

Otto Ludwig Lange

## Würzburger Botaniker arbeiten in der Wüste Negev

Das südliche Israel wird von der Negev-Wüste eingenommen, die sich über mehr als die Hälfte des ganzen Landes erstreckt. Sie ist Teil des ausgedehnten saharo-indischen Wüstengürtels, der von der Westküste Afrikas bis nach Indien zieht und klimatisch durch extreme Trockenheit und durch hohe Temperaturen gekennzeichnet ist. Im nördlichen, noch vom Mittelmeer beeinflussten Bereich treten im Negev steppenartige Pflanzenformationen auf; weiter südlich wird die Vegetation immer spärlicher, und nur noch in den Wadis, den Trockentälern, finden einige Spezialisten unter den höheren Pflanzen in hartem Existenzkampf kümmerliche Wuchsbedingungen. So eindrucksvoll schön, oft phantastisch anmutend die Negev-Landschaft für den Reisenden ist, so interessant sie sich dem Geologen, dem Geomorphologen oder dem Biologen offenbart – wirtschaftlich gesehen ist sie, abgesehen von einigen Bodenschätzen, totes Kapital. Bei Niederschlägen unter 100 mm im Jahr ist an normale landwirtschaftliche Kultur nicht mehr zu denken, und Weidenutzung durch Viehherden der Nomaden ist wenig lohnend. Mit allen Mitteln wird daher von Israel versucht, im Negev neue wirtschaftliche Quellen zu erschlie-

ßen, und das große Ziel ist, zumindest Teile des Gebietes auch der Landwirtschaft nutzbar zu machen. Man müßte sagen, wieder nutzbar zu machen, denn hierfür gibt es überraschenderweise Vorbilder aus vergangenen Jahrhunderten.

### Landwirtschaft im Negev vor Christi

Zur Zeit der Könige von Juda, im 10. bis 6. Jahrhundert vor Christi, war der Negev dicht besiedelt, von Wegen durchzogen und mit Festungen besetzt. Im Alten Testament, im Zweiten Buch der Chronik, heißt es von König Usia, dem Beherrscher des Negev »Er baute auch Türme in der Wüste und grub viele Brunnen; denn er hatte viel Vieh, sowohl in den Auen als auf den Ebenen, auch Ackerleute und Weingärtner an den Bergen und am Karmel; denn er hatte Lust zum Ackerwerk«. Ackerbau in der heutigen Wüste! Die israelische Besiedlung des Negev währte bis etwa 700 bis 600 vor Christi, dann war das Gebiet wieder verlassen. Erst Jahrhunderte später erlebte es eine zweite Blütezeit, als der süd-arabische Stamm der Nabatäer im zentralen Negev sesshaft wurde. Als Händler beherrschten sie die Karawanenwege, die von den Häfen Südarabiens bis an das Mittelmeer führten. Durch Befestigungen an den wichtigsten Kreuzungspunkten beschützten sie ihre Straßen. Aus diesen Stützpunkten entwickelten sich Städte, die nach der Unterwerfung des Nabatäer-Reiches durch die Römer weiter fortbestanden. So waren die Wüstenstädte Avdat und Shivta entstanden, die erst nach der Eroberung des Negev durch die Araber wieder versanken.

Mit Staunen durchstreift man heute die Ruinen dieser Siedlungen. Sie boten einmal Tausenden von Menschen Wohnung – wo aber lagen ihre Nahrungsquellen? Die Forschung ergab, daß die Einwohner Landwirtschaft in der Umgebung ihrer Städte betrieben haben. In der Hauptsache benutzten sie das Prinzip der »Sturzwasserfarmen«. Der zentrale Negev ist ein Hochland, von vielen kleinen und großen Trockentälern zer-

schnitten, in denen bei den seltenen Regenfällen im Winter das Wasser als Sturzflut für wenige Stunden zusammenläuft. Diese Wassermengen wurden ausgenutzt. Durch Wall-, Graben- und Kanalsysteme wurde das ablaufende Wasser an den Hängen aufgefangen und in kunstvollen Systemen auf das Ackerland in den Talsohlen der Wadis (Trockentäler) geleitet. Jede Farmparzelle besaß ein Wassereinzugsgebiet, das etwa 20mal so groß war wie die eigentliche Anbaufläche. Wenn man annimmt, daß es gelang, ein Viertel des kostbaren Regenwassers an den Hängen abzufangen, so erhielt jede Parzelle sechsmal so viel Wasser wie ohne Zuleitung. Das reichte aus, um landwirtschaftliche Kulturen zu betreiben. Auf Schritt und Tritt erkennt man auch heute noch – einmal auf sie aufmerksam geworden – als Zeugen die Reste dieser alten Landwirtschaft im zentralen Negev: terrassierte Wadis, Ableitungskanäle und Steinmauern.

### Die gelungenen Experimente von Professor Evenari

Professor Dr. M. Evenari, Leiter des Botanischen Instituts der Hebräischen Universität Jerusalem, klärte mit seiner Arbeitsgruppe die Wirkungsweise dieser uralten Landwirtschaft mit all ihren agronomischen Konsequenzen und kulturhistorischen Verflechtungen auf. Ich folge hier seinen Veröffentlichungen, seinen unvergeßlichen Führungen und Demonstrationen im Gelände. Als letztes Glied in seiner Beweiskette rekonstruierte er 1959/60 zwei der Farmen, bei Shivta und bei Avdat. Heute gedeihen dort Feldfrüchte wie Gerste, Weizen, Erbsen und liefern beste Erträge. Spargel und Artischocken werden ungewöhnlich gut, und Aprikosen, Mandeln, Pfirsiche und Pistazien bringen vielversprechende Ernten. Wissenschaftlicher Scharfsinn fand damit eine Krönung. Zugleich eröffnet sich die Möglichkeit, diese Form der Landwirtschaft nach moderner Rationalisierung und wissenschaftlicher Fundierung weiter zu beleben und damit ungenutzte Wüstenlandstriche zu kultivieren. Eine Fülle von

agronomischen und botanischen Problemen wird bei Verfolgung dieses Zielles aufgeworfen, deren wissenschaftliche Bearbeitung sowohl für die Praxis als auch vom theoretischen Gesichtspunkt her von Interesse ist. Es ergeben sich reizvolle Fragen für Botaniker, die sich mit den Existenzmöglichkeiten der Pflanzen unter extremen klimatischen Verhältnissen beschäftigen – dem Hauptarbeitsgebiet des Botanischen Instituts II der Universität Würzburg.

#### Unsere Ziele und unsere Arbeit im Negev

Der seit einigen Jahren zwischen Professor Evenari und mir bestehende enge fachliche Kontakt führte zum Plan einer Zusammenarbeit im Negev. Zwei Jahre dauerten die Vorbereitungen für die Untersuchungen, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in großzügiger Weise finanziert wurden. Im August vergangenen Jahres brach eine Gruppe von Würzburger und Münchner Botanikern in den Negev auf. Außer mir waren an der Unternehmung Privatdozent Dr. W. Koch, Diplom-Forstwirt E. D. Schulze und zeitweilig Diplom-Forstwirt B. von Droste zu Hülshoff beteiligt. Außerdem halfen uns Studenten, die sich als Vo-

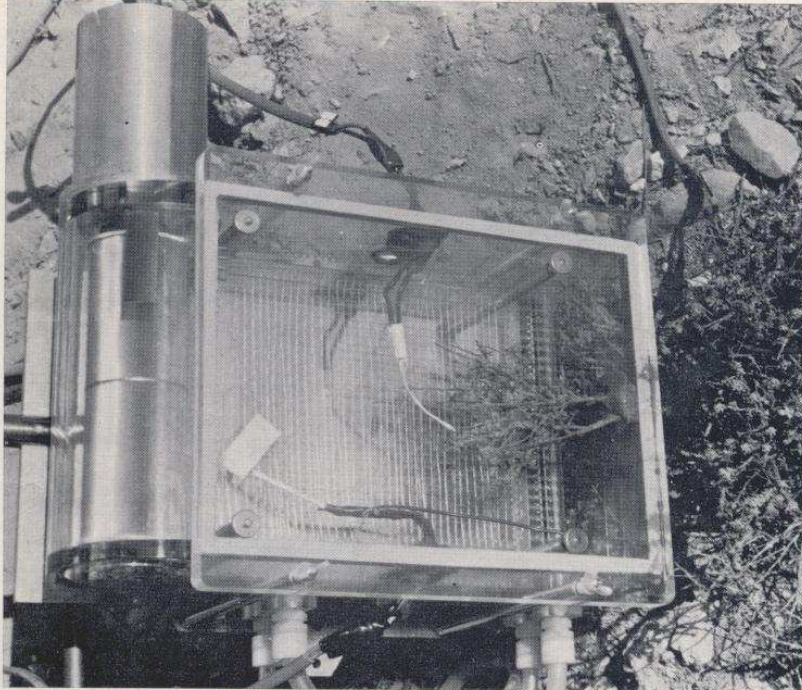
lontäre in Israel aufhielten. Wir fuhren mit einem Unimog-Fahrzeug und einem Laboranhänger. Mehr als 60 Zentner wog unsere apparative Ausrüstung. Wir erreichten Mitte August die Versuchsfarm Avdat. Für acht Wochen stand nun unser Meßwagen am Fuße des Berges, der von den Ruinen der Wüstenstadt gekrönt wird, und unser »Labor« war der Negev mit den Kulturen der Farm (Abb. 1). Ziel der Untersuchungen war, das Verhalten und die Reaktionen der Pflanzen am Ende der sommerlichen Trockenperiode zu analysieren, wenn sie unter größtem Wassermangel leiden. Wir wollten zunächst die Wildpflanzen der Umgebung untersuchen, die sich im Laufe ihrer Stammesgeschichte an die extremen Bedingungen des Wüstenstandortes anpassen konnten. Danach war ihr Verhalten mit dem Verhalten der Kulturpflanzen der Sturzwasserfarm zu vergleichen, die Fremdlinge im Wüstenklima sind.

Zwei Prozesse sind es vor allem, deren Verfolgung Einblicke in den Zustand einer Pflanze an ihrem Standort geben kann. Die Kohlendioxid-Aufnahme (Photosynthese) entscheidet über die Stoffbilanz und bildet die Grundlagen für

Wachstum und Ertrag. Die Wasserdampfabgabe (Transpiration) ist das wichtigste Glied im Wasserhaushalt der Pflanzen, der am ariden Wuchs-ort über ihre Existenzmöglichkeit bestimmt. Beide Gaswechselfvorgänge sollten in Avdat an den verschiedenen Pflanzentypen messend verfolgt werden. Die besondere Schwierigkeit bei derartigen ökologischen Untersuchungen liegt darin, daß die Messungen vorgenommen werden müssen, ohne die Pflanzen zu beeinflussen; nur so läßt sich ihr natürliches Verhalten erfassen. Erst in den letzten Jahren hat die moderne Klimatisierungs- und Regeltechnik hierzu die erforderlichen Möglichkeiten geschaffen. In Zusammenarbeit mit der Firma Siemens waren Kleinklimakammern entwickelt worden, in die im Freiland nicht von den Pflanzen abgetrennte Äste eingeführt werden (Abb. 2). Die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit im Innern der transparenten Kammer werden nach den jeweiligen Außenbedingungen geregelt, so daß sich der Ast trotz des Ein-

*Das Feldlaboratorium am Rande der Versuchsfarm unterhalb der Ruinen der alten Stadt Avdat (oben links).*





Der Ast eines Wüstenstrauches ist zur Messung seines Gaswechsels in eine klimatisierte Plexiglas-Küvette eingeschlossen.

schluss weiterhin unter den gleichen Verhältnissen befindet wie draußen. Durch die Kammer wird ein Luftstrom gesaugt, der im Ultrarotabsorptionsschreiber auf seinen  $\text{CO}_2$ -Gehalt hin analysiert wird und so den photosynthetischen Gaswechsel des Astes registriert. Parallel dazu werden mit winzigen Sonden die Blattemperaturen thermoelektrisch verfolgt, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht, Strahlung und Luftbewegung am Standort der Pflanzen laufend gemessen. Abb. 3 zeigt Pflanzenkammern bei der Arbeit an Aprikosenbäumen der Sturzwasserfarm. Kabel und Schlauchleitungen führen von ihnen in den Laborwagen, in dem die Analysengeräte stehen und in dem Registriergeräte alle Meßwerte aufzeichnen. Bis zu sechs derartiger Gaswechselkammern betrieben wir nebeneinander, und wie eine Spinne im Netz stand unser

Laborwagen inmitten der vielen Leitungen. Die Installation und Bedienung einer solchen komplizierten Apparatur bei Hitze, Trockenheit und Staubstürmen ist häufig mit nicht geringen Strapazen und technischen Schwierigkeiten verbunden. Aber das macht gerade den besonderen Reiz der ökologischen Freilandarbeit aus: trotz ungewöhnlicher äußerer Bedingungen doch exakte Untersuchungen zu bewerkstelligen.

#### Die Auswertung unserer Messungen

Der Ertrag unserer Arbeitsperiode im Negev liegt – neben vielen Einzelbeobachtungen – in Form von mehr als fünf Millionen einzelner Meßpunkte auf den Registrierstreifen unserer Schreiber vor – ein großes Material, das zur Zeit ausgewertet wird. Nach und nach schälen sich die einzelnen Ergebnisse heraus. Eine Reihe von Wildpflanzen z. B., meist stark salzhaltige Zwergsträucher mit fleischigen Blättern oder Sproßabschnitten, weisen auch am Ende der Trockenzeit den ganzen Tageslauf über noch eine ausgeglichene positive

Stoffbilanz auf. Das widerlegt die früher oft postulierte Theorie einer sommerlichen Trockenstarre der Wüstenvegetation. Durch ausgleichende Reduktion der transpirierenden Oberfläche und durch ökonomische Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Wassers mit Hilfe besonderer anatomischer Einrichtungen – Erscheinungen, die durch Evenari, Orshan und Koller eingehend studiert worden sind – gelingt es diesen Pflanzen, ihren Wasserhaushalt den ganzen Sommer über zu stabilisieren. Eine ganz besondere Form pflanzlicher Anpassung an das Leben am Wüstenstandort repräsentieren die Flechten, die im zentralen Negev bis in den Sinai hinein auf Erde und Gestein vorkommen. Sie sind in der Lage, die Befeuchtung durch Taubenetzung oder sogar nur durch nächtlich hohe Luftfeuchtigkeit zur Stoffwechselaktivität für das Wachstum auszunutzen.

Mit besonderer Spannung sehen wir aber den Resultaten an den Kulturpflanzen entgegen. In welchem Stoffwechselphysiologischen Zustand befinden sie sich, nachdem sie neun Monate lang keinen Regentropfen mehr erhalten haben und seit dieser Zeit von den Wasservorräten im Boden leben müssen, die von der letzten Sturzflut stammen? Es zeigt sich beispielsweise, daß die Aprikosenbäume der Versuchsfarm (Abb. 3) im August so stark unter Wassermangel leiden, daß sie tagsüber nur noch wenige Stunden mit positiver Bilanz assimilieren können. Allein in den frühen Morgenstunden und am Spätnachmittag, wenn die Verdunstungskraft der Atmosphäre nicht sehr hoch ist, nehmen sie Kohlendioxyd auf. Die längste Zeit des Tages sind sie dazu nicht mehr in der Lage. Die ungünstige Wasserbilanz macht eine Schließung der Spaltöffnungen (Stomata), der winzigen Poren in den Blättern, notwendig. Offenbar kommt den Blattemperaturen eine besondere Rolle als Schaltrelais für die Regelung der Spaltöffnungsweite zu. Sobald sich in den frühen Vormittagsstunden die Temperaturen erhöhen, wird die Pflanze dadurch vor der Gefahr zu starken Was-

serverlustes »gewarnt«; und es verschließen sich die Stomata, die als Diffusionswiderstand sowohl die Transpiration als auch die Kohlendioxidaufnahme begrenzen. Im Wurzelboden der Aprikenplantage wird – wie auch an vielen anderen Stellen der Farm – von Professor Evenari und seinen Mitarbeitern der Wassergehalt des Bodens nach der Methode der Neutronenrückstreuung Woche für Woche verfolgt. Es wird genau registriert, wieviel Wasser jedem Versuchsbaum nach den winterlichen Fluten zur Verfügung steht und welche Mengen von den Pflanzen entnommen oder durch Verdunstung von der Bodenoberfläche abgegeben worden sind. Unsere Messungen lassen nun Aussagen darüber zu, wie sich die Wasserverarmung auf den Stoffhaushalt der Bäume ausgewirkt hat. Ziel der Bewirtschaftung der Farm muß es sein, mit wenig Wasser möglichst hohe Erträge und möglichst gutes Wachstum zu erreichen. Die Wildpflanzen vermögen mit der ihnen zur Verfügung stehenden Wasserreserve durch sehr empfindliche Reaktionen hauszuhalten. Bei den stand-

ortsfremden Kulturgewächsen kann der Mensch durch Zuteilung der Menge des winterlichen Flutwassers regulierend eingreifen, wenn er weiß, bis zu welcher Wasserverarmung die Pflanze Stoffaufbau zu leisten vermag. Er kann so erreichen, daß das vorhandene Wasser von den weniger plastischen Kulturpflanzensystemen möglichst ökonomisch ausgenutzt wird, daß es nicht nutzlos verschwendet wird, daß aber auch nicht Stoffwechselschädigungen durch zu starke Trocknung auftreten. Die Messungen von Photosyntheseaktivität und Transpirationsintensität werden dazu Kriterien liefern.

#### **Was wir von unseren Arbeiten erhoffen**

Nach der endgültigen Ausarbeitung werden wir unsere Resultate mit den israelischen Kollegen diskutieren und gemeinsam unter Einbeziehung ihrer Erfahrungen deuten. Die Synthese wird dann für die Praxis der Farmbewirtschaftung genutzt werden. Die Erkenntnisse aus unseren Untersuchungen sollen so beitragen, das Wissen über die Existenzmöglichkeiten von Pflanzen an trockenen

Standorten zu vertiefen – und sie sollen mithelfen, die Sturzwasserkulturen im Negev besser zu verstehen und ertragreicher zu gestalten. Um die Untersuchungen abzurunden und um die notwendigen Vergleichsmaßstäbe für unsere Messungen zu schaffen, wird es erforderlich sein, sie nicht nur auf die Trockenzeit zu beschränken, sondern auch den voll aktiven Zustand der gleichen Pflanzen zu erfassen. Für eines der nächsten Frühjahre wird daher zu einer zweiten Expedition in den Negev gerüstet.

*Sonderdruck aus Würzburg – 68  
Heft 6 – 1968  
Zeitschrift für Kultur und Wirtschaft  
Verlag Fränkische Gesellschaftsdruckerei GmbH  
Würzburg – Printed in Germany*

*Messungen an den Aprikenbäumen der Sturzwasserfarm.*

