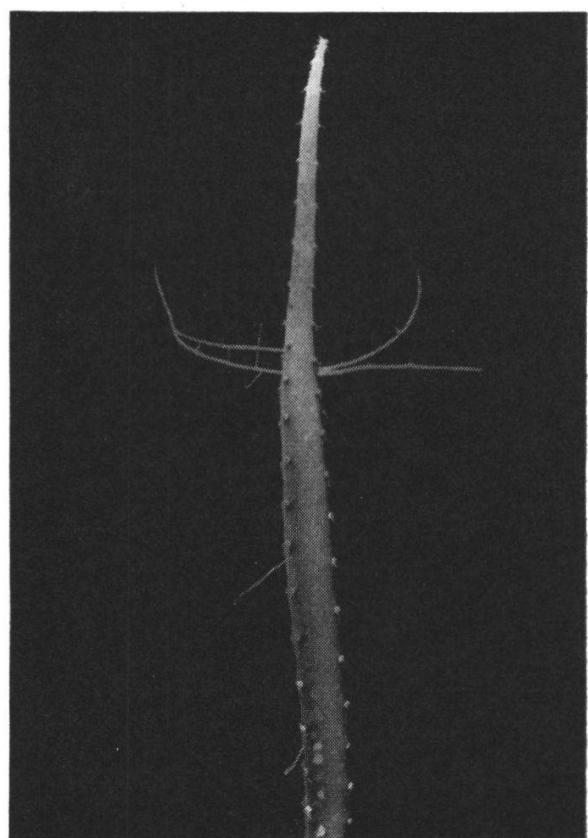
1. *Die Wirkung von weißem Licht.* In Vorversuchen konnte beobachtet werden, daß junge, senkrecht wachsende Sprosse von *Cereus nycticalus*, der Königin der Nacht, Luftwurzeln auf der vom Licht abgewandten Seitenfläche differenzierten, also auf der Schattenseite. Es schien, als ob Licht eine hemmende Wirkung auf die Luftwurzelbildung hat. Um den Einfluß des Lichtes auf diesen Vorgang genauer zu prüfen, wurden *Cereus-Sprosse* mit Tageslicht von einer Seite her bestrahlt und damit in der Pflanze Bezirke verschiedener Helligkeit geschaffen. Von einer der vier Seitenwände des Lichtschutzkastens war dazu eine einzige entfernt worden, die Pflanze darin so gedreht, daß eine der vier Sproßflächen zu dieser Seite und damit zur Lichtrichtung gewandt war. Sie wurde durch das in den Kasten einseitig einfallende Licht am stärksten bestrahlt. Die dahinterliegende parallele Sproßfläche war am dunkelsten und die beiden Seitenflächen waren zwar etwas beschattet, aber nicht so stark wie die hintere. Nach etwa 3 Wochen hatten die *Cereus*-Sprosse mehrere Luftwurzeln gebildet, aber nur an der lichtabgewandten Fläche, also an derjenigen, die während der Versuchsdauer das wenigste Licht bekommen

Abb. 3. *Cereus*-Sprosse nach mehrwöchiger Entwicklung verschiedener Lichtbedingungen.

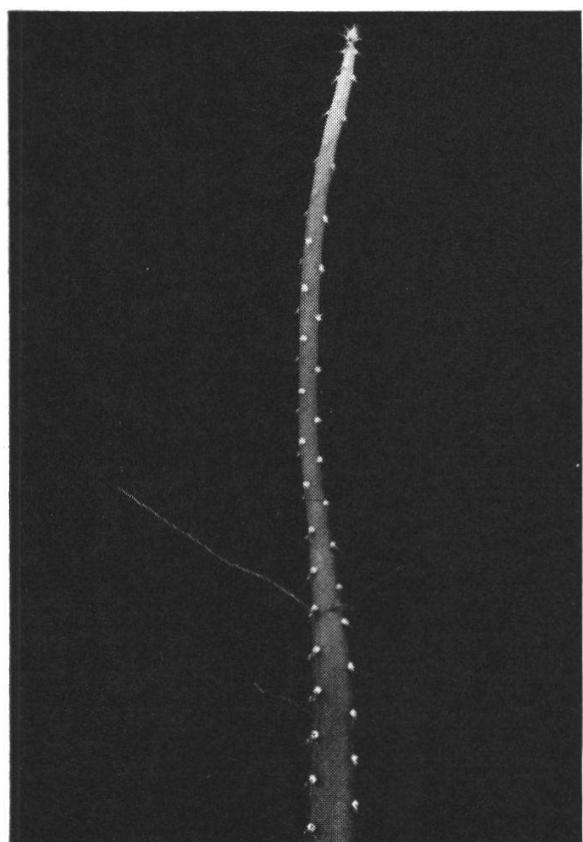
- A. Einseitiges weißes Licht von rechts. Luftwurzelbildung nur auf der lichtabgewandten Seitenfläche.
- B. Gleichstarkes weißes Licht von vorn und hinten. Luftwurzelbildung nur auf den beiden beschatteten Flächen.
- C. Vollkommene Dunkelheit. Luftwurzelbildung auf allen Sproßflächen.
- D. Einseitiges Blaulicht von rechts. Luftwurzelbildung nur auf der lichtabgewandten Sproßfläche.



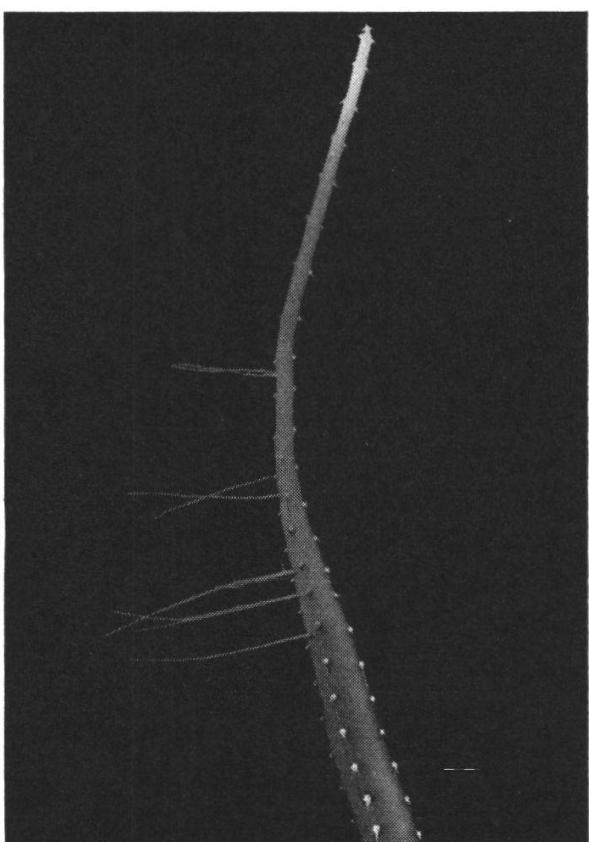
A



B



C



D

hatte. Alle 11 durchgeföhrten Versuche zeigten dasselbe Ergebnis. Abb. 3A zeigt einen Sproß dieser Serie. Man erkennt, daß alle Wurzeln an einer Seite wachsen. Damit die Luftwurzeln besser zu sehen sind, wurden die Pflanzen für die Aufnahme so gestellt, daß das einseitige Versuchslicht von rechts kam. Da Luftwurzeln bevorzugt an Sproßflächen austreten, wurde die Pflanze bei weiteren Versuchen mit einer der vier Sproßkanten zur Lichtrichtung gestellt, und zwar so, daß die beiden an diese Kante anstoßenden Flächen gleichstark beleuchtet waren. Die beiden übrigen erhielten wesentlich weniger Licht. Die hinterste Kante war am dunkelsten. In diesem Fall entwickelten sich Luftwurzeln immer nur auf den beiden hinteren Seitenflächen, dicht neben der dem Licht abgewandten Sproßkante, also wieder wie im ersten Versuch an den dunkelsten Sproßbezirken. Licht übt demnach eine hemmende Wirkung auf die Entstehung der Luftwurzeln aus, so daß Luftwurzeln immer an den Stellen mit geringster Helligkeit gebildet werden. Dieser Befund konnte durch weitere Beobachtungen bestätigt werden. Wenn die *Cereus*-Sprosse nicht einseitig, sondern gleich stark von zwei Richtungen belichtet wurden, indem zwei gegenüberliegende Seitenflächen des Lichtschutzkastens durch Pergamentfilter ersetzt wurden und die vierkantige Pflanze so gestellt war, daß zwei parallele Seitenflächen volles Licht gleicher Intensität erhielten, dann wurden Luftwurzeln nach zwei Richtungen hin gebildet, und zwar an den beiden einander gegenüberliegenden beschatteten Flächen. Es waren wiederum die Stellen, auf die die geringsten Lichtmengen gekommen waren (Abb. 3B). — In allen bisherigen Versuchen konnte durch Licht beim *Cereus*-Sproß eine Polarität erzeugt werden, die eine Luftwurzelbildung nur an bestimmten Stellen zuließ. Ein derartiges Potentialgefölle war in der Pflanze nicht im voraus vorhanden, denn wurde sie von allen Seiten gleich stark bestrahlt, oder kam sie in vollkommene Dunkelheit, so konnten aus allen Seitenflächen Luftwurzeln hervorbrechen. Abb. 3C zeigt zum Beispiel das obere Sproßende einer *Cereus*-Pflanze, das lange dunkel gehalten war. Es erwiesen sich alle Seitenflächen hinsichtlich der Luftwurzelbildung als gleichwertig. Standen die Pflanzen jedoch sehr lange unter Dauer dunkelbedingungen, so verloren sie ihre vierkantige Form, wurden weiß und hörten auf zu wachsen und damit Luftwurzeln zu entwickeln. — Durch diese Versuche ist gezeigt worden, daß weißes Licht in der Lage ist, die Luftwurzelbildung von *Cereus nycticalus* zu beeinflussen. Es hemmt ihre Differenzierung, so daß sie immer an den dunkelsten Stellen des Sprosses entstehen. — Dieses Ergebnis steht nicht im Widerspruch zu der oben geschilderten Beobachtung an herunterhängenden Sproßenden im Gewächshaus, bei denen die Wurzeln immer an der Unterseite gebildet werden. Diese Seite ist zwar der Erde zugewandt, aber in den meisten Fällen am dunkelsten, so daß hier die Luftwurzelbildung durch Licht am wenigsten gestört wird.

Es bestünde nun noch die Möglichkeit, daß das Licht die Bildung der Luftwurzeln überhaupt nicht beeinflußt, sondern daß diese an einer beliebigen vom Licht unabhängigen Stelle des Zentralzylinders angelegt werden und dann beim Wachstum durch die Rinde vom Lichtgefälle so gesteuert werden, daß sie schließlich auf der Schattenseite des Sprosses austreten. Das ist jedoch nicht der Fall. Querschnitte durch den Sproß zeigten, daß die Luftwurzeln immer an der vom Licht abgewandten Seite des Zentralzylinders gebildet werden und von hier aus auf dem direktesten Weg durch die Rinde zur Sproßoberfläche wachsen.

2. *Die Wirkung von farbigem Licht.* Nachdem nun die Bedeutung von weißem Licht für die Luftwurzelbildung geklärt worden war, sollte geprüft werden, welche Spektralfarben dabei eine Rolle spielen. Dazu wurden die Sproßspitzen einseitig mit farbigem Licht bestrahlt. Sie kamen in Kästen, von denen eine Seitenfläche durch Schott'sche Farbfilter ersetzt worden war. Für blaues Licht wurde die Filterkombination BG 12 und GG 3 gewählt, für grünes VG 9 und OG 4, für rotes die Filter RG 1 oder RG 2. Ferner kamen noch das Orange-Filter OG 2 in Anwendung und für langwelliges Rot die Filter RG 5 und RG 7. Im Gegensatz zu den benutzten blauen und grünen Spektralbereichen waren das gelbe, das orangene und die roten relativ breit, nach dem kurzweligen Gebiet zwar ziemlich scharf abgegrenzt, zum Ultrarot hin jedoch nicht (Abb. 4).

Die Versuche ergaben, daß im blauen und im grünen Licht zahlreiche Luftwurzeln gebildet worden waren, alle, wie bei der Bestrahlung mit weißem Licht, auf der lichtfernsten Seite, da wo es am dunkelsten war (Abb. 3D). Im orangefarbenen Licht, wenn das Filter OG 2 benutzt wurde (Wellenlängenbereich Abb. 4 III), war die Ausrichtung der Wurzeln nicht mehr so eindeutig wie in den bisherigen Versuchen. Es entwickelten sich oft Wurzeln an der lichtabgewandten Seite (etwa 35 %), aber noch mehr an den Seitenflächen (etwa 55 %) und gelegentlich wurden auch Wurzeln gefunden, die zum Licht hin wuchsen (etwa 10 %). Ähnlich fielen die Versuchsergebnisse aus, wenn rotes Licht zur Bestrahlung der Sprosse in Anwendung kam (RG 1, Wellenlängenbereich Abb. 4 IV, RG 2, Wellenlängenbereich Abb. 4 V und RG 5, Wellenlängenbereich Abb. 4 VI). Auch in diesen Versuchen war ein Teil der Luftwurzeln auf der vom Licht entferntesten Seite gebildet worden (etwa 40 %), aber auch an den Seitenflächen traten mehrere Wurzeln hervor (etwa 55 %) und gelegentlich auch einige an der dem Licht zugewandten Fläche (etwa 5 %). Das Licht durch das Filter RG 8, welches ultrarote Strahlen ab etwa $800 \text{ m}\mu$ durchließ (Abb. 4 VII), wirkte wie Dunkelheit und bot wie dort jeder Fläche gleich große Wahrscheinlichkeit zur Luftwurzelbildung. Wurde im Rot und Orange energiegleiches Licht verwendet, dann schien die für Wurzelbildung hemmende Wirkung der roten Strahlen etwas

intensiver zu sein als die der orangefarbenen. Diese Beobachtung konnte jedoch noch nicht eindeutig gesichert werden, sie wird in weiteren Experimenten geprüft.

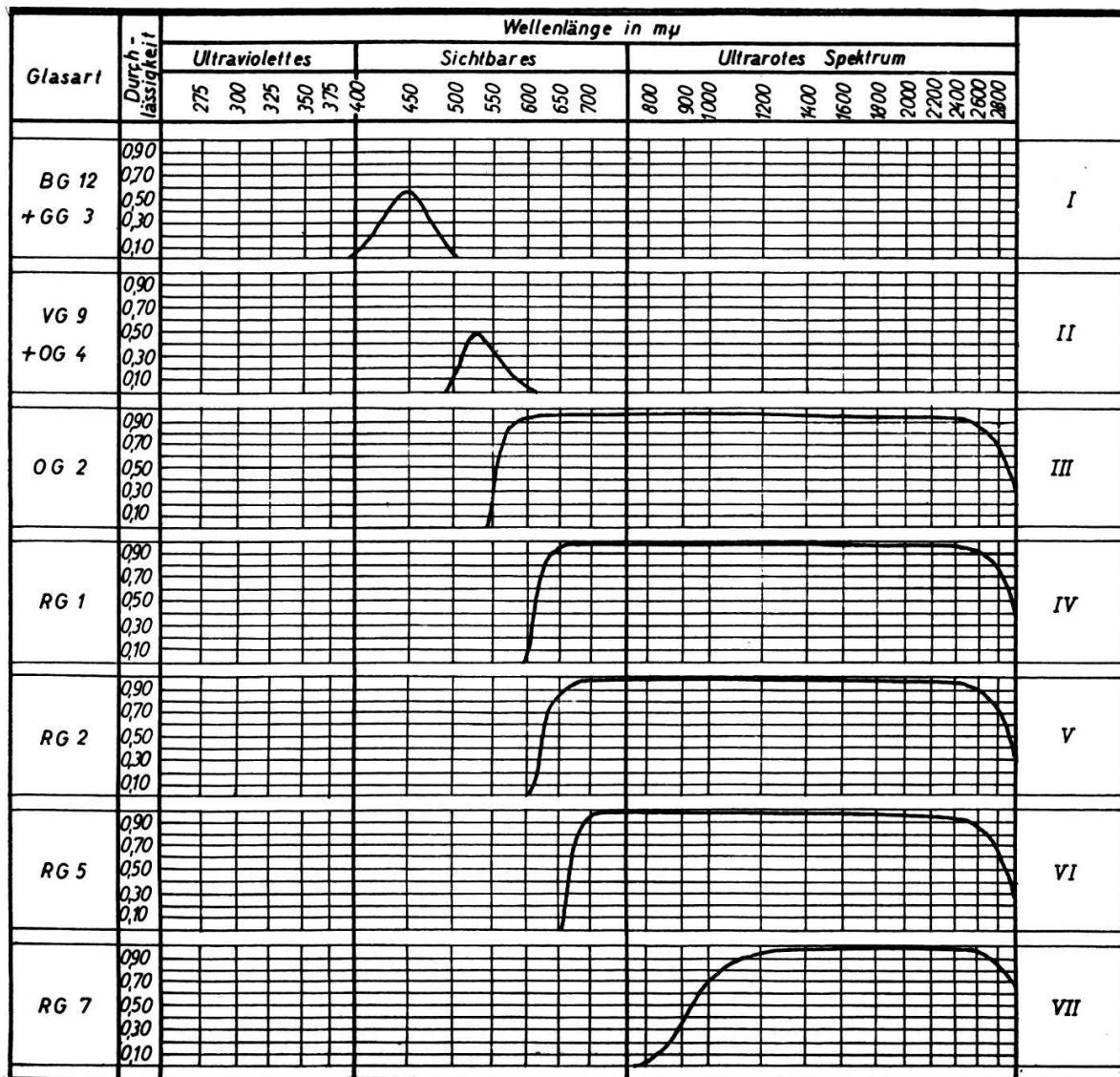


Abb. 4. Spektralbereich der für die Versuche benutzten Filterkombinationen

I	Blau	BG 12 + GG 3	V	Rot	RG 2
II	Grün	VG 9 + OG 4	VI	Rot	RG 5
III	Orange	OG 2	VII	Ultrarot	RG 7
IV	Rot	RG 1			

Aus den Versuchen mit farbigem Licht geht hervor, daß der kurzwellige Spektralbereich eine stark hemmende Wirkung auf die Luftwurzelbildung ausübt. Orange und Rot sind nicht ganz ohne Einfluß, aber nicht in dem Maße aktiv wie das blaue und grüne Licht. Das Wirkungsspektrum ähnelt

im sichtbaren Gebiet dem der Wuchsstoffaktivität, bei welcher der Schwerpunkt des Lichteinflusses auch im kurzwelligen Spektralbereich liegt. Hierfür scheint nach THIMANN und CURRY Carotin lichtabsorbierendes Pigment zu sein. Da das Gewebe des *Cereus*-Sprosses neben Carotin auch noch Chlorophyll führt, wäre an eine Sensibilisatorwirkung durch dieses Pigment zu denken, wodurch der Einfluß des roten Spektralgebietes erklärllich würde. — Das Aktionsspektrum der Wuchsstoffwirkung hat noch ein starkes Maximum im Ultraviolett, mit anderen Photorezeptoren als Carotin. Ob auch dieser Wellenlängenteil bei der Bildung von Luftwurzeln eine Rolle spielt, soll in weiteren Versuchen geprüft werden. — Ähnlich wie die Luftwurzelbildung wurde nach KOHLBECKER das Längenwachstum der Keimwurzel von *Sinapis* beeinflußt. Licht hemmte das Wachstum, und zwar am intensivsten der blaue Spektralbereich, in geringem Maße auch der rote, während Grün und Gelb wirkungslos waren. In diesen Untersuchungen wurden Interferenzfilter zur Erzeugung von farbigem Licht verwendet, die einen wesentlich engeren spektralen Bereich durchlassen als die Schott'schen Farbfilter. Vielleicht ist der Effekt des grünen Lichtes bei der Luftwurzelbildung eine Reaktion auf das Blaugrün, das noch durch die Schott'schen Farbfilter durchgelassen wird. — Eine andere spektrale Empfindlichkeit als bei der Luftwurzeldifferenzierung erhielt RUGE bei der Adventivwurzelbildung von *Tradescantia*-Stecklingen. Hier wirkte das Rot sehr stark wachstumsfördernd mit einem Maximum bei $650\text{ m}\mu$. TORREY fand ebenfalls im roten Licht den größten Strahleneinfluß, nämlich eine Hemmung der Seitenwurzelentstehung bei *Pisum*. Nach MOHR soll die Haarbildung am Hypokotyl von *Sinapis alba* durch das Hellrot-Dunkelrot-Reaktionssystem und das Blau-Dunkelrot-Reaktionssystem gesteuert werden. — Versuche zur genaueren Ermittlung des Aktionsspektrums für den Lichteinfluß auf die Luftwurzelbildung von *Cereus nycticalus* sind im Gange.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die Luftwurzelbildung von *Cereus nycticalus* wird durch Licht gesteuert. Weißes Licht hemmt ihre Entstehung, so daß sie immer an den Stellen des Sprosses erscheinen, die am dunkelsten sind. Vom sichtbaren Spektralbereich sind Blau und Grün besonders aktiv, aber auch Rot und Orange sind nicht ohne Einfluß, nur in wesentlich geringerem Maße als das kurzwellige Gebiet.

S C H R I F T T U M

- BÜNNING, E., 1953: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. — Springer. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- HABERLANDT, G.: 1914: Zur Physiologie der Zellteilung II. — Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss., Phys. — Math. Kl. 1914, 1096.
- KOHLBECKER, R., 1957: Die Abhängigkeit des Längenwachstums und der phototropischen Krümmungen von der Lichtqualität bei Keimwurzeln von *Sinapis alba*. — Zeitschr. f. Bot. 45, 507.
- MOHR, H., 1959: Der Lichtfluß auf die Haarbildung am Hypokotyl von *Sinapis alba* L. — *Planta* 53, 109.
- RUGE, U., 1952: Über die Bedeutung des Chlorophylls für die Entwicklung der Adventivwurzeln. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 65, 338.
- THIMANN, K. V., and G. M. CURRY, 1961: Phototropism. — In: A Symposium on Light and Life. Baltimore, John Hopkins Press. S. 646.
- TORREY, G., 1952: Effects of Light on elongation and branching in pea roots. — *Plant Phys.* 29, 591.