

In den Fussstapfen der Nabatäer = Sur les traces des Nabatéens = Following in the footsteps of the Nabataeans

Autor(en): **Schäfer, Christine**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Anthos : Zeitschrift für Landschaftsarchitektur = Une revue pour le paysage**

Band (Jahr): **23 (1984)**

Heft 3: **Landschaftspflege in Entwicklungsgebieten = Entretien du paysage dans les régions de développement = Landscape preservation in developing regions**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-135831>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

In den Fussstapfen der Nabatäer

Natürliche Bewässerung in der Negev-wüste/Israel

Christine Schäfer, Landschaftsarchitektin, Offenbach a. M. und Ramat-Gan, Israel

Sur les traces des Nabatéens

Irrigation naturelle dans le désert du Néguev/Israël

Christine Schäfer, architecte-paysagiste, Offenbach/M. et Ramat-Gan/Israël

Following in the Footsteps of the Nabataeans

Natural irrigation in the Negev desert, Israel

Christine Schäfer, landscape architect, Offenbach/M., West Germany and Ramat-Gan, Israel

Israel – ein Wüstenland

Mit dem Wort Wüste oder Einöde verbindet man gewöhnlich einsame, dürre und trostlose Landschaften, die durch den Wassermangel jeglichen Lebens entbehren. Man vergisst jedoch meistens, welche Faszination die oft bizarre Wüstenlandschaft auf den Menschen ausübt, welche wichtigen Lebensräume sie birgt und durch welche geheimnisvolle Mittel sich die Wildvegetation zu ihrer Existenzberechtigung verhilft und Dürre und Trockenheit überwindet, um im Frühjahr auch den ödesten Landstrichen grüne Lebenspracht abzurufen.

In Israel, wie auch in anderen «Wüstenländern» (etwa zwei Drittel der Landfläche Israels ist Wüste und für die insgesamt fast 4 Millionen Menschen unbewohnbar oder nur unter bestimmten Umständen besiedlungsfähig), besteht die Notwendigkeit, die wachsende Bevölkerung wie auch die damit verbundenen Lebenseinrichtungen in die Wüstenteile des Landes umzusiedeln. Um Menschenleben in Wüstenräumen zu ermöglichen, ist eine funktionierende Landwirtschaft und ausreichende Grünversorgung unumgänglich, das heisst, es muss eine den Bedürfnissen der Pflanzen gerecht werdende Wasserversorgung ge-

Israël – une terre désertique

Le mot désert crée habituellement l'image de paysage retirés, secs et désolés qui sont dépourvus de toute vie à cause du manque d'eau. Toutefois on oublie la plupart du temps quelle fascination exercent sur les hommes ces paysages désertiques souvent bizarres, quels espaces vitaux ils renferment et par quels moyens mystérieux la végétation sauvage défend son droit à l'existence et surmonte la sécheresse pour arracher au printemps une magnificence verte même dans les régions les plus désolées.

En Israël, comme en d'autres pays désertiques (les deux tiers environ de la superficie d'Israël sont des déserts et inhabitables ou colonisables seulement sous certaines conditions par les presque 4 millions d'habitants), il est nécessaire de transplanter la population croissante comme les équipements vitaux qui s'y rattachent dans les régions désertiques du pays. Pour rendre possible l'existence humaine dans le désert, il est indispensable d'avoir une agriculture fonctionnelle et suffisamment de verdure, c'est à dire qu'il faut garantir une alimentation en eau satisfaisant aux besoins des plantes.

Israel—a desert country

When one hears the word desert or wilderness, one usually thinks of lonely, arid and desolate landscapes, devoid of any life owing to the lack of water. One generally tends to forget, however, what fascination the often bizarre desert landscape has for men, what important habitats it contains, and by what mysterious means the wild vegetation achieves its right to exist, overcoming barrenness and drought, so that even the bleakest stretches of landscape burst into luxuriant green in spring.

In Israel, as also in other "desert countries" (about two thirds of Israel's total area is desert, and thus uninhabitable, or only capable of being colonized under certain circumstances for the almost four million population), there is a need to resettle the growing population, and thus also the services necessary for living, in the desert areas of the country. In order to make life possible for humans in the desert regions, it is absolutely vital to have a functioning agriculture and adequate supply of green, i.e. there must be a supply of water adequate to the needs of the plants.

The main problem for desert plants is the acute shortage of water, because owing to

Feldereinheiten der Avdat-Farm, am Fusse der antiken Nabatäerstadt Avdat gelegen (Ruinen entlang des Bergrückens). Die Terrassenmauern und Trennwälle sind deutlich erkennbar.

Champs de la ferme Avdat situés au pied de l'antique cité nabatéenne Avdat (ruines le long de la crête de la montagne). On reconnaît clairement les murs des terrasses et de séparation.

Field plots on Avdat Farm situated at the foot of the ancient Nabataean city of Avdat (ruins along the mountain ridge). The terrace retaining walls and dividing walls can be clearly recognized.



währleistet werden. Das Hauptproblem der Wüstenpflanze ist der akute Wassermangel, denn durch die seltenen und vor allem sehr unregelmässigen Regenfälle muss die Vegetation auf ausgedehnte Trockenperioden wie auch auf sporadische Nässe bei Regenfluten eingestellt werden, wobei durch das Auftreten hoher Temperaturen und extremer Salinität diese Anpassungsversuche erheblich erschwert werden.

Gerade die Wüste ist eines der empfindlichsten Ökosysteme der Welt und darum besonders schützenswert. Jedes kleinste Wasservorkommen stellt einen Lebensraum für sich dar. Mensch und Tier haben die Fähigkeit, dem heissen und trockenen Wüstenklima durch besondere Schutzmassnahmen oder Flucht zu entgehen, Pflanzen hingegen sind an ihren Standort gefesselt und dadurch konstant den extremen Umweltbedingungen der Wüste ausgesetzt. Dies fördert die Fähigkeit der natürlichen Anpassung, wobei die Mechanismen und Anpassungsorgane je nach Extremum der Aussenbedingungen variabler und spezifischer ausgebildet werden.

Mit der Entwicklung und dem Fortschritt werden Wege begangen, die zwar modern und technisch ausgereift, doch oft nicht ethisch durchdacht sind. Die Umgestaltung der Wüste ist dem Menschen wichtiger als ihre Erhaltung. Deshalb muss auch der kleinste Eingriff in das bestehende Ökosystem sehr sorgfältig überlegt werden, denn er kann unter Umständen zehn oder gar Hunderte von Jahren seine Spuren hinterlassen.

Künstliche Bewässerung birgt Gefahren, die, zum Beispiel durch zu häufige und hohe Wassergaben, dieses sehr seltene Ökosystem zerstören und durch ein künstlich feuchteren Klimazonen angepasstes System ersetzen, das jedoch in Wüsten auf die Dauer instabil ist.

Ein weiteres Problem der künstlichen Bewässerung ist neben der gefährlichen Hochschwemmung der Salze bei Unterflurdrainage auch die Gefahr der Überbewässerung, denn es ist erwiesen, dass bei künstlicher Beregnung bis dreimal soviel Wasser gegeben wird, wie die Pflanze eigentlich beansprucht. Die Folge sind instabile und krankheitsanfällige Pflanzen. Ausserdem ist im besonderen in Betracht zu ziehen, inwiefern die Wasserressourcen, die aus feuchteren Gegenden zur Verfügung stehen, ausreichen. In Israel sind schon sehr viele Quellen versiegt oder bis zur Erschöpfung ausgenutzt.

Doch wie kann in der wasserarmen Wüste natürliche Bewässerung erfolgen? Dazu eine kurze Erläuterung der geologischen und klimatischen Situation des Negev-Hochlandes.

Das Zentralhochland im Negev

Das zentrale Hochland im mittleren bis nördlichen Negev erstreckt sich auf Höhen von 400 bis 1000 m NN. Die Sommertemperaturen können auf bis 46 Grad ansteigen, überschreiten jedoch im Durchschnitt nicht die 35-Grad-Grenze. Die Wintertemperaturen liegen bei 0,2 Grad und unterschreiten durchschnittlich bis zu 20mal/a den Nullpunkt. Die Niederschläge fallen nur im Winter – zwischen Dezember und März – in sehr unregelmässigen Flutregen, die ungefähr 1-8mal/a mit einem Jahresdurchschnitt von 80 bis 100 mm niedergehen. Im Sommer herrscht ausgesprochene Dürre. Herbst und Frühjahr werden von

Le principal problème des plantes dans le désert est le grand manque d'eau car, à cause des rares et surtout très irrégulières chutes de pluie, la végétation doit s'accommoder de périodes de sécheresse étendues tout comme d'humidité sporadique quand des ondées arrivent. De plus, l'action des températures élevées et de la salinité extrême rendent encore plus difficiles ces tentatives d'adaptation.

Le désert est justement un des systèmes écologiques les plus sensibles du monde et donc des plus dignes d'être protégé. Chaque petite quantité d'eau représente un espace vital en soi. Par des mesures spéciales de protection ou par la fuite, l'homme et les animaux ont la possibilité d'échapper au climat sec et chaud du désert, les plantes par contre sont attachées à leur emplacement et par cela soumises de façon constante aux conditions ambiantes extrêmes du désert. Ceci favorise la capacité d'adaptation naturelle dans laquelle les mécanismes et les organes se forment de façon plus variable et spécifique selon les extrêmes des conditions extérieures.

Avec le développement et le progrès, on a ouvert des chemins qui sont modernes et mûrs du point de vue technique mais dont l'éthique n'a souvent pas été approfondie. La transformation du désert est, pour l'homme, plus importante que sa conservation. C'est pourquoi même la plus petite intervention dans le système écologique existant doit être sérieusement examinée car elle peut, selon les circonstances, laisser sa marque pendant des dizaines, voire des centaines d'années.

L'irrigation artificielle offre des dangers qui, par exemple, par des mises en eau trop fréquentes et trop fortes, détruisent ce système écologique très rare et le remplacent par une zone climatique artificielle plus humide qui toutefois, à la longue, est instable dans les déserts.

Un autre problème de l'irrigation artificielle est, à côté du dangereux rinçage des sels par le drainage souterrain, le danger d'une irrigation trop forte car il est prouvé que la pluie artificielle donne jusqu'à trois fois plus d'eau que ce dont les plantes ont vraiment besoin. Les conséquences sont des plantes instables et sensibles aux maladies. De plus, il faut prendre spécialement en considération jusqu'à quel point les ressources en eau à disposition dans les régions plus humides suffisent. En Israël, bien des sources sont déjà taries ou sont utilisées jusqu'à l'épuisement.

Comment une irrigation naturelle peut-elle se faire dans un désert pauvre en eau? Ici une petite explication de la situation géologique et climatique du massif montagneux du Néguev.

Le massif montagneux central du Néguev

Le massif montagneux central au milieu et au nord du Néguev s'élève à des altitudes de 400 à 1000 mètres. Les températures estivales peuvent s'élever jusqu'à 46°, mais en moyenne ne dépassent pas la limite des 35 degrés. Les températures hivernales varient autour de 0,2° et passent en moyenne 20 fois au dessous de point zéro. Il n'y a de précipitations qu'en hiver – entre décembre et mars – sous forme de pluies torrentielles très irrégulières qui tombent de 1 à 8 fois par année avec une moyenne annuelle de 80 à 100 mm. En été, il y a sécheresse. En automne et au printemps se produisent les «Chamsins», des vents du dé-

the rare and above all very irregular rainfall the vegetation must be adapted to long periods of drought and also to sporadic wetness in the event of rainstorms, whereby these attempts at adaptation are complicated even further by the occurrence of high temperatures and extreme salinity.

The desert is in fact one of the most sensitive ecological systems in the world and thus especially worth protecting. Even the smallest supply of water represents a habitat in its own right. Human beings and animals are capable of escaping from the hot and dry desert climate by adopting special protective measures, or by fleeing. Plants, by contrast, are tied to their location and thus subject to the extreme environmental conditions to be found in the desert. This promotes the facility of natural adaptation, by which the mechanisms and adapting organs are formed in a more varied and specific manner, depending on the extremes of the external conditions encountered.

In the course of development and progress, paths are taken which are, it is true, modern and technically mature, but which are, all too often, not thought out ethically. To humans transforming the desert is much more important than preserving it. Therefore, even the slightest interference with the existing ecological system must be considered very carefully, because it may possibly have consequences lasting for decades, or even centuries.

Artificial irrigation involves dangers which may well lead to the destruction of this very rare ecological system, for instance by supplying too much water and too often, thus replacing it by a system adapted to artificially more humid climatic zones, but one which is instable in deserts in the long term.

A further problem with artificial irrigation, apart from the dangerous washing up of salts in the soil to the surface when underground drainage is used, is also the danger of over-watering, because it has been shown that when using artificial sprinkling up to three times more water is supplied than the plant actually requires. The result is that the plants are instable and susceptible to disease. Apart from that, consideration also has to be given to whether the water resources which would be available in more humid climates are adequate here. In Israel, very many wells have already dried up, or have been exploited until they are virtually exhausted.

But how is it possible to provide natural irrigation in the arid desert? Firstly, I should like to give a brief explanation of the geological and climatic situation in the Negev highlands.

The central highlands in the Negev

The central highlands in the central and northern Negev range in height from 400 to 1000m above sea level. Summer temperatures can rise up to 46°C, but do not exceed a mean of 35°C. Winter temperatures are around 0.2°C, dropping below zero about 20 times on average. Precipitation only falls in winter—between December and March—in very irregular rainstorms, occurring about 1 to 8 times per annum, with an annual mean of 80 to 100mm. In summer there is a complete drought. Autumn and spring are characterized by very hot and dry desert winds, the "khamins".

The soil of the central highlands is mainly

«Reglandschaft» im zentralen Hochland, bedeckt mit Konglomerat oder «Wüstenpflaster». Typische Vegetation: «Artemisia herba-alba»-Büsche. In der Bildmitte der Verlauf eines Zubringerkanals der Avdat-Farm.

Paysage de «reg» dans le haut pays central, recouvert de conglomérat ou «pavé du désert». Végétation typique: buissons d'artémisia herba-alba. Au milieu de la photo, le cours d'un canal d'alimentation de la ferme Avdat.

Stony desert in the central highlands, covered with conglomerate or "desert paving stones". Typical vegetation Artemisia herba-alba bushes. In the centre of the picture, the course of a supply channel to Avdat Farm.



sehr heißen und trockenen Wüstenwinden, den «Chamsinen», heimgesucht.

Der Boden des zentralen Hochlandes ist meist alkalisch, selten Sandboden. Die Hänge sind mit Konglomeratsteinbrocken, dem sogenannten «Wüstenpflaster», bedeckt und somit für Pflanzenwachstum ungeeignet. Die Wadibetten und Flutebenen hingegen, die im Winter die durch die Flutregen entstandenen Wassermassen transportieren, enthalten feinkörnigen und äusserst fruchtbaren Lössboden, dem zur landwirtschaftlichen Nutzung nur ausreichend Wasser fehlt.

Der Lössboden hat die Eigenschaft, beim Feuchtwerden eine glatte und feste Kruste zu bilden, und zwar durch die Berührung der Diffusionszonen der Regentropfen auf dem trockenen Boden. Die Aggregatstruktur des Lösses wird zerstört, und die Partikel kleben zusammen. In diesem Augenblick beginnt das Wasser auf der glatten Oberfläche die Hänge herabzufließen, sich zu immer grösseren Bächen zu formen, um, in den Wadis gesammelt, schliesslich als Sturzfluten abzuströmen. Das Sturzwasser oder «Runoff» ist also durch die Abflussfähigkeit des Wassers auf dem krustenformenden Löss gekennzeichnet.

Geschichte

Im Negev findet man auf ungefähr 200 000 ha des zentralen Hochlandes Spuren antiker Landwirtschaft, obwohl man bislang annahm, dass die Niederschlagsmengen von durchschnittlich 100 mm/a unzureichend für jegliche Art der Kultivierung seien.

Die Relikte von Farmen, deren Lage streng auf Wadis und Flutebenen beschränkt war, also Gebiete, in denen der im Negev so typische Lössboden 2 bis 3 m dick ansteht und somit genug Wasser für Trockenzeiten aufzunehmen und zu speichern vermag, veranlassten zu der Annahme, dass die antiken Negev-Bewohner durch die genaue Beobachtung der Sturzfluten in der Regenzeit den dabei entstehenden Wasserüberschuss zur Landwirtschaft nutzen konnten.

Dies geht vor allem auf die Nabatäer zurück, ein Volk, das wahrscheinlich im 3. Jahrhundert vor Christus von der arabischen Halbinsel in ganz Kleinasien einwanderte. Dieses Handelsvolk baute an den Kreuzungen seiner im ganzen Nahen Osten verteilten Handelsstrassen grosse Stützpunkte (zum Beispiel die Felsenstadt Petra in Jordanien). Durch einfache Systeme unterhielten sie Landwirtschaft im

sert très chauds et secs. Le sol du massif montagneux central est surtout alcalin, rarement sablonneux. Les pentes sont couvertes de fragments de conglomérat qu'on appelle «pavé du désert» et donc impropres à la croissance de végétaux. Par contre, les lits des wadis et les fonds plats qui transportent les masses d'eau amenées par les pluies torrentielles contiennent un sol limoneux à grains fins très fertile auquel ne manque que de l'eau pour pouvoir être utilisé en agriculture.

Le sol limoneux a la propriété quand il est humide de former une croûte solide et lisse, conséquence du contact des zones de diffusion des gouttes de pluie sur le sol sec. La structure en agrégat du limon est détruite et les particules se collent. A ce moment, l'eau commence à couler sur la surface lisse des pentes, formant des ruisseaux toujours plus importants pour enfin, rassemblés dans les wadis, s'écouler en torrents. Le torrent d'eau (ou «runoff») est donc caractérisé par la capacité d'écoulement de l'eau sur le limon formé en croûte.

Histoire

Au Néguev, on trouve sur environ 200 000 ha du massif montagneux central des traces d'une agriculture ancienne, bien que jusqu'ici on ait admis que des précipitations de 100 mm/année en moyenne soient insuffisantes pour n'importe quelle sorte de culture.

Les restes de fermes dont la situation était strictement limitée aux wadis et aux fonds de vallées – donc des régions si typiques du Néguev dont le sol limoneux a deux à trois d'épaisseur et peut donc emmagasiner suffisamment d'eau pour les temps secs – a amené à croire que les anciens habitants du Néguev pouvaient utiliser pour l'agriculture les surplus d'eau provenant des torrents de la saison des pluies qu'ils avaient bien observés.

Ceci remonte surtout aux Nabatéens, un peuple qui s'installa probablement au troisième siècle avant J.C. dans la région en venant de la presqu'île d'Arabie. Ce peuple de marchands construisit aux croisements de ses routes commerciales réparties dans tout le proche orient de grands points d'appui (par exemple la ville de Petra construite sur un rocher en Jordanie). Par des systèmes simples, ils gardèrent l'agriculture dans un cadre modeste. Après leur asservissement par les Romains, leurs routes commerciales furent coupées et l'agriculture devint l'occupation principale. Au début du règne byzantin, sous l'empe-

alkaline, rarely sandy. The slopes are covered with conglomerate, the so called "desert paving stone", and are thus unsuitable for plant growth. The wadi beds and flood plains, on the other hand, which transport the masses of water occurring in winter as a result of the rainstorms, contain fine-grained and extremely fertile loess soils which only lack water for agricultural use.

When it becomes wet, loess soil has the characteristic of forming a smooth, firm crust, namely as a result of coming into contact with the diffusion zones of the rain drops on the dry soil. The aggregate structure of the loess is destroyed, and the particles stick together. It is then that the water begins to flow down the slopes on the smooth surface, then combining to form bigger and bigger streams, gathering in the wadis, and then flowing away as flash floods. The flash flood or "run off" is thus characterized by the ability of water to flow away on crust forming on the loess soil.

History

In the Negev traces of ancient agriculture are to be found over an area of some 200 000 ha of the central highlands, although it had been assumed up to now that a mean annual precipitation of 100 mm was insufficient for any kind of cultivation.

The traces of farms, located only in wadis and flood plains, thus areas in which the loess soils so typical for the Negev are to be found in thicknesses of 2–3 m, that being sufficient to absorb and store sufficient water for the drought periods, led to the conclusion that the ancient inhabitants of the Negev had been able to make use of the water surplus occurring in the rainy period for agricultural purposes by keeping a close watch on the flash floods.

This is particularly true of the Nabataeans, a people which probably migrated from the Arabian Peninsula into the whole of Asia Minor in the third century B.C. This trading people built large bases at the crossings of its trade routes which extended over the whole of the Near East (e.g. the city of Petra, cut into the cliffs, in Jordan). They kept agriculture on a small scale by means of simple systems. After they were subjugated by the Romans, their trade routes were cut off, and thus agriculture became their main interest. At the beginning of the Byzantine Empire under the Emperor Constantine, the agricultural system was improved by carefully thought out systems. The Byzantines succeeded in bringing the Negev to full blossom thanks to their in-

kleinen Rahmen. Nach der Unterwerfung durch die Römer wurden ihre Handelswege abgeschnitten; somit wurde die Landwirtschaft zum Schwerpunkt. Mit Beginn des byzantinischen Reiches unter Kaiser Konstantin wurde die Landwirtschaft durch durchdachte Systeme bereichert. Die Byzantiner verstanden es, durch ausgefeiltes technisches Wissen den Negev zur Hochblüte zu bringen.

Nach etwa 800 bis 900 Jahren wurde der Negev-Landwirtschaft durch die arabische Eroberung ein Ende bereitet.

Bewässerungssysteme

Die Sturzwasserlandwirtschaft, auch als «Runoff-Farming» bezeichnet, basiert auf drei wesentlichen Schritten der Wassersammlung und -rückhaltung: Die primitivste Form ist die *Wadi-Terrassierung*, die heute noch von den Beduinenstämmen erfolgreich angewendet wird. Leicht abfallende Wadis wurden in ihrem ganzen Lauf durch 60 bis 80 cm hohe Steinwälle in terrassenartige Segmente aufgeteilt, das heisst, das ganze Wadi wurde abgetreppet, so dass das abfließende Wasser an den Mauern gestaut wurde, den Boden durchtränken konnte und das überschüssige Wasser in die nächsttiefer gelegene Terrasse abgeleitet wurde. Die Staufflächen wurden nach dem Beispiel der Löcher und Senken der Wüste, die durch die vermehrte Wasseraufnahme im Vergleich zu ihrer Umgebung bessere Möglichkeiten zur Pflanzenansiedlung bieten, bepflanzt. Diesen Sammeleffekt nutzt man heute aus, um mit möglichst geringen Mitteln kleine Haine inmitten der Wüste aufzuforsten: Eine schwach geneigte Fläche wird an ihrem Tiefpunkt von einem kleinen Erdwall eingefasst, der das Abflusswasser auffängt und staut. Das Wasser sickert ein und wird somit für Vegetationszwecke zur Verfügung gehalten. Diese «Limane» spenden Schatten und Kühle für Mensch und Tier. Ein fortschrittlicheres System ist das *Verteilersystem*. Während die Wadi-Terrassierung nur im kleinen durchgeführt werden konnte, legte man beim Ablenkungsverfahren aufwendige Konstruktionen abseits eines Hauptwadis an, das mehr Wasser transportiert als ein Nebenwadi. Um den Druck des anströmenden Wassers von den Feldern fernzuhalten, wurde das Wasser an einem hohen Damm gestaut, durch den sogenannten Verteilerkanal geleitet und in das grossflächig angelegte, terrassierte Feldersystem neben dem Wadi eingeleitet. Das Überschusswasser wurde schliesslich ins Wadi zurückgeführt. Der Nachteil gegenüber der Terrassierung besteht in der Strudelbildung am Damm und dem eventuell folgenden Dammbruch und dem Aufbauen von Lösswänden durch angeschwemmte Tonsedimente sowie dem hohen Bauaufwand.

Alle Systeme werden von grossen Zisternen begleitet, die entweder als tiefe Öffnungen in den Boden oder als säulengestützte Hallen seitlich in den Felsen eingehauen waren und jeweils von dem Hangabflusswasser bei Fluten gefüllt werden. Ursprünglich galten solche Staubecken der Wasserversorgung von Dorfgemeinden und Herden, in trockenen Jahren wurde aber auch Wasser in die Felder eingeleitet.

Die praktischste Methode ist das heute wieder im Aufbau begriffene System der *Sturzwasserfarmen*. Aus den vorher terrassierten Wadis haben sich Farmeinheiten

Constantin, l'agriculture fut enrichie par des systèmes plus élaborés. Les Byzantins ont su, grâce à leurs connaissances techniques, amener la prospérité au Négev.

Après environ 800–900 ans, la conquête arabe mit fin à l'agriculture du Négev.

Systèmes d'irrigation

L'agriculture des torrents connue aussi sous le nom de «Runoff-farming» se base sur trois stades importants du rassemblement et de la conservation des eaux. La forme la plus primitive est la *terrassage des wadis* qui est aujourd'hui encore appliquée avec succès par les tribus bédouines. Les wadis en pente douce sont partagés sur tout leur cours en segments formant des terrasses par des murs de pierres de 60 à 80 cm de hauteur, ainsi le wadi tout entier fut transformé en escalier pour que l'eau conservée derrière les murs puisse infiltrer le sol; l'excédent d'eau passait dans la terrasse inférieure. Les surfaces d'accumulation furent plantées d'après l'exemple des trous et dépressions du désert qui offrent de meilleures possibilités de culture que les terres avoisinantes car ils reçoivent plus d'eau. On utilise aujourd'hui encore cet effet collecteur pour planter de petits bosquets au milieu du désert avec des moyens très limités: Une surface légèrement en pente est entourée d'un petit mur de terre en son point le plus bas, de façon à retenir les eaux. L'eau pénètre dans le terrain et reste ainsi à disposition pour la végétation. Ces «limane» procurent ombre et fraîcheur aux hommes comme aux animaux.

Un système plus progressiste est le *système de répartition*. Tandis que le terrassage des wadis ne peut être fait qu'en petit, on a fait des constructions importantes à côté d'un wadi principal qui transporte plus d'eau qu'un secondaire, par un processus de dérivation. Afin de garder la pression des eaux courantes loin des champs, on a amassé l'eau derrière un haut barrage puis conduite par les canaux de dérivation et amenée dans le système des champs à grande surface en terrasse à côté du wadi. A la fin, l'eau en supplément était ramenée au wadi. Le désavantage par rapport au terrassement est la formation de remous près du barrage avec sa rupture éventuelle et la formation de parois de limon par les sédiments charriés ainsi que les grandes dépenses de construction.

Dans tous les systèmes, on trouve de grandes citernes qui sont soit de profondes ouvertures dans le sol ou des halles souterraines par des colonnes, creusées dans les rochers latéraux et remplies par les eaux de ruissellement lors des pluies. A l'origine, de tels bassins d'accumulation étaient prévus pour l'alimentation en eau des villages et des troupeaux, mais pendant les années sèches on amenait aussi de l'eau dans les champs.

La méthode la plus pratique est celle qui tend à se développer à nouveau aujourd'hui, le système des *fermes des eaux de ruissellement*. A partir des wadis terrassés se sont développées des fermes qui sont la plupart du temps dans les wadis ou dans les plateaux avec environnement de collines. La base d'une ferme antique sont les groupes de champs en terrasse au fond du wadi qui sont entourés d'un haut mur de pierre. A l'intérieur ou à l'extérieur de cet enclos, on trouve habituellement les ruines de bâtiments de ferme à 4 pièces avec une

genious technical knowledge. After about 800–900 years, agriculture came to an end in the Negev with the Arab conquest.

Irrigation systems

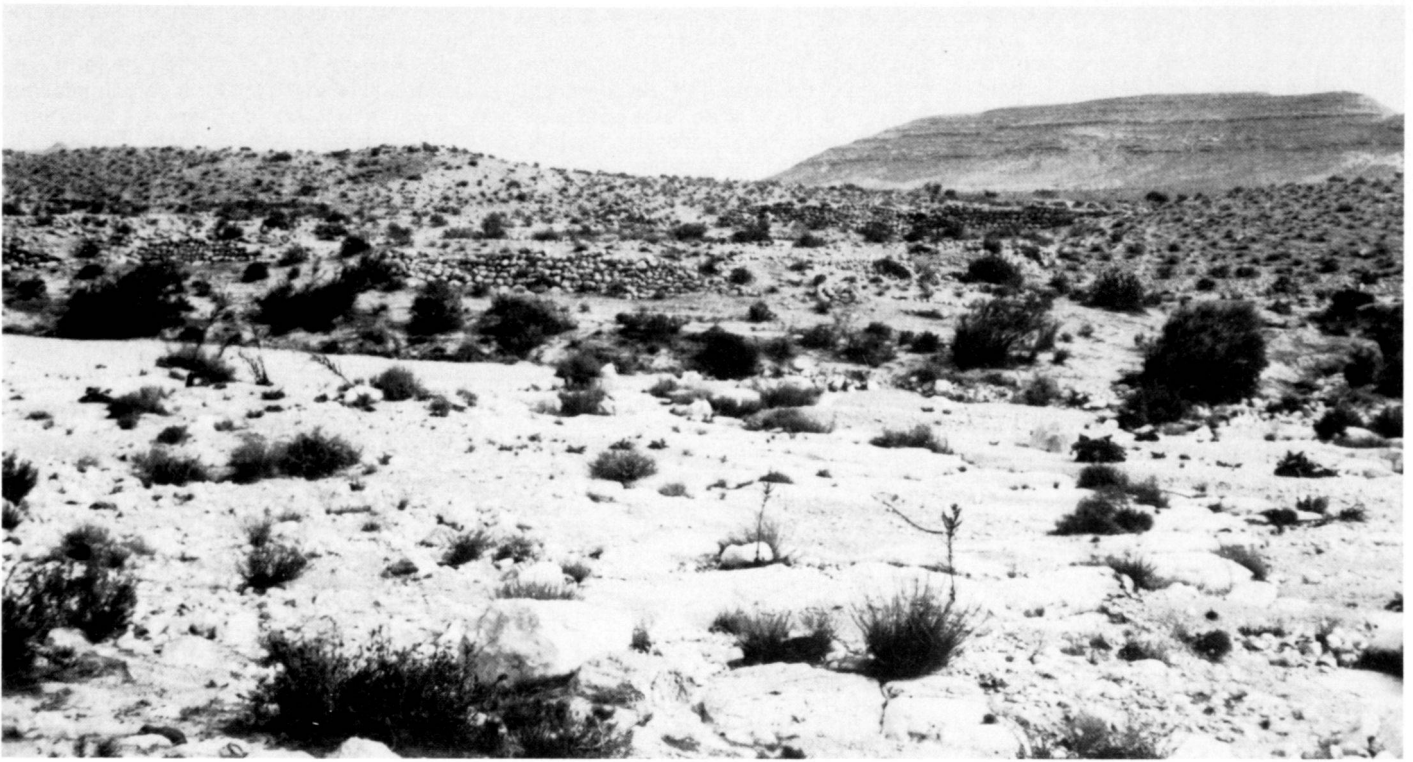
The flash flood agricultural system, also known as "runoff farming", is based on three essential stages of water collection and retention. The most primitive form is *wadi terracing* which is still successfully employed even today by the Bedouin tribes. Gently sloping wadis are divided up over the entire length by 60–80 cm high stone walls into terrace-like segments, i.e. the whole wadi was divided up into steps, so that the flow of the water is stemmed at the walls, thus enabling it to soak into the soil, and the excess water can then be led onto the next terrace down. The areas where water was dammed were planted in the same manner as around the water holes and depressions in the desert, which offer better possibilities for locating plants thanks to their increased water absorption by comparison with the surrounding area. This collecting effect is used nowadays in order to afforest small groves in the middle of the desert using as few resources as possible: A gently sloping surface is bordered at its lowest point by a small earth dam which collects and retains the water flowing down. The water seeps in and is thus available for vegetation purposes. These "limans" provide shade and coolness for humans and animals.

A more advanced system is the *diversion system*. Whereas it was only possible to carry out wadi terracing on a small scale, in the case of the diversion system, extensive constructions were erected to the side of a main wadi which would transport more water than a subsidiary wadi. In order to keep the pressure of the water flooding down away from the fields, the water was stemmed by a high dam, led through the so called diversion channel and then fed into the large-scale terraced field system adjoining the wadi. The excess water was then fed back into the wadi. The disadvantage by comparison with terracing lies in the formation of eddies at the dam, with the consequent risk of a dam burst, the formation of walls of loess through the deposits of clay sediment, and the high construction expense.

All systems are accompanied by large cisterns, which were either cut as deep openings into the ground or as halls cut into the cliffs at the side of the wadi, with columns supporting the roof, and which were filled by flood water pouring down the slopes. Originally such reservoirs were used for the water supply for village communities and herds of animals; however, in dry years, water was also led into the fields.

The most practical method, however, is the system of *flash-flood farms* which is in the course of being built up again today. Farm units, which are for the most part situated in wadis or flood plains with hilly surroundings, have been developed from the previously terraced wadis. The basis of an ancient farm were the groups of terraced fields at the bottom of the wadi which were surrounded by a high stone wall. Inside or outside this boundary wall are generally to be found the ruins of usually four-roomed farm buildings with watchtowers.

The two fundamental elements for a functioning flash flood system are a hilly catchment area and a loess or fine earth storage



Terrassenmauern eines terrassierten Wadis – wahrscheinlich aus der byzantinischen Periode stammend.
 Murs d'un oued terrassé provenant probablement de la période byzantine.
 Terrace retaining walls of a terraced wadi—probably dating from the Byzantine period.



Grosse Felszisternen in den Canyonwänden eines Wadis in der Nähe des Loewenstein-Evenari-Parkes, die heute noch, vorwiegend von Beduinen, genutzt werden.
 Grandes citernes dans les parois du canyon d'un oued proche du parc Loewenstein-Evenari, qui sont utilisées aujourd'hui encore surtout par les Bédouins.
 Large rock cisterns cut into the canyon walls of a wadi in the vicinity of the Loewenstein-Evenari Park which are still used today, mainly by the Bedouin.



Queransicht eines Zuleitungskanals, der das Flutwasser von den Hängen sammelt und aus dem Sammelgebiet in die Farmeinheiten leitet.
 Vue transversale d'un canal d'aménée qui recueille l'eau de ruissellement des pentes et les conduit vers les fermes.
 Cross-section of a supply channel which collects the flood waters from the slopes, and leads it from the collecting area to the farming units.

ten entwickelt, die meist in Wadis oder Flutebenen mit hügeliger Umgebung liegen. Die Basis einer antiken Farm sind die Gruppen terrassierter Felder am Wadi-grund, die von einem hohen Steinwall umgeben sind. Inner- oder ausserhalb dieser Einfriedung liegen gewöhnlich die Ruinen von meist vierräumigen Farmgebäuden mit Wachtürmen.

Die beiden Grundelemente für ein funktionierendes Sturzwassersystem sind ein hügeliges Einzugsgebiet und ein löss- und feinerdehaltiger Speicher- oder Sammelgrund, möglichst salzarm. Entlang der öden, wüstenpflasterbedeckten Hänge, die das Farmgebiet und die Wadis umgeben, ziehen sich lange diagonale Linien in Richtung der terrassierten Felder, die Zuleitungskanäle, die aus unbehauenen Steinen 15 cm hoch aufgeschichtet sind und das Flutwasser auffangen und der Farm zuführen. Doch nicht nur diese 10 bis 40 cm weiten Kanäle zählen zum Einzugsgebiet, sondern auch kleine benachbarte, wasserführende Wadis. Die Grösse des Einzugsgebietes steht in Relation zur Grösse des kultivierten Terrassenbereiches, um ausreichend grosse Wassermengen zu erhalten. Dabei hat sich das Verhältnis von 1:2 der Beziehung Felderbereich zu Sammelgebiet als optimal erwiesen; es treten allerdings je nach Beschaffenheit und Topographie auch Verhältnisse von 1:17 bis 1:30 auf.

Die 30 bis 40 cm hohen Terrassenmauern sind zwei- bis dreizeilig aufgemauert und an die heute wegen Reibungsherabsetzung aus Beton gefertigten Einleitungskanäle angeschlossen. Die dadurch entstehenden Terrassenfelder haben die günstigste Ausdehnung von 15 m in der Länge. In den Maueraussparungen sind verschiedene Schleusentypen angebracht, entweder Tore, Überläufe oder einfache Schieberer, heute mit einem elektronischen Niederschlags- und Flutmesser zur Kontrolle ausgestattet. Durch Öffnen und Schliessen dieser Schleusen wird der Wasserstrom in die einzelnen Felder geleitet und die Wasserhöhe reguliert. Das Wasser soll 2 bis 3 Tage in den Terrassen stehen, um schliesslich einzusickern. Das Überlaufwasser kommt dem nächsten Feld zugute, das Restwasser fliesst ins anbei gelegene Wadi ab.

Natürlich hat jene ausgesprochene Lage von wechselnder Trockenheit und Nässe auch eine ganz bestimmte Pflanzenauswahl zur Folge. Wichtig hierbei ist eine ausgesprochene Hitze- wie auch, speziell im Hochland, Frostresistenz, Windresistenz sowie Trockenheitsunempfindlichkeit, aber auch Verträglichkeit vorübergehender Vernässung. Pflanzen mit zu spät einsetzender Blüte sind ungeeignet, da Blütenansatz wie auch Frucht von der im April/Mai einsetzenden Trockenheit zerstört werden. Ausserdem muss auch die Ertragskraft zufriedenstellend sein. Unter diesen und anderen Kriterien haben sich vor allem Mandel, Pistazie, Aprikose, Pfirsich, Granatapfel und Olive als sehr gut bis gut erwiesen.

Ein Park ohne künstliche Bewässerung

Nach dem landwirtschaftlichen Erfolg der «Runoff»-Farmen übertrug man die «Runoff»-Erfahrungen auch auf ornamentale Zierpflanzung, indem man in der Flutebene nahe des Wadis Avdat eine Oase der Ruhe und Erholung anlegte, die gute Erreich-

tour de guet. Les deux éléments de base pour un système d'eaux de ruissellement qui fonctionne sont un bassin versant en collines et un terrain limoneux ou avec de la terre fine comme zone de conservation, avec le moins de sel possible. Le long des pentes pelées couvertes de pavé du désert qui entourent la zone de ferme et les wadis, de longues lignes diagonales s'étirent en direction des champs en terrasse; ce sont les canaux d'amenée formés de pierres brutes entassées sur 15 cm de hauteur qui captent l'eau de ruissellement et la conduisent à la ferme. Mais le bassin versant ne contient pas seulement ces canaux larges de 10 à 40 cm, il y a encore d'autres petits wadis voisins. La grandeur du bassin versant est en relation avec la grandeur des zones cultivées en terrasses, afin d'obtenir de l'eau en quantité suffisante. La proportion de 1:2 des champs par rapport au bassin versant s'est révélée optimale. Mais selon les conditions et la topographie, on trouve aussi des proportions de 1:17 jusqu'à 1:30.

Les murs des terrasses de 30 à 40 cm de hauteur sont maçonnés en 2 ou 3 couches et raccordés aux canaux de déversement qui sont aujourd'hui en béton pour réduire la friction. Les champs en terrasse ainsi créés ont la grandeur la plus favorable de 15 m de longueur. Dans les évidements du mur sont implantés différents types d'écluses, soit des portes, des trop-pleines ou de simples vannes de réglage aujourd'hui équipées d'un compteur électronique de précipitations et d'écoulement, pour le contrôle. Par l'ouverture et la fermeture de ces vannes, le courant est amené dans chaque champ et le niveau de l'eau réglé. L'eau doit rester deux à trois jours dans les terrasses pour finalement s'infiltrer. L'eau en trop profite au champ suivant, le reste retourne au wadi tout proche.

Naturellement, cette situation exceptionnelle de sécheresse et d'humidité alternative a pour conséquence un choix de plantes très défini. Il est important d'avoir ici une excellente résistance à la chaleur comme aussi, spécialement en altitude, une résistance au froid, au vent, une insensibilité à la sécheresse mais pouvant supporter un mouillage passager. Des plantes à floraison tardive ne conviennent pas, vu que les boutons tout comme le fruit seraient détruits par la sécheresse arrivant en avril/mai. De plus le rendement doit aussi être satisfaisant. Tenant compte de ceci et d'autres critères, les amandes, pistaches, abricots, pêches, grenades et olives se sont révélés bons à très bons.

Un parc sans irrigation artificielle

Après le succès agricole des fermes «runoff», on a transporté les expériences «runoff» aussi à la plantation ornementale en créant dans la plaine proche du Wadi Avdat une oasis de tranquillité et de repos qui peut être atteinte facilement depuis la grande route de liaison Nord-Sud. La surface est raccordée à un système de répartition et accumule l'eau dans deux terrasses, au total 1,3 ha.

Une plantation test pousse depuis 6 ans avec succès mais la création définitive du parc n'est pas encore réalisée. Dans le design, on a adapté l'utilité du système aux valeurs esthétiques, ainsi par exemple, autant que possible, tous les murs de retenue seront plantés. Au lieu des écluses simples, on a utilisé un escalier et une rampe transformée en canyon qui rend possible l'accès

or collecting surface with as little salt as possible. Along the barren, conglomerate-covered slopes surrounding the farm area and the wadis run long, diagonal lines towards the terraced fields, the feed channels which are built up 15 cm high of uncut stones and which collect the flood water and lead it to the farm. But not only these 10–40 cm wide channels are part of the catchment area, but also small neighbouring water-bearing wadis. The size of the catchment area is in relation to the size of the cultivated terrace area in order to obtain sufficiently large quantities of water. The ratio 1:2 for the relationship field area to collection area has here proved to be the optimum; admittedly, depending on the quality and topography, ratios ranging from 1:17 to 1:30 do occur.

The 30–40 cm high terrace walls are built in two to three rows and connected to the feed channels, which are nowadays constructed in concrete to reduce friction. The terraced fields produced in this manner are 15 m long in the most favourable cases. Various types of spillways have been incorporated in gaps in the walls, either gates, overflows or simple slider controls, which are nowadays equipped with an electronic precipitation and flood meter for control purposes. By opening and closing these spillways, the flow of water is led into the individual fields and the water depth regulated. The water should stand in the terraces for 2–3 days in order to finally seep in. The overflow water is led on to the next field, the remaining water flows away into the adjoining wadi.

Naturally enough, of course, this pronounced alternation of dryness and wet also results in a specific selection of plants. The important thing here is to have plants which are particularly heat-resistant, but also, especially in the highlands, frost-resistant, wind-resistant, impervious to drought, but also able to tolerate a temporary soaking. Plants which bloom too late are unsuitable, as the blossom and fruit would be destroyed by the drought starting in April/May. As well as this, the yield must be satisfactory. On the basis of these and other criteria, almonds, pistachios, apricots, peaches, pomegranates and olives in particular have proved to be very good to good.

A park without artificial irrigation

After the agricultural success of the runoff farms, the experience gained with runoff agriculture was also tried with ornamental plants, with an oasis of peace and recreation being laid out in the flood plain close to the wadi Avdat, which is readily accessible from the north-south highway. The site is connected to a diversion system, and the water is dammed on two terraces. The total area is some 1.3 ha.

A trial planting has been growing successfully for about 6 years, although the final arrangement of the park has yet to be completed. In the design features of practical use for the system were adapted to aesthetic values, thus, for instance, all dams which are to be planted as far as possible. Instead of the simple spillways, steps were used, and a ramp disguised as a canyon which provides access for vehicles needed for cultivation. All other facilities, such as picnic spots, litter fixtures, stone elements, and ornaments, and a lion sculpture in honour of the intellectual creator of the park, Prof. Evenari (Hebrew

Grosser Verteilerkanal mit Flutmessern, Schiebeschleusen aus Holz und Schlammfängen. Seine Aufgabe ist, das Flutwasser aus den Zubringerkanälen aufzunehmen und auf die Feldereinheiten und deren zugeordnete Kanäle zu verteilen.

Grand canal de distribution avec jauges d'écoulement, écluses de bois et bassins de décantation. Il est destiné à rassembler les eaux de ruissellement des canaux d'amenée et à les répartir dans les champs par les canaux qui leur sont attribués.

Large distributor channel with floodwater meters, sliding wooden sluices and silt traps. Its task is to collect the floodwater from the supply channels and distribute it to the field units and their channels.



Doppelschleuse moderner Bauart, ausgerüstet mit Flutmesser, der die Wassermenge mit Hilfe eines Kurvenschreibers feststellt.

Double écluse de construction moderne équipée d'une jauge qui relève la quantité d'eau à l'aide d'un enregistreur graphique.

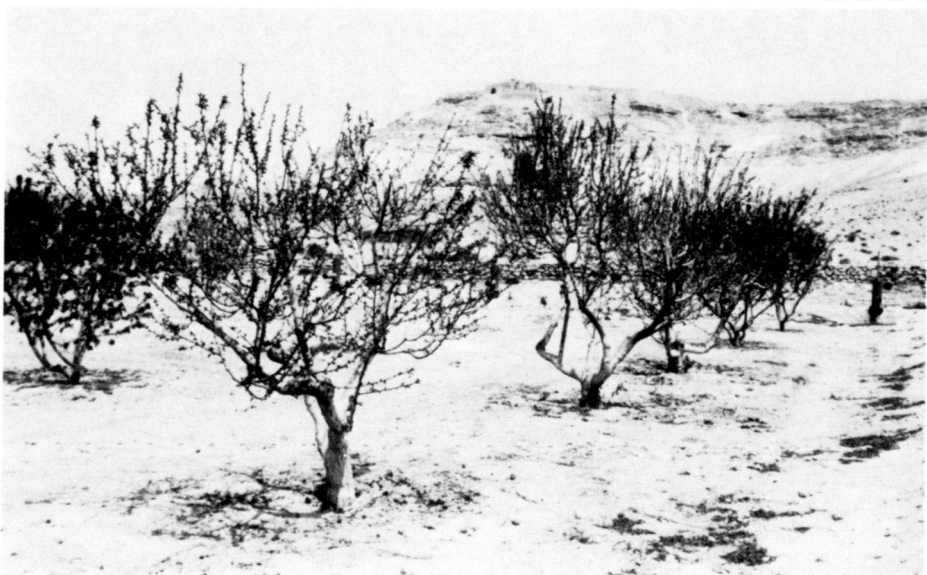
Double sluice of a modern design equipped with floodwater meter which records the water quantity with the aid of a graphic recorder.



Feldereinheit, bestanden mit Mandelbäumen kurz nach dem Austrieb. Im Hintergrund alte Terrassenmauern und auf dem Berg die antike Ruinenstadt Avdat.

Champ planté d'amandiers, peu après la pousse. A l'arrière-plan, vieux murs de terrasses et sur la montagne les ruines antiques d'Avdat.

Field unit with almond trees just after sprouting. In the background ancient terrace walls, and on the hill the ancient ruined city of Avdat.



barkeit von der Süd-Nord-Verbindungsstrasse hat. Das Areal ist an ein Verteilersystem angeschlossen und staut das Wasser in zwei Terrassen, insgesamt umfasst es 1,3 ha.

Eine Versuchspflanzung wächst seit ungefähr sechs Jahren erfolgreich, die endgültige Gestaltung des Parkes ist jedoch noch nicht durchgeführt. Im Design wurde praktische Systemdienlichkeit ästhetischen Werten angepasst, so zum Beispiel alle Staumauern, die so weit als möglich bepflanzt werden sollen. Anstelle der einfachen Schleusen verwendete man Treppen und eine zum Canyon umgestaltete Rampe, die Zugang für Pflegefahrzeuge ermöglicht. Alle sonstigen Einrichtungen wie Picknickplätze, Abfallvorrichtungen, Steinelemente und -ornamente und eine Löwenkulptur zu Ehren des geistigen Schöpfers des Parkes, Prof. Evenari (hebr. Löwenstein) wurden im Kalkstein der Umgebung gehalten – das Einbringen von fremden Objekten soll möglichst vermieden werden. Um Zuschwemmen der Wege nach Fluten zu vermeiden, sollte man die Wege im gleichen Kalkstein etwa 20 cm höher als die Umgebung anlegen; so wird der Schlamm an den Seiten abgelagert und kommt den Pflanzen zugute. Als Grossbäume verwendete man vorwiegend Akazien, Eucalyptus und Pistazienarten, es wird jedoch weiter mit Prosopis und Ailanthus experimentiert, Wüstenpflanzen der Umgebung gedeihen kaum oder nur sehr schlecht, da sie sich nicht auf einen bestimmten Standort festlegen lassen. Deshalb bietet der Schaubereich «Wüste», der als kleine Zusammenfassung der Vegetation in Negev und Sinai angelegt werden soll, einige Probleme, während der Schaubereich mit dem Thema «Farm», der den Besuchern die Funktion der antiken Negev-Landwirtschaft verdeutlichen soll, der also auf der bestehenden Obstkultur in der Farm basiert, keine Schwierigkeiten bereitet.

Der Park dient der wachsenden Wüstenbevölkerung als Grün-oase, die trotzdem das natürliche Ökosystem weitgehend erhält und als Rückzugsmöglichkeit für die gesamte Negev-Tier- und -Pflanzenwelt dient.

des véhicules d'entretien. Toutes les autres installations telles que places de pique-nique, coin à ordures, éléments et ornements de pierre et la sculpture d'un lion en honneur du créateur du parc, le prof. Evenari (en hébreu: pierre du lion) ont été réalisés en calcaire des environs – il fallait éviter le plus possible l'introduction d'objets étrangers. Pour éviter l'eau sur les chemins lors d'inondations, on suréleva ces chemins d'environ 20cm dans le même calcaire, ainsi la boue s'accumulera sur les bords et fera du bien aux plantes. Comme grands arbres, on a utilisé surtout des acacias, des eucalyptus et des pistachiers; toutefois on continue à expérimenter avec prosopis et ailanthus. Les plantes du désert des environs ne poussent pas ou très mal vu qu'elles ne se laissent pas fixer à un emplacement déterminé. C'est pourquoi la zone d'exposition «Désert» qui devrait être créée comme une petite récapitulation de la végétation dans le Néguev et la Sinai pose quelques problèmes, tandis que la zone d'exposition «Ferme» qui doit expliquer aux visiteurs le fonctionnement de l'ancienne agriculture du Néguev, qui donc se base sur la culture de fruits existant à la ferme, ne présente aucune difficulté.

Le parc sert l'oasis verte à la population croissante du désert et malgré tout maintient dans une large mesure le système écologique naturel et sert de possibilité de retraite pour l'ensemble animal et végétal du Néguev.

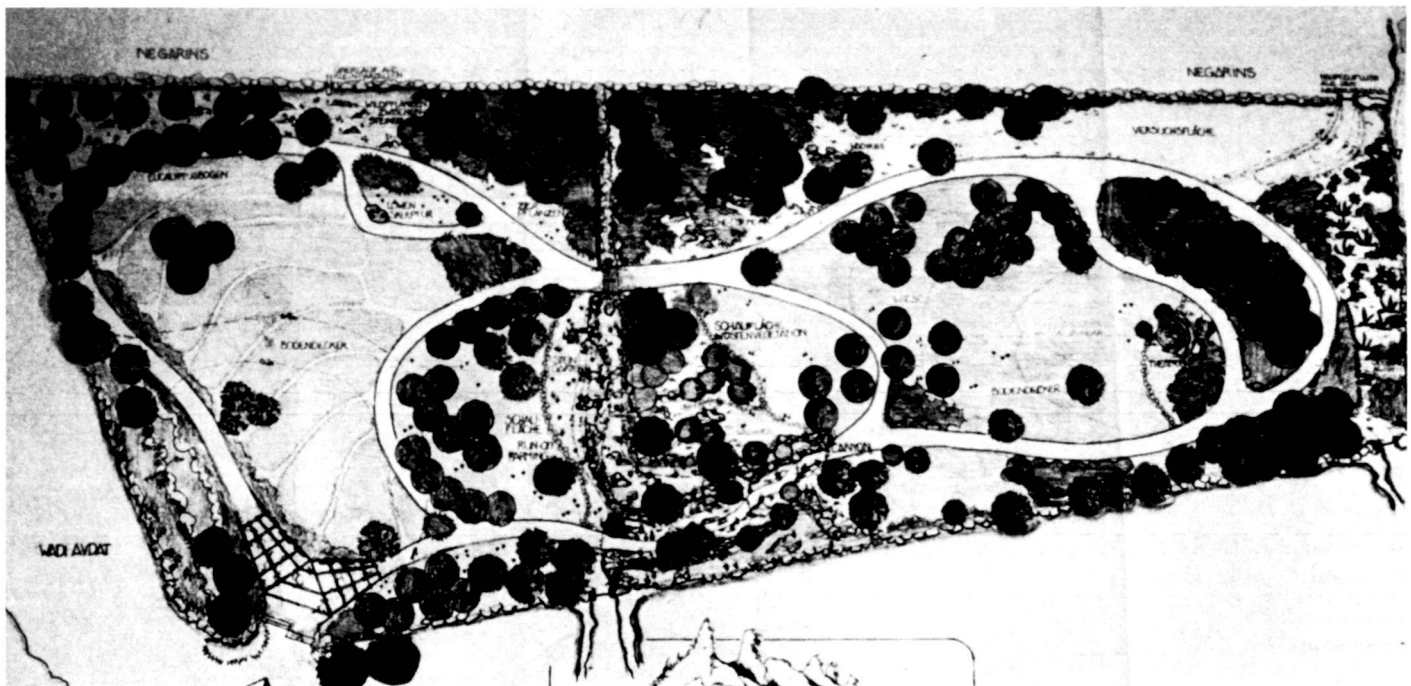
for Löwenstein), are all made of the limestone to be found in the vicinity—it was intended to avoid bringing in outside objects, as far as possible. In order to avoid the paths becoming silted up after floods, the paths should also be constructed in the same limestone, about 20 cm higher than the surroundings; this would mean that the mud is deposited at the sides, where it benefits the plants. Acacias, eucalyptus and various types of pistachios were used as large trees, however, experiments are continuing with prosopis and ailanthus. Desert plants from the vicinity flourish hardly at all, or only very badly, as they are unable to determine a particular location. This means that the exhibition area "Desert", which is intended to be laid out as a small compilation of the vegetation in the Negev and Sinai, is presenting some problems, whereas the exhibition area with the topic "Farm", which is intended to demonstrate the function of the ancient agriculture of the Negev to visitors, which is thus based on the existing fruit culture in the farm, is not causing any problems.

The park serves as a green oasis for the growing desert population. Nevertheless, it succeeds in retaining the natural ecological system for the most part and serves as a possibility of reservation for the entire flora and fauna of the Negev.

Entwurf des Loewenstein-Evenari-Parks.

Projet du parc Loewenstein-Evenari.

Layout design of the Loewenstein-Evenari Park.





Niedere Terrasse des Parks mit Blick auf den noch unbepflanzten Terrassenwall und die Stufen, die gleichzeitig als Wassertor dienen. Im Vordergrund der blühende Bodendecker *Mesembryanthemum crystallinum*.

Terrasse basse du parc, avec vue sur le mur encore nu de la terrasse et les escaliers qui servent en même temps de porte pour l'eau. Au premier plan, en fleur, le *mesembryanthemum crystallinum*.

Low terrace of the park with a view towards the still unplanted terrace wall and the steps which at the same time serves as a water gate. In the foreground the flowering herbaceous soil covering *Mesembryanthemum crystallinum*.

Alte Treppenschleuse im Park. Das Wasser wurde von den Stufen in seiner Strömungskraft gebremst.

Ancienne écluse en escalier dans le parc. L'écoulement de l'eau était freiné par les marches.

Ancient stepped sluice in the park. The current force of the water was braked by the steps.

