

Abb. 7: Tagesmittel der Lufttemperatur und der Oberflächen-Strahlungstemperaturen in °C, Besonnungsstunden der Oberflächen und Tagesschwankung $t_{\max} - t_{\min}$ in °C

Daily mean of air temperature and surface radiation temperatures in °C, hours of surface insolation and daily variations $t_{\max} - t_{\min}$ in °C

Dächern in der Überzahl waren, reflektierten die direkte Sonnenstrahlung weit über die Stadtfläche in den oberen Halbraum, ebenso wie sie auch die langwellige Ausstrahlung über diese größere Fläche verteilten. Durch die allgemeine Zunahme horizontaler Flächen und die damit verbundene Bündelung der Strahlungsströme direkt nach oben wird die direkt über der Stadt befindliche Atmosphäre stärker als früher erwärmt, was wiederum eine größere Gegenstrahlung zur Folge

hat. Die Strahlungsbilanz des menschlichen Körpers wird durch den Rückgang beschattender Flächen und Vergrößerung der langwelligen Strahlung vom überhitzten Boden her am Tage in den Städten laufend erhöht. Die Veränderung der Strahlungsverhältnisse wirkt wahrscheinlich belastender auf den Menschen als die damit einhergehende Anhebung der Lufttemperatur. Nun beugt man zwar durch Wasserbesprengung der Überhitzung der Bodenoberflächen vor. Dadurch wird aber – besonders an windschwachen Tagen – der Wasserdampfdruck der bodennahen Luftschicht erhöht, was sich wiederum hemmend auf die Transpirationsabkühlung auswirkt. Hier ergeben sich neue Probleme, die wohl noch nicht ausreichend untersucht worden sind.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen (vgl. Abb. 6), daß die Überhitzung sich natürlich auch auf die Nachttemperaturen erstreckt. Die Beobachtungen zeigten, daß die wärmsten Flächen während der Nacht kaum kühler als die kühlest am Tage waren.

Literatur

- FIMPEL, H.: Messungen der Temperatur einer Grasoberfläche mit einem Gesamtstrahlungspyrometer, Wissenschaftl. Mitteilungen Nr. 9 des Meteorol. Instituts der Universität München, 1964.
- LORENZ, D.: Temperaturmessungen von Boden- und Wasseroberflächen von Luftfahrzeugen aus, Pure and Applied Geophysics Vol. 67, 1967.
- MATTSSON, J. O.: Thermal patterns in the landscape recorded with infrared technique and simulated in model experiments, Lund Studies in Geography, Ser. A. Phys. Geogr. Nr. 46, 1969.

ZUR WIDERLEGUNG VON VAVILOVS GEOGRAPHISCH-BOTANISCHER DIFFERENTIALMETHODE

Mit Beispielen aus der Phylogenese von *Arachis*, *Ananas* und *Phaseolus* in Südamerika*)

Mit 2 Abbildungen und 6 Photos

HEINZ BRÜCHER

Summary: A refutation of VAVILOV's plant-geographical differential method

A large number of mankind's most important domesticated plants originated in South America. VAVILOV (1887–1943) established the theory that one could localise their genetic and geographical origin into a small number of centres. In these geographically tightly limited areas which, according to VAVILOV, lay in isolated mountain regions, one could have encountered the wild original types with a large number of primitive agricultural peoples and cultivators. He called these areas 'gene centres'. For South America he postulated a 'gene centre' in the central Cordillera (Peru and Bolivia) and a further one on the island of Chiloe.

Over several decades of research, the author has investigated these 'gene centres' and numerous South American domesticated plants and has been able to establish discrepancies between the VAVILOV doctrine and the actual field situation. Thus there is, for example, absolutely no biological justification for calling the island of Chiloe a 'gene centre'. In contradiction of what Russian and other authors have asserted, it is not the case that the wild potatoes that occur there were the sort from which *Solanum tuberosum*

*) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

could have developed. The existing diploid, triploid and tetraploid potatoes on Chiloé are relicts of Andean introductions.

Using the example of the domesticated species *Ananas*, *Arachis*, and *Phaseolus* and their wild forms, the author shows that their origin, evolution and domestication did not take place in VAVILOV's 'Gene Centre VIII'. Wild forms of pineapple occur in the riverine areas of the Paraguay and Parana south of the equator as well as on the Orinoco and Ventuari north of the equator. Venezuela is a plausible location for its domestication. There can be no question of a geographical link with 'Gene Centre VIII'.

The wild forms of *Arachis* reach from the Atlantic coast of Brazil through the northern provinces of Argentina and Paraguay right to the base of the Cordillera in Bolivia. On the basis of cytogenetic and hybridological investigations, it is clear that *Arachis hypogaea* is an amphiploid and thus a locally limited area of origin, especially the Cordillera area, must be discounted. One of the genomes, in fact, comes from the Brazilian steppe form *A. villosa*. The domestication of the cultigens is thought to have taken place in the area settled by the Guarani Indians.

In the case of the garden bean (*Phaseolus vulgaris*) the wild original form, *Ph. aborigineus*, was discovered some decades ago. Its geographical distribution reaches from northern Argentina through Bolivia, Peru and Colombia to the Andean provinces of Venezuela and it supposedly grows in Central America as well. The area of *Ph. aborigineus* is, however, strongly limited in its vertical distribution. The wild bean only occurs in mountain woodland between 1,500 m and 2,700 m. Its natural habitat is the mesothermal alder forest in Argentina and the mist forest region of Colombia and Venezuela. Given a distribution over 5,000 km distance one cannot, even in the case of *Phaseolus*, talk of a geographically limited 'gene centre' in which domestication is alleged to have taken place.

On the basis of these three examples the author has concluded that VAVILOV's 'gene centre' theory must be completely rejected. This opinion has been strengthened by personal observations concerning the distribution and evolution of domesticated plants in Africa and Asia.

The discussion closes with an appreciation of VAVILOV as a person and as an important organiser of Soviet plant breeding and fearless fighter against Lysenkoism. His historic importance for the 'Saving the Gene Pool Programme' is particularly underlined.

1. Vavilovs Theorie der „Genzentren von Kulturpflanzen“

NICOLAI IVANOVICH VAVILOV (1887–1943) überraschte auf dem Internationalen Genetiker-Kongress zu Berlin (1927) seine Zuhörer mit einer geistvoll vorgetragenen Theorie über den Ursprung und die Entwicklung der Kulturpflanzen. Er versuchte darin seine zahlreichen eigenen Beobachtungen und die Funde seiner Mitarbeiter auf Forschungsreisen in Asien, Afrika und Südamerika auf einen Nenner zu bringen. VAVILOV (1926) prägte hierfür den Begriff „Genzentren-Theorie“. Er glaubte acht Weltherde (= Genzentren) der Nutzpflanzen-Entstehung gefunden zu haben; dort sollten sich 666 Arten, die zum Lebensunterhalt des Menschen dienen, gebildet haben.

Mittels des ebenfalls von ihm erweiterten „Gesetzes der homologen Reihen“ wies er für Gewächse gleicher Gattungen merkwürdige erbliche Parallel-Variationen nach. Und schließlich entwickelte er zur Auffindung seiner Genzentren eine besondere Methode, die er „geographisch-botanische Differentialmethode“ nannte.

Mit Hilfe dieses Rüstzeugs glaubte VAVILOV, geographische Herkunftsräume von Kulturpflanzen lokalisieren und die Dynamik ihrer Evolutionsprozesse erkennen zu können. Er sagte hierüber (alle folgenden Zitate aus der deutschen Ausgabe, 1943):

„Es wurden die Gebiete der maximalen Konzentration der primären Mannigfaltigkeit innerhalb einer Art und der primären Artenmannigfaltigkeit der Kulturpflanzen festgestellt. Eine beträchtliche Zahl der Kulturarten der Pflanzen sind nicht, wie die Untersuchungen zeigten, über die Grenzen der primären alten Ursprungsherde (= Genzentren) hinausgegangen. Dutzende und sogar hunderte von Arten der Kulturpflanzen sind bis heute den Gebieten eigentümlich, wo sie erstmalig kultiviert wurden und wo sie bis heute von den Europäern unberührt geblieben sind“ (S. 9). „Für einige hunderte von Pflanzen . . . ist das primäre Ursprungsgebiet (= Genzentrum) des Arten- und Sortenpotentials mit relativ großer Genauigkeit bestimmt worden. In demselben Gebiet befinden sich nicht selten auch die nächstverwandten wilden Ahnen; das ist aber nicht obligatorisch . . .“ (S. 13).

„Je mehr Objekte in die Untersuchung einbezogen wurden, desto klarer stellte sich die Kongruenz der Areale der primären Formenbildung für viele Arten und sogar Gattungen heraus. In einer Reihe von Fällen kann man in ein und denselben Arealen tatsächlich Dutzende von Arten treffen. (Übersetzg. von mir leicht verbessert, d. Verf.) Die geographische Erforschung führte zur Feststellung ganzer selbständiger Kulturfloraen, die für die einzelnen Gebiete spezifisch sind“ (S. 14).

Im Rahmen einer geographischen Zeitschrift soll nicht auf die botanisch-morphologischen Argumente und die resistenzphysiologischen Beweise eingegangen werden, mit denen VAVILOV seine Theorie zu stützen versuchte. Eine umfassende Kritik seiner Doktrin wird 1971 erscheinen. Da aber auch Geographen häufig genug mit dem Konzept von „Genzentren“ konfrontiert werden – vor allem wenn sie ethnographische, landwirtschaftliche oder ökologische Probleme fremder Kontinente bearbeiten – erscheint es notwendig, sich mit seinen pflanzengeographischen und agrobiologischen Thesen vertraut zu machen.

VAVILOV proklamierte acht Genzentren, von denen er behauptete, daß sie geographisch isoliert seien, wobei ein Pflanzenaustausch oft durch hohe Gebirge, unüberschreitbare Regionen oder Wüsten zwischen ihnen verhindert werde.

Er gruppierte sie folgendermaßen: China mit 136 Arten, Indien-Malaysia mit 172, Vorderasien mit 125,

Mittelmeerraum mit 84, Äthiopien mit 38, Zentralamerika mit 49, Südamerikanische Gebirge mit 58 und die Insel Chilóe mit 4 Arten.

„Es ist hier sehr wichtig zu bemerken, daß alle acht Hauptherde (= Genzentren) voneinander durch trennende Wüsten oder Bergketten isoliert sind . . . Absesinien ist durch Wüsten eingekreist. An das hochgebirgige Peru und Bolivien – wo die südamerikanische landwirtschaftliche Kultur erstmalig angefangen hat – schließt sich im Westen die tote Wüste Atakama an . . . Mit einem Wort, auch die Geographie der Ursprungs-herde hat bestimmte Regelmäßigkeiten: Isolatoren, die die autonome Entwicklung der Floren und der menschlichen Siedlungen gefördert haben . . . Im ganzen sind diese primären Gegenden der Formbildung der wichtigsten Kulturpflanzen – wie man sehen kann – sehr eng lokalisiert. Sie nehmen nach einer ungefähren Berechnung, nach Abzug des Wüstenlandes und der Felsen innerhalb der (Genzentren-)Herde etwa $\frac{1}{40}$ des gesamten Festlandes ein“ (S. 67 u. 68).

Aufgrund dieser von VAVILOV stark betonten geographischen Isolierung soll sich eine populationsgenetisch nachweisbare Disjunktion vollzogen haben, und davon ausgehend eine autonome Entwicklung der kultivierten Arten. VAVILOV glaubte, daß sich seine Genzentren vorwiegend zwischen dem 20. und 43. Breitengrad lokalisieren ließen, daß ferner in diesen Gebieten sich geographisch leicht zu definierende Areale fänden, wo Nutzpflanzen zusammen mit ihren Anzestralformen angetroffen werden; wobei im Zentrum vorwiegend dominante Gene und zur Peripherie hin rezessive Gene häufig seien. Eine solche Ballung genetischer Variabilität und Typenmannigfaltigkeit weise automatisch auf die Existenz von „Genzentren“ hin.

Wir zitieren dazu VAVILOV (1943): „Trotz unvollständiger Kenntnisse, die wir heute über die Pflanzen der Erde besitzen, ist eine grundlegend wichtige Tatsache doch aufgeklärt worden, und zwar die geographische Lokalisation des artbildenden Prozesses. Die Geographie der Pflanzen zeigt eindeutig, daß im gegenwärtigen geologischen Zeitalter die Mannigfaltigkeit an Arten auf der Erde ungleichmäßig verteilt ist. Es tritt eine Reihe von Gegenden hervor, die sich durch außergewöhnliche Mannigfaltigkeit an Arten auszeichnen . . . Erstaunlich arm an Arten ist Zentralasien. In einigen Gegenden der Erde ist die Konzentration der Artenmannigfaltigkeit auffallend scharf ausgeprägt. So z. B. stehen die Zwergrepubliken von Mittelamerika (Costarica und Salvador), deren Fläche etwa hundertmal kleiner ist als die der USA, in der Zahl der Arten ganz Nordamerika nicht nach“ (S. 6).

Bezüglich des in Südmexiko postulierten „Genzentrums“ sagt er: „Wie die Anwendung der geographisch-botanischen Differentialmethode zeigte, befinden sich hier das Genzentrum für Mais und der mit ihm nächstverwandten *Theosinthe*. Hier ist die Heimat der wichtigsten amerikanischen Arten der Boh-

nen, der Kürbisse, des Pfeffers (= *Capsicum* d. Verf.) und vieler tropischer Obstkulturen.“

VAVILOV wendet sich dann Südamerika zu, von dem er ebenfalls behauptet, daß „die primären Gebiete der Artbildung der Kulturpflanzen außerordentlich eng lokalisiert sind . . .“ „Es unterliegt keinem Zweifel, daß der südamerikanische Ackerbau gerade in der Puna begonnen hat. Die Lokalisation der endemischen Arten der Kulturpflanzen in der Vergangenheit wie auch heute ist hier erstaunlich genau und begrenzt“ (S. 63). Für einen Pflanzengeographen, der mit den enormen Distanzen des südamerikanischen Subkontinents vertraut ist, muß es allerdings eine gewisse Überraschung bedeuten, wenn er von VAVILOV erfährt, daß ein solches angeblich so „begrenzt lokalisiertes Genzentrum“ von Ekuador über Peru bis Bolivien reichen soll. Bei derartigen Entfernungen vermischen sich bereits verschiedene Florengebiete, wofür das Genzentrum VIII mit seinen 45 Arten ein typisches Beispiel ist. Es enthält tropische Elemente, wie die Palme *Guilielma* und *Gossypium barbadense*, schließt hochandine Pflanzen wie die Puna-Melde *Chenopodium quinoa*, aber auch *Capsicum*, *Lycopersicon* und *Cyphomandra* (die Baumtomate) aus der Wolkenwaldregion ein.

Offenbar sind VAVILOV zeitbedingte Unklarheiten bei der Definition seiner „centers of origin“ und „centers of diversity“ unterlaufen. Zwei durchaus verschiedene Begriffe wurden miteinander vermengt. Was wir im deutschen Sprachgebrauch als „Mannigfaltigkeitsgebiet“ (= center of diversity) bezeichnen, ist eine unbestrittene biologische Tatsache und gilt nicht nur für Kulturpflanzen, sondern auch für viele andere Gewächse. Wir halten es aber für eine unzulässige Verallgemeinerung, solche Regionen maximaler Formenmannigfaltigkeit mit Ursprungs-Zentren der Nutzpflanzen gleichzusetzen.

Trotz solcher offensichtlicher Widersprüche wurden aber VAVILOVs Doktrinen in der generalisierenden biologischen Literatur schließlich akzeptiert. Vor allem in den wissenschaftlich weniger entwickelten Ländern Südamerikas, wo angeblich mehrere „Genzentren“ liegen sollen, erlebten sie in den letzten Jahren eine lebhaftere – wenn auch späte – Aufnahme. Dieser Enthusiasmus scheint aber weniger an der Forschung als an praktischen Absichten orientiert zu sein, denn inzwischen hatten BRIEGER (1949), BRÜCHER (1960), DARLINGTON (1964), HARLAN (1961) und KIHARA (1947) ihre Bedenken hinsichtlich der Richtigkeit der „Genzentren-Theorie“ vor allem für die Abstammung tropischer Nutzpflanzen angemeldet. Aber offensichtlich hofften einige Lateinamerikaner, durch eine starke Propagierung südamerikanischer „Genzentren“ europäische Entwicklungsgelder hereinzuholen. (Vgl. u. a. das argentinische „Genbank-Projekt“ PGR/67-M 3 der deutschen Bundesregierung, das zwecks Finanzierung übergeben wurde.) Dessen etwas dürftigen „Gene-Pool“ versuchte man durch Annexion tropischer oder mexikanischer Arten, deren „Genzentren“

natürlich nicht in Argentinien liegen, etwas aufzubessern. Daß eine derartige Irreführung auch noch honoriert wurde, kann wohl nur durch die mangelnden geographischen Kenntnisse einiger Behörden über Südamerika und den Wunsch mancher Pflanzenzüchter Europas, die komplizierten Evolutionsprobleme exotischer Gewächse mittels VAVILOVS Genzentrentheorie auf einen einfachen Nenner zu bringen, erklärt werden. Aber wie so oft, führte übermäßige Simplifikation zur Vernachlässigung wichtiger Details und schließlich sogar zur Mißachtung elementarer Forderungen des Pflanzenschutzes (BRÜCHER 1969).

Unsere ersten Zweifel an der Allgemeingültigkeit der VAVILOVSchen Thesen kamen bezeichnenderweise während der von uns im Jahr 1958 organisierten „Internationalen Genzentren-Expedition nach Südamerika“, und vor allem bei der späteren Auswertung ihrer Ergebnisse.

TROLL hat bereits 1943 Untersuchungen über die Stellung der „Indianerhochkulturen im Landschaftsaufbau der tropischen Anden“ veröffentlicht, die man in den Diskussionen über die ökologisch-ethnologische Seite der Kulturpflanzen-Genzentren viel zuwenig berücksichtigt hat. Nicht nur einmal wies TROLL darauf hin, daß „tropische Gebirgsländer die Entstehung höherer Kulturen begünstigen“, und er hat die Gründe dafür untersucht, warum „ausgedehntere tropische Hochländer zu Trägern eigener Völker und Kulturen und zu Kernräumen“ und Ballungszentren landwirtschaftlicher Aktivität wurden. In die gleichen Räume verlegte VAVILOV seine „Genzentren“! Doch begründete er seine Wahl mit anderen Argumenten, nämlich mit physiologischen, evolutionistischen und populationsgenetischen Hypothesen.

Nach Auswertung unserer monatelangen Anden- und Chiloé-Expeditionen hatten wir später auch die Gelegenheit, auf Reisen in Afrika und Asien eigene Erfahrungen mit andern „Genzentren“ zu sammeln. Das führte uns zu der ersten Kritik an den Hypothesen VAVILOVS, veröffentlicht unter dem Titel „Gibt es Genzentren?“ (1968), doch erlaubte der seinerzeit zur Verfügung stehende knappe Raum nicht, im einzelnen auf die Verhältnisse bei südamerikanischen Nutzpflanzen einzugehen. In Fortführung der von TROLL (1943 und 1959) in die Diskussion gebrachten klimatologischen und kulturgeographischen Argumente für die Entstehung von „Kernräumen“ pflanzenzüchterischer Aktivität in den südamerikanischen Anden, dürfen auch die anthropologischen Voraussetzungen für die Selektion von Wildpflanzen und ihre spätere Domestikation nicht vergessen werden. Den sowjetischen Naturforschern kann es aufgrund der in der SU herrschenden egalitären marxistischen Milieutheorie nicht besonders angelastet werden, wenn sie den unterschiedlichen Anteil der verschiedenen Zivilisationen (oder wenn man es exakter ausdrücken will: der biologisch verschiedenen Populationsgemeinschaften des *homo faber*) am Werden der Kulturpflanzen zu

gering bewerteten. Darauf hat erst kürzlich der bekannte Theoretiker der Biologie v. BERTALANFFY (1970) mit Nachdruck hingewiesen, wenn er sagte: „Es ist eine biologische Binsenweisheit, daß lebende Wesen als Individuen, Rassen und Arten verschieden sind... Aber selbst heute scheint die Diskussion genetischer und rassischer Unterschiede... einer Entschuldigung zu bedürfen. Es ist eine einfache Tatsache, daß die Völker des Westens gotische Kathedralen bauten (und auch Kulturpflanzen züchteten, d. Verf.)... während die Ureinwohner Australiens und die Kannibalen Neu-Guineas nichts dergleichen taten“.

Nachdem sich die „von der Hand in den Mund“ lebende paläolithische menschliche Urbevölkerung in genetisch verschiedene Rassen differenziert hatte, mögen vor zehntausend Jahren auch die ersten zaghaften Versuche einer Domestikation nützlich erscheinender Wildpflanzen in Eurasien und Amerika begonnen haben. Daß Schwarz-Afrika trotz seines potentiellen Reichtums an nutzbaren Gewächsen so wenig, Indo-Amerika aber so erstaunlich viel zum Weltbestand an Nutzpflanzen beisteuerte, hat nicht etwa nur botanische, sondern vor allem anthropologische Gründe. Ähnliches gilt für die VAVILOVSchen Genzentren in Indo-Malaysia und China, aus denen er 190 Kulturpflanzen ableitete. Diese liegen nun keineswegs in abgeschlossenen Hochgebirgen, noch in von Wüsten isolierten Regionen, sondern in einem für biologische und Völkerwanderungen weit geöffneten Raum, worauf kürzlich HUI-LIN LI¹⁾ (1970) in einer tiefeschürfenden Untersuchung hingewiesen hat.

Daß sich schließlich der eindrucksvolle Fortschritt in der Selektion, Domestikation und Adaption der wichtigsten Nutzpflanzen auf die letzten zweihundert Jahre europäischer Geschichte konzentriert, ist ebensowenig ein Zufall. Er hängt mit der Besitzergreifung der Welt durch europäische Völker zusammen, in deren „Gene-Pool“ züchterische Fähigkeiten offensichtlich stärker vertreten sind als in andern Rassen. Unvergleichliche Erfolge bei der Überführung von Wildpflanzen in ertragreiche Kulturgewächse gelangen in erstaunlich kurzer Zeit beispielsweise bei *Beta*, *Lupinus* und *Hevea*. Und zwar wurde außerhalb ihrer sogenannten „Genzentren“ aus maritimen Wildrüben die ertragreiche Zuckerrübe entwickelt; aus nordafrikanischen Bitterlupinen entstand die deutsche Süßlupine, und schließlich wurden die krankheitsresistenten und kautschukreichen *Hevea*-Bäume fernab von ihrem brasilianischen „Genzentrum“ durch europäische Züchter in Südost-Asien selektioniert. Diese unvergleichlichen pflanzengenetischen Erfolge bei der Domestikation neuer Nutzpflanzen und die rationelle

¹⁾ Er sagt bezüglich China: „This is not only not a „center“, but is incompatible with the geographical distribution of plants in general... VAVILOV originally professed to use plantgeography as a fundamental principle of his division of the origins, but it does not seem to have been followed...“

Ausnutzung des „Gene-Pools“ bei den traditionellen Kulturarten haben Millionen von Menschen das Überleben ermöglicht. Gleichzeitig sind sie aber auch die Ursache für die notorische Überproduktion in der europäisch-nordamerikanischen Landwirtschaft. Dazu steht in scharfem Kontrast der besorgniserregende Rückstand des Agrarprodukts anderer Völker, vor allem in den von tropischer Natur besonders geeigneten Gebieten. Auch dies ist durch die erbliche Verschiedenheit der Menschen und ihre unterschiedliche kulturelle Aktivität erklärbar.

Wenn wir uns dieser Interdependenz des „homo faber“ mit seinen Kulturpflanzen richtig bewußt werden, fällt es uns auch leichter, VAVILOVS „Genzentren“ zu verstehen. Zwischen den Ursprungsgebieten der Nutzpflanzgewächse, den Mannigfaltigkeitsgebieten, „distribution arcs“, „areas of genetic diversity“, „accumulation centers“, „centers for domestication“, „geographical centers of cultivated plants“ und wie man auch immer „Genzentren“ übersetzt hat, und den „Kernräumen“ der menschlichen Hochkulturen bestehen enge Kontakte. Mensch und Nutzpflanze lassen sich nicht voneinander trennen (TOWLE 1961). Nur wenn Primitivmenschen der Frühzeit genug Beobachtungsvermögen besaßen, um eine potentiell nutzbare Pflanze zu erkennen, dazu auch genügend Phantasie aufbrachten, um ihren künftigen Nutzen im Falle fortgesetzten Anbaus abzuschätzen, und schließlich auch vorausplanend Saat und Ernte ordnen konnten, nur dann war Domestikation möglich. Trafen günstige soziologische und botanische Voraussetzungen zusammen, so konnte sich ein solcher Domestikationsvorgang durchaus auch im Ursprungsgebiet (d. h. in diesem Fall im Genzentrum) von Wild- und Kulturart abspielen. Das ist aber kein Naturgesetz. Meist erfolgte die endgültige Inkulturnahme und züchterische Weiterentwicklung aber fern vom Ursprung, wofür japanische Autoren (vgl. KIHARA 1947), deutsche Genetiker (KUCKUCK 1962, SCHEIBE 1959, SCHIEMANN 1939) und anglo-amerikanische Züchter und Botaniker (GERSTEL 1966, HARLAN 1961, HUTCHINSON 1965, SIMMONDS 1969, SMITH 1969, STEPHENS 1958) genügend Nachweise erbrachten.

Gelegentlich begann die Inkulturnahme an der Peripherie, oft in großer Distanz vom „center of diversity“, manchmal sogar auf einem andern Kontinent. Einige „genetische Diversionen“ von Wildarten umgreifen Tausende von Kilometern und können darum schwerlich als geographische „Zentren“ bezeichnet werden, an deren Peripherie die züchterisch nach VAVILOV so willkommenen, rezessiven Gene gehäuft auftreten. Bei derartigen Distanzen hing es im wesentlichen von der züchterischen Intelligenz der betreffenden lokalen Menschenrassen ab, an welcher Stelle die Wildart in die Kultur genommen wurde. Das kann im Fall der „Gartenbohne“ sowohl in Nordargentinien als auch in Südmexiko oder irgendwo in den zentralen Anden stattgefunden haben; denn *Phaseolus aborigi-*

neus kommt in allen diesen Ländern vor. Vermutlich hat in diesem Falle die Domestizierung ganz unabhängig an verschiedenen Stellen nördlich und südlich des Äquators stattgefunden (BRÜCHER 1970).

Wie weit man sich sowjetischerseits bei der schematischen Anwendung der VAVILOV-Doktrin von den ursprünglichen Ideen des Meisters entfernte, lehrt der Fall des Kartoffel-Genzentrums. Nachdem russische Botaniker zu der biologisch durchaus falschen Vorstellung gelangt waren, daß die andinen Indianerkartoffeln (von BUKASOV und JUZEPZUK *Solanum andigenum* genannt) aus physiologischen, photoperiodischen und angeblichen morphologischen Gründen wesentlich verschieden von der LINNÉschen Spezies *Solanum tuberosum* seien, begannen sie demgemäß in Südamerika nach den wilden Vorfahren dieser beiden (hypothetischen) Kulturarten zu suchen. Sie legten ihren Forschungen die VAVILOV'schen Thesen zugrunde und täuschten sich gründlich. Ihre Entdeckung einer „wilden“ Ursprungsart (= *S. herrerae*) aus dem „andinen Genzentrum“ erwies sich bei späterer Nachprüfung als eine kultivierte Form. Den Ursprung von *S. tuberosum* suchten die Mitarbeiter VAVILOVS auf der tausende Kilometer vom Fundplatz von „*S. herrerae*“ entfernten Insel Chiloé... Dort gibt es tatsächlich eine beachtliche Anzahl von primitiven Kartoffeln. Diese sind aber Relikte andiner Provenienzen. Diploide oder tetraploide Wildkartoffeln, aus denen man *S. tuberosum* phylogenetisch ableiten könnte, gibt es auf Chiloé nicht. Dennoch erklärten russische Phytologen und in ihrem Gefolge unzählige Geobotaniker, Pflanzenzüchter, Agrobiologen und Kulturhistoriker anderer Nationen die kleine Insel Chiloé zum mächtigen Ursprungsgebiet und Genzentrum einer der wichtigsten Kulturpflanzen der Menschheit. Um dieser Hypothese noch mehr Gewicht zu verleihen, behauptete man bald, daß dort auch das „Genzentrum“ von *Madia sativa*, *Bromus mango* und *Fragaria* läge. Ganz abgesehen von der Fragwürdigkeit der russischen Funde widerspricht die Insel Chiloé den fundamentalen Postulaten der VAVILOV'schen geographisch-botanischen Differentialmethode bei Genzentren. Dies Chiloé-Genzentrum liegt weder im Gebirge, noch ist es isoliert, noch besitzt es die notwendigen Wildarten. Wir haben kürzlich (1969) auf besonderen Wunsch der sowjetischen „Genetika“ in russischer Sprache einige der Gründe dargestellt, die uns nach eingehender Erforschung der Insel Chiloé zu ihrer Ablehnung als „Genzentrum“ veranlaßt haben. Hinsichtlich *Solanum* war es vor allem die Auf-
findung diploider, triploider und tetraploider Primitivkartoffeln auf Chiloé, die mit Indianer-Landsorten der Zentralen Kordillere identisch sind. Die von uns selbst als neue Spezies beschriebene *Solanum oceanicum* aus der Brandungszone der Pazifikküste der Insel Chiloé kommt weder aus zytologischen noch ökologischen Gründen als „Anzestral-Spezies“ oder „Urkartoffel“ für *S. tuberosum* in Frage. Es wäre

tatsächlich höchste Zeit, die Insel Chiloe aus den „Genzentren“ auszuscheiden. Dennoch schleppt sich noch immer dieser unausrottbare „Mythos“ durch die Literatur.

Wir versuchen nun im folgenden am Beispiel dreier neotropischer Kulturpflanzen und deren wilden Verwandten aus den Genera *Ananas*, *Arachis* und *Phaseolus* weitere unlösbare Widersprüche der „Genzentren-Theorie“ aufzuzeigen. Die drei Gattungen haben überdies den Vorteil, daß ihr Modus der Reproduktion durchaus verschieden ist und Autogamie, Heterogamie und Agamie (in Form einer ausschließlich klonalen Vermehrung bei *Ananas comosus*) einschließt, daß ihre Kultivare inzwischen weltweite Verbreitung erlangt haben und in zahlreiche physiologische und morphologische Rassen außerhalb ihres neotropischen Ursprungsgebietes differenziert wurden.

Ananas, Erdnuß und Bohne sind außerdem repräsentative Vertreter ganz verschiedener Nutzungsweisen, die vom Eingeborenen-Garten bis hin zur industrialisierten Plantagenwirtschaft reichen. Bohnen gehören auch gegenwärtig noch – wie vor 6000 Jahren – zur Grundnahrung der indianischen Urbevölkerung Amerikas; andererseits hat die moderne Pflanzenzüchtung daraus Kultivare für das kühle nördliche Klima und den Geschmack des Europäers selektiert. Aus dem ursprünglich regional begrenzten Anbau der Chacoindianer von „mani“ und „mendobi“ hat sich die Erdnuß über Millionen Hektar im subtropischen Bereich von fünf Kontinenten ausgedehnt und ist zu einer Industriepflanze erster Ordnung geworden. Bei der Ananas hat die moderne Genetik überhaupt noch nicht eingesetzt, vielmehr beruht die hochentwickelte Konservenindustrie Hawaiis immer noch auf der „Cayenne“-Varietät von *Ananas comosus*, die in Wirklichkeit nichts weiter ist als eine klonal vermehrte Heterozygote der Maipure-Indios vom Orinoko, während man bisher das Ananas-Genzentrum einige tausend Kilometer südlich am Rio Paraná suchte.

Alle diese Tatsachen waren zur Lebenszeit VAVILOVS teilweise noch unbekannt bzw. ließen sich nicht in sein Schema der geographisch-botanischen Differentialmethode einordnen und wurden darum vernachlässigt. Die geduldige Erforschung der südamerikanischen Nutzpflanzen und ihrer wilden Verwandten, die mittlerweile erfolgte Entdeckung der Anzestralformen von Bohne, Erdnuß, Tabak, Ulluko, Manihot usw., und die aufschlußreichen Ergebnisse von Zytogenetik und Resistenzphysiologie haben unsere Kenntnis von Ursprung und Wanderung der Kulturpflanzen seit VAVILOVS Zeiten beträchtlich verändert. Es wird notwendig sein, sich auch in Europa mehr mit den neuen Erkenntnissen über „Südamerika als Herkunftsraum von Nutzpflanzen“ (vgl. BRÜCHER 1968) vertraut zu machen und sich von überholten Hypothesen zu befreien, die den Tatsachen widersprechen (vgl. Abb. 1).

Eines ist allerdings zu beklagen; so viele neue Erkenntnisse im Laufe der letzten Jahrzehnte auch

durch Genetik, Radiocarbonmethode, Pachytänanalyse, Chemotaxonomie und Hybridisierung über die Evolution amerikanischer Nutzpflanzen gewonnen wurden, so gering blieben die Fortschritte der Ethnographie und Anthropologie. Zwecks Aufklärung der Domestikation indianischer Kulturgewächse muß man das Vertrauen der oft scheuen und recht mißtrauischen Eingeborenen gewinnen, und das gelingt nur durch langes Zusammenleben mit ihnen. Doch vieles scheitert überhaupt an der „Geschichtslosigkeit“ der Indianerstämme, der Arawak, Maipuri, Tupi-Guarani, Chibcha, Aimará, Kechua oder Araukaner. Die anfängliche Zerstörungswut der Konquistadoren, die spätere feindselige Verachtung der besitzergreifenden Iberer und die auch heute noch verbreitete Arroganz der gehobenen Schichten gegenüber der Urbevölkerung sind die Gründe dafür, daß die historischen Quellen verschüttet wurden. Wenn wir im folgenden aufgestöberte alte Fragmente mit neueren Forschungen und eigenen Beobachtungen von zahlreichen Forschungsreisen zwischen Patagonien und dem Karibischen Meer zu verbinden suchen, so sei es uns gestattet, der „deduktiven Methode“ einen großen Spielraum zu lassen.

2. *Arachis hypogaea* L.

Unter den zahlreichen Arten südamerikanischer Nutzpflanzen, die VAVILOV seinem „Genzentrum VIII“ zuordnete, fehlt erstaunlicherweise *Arachis*. Offensichtlich hielt VAVILOV zu dieser Zeit noch einen hypothetischen afrikanischen Ursprung der Erdnuß für möglich. Inzwischen wurde aber die südamerikanische Abstammung bewiesen. Es gibt hier zahlreiche (mehr als ein Dutzend) Wildarten. Während diese Spezies meist diploid ($2n = 20$ Chromosomen) sind, besitzt *Arachis hypogaea* die doppelte Chromosomenzahl. Zytogenetische Studien haben ergeben, daß an ihrem Genomaufbau die Wildart *A. villosa* mit 10 Chromosomen beteiligt ist, doch kennt man noch nicht den andern Partner. Daß die Kulturerdnuß ein Amphiploid ist, hat schon HUSTED (1936) nachgewiesen. Inzwischen hat es nicht an Versuchen gefehlt, *A. hypogaea* durch Kreuzung von *A. villosa* mit andern Erdnußarten (KRAPOVICKAS und RIGONI 1957) und durch „Genom-Synthese“ künstlich herzustellen. Doch ist die experimentelle Erzeugung dieses Cultigens bisher noch nicht gelungen.

Aufgrund der Tatsache, daß an der Phylogenese von *A. hypogaea* zwei verschiedene Wildarten aus geographisch distanten Räumen beteiligt sind, verbietet sich die Anwendung des Begriffs eines „geographisch eng begrenzten Genzentrums“ bei der Entstehung und Domestikation der Erdnuß von vornherein. Das genetische Mannigfaltigkeitsgebiet hat vielmehr eine Ausdehnung von annähernd 3000 km und reicht von den östlichen Kordillerenausläufern Nordargentiniens – Boliviens mit einem Dutzend von Wildarten durch



Abb. 1: Verbreitung der Wildformen von *Phaseolus*, *Ananas* und *Arachis*
 Distribution of the wild forms of *Phaseolus*, *Ananas* and *Arachis*



Abb. 2: Wilde Erdnuß-Art aus Bolivien (*Arachis rigonii* Krap. & Greg.) (nach KRAPOVICKAS & GREGORY, 1960)
Wild groundnut type from Bolivia (*Arachis rigonii* Krap. & Greg.) (after KRAPOVICKAS & GREGORY, 1960)

den paraguayischen Chaco, die argentinischen Provinzen Corrientes und Misiones, durch Südbrasilien bis an die Atlantikküste. In diesem enorm weiten Raum (der übrigens auch nicht mit dem VAVILOV'schen Genzentrum VIII identisch ist) muß sich irgendwo die Kontaktzone zwischen *A. villosa* und einer weiteren diploiden Spezies befinden, aus der fruchtbare Hybriden nach anschließender Genom-Verdoppelung hervorgingen. Den daraus resultierenden Amphiploid könnte man als die „Urform“ der tetraploiden Erdnuß bezeichnen.

Historisch mag sich die Domestikation von *Arachis* so abgespielt haben, daß die in der freien Natur vorkommenden Arthybriden sich durch besonders kräftiges Wachstum (= Hybrid-Vigor-Effekt) ausgezeichnet haben und möglicherweise auch größere Früchte besaßen, was natürlich den auf Nahrungssuche umherstreifenden Indios auffiel. Sie mögen solche Samen dann auch gelegentlich in der Nähe ihrer Behausungen ausgesät und vermehrt haben. Damit war die erste Stufe der Domestikations-Stufenleiter erklimmt, deren Ende gegenwärtig noch nicht abzusehen ist. Künstliche Mutationsauslösungen haben bereits zu wesentlich ertragssicheren, neuen Sorten geführt. Von einer planmäßigen Einkreuzung der verschiedenen wilden Arten des „Gene-Pools“ von *Arachis* versprechen wir uns die Erzeugung proteinreicher perenner Futterleguminosen. *A. prostrata*, *A. marginata*, *A. dio-goii*, *A. rigonii* und *A. tuberosa* (vgl. Abb. 2) kommen hierfür in Frage. Die letztgenannte hat überdies knollenartig aufgetriebene Wurzeln, die in Dürrezeiten als

Wasserspeicher dienen. Der Wert dieser wilden Erdnuß-Arten der Chaco-Region liegt also vor allem in ihrem Wert als perennierende, eiweißreiche Futterpflanzen für Weidevieh.

Auch die genetische Verbesserung der jetzigen Erdnuß-Sorten steckt erst in ihren Anfängen und hat noch nicht genügend berücksichtigt, daß sich *Arachis hypogaea* aus einem Subsistenzkultivar des häuslichen Gebrauchs der Eingeborenen im Augenblick zu einer Industrie-Pflanze von enormer Wichtigkeit entwickelt. Während man Erdnüsse vor hundert Jahren – genauso wie die Indianer – nur geröstet und als gelegentliche Beigabe verzehrte, hat inzwischen die Weltproduktion von *Arachis hypogaea* 3 Millionen Tonnen erreicht und trägt ganz wesentlich zur Deckung des Ölbedarfs der Menschheit bei. Die genetische Mannigfaltigkeit der Wildarten zwischen Kordillere und Atlantik mit ihren großen resistenzphysiologischen Unterschieden ist weder hinreichend untersucht noch praktisch ausgenutzt worden. Zwar wird man „die Resistenzgene“ nicht, wie VAVILOV meinte, an der geographischen Peripherie eines hypothetischen Genzentrums finden, sondern die gesamte Biotypenmannigfaltigkeit von *Arachis* zu prüfen haben.

Daß es sich bei diesen Bemerkungen um keine spekulativen, sondern biologisch begründete Ansichten handelt, soll nur durch folgende Beobachtung erhärtet werden. Die gegenwärtige Größe der Erdnußkerne ist 15 x 10 mm. Offensichtlich hält die Industrie sie für ausreichend. Daß aber die Guarani-Indios bereits vor hunderten Jahren schon eine mit 35 x 15 mm wesent-

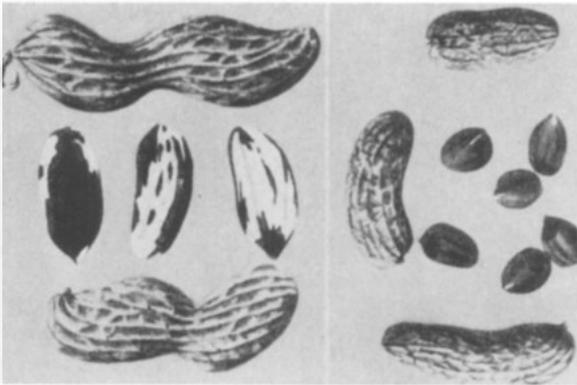


Photo 1: Die „Riesen-Erdnuß“ der Nambiquare Indianer (*Arachis nambiquarae* Hoehne) im Vergleich zur gewöhnlichen Erdnuß The 'Giant-Groundnut' of the Nambiquare Indians (*Arachis nambiquarae* hoehne) in contrast to an ordinary groundnut (Nach F. C. HOEHNE, Flora Brasiliica, XXV, II, São Paulo, 1940)

lich größere Sorte gezüchtet hatten, ist kaum aus dem Kreis weniger Botaniker bisher herausgedrungen. Wie aus Photo 1 hervorgeht, selektierte der Indianerstamm der Nambiquara im Matto Grosso regionale Sorten mit extrem großen Früchten. Der deutsch-brasilianische Botaniker HOEHNE beschrieb diese Kultivare unter der Bezeichnung *A. nambiquarae*, andere Lokalformen sind unter dem Namen „guaycuru“ bekannt. In allen diesen Fällen handelt es sich um „Riesen-Erdnüsse“ mit den verschiedenartigsten Farb- und Formmustern, was beweist, daß diese „mendobi“ (Brasilien) oder „inchis“ (Kechua-Region) genannte Frucht von präkolumbianischen Indianern in der verschiedensten Weise selektiert wurde. Von diesen Gigas-Erdnüssen berichtet übrigens auch der erste deutsche Truppenführer in Südamerika, ULRICH SCHMIDL, der im Jahr 1567 im Dienst der spanischen Krone bis an den Rio de la Plata kam und feststellte, daß die dort lebenden Guarani-Indianer damit zwei Ernten jährlich erzielten.

3. *Phaseolus vulgaris* L.

Über die Herkunft, Abstammung und Domestikation der verschiedenen Bohnen-Arten gibt es zahlreiche und sich stark widersprechende Angaben. Zum Teil ist dies dadurch zu erklären, daß es einem ungeübten Auge nicht leicht fällt, die gemeinhin als „Bohnen“ bezeichneten tropischen Leguminosen auseinanderzuhalten. Auf den Eingeborenen-Märkten werden sowohl *Phaseolus*, *Vigna*, *Vicia*, als auch *Cajanus*, *Lablab* oder *Dolichos* als „Bohnen“ bezeichnet. Nur die erste Gattung, *Phaseolus*, enthält wichtige Arten neuweltlichen Ursprungs. Es sind dies vor allem *Ph. vulgaris* (die gewöhnliche Gartenbohne), in Europa vor-

wiegend als grünes Gemüse oder als Trockenbohne bekannt, ferner *Ph. coccineus* (die wegen ihrer feuerroten Blüten auch als Zierstrauch beliebte Feuerbohne) und schließlich die für Konserven sehr geschätzte *Ph. lunatus* (= Mondbohne, die in USA und im wärmeren Südeuropa kultiviert wird). In Lateinamerika genießen ferner noch *Ph. acutifolius* (die sehr dürre-resistente Tepari-Bohne), *Ph. candidus* sowie *Ph. flavescens* (eine perenne Art, die wir seit Jahren bezüglich ihrer Domestikation studieren und bereits Mutations-Experimenten unterworfen haben) eine gewisse Bedeutung.

In der Literatur stößt man hinsichtlich dieser Bohnen, ihrer geographischen Verbreitung und ihrer Domestikations-Areale auf beträchtliche Widersprüche. So behauptet z. B. das Handbuch für tropische Landwirtschaft, daß die „Mondbohnen“ (*Ph. lunatus*) aus dem Gebiet des Amazonas-Stroms stammten. Andere Autoren verlegen ihren Ursprung an die aride Küste Perus. Doch kommen weder das feuchtheiße Amazonas-Becken noch die Halbwüsten am Pazifik dafür in Frage. Wir sammelten wilde *Ph. lunatus* in den mesothermen Tälern der Anden.

Noch größer ist die Verwirrung hinsichtlich der gewöhnlichen Gartenbohne (*Ph. vulgaris*), ihrer Abstammung und ihrer Wildformen. Die Existenz einer echten Wild-Bohne (*Ph. aborigineus*) ist schon seit Jahrzehnten aus Argentinien bekannt, wo sie zum ersten Mal von BURKART (1941) beobachtet wurde. Ihre Morphologie, Zytologie, ihre Hybriden und ihre Resistenzeigenschaften wurden 1953 durch BURKART & BRÜCHER beschrieben, die ihre Samen an die Forschungsinstitute Europas und Nordamerikas verteilten, wo deren wertvolle Resistenzgene in die Zuchtsorten eingekreuzt wurden (FRANSEN 1953, HUBBELING 1957) oder durch chemotaxonomische Untersuchungen (KLOZ & KLOZOVA 1966) die phylogenetischen Beziehungen zwischen Wild- und Kulturformen erhärtet wurden.

Dennoch ignorieren fast alle nordamerikanischen und zentralamerikanischen Autoren diese Tatsache, weil sie offensichtlich unter dem Eindruck der VAVILOV-Doktrin stehen, daß Mexiko das „Genzentrum“ der Bohnen sei. Noch kürzlich hat GENTRY (1969) dieser Unkenntnis jahrzehntelanger Experimentalarbeit mit *Ph. aborigineus* in folgender Weise Ausdruck gegeben: „The wild ancestors of the common bean *Ph. vulgaris* has not been known until recent times, and no account has been written of its occurrence in North America“. Intensive Forschungsarbeit seit 1950, zahlreiche Kreuzungsexperimente und das Resultat mehrerer Expeditionen entlang der Kordillere haben aber bereits seit Jahrzehnten sichergestellt, daß *Ph. aborigineus* die Anzestralform unserer kultivierten Gartenbohne ist. Kürzlich hat BERGLUND-BRÜCHER (1967) nachgewiesen, daß dieses „missing link“ der Bohnen-Phylogenie in überraschender Spezieskonstanz auf der enormen Distanz von 5000 km zwischen Nordwest-Argentinien über Bolivien, Peru, Kolumbien

bis nach Merida in Venezuela wildwachsend anzutreffen ist. Bemerkenswerterweise hat diese Wildbohne eigene Indianernamen. In der nördlichen Kordillere wird sie „mitoño“ genannt, die Aymaras und Kechuas der zentralen Kordillere haben dafür die gleiche Bezeichnung wie für ihre Speisebohnen „puru-tu“! Die Eingeborenen Nordargentiniens nennen sie „poroto silvestre“.

Der Dispersionsbogen für *Ph. aborigineus* in Südamerika verläuft von der Provinz San Luis im zentralen Teil Argentiniens entlang den Osthängen der An-

den durch Bolivien, Peru (von Ecuador fehlen noch Standortangaben), Kolumbien bis in die Provinz Merida von Venezuela. In diesen Ländern fanden wir die Spezies in der Pflanzenformation des mesothermen, laubwerfenden Erlenwaldes (*Alnus jorullensis*, vgl. Photo 2), der sich von der Bergwaldstufe NW-Argentiniens (bei 1400 bis 2700 m) bis in die Nebelwaldregion Kolumbiens und Venezuelas erstreckt (BRÜCHER 1968). In dieser Pflanzenassoziation kommen auf Lichtungen und an Bachrändern ferner folgende Gattungen vor: *Clematis*, *Cosmos*, *Cerastium*, *Fagara coco*, *Juglans australis*, *Podocarpus*, *Ranunculus*, *Rumex*, *Thalictrum*, *Urtica*, *Veronica*, d. h. insgesamt ein Vegetationsbild, das dem europäischen Botaniker vertraut erscheint und ihn an einen Bergwald in Mitteleuropa erinnert. Wie aus der Verbreitungskarte (Abb. 1) hervorgeht, durchschneidet der schmale Dispersionsbogen von *Ph. aborigineus* das „Genzentrum VIII“ der russischen Autoren. Doch wurde ausgerechnet in diesem Falle das primäre Mannigfaltigkeitsgebiet und Ursprungszentrum der Gartenbohne woanders, nämlich in dem mexikanischen Genzentrum gesucht und eine südamerikanische Aszendenz von *Ph. vulgaris* verneint. Selbst bei sehr toleranter Auslegung des Begriffs „Genzentrum“ sehen wir keine Möglichkeit, ein 5000 km langes, extrem schmales Dispersionsband mit dem von VAVILOV geographisch klar definierten Konzept eines „Zentrums geneeischer Mannigfaltigkeit“ in Konkordanz zu bringen. Wir sind auch hinsichtlich der Domestizierung der Bohne anderer Auffassung als die russische Schule. Sie hat nach unserer Überzeugung mehrfach entlang der Kordillere zwischen Mittelargentinien und Mexiko und ganz unabhängig voneinander stattgefunden. Dafür sprechen bestimmte physiologische Faktoren u. a. der genetisch verschiedene Hämagglutiningehalt bei Wildbohnen und ihren zugeordneten Primitivrasen (BRÜCHER, WECHSLER, PALOZZO, JAFFÉ 1969). Die Gartenbohne (*Ph. vulgaris*) hat sich aus der Wildbohne (*Ph. aborigineus*) durch eine Reihe verschiedener Mutationsschritte und Selektionsprozesse entwickelt.

Es bedarf keiner allzu großen Phantasie, um sich vorzustellen, wie diese einzelnen Stufen bei der Domestikation und „Zähmung der Wildbohne“ in der südamerikanischen Kordillere verlaufen sind. Für *Ph. aborigineus* haben wir im Laufe vieler Jahre beim engen Kontakt mit den Lebensgewohnheiten der Eingeborenen sogar ganz unerwartete Beweise dafür sammeln können, daß Wildbohnenbestände selbst heutzutage noch in abgelegenen Bergtälern Venezuelas, Kolumbiens, Argentiniens und Boliviens durch Einsammeln reifer Früchte genutzt werden. Was für die Wildform der Gartenbohne (*Ph. vulgaris*) beobachtet wurde, gilt möglicherweise auch in analoger Weise für *Ph. coccineus* und *Ph. lunatus*, wo uns solche primitive Nutzung bisher allerdings nicht bekannt wurde.

Durch Zufall wurden wir vor zwei Jahrzehnten im Tal von Chabarilla (Prov. Catamarca, Argentinien)



Photo 2: Andiner Bergwald mit *Alnus jorullensis*, dem natürlichen Habitat von *Phaseolus aborigineus*
Andean mountain woodland with *Alnus jurellensis*,
the natural habitat of *Phaseolus aborigineus*



Photo 3: Eingeborene des Tales von Chabarilla werden bei der Zubereitung einer Mahlzeit überrascht, bei der sie auch „Wildbohne“ verwenden.

Natives of the Chabarilla valley are surprised during preparation of a meal at which 'wild beans' are being used

Zeuge davon, daß dort in Fortsetzung einer bereits jahrtausendealte Sitte sich die primitive Bergbevölkerung immer noch der Wildbohne *Ph. aborigineus* als Sammelfrucht bedient. Später konnten wir dies auch in der Provinz Salta und kürzlich in Kolumbien und Venezuela beobachten. Das gemeinsame Merkwürdige an diesen distanten Plätzen war, daß die Eingeborenen einem Ausländer gegenüber diese – wie sie glauben – „atavistische Diät“ nicht zugeben wollten. Man muß entweder durch gute Kenntnisse ihrer Lebensgewohnheiten vorher ihr Vertrauen gewonnen haben oder sie im Moment des Einsammelns überraschen. Nachdem mir dies durch Zufall gelungen war, lud man mich auf meine Bitte dann auch bereitwillig ein, an einer solchen „Urbohnenmahlzeit“ teilzunehmen (vgl. Photo 3). Wer Sinn für die Romantik des Ungewöhnlichen bei Forschungsreisen hat, wird mir vielleicht nachempfinden, daß ich diese Indianer-Bohnen-Suppe zu den kulinarischen Höhepunkten meines Naturforscherlebens rechne.

In der außerordentlich traditionsbewußten Diät der mesoamerikanischen Eingeborenen und der Bevölkerung von Venezuela, Kolumbien und Ecuador und bei den nordargentinisch-chilenischen Kreolen nimmt die Bohne eine zentrale Stellung ein. Und zwar muß besonders darauf hingewiesen werden, daß es sich hierbei nördlich des Äquators um schwarze Bohnen handelt. Als „frijol negro“, „caraota negra“ oder „fejjo prieto“ bilden sie die tägliche Grundnahrung in großen Teilen Mexikos, Honduras, Guatemalas sowie in Venezuela, Kolumbien und Brasilien (JAFFÉ & BRÜCHER 1968).

Die Samen unserer südamerikanischen Wildbohne sind klein und haben eine typisch kantige Form („gonospermum“ nach der MARTENSSCHEN Definition), eine Eigenschaft, die im vorigen Jahrhundert noch bei einigen Primitivbohnen Europas vorhanden war, inzwischen aber eliminiert worden ist, die man bei den jetzigen Handelssorten nicht antrifft. Die Farbe der

Samen variiert von marmoriertem Graubraun bis hin zu Schwarzblau. Auffallend ist die Hartschaligkeit der Testa bei bestimmten Herkünften und die dadurch bedingte Keimverzögerung. Die Hülsen haben mit 8–10 cm eine geringe Größe, außerdem sind sie hart und besitzen ausgesprochene „Fädigkeit“ durch starke Parenchymstränge. Die Hülsen springen bei Vollreife und trockenem Wetter auf und schleudern ihre Samen weit von sich. Dies ist eine ausgesprochene Wileigenschaft, die zur Arterhaltung dient. Erstaunlicherweise scheinen die frühesten europäischen Bohnen von dieser Erbanlage nicht frei gewesen zu sein, denn die von uns daraufhin geprüften alten „Kräuterbücher“ von LEONHARD FUCHS (1543), HIERONYMUS BOCK (1560) HERBARIUM OELLINGER (1553) zeigen stets einige aufgesprungene Hülsen, mit deutlich sichtbaren Samen darin. Wenn es sich hierbei nicht um eine Künstlerlaune gehandelt hat, so wären diese frühen Abbildungen ein Beweis für die mangelnde Platzfestigkeit der europäischen Bohnen des 16. Jahrhunderts. Diese Wileigenschaft beobachteten wir mehrfach bei primitiven amerikanischen Indio-Bohnen. Bei feuchtem Wetter lassen sich aber selbst bei *Ph. aborigineus* die reifen Hülsen recht leicht ohne Verlust an Samen einsammeln. Das machen sich die Eingeborenen zunutze, wenn sie zur „Wildbohnen-Ernte“ etwa im Tal von Chabarilla (Provinz Catamarca) ausziehen.

4. *Ananas comosus* MERILL

Zur Erforschung des Ursprungs und der Evolution von Kulturpflanzen ist es bisweilen nützlich, außer den botanischen auch ethnographische und kulturgeschichtliche Quellen zu verwerten. Im Falle der *Ananas* verfügen wir glücklicherweise über einige sichere Zeitmarken, die es erlauben, die unglaubliche Expansion eines Indianer-Kultivars vom Orinoko in knapp hundert Jahren über fünf Kontinente mit einem gegenwärtigen Jahresumsatz von 270 Millionen DM zu verfolgen.



Photo 4: Ananas aus einem handschriftlichen Bericht OVIEDO (1513) an König Ferdinand von Spanien (veröffentl. m. frdl. Erlaubnis von "The Huntington Library", San Marino, Cal.)
 Pineapple from a handwritten report of OVIEDO (1513) to Ferdinand King of Spain (published by courtesy of the Huntington Library, San Marino, Cal.)

CHRISTOFF KOLUMBUS erhält am 4. November 1493 als erster Europäer aus den Händen der indianischen Urbevölkerung Guadelupes Ananasfrüchte als Gastgeschenk. Damit tritt diese merkwürdige Frucht in den Gesichtskreis der Bewohner der Alten Welt. OVIEDO schildert anlässlich seiner Reise nach Haiti (1513) in einem handgeschriebenen, mehrseitigen Bericht an den spanischen König Ferdinand in enthusiastischer Weise diese neue tropische Frucht (vgl. Photo 4 mit spanischem Text), wobei er ihren unvergleichlichen kulinarischen Wert und ihr liebliches Aroma besonders hervorhebt. Bald darauf berichtet PIGAFETTA (1519) aus dem nördlichen Brasilien ebenfalls über das Vorhandensein von Ananas, während von dem französischen Forscher ANDRÉ THEVET (1555) eine detaillierte Beschreibung aus dem Raum von Pernambuco (Region Tupi) erhalten ist, in der darauf hingewiesen wird, daß die Indianer dort über Ananasfrüchte verfügen, die frei von Samenkernen sind und die darum – wie er

ausdrücklich vermerkt – von den Eingeborenen durch Schosser vermehrt werden. Diese Fortpflanzungsmethode, die offensichtlich den Indianern völlig geläufig war, bestärkt uns in der Ansicht daß dort *Ananas comosus* seit Urzeiten domestiziert worden war. Hingegen fehlen sichere Angaben über frühe Ananaskulturen aus den indianischen Hochkulturen der Pazifikküste (heutiges Peru) oder von Mexiko. Doch gibt es frühe Zeugnisse dafür, daß die Urbevölkerung Venezuelas Ananas pflanzte. Die erste sichere Kunde davon stammt von JOHN HAWKINS (1565). Zwecks Proviantierung seines Sklavenschiffs „Jesus von Lübeck“ (!) landete er vor Santa Fé an der karibischen Küste (ca. 100 km westlich von Cumaná) und handelte dort u. a. auch Ananas ein, die er wegen ihres Wohlgeschmacks besonders rühmt... „The pines be of the bigness of two fists, the outside whereof is of the making of a pine-apple, but is soft like the rinde of Concomber and the inside eathet like an apple, but is a more delicious“. Ein anderer englischer Seefahrer, WALTER RALEIGH, drang 1595 in den Orinoko ein und segelte anscheinend 300 km flussaufwärts, wobei er u. a. große Ananasbestände der Eingeborenen beobachtete.

Die ersten botanisch exakten Berichte über *Ananas comosus* aus dem nördlich des Äquators gelegenen Teil Südamerikas stammen von einer französischen Expedition, die 1819 die damalige Strafkolonie Cayenne besuchte. Der Botaniker S. PERROTET sammelte dort lebende Exemplare einer sehr aromatischen und wegen ihrer Stachellosigkeit auffallenden Ananassorte der Eingeborenen („maipuri“ genannt) und brachte hiervon fünf Pflanzen lebend nach Frankreich zurück. Er publiziert seinen Fund unter der Bezeichnung „Bromelia maipuri“ als neue Art für die Wissenschaft, verwendete also als Spezies-Epithet den alten Indianernamen vom oberen Orinoko. Unbewußt tat er damit etwas sehr Richtiges. Denn diese samenlose Ananassorte war tatsächlich das Produkt einer beachtenswerten Auslese durch die Maipuri-Indios. Eine samenlose Frucht kann sich natürlich nicht in der freien Umwelt allein erhalten, sondern mußte vom Menschen mittels Stecklinge vermehrt werden. Offensichtlich hatten die Eingeborenen schon frühzeitig Gefallen an einer Mutante gefunden, deren Frucht nicht die unzähligen steinharten Samen enthielt, die das Verzehren einer wilden Ananas keineswegs zu einem Genuß macht. Zusätzlich hatten sie daraus auch noch Formen selektiert, deren Blätter ohne Stachelrand waren. Damit war ihnen aber eine pflanzenzüchterische Leistung gelungen, die sich mit den Erfolgen neuzeitlicher Züchter jederzeit vergleichen läßt. Sie hatten ein Cultigen geschaffen, das wir heute als „Cayenne-Ananas“ bezeichnen. Diese Sorte wird gegenwärtig in Millionen von Exemplaren von Hawaii über Formosa, Südafrika bis nach Australien gepflanzt. Alle diese Ananas-Pflanzen sind völlig identisch; sie sind nichts weiter als die erbgleichen Glieder eines einzigen Klons, der von den Maipure-

Indios ursprünglich ausgelesen und vegetativ vermehrt worden war.

Der weitaus größte Teil der über 100000 Hektar, die auf der ganzen Welt mit Ananas bepflanzt sind, besteht aus der Sorte „Cayenne“. D. h. die botanische „Spezies“ *Ananas comosus* MERILL wurde nach einem Indianer-Cultigen beschrieben (!), eine der vielen Merkwürdigkeiten der systematischen Botanik. Es hätte darum also gar keinen Sinn, nach einem „Wildstandort“ von *A. comosus* zu suchen.

Dennoch gibt es wirklich wilde Ananas-Arten, mit deren Vorkommen wir uns nun bei der Diskussion des „Genzentrums“ von Ananas beschäftigen werden. Ihr klassisches Genzentrum wurde für die Region zwischen Paraguay und dem oberen Rio Paraná postuliert.

Dort wurde die „Urform der Ananas“ nicht nur einmal, sondern mehrfach „entdeckt“. Jedesmal erwies es sich jedoch als ein Irrtum. Entweder war es eine verwandte Spezies aus der Gattung *Pseudoananas* oder *Ananas bracteatus*, die nicht zur direkten Aszendenz gehört, manchmal auch einer der häufigen Gartenflüchter kultivierter *Ananas comosus*. Es ist nicht leicht, zu entscheiden, ob es sich bei angeblichen spontanen Ananasfunden aus Urwäldern tatsächlich um sekundären Wald-Aufwuchs handelt. Seit Jahrhunderten ist die Sitte weit verbreitet, den Urwald niederzubrennen, Siedlungen anzulegen und Hackbau zu treiben, der außer Mais und Mandioka oft genug auch einige „Abacaxi“-Büsche (= Ananas) umfaßte. Wenn die Siedlungen verlassen wurden, die übrigen Kulturpflanzen wieder verschwanden und sich Sekundärwald erneut über diesen Plätzen schloß, blieben die sehr resistenten Ananaspflanzen am Leben und vermehrten sich auch weiter. Einem durchreisenden Pflanzensammler konnten sie nur allzuleicht als ein autochthoner Bestandteil der natürlichen Vegetation erscheinen. So glaubte schon der deutsch-brasilianische Naturforscher FRITZ MÜLLER-DESTERRO in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, im Staate Paraná „die Wildform der Ananas“ entdeckt zu haben und beschrieb sie später (1896) als „*Ananas sylvestris*“. Hierbei handelte es sich aber um einen Okotyp der verwandten Gattung *Pseudoananas*. BAKER vermutete 1889 in der von ihm gefundenen „*A. microcephalus*“ die Anzestralform der Kultur-ananas. Diesmal war es die davon unabhängige Wildart *Ananas bracteatus*. Einige Jahrzehnte später behauptete der schweizer-paraguayische Botaniker BERTONI (1919), daß Paraguay die Urheimat der Kultur-ananas sei, denn er habe am oberen Paraná die zugehörige „Urform“ entdeckt. Beim Nachprüfen ergab es sich aber, daß es sich um eine Lokalrasse von *A. bracteatus* handelte. Die Eingeborenen des Grenzgebietes zwischen Paraguay und Misiones zeigten sie uns unter dem Namen „guayara“. Bisweilen verwendet man sie wegen ihrer stark bestachelten Blätter zum Einzäunen von primitiven Gärten. Wenn sie zu dichten lebenden Hecken gepflanzt wird, hält sie tatsächlich die wild umherstreunenden Schweine vom Eindringen ab. Ihre

Synkarpe (Scheinfrüchte) fielen durch besonders bunt gefärbte Brakteen auf.

Der nordamerikanische Ananaszüchter COLLINS gab sich in Begleitung der Botaniker BAKER und LYMAN SMITH vor mehreren Jahrzehnten in das angeblich paraguayische „Genzentrum“ von Ananas. Sie brachten von dort wichtige botanische Sammlungen mit, doch die gesuchte wildwachsende „Urform“ der Kultur-ananas fanden sie nicht: „...the place and manner of the origin of the pineapple and of its domestication are secrets of antiquity“ (COLLINS 1960).

Nach meiner Auffassung hat man sich bei der Suche nach der Anzestralform der Kultur-ananas durch die Zwangsvorstellung eines geographisch begrenzten „Genzentrums“ südlich vom Wendekreis des Steinbocks (wo es tatsächlich, wie wir gesehen haben, „Wild-ananas“ gibt) irreführen lassen. Es gibt nämlich davon

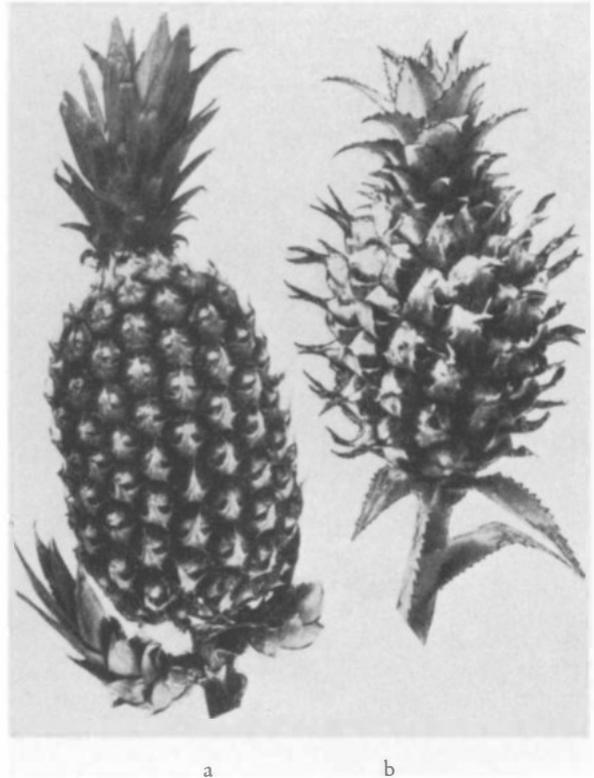


Photo 5: Zwei Primitiv-Ananas aus Indio-Kulturen (Venezuela)

- a) vom Zusammenfluß des Rio Ocamo mit Rio Orinoco; unbestachelt, Früchte mit Samen
- b) von der Bifurkation des Rio Orinoco; sehr stachelig, sehr viele Samenkörner (möglicherweise eine Wildart)

Two primitive pineapples grown by Indians (Venezuela)

- a) from the confluence of the Rio Ocamo with the Rio Orinoco; non-spiky, fruit with seeds
- b) from the bifurcation of the Rio Orinoco; very spiky; many seed kernels (possibly a wild form)

unabhängig und durch ganz Brasilien, die Guyanas und Venezuela verstreut noch zwei weitere wildwachsende Ananasarten: *A. ananassoides* und *A. erectifolius*. Wir sind der Meinung, daß diese der kultivierten *Ananas comosus* phylogenetisch wesentlich näher stehen, wie wir andernorts ausführlicher nachgewiesen haben. Ökologisch stellen *A. bracteatus* und *A. ananassoides* durchaus verschiedene Ansprüche; infolgedessen bewohnen sie unterschiedliche Habitats. Die letztere wächst vor allem in den am Atlantik gelegenen Staaten Paraíba und Pernambuco. *A. erectifolius* kommt an höher gelegenen Standorten beiderseits des Amazonas und in Venezuela am Orinoko vor. Wir trafen eine Wildananas (vgl. Photo 5) beispielsweise unterhalb der berühmten „Bifurkation“ zwischen Rio Casiquare und Orinoko. BADILLO und VELEZ (1946) sammelten sie in der Region von Parguasa (Staat Bolivar) wesentlich weiter flussabwärts bei den Piarao-Indianern. Dort fanden sie CARDOSO-CAMARGO & SMITH im Jahre 1966 wieder und beschrieben sie als besondere Spezies *A. paraguayensis*. Diese Pflanzen sind in der Tat recht merkwürdig, weil sie auffallend tütenförmig gedrehte Petalen haben und extrem lange, stark bestachelte Blätter (bis 160 cm). Die Infloreszenzen haben relativ wenig Blüten und werden nur 10–12 cm lang. Ihre Ovarien haben sehr viele (bis zu 14) Samen. Der Fundort liegt am Zusammenfluß vom Rio Parguaza mit dem Orinoco. Uns erscheint dieser Fund von großer phylogenetischer Wichtigkeit, auch wenn sich sein getrennter Artcharakter nicht bestätigen sollte. Die verwandtschaftlichen Beziehungen zu *A. erectifolius* müßten noch genauer untersucht werden. Letztere Spezies kann nämlich das feuchtheiße Klima, wie es am Rio Orinoco herrscht, am besten ertragen. Auch ihre Scheinfrüchte sind klein und sitzen auf langen (bis 60 cm langen) Stielen, die bei Reife leicht abbrechen.

Eingeborene gewinnen aus den sehr langen Blättern ausgezeichnete Fasern, die sich gut zu Netzen, Hängematten und vielen Flechtereien verarbeiten lassen, die für flussbewohnende Indios lebensnotwendig sind (vgl. Photo 6).

Wir halten es dementsprechend für wahrscheinlich, daß Ananas sowohl als Faserpflanze als auch als essbare Frucht nördlich des Äquators aus Wildbeständen selektioniert wurde. Diese Selektionsprozesse könnten durchaus unabhängig voneinander im Raum Guyana-Orinoko einerseits und wesentlich weiter südlich zwischen Maranhao und Pernambuco andererseits stattgefunden haben. Aus der Verbreitungskarte (Abb. 1) geht hinreichend deutlich hervor, daß das VAVILOVSCHE „Genzentrum VIII“ für Ananas nicht in Anspruch genommen werden kann. Selbst bei sehr weitherziger Auslegung dieses Begriffs lägen die Wildvorkommen vom Rio Paraná bereits außerhalb der Peripherie. Wir haben aber überdies berechtigten Grund zur Annahme, daß die Domestikation von *Ananas comosus* überhaupt nicht südlich des Äquators erfolgte, sondern im nordbrasilianischen-venezolanischen

Hochland von Guayana und entlang seiner Flußsysteme.



Photo 6: *Ananas paraguayensis*

5. Schlußbetrachtung

Damit kommen wir zum Ende unserer kritischen Betrachtung der „Genzentren-Doktrin“ auf dem amerikanischen Kontinent. Wir haben uns bewußt auf drei weniger bekannte Nutzpflanzen neuweltlichen Ursprungs beschränkt und die uns besonders nahestehenden *Solanum*-Gruppen übergangen, weil wir deren Ursprungsprobleme andernorts (1960, 1963) behandelt haben.

Trotz aller Differenzen im Sachlichen, wollen wir es an dieser Stelle nicht unterlassen, ausdrücklich auf das tragische Schicksal N. I. VAVILOVS hinzuweisen. Er besaß das Vertrauen LENINS und wurde von ihm zum Präsidenten der sowjetischen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften ernannt. In dieser Eigenschaft organisierte er ein Netz von Experimentalstationen über die ganze Sowjet-Union. Seine zeitweilig hohen Positionen in der russischen Administration hinderten ihn aber nicht, sich auch einen nach Westen offenen Blick zu bewahren. Das wurde ihm zum Verhängnis. Als angeblicher „Saboteur“ der sowjetischen Land-

wirtschaft (die ihm tatsächlich viel verdankt) wurde VAVILOV im August 1940 ins Gefängnis geworfen und im Juli 1941 zum Tode verurteilt. Ein Jahr Todeszelle in Saratov vermochte seinen geistigen Widerstand nicht zu brechen, und aus dieser Zeit stammen vermutlich seine stolzen Worte gegenüber seinem Widersacher LYSSENKO: „We shall go to the stake, we shall burn, but we shall not renounce our convictions!“ (Zit. nach DOBZHANSKY 1969). Als man sich schließlich von seiner Unschuld überzeugt hatte und ihn begnadigte, war es bereits zu spät, denn sein geschwächter Körper wurde am 26. Januar 1943 von einer Lungenentzündung hinweggerafft.

Zwanzig Jahre nach seinem Tode hat man auch gegenüber der Person VAVILOVS eine der in der Sowjetunion üblichen Rehabilitierungen vollzogen und spart nun nicht mit Ehrungen für diesen bedeutenden Organisator der russischen Pflanzengenetik. Das von ihm geschaffene Institut²⁾ trägt nun als „All-Union Institut für Pflanzenbau N. I. Vavilov“ nicht nur seinen Namen, sondern wurde kürzlich für seine besonderen Leistungen auch noch mit der höchsten Staatsmedaille ausgezeichnet.

Daß VAVILOVS dynamische Persönlichkeit die „Initialzündung“ zu dem nun weltweiten Programm „Saving the Gene Pools“ gegeben hat, bestätigen heute in seltener Einmütigkeit die Pflanzenzüchter und Naturforscher von West und Ost. Wir stimmen dem bekannten deutschen Genetiker HANS STUBBE zu, der in seiner Gedenkrede für VAVILOV 1967 vor der Akademie in Moskau folgendes feststellte:

„Die Genzentren-Theorie hat außerordentlich anregend auf die Entwicklung der Pflanzenzüchtung in vielen Ländern gewirkt, und in den letzten Jahrzehnten ist sehr viel weiteres Material erarbeitet worden, um VAVILOVS Theorie zu überprüfen... Auf jeden Fall haben seine Vorstellungen eine weltweite Bewegung zur Sammlung und Erhaltung von Wildformen und primitiven Landsorten unserer Kulturpflanzen veranlaßt, und hier liegt auch für uns die große Bedeutung von VAVILOVS Lebenswerk.“

Im Jahre 1970, das auf der ganzen Welt zum Jahr der „Nature Conservation“ erklärt wurde, möchte man ganz besonders hoffen, daß dieses wahrhaft humanitäre Werk, dem sich Pflanzenzüchter, Ethnobotaniker, Geographen und Genetiker verschrieben haben, international wirkungsvoll gefördert wird, zumal hier die

realen Interessen der beiden ideologischen Machtblöcke konform gehen würden. Die genetischen Reserven unserer Nutzpflanzen sind in raschem Aussterben begriffen. Das ist zum Schaden von Ost und West. Wenn Gene, die im jahrtausendelangen Selektionsprozeß der freien Natur ausgelesen wurden, jetzt aber durch die sich rasch verändernde „Umwelt“ eliminiert werden, so sind dies einfach unersetzliche Verluste. Es erhöht die Tragik im Leben VAVILOVS, daß er diese Gefahr schon ganz klar vor 50 Jahren erkannte und mehrfach – leider erfolglos – zu internationaler Zusammenarbeit zwecks gemeinsamer Rettung der wertvollen Genträger in Asien, Afrika und Lateinamerika aufgerufen hat. Die großen Weltorganisationen, wie FAO, haben hierbei versagt, auch wenn sie kostspielige Projekte einleiteten und wortgewaltige Resolutionen verfaßten. Hingegen sind auf regionaler oder nationaler Basis große, und zum Teil vorbildliche, Sammlungen von Kulturpflanzen als genetische Reserven angelegt worden.

Die Sowjetunion hat sich dank der von VAVILOV schon vor 50 Jahren begonnenen Sammlungen, die mit 170 000 Introduktion am jetzigen „N. I. VAVILOV Institut“ registriert sind, hierbei eine führende Position gesichert. Auch die Vereinigten Staaten von Nordamerika verfügen über eine „Gen-Bank“ in Fort Collins, die für die Aufnahme und lebende Konservierung von 400 000 Mustern gebaut wurde. Als ich 1969 das „National Seed Storage Laboratory“ besichtigte, besaß es allein an Getreide-Arten über 70 000 Nummern. Zur Konservierung von Wildkartoffeln und *Solanum*-Zuchtlinien unterhält „In terregional-Potato-Introduction in Sturgeon Bay, USA“ über 3000 Muster. Das Internationale Reis-Institut auf den Philippinen verfügt schon seit seinem nur 6jährigen Bestehen über ungefähr 10 000 Reis-Sorten, bzw. Hybriden. Die in Mexiko aus Vorarbeiten der Rockefeller Foundation hervorgegangene CIMMYT unterhält eine Tausende von Nummern umfassende Mais- und Weizen-Sammlung. Auf dem europäischen Kontinent führt das Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben (Kr. Halle) mit einer eindrucksvollen Sammlung von 32 000 lebenden Sippen der verschiedensten Kulturpflanzen. Auch die Bundesrepublik hat seit 1968 ihre erste „Genbank“. Sie liegt in Argentinien und finanziert die Erhaltung von 19 Wildkartoffeln.

²⁾ Dank der Bemühungen unseres Expeditionskollegen P. ZHUKOVSKI – der sich unermüdlich für die Rehabilitierung VAVILOVS einsetzte – und durch eine offizielle Einladung seitens der Sowjetischen Akademie der Landbauwissenschaften hatten wir im vergangenen Jahr die Möglichkeit, das renovierte „I. N. VAVILOV-Institut“ zu besuchen. Die Eingangshalle wurde durch eine Marmorbüste seines Gründers geschmückt. Historisches verbindet sich mit den neuzeitlichen Forschungen junger Wissenschaftler an den verschiedensten Kulturpflanzen, und man ist um einen liberalen Austausch von Pflanzenmaterial nach allen Ländern bemüht.

Literatur

- BERGLUND-BRÜCHER, O.: Wildbohnensfunde in Südamerika. Naturwissenschaften 54, 466–468, 1968
 – : Absence of Phytohemagglutinin in wild and cultivated beans from South America, *Americ. Hort. Sci. Proceed.* 12, 68–85, XIV Ann. Meet. Trinidad.
 – M. WECHSLER, A. LEVY, A. PALOZZO and W. JAFFÉ: Comparison of phytohaemagglutinins in wild beans (*Ph. aborigineus*) and in common beans (*Ph. vulgaris*)

- and their inheritance. *Phytochemistry*, 8, 1739–1743, 1969.
- BERTALANFFY, L. v.: Aber vom Menschen wissen wir nichts. Düsseldorf & Wien, 246 S., 1970
- BERTONI, M.: Contributions à l'étude botanique des plantes cultivées. Essay d'une monographie du genre *Ananas*. An. Cient. Parag. Ser. II. 4, 250–322.
- BRIEGER, F.: Origen e domesticacao do milho. *Rev. Bot. Lilloa*. 20, 37–44, 1949.
- BRÜCHER, H.: Argentinien – Urheimat unserer Bohnen. Die Umschau in Wiss. & Techn. 54, 27–28, 1954.
- : Problematisches zum Ursprung der Kulturkartoffel aus Chiloé. *Z. f. Pflanz. züchtg.* 43, 241–265, 1960.
- : Das südlichste Vorkommen diploider Kulturkartoffeln in Südamerika auf der Insel Chiloé. *Qualit. Plant.* 9, 187–202, 1963.
- : El origen de la papa (*Solanum tuberosum*) *Physis*, 24, 439–452 (Buenos-Aires)
- : Die genetischen Reserven Südamerikas für die Kulturpflanzenzüchtung. *Theoret. & Appl. Genetics* 38, 9–22, 1968.
- : Die Evolution der Gartenbohne *Phaseolus vulgaris* L. aus der südamerikanischen Wildbohne *Ph. aborigineus* Burk. *Zt. f. angew. Botanik*, 42, 119–128, 1968.
- : Südamerika als Herkunftsraum von Nutzpflanzen. *Handbuch: Biogeography and Ecology in Southamerica*. W. Junk Publ. Den Haag. Vol. I. 251–301, 1968.
- : Gibt es Gen-Zentren? *Naturwissenschaften* 56, 77–84, 1969.
- : Zytogenetische und morphologische Vergleiche zwischen *Solanum*-Arten der Pazifik-Küste und des Anden-Gebirges und ihre Bedeutung für den Ursprung und Evolution der Kartoffel (russisch). *Genetika, Moskau*. 4, 80–89, 1969.
- : Proteinreiche Indianergewächse. Die Umschau in Wiss. & Technik. 70, Heft 10, 1970.
- : Observations on origin and expansion of YN-Virus in South America. *Zt. f. angewandte Botanik*. 43, 241–249, 1969.
- : The origin of the common bean from the South-American wild bean *Phaseolus aborigineus* BURK. *Econ. Botany*. 24 (im Druck).
- Evolution und Domestikation tropischer und subtropischer Nutzpflanzen. 210 S., Berlin (im Druck).
- BURKART, A. & H. BRÜCHER: *Phaseolus aborigineus* Burk., die mutmaßliche andine Stammform der Kulturbohne. *Der Züchter* 23, 65–72, 1953.
- CAMARGO, & L. SMITH: A new species of *Ananas* from Venezuela. *Phytologia*, 16, 464–466, 1968.
- COLLINS, J. L.: The Pineapple, Botany and Cultivation. Leonard Hill Books London, 1–294, 1960.
- DARLINGTON, C. D.: Chromosome botany and the origins of cultivated plants. Allen & Unwin, London, 1964.
- GENTRY, H. S.: Origin of the common bean. *Ph. vulgaris*. *Econ. Botany*, 23, 55–69, 1969.
- GERSTEL, U.: Evolutionary problems in some polyploid crop plants. *Hereditas. Suppl.* II. 481–504, 1966.
- HARLAN, J. R.: Anatomy of Gene Centers. *The Americ. Naturalist*, 85, 97–103, 1951
- : Geographic origin of plants useful to Agriculture in Germ Plasm Resources. *Am. Assoc. Advan. Sci. Publ. Nr.* 66, 3–19.
- HUBBELING, N.: New aspects of breeding for disease resistance in beans. *Euphytica* 6, 111–141, 1957.
- HUI-LIN, LI: The origin of cultivated plants in Southeast Asia. *Econ. Botany* 24, 3–20, 1970.
- HUTCHINSON, J. B.: Essays on crop plant evolution. Univ. Press Cambridge, 1965.
- IVANOV, H.: Geographical regularities in the distribution of cultivated Phaseolineae. *Trud. Bot. Selekt.* 2, 41–106, 1937.
- JAFFÉ, W. & O. BRÜCHER: La presencia de fitohemaglutinina en *Phaseolus aborigineus* y su identidad con la de *Ph. vulgaris* como argumento quimotaxonomico de la intima relacion entre las dos especies. *Acta Cient. Venezol.* 19, 20–21, 1968.
- KIHARA, H.: Ancestors of wheat plants. *Sogenska* 122, Tokyo 1947.
- KLOZ, J., E. KLOZOVA & V. TURKOVA: Protein characters and relationship between *Phaseolus vulgaris* ssp. *aborigineus* and related taxons of the genus *Phaseolus*. *Biol. Plant. (Prag)* 8, 187–196, 1966.
- KUCKUCK, H.: VAVILOVS Genzentren-Theorie in heutiger Sicht, *Eucarpia*, III. Congr. 1962.
- KRAPOVICKAS, A. & V. RIGONI: Nuevas especies de *Arachis* vinculadas al problema de origen del mani. *Rev. Bot. Darwiniana*. 11, 431–455, 1957.
- KRAPOVICKAS, A. & W. GREGORY: *Arachis rigonii*, nueva especie silvestre de mani. *Rev. Investig. Agric.*, 14, 157–160, 1960.
- PARODI L.: Relaciones de la agricultura prehispanida con la agricultura argentina actual. *Anal. Acad. Nac. Agron & Vet.* 1, 115–167, Buenos-Aires, 1935.
- SAUER C. O.: Cultivated plants of South and Central America. *Handbook of Southamerican Indians*. Washington, 1950.
- SCHEIBE, A.: Von der Wildpflanze zur Kulturpflanze, Göttingen 1963.
- SCHIEHMANN, E.: Gedanken zur Genzentrentheorie Vavilovs. *Naturwissenschaften*. 27, 377–401, 1939.
- SIMMONDS, N.: The evolution of the bananas. Longmann & Green, London, 1962.
- SMITH, C. EARLE: From Vavilov to the present – a review. *Econ. Botany*, 23, 2–18, 1969.
- STEBBINS, G. L.: Taxonomy and the evolution of genera with special reference to the family Gramineae. *Evolution*, 10, 235–300, 1956.
- STEPHENS, S. G.: Factors affecting seed dispersal in *Gossypium* and their possible evolutionary significance. *Bulet.* 131. NC. Agric. Exp. St. 1958.
- TAKAHASHI, R.: The origin and evolution of cultivated barley. *Adv. Genetics*. 7, 227–270, 1955.
- TOWLE, M.: The ethnobotany of pre-columbian Peru. Aldine Publish Co. Chicago. 1961.
- TROLL, C.: Die Stellung der Indianer-Hochkulturen im Landschaftsaufbau der tropischen Anden. *Zt. d. ges. Erdkunde*, 93–128, 1943.
- : Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. *Bonner Geogr. Abh. Heft* 25, 93 S., 1959.
- VAVILOV, N.: Studies on the origin of cultivated plants. russisch mit englischer Zusammenfassung. 240 S., Leningrad 1926.

- VAVILOV, N.: Geographische Genzentren unserer Kulturpflanzen. Zf. induct. Abst.- und Vererbungslehre. Suppl. I, 342-369, 1928.
- : Theoretische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Autor. Übers. durch „Forschungsdienst“ Berlin, 1943.
- VELEZ, I.: Wild pineapples in Venezuela. Science, 104, 427-428, 1946.
- WEBERBAUER, A.: El mundo vegetal de los Andes Peruanos. 770 S., 1945, Lima, Min. de Agric. Peru.
- WITTMACK, L.: Die Heimat der Bohnen und der Kürbisse. Ber. deutsch Bot. Ges. 6. Suppl. 374-380, 1888.

REGIONAL ABANDONING OF RURAL SETTLEMENT IN NORTHERN SWEDEN

With 3 figures, 4 photos and 6 tables

KIRK H. STONE

Zusammenfassung: Siedlungswüstungen in Nordschweden

Das weitständige Streusiedlungsgebiet Nordschwedens weist in neuerer Zeit in zunehmendem Maße Siedlungswüstungen auf. Mit Hilfe zweier Profile, in denen 1948 und 1958 Kartierungen der aufgelassenen Bauernhöfe durchgeführt wurden, wird die Verbreitung genauer analysiert. Besonders betroffen sind die Kleinsiedlungen von 1-3 Höfen; doch gibt es auch Wüstungen von 7-9 Höfen. Dieser Vorgang wird von einer generellen Bevölkerungsabnahme begleitet. Die gleiche Erscheinung konnte bei kombinierten Land- und Forstwirtschaftsbetrieben beobachtet werden. Die Entvölkerung bedeutet eine schwere finanzielle Belastung für die Kommunalbehörden und für die Landesregierung. Die Ursachen sind einmal die im späten 18. Jh. und frühen 19. Jh. vom schwedischen Staat gesteuerte, relativ dichte Besiedlung des Raumes, andererseits die zunehmende Industrialisierung Schwedens, die Auflehnung der Jugend gegen die Weltabgelegenheit, die Verbesserung der allgemeinen Kommunikationsverhältnisse. Es ist anzunehmen, daß die Entsiedlung weiter fortschreiten wird.

A geographical analysis of rural settlement is readily divisible into two parts. One is a study of form. The other is reasoning about the dynamics underlying that form; for it the terms settling, stability, and abandoning have been suggested. These refer, respectively, to increased numbers of rural dwellings, to a balance of increase and decrease in the numbers of such, and to a decline in the count of rural homes (STONE, 1965). Further subdivision should be by scale of study as each of the three words may refer to these changes in local, regional, or continental areas (STONE, 1968). Herein attention is directed to the extent and causes of abandoning in northern Sweden to disclose positive and negative guides in planning for rural settlement.

The scale of recent rural abandoning in northern Sweden has been extraordinary for Europe and, probably, for the world. Within Norden the north Swedish widespread desertion contrasts sharply with regional settling in Finland (STONE, 1966, 1971), spot

settling in Norway (STONE, 1970), and spot abandoning in Iceland (STONE, 1971). These differences reflect variations in stage of economic development as well as contrasts in involvement in international affairs. Also, within Sweden there have been three major population changes during the 19th and 20th centuries. One was great emigration, especially from the southern provinces, to North America. Another was an internal northward movement which was an over-extension, perhaps purposeful, of agriculture, industry, and mining. And the third was a national rural-urban migration accompanying rapid industrialization (WALLANDER, 1948; AHLBERG, 1953). It was largely this last which provoked the uncommon retreat of rural population (RUDBERG, 1957; NORLING 1960; HANNERBERG 1957).

Hundreds of dwellings were abandoned in an area of tens of thousands of square miles. For so large a task both small-scale and large-scale analyses are used. The latter is based on two sample strips for which detailed data are representative of differences and similarities in abandoning; these cross northern Sweden in NW-SE orientations (Fig. 2). The smaller scale regional considerations are based on extrapolations from these strips as well as summaries of national actions and northern Swedish characteristics.

One summarization is the division of the region into four fringe of settlement zones (STONE 1962). These represent a basic concept for planning. It is the increasing degrees of both regional and local isolation as one goes inland from a coastal Inner Fringe Zone (IFZ) through a Middle Fringe Zone (MFZ) and an Outer Fringe Zone (OFZ) to, at four places along the Norwegian border, an Outermost Fringe Zone (OMFZ) (Fig. 1). Each of the zones is characterized by a distinctive combination of distributional patterns of rural residences and inter-regional and local transport lines. Both of the sample strips cross all zones at right angles to provide representative variation in degrees of isolation (Fig. 3).