Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 44 (1954)

Artikel: Über den Einfluss des Tabakrauches auf die osmotischen Zustandsgrössen und das Wachstum von Erbsenkeimlingen

Autor: Roggo, Hans

Kapitel: Bisherige Untersuchungen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308321

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: 03.07.2025

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

Bisherige Untersuchungen

Seit langem war der Einfluß des Tabakrauches auf die höheren und niederen Pflanzen bekannt. Eine der ältesten Mitteilungen war wohl die von TASSINARI (1888), in der er von der schädlichen Einwirkung des Tabakrauches auf die Bakterien berichtete. Darnach besitzt dieser die Eigenschaft, die Entwicklung einiger Arten von pathogenen Bakterien zu verzögern und die einiger anderen ganz zu verhindern.

Verschiedene Forscher haben gezeigt, welch hochgradigen Einfluß die in der Laboratoriumsluft vorhandenen Verunreinigungen auf die Pflanze haben. Dabei kamen in erster Linie das Leuchtgas und seine Verbrennungsprodukte in Frage. MOLISCH (1884) berichtete von einer Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase. Er zeigte, wie bereits sehr geringe Mengen von Leuchtgas, nämlich 0,005 %, Verkürzung bei Wurzeln von Zea Mays-Keimlingen im Längenwachstum und Förderung im Dickenwachstum hervorriefen. NELJUBOW (1901) beobachtete, daß der Stengel der Erbse in Laboratoriumsluft eine horizontale Lage einnahm. Die Bildung von Krümmungen beim Übergang aus reiner Luft in Laboratoriumsluft wurde durch das Leuchtgas und von seinen untersuchten Bestandteilen durch das Acetylen und Aethylen verursacht. Außerdem waren alle untersuchten Gase (Leuchtgas, SO_2, Acetylen, Aethylen, CS_2-Dämpfe, Xylol und Benzol) den Keimpflanzen selbst in geringen Mengen sehr schädlich. SINGER (1903) wies nach, daß die Laboratoriumsluft mit ihren Verunreinigungen, aller Wahrscheinlichkeit nach ihres Leuchtgasgehaltes wegen, ebenfalls an Kartoffelsprossen Krümmungen hervorrief. O. RICHTER (1903) bestätigte die Angaben von NELJUBOW und ergänzte sie durch die Beobachtungen, daß das Leuchtgas hemmend auf das Längenwachstum und fördernd auf das Dickenwachstum der Keimlinge *Phaseolus multiflorus Willd.*, *Helianthus annuus L.* und *Cucurbita Pepo L.* wirke. Die Laboratoriumsluft hatte denselben Einfluß, und es ist mehr als wahrscheinlich, daß die in ihr enthaltenen Spuren von Leuchtgas der Grund der auffallenden Erscheinungen waren. Die Wirkung zeigte sich bei *Helianthus*- und *Cucurbita*-Keimlingen auch darin, daß der Radius des Circumnutationskreises auf ein Minimum herabgedrückt und bei *Helianthus*-Keimlingen und aus-

keimenden Bohnen die spontane Nutation gefördert wurde. Abnorm starke Nutationen von 130°-270° waren auf ihre Rechnung zu setzen. Hg-Dämpfe vermochten ähnliche Höhen- und Dickenunterschiede hervorzurufen wie Leuchtgas, töteten dabei aber die Pflanzen nach ganz kurzer Zeit.

In weiteren Publikationen (1906, 1909, 1910) gab der nämliche Autor bekannt, daß Keimlinge der verschiedensten Art, die gleichzeitig der Wirkung gasförmiger Verunreinigungen ausgesetzt wurden, stärker auf den Lichtreiz zu antworten schienen als Kontrollobjekte in reiner Luft unter sonst gleichen Bedingungen. Am auffallendsten trat diese Erscheinung bei Wicken (*Vicia sativa*) und Erbsen (*Pisum sativum*) zutage, deren Keimlinge in Laboratoriumsluft einer einseitigen Lichtwirkung so zu folgen schienen, als ob überhaupt kein Geotropismus als zweite bestimmende Kraft in Frage käme. Das führte ihn zur Annahme,

> « daß durch die Narkotika der Geotropismus ausgeschaltet wird, wodurch notgedrungen der Heliotropismus verstärkt zutage treten muß, und daß auch der Heliotropismus selbst im Sinne von Rothert (1904) und Loeb (1906/1909) gesteigert wird ».

An Erbsen- und Wickenkeimlingen konnte O. Richter (1910) den Beweis erbringen, daß tatsächlich die Laboratoriumsluft die Fähigkeit besitzt, die einseitige Schwerkraftwirkung auszuschalten, wie es der Experimentator mit Hilfe des Klinostaten vermag. Er schrieb (1912) : « Als entscheidend für diese meine Ansicht konnte ich vor allem auf das Auftreten der 'horizontalen Nutation' der genannten Pflanzen auch in reiner Luft aufmerksam machen. Sie unterblieb in reiner Luft nie, vorausgesetzt, daß die Keimlinge, die am Klinostaten gedreht wurden, noch genügend jung waren. »

Guttenberg (1907/1910) bestritt die Richtigkeit der Annahme O. Richters, daß die heliotropische Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotika tatsächlich gesteigert werde. Die Richtigkeit dieser Annahme konnte jedoch von O. Richter (1912) auf dreifache Art gezeigt werden :

1. « Dadurch, daß sich die Keimlinge der Narkotikaatmosphäre unter sonst gleichen Bedingungen viel stärker krümmen als die der reinen Luft. In diesem Fall ist der Krümmungswinkel ein Maß für die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit.

2. Durch die Ermittlung der Schwellenwerte für narkotisierte und Reinluft-Keimlinge. Diese verhielten sich unter den gegebenen Versuchsbedingungen (Zutritt des Lichtes durch relativ dickwandige Glasgefäße) wie 45.741 : 60.988 MK/Sek. oder wie 3 : 4.
3. Dadurch, daß unter sonst gleichen Bedingungen die Krümmung der narkotisierten Keimlinge früher eintritt als die der Kontroll-Keimlinge in reiner Luft, wenn man mit bestimmten Keimlingen (*Avena sativa*) arbeitet und auf sie sehr geringe Lichtmengen einwirken läßt. »

Diese Versuche ließen O. Richter die Wirkung der Narkotika als eine Art photodynamischer Beeinflussung des Protoplasmas erscheinen.

Johannsen (1906) berichtete in seiner bekannten Arbeit « Das Ätherverfahren beim Frühtreiben », daß es durch Ätherisieren möglich sei, die Ruheperiode des Flieders abzukürzen. Die Wirkung des Äthers könne verschiedener Art sein ; er wirke entweder auf die Wachstumstätigkeit oder auf die Hemmungsfaktoren oder vielleicht auf beide zugleich. Dadurch, daß die Hemmung aufgehoben werde, erfahre das Wachstum eine indirekte Förderung.

Woycicki (1909) veröffentlichte Mitteilungen über den Einfluß der Laboratoriumsluft auf den inneren Bau der Kartoffelsprosse und Beobachtungen über Wachstums-, Regenerations- und Propagationserscheinungen bei einigen fadenförmigen Chlorophyceen in Laboratoriumskulturen und unter dem Einfluß des Leuchtgases.

Molisch (1911) machte darauf aufmerksam, daß der Tabakrauch ein ebenso häufiger Bestandteil der Laboratoriumsluft ist wie Leuchtgas und seine Verbrennungsprodukte. Er untersuchte zunächst den Einfluß des Tabakrauches auf Keimlinge, vor allem auf Keimlinge der Wicke. Solche wurden als Wasserkulturen auf einem Tüllnetz im Dunkeln herangezogen, die einen in Rauchluft und die andern in reiner Luft. Die Längen der Stengel betrugen nach sechstägiger Versuchsdauer bei den normalen Pflanzen 13,9 cm (Mittelwert aus 24 Messungen), bei den Rauchpflanzen durchschnittlich nur 0,75 cm. Abgesehen von den enormen Längendifferenzen zeigten sich noch folgende Unterschiede.

In reiner Luft	In Rauchluft
Stengel vertikal aufrecht	Stengel horizontal oder schief
Stengel dünn	Stengel dick

Wurzeln lang (8-12 cm), mehr oder minder gerade	Wurzeln kurz (1-3 cm), am Ende winklig, oft rechtwinklig gebogen
Knospenblätter von Anthokyan stark gerötet	Knospenblätter blaßgelb, nur mit Spuren von Anthokyan

In einem zweiten Versuch wurden die Keimlinge in Blumentöpfe gepflanzt. Die Ergebnisse waren im wesentlichen dieselben, besonders in den ersten Tagen. Später zeigte sich im Vergleich zu dem Versuche mit den im Wasser gezogenen Keimlingen ein Unterschied : am vierten Tage fingen die Rauchkeimlinge an, relativ stark in die Länge zu wachsen, und gewannen, wie der aufrechte, schlanke Wuchs der Stengel und die Anthokyanbildung dartat, das Aussehen der normalen Pflanzen. Nach sechs Tagen wurde der Versuch beendet und die Stengellänge gemessen. Diese betrug bei den normalen Pflanzen im Mittel (25 Pflanzen) 14,08 cm, bei den Rauchpflanzen 4,5 cm.

Wenn man die beiden besprochenen Versuche im Licht anstellt, so gibt sich auch hier der große Einfluß des Tabakrauches zu erkennen. Der Unterschied zwischen den Rauchpflanzen und Reinluftpflanzen ist bei den am Tüllnetz gezogenen Pflanzen viel auffallender als bei den Topfpflanzen. Der Autor glaubt, daß die große Oberfläche, die die Topferde und der poröse Tontopf darbieten, die Rauchgase und Dämpfe rascher absorbiert und hierdurch die Luft reinigt, während dies die mit Wasser gefüllten Glasgefäße viel langsamer und viel unvollkommener besorgen. Dazu kommt, daß die vom Wasser des Kulturgefäßes absorbierten Stoffe von der Wurzel reichlicher aufgenommen werden und die Pflanze dadurch schädigen.

Weitere gleiche Versuche wurden ausgeführt mit *Pisum sativum*, *Cucurbita Pepo* und *Phaseolus vulgaris*. Daraus ging hervor, daß der Tabakrauch einen höchst bemerkenswerten Einfluß auf Keimlinge ausübt. Er gibt sich in erster Linie durch eine hochgradige Hemmung des Längenwachstums der Stengel und der Wurzeln und in einer damit Hand in Hand gehenden Förderung des Stengeldickenwachstums zu erkennen. Die Unterschiede zwischen normalen Pflanzen und Rauchpflanzen waren auffallend groß. Der Anblick der Rauchkeimlinge erinnerte lebhaft an Keimlinge, die mit Leuchtgas stark verunreinigter Laboratoriumsluft ausgesetzt waren.

Molisch (1911) konnte bei Versuchen mit Wicken in Tabakrauch Symptome beobachten, wie sie schon O. Richter (1903) bei Pflanzen in Laboratoriumsluft festgestellt hatte. So war die Anthokyanbildung

gehemmt. Außerdem erfuhr die Gewebespannung infolge von « Turgorzunahme » so hochgradige Steigerungen, daß der Stengel platzte und durch Infiltration der Interzellularen glasig erschien. Bei gewissen Keimlingen (Wicke, Erbse), die in verunreinigter Luft (Laboratoriumsluft) nicht vertikal, sondern mehr oder minder horizontal oder schief wuchsen, zeigte sich dies auch bei Kultur in Tabakrauch. Der negative Geotropismus machte sich nicht oder sehr undeutlich bemerkbar, während der Heliotropismus mit außerordentlicher Feinheit in Erscheinung trat. Weiter war erstaunlich, welch große Empfindlichkeit die Wicke gegenüber Spuren von Tabakrauch bekundete. Wenn die Reinigung der Glasglocken oder Bechergläser, die schon einmal mit Tabakrauch beschickt worden waren, nicht mit peinlichster Sorgfalt durchgeführt wurde, so kam es nicht selten vor, daß die Keimlinge auch in der « reinen » Luft das typische Aussehen der in Rauchluft gezogenen hatten. Die Spuren der Kondensationsprodukte des Tabakrauches an den Glaswänden wirkten noch deutlich auf die Pflanze ein.

Molisch glaubte, daß mit der Einwirkung der Rauchluft innerhalb gewisser Zeiten keine dauernde Hemmung des Längenwachstums verbunden sei, sondern daß sich mit der Entfernung der hemmenden Ursache auch wieder normales Wachstum einstelle.

In der Gärtnerei neigte man seit jeher mehr zur Ansicht, daß der Tabakrauch den Pflanzen nicht schade. Er wird heute noch vielfach zur Vertilgung der Blattläuse verwendet, wobei die Pflanzen selbst anscheinend nicht nachteilig beeinflußt werden. Eine Ausnahme macht unter anderen der Farn *Adiantum Capillus Veneris L.*, dessen Blätter im Tabakrauch schwarz werden und absterben.

1911 dehnte Molisch die früheren an Keimpflanzen ausgeführten Experimente mit Tabakrauch auf Pflanzen in vorgerückterem Entwicklungsstadium aus. Die Methode war im wesentlichen dieselbe wie bei den Versuchen mit Keimpflanzen. Es wurden Topfpflanzen verwendet. Aus diesen Versuchen ging hervor, daß zwar auch die dem Keimlingsstadium entwachsene Pflanze durch den Tabakrauch geschädigt werden kann, mitunter sogar in bedeutendem Grade, daß aber im allgemeinen jene außerordentliche Empfindlichkeit, wie sie bei gewissen Keimlingen, wie jenen von Wicke, Erbse, Kürbis und Bohne, festgestellt wurde, nicht zu bemerken war. So erlitten *Tradescantia guianensis, Selaginella Martensii, Tolmiaea Menziesii, Eupatorium adenophorum, Echeveria Scheideckeri* keine merkbare Schädi-

gung. Sie wuchsen, wenn auch häufig etwas gehemmt, gut weiter. An andern Pflanzen jedoch konnte MOLISCH den pathogenen Einfluß des Tabakrauches sehr gut wahrnehmen, und zwar

1. Durch chemonastische Bewegungen der Blätter (z. B. bei *Boehmeria utilis* und *Splitgerbera biloba*).
2. Durch Lenticellenwucherungen (Stengel von *Boehmeria polystachia* und *Goldfussia glomerata*, sowie *Sambucus nigra* und *Salix rubra*).
3. Durch den Laubfall (verschiedene Leguminosen).
4. Durch Hemmung der Anthokyanbildung (Topfpflanzen von *Strobilanthes Dyerianus*).

Anschließend sei kurz auf die Versuche hingewiesen, die MOLISCH (1911) durchgeführt hat, um den Einfluß des Tabakrauches auf Mikroorganismen festzustellen. Dabei war seine Versuchsanordnung eine wesentlich andere als bei TASSINARI (1888). *Beggiatoa* starb schon nach 2 bis 3 Stunden ab. *Amöben* wiesen schon nach 5 bis 10 Minuten Störungen auf, die nach kaum einer halben Stunde zum Tode führten. *Vorticella* hörte alsbald auf zu schwimmen und starb nach 2 bis 4 Stunden. Andere Infusorien verhielten sich nach seinen Beobachtungen im wesentlichen auch so, doch war ihre Resistenz recht verschieden. Letzteres konnte man leicht beobachten, wenn mehrere Arten oder Gattungen gleichzeitig in demselben Versuchströpfchen studiert wurden.

Versuche, die MOLISCH (1911) mit der Leuchtbakterie *Pseudomonas lucifera* durchführte, zeigten auf das deutlichste, daß unter dem Einfluß des Tabakrauches im Bakterienleib schon nach kurzer Zeit Störungen auftreten, die sich durch Abnahme und gänzliches Verschwinden des Leuchtens kund geben. Stellt man wieder normale Verhältnisse her, so kehrt die Lichtproduktion zurück. Es sieht aus, als ob die Bakterien durch den Tabakrauch narkotisiert worden wären.

MOLISCH (1911) befaßte sich ebenfalls mit der Frage, welche Bestandteile des Tabakrauches auf die Pflanze wirken. Dabei stützte er sich auf Untersuchungen von KISSLING (1905), der mit ziemlicher Sicherheit nachweisen konnte, daß im Tabakrauch, neben andern Stoffen, die uns weniger interessieren, folgende giftige Bestandteile vorkommen: Nikotin, Pyridinbasen, Blausäure, Schwefelwasserstoff und Kohlenoxyd. Da die Giftigkeit des Tabakrauches hauptsächlich seinem Nikotingehalt zugeschrieben wird, untersuchte man zuerst, wie das reine Nikotin auf die Pflanze wirkt.

Es war überraschend festzustellen, daß reines Nikotin auf die Keimlinge nicht schädlich einwirkte. Immerhin wäre es möglich, daß das gebundene Nikotin eine Schädigung hervorrufen könnte.

Bei seinen Untersuchungen über den Einfluß anderer, nikotinfreier Raucharten auf das Wachstum der Keimlinge kam MOLISCH (1911) zur Annahme, daß dem Kohlenoxyd ein bedeutender Anteil an der schädlichen Wirkung des Tabakrauches auf die Pflanze zukommt. So untersuchte er die Wirkung des Rauches von brennendem Schreibpapier, Holz und Stroh. Es genügte schon der Rauch eines Stückes Schreibpapier von 10 bis 20 cm^2, eines Hobelspanes von 10 cm^2 oder eines Strohhalmes von 10 cm Länge, um abnorme Wachstumserscheinungen hervorzurufen, wie sie im Tabakrauch beobachtet wurden.

Es wurde bereits erwähnt (S. 122), daß O. RICHTER (1903) an Keimlingen in Laboratoriumsluft und MOLISCH (1911) an Keimlingen in Tabakrauch ein Aufreißen der Stengel nach der Quere und der Länge feststellen konnten. Sie sprachen von einem Zerplatzen und Zerspringen und schlossen auf eine hohe « Turgorsteigerung » in den betreffenden Teilen. O. RICHTER (1908) hat tatsächlich durch Bestimmung des « osmotischen Druckes » nachweisen können, daß in der Atmosphäre der Narkotika eine sehr beträchtliche « Turgorsteigerung » stattfand. Zudem entstanden Wucherbildungen unter den Spaltöffnungen und Lenticellen, Intumescenzbildungen, wie sie von KÜSTER (1903) und STEINER (1905) als Reaktion auf die Feuchtigkeit im dunstgesättigten Raum beobachtet wurden. Außerdem traten auch im Innern der Objekte Risse auf, die, ausgeheilt, lokalisierte Wundkorkbildungen aufwiesen. Endlich wurde auch eine Förderung der Guttation in der Atmosphäre der Narkotika festgestellt.

Nach JOHANNSEN (1897, 1900, 1902), PRIANISCHNIKOW (1904), HEMPEL (1911), GRAFE und O. RICHTER (1911) ist die chemische Zusammensetzung der Pflanzen in der Laboratoriumsluft und in der Atmosphäre von Narkotika eine ganz andere als in reiner Luft, und zwar finden sich in ihnen stets mehr lösliche Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen als in den Kontrollexemplaren. Darauf begründete nun O. RICHTER seine Anschauung, daß das Auftreten dieser die Osmose befördernden Substanzen die Ursache für die bedeutende Turgorsteigerung sei.

1912 untersuchte PURKYT Pflanzen, die in Tabakrauch herangewachsen waren, auf den « Turgor » (gemeint ist O_g). Er benutzte zu

den Untersuchungen ausschließlich Wasserkulturen, und zwar aus dem Grunde, « weil bei Anwendung derselben die äußeren Unterschiede stets in erhöhtem Maße auftraten, und es daher wahrscheinlich war, daß sich allenfalls auftretende Unterschiede in Turgor und Anatomie gleichfalls bei dieser Versuchsordnung in stärkerm Maße zeigen würden. » Die Untersuchungen erstreckten sich auf *Cucurbita Pepo, Pisum sativum, Vicia sativa, Phaseolus multiflorus* und *Lens esculenta*. Mit Ausnahme von *Lens esculenta* wurden die Versuche bei Lichtabschluß durchgeführt. Die Turgoruntersuchungen erfolgten nach der Methode von DE VRIES mit KNO_3 als Plasmolytikum. Bei vergleichenden « Turgorbestimmungen » an Kürbis wurde im Hypokotyl wie in der Wurzel der Rauchkeimlinge oft ein um 10 Atmosphären höherer « Turgor » festgestellt als in den gleichen Stellen der normalen Pflanzen. Ähnliche Resultate ergaben Untersuchungen an Keimlingen von *Pisum, Phaseolus, Vicia* und *Lens*. Die auffallenden « Turgordifferenzen » zwischen den Reinluft- und Rauchluftkeimlingen blieben nicht während der ganzen Versuchsdauer bestehen, sondern sie nahmen sukzessive ab, um schließlich gleich Null zu werden. Die unter Wasser befindlichen Wurzelpartien zeigten bei Rauchkeimlingen mitunter eine, wenn auch geringe « Turgorsteigerung ».

Das von O. RICHTER (1908), MOLISCH (1911), PURKYT (1912) und in neuerer Zeit von MAIROLD (1943) beobachtete Reißen und Platzen an Stengeln der Keimlinge in Laboratoriumsluft, in Tabakrauchluft, in Narkotika, an mit Colchicin behandelten Keimlingen, wurde von den Autoren als Folge eines hohen « Turgors » erklärt. O. RICHTER (1908) und PURKYT (1912) bestimmten den « osmotischen Druck » bei Grenzplasmolyse und fanden tatsächlich hohe Werte. Man schrieb die mechanischen Kräfte, die notwendig waren, um Risse in dem Gewebe zu verursachen, dem « Turgor » zu. Dabei machte man den « Turgor » verantwortlich für die Förderung des Dickenwachstums bei gleichzeitiger Hemmung des Längenwachstums. Ebenso konnten LINSBAUER und ABRANOWICZ (1909) in *Lemna* einen erhöhten « Turgor » feststellen, nachdem man dem Wasser 1 % Äther zugesetzt hatte.

Die genannten Autoren bestimmten experimentell die Konzentration einer KNO_3-Lösung in Mol. Wenn die Konzentration des Plasmolytikums eben noch ein Abheben des Plasmas in einer Zellecke bewirkte, so wurde der osmotische Wert dieser Zelle als annähernd gleich der der betreffenden KNO_3-Lösung angenommen. Einer 0.1

molekularen Lösung von Kaliumnitrat entspricht ein Druck von 4.67 Atmosphären (JOST 1908). Der osmotische Druck einer höher konzentrierten Lösung wurde durch Multiplikation dieser Zahl mit dem entsprechenden Multiplikator direkt in Atmosphären gefunden.

Wenn man aber die so bestimmten Atmosphärenwerte mit einer von URSPRUNG (1938) angeführten Tabelle osmotischer Drucke von KNO_3-Lösungen vergleicht, so findet man für KNO_3-Lösungen niederere Werte. Die Differenzen zwischen den Berechnungen von JOST und URSPRUNG können ganz bedeutend sein.

Gestützt auf Untersuchungen von O. RICHTER, der an Keimlingen in Leuchtgasatmosphäre eine Förderung des « Turgors » durch Licht feststellte, und zufolge seiner eigenen Versuche, in welchen er bei den Rauchkeimlingen wie bei den Reinluftkeimlingen eine deutliche Förderung des Lichtes auf den « Turgor » nachweisen konnte, führte PURKYT (1912) Versuche mit *Lens esculenta* im Lichte durch. Der « osmotische Druck », nach unserer Terminologie die Saugkraft bei Grenzplasmolyse, einer grünen Pflanzenzelle ist an und für sich schon höher als der einer etiolierten unter sonst gleichen Bedingungen. Demgemäß waren auch die erhaltenen « osmotischen Drucke » der Reinluft- und Rauchluftkeimlinge höher als bei etiolierten Pflanzen. Kam nun noch der Einfluß des Tabakrauches hinzu, so stiegen die Werte der grünen Pflanze rund auf das doppelte der bei entsprechenden Dunkelpflanzen ermittelten « Drucke ». Dazu schrieb PURKYT (1912) : « Durch die Kombination von Licht- und Rauchwirkung hat man also ein Mittel in der Hand, den « Turgordruck » in einer Weise hinaufzuschrauben, daß Werte resultieren, wie sie bei einigen Wüstenpflanzen (FITTING, 1911) aufgefunden wurden. » Auf diese Weise wurden Werte bis zu 32.69 Atm gemessen.

Die eben erwähnten Autoren geben als Ursache des abnormalen Verhaltens der unter der Einwirkung der Gase stehenden Keimlinge den hohen « Turgor » der Zellen an. Dabei verstehen sie unter « Turgor » den osmotischen Grenzwert einer Lösung, die im grenzplasmolytischen Zustand der Zelle gerade das erste sichtbare Abheben des Plasmas von der Wand bewirkt. Sie messen damit den Grenzplasmolysewert O_g, oder die Saugkraft der Zelle, wenn das Konzentrationsmaß in Atm ausgedrückt wird, also in einem Zustand der Zelle, in dem der vom Zellinhalt auf die Wand ausgeübte Druck, der Turgordruck, gleich Null ist (vgl. Darstellung der Nomenklatur in URSPRUNG 1938).

Diese und andere Erwägungen veranlaßten mich, die osmotischen Zustandsgrößen in Keimlingen, die dem Einfluß des Tabakrauches unterworfen waren, eingehender zu untersuchen. Als Versuchsobjekt wählte ich *Pisum sativum*, und zwar galt mein Interesse vor allem dem Stengel, da nach PURKYT (1912) die unter Wasser befindlichen Wurzelpartien der Rauchluftkeimlinge nur mitunter, und zudem nur eine geringe « Turgorsteigerung » zeigten. Die vorliegenden Untersuchungen sollen zur Aufklärung der Zusammenhänge zwischen den osmotischen Zustandsgrößen und deren Beziehungen zum abnormen Wachstum in Tabakrauchluft beitragen.

Die Versuche wurden im botanischen Institut der Universität Freiburg (Schweiz) durchgeführt. Meinem verehrten Lehrer, dem verstorbenen Herrn Prof. Dr. A. Ursprung, spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus für die Zuweisung dieser Arbeit und für deren wohlwollende Förderung durch Rat und Tat. Meines besonderen Dankes versichere ich Herrn Prof. Dr. G. Blum, der nach dem Tode von Prof. Ursprung meiner Arbeit die größte Aufmerksamkeit schenkte und ihr sein stetes Interesse angedeihen ließ.

Eigene Untersuchungen

Zu meinen Untersuchungen wählte ich *Pisum sativum*, Sorte « Maikönigin ». In einem Laboratoriumsraum, der frei war von Tabakrauch und Leuchtgas, wurden Erbsensamen während mehrerer Stunden in gewöhnlichem Leitungswasser aufgeweicht, hernach in mit Sägemehl gefüllte irdene Blumentöpfe gebracht und reichlich mit Wasser begossen. Nach 4 bis 5 Tagen waren die Erbsensamen bei Lichtzutritt und in gewöhnlicher Zimmertemperatur gekeimt. Mittels einer Pinzette lockerte ich das Sägemehl auf, zog die Keimlinge, deren Epikotyle 3 bis 4 mm lang waren, sorgfältig aus und entfernte das anhaftende Sägemehl durch Schwenken in Wasser.

Über zwei zylindrische Glasgefäße von ca. 12 cm Lichtweite und 25 cm Höhe, die mit Leitungswasser gefüllt waren, wurde je ein Tüllnetz gespannt, auf das die Erbsenkeimlinge verbracht wurden. Das Netz bestand aus genügend weiten Maschen, so daß die Würzelchen ohne Schaden hindurch gestoßen werden konnten. Die Würzelchen tauchten größtenteils ins Wasser, die Kotyledonen lagen unmittelbar auf dem Netz, und die Stengelchen ragten über das Netz empor.