

Die Bedeutung von Arzneipflanzen in Gegenwart und Zukunft

Autor(en): **Franz, G.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **62 (1973)**

Heft 1

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308492>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Bedeutung von Arzneipflanzen in Gegenwart und Zukunft

VON G. FRANZ

Institut für Botanische Biologie und Phytochemie
Universität Freiburg/Schweiz

Warum wirkt eine Arzneipflanze?

Der Weg der Pflanze als Heilmittel läßt sich über Jahrtausende verfolgen; vom frühgeschichtlich-religiösen Heilritual über die «Quacksalber» des Mittelalters, die mit Zauberkräutern und Alrauntinkturen durch das Land zogen, über die beginnende Heilkunst des 16. und 17. Jahrhunderts, wo der Arzt Botaniker sein mußte, und die Botaniker oft auch Aerzte waren, bis zur modernen Medizin, für die die Wirkstoffe zahlreicher Pflanzen zu unentbehrlichen Hilfsmitteln in der Therapie vieler Krankheiten wurden.

Warum wirkt eine Pflanze, was sind ihre pharmakologischen Eigenschaften, ist es die Pflanze als lebendiges Wesen, oder liegt die Wirkung im Chemismus einzelner Substanzen? Die Erkenntnis, daß ausschließlich bestimmte chemische Substanzen in der Pflanze das eigentliche Wirkungsprinzip darstellen, ließ die Therapie mit pflanzlichen Drogen in einem neuen Licht erscheinen. Es war im vergangenen Jahrhundert der Apotheker *Sertürner*, der durch die Entdeckung und Isolierung des Morphins aus dem Opium den Anstoß zur neuen Betrachtungsweise der Heilpflanzen gab. Mit diesen neuen Erkenntnissen fand die romantisch-mystische Betrachtung der Pflanzenheilkunde ein allmähliches Ende, allerdings kein vollständiges. Es werden auch heute noch, vorwiegend in der Volksmedizin, von Arzneipflanzen Wunderwirkungen erwartet, denen in den sogenannten Kräuterbüchern noch Vorschub geleistet wird. Diese Wunderwirkungen können aber auf Grund der vorhandenen Wirkstoffe nicht bestehen. Man sollte also von Arzneipflanzen nichts Unmögliches erwarten und noch weniger versprechen. Die Anwendung von Pflanzen in der Medizin kann nur zu einem Erfolg führen, wenn ein oder mehrere biologisch aktive Wirkstoffe vorhanden sind. Durch die Entwicklung physiologisch-chemischer Methoden wurden Beziehungen zwischen chemischer Struktur der Wirkstoffe und medizinischer Wirkung aufgefunden. Es hat sich gezeigt, daß Moleküle von ähnlichem molekularem Aufbau ähnliche Wirkungen im menschlichen oder tierischen Organismus hervorrufen. Hierbei können allerdings schon geringfügige Modifikationen im chemischen Grundgerüst enorme Unterschiede im Wirkungsspektrum einer Substanz ergeben. Oft sind es nicht nur die einzelnen Wirkstoffe, die eine signifikante therapeutische Wirkung ausüben. Seit langem wird den Begleitstoffen oder Coeffektoren eine gewisse Wirkung zugesprochen. Dies dürfte auch in vielen Fällen nachweisbar sein, wenn es sich z.B. um Verbesserung oder Hemmung der Resorption der Wirkstoffe im Organismus handelt. Bekanntlich enthält der Schwarztee mehr Coffein als der Kaffee. Die Gerbstoffe als Begleitstoffe der Teeblätter hemmen aber die Coffeinwirkung und machen

dadurch den Tee verträglicher. Es sollten also bei der Anwendung von Arzneipflanzen vom Pharmakologen nicht nur der reine Wirkstoff, sondern auch die ganze Pflanze, bzw. vollständige Extrakte daraus in ihrer Wirkung auf den menschlichen Organismus untersucht werden.

Die Arzneipflanze als Chemiker

Warum bildet eine Pflanze solche, für den Menschen überaus wichtige Substanzen, die für die Pflanze selber keine Bedeutung zu haben scheinen? Die meisten der bekannten pflanzlichen Wirkstoffe wie Alkaloide, Glykoside, Duftstoffe etc., sind Abfallprodukte des pflanzlichen Stoffwechsels, die gebildet und an einem oder mehreren Orten in der Pflanze abgelagert werden. Im Unterschied zum Tier besitzt die Pflanze kein Ausscheidungsorgan, keinen Verdauungsapparat, mit dem die disharmonischen Produkte des Stoffwechsels ausgeschieden werden können. Darum müssen sie innerhalb der Pflanze an unschädlichen Orten abgelagert werden. Unschädlich bedeutet hier, daß diese sogenannten sekundären Stoffwechselprodukte aus dem Bereich des Primärstoffwechsels entfernt werden müssen, da sie Zellgifte darstellen können. In der Zelle ist dies der Zellsafttraum, die Vakuole, in der die hydrophilen sekundären Stoffwechselprodukte abgelagert werden. Daneben ist die Pflanze in der Lage, ausgesprochen lipophile Substanzen, z.B. die ätherischen Öle, in Behältern abzulagern, die vom angrenzenden Gewebe durch spezielle Zellwandschichten abgegrenzt sind.

Jeder Wissenschaftler, der sich mit pflanzlichen Wirkstoffen beschäftigt, muß anerkennend feststellen, daß Pflanzen wesentlich phantasievoller in der Ausbildung von chemischen Substanzen sind als Chemiker, die im Labor mit komplizierten Apparaten, in mühevollen und zeitaufwendigen Arbeitsgängen eine chemische Substanz synthetisieren. Für sehr viele Arzneistoffe, die heute im Labor der chemischen Industrie hergestellt werden, haben natürlich vorkommende Pflanzenstoffe als Vorbild gedient. Inhaltsstoffe höherer Pflanzen, wie die Opiumalkaloide aus dem Schlafmohn (Abb. 1) oder die Tropanalkaloide aus der Tollkirsche (Abb. 2), das Kokain, Salicin und Dicumarol, um nur einige Naturstoffe zu nennen, dienten als Modellsubstanzen für die Synthese von Analgetica, Lokalanaesthetica, Antirheumatica und Antikoagulantien. Hier ist auch die Pflanze als wichtiger Lieferant von chemischen Grundstoffen zu nennen, die zunehmend an Bedeutung gewinnen. Pflanzliche Steroide als billige Ausgangssubstanzen ermöglichten erst die wirtschaftliche Produktion von Cortico-Steroiden durch Partialsynthese.

Auch Alkaloide wie Chinin etc. werden billiger und einfacher aus der natürlichen Quelle gewonnen als durch aufwendige Synthesen. Das gleiche gilt für Digitalisglykoside und eine grosse Anzahl weiterer pflanzlicher Arzneisubstanzen (Abb. 3).

Abb. 1:
Schlafmohn
(*Papaver somniferum*)
Blüte und unreife
Mohnkapseln
(etwa 0,5 nat. Größe),
aus denen Opium
gewonnen wird.

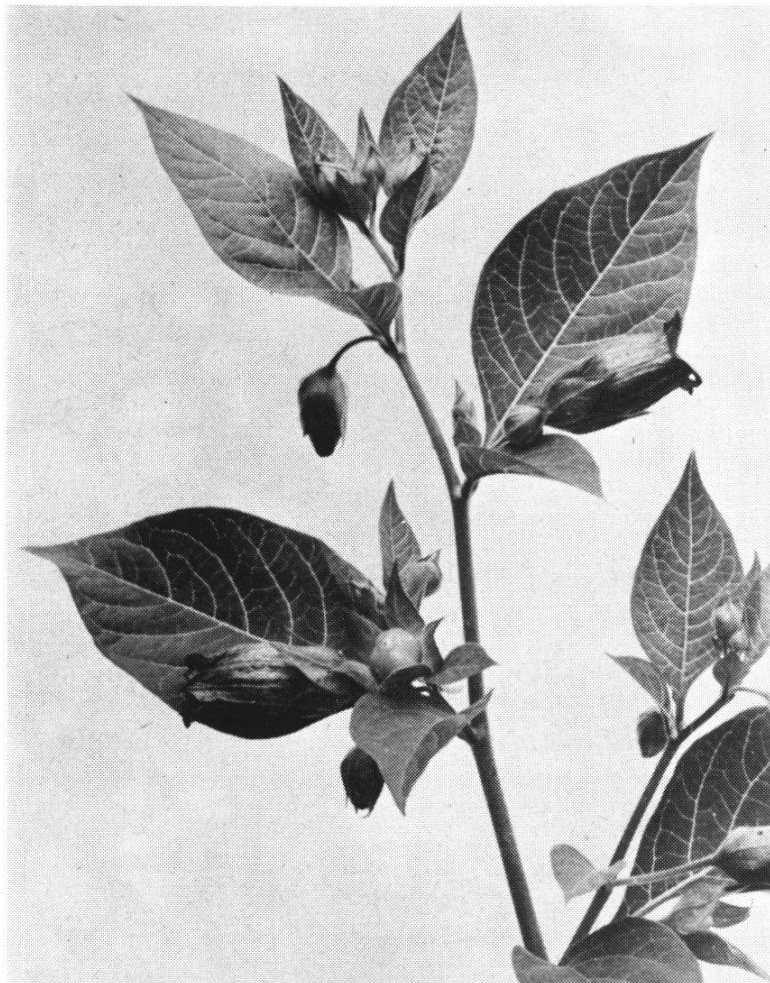
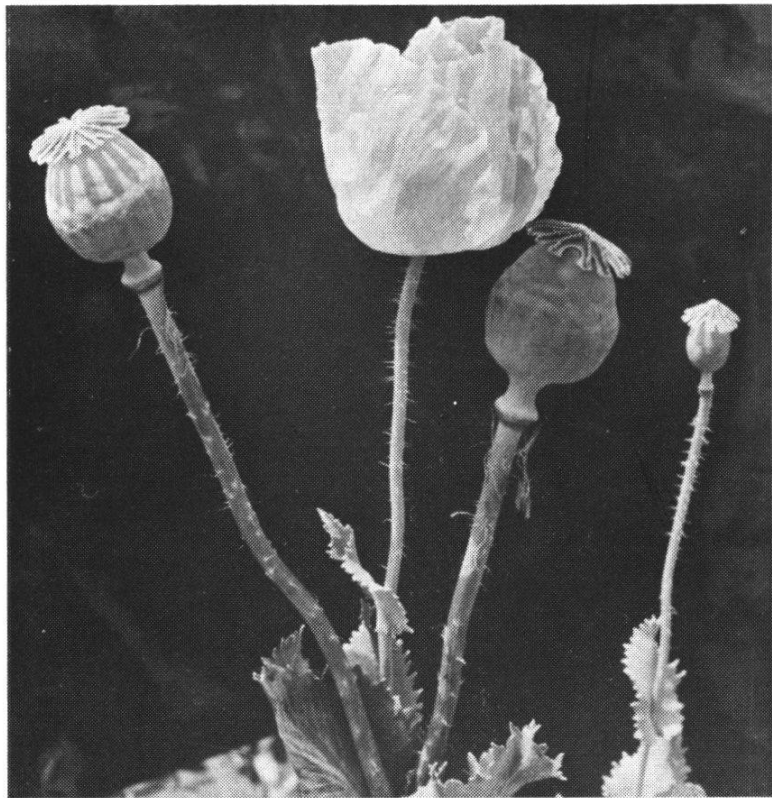


Abb. 2:
Tollkirsche
(*Atropa belladonna*)
Teil der Pflanze
(etwa nat. Größe)
mit Blüten und unreifen
Früchten. Die Früchte sind
im reifen Zustand
dunkelblau – schwarz
gefärbt, so daß
Verwechslungen mit
ähnlichen Früchten
vorkommen können.
– Aus den Blättern werden
Alkaloide (u.a. Atropin)
gewonnen. Atropin findet
z. B. Verwendung
in Arzneimitteln gegen
Reise- und Seekrankheit.



Abb. 3:
Roter Fingerhut
(*Digitalis purpurea*)
(ca. 0,5 nat. Größe)
Vor allem die Blätter des Finger-
huts enthalten Herzglycoside.

Trotzdem stellt man fest, daß die Zahl der pflanzlichen Arzneimittel in den meisten neuen Arzneibüchern rückläufig ist, während die Zahl der synthetisch-organischen Stoffe zunimmt. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß die Arzneipflanze generell an Bedeutung verloren hätte. Dies ist aber nicht der Fall, wie Statistiken über den Verbrauch von Arzneipflanzen zeigen. In der Schweiz ist in den vergangenen 35 Jahren im pro Kopf-Verbrauch an pflanzlichen Arzneimitteln kein Rückgang festzustellen. Gewisse Heilpflanzen haben an Bedeutung verloren, andere, vor allem die «klassischen», wie Kamille, Baldrian, Pfefferminze, Lindenblüten etc. werden mehr denn je in Medizin und Volksmedizin verwendet.

Die größte Bedeutung für die Weiterentwicklung und Forschung auf dem Gebiet der Heilpflanzen hat die pharmazeutische Industrie. Hier werden die meisten Untersuchungen über neue Anwendungsmöglichkeiten und neue Substanzen pflanzlichen Ursprungs durchgeführt. Noch längst nicht liegen über alle Arzneipflanzen, die heute im Gebrauch sind, exakte chemische und pharmakologische Daten vor. Die Identifizierung der Wirkstoffe und Wirkmechanismen einer Pflanze ist eine zeitraubende Arbeit. Die Erforschung von Heilpflanzen in der heutigen Zeit wird durch Zusammenarbeit der verschiedensten naturwissenschaftlichen Disziplinen ermöglicht: Medizin, Pharmakologie, Botanik, Chemie und Biochemie. Als selbständige Disziplin existiert daneben die Pharmakognosie, die sich in den vergangenen Jahren, ähnlich wie die Botanik, von einer rein deskriptiven Wissenschaft zu einer Synthese aus analytischer Chemie, Biochemie, Pflanzenphysiologie, Pharmazie und Medizin entwickelt hat. Zu ihren Aufgaben gehört nicht nur die Erforschung neuer Inhaltsstoffe in potentiellen Heilpflanzen, sondern auch die Genetik der Pflanzen, und damit verbunden, Kultur und Züchtung.

Nun erhebt sich die Frage, stehen wir heute am Anfang oder bereits am Ende der Heilpflanzenforschung, läßt sich ein baldiges Ende absehen, bietet uns die Natur nichts Neues mehr? Von den mehr als 250 000 Arten von Samenpflanzen ist bislang nur ein Bruchteil – etwa 5 % – auf chemische Inhaltsstoffe hin untersucht worden. Der Rest ist unentdecktes Neuland. Die Zahl der chemisch analysierten Mikroorganismen ist noch bedeutend kleiner. Auch hier liegen sicher noch viele Entdeckungen vor uns. Vor 40 Jahren kannte man ca. 300 verschiedene Alkaloide. Heute kennen wir allein in der Familie der Apocynaceen ca. 300 verschiedene Alkaloide. Dabei ist nur ein relativ geringer Anteil der Vertreter dieser Familie untersucht worden. Man darf natürlich nicht erwarten, daß sich jede neu entdeckte Substanz als wirkungsvolles Arzneimittel verwenden läßt. Von den erforschten Substanzen sind nur wenige als wirklich wertvoll für die Medizin und Pharmazie anzusehen. Andere mögen wichtige industrielle Grundstoffe darstellen, die für den menschlichen Organismus indifferent sind, oder aber auch eine ausgesprochene toxische Wirkung haben können. Oft sind nur kleine chemische Manipulationen notwendig, um solche Substanzen in ein wertvolles Pharmakon umzuwandeln. Wirklich wertvolle

Entdeckungen von neuen pflanzlichen Wirkstoffen in den vergangenen Jahren sind z.B. die Alkaloide Vinblastin und Vincristin gewesen, aus einer Pflanzenart, die dem einheimischen Immergrün verwandt ist: *Catharanthus roseus* (Abb. 4). Diese Pflanze wurde in verschiedenen tropischen Ländern seit langen Jahren in der Volksmedizin gegen Ruhr, Schmerzen, als Antidiabetikum und noch bei anderen Krankheiten mit mehr oder weniger Erfolg angewendet, aber niemals gegen Krebs. Die Wirkung der Vinca-alkaloide gegen krebsartige Zellvermehrungen wurde zufällig entdeckt, als ein kanadisches Forscherteam die Pflanze auf ihre Wirkung als Antidiabetikum untersuchte, die aber im Tierversuch nicht nachweisbar war. Stattdessen fand man eine Verminderung der Leukozyten bei den untersuchten Tieren. Man ging diesem zufälligen Ergebnis nach und fand schließlich die Wirkung von Vinblastin und Vincristin gegen bestimmte Arten von Leukämie und tumorartige Wucherungen der Lymphdrüsen. Dies bedeutete bereits einen ermutigenden Beginn für die Suche nach weiteren pflanzlichen Cytostatika (Stoffe, welche die Zellteilung inhibieren).

Herkunft von Arzneipflanzen

Woher stammen diese immerhin erheblichen Mengen von Arzneipflanzen, die in Pharmazie, Medizin und in der Pharmazeutischen Industrie verwendet werden?

Nach der schweizerischen Zollstatistik wurden in einem Jahr (1971) aus 19 Ländern 2,2 Millionen kg Arzneipflanzen im Gesamtwert von 6,5 Millionen Franken importiert. Dies stellt die Hauptmenge der in der Schweiz verbrauchten Arzneipflanzen dar, da hierzulande der kulturmäßige Anbau und auch die Wildsammlung sehr zurückgegangen sind. Gerade der Anbau vieler hier gedeihender Heilpflanzen wäre sehr interessant, denn die Beschaffung hochwertiger Heilpflanzen ist in den letzten Jahren sehr schwierig geworden.

Gewebe- oder Zellkulturen

Ein Ausweg, um die Beschaffungsschwierigkeiten von Arzneipflanzen zu umgehen, ist die in den letzten Jahren entwickelte pflanzliche Gewebe- und Zellkultur (Abb. 5). Die sogenannten «in-vitro» Kulturen lassen sich mit entsprechenden Nährmedien durchaus im industriellen Maßstab durchführen. Diese Art der Gewinnung von Wirkstoffen aus Arzneipflanzen bietet gegenüber dem Anbau oder dem Sammeln von wild vorkommenden Pflanzen einige wesentliche Vorteile.

1. Die Produktion ist unabhängig von schwer zu beeinflussenden Umweltfaktoren wie Jahreszeit, Witterung, Insektenbefall und Pflanzenkrankheiten.
2. Die Gewinnung von Wirkstoffen aus tropischen Pflanzen ist überall möglich.
3. Die Produktion nimmt keine landwirtschaftliche Nutzfläche in Anspruch.
4. Billige Roh- und Abfallstoffe können zur Herstellung der Nährmedien dienen.

Abb. 4:
Catharanthus roseus
(etwa 0,5 nat. Größe)
Eine Verwandte
des einheimischen
Immergrüns, die der
Medizin erstmalig
krebshemmende
Substanzen
geliefert hat.

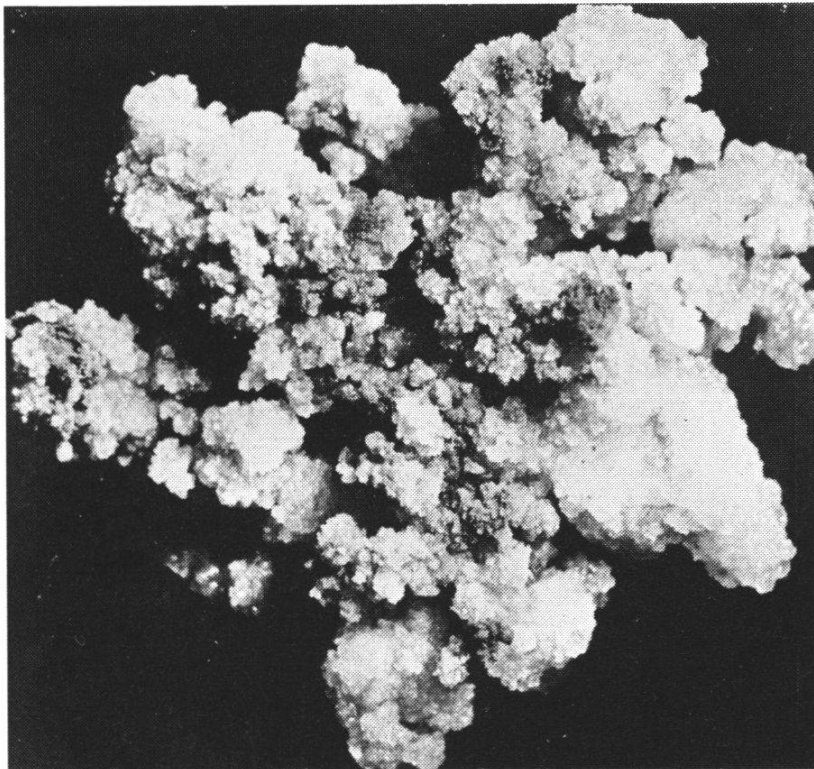


Abb. 5:
Wuchernder Kallus
einer Gewebekultur
pflanzlicher Zellen.

5. Bei ausreichender Kenntnis der Regulationsmechanismen des Stoffwechsels ist eine Lenkung und damit eine erhöhte Produktion an Wirkstoffen möglich.

Während man die Gewebe- und Zellkultur recht gut durchführen kann, so daß heute auf vollsynthetischen Medien die pflanzlichen Kallus- oder Zellsuspensionskulturen gedeihen, ist man über die Regulationsmechanismen, die zur Bildung der eigentlichen Wirkstoffe in den Pflanzen führen, noch relativ schlecht informiert. Künstlich gezogene Gewebe haben bisher eine wesentlich geringere Ausbeute an Wirkstoffen ergeben, als unter natürlichen Bedingungen gewachsene Pflanzen. Es fehlt hier der regulierende Einfluß der verschiedenen Gewebe und Organe, die die Bildung von bestimmten Substanzen fördern oder hemmen können, so daß entweder die für die Biogenese dieser Wirkstoffe verantwortlichen Enzyme nicht in genügendem Maße gebildet werden oder völlig fehlen. Es ist auch möglich, daß die Zwischenprodukte, aus denen das Endprodukt aufgebaut wird, durch Diffusion ins Nährmedium verloren gehen. Eine Möglichkeit, um in die Bildung von bestimmten Nährstoffen einzugreifen, bieten die sogenannten Phytohormone. Bei Kulturen von Tabakgewebe konnte z.B. gezeigt werden, daß die β -Indolylessigsäure die Bildung der Alkaloide Nikotin und Anabasin induzieren kann. Bei Anwesenheit eines anderen Hormons, der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, werden dagegen keine Alkaloide gebildet, jedoch konnte hier die Bildung von pflanzlichen Sterinen und Triterpenen induziert werden.

Eine Pflanze, die sich bislang mit gutem Erfolg in künstlichen Nährmedien kultivieren läßt und auch bedeutende Ausbeuten an den gewünschten Naturstoffen zeigt, ist das Mutterkorn (Abb. 6). Hierbei handelt es sich aber um keine höhere Pflanze sondern um einen Pilz, der normalerweise auf dem Roggen als Schmarotzer zu finden ist. Bei Zellkulturen dieses Pilzes (*Claviceps purpurea*) werden die in der Gynäkologie und anderen Bereichen der Medizin verwendeten Mutterkornalkaloide in recht guter Ausbeute gewonnen, so daß man hier einen wirtschaftlich lohnenden Ersatz für das auf freiem Feld mühsam zu kultivierende Mutterkorn gefunden hat.

Antibiotika: Mikroorganismen als Arzneipflanzen

Die Geschichte der Antibiotikaforschung beginnt mit dem Jahr 1929, als der englische Bakteriologe Alexander Fleming entdeckte, daß Kulturen einer Staphylococcusart immer dann in ihrem Wachstum gehemmt wurden, sobald sich gewisse Schimmelpilze (*Penicillium*arten, Abb. 7) darauf ansiedelten. Diesen Effekt führte Fleming darauf zurück, daß diese Pilze antibakterielle Substanzen ausscheiden. Eine Zufallsentdeckung also, die umwälzende Konsequenzen für die Medizin in den folgenden Jahren hatte und auch heute noch in der Bekämpfung gefährlicher Infektionskrankheiten hat. Die geniale Idee liegt hier bei dem Ausnutzungs- und Anwendungseffekt, der Beobachtung also einen praktischen Wert beizumessen und an eine medizinisch, therapeutische Anwendungsmöglichkeit zu denken. Die ersten aus diesem System der «Antibiosis» ent-



Abb. 6:
Mutterkorn
(*Secale cornutum*)
(etwa nat. Größe)
Wucherungen eines Pilzes
in Roggenähren ergeben
das alkaloidhaltige
Mutterkorn.

wickelten Arzneistoffe waren die Penicilline, die den Anstoß für weitere ausgedehnte Forschungen gaben.

Heute besitzen wir, gestützt auf systematische Reihenuntersuchungen, ein relativ großes Sortiment von antibiotisch wirksamen Substanzen, die sich bei den verschiedensten Krankheiten mit mehr oder weniger großem Erfolg einsetzen lassen. Die therapeutisch wichtigen Antibiotika entstammen vor allem verschiedenen Bakterienarten und Schimmelpilzen.

Leider ist es heute so, daß die Wahrscheinlichkeit, neue Antibiotika mit neuartiger Konstitution und Wirkung zu entdecken, immer kleiner wird und

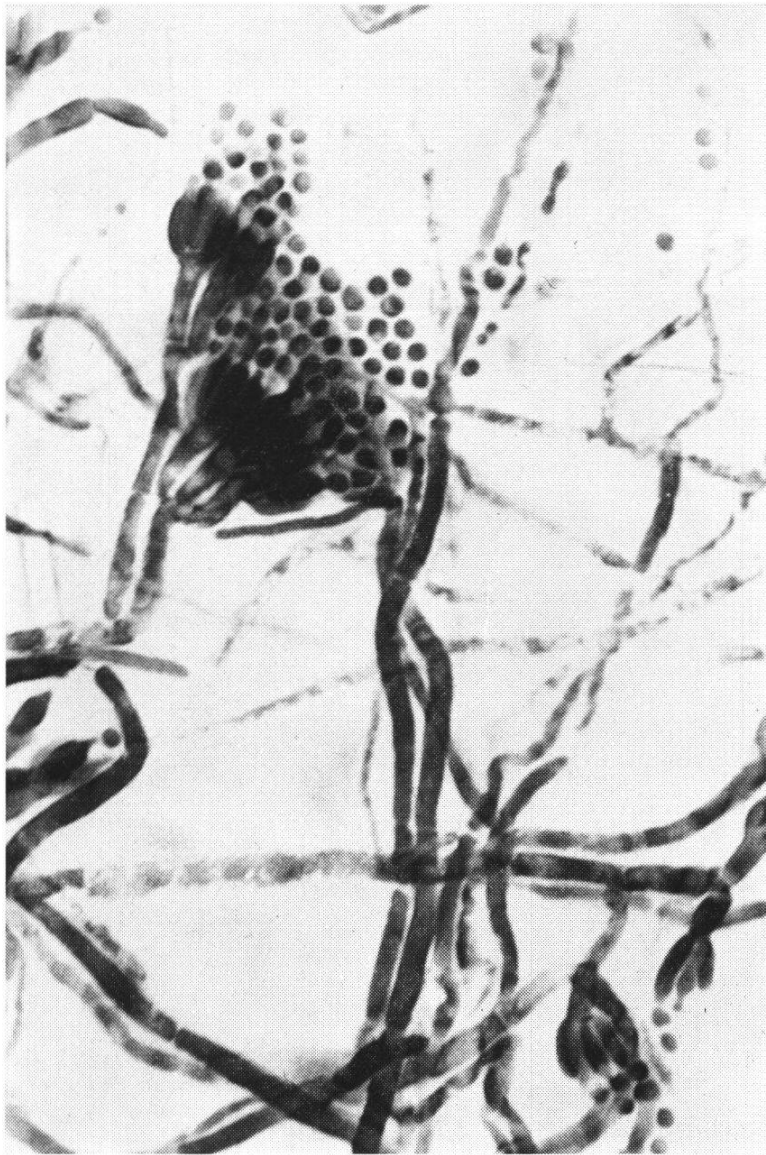


Abb. 7:
Pinselschimmel
(*Penicillium italicum*)
In starker mikroskopischer
Vergrößerung kann man
das Geflecht der
Pilzhyphe erkennen
mit den sporenbildenden
«Pinseln».

damit auch die Möglichkeit, resistente Keime zu bekämpfen, gegen die die altbewährten Antibiotika wirkungslos sind. Um dies anschaulich zu machen, ein Zahlenbeispiel: in einer einzigen Reihenuntersuchung von ca. 10 000 Bodenaktinomyceten stieß man auf ca. 2500 antibiotisch aktive Stämme, aber nur zehn von ihnen lieferten eine neuartige Substanz, und nur eine einzige war für den Mediziner brauchbar.

Insgesamt sind heute ca. 500 verschiedene Antibiotika bekannt, doch nur etwa 20–25 von ihnen können klinisch verwendet werden. Die nicht brauchbaren Antibiotika können z.B. den Nachteil haben, daß sie auch andere, für den menschlichen Organismus wichtige Mikroorganismen schädigen und dadurch in der medizinischen Anwendung nutzlos sind.

Es hat sich in den letzten Jahren gezeigt, daß es nicht nur Bakterien und Pilze sind, die derartige Substanzen zu bilden vermögen, sondern auch Flechten und Algen. Gerade aus Flechten hat man in jüngster Zeit interessante Sub-

stanzen isolieren können, die durchaus in der Medizin als Antibiotika anwendbar sind. Hier liegt das Problem allerdings bei der wirtschaftlichen Nutzung der Flechten. Bakterien und Pilze lassen sich relativ einfach auch im großen Maßstab kultivieren, um daraus genügend große Mengen an Antibiotika zu gewinnen. Flechten dagegen, die symbiontische Lebewesen aus Pilz und Alge darstellen, haben sich bislang fast allen Kultivierungsversuchen widersetzt, d.h. sie wachsen nur am natürlichen Standort und dort meist in so geringen Mengen, daß sich eine wirtschaftliche Nutzung nicht lohnt.

Aus mehreren Gründen geht die Suche nach neuen Antibiotika im Bereich der Mikroorganismen weiter. Das Spektrum der Krankheiten, besonders der Infektionskrankheiten, ist auch heute noch nicht durch die zur Verfügung stehenden Antibiotika gedeckt. Für viele Virusinfektionen und Mykosen gibt es bisher noch keine wirksamen Antibiotika.

Auch das Auftreten resistenter Keime erfordert neue Antibiotika. Der fortlaufende Einsatz neuer antibiotisch wirkender Substanzen kann das Resistenzproblem nicht lösen, jedoch zeigt es einen Ausweg. Jedes der heute verwendeten Antibiotika ist nicht unbedingt befriedigend in seiner Wirkung. Bei den sogenannten Breitbandantibiotika kann die natürliche Körperflora weitgehend verändert werden, so daß sich normalerweise harmlose Keime, wie z.B. Hefepilze, stark vermehren können. Mengenmäßig werden heute mehr Antibiotika außerhalb der Medizin verwendet als für die Therapie. Laufend werden neue Anwendungsmöglichkeiten für die Antibiotika erschlossen wie z.B. in der Tierernährung, Lebensmittelkonservierung, Pflanzenschutz etc. Jedoch liegt hier ein großes Problem, daß bei diesen nichtmedizinischen Anwendungsbereichen der Mensch in Kontakt mit relativ großen Mengen an Antibiotika kommt, wodurch das Resistenzproblem weiter vergrößert wird.

Schlußbetrachtung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Arzneipflanzen in der modernen Medizin keineswegs an Bedeutung verloren haben. Neben der Anwendung in der Hand des Arztes kommt ihnen weiterhin eine wichtige Aufgabe in der Volksmedizin zu. Dort ist es hauptsächlich der Apotheker, der beratend auf die richtige Arzneipflanze hinweisen und über ihre Anwendung Auskunft geben kann.

Die Zukunft der Arzneipflanzenforschung sieht nach den Ergebnissen der letzten Jahre sehr vielversprechend aus. Die Natur bietet uns noch immer eine fast unerschöpfliche Quelle von unbekanntem Wirksubstanzen, die ihrer Erforschung durch den Chemiker, Pharmazeuten und Mediziner entgegensehen.

Dank

Für die Herstellung der Abbildungen bin ich HH. G. Canevascini und F. Dumas zu Dank verpflichtet.

Bibliographie

- ENGEL, F. M.: Die Giftküche der Natur. Landbuch Verlag, Hannover 1972.
- FLUECK, H.: Unsere Heilpflanzen. Otto Verlag, Thun 1971.
- GAEBLER, H.: Zum Thema Arzneipflanzenforschung. Allgem. Homöopath. Ztg. 215 (1970) 152.
- GAEBLER, H.: Phytochemie und Phytotherapie. Ars Medica 60 (1970) 425.
- ORZECZOWSKI, G.: Naturstoffchemie – Therapie mit Naturstoffen. Dtsch. Apoth. Ztg. 113 (1973) 597.
- SCHAUENBERG, P. und PARIS, F.: Guide des plantes médicinales. Delachaux et Nestlé, éditeurs, Neuchâtel 1969.
- SIEGFRIED, B.: Arzneipflanzen heute. Schweiz. Apoth. Ztg. 104 (1966) 631.
- SIEGFRIED, B.: Betrachtungen über Arzneidrogenpräparate. Pharm. Acta Helv. 46 (1971) 681.
- STEINEGGER, E. und HAENSEL, R.: Lehrbuch der Pharmakognosie. 3. Aufl. Springer Verlag, Berlin. Heidelberg, New York 1972.
- ZAEHNER, H.: Biologie der Antibiotika. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1965.