

402

Sonderdruck

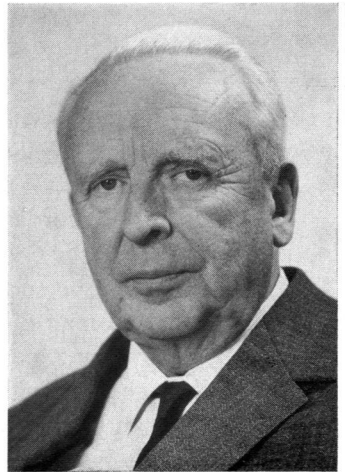
aus

„Mitteilungen aus der Max-Planck-Gesellschaft“ Heft 3 (1966), S. 171-184

Herausgegeben von dem Präsidialbüro der Max - Planck - Gesellschaft, München

GEZIELTE FORSCHUNG — ZÜCHTUNG UND ROHSTOFFVERSORGUNG

Von Professor Dr. Reinhold v. Sengbusch, Hamburg-Volksdorf



GEZIELTE FORSCHUNG — ZÜCHTUNG UND ROHSTOFFVERSORUNG

Von Professor Dr. Reinhold v. Sengbusch, Hamburg-Volksdorf

Rohstoffe werden für alle möglichen Zwecke der Versorgung des Menschen benötigt: Ernährung, Kleidung, Wohnung, Medikamente, Transport und vieles mehr. Wir können unterscheiden zwischen Rohstoffen organischen Ursprungs, die entweder direkt aus der Pflanze oder auf dem Umwege über die Pflanze aus Tieren gewonnen werden, fossilorganischen und anorganischen Rohstoffen. Die organischen Rohstoffe sind bisher die einzigen, aus denen wir Nahrungsmittel herstellen können. Hierdurch nehmen sie eine Sonderstellung unter den Rohstoffen ein.

In der Welt herrscht heute im gesamten gesehen ein Mangel an Nahrungsmitteln. Diese Tatsache wird auch nicht dadurch geändert, daß in einigen Ländern der Erde ein Überfluß an Nahrungsmitteln vorhanden ist. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, diesem Mangel an Nahrungsmitteln zu begegnen. Man kann versuchen, Rohstoffe organischer Natur, die nicht für die Nahrungsmittelerzeugung, sondern für andere Zwecke benötigt werden, wie z. B. Fasern pflanz-

lichen Ursprungs (Hanf, Lein, Baumwolle, Jute, Ramie u. a.), durch Faserstoffe fossilorganischen oder anorganischen Ursprungs zu ersetzen. Dieser Weg ist im Laufe der letzten Jahre bzw. Jahrzehnte beschritten worden. Durch die Herstellung synthetischer Fasern wird es möglich, die organischen Fasern zu ersetzen.

Man hat versucht, die Nahrungsmittelproduktion dadurch zu steigern, daß man die Leistung der Pflanzen in Kombination mit einer Intensivierung der Landwirtschaft erhöht. Aber diese Maßnahmen allein genügen nicht, um die katastrophale Lage auf dem Nahrungssektor zu beheben.

Heute haben wir insgesamt nicht viel mehr als zehn Hauptkulturpflanzen, die der Nahrungsmittelerzeugung dienen: Weizen, Mais, Hafer, Gerste, Reis, Hirse, Zuckerrohr, Kartoffeln, Manihot, Zuckerrüben. Diese zehn Hauptkulturpflanzen haben den Nachteil, daß sie mit wenigen Ausnahmen ein Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis von 1:10 bis 1:20 aufweisen. Der Mensch benötigt aber in einer vollwertigen Nahrung ein Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis von 1:5 bis 1:6. Das ungünstige Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis der Pflanzen muß daher aufgewertet werden. Dies ist durch die Aufnahme von Nahrung tierischen Ursprungs möglich; in Milch und Fleisch liegt das Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis bei 1:3.

Außer dem Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis spielen innerhalb des Eiweißes die Aminosäuren eine große Rolle. Die Aminosäuren der Pflanzen allein können jedoch den Aminosäurebedarf des Menschen nicht decken; es ist daher notwendig, durch tierisches Eiweiß die fehlenden essentiellen Aminosäuren zuzuführen.

Überschuß-Länder haben je Person und 75 kg etwa 3000 Kalorien mit einem Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis von 1:5, Mangel-Länder dagegen nur 1000 Kalorien mit einem Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis von 1:15 bis 1:20. Die geringe Eiweißmenge ist außerdem wegen des Mangels essentieller Aminosäuren nicht vollwertig.

Bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs über die Pflanzen gehen rund 85% der aufgenommenen Nährstoffe verloren (eiweißreiche Futterpflanzen). In Westeuropa müssen wir ein Vielfaches des Menschengewichtes an Tieren ernähren (etwa 1:3). Hieraus ergibt sich durch die Tierhaltung ein ungeheurer Verlust.

Die Fabrik „Tier“ ist zwar unrationell, aber notwendig, um den Menschen vollwertige Nahrung zu liefern. In Notzeiten, wie sie heute als Dauerzustand z. B. in China, Indien und Afrika herrschen, treten diese Probleme besonders kraß in Erscheinung.

Sollte sich die Zahl der Menschen auf der Erde weiter vermehren (man erwartet schon vor dem Jahr 2000 eine Zunahme auf 6 Milliarden), so ergibt sich das Problem, wie man die Kohlehydrat- und Eiweißstoffe, die heute zur Ernährung der Tiere benutzt werden, unmittelbar dem Menschen zur Verfügung stellen kann. Wir werden auch besonders eiweißreiche Pflanzen, einige Leguminosen-Arten wie Soja, Bohnen, Lupinen und Algen zur Normalisierung des Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnisses nötig haben und gleichzeitig für eine genügend große Erzeugung essentieller Aminosäuren über Bakterien oder auf anderem Wege sorgen müssen.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die organischen Rohstoffe nach Möglichkeit der Nahrungsmittelproduktion dienen sollten, man versuchen sollte, über den Anbau und die Verwertung besonders eiweißreicher Pflanzen das Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis zu normalisieren, man bestrebt sein sollte, die in den Pflanzen fehlenden essentiellen Aminosäuren auf anderem Wege als über das Tier zu erzeugen.

Daß wir bereits auf dem Wege sind, diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, zeigen folgende Beispiele:

Der Hanf- und Lein-Anbau für die Erzeugung von Faserstoffen ist in Westeuropa praktisch zum Erliegen gekommen.

Der Haferanbau, der insbesondere der Ernährung von Pferden diente, ist stark eingeschränkt worden, und zwar im Zusammenhang mit dem Ersatz der Pferdezugkraft durch Traktoren, die zu ihrem Betrieb nicht organische, sondern fossilorganische Rohstoffe benötigen.

Die Soja-Bohne wurde bisher fast ausschließlich in Ostasien angebaut. Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat man in den Vereinigten Staaten den Anbau von Soja-Bohnen wesentlich gesteigert. Es wäre zu überlegen, ob man diese besonders eiweißreiche Pflanze auch in

entsprechenden Breitengraden der südlichen Halbkugel in verstärktem Maße anbauen sollte.

Man hat hocheiweißhaltige Algen in Kultur genommen und versucht so, das Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis in den Gebieten mit Eiweißmangel zu normalisieren.

Auch auf dem Gebiet der Erzeugung von essentiellen Aminosäuren sind bereits Fortschritte erzielt worden, und zwar ist es gelungen, bestimmte essentielle Aminosäuren (z. B. Lysin) durch Bakterien und auch auf synthetischem Wege zu erzeugen.

Es ist hier nicht möglich, auf alle Probleme der Rohstoffversorgung einzugehen. Es soll nur ein kurzer Überblick über die wesentlichen Probleme der Rohstoffversorgung, so wie sie sich aus der Sicht der Pflanzen ergeben, gegeben werden.

Wir haben mit dieser Betrachtung den ersten Absatz eines Kapitels angeschnitten, das das Schema Züchtungsforschung und Züchtung betrifft. Aus dem Studium des kulturellen Zustandes auf dem Sektor Rohstoffherzeugung, d. h. der vom Menschen geschaffenen Umwelt, ergeben sich eine Reihe von Zielen, die durch die Bearbeitung der Pflanzen realisiert werden sollten. Sie lassen sich nur mit Methoden realisieren, mit deren Hilfe man diejenigen Pflanzen auffinden bzw. auslesen kann, die in ihren Eigenschaften dem gesteckten Ziel entsprechen. Falls man in einem vorhandenen Pflanzenmaterial die Individuen mit den gewünschten Eigenschaften nicht auffinden kann, besteht die Möglichkeit des Versuchs, die Vielgestaltigkeit zu erhöhen. Im ersten Fall sprechen wir von künstlicher Auslese, im zweiten Fall von Züchtung.

An Hand von Beispielen soll dieses Schema der künstlichen Auslese bzw. der Züchtung erläutert werden. In Deutschland hat man beim Studium der landwirtschaftlichen Erzeugung auf leichten Böden festgestellt, daß auf ihnen nur die eiweißarmen Kulturpflanzen Roggen und Kartoffeln gedeihen. Man hatte den Wunsch bzw. das Ziel, auf diesen Böden auch eiweißreiche Futtermittel und Nahrungsmittel zu erzeugen. Es wurden seit langem für Gründüngungszwecke Lupinen (*Lupinus luteus*) angebaut, die auf leichten Böden sehr eiweißreiche Grünmasse und sehr eiweißreiche Körner (40% Eiweiß) produzieren. Die Nutzung der Lupinen für Nahrungs- und Futterzwecke

war jedoch nicht möglich, weil sie Bitter- bzw. Giftstoffe in Form von Alkaloiden enthalten. Außerdem hat diese Pflanzenart eine Reihe von Eigenschaften, die bei der Wildform für die Arterhaltung nützlich, für die Kulturform jedoch ungünstig sind: Platzen der Hülsen, Hartschaligkeit der Samen und eine langsame Jugendentwicklung. Auf Grund dieser Verhältnisse wurde als Ziel für die Verbesserung dieser Pflanzenart aufgestellt: Alkaloidfreiheit, nichtplatzende Hülsen, Weichschaligkeit und Schnellwüchsigkeit. Zum Erkennen der Individuen mit den gewünschten Eigenschaften wurden eine chemische Schnellbestimmungsmethode für Alkaloide und andere Methoden entwickelt. Auf diese Weise konnten gefunden werden:

Individuen, die praktisch keine Alkaloide mehr enthalten,

Individuen mit nichtplatzenden Hülsen (das Nichtplatzen der Hülsen ist bedingt durch ein Zusammenwachsen der an Bauch- und Rücken- naht liegenden Sklerenchymstränge),

solche mit weicher Samenschale, die unmittelbar nach dem Benetzen mit Wasser quellen und damit keimen können,

solche mit schneller Jugendentwicklung.

Nachdem diese Formen gefunden worden waren, wurden sie miteinander gekreuzt und damit eine neue Vielgestaltigkeit hergestellt. In diesem Material wurde von neuem mit der Auslese begonnen, diesmal aber nicht von Individuen, die nur eine dieser Eigenschaften in sich bargen, sondern solchen, die zwei und später auch mehr der gewünschten Eigenschaften besaßen. Auf diese Weise konnte eine alkaloidfreie Lupinensorte geschaffen werden, die nicht nur als Futter- und als Nahrungsmittel verwendbar ist, sondern auch die nötigen Eigenschaften einer Kulturform besitzt. Die Weichschaligkeit garantiert einen schnellen und gleichmäßigen Aufgang, die schnelle Jugendentwicklung verhindert das Aufkommen von Unkraut, das Nichtplatzen der Hülsen ermöglicht die Bergung des erzeugten Ernteguts und die Alkaloidfreiheit erlaubt die Verwendung als Futter- und Nahrungsmittel.

Dieses Modell zeigt, daß man heute in der Lage ist, durch planmäßige Arbeiten auf dem Gebiet der Züchtung die Umwandlung einer Wildform in eine Kulturform in allen wichtigen Eigenschaften zu vollziehen.

Wildformen haben gelegentlich wertvolle Eigenschaften, die man gern mit denen der Kulturform vereinen möchte. So hat z. B. die Wildform der Tomate, *Solanum racemigerum*, eine Reihe von solchen Werteigenschaften. Sie ist gegen *Cladosporium fulvum* widerstandsfähig, besitzt nichtplatzende Früchte und ist besonders frühreif. Wir konnten diese Werteigenschaften mit den sonstigen Eigenschaften der Kulturtomate vereinen und erhielten auf diese Weise gegen *Cladosporium fulvum* widerstandsfähige und besonders frühreife Tomaten. Die Frühreife setzt sich aus früher Blüte und schneller Fruchtentwicklung zusammen. Hierbei zeigt es sich, daß für die frühreife Sorte eine weitere Eigenschaft von entscheidender Bedeutung ist: Die Tomaten werden bei uns im Mai ausgepflanzt. In den kühlen Nächten wird die Pollenbildung und damit die Befruchtung gehemmt. Folge davon ist ein schlechter Ansatz. Durch die Eigenschaft Parthenokarpie konnten wir unsere frühreifen Tomaten wesentlich verbessern. Die frühreifen und gleichzeitig parthenokarpen Stämme setzen auch bei tiefen Nachttemperaturen gut Früchte an (DIERKS, REIMANN-PHILIPP).

Beim Roggen konnten wir eine Eigenschaft der Wildform *Secale montanum*, die Perennierfähigkeit, speziell für züchterische Zwecke mit den Eigenschaften der Kulturform vereinen. Hierbei war eine besondere Schwierigkeit zu überwinden, die im Unterschied der Genome liegt. Die beiden Genome unterscheiden sich durch Translokationen, die bei einer Kreuzung der beiden Arten partielle Sterilität zur Folge haben. Es war jedoch möglich, perennierende Formen normaler Fertilität zu entwickeln (DIERKS, REIMANN-PHILIPP).

Auch beim Spargel beginnt die Arbeit mit dem Studium des kulturellen Zustandes. Der Mangel an Arbeitskräften kann dazu führen, daß man nach einem Spargel Ausschau hält, bei dem die Erntearbeiten wesentlich erleichtert sind. Der normale Spargel wird gestochen, wenn die Spargelköpfe den Erdboden noch nicht durchstoßen haben. Er ist dann weiß. Durchstößt er den Boden, wird er auf Grund von Anthozyanbildung blau. Ein Spargel, der kein Anthozyan bildet, könnte also gestochen werden, wenn er den Boden bereits durchbrochen hat. Die Auslese anthozyanfreier Spargelpflanzen ist bereits gelungen.

Die Entwicklung eines neuen Konservierungsverfahrens, wie z.B. das Tiefgefrieren in den 30er Jahren, kann dazu führen, daß neue Anforderungen an die Eigenschaften der Pflanzen gestellt werden. Wir haben z.B. eine Reihe von Erdbeersorten entwickelt, die nach dem Gefrieren und Wiederauftauen eine bessere Form und Farberhaltung sowie eine geringere Zellsaftabgabe aufweisen als die bisher bekannten Sorten.

Die Eigenschaften, die dem Ziel entsprechen, können unmittelbar sichtbar sein, wie z.B. die Farbe des Spargels nach dem Verlassen des Bodens, oder sie können unsichtbar sein. Zur Prüfung der Eigenschaften bei Inhaltsstoffen kann man chemische Methoden anwenden (Beispiel: Lupinen — Alkaloide), bei Resistenzeigenschaften dagegen phytopathologische Methoden, wie Prüfung der *Cladosporium-fulvum*-Festigkeit bei Tomaten. Es können aber auch Kälteresistenz und Trockenheitsresistenz von Interesse sein, wobei die Physiologie helfend einspringt. So dienen Physiologie, Morphologie, Pathologie, Chemie der Züchtungsforschung und Züchtung.

Das Pflanzenmaterial ist die Domäne der Genetik. Mit ihrer Hilfe können wir die Vielgestaltigkeit erhöhen. Mutanten können sich auf einzelne Gene (Alkaloidfreiheit, nichtplatzende Hülsen, Frohwüchsigkeit der Lupinen), auf Chromosomenteile (Translokationsunterschiede bei *Secale montanum* und *Secale cereale*), auf ganze Chromosomen (*yy* Spargel ♂♂) und auf ganze Genome (tetraploider Roggen) beziehen. Wir können durch Kreuzen verschiedener Formen die Kombination von Eigenschaften erzielen, die zuvor auf verschiedenen Individuen getrennt vorlagen.

Die Anwendung der Methode zum Erkennen der erwünschten Eigenschaften am Pflanzenmaterial ist die eigentliche Auslese. Hierbei spielt die Technisierung der Methode in Anbetracht der mehr oder weniger großen Häufigkeit der dem Zuchtziel entsprechenden Individuen eine große Rolle. So sind z.B. alkaloidfreie Individuen in der Häufigkeit von 1:10.000 bis 1:1.000.000 beobachtet worden. Das einzige Individuum mit nichtplatzenden Hülsen wurde bei *Lupinus luteus* einmal auf 10.000.000 gefunden, das heißt, daß unter Umständen sehr große Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der

Methode gestellt werden. Wir sprechen dann nicht nur von Schnellmethoden, sondern von „Schnell-genug-Methoden“.

Zwei Dinge sind bei dieser Art der Betrachtung der pflanzenzüchterischen Arbeiten noch nicht genügend in Erscheinung getreten. Es wurde wohl von dem jeweiligen kulturellen Zustand gesprochen, der die einzelnen Zuchtziele beeinflusst, und ferner erläutert, in welcher Weise man die Pflanze in Richtung einer Verbesserung der Nutzungsmöglichkeit verändern kann. Im Laufe der letzten Jahre haben wir Überlegungen darüber angestellt, ob diese etwas einseitige Arbeitsweise ausreicht, um Fortschritte in der Versorgung mit Nahrungsmitteln und organischen Rohstoffen zu erzielen. Wir sind hierbei auf die Frage gestoßen, ob es nicht nützlich wäre, auch diejenigen Probleme zu bearbeiten, die mit der Kultur der Pflanzen, der Verarbeitung, z. B. Konservierung, Vermahlung, Backen usw., sowie mit dem Transport und der Vermarktung zusammenhängen. Das würde bedeuten, daß wir eine Kulturpflanze in komplexer Weise bearbeiten, nämlich einmal von der Seite der Pflanze und einmal von der Seite ihrer Produktion, Verarbeitung und Nutzung her.

Es wurde ein neues Verfahren der Konservierung durch Gefrier-trocknung entwickelt. Wir haben zunächst geprüft, welche Zuchtziele sich aus diesem Verfahren für die Bearbeitung der einzelnen Kulturpflanzen ergeben. Wir haben darüber hinaus uns auch mit der Entwicklung der Apparaturen, mit denen gefriergetrocknet wird, und mit der Technik der Gefriertrocknung beschäftigt. Hierbei konnten wir feststellen, daß außer dem Wasser eine Reihe von Stoffen den der Trocknung unterzogenen Objekten entweichen. Bei der Entwicklung der Apparatur haben wir vorgesehen, daß man diese Stoffe in Spezialkondensatoren auffangen und unter Umständen dem fertig getrockneten Produkt wieder zusetzen kann, außerdem wurden die günstigsten Abläufe (Tiefgefrieren, Vakuum, Aufheiztemperatur, Endpunkt) festgestellt bzw. entwickelt.

Im Laufe der Menschheitsgeschichte ist die Auslese der Pflanzenarten für die Ernährung des Menschen, Fütterung des Viehes und die Herstellung von Kleidung und anderen Erzeugnissen erfolgt. Im vorigen Jahrhundert litt Europa durch die Kontinentalsperre unter Zuckermangel (die Einfuhr von Rohrzucker war unterbunden). Nach-

dem MARGGRAF 1747 den Zucker in der Rübe entdeckt hatte, machte ACHARD den Versuch, den fehlenden Zucker aus den Rüben zu erzeugen, das heißt, es wurde die Auslese der Rübe als zuckerliefernde Pflanzenart vorgenommen. Nach dieser Artauslese begann man dann innerhalb der Art mit der züchterischen Bearbeitung in der Richtung, einen hohen Zuckergehalt und hohen Zuckerertrag je ha zu erreichen.

Zur Zeit der Erfindung des Fahrrades und des Automobils wurden eine Reihe von kautschukliefernden Pflanzenarten ausgelesen. Im Anschluß an die Auslese der Arten wurde innerhalb der kautschukliefernden Pflanzen *Hevea brasiliensis* als kultivierbare kautschukliefernde Pflanzenart ausgelesen. Anschließend an die Auslese der Art bezüglich der Kautschuknutzbarkeit und ihrer Kultivierbarkeit setzten die Arbeiten ein, die innerhalb der Art den Kautschukgehalt und den Flächenertrag steigerten.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat die neue Auslese von Kulturarten große Fortschritte gemacht. So hat z.B. nach der Entdeckung der Antibiotika durch FLEMING die Auslese der Pilzarten, die Antibiotika liefern, in einem unwahrscheinlich großen Umfang eingesetzt. Aber nicht nur die Auslese von Pilzarten als Produzenten wertvoller Heilmittel, sondern auch die Auslese von Bakterien und Pilzarten (auch Hefen) für die Gewinnung der verschiedensten Rohstoffe hat in neuerer Zeit eingesetzt. Auch bei den niederen Pflanzen hat die Steigerung der Leistung innerhalb der Art erst nach der Auslese der Art selbst und der Entwicklung der Kulturbedingungen beginnen können. Die Auslese von Arten, die für uns nützlich sein können, vollzieht sich demnach auch heute in einem großen Umfang.

Dieser Auslese neuer Arten steht eine Eliminierung der zuvor genutzten Kulturarten gegenüber. Wir haben bereits gesehen, daß in Westeuropa bestimmte Pflanzenarten einer Eliminierung anheimfallen. Ich bin selbst Opfer einer Fehlbeurteilung des kulturellen Zustandes geworden. Kollegen und ich haben den Versuch gemacht, den Hanf als Faserpflanze zu verbessern, indem wir die Uneinheitlichkeit der Rohware, die durch die Diözie der Art *Cannabis sativa* bedingt ist, zu eliminieren und den Fasergehalt, insbesondere den Gehalt an wertvoller Primärfaser, zu steigern versucht haben.

Es gelang uns, den Fasergehalt und den Faserertrag praktisch zu verdoppeln und die Einheitlichkeit der Rohware durch die Züchtung monözüischer Sorten herzustellen. Dieser Hanf wäre noch vor 100 Jahren für den Anbau und die Verwertung wertvoll gewesen. Heute ist auch dieser hochleistungsfähige Hanf nicht mehr in der Lage, die Wirtschaftlichkeit des Anbaues zu gewährleisten.

Nachdem *Hevea brasiliensis* über 50 Jahre eine wertvolle Rolle als Kulturpflanze gespielt hat, droht ihr heute durch den synthetischen Kautschuk der Tod.

Diese Beispiele zeigen, daß wir mit einem ständigen Kommen und Gehen der Kulturarten zu rechnen haben und daß das, was heute wertvoll erscheint, morgen durch Veränderung unseres kulturellen Zustandes bereits überholt sein kann.

Vor dem Seßhaftwerden des Menschen und vor der Inkulturnahme von Nutzpflanzenarten hat der Mensch eine Auslese innerhalb der Wildarten auf Verwendbarkeit für Nahrungs- und Rohstoffzwecke getrieben. Es hat wohl sehr viel mehr Sammelpflanzenarten gegeben, als es jetzt Kulturpflanzen gibt. Auch heute befinden wir uns in gewissem Umfang in dem primitiven Zustand des Nutzens von Sammelpflanzen. Dies betrifft besonders die verschiedenen wild vorkommenden Pilzarten. Der Mensch ist von Beginn an in der Lage gewesen, nicht giftige von giftigen Pilzarten zu unterscheiden. Es ist interessant, daß der primitive Mensch in der Lage war, unter den genießbaren Pilzarten die wenigen Arten auszuwählen, die sich auch kultivieren lassen: z. B. der Champignon (*Agaricus bisporus* (Lge.) Sing.) und Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.). Auch in diesem Fall handelt es sich um zwei aufeinander folgende Schritte der Auslese bezüglich der Art: nämlich hinsichtlich des Nutzungswertes und hinsichtlich der Kultivierbarkeit.

Ohne über das Wissen und die Details der Ernährung und der Fruchtkörperbildung des Champignons zu verfügen, hat der Mensch ein Nährsubstrat und dessen Zubereitung gefunden, auf dem sich der Champignon kultivieren läßt (Pferdemist-Kompost). Noch interessanter ist, daß er empirisch die Voraussetzung gefunden hat, die zur Fruchtkörperbildung unbedingt nötig ist (Deckerde). Der Mensch hat

ferner gelernt, das Mycel des Champignons zu vermehren, mit dem der vergorene Pferdemist beimpft wird.

Der Champignonanbau ist heute noch mit einem hohen Grad von Unsicherheit behaftet. In meinem Institut haben daher nicht nur züchterische, sondern auch kulturtechnische Studien am Champignon begonnen, ein Beispiel für eine komplexe Forschung an einem Objekt.

Wir studierten zunächst Fragen der Ernährung des Champignons (TILL) und Fragen der Ursachen der Fruchtkörperbildung (EGER). TILL fand, daß für die Kultur des Champignons unvergorenes Kohlehydrat- und Eiweißmaterial geeignet ist. EGER stellte fest, daß die Fruchtkörperbildung in ursächlicher Beziehung zu den Bakterien der Deckerde steht. Es war kurios festzustellen, daß da, wo man die Bakterien für unumgänglich notwendig hielt, diese entbehrlich sind, nämlich bei der Herstellung des Nährsubstrates, und daß sie dort, wo man ihre Bedeutung gar nicht vermutete, nämlich in der Deckerde, eine entscheidende Rolle bei der Fruchtkörperbildung spielen. Durch diese beiden Entdeckungen wurde die Basis für eine neue Champignon-Kulturmethode, das TILL-Verfahren, gelegt. Es besteht darin, daß autoklaviertes Nährsubstrat, bestehend aus Stroh als Kohlehydratträger und z. B. Baumwollsaatmehl als Eiweißträger, steril mit Champignonmycel beimpft wird. Nach einer Durchspinnperiode, die frei von anderen Mikroorganismen vor sich gehen muß, setzt die unsterile Phase nach dem Decken ein. Wir können bei diesem Verfahren je Nährsubstrateinheit bis zu $2\frac{1}{2}$ mal mehr Pilze ernten als nach dem klassischen Verfahren oder, besser gesagt, bis zu 50% des Gewichtes des Nährsubstrates.

In der Champignonzüchtung gelang uns die Auffindung einer Mutante mit völlig neuer, bisher unbekannter Fruchtform, die zwei Zuchtziele realisiert: Lamellenlosigkeit und Erleichterung der Ernte durch geringe Individuenzahl mit entsprechend vergrößerter Form. Auch das Beispiel Champignon soll zeigen, welche Bedeutung der komplexen Bearbeitungsweise bei der Bearbeitung eines Objektes zukommt.

Karpfen werden in Deutschland in Teichen und Seen gehalten, wobei zwischen Karpfengewicht und Wassermenge ein sehr großes

Verhältnis notwendig ist (1:20.000). Die Karpfen nehmen an Gewicht nur im Laufe von etwa vier Monaten zu, in denen die Wassertemperatur um 20° C und mehr liegt (Juni bis Ende September). Dies ist der Grund, weshalb der Karpfen erst nach vier und mehr Jahren geschlechtsreif wird. Die züchterische Bearbeitung und die Untersuchung von Futterausnutzung, Futterzusammensetzung und die Untersuchung bezüglich der Bekämpfung von Krankheiten sind durch diese Verhältnisse ungeheuer erschwert. Auf Grund dieses „kulturellen Zustandes“ setzten wir uns das Ziel, Karpfen in Aquarien zu halten. Durch eine biologische Klärung des Wassers und eine Wassertemperatur von etwa 25° gelang es, innerhalb von zwei Jahren Karpfengewichte zu erzielen, die im Freien erst nach vier Jahren und mehr erreicht werden.

Züchterisch haben wir uns das Ziel gesetzt, „Karpfen ohne Gräten“ zu finden. Durch Röntgenaufnahmen ist es möglich, die Gräten in der Muskulatur (die beim Essen so viel Unannehmlichkeiten bereiten und die Ursache sind, daß ein Fischessen für Kinder gefährlich ist) zu erkennen. Nach Untersuchungen von etwa 700 Fischen haben wir zunächst eine große Variabilität dieser Eigenschaft feststellen können (70—135 Gräten), so daß Hoffnung besteht, nicht nur die Zahl der Gräten in der Muskulatur zu senken, sondern sie vollkommen zu beseitigen. Die Fütterungsversuche mit Karpfen versetzen uns in die Lage, die Frage zu klären, ob man die Produktion von tierischem Eiweiß ökonomischer über die Warmblüter Rind, Schwein und Huhn oder über die Kaltblüter vornehmen kann. Es ist bereits im voraus anzunehmen, daß diese Versuche, da die Kaltblüter vermutlich einen geringeren Energieverbrauch als die Warmblüter haben, zu Gunsten der Kaltblüter ausgehen werden.

Der Spinat enthält sowohl lösliche als auch unlösliche Oxalate. Es ergibt sich die Frage, ob diese Oxalate zur Oxalatsteinbildung in der Niere des Menschen beitragen können. 70% aller Nierensteine enthalten Oxalsäure. Falls die Oxalsäure als Rohstoff für die Steinerzeugung beim Menschen in Frage kommt, müßte man den Versuch machen, oxalatarmen Spinat zu züchten, zumal im Laufe der letzten Jahrzehnte der Spinat in Schweden und in den Vereinigten Staaten zu einem sehr wesentlichen Tiefgefrierprodukt geworden ist. Der

Konsum des Tiefgefrier-Spinates hat stark zugenommen und ist über das ganze Jahr verteilt.

Wir haben zunächst Methoden entwickelt, mit denen wir den Oxalatgehalt des Spinates und auch anderer oxalathaltiger Nahrungsmittel feststellen können. Wir haben ferner entsprechende Methoden für die Untersuchung des Urins ausgearbeitet. Wir konnten zeigen, daß eine Beziehung zwischen Aufnahme und Ausscheidung von Oxalaten besteht und daß insbesondere bei Aufnahme von gelösten Oxalaten große Mengen von Oxalaten im Urin ausgeschieden werden. Diese Tatsache bestätigte die Annahme, daß es nützlich wäre, den Oxalatgehalt des Spinates auf züchterischem Wege zu senken.

Beim Vergleich von frischem und tiefgefrorenem Spinat zeigte es sich, daß der tiefgefrorene Spinat einen höheren Gehalt an unlöslichen und einen niedrigeren Gehalt an löslichen Oxalaten aufweist als der frische Spinat. Beim Studium dieser Verhältnisse wurde festgestellt, daß die gelösten Oxalate beim Blanchieren (einer Hitzebehandlung mit Wasser vor dem Einfrieren) herausgelöst werden und daß ein anderer Teil der gelösten Oxalate durch den Kalk des Blanchierwassers in unlösliches Calciumoxalat verwandelt wird. Durch Zusatz von geringen Kalkmengen ist es möglich, den gesamten Anteil des gelösten Oxalates in unlösliches Oxalat zu verwandeln. Diese Studien zeigten, daß es durch die Vorbehandlung des Spinates möglich ist, den schädlichen Anteil an Oxalaten zu beseitigen.

Diätversuche am Menschen bestätigten diese Feststellung. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß nur bei Verwendung von Blanchierwasser die Umwandlung von ungelöster in gelöste Oxal säure vor sich geht. Wenn zum Blanchieren calciumfreier Dampf benutzt wird, erfolgt diese Umwandlung nicht. Wir haben uns entschlossen, die züchterische Bearbeitung des oxalatarms Spinates aufzugeben, weil uns die Beseitigung des gelösten Oxalates durch Zugabe von Spuren von Calcium beim Blanchieren einfacher erscheint.

Bei der Betrachtung des Oxalatproblems haben wir aber nicht nur die Diät in unsere Arbeiten einbezogen, sondern uns auch mit der Frage der endogenen Entstehung des Oxalates im Körper beschäftigt. Wir konnten zeigen, daß es bei Kaninchen Genotypen mit hoher und solche mit niedriger Oxalatausscheidung gibt. Wir haben uns aber

auch mit den Endprodukten einer falschen Diät bzw. einer endogenen Bildung von Oxalaten, den Nierensteinen, beschäftigt. Diese werden normalerweise bei Beschwerden operativ entfernt. Es gibt aber Fälle, in denen eine Operation nicht ratsam erscheint, wie z. B. bei Steinkranken mit einer Niere, bei Steinkranken, die bereits voroperiert sind, und bei Querschnittsgelähmten. Wir konnten ein Lösungsmittel für Oxalat- und Phosphatsteine „auslesen“, das unschädlich für das Nierengewebe ist. Mit Hilfe eines Katheters, der einen Hin- und Rücklauf besitzt, wird das Lösungsmittel zur Dauerspülung der Niere benutzt. Unter günstigen Umständen ist es möglich, eine vollständige Auflösung von Oxalat- und Phosphatsteinen zu erzielen. In anderen Fällen kann eine vollständige Auflösung auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen oder übermäßigen Zeitbedarf beanspruchen.

Das Beispiel Oxalat zeigt, daß — ausgehend von züchterischen Problemen beim Spinat — durch eine komplexe Arbeitsweise sich Ergebnisse nicht nur züchterischer Art, sondern in diesem Fall auch Ergebnisse medizinischer Art ergeben (v. SENGBUSCH, TIMMERMANN und Mitarbeiter).