

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 25 (1933)

**Heft:** (7): Schweizer Elektro-Rundschau

**Artikel:** Pflanzenbestrahlung mit Neonlicht

**Autor:** Roodenburg, J.W.M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-922446>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

rate angeordnet worden, um Erfahrungen mit der neuen Methode zu sammeln, nämlich in Aalsmeer, dem Zentrum der holländischen Blumenkultur, in

der Provinz Südholland, im Laboratorium für Gartenbau von Herrn Prof. Sprenger in Wageningen, sowie im Versuchsgarten in der Provinz Limburg.

# PFLANZENBESTRAHLUNG MIT NEONLICHT

Von Dr. J. W. M. ROODENBURG, Wageningen (Holland)

Als ich im Jahre 1928 im Gartenbaulaboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule in Wageningen (Holland), in Zusammenarbeit mit dem Physikalischen Laboratorium der Philips' Glühlampenfabriken, Eindhoven, Untersuchungen über Pflanzenbestrahlung anfang, hatte man schon vielfach versucht, das Pflanzenwachstum mit Glühlampenlicht zu fördern. Praktische Anwendung hatte diese Bestrahlungsweise dennoch nicht viel gefunden; es war meine Absicht, zu untersuchen, welche Fehler gemacht worden waren und ob vielleicht andere Lichtquellen sich besser eignen für die Pflanzenkultur im Winter. Anregung dazu gaben die Versuche von Höstermann in Berlin-Dahlem, der 1916 das rote Licht von Neonleuchtröhren benutzte zur Ertragssteigerung von Gurken und Tomaten. Damals aber war die Technik dieser Lichtquellen noch nicht so weit vorgeschritten, dass praktische Erfolge möglich waren. Eine Neubearbeitung der Frage mit Hilfe der neuesten Errungenschaften der Leuchttechnik schien mir daher aussichtsreich.

Was beabsichtigt man eigentlich mit der Zufuhr von künstlichem Lichte an Kulturpflanzen. Wenn im Herbst das Wetter kühler und die Tage kürzer werden, müssen wir unsere Pflanzen in geheizten Gewächshäusern kultivieren. Je weiter wir dem Winter näher kommen, wird aber auch die Menge des Tageslichts immer geringer, und obgleich wir gegenwärtig unsere Gewächshäuser so hell wie möglich bauen, kommt der Zeitpunkt, wo viele Gewächse unter Lichtmangel leiden. Die geringe Lichtmenge im Winter beschränkt das Wachstum der Pflanzen auch dann, wenn wir sie reichlich mit Wärme, Feuchtigkeit, Düngemittel usw. versehen. Denn die Hauptfunktion im Pflanzenleibe, die Bindung der Kohlensäure aus der Luft mit Wasser zu Zucker und Stärke, mit Hilfe der Energie des vom Blattgrün absorbierten Lichtes kann ohne Licht nicht zustande kommen. Die ganze Entwicklung der Pflanze ist von dieser Kohlenstoffernährung abhängig, denn ohne Kohlenhydrate ist keine Blatt-, Blüte- und Fruchtentwicklung möglich, die grösstenteils mit diesen Stoffen aufgebaut werden. Die hierzu benötigte Lichtenergie, die vom grünen Blattstoffe, dem Chlo-

rophyll, absorbiert werden soll, darf eine gewisse Grenze nicht unterschreiten; man kann also bei der Pflanzenbestrahlung künstliches Licht in jenen Fällen anwenden, worin diese Grenze erreicht ist und wir durch Zusatzbelichtung das Tageslicht ergänzen müssen, um das Pflanzenwachstum zu fördern.

Da das Blattgrün im roten Lichte die grösste Lichtabsorption zeigt, wodurch die stärkste Kohlenhydratbildung zustandekommt, ist es erklärlich, dass schon Höstermann das rote Licht für seine Versuche gewählt hat. Ein anderer Umstand hat jedoch bei der Wahl der Lichtquelle für die Pflanzenkultur im Winter den Ausschlag gegeben. Es ist nämlich nicht sehr schwierig, die Blattentwicklung gewisser Pflanzen mit Kunstlicht, auch von Glühlampen, zu fördern, wenigstens wenn Dauer und Intensität der Belichtung genügend sind. Grösseren Schwierigkeiten begegnet man aber, wenn man, wie die Gärtner, zu gleicher Zeit hohe Ansprüche an die Qualität der Pflanzen stellt. Fast alle bis jetzt bekanntgegebenen Versuche mit Glühlampenlicht haben gezeigt, dass die belichteten Pflanzen an einer Ueerverlängerung der Stengelteile leiden, wodurch die reichere Blattentwicklung durch die schlechtere Qualität der Pflanzen für den Gärtner kein Vorteil mehr bieten kann.

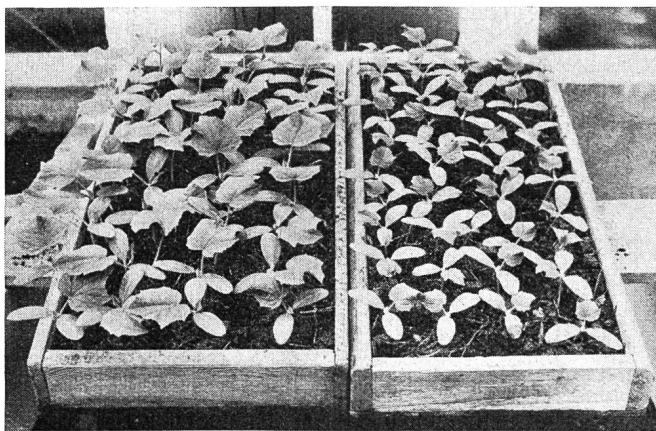


Abb. 62 Einmal pikierte Gurkensämlinge, links nach einer 10 tägigen Bestrahlung von ca. 1000 HLux Neon während 8 Stunden pro Nacht, rechts nicht bestrahlt. Aufnahme 22. November 1932.

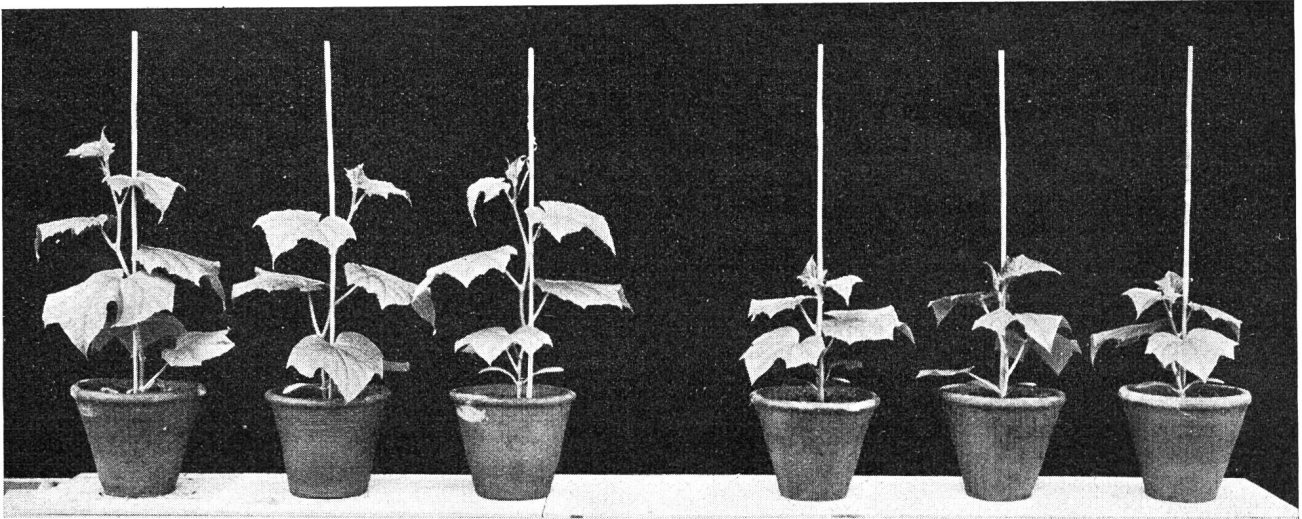


Abb. 63 Einige Gurkenpflanzen von Abb. 62, vier Wochen später; links bestrahlt mit ca. 1000 HLux Neon, 8 Stunden pro Nacht, rechts nicht bestrahlt. Aufnahme 19. Dezember 1932.

Meine Untersuchungen<sup>1</sup> in dieser Hinsicht haben gezeigt, dass diese Ueerverlängerung in Glühlampenlicht verursacht wird von den *infraroten* oder dunklen Wärmestrahlen, die etwa 95 % der Gesamtstrahlung der Glühlampen ausmachen. Das starke Längenwachstum hängt also mit der spektralen Zusammensetzung des sichtbaren Lichtes nicht zusammen, sondern das Missverhältnis zwischen den unsichtbaren Wärme- und den sichtbaren Lichtstrahlen ist daran schuld, wodurch bei genügender Lichtintensität den Pflanzen ein Uebermass von infraroten Strahlen zugeführt wird. Die Pflanzenteile werden zu stark erwärmt und das Längenwachstum eilt der Entwicklung in die Breite voraus.

Wer für biologische Zwecke Glühlampenlicht benutzt, wird sich dieser Haupteigenschaft des Glühlampenlichtes klar bewusst sein müssen. Von diesem Gesichtspunkte aus kann man sich diese Eigenschaft zunutze machen: bei der Keimung von wärmebedürftigem Samen, wobei gerade eine schnelle Streckung der Teile des Keimlings erwünscht ist. Dies gelang mir z. B. sehr gut mit Gurkensamen in einem speziell konstruierten «Keimschrank»,<sup>2</sup> (0,25 m<sup>2</sup> Bodenoberfläche), mit einer gasgefüllten Lampe von 75 Watt, wodurch eine Temperaturerhöhung von ca. 10° C erreicht wurde. In 3 bis 4 Tagen erhält man in dieser Weise kräftige, dunkelgrüne Gurkenkeimlinge, die nicht länger im Glühlampenlicht verbleiben dürfen, weil sonst die erwähnte Ueerverlängerung eintritt. Die Pflänzchen müssen sofort pikiert werden und die weitere Lichtkultur soll auf näher zu erörternde Weise ausgeführt werden.

<sup>1</sup> siehe: Kunstlichtkultur, October 1930 und Kunstlichtkultur II, December 1932, von Dr. J. W. M. Roodenburg, Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool, Wageningen, deel 34, nr. 8 und deel 36, nr. 2.

<sup>2</sup> siehe: Kunstlichtkultur, 1930, S. 44.

Sodann hat man Glühlampen benutzt beim Treiben von Blumenzwiebeln, wobei es sich um dasselbe Prinzip handelt, nämlich um ein ebenfalls schnelles Auswachsen von bereits vorhandenen Pflanzenteilen, hier Blüten und Blätter. Die Kohlenhydratversorgung dieser Pflanzen geschieht auf Kosten der Reservestoffe, die in der Blumenzwiebel aufgespeichert sind. Im allgemeinen kann man daher mit der Gewächshaustemperatur die Wachstumsgeschwindigkeit regulieren, weil keine Hemmungen durch Kohlenhydratmangel auftreten. Anwendung von Glühlampen in diesen Fällen wird meistens nicht wirtschaftlich sein, weil schnelleres Treiben billiger durch Temperatursteigerung mittels normaler Heizungsanlagen erreicht werden kann.

Die Glühlampen sind also nur in einigen Fällen für Pflanzenbestrahlung geeignet, und meine weiteren Untersuchungen haben sich mit der Frage beschäftigt, in welcher Weise man das Wachstum fördern kann, ohne zu gleicher Zeit die Qualität der Pflanze zu vermindern. Das ist mit Neonlicht der Fall. Das Neonspektrum enthält hauptsächlich rote und gelbe Strahlen und hierbei fehlt die Unmenge von Wärmestrahlen, die die Glühlampenstrahlung kennzeichnet. Das Neonlicht hat also zwei Vorteile: das Blattgrün absorbiert stark das rote Licht und die Pflanzen leiden nicht an Uebererwärmung. In den Versuchen zeigten sich bald diese guten Eigenschaften. In erster Linie wurde bei einer ganzen Reihe von Pflanzen durch reichere Chlorophyllbildung die Blattfarbe schön dunkelgrün, öfters schon nach wenigen Nächten. Dann bildeten sich grössere Blätter, manchmal wurde die Blüten- und Fruchtbildung gefördert, während die Pflanzen sich schneller entwickelten. Pflanzen von guter Qualität konn-

ten erhalten werden, wenn die Gewächshaustremperatur den Belichtungsverhältnissen angepasst war.

Ausser Neonlicht wurde auch mit dem blauen Lichte von Quecksilberdampföhren aus gewöhnlichem Glas gearbeitet. Bei dieser Lichtart bleiben die Pflanzen ziemlich kurzgliedrig, aber die Blattentwicklung wird nur wenig gefördert, weil die spektrale Zusammensetzung für die Kohlensäureassimilation nicht so geeignet ist wie die vom Neonlicht.

Es ist nicht möglich, die ganze Reihe von Versuchen auf diesem Gebiete, welche ich im Laufe der Jahre ausgeführt habe, hier zu erwähnen. Es hat sich aber herausgestellt, dass das Neonlicht die grösste Brauchbarkeit besitzt für die Pflanzenbestrahlung; die Experimente haben sich daher in der letzten Zeit hauptsächlich mit Neonlicht beschäftigt.

In erster Linie sollte untersucht werden, welche Lichtintensitäten für praktische Zwecke gebraucht werden können, denn die Kosten der Bestrahlung hängen in erheblichem Masse von der Grösse der Beleuchtungsstärke ab. Dazu wurde zuerst experimentiert ohne Tageslicht, um genau die niedrigste Intensität zu ermitteln, wobei eine gewisse Pflanze sich noch entwickeln kann. Nachher wurde dann die Wirkung dieser verschiedenen Lichtintensitäten als Zusatzbelichtung bei der normalen Kultur weiter untersucht.

Im speziell für diese Lichtfragen von der Philips A. G. in Wageningen gebauten Gewächshause wurde, und wird noch immer, eine ganze Reihe von praktischen Neonbestrahlungsversuchen ausgeführt, wobei es möglich ist, in voneinander getrennten Abteilungen ganz verschiedene Gewächse zu gleicher Zeit zu kultivieren, jedes bei der geeigneten Temperatur (Abb. 61). Die Pflanzenart, welche die ersten

praktischen Erfolge ergab, war die Gurke, die schnell zu wachsen pflegt und dadurch im Winter leicht unter Lichtmangel leidet. Wenn man die jungen Gurkenkeimlinge von Anfang an mit Neonlicht bestrahlt, bekommen sie bald einen Vorsprung in der Entwicklung des ersten Blattes und ihre Blattfarbe wird dunkler als die von nicht bestrahlten Keimlingen (Abb. 62). In diesem Stadium brauchen die Pflänzchen noch wenig Raum (mehr als 100 Stück pro m<sup>2</sup>). Es kann also eine grosse Zahl unter einer Lampe beieinander stehen. Wenn die Pflanzen in Töpfe gestellt werden, geht das Wachstum rasch weiter und die belichteten Pflanzen bekommen eine reichere Blattentwicklung mit einer dunkelgrünen Farbe (Abb. 63). Stengel und Wurzel bilden sich kräftig aus, während die Pflanze im Neonlicht einen gedrängten Wuchs behält. Also bekommt man starke Pflanzen, welche bis zum Auspflanzen (Ende Dezember) bestrahlt, nachher noch lange Zeit einen Vorsprung zeigen. Schliesslich zeigt sich als Nachwirkung eine reichere Ernte an Früchten, die im Mittel etwa 20 % beträgt.

Die Kosten dieser Belichtung brauchen pro Pflanze nicht sehr hoch zu sein, weil nur belichtet wird, wenn die Pflanzen noch in Töpfen stehen, so dass z. B. mit einer grossen Neonlampe von etwa 600 Watt auf eine Entfernung von 1,25 m ungefähr 100 Stück auf etwa 6 m<sup>2</sup> bis zum Auspflanzen bestrahlt werden können. Aus ökonomischen Gründen wird die Belichtung auf die Nachtstunden ausgeführt, also mit billiger Nachtenergie. Gute Ergebnisse lieferte eine Belichtungsdauer von 8 Stunden pro Nacht, z. B. von 22—6 Uhr, bei einer Beleuchtung von ungefähr 800 HLux Neon. Die Bestrahlung der jungen Gurkenpflanzen ermöglicht nicht nur das Erreichen eines höheren Ertrages, son-

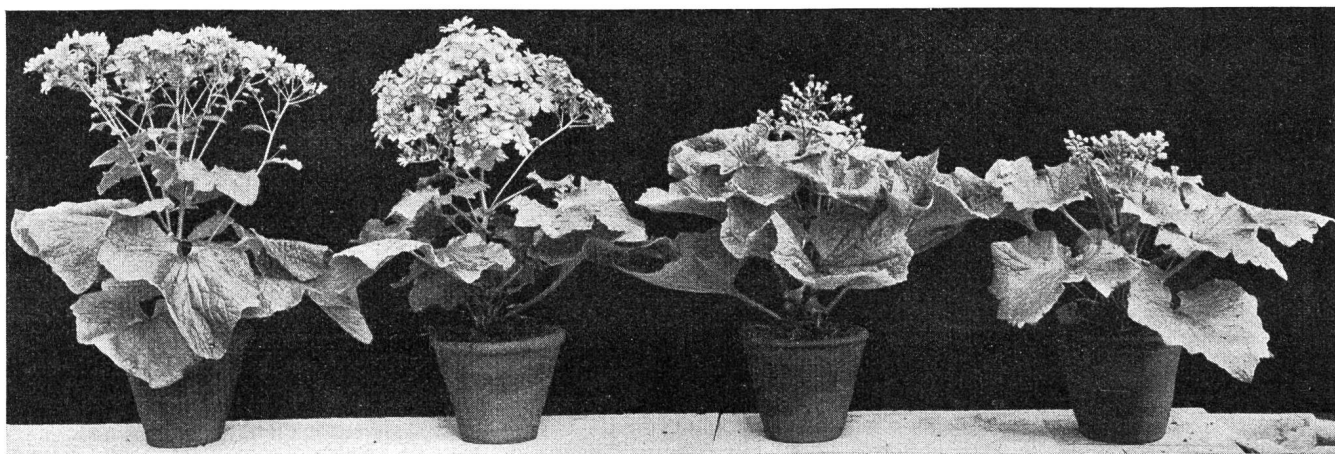


Abb. 64 Cinerarien, 9 Wochen nach dem Beginn des Treibens, links bis 9. Januar 1933 bestrahlt mit ca. 800 HLux Neon, 8 Stunden pro Nacht, rechts nicht bestrahlt. Aufnahme 18. Januar 1933.



Abb. 65 *Gloxinien, links bis Ende Februar bestrahlt mit ca. 800 HLux Neon, 8 Stunden pro Nacht, rechts nicht bestrahlt einen Monat nach der Beendigung der Bestrahlung. Aufnahme 3. April 1933.*

den auch ein früheres Anfahren der Kultur im Winter. Diese Ergebnisse sind schon in der Praxis bestätigt und die Rentabilität nachgewiesen worden.

Auch auf das Wachstum vieler anderen Gewächse, die im Winter aus Samen aufgezogen werden, wirkt das Neonlicht günstig und man kann noch lange Zeit, nachdem die Belichtung eingestellt ist, deren Einfluss feststellen. Das ist besonders wichtig für Blumenkulturen, wie z. B. Begonien, von welchen die Sämlinge sehr wenig Raum einnehmen. Der Gesundheitszustand der Sämlinge wird durch die Bestrahlung verbessert, wodurch ein grösserer Widerstand gegen das Absterben durch Pilze entsteht.

Eine andere Anwendung für Neonlicht ist die bei Blumenpflanzen, wobei ein früheres und reicheres Blühen beobachtet wurde. Die Cinerarien treiben ihre bereits vorhandenen Blumenknospen schon bei einer verhältnismässig schwachen Beleuchtung (500

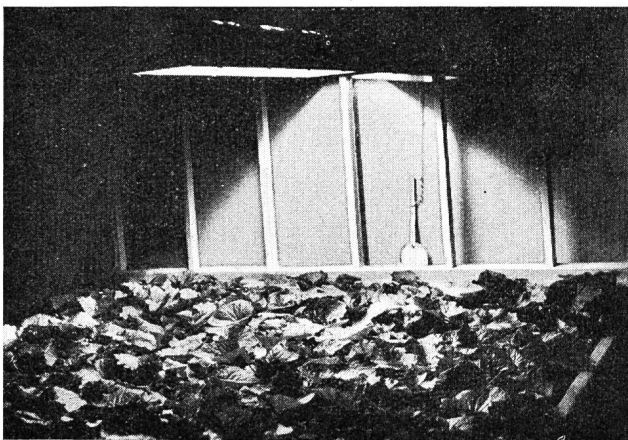


Abb. 66 *Richtige Anordnung bei der Bestrahlung, wobei das Licht nur auf das Pflanzbeet fällt.*

HLux Neon) schnell aus, wodurch sie 2 bis 4 Wochen früher verkaufsbereit sind (Abb. 64).

Die *Campanula Isophylla* (Stern von Bethlehem) blüht nicht nur früher, sondern auch reicher, da unter dem Einfluss der Bestrahlung die Bildung von Blumenknospen gefördert wird. Das gleiche gilt für die Gloxinien, die das merkwürdige Bild zeigen, dass sie während der Belichtung (800 HLux Neon) nur verhältnismässig geringe Unterschiede mit den nicht bestrahlten zeigen, im Frühjahr aber, wenn die Belichtung schon längst zu Ende ist, kommen die bestrahlten Pflanzen als erste zur Blüte und geben eine grössere Zahl Blumen (Abb. 65). Gute Resultate gab die Frühkultur von Erdbeeren, die unter dem Einfluss des Neonlichts reichlich Früchte lieferten.

Man sieht hieraus, dass das Neonlicht vielfach das Sonnenlicht ersetzen kann, wenn unsere Pflanzen unter dem Mangel an Tageslicht leiden. Dies ist

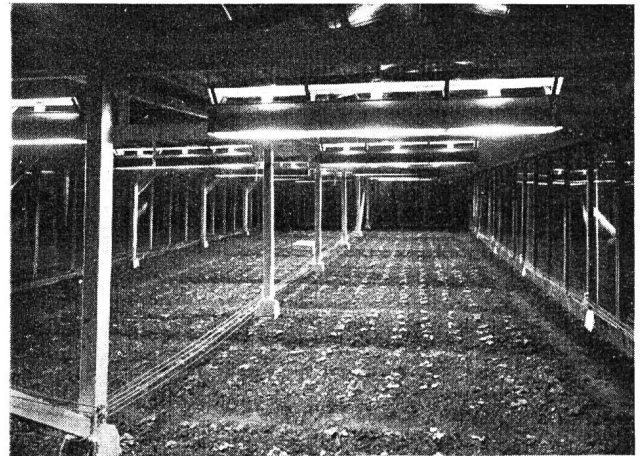


Abb. 67 *Nachtbild eines Gewächshauses mit Neonbeleuchtung.*

um so auffallender, wenn man bedenkt, dass das hier verwendete Neonlicht qualitativ und quantitativ überhaupt nicht mit dem Sonnenlicht (bis 80 000 Lux!) übereinstimmt. Das braucht auch nicht der Fall zu sein, denn die Pflanzen verarbeiten das Sonnenlicht nur zu einem geringen Teil; es wäre also sehr unökonomisch, die Sonne nachahmen zu wollen.

Durch die spektrale Zusammensetzung kann bei Neonbestrahlung mit schwächerer Beleuchtung gearbeitet werden als bei Glühlampenlicht, und die praktisch anwendbaren Lichtintensitäten sind daher bei Neon verhältnismässig gering (500—1000 HLux Neon bei einer Bestrahlungszeit von 8 Stunden pro Nacht). Die benötigte elektrische Energie wird pro m<sup>2</sup> berechnet, auf ein Minimum herabgesetzt und kommt auf einen Verbrauch von 70 bis 100 Watt pro m<sup>2</sup>.

Mit diesen Untersuchungen habe ich beabsichtigt, die Methoden der Pflanzenbestrahlung in der Richtung auszuarbeiten, dass eine wirtschaftliche Anwendung in der Praxis möglich wurde. Dafür ist es nötig, das erzeugte Licht den Pflanzen auf ökonomische Weise zuzuführen. Nicht nur soll man den richtigen Zeitpunkt im Leben der Pflanzen sorgfältig auswählen, sondern man soll darauf achten, dass während der Bestrahlung kein Licht unbenutzt ausser dem Bereiche der Pflanzen fällt. Gerade deswegen sind die Philips Neonapparate mit einem passenden Pflanzenbestrahlungsreflektor ver-

sehen, wodurch das von den Leuchtröhren ausgestrahlte Licht genau auf das Pflanzbeet geworfen wird (Abb. 66).

Die modernen Neonröhren unterscheiden sich von den Lichtreklameröhren für Hochspannung dadurch, dass sie mit normalen Netzspannungen arbeiten und eine sehr hohe Lichtstärke haben, wodurch sie sich für unsere Zwecke besonders eignen. Diese grossen Verbesserungen der Technik der Neonleuchtröhren der letzten Zeit sind ausserordentlich wertvoll für die weitere Entwicklung der Pflanzenbestrahlung.

## PROJEKTIERUNG UND EINRICHTUNG ELEKTRISCHER ANLAGEN IM GARTENBAU

Von E. PFISTER, Elektrotechniker, Küsnacht-Zh.

### Allgemeines

Für verschiedene Kreise dürfte es interessant sein, welche Fragen sich dem projektierenden Techniker bei der Aufstellung von Offerten für elektrische Anlagen im Gartenbau stellen und wie die Anlagen zweckmässig und preiswürdig auf Grund von Erfahrungen verwirklicht werden können. Dabei spielt zuerst die Anschlussmöglichkeit eine grosse Rolle. Kleine Anlagen bis etwa 30 kW können in der Regel ohne grosse Schwierigkeiten angeschlossen werden. Anders liegen die Verhältnisse bei Grossanlagen; hier müssen oft die Leitungen verstärkt oder sogar eine Hochspannungszuleitung mit Transformator neu eingerichtet werden, und das Werk muss prüfen, ob die erforderliche Menge Nachtenergie während der in Frage kommenden Zeit und zu wirtschaftlichen Tarifen abgegeben werden kann. Diese Dinge geben in erster Linie den Ausschlag, ob ein Projekt Aussicht auf Verwirklichung hat oder nicht. Dann ist es Sache des Technikers, der sowohl den praktischen Gartenbau als auch die technischen Anforderungen und Vorschriften im Zusammenhang mit einer speziellen Materialkenntnis beherrschen muss, ein Projekt zu entwickeln, das Gewähr für Sicherheit und Dauerhaftigkeit bietet, eine rationelle Verwertung der elektrischen Energie ermöglicht und die Anlage für den Gärtner hinsichtlich Preis begehrenswert macht. Die nächsten Aufsätze sollen uns in dieser Hinsicht einige Winke geben.

### I. Kleinanlagen für Anschluss an die Hausverteilung

Hausverteilanlagen werden im Anschluss an Drehstromnetze beim E. W. Z. zum Beispiel in der Regel mit Drahtquerschnitt 16 mm<sup>2</sup> für 50 Amp.

gebaut und dementsprechend abgesichert. Unter der Voraussetzung, dass während der Nachtarifizzeit keine andern Apparate angeschlossen sind, kann deshalb z. B. eine elektrische Bodenheizung in Frühbeeten oder in Gewächshäusern 30 kW aufnehmen. Erfahrungsgemäss errechnet man die elektrische Bodenheizung in Frühbeeten unter normalen Bedingungen zu 160—180 Watt/m<sup>2</sup>, in Gewächshäusern zu 80—100 Watt/m<sup>2</sup>. Man kann also mit 50 Amp. Drehstrom 380 Volt eine Treibbeetfläche von  $30\,000 : 160 = \sim 186\text{ m}^2$  heizen. Anlagen dieser Grösse dürften bei den schweizerischen Gartenbaubetrieben günstige Verhältnisse bringen. Der Gärtner kann dazu eine Mistbeetanlage kombinieren, die ihm den nötigen Humus liefert. Die Gärtner sollten aber auch wissen, dass das elektrische Beet nicht einfach das Mistbeet ersetzt, dass vielmehr jedes seine besondere Bestimmung hat. Es ist noch Aufgabe langjähriger Versuche, abzuklären, für welche

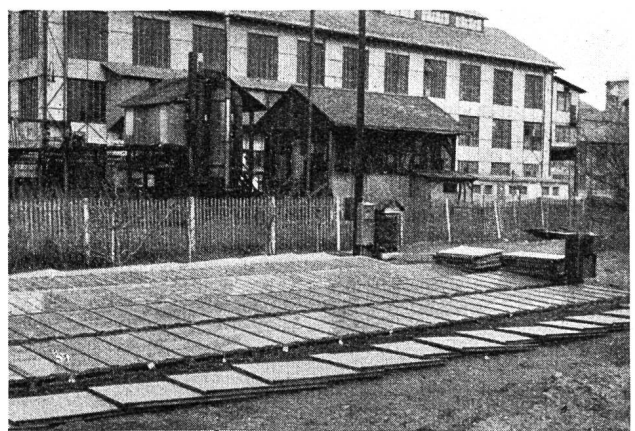


Abb. 68 Gärtnerei der Lonzawerke Visp (Wallis). 4 Treibbeete mit elektrischer Bodenheizung. 2 Schaltkasten, Totalanschlusswert ca. 25 kW.