

Neben Abbauintensität, Substanzschwund und Gaszusammensetzung können zur Kennzeichnung des Versuchsmaterials die Relationen von Gesamtgasproduktion und der zur Vergärung verwendeten Menge an organischer Trockensubstanz herangezogen werden. Es wird diejenige Gasmenge, die eine Gewichtseinheit organischer Trockensubstanz bei vollständiger Ausfäulung liefert, als spezifische Gasmenge bezeichnet. Da zur vollständigen Ausfäulung großer Zeitaufwand erforderlich sein kann, sei die „spezifische Gasmenge“ auf den nach kürzeren Gärperioden ermittelten Schwund an organischer Substanz bezogen. Dabei sind vergleichbare Werte wegen der Abhängigkeit der Gärintensität von der Qualität des Impfschlammes nur im Simultanversuch zu erhalten. Für Stroh und Kaffeeschalen lieferte der Versuch folgendes Ergebnis (Übersicht 4).

Übersicht 4  
Gasproduktion in 21 Tagen bei 35°  
(Intermittierende Beschickung)

Versuchsmaterial	Gasproduktion (Liter)		
	Gesamt	je 1 kg zugeführter organischer Substanz	je 1 kg als Schwund ermittelter organischer Substanz
Kaffeeschalen	814	313	726
Stroh	942	414	910

Die Werte zeigen, daß sich Kaffeeschalen zusammen mit frischem, häuslichem Abwasserschamm gut vergären lassen. Verglichen mit Stroh ist die Gasleistung quantitativ etwas geringer, in der Qualität etwas hochwertiger.

Helmut Krug, Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung

## ZUSATZBELICHTUNG IM PFLANZENBAU

Mit der wachsenden Erkenntnis des Menschen über die inneren Zusammenhänge des Pflanzenlebens einerseits und den steigenden Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit unserer Kulturpflanzen andererseits wird auch dem Wachstumsfaktor Licht zunehmend mehr Beachtung geschenkt. Seine Wirkung wird in vielen Untersuchungen allein sowie in Kombination mit anderen, das Wachstum und die Entwicklung beeinflussenden Faktoren geprüft.

Das Ziel dieser Versuche gilt in erster Linie der Ertragssteigerung, der Vorverlegung der Erntetermine sowie Kulturmöglichkeiten zu allen Jahreszeiten. Neuerdings strebt man auch für bestimmte Gewächse eine Verlegung von Kulturen in wärmeisolierte Räume an (Treiberei von Flieder, Tulpen u. a.).

Die Lösung der gestellten Aufgaben wird durch eine bessere Ausnutzung der Sonnenenergie und eine noch engere Anpassung der Pflanzen an das Lichtklima, außerdem durch künstliche Zusatzbelichtung der Pflanzenkulturen angestrebt. Der ersten Möglichkeit sind durch die Natur Grenzen gesetzt.

Untersuchungen über die Anwendung einer Zusatzbelichtung sind z. Z. noch in vollem Fluß. Die in Verbindung mit diesen Aufgaben häufig gestellte Frage nach der „besten Lampe“ läßt sich nicht generell beantworten.

Als Einführung in die Probleme dieser Arbeitsrichtung sollen deshalb zunächst die physiologischen Grundlagen einer Zusatzbelichtung unter Einbeziehung eigener Erfahrungen dargestellt werden.

### Der Einfluß des Lichtes im Leben der Pflanze

Der vom Menschen als Licht wahrgenommene Teil des elektromagnetischen Spektrums erstreckt sich vom Ultraviolett bis zum Rot in einem Bereich von ca. 400—750 nm [1 Nanometer (nm) = 10<sup>-9</sup> m].

Für die Pflanzen ist dieses Spektrum sowohl im kurzwelligen (UV) als auch im langwelligen Bereich (IR) zu erweitern, so daß der für sie wichtigste Wel-

lenbereich der Strahlen von 380—1000 nm anzusetzen ist. Dieses „Pflanzenlicht“ dient bei der Photosynthese als Energiequelle. Gleichzeitig wirkt es stimulatv auf den Ablauf der Lebensvorgänge in der Pflanze. Während für die Photosynthese die Strahlungsenergie, richtiger die Quantenzahl, als entscheidend angesehen werden kann, ist die stimulative Wirkung im wesentlichen auf die Tageslänge (Photoperiode), die qualitative Zusammensetzung des Lichtes aus den einzelnen Spektralbereichen und auf die Lichtintensität zurückzuführen. Hierbei sind auch die Dauer der Einwirkung (Tage bis Monate), das Pflanzenalter und andere Umweltbedingungen von entscheidendem Einfluß. Über die Bedeutung der Tageslänge im Pflanzenleben wurde vor kurzem ausführlich berichtet (6).

Nachfolgend wird die bei einer Zusatzbelichtung bedeutungsvolle Frage der Wirkung der Lichtqualität besprochen.

Der für die Pflanze wichtigste Abschnitt des elektromagnetischen Spektrums ist in Bild 1 durch die

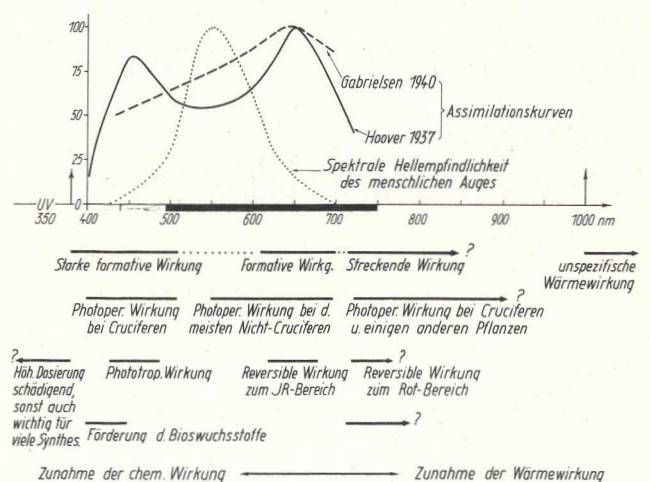


Bild 1: Schematische Darstellung der physiologischen Wirkung der einzelnen Spektralbereiche auf höhere Pflanzen.

auf der Abszisse errichteten Pfeile gekennzeichnet. Die breite Linie stellt den sichtbaren Bereich mit den Spektralfarben vom Violett, Blau, Grün, Gelb, Orange bis zum Rot dar. Die punktierte Kurve gibt die spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges wieder. Die ausgezogene und die gestrichelte Kurve zeigen die spektrale Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Assimilation nach HOOVER (5) und GABRIELSEN (4). Letzterer kann für die Praxis eine größere Allgemeingültigkeit zugesprochen werden.

Unter der Abszisse wird durch schwarze Linien die spektrale Lichtwirkung auf andere Lebensvorgänge angedeutet.

Die obere Strichreihe zeigt die starke formative Wirkung des UV- und Blaubereiches, die in schwächerer Form auch im Rotbereich zu finden ist. Im langwelligeren Rot und nahen Infrarot ist dagegen neben spezifischen Einflüssen vor allem ein solcher auf das Streckungswachstum zu beobachten. Aber auch die unspezifisch wirkende Strahlungsmenge im Infrarot darf als Wachstumsfaktor — wahrscheinlich über eine Temperatursteigerung und Transpirationserhöhung — nicht unbeachtet bleiben.

Die zweite Strichreihe zeigt den Wirkungsbereich des Lichtes auf photoperiodische Vorgänge (9).

Der phototropische Reiz (dritte Strichreihe) wird vom Violett- und Blaubereich ausgelöst.

Die Bioswuchsstoffe (vierte Strichreihe) erfahren im Blau-Violett und Rot-Infrarot eine Förderung (7).

Wellenlängen unter 380 nm (fünfte Strichreihe) wirken vorwiegend schädigend, z. B. durch den photochemischen Abbau von Eiweiß und Thymonukleinsäure (Maximum bei 280 und 260 nm). Über 1000 nm beschränkt sich die Wirkung im wesentlichen auf eine Erwärmung der Gewebe.

Diese Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie stellt den Versuch dar, einen Überblick über die wichtigsten Lichtwirkungen auf die Pflanze zu geben, die für eine Zusatzbelichtung von Bedeutung sind.

Bei näherer Betrachtung ist die spektrale Abhängigkeit des Pflanzenwachstums jedoch weit verwickelter. So ist die Wirkung der einzelnen Bereiche von ihrer Intensität (Starklicht bzw. Schwachlicht), ihrer Kombination mit anderen Bereichen (antagonistische Wirkung), von der vorhergehenden oder folgenden Lichtbehandlung, von dem Zustand des Pflanzmaterials (grün oder etioliert), von der Temperatur, der Feuchtigkeit u. a. abhängig.

### Die Lichtquellen und ihr Einsatz

Einer praktischen Anwendung der pflanzenphysiologischen Erkenntnisse stehen gegenwärtig noch technische und teilweise auch ökonomische Schwierigkeiten entgegen.

Technisch z. B. besteht das Problem, eine Lichtquelle herzustellen, die erstens den pflanzenphysiologischen Anforderungen entspricht, d. h. ihre Emissionsmaxima in den geforderten Wellenlängenbereichen hat und die zweitens durch eine hohe Leuchtdichte klein dimensioniert werden kann, um möglichst wenig Tageslicht zu entziehen.

In ökonomischer Hinsicht sind es meist die Kosten, die einer breiteren Anwendung im Wege stehen.

Diese Schwierigkeiten ließen sich schneller beseitigen, wenn es der Forschung gelänge, einheitliche und klar definierte Richtlinien für pflanzenphysiologisch hoch wirksame Lichtquellen aufzustellen, die der Lampenindustrie einen größeren Absatz garantieren und sie zu speziellen technischen Forschungen anregen. Zur Zeit ist der Pflanzenbau noch auf die meist für Beleuchtungszwecke konstruierten Lampen angewiesen.

Die spektrale Energieverteilung einiger künstlicher Lichtquellen im Vergleich zum natürlichen Sonnenlicht zeigt Bild 2.

Neben der Kohlenbogenlampe (Bild 2b) und der Xenonhochdrucklampe, die beide aus Kosten- und Einsatzgründen nur für wissenschaftliche Zwecke in Frage kommen, stehen heute für einen praktischen Einsatz folgende Lampentypen zur Verfügung:

1. Glühstrahler [Glühlampen (Bild 2b) und Infrarot-hellstrahler (IR)]
2. Gasentladungslampen
  - a) Quecksilberdampf-Hochdrucklampen mit Leuchtstoff\* und ohne Leuchtstoff [Osram HQA, HgH, HQL\* (Bild 2c), Philips HO, HP, HPL\*]
  - b) Leuchtstofflampen mit verschiedenen Farbtönen [Osram HNT, HNI, HNI de Luxe (Bild 2c) u. a., Philips TL-Tageslicht, TL-Warmton u. a.]
3. Mischlichtlampen, eine Kombination von Glühlampe und Quecksilberdampf-Hochdrucklampe.

Die Mischlichtlampen haben die in sie ge-

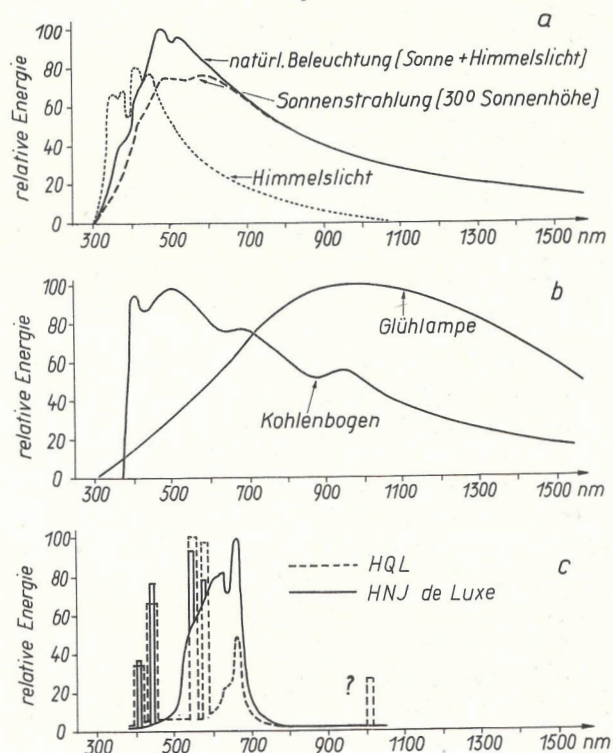


Bild 2: Spektrale Energieverteilung einiger Lichtquellen (die Relativwerte beziehen sich bei den künstlichen Lichtquellen nur auf das Emissionsmaximum der einzelnen Lampen).

a aus SCHULZE 1950

b Kohlenbogen aus BUTLER 1955

Glühlampe nach Angabe von Osram

c nach Angaben von Osram.

setzten Hoffnungen nicht erfüllt. Sie haben heute als Zusatzlicht keine große Bedeutung. Die unter 1. und 2. aufgeführten Lichtquellen können je nach dem gesetzten Ziel mit Erfolg eingesetzt werden.

Die Leuchtstofflampen bieten durch die verschiedenen Leuchtstoffe die besten Farbkombinationen und sind in Dunkelräumen, in denen der starke Lichtzug durch die Reflektoren keine Rolle spielt, erfolgreich anzuwenden. Bei relativ geringen Stromkosten lassen sich Beleuchtungsstärken bis 10 000 lux erzielen. Im großen Ausmaß werden sie in der Landwirtschaft beim Vorkeimen von Kartoffeln eingesetzt. Hier haben sich ihre längliche Form und ihre geringe Wärmeabstrahlung besonders bewährt. Über den günstigsten Einsatz konnten wertvolle Erkenntnisse gesammelt werden, die in der Praxis heute schon eine breite Anwendung finden (3).

Die Quecksilberdampf-Hochdrucklampen ohne Leuchtstoff können zur formativen Beeinflussung, evtl. auch zur Blühförderung und bei einigen Pflanzenarten zur Wachsförderung eingesetzt werden.

Die größte Bedeutung kommt den Glühlampen und den Quecksilberdampf-Hochdrucklampen mit Leuchtstoff zu. Das für die Glühlampen Gesagte soll hier auch für den Infrarothellstrahler gelten, dessen Spektrum um ca. 70 nm in den langwelligen Bereich verschoben ist. Über die Vor- und Nachteile dieser Spektralverschiebung läßt sich heute noch kein abschließendes Urteil fällen.

Die Glühlampe ist für photoperiodische Versuche zur Tagverlängerung in einer Lichtstärke von 20 bis 200 lux die geeignetste Lichtquelle. Weiter besitzt sie (sowie der Infrarothellstrahler) für eine forcierte Jungpflanzenanzucht große Vorteile. Die Quecksilberdampf-Hochdrucklampe mit Leuchtstoff hat neben einer guten assimilatorischen Wirkung einen günstigen formativen Einfluß auf die Pflanzen und eignet sich besonders für länger währende Kulturen.

Sowohl mit Glühlampen als auch mit Quecksilberdampf-Hochdrucklampen mit Leuchtstoff konnten wir in dem letzten Winter Kartoffelpflanzen zu Kreuzungszwecken anziehen. Die Kreuzungen brachten bei Sorten, die verhältnismäßig wenig blühen, Früchte und reichlichen Samenertrag. Auch bei der

Anzucht von Augenstecklingen zur Gesundheitsprüfung wurden mit diesen Lampen gute Erfolge erzielt.

Bei all diesen Lichtquellen ist stets darauf zu achten, daß homogene Strahlungsfelder aufgebaut werden. Als Faustzahl sollte bei quadratischer Aufhängung von punktförmigen Lichtquellen die Aufhängehöhe um 20 % größer sein als der Achsenabstand (1), d. h. bei 1 m Höhe der Strahler sollte der Achsenabstand 0,84 m betragen. Für die aufzuwendende Strahlungsintensität ist nach praktischen Gesichtspunkten die Zahl der installierten Watt (elektrisch) pro m<sup>2</sup> ein zweckmäßiges Maß. Sie ist je nach den natürlichen Lichtverhältnissen, dem Kulturziel und der Pflanzenart mit 120—320 Watt (elektrisch) pro m<sup>2</sup> anzusetzen.

Unsere bisherigen Untersuchungen wurden im Schwerpunkt an der Kartoffel vorgenommen. Sie werden nach verschiedener Richtung hin weitergeführt und sollen auch auf andere Kulturpflanzen ausgedehnt werden.

#### Schrifttumsnachweis

1. BORCHERT, R. u. W. JUBITZ: Infrarottechnik. (2. erw. Aufl.) VEB Verlag Technik Berlin, 1954. pp 197.
2. BUTLER, C. P.: High intensity carbon arc sources for thermal radiation studies. Vortrag auf der Konferenz für Sonnenenergie am 31.10. u. 1.11.1955 an der Univ. v. Arizona, Tuscon.
3. FISCHNICH, O.: Einfluß von Kunstlicht auf die Lagerung und Vorkeimung von Pflanzkartoffeln. Kartoffelbau 6 (1955) S. 32—37.
4. GABRIELSEN, E. K.: Einfluß der Lichtfaktoren auf die Kohlensäureassimilation der Laubblätter. Dansk Bot. Ark. 10 (1940) S. 1—177.
5. HOOVER, W. H.: The dependence of carbon dioxide assimilation in a higher plant on wave length of radiation. Smiths. Misc. Coll. (Washington) 95 (1937) N 21.
6. KRUG, H.: Photoperiodische Forschung und praktischer Pflanzenbau (im Druck).
7. RUGE, U.: Die Synthese der Biosubstanzstoffe in verschiedenen Spektralbereichen. Naturwiss. 40 (1953) S. 225—226.
8. SCHULZE, R.: Zur Spektralverteilung natürlicher Beleuchtung. Licht-Technik 2 (1950) S. 155—159.
9. STOLWIJK, J. A. J.: Wave length dependence of photomorphogenesis in plants. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen-Nederland, 54 (5) (1954) S. 181—244.

Zum Beitrag S. 21: „Methoden zur Messung der Rückenspeckdicke beim lebenden Schwein.“

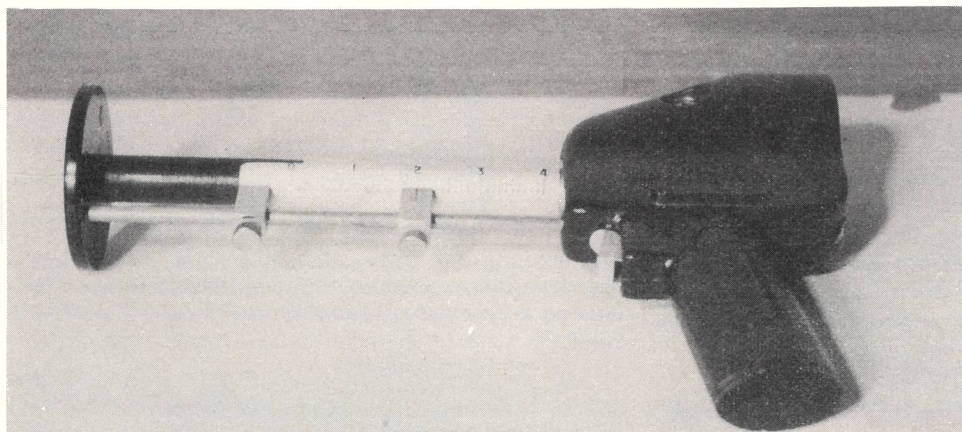


Bild 1: Das Instrument der Speckdickenmessung, der sogenannte „Lean-Meter“. Auf dem Bild hat die Speckdickenmessung den Wert von 2,00 inches (Zoll) = 5,08 cm ergeben. Dieser Wert kann abgelesen werden, wenn der Zeiger auf der Skala des Instrumentes (s. Bild 3 u. 4) auf die Zahl 4 (Übergang von Fettgewebe zur Muskulatur) weist.