

---

## Landwirtschaft und Wasserwirtschaft

O. LANSER

Durch keine andere Tätigkeit des Menschen ist das Antlitz der Erde so tiefgreifend verändert worden wie durch seine landwirtschaftliche, teils nämlich durch ausgedehnte Waldrodungen zugunsten von Äckern, Wiesen, Weiden und Almen, teils durch die Umwandlung waldfreien Graslandes in Ackerland. Selbst unter den verhältnismäßig bescheidenen Flächenansprüchen und Maßstäben der alpenländischen Landwirtschaft sind diese menschlichen Eingriffe sehr gut zu erkennen, wenn man etwa von einem günstigen Aussichtspunkt aus ein Alpental überschaut: deutlich heben sich die hellen Rodungsinseln mit ihren Wiesen, Äckern und Bergbauernhöfen aus dem dunklen Waldgürtel; auch die Krone des Waldes ist zugunsten der Almweiden wesentlich herabgedrückt worden. Die Talsohle, in Urzeiten ein vom ungezähmten Talbach regellos durchflossenes Augebiet, ist ebenfalls größtenteils längst gerodet; der Fluß ist in seine Schranken verwiesen. Die Schuttkegel, die von Nebenbächen in die Haupttalsohle hineingebaut worden sind und die wenigstens zum Teil wohl immer schon waldfrei waren, sind von den Siedlungen und Dorffluren bedeckt.

In weitaus größerem Maßstabe haben solche Veränderungen der Vegetationsdecke aber in den großen mitteleuropäischen Flachländern oder gar in Übersee platzgegriffen. Zur Zeit des Tacitus war Germanien noch ein Waldland, was uns auch die frühgeschichtliche Forschung bestätigt. In Nordamerika dagegen, in der einstigen Heimat ungezählter Bisonherden, sind die riesigen Prärien, deren Grasdecke einen ausgezeichneten Schutz der Erdoberfläche gegen die Erosion bildete, längst zu Weizenäckern von der Ausdehnung ganzer Staaten umgebrochen; damit ist aber auch den zerstörenden Kräften der Wind- und Wassererosion Tür und Tor geöffnet worden.

Die Frage nun, in welchem Sinne sich die Rodung des Waldes und sein Ersatz durch Kulturpflanzen auf den Wasserhaushalt auswirkten, wird sich schwerlich allgemein beantworten lassen. Der Wald ist ja ein überaus starker Wasserverbraucher, so daß man schließen könnte, seine Rodung habe die

Verdunstung herabgesetzt und daher die Versickerung der Niederschlagswässer und in der Folge die durch die Versickerung gespeisten Quellen und oberirdischen Abflüsse erhöht. Ein solcher Schluß setzt freilich stillschweigend voraus, daß die Niederschläge an sich gleich geblieben seien; dies scheint aber zweifelhaft, da die hohe Verdunstungsrate und die Luftfeuchtigkeit, die der Wald bewirkt, vielleicht auch höhere Niederschläge hervorgerufen haben.

Wenn also auch die hydrologischen Auswirkungen des Waldes oder seiner Beseitigung und Rodung trotz mancher Untersuchungen immer noch nicht ganz eindeutig erkennbar sind, so ist doch das eine sicher, daß sein Ersatz durch Ackerland, insbesondere durch jene riesigen Monokulturen in den nordamerikanischen Weizengebieten, die Flächenerosion außerordentlich begünstigt hat. Das Ausmaß der Humusabschwemmung ist ja wohl erst in den letzten drei oder vier Jahrzehnten in seinem vollen Ausmaß erkannt worden, und erst seit dieser Zeit versucht man, dagegen anzukämpfen.

In noch riesigerem Ausmaß aber als in Nordamerika hat die Waldverwüstung das Gesicht Ostasiens und damit zweifellos auch dessen hydrologische Verhältnisse zumindest in dem Sinne verändert, daß der Abfluß der Niederschläge nunmehr viel rascher und unregelmäßiger vor sich geht. Im Gegensatz zu Germanen und Slawen, die immer Freunde des Waldes und auch gewiegte Holzbautechniker gewesen sind, scheut der Chinese — vielleicht aus mythischen Vorstellungen heraus — den Wald. Er brennt jedes Stückchen nieder, und diese Verwüstung ursprünglich walddreicher Gegenden war es, die Milliarden von Tonnen fruchtbaren Lösses ins Meer schwemmte, die das Einzugsgebiet des Gelben Flusses in die heutige öde Bergwildnis und diesen Strom selbst in den „Kummer Chinas“ verwandelt hat. Die Waldvernichtung verursacht jedenfalls, selbst wenn die Gesamtsummen des Abflusses annähernd gleich geblieben wären, eine weit größere Unregelmäßigkeit seiner Ganglinie und viel höhere Abflußspitzen, da die Niederschläge in den waldlosen Gebieten rasch und ohne nennenswerten Rückhalt abfließen.

Die Beseitigung jener ursprünglichen Pflanzengesellschaften einschließlich des Waldes, die den Umweltsbedingungen ihres Standortes von Haus aus angepaßt waren, und ihr Ersatz durch Kulturpflanzen, deren Urheimat meist unter ganz anderen Himmelsstrichen gelegen war, mußte den Versuch nach sich ziehen, die vorhandenen Umweltsbedingungen den neuen Ansprüchen anzupassen und abzuändern, so weit dies eben in der Hand des Menschen lag. Diese Umweltsbedingungen sind im wesentlichen von dreierlei Art: das natürliche Wärmedargebot, die Bodenbeschaffenheit und das Wasserdargebot. An dem natürlichen Wärmehaushalt vermochte und vermag der Mensch — wenn man etwa von Glashäusern absieht — nichts zu ändern; die Beschaffenheit des Bodens kann er durch dessen Bearbeitung, durch Lockerung der

Bodenkrume mittels Pflug und Egge und vor allem durch die Düngung beeinflussen; vor allem aber sind es die Ansprüche der Kulturpflanzen an das Wasserangebot, die er teils durch Entwässerung und Entsumpfung, teils durch Bewässerung, zum Teil auch durch beides, weitgehend zu erfüllen sucht.

Die schon im Mittelalter von West nach Ost fortschreitende Siedlungsverdichtung in den großen Ebenen des nördlichen Mitteleuropa ging Hand in Hand mit ausgedehnten Entwässerungen; vielfach sind sowohl westlich wie östlich der Elbe Flamen und Holländer die ersten Pioniere gewesen, die die ausgedehnten Flußniederungen entwässerten und Deiche gegen die See errichteten. Die Fürsten dieser damals noch menschenarmen Räume, wie etwa Kaiser Lothar von Supplinburg, Albrecht der Bär oder Heinrich der Löwe, später dann sogar slawische Fürsten, haben die Ansiedlung von Angehörigen dieser Stämme besonders begünstigt, weil diese die Technik der Entwässerung beherrschten; manche Ortsnamen erinnern heute noch an das Werk dieser Siedler.

Bajuwaren und Alemannen dagegen, die sich im Alpenraum niedergelassen hatten, haben wohl schon von ihren rätischen und illyrischen Vorgängern neben der Alpwirtschaft auch die Technik der Bewässerung trockener Hänge übernommen, die dann vornehmlich im Wallis, im Vintschgau und in Westtirol zu besonderer Vollkommenheit weiterentwickelt wurde.

So gibt es also schon seit der Umwandlung von Urland in Kulturland eine Wasserwirtschaft, wenn auch das Wort selbst erst einige Jahrzehnte alt ist. Die wasserwirtschaftliche Tätigkeit des Bauern trägt sozusagen ein doppeltes Gesicht; von seiner Sicht aus stellt sich die Frage: Wie kann man die Feuchtigkeitsbedürfnisse der Kulturpflanzen befriedigen? Sind diese größer oder kleiner als das natürliche Wasserangebot und muß oder kann man daher bewässern oder entwässern? Aus der Sicht des Hydrologen dagegen lautet sie: Wie wird der natürliche Wasserkreislauf und Wasserhaushalt durch die Vegetationsdecke überhaupt und durch die Kulturpflanzen im besonderen beeinflusst? Miteinzubeziehen in diese Fragestellung sind auch die Schwebstoff- und Geschiebeführung, die sich infolge erhöhter Erosion in Gebieten, die die ursprüngliche Pflanzendecke verloren haben, wesentlich ändern können.

\*

Um den Wasserhaushalt der obersten Bodenschichten und der Vegetationsdecke der messenden Untersuchung zugänglich zu machen, insbesondere also, um feststellen zu können, wieviel von dem gefallenem Niederschlag durch die Pflanzenverdunstung wieder an die Atmosphäre abgegeben wird und wieviel in den tieferen Untergrund absinkt, sind schon vor längerer Zeit Geräte ersonnen worden, die man als Lysimeter bezeichnet. Sie bestehen aus einem würfelförmigen Blechkasten von meist 1 m<sup>3</sup> Inhalt, in dem eine mög-

lichst ungestörte Probe des zu untersuchenden Bodens samt der Pflanzendecke eingebracht wird. Der Kasten ist an der Sohle mit einer durchlöchernten Bodenplatte abgeschlossen, so daß Niederschlagswasser durch die Erdschichte durchsickern, aus dem Kasten unten wieder austreten und dort gemessen werden kann. Gleichzeitig wird der Niederschlag mit üblichen Geräten gemessen, und schließlich sind die meisten Lysimeter so eingerichtet, daß dieser ganze, gegen das Nachbarerdreich durch einen Luftspalt getrennte Kasten, der also rund  $1 \text{ m}^3$  Bodenkörper umfaßt, auch gewogen werden kann; durch die Veränderung des Gewichtes, durch die Messung der Niederschläge und des aus der Sohlplatte abfließenden Wassers lassen sich laufend sowohl die Zunahme der Bodenfeuchte (über diesen Begriff siehe <sup>4</sup>) infolge von Niederschlägen, als auch ihre Abnahme infolge der Verdunstung und des an der Sohle austretenden Sickerwassers verfolgen.

In Österreich stehen solche Geräte an der Bundesversuchsanstalt für landwirtschaftlichen Wasserbau in Petzenkirchen (NÖ) in Verwendung<sup>5</sup>). In großem Maßstabe und mit allem Rüstzeug der Versuchstechnik haben die Amerikaner auf diesem Gebiet gearbeitet<sup>2</sup>). Es sei aber nicht verschwiegen, daß die Ergebnisse solcher Lysimeterbeobachtungen den Hydrologen nur wenig befriedigen, da sie sich kaum mit anderen hydrographischen Erkenntnissen, die doch wohl als gesichert gelten können, vereinbaren lassen.

Fast alles Wasser, das schließlich oberirdisch abfließt, hat zunächst eine kürzere oder längere Zeit im Boden oder Erdinneren verweilt; nur bei sehr starken Niederschlägen oder etwa auch bei der Schneeschmelze fließt ein Teil des Niederschlagswassers unmittelbar an der Oberfläche ab; der größte Teil dringt zuerst in den Boden ein und gelangt erst später, sei es in Form eines punktförmigen Quellenaustrittes, sei es als flächenförmiger Erguß des Grundwassers in ein Flußbett, wieder an die Erdoberfläche oder in ein Oberflächengewässer. Im allgemeinen kann der oberflächliche Abfluß aus einem Einzugsgebiet daher nicht größer, sondern muß eher kleiner sein als die Menge des insgesamt in den Boden einsickernden Wassers, die eben mit Hilfe von Lysimetern gemessen werden soll.

Schon in Petzenkirchen, das über ein eher feuchtes Klima verfügt (Jahresniederschlag 960 mm), zeigte sich aber bei den in den Jahren 1947 bis 1950 ausgeführten Messungen, daß die Versickerungsrate nur etwa in der Größenordnung von höchstens 30% liegt; in den Monaten stärksten Pflanzenwachstums und höherer Temperaturen, nämlich von Mai bis Oktober, wurde meist überhaupt keine meßbare Versickerung beobachtet. Noch niedrigere Werte wurden bei den — wie erwähnt besonders präzis durchgeführten — mehrjährigen amerikanischen Versuchen festgestellt. Für die Kulturgattung Wiese betrug die Versickerungsrate z. B. nur etwa 12%; die höchsten Versickerungs-

werte, die dort überhaupt gemessen wurden, liegen bei 17 bis 25%. Wenn nun aber solchen Lysimeterbeobachtungen zufolge nur etwa 20 bis 25% des Niederschlags in den Boden eindringt, dann könnte eigentlich höchstens ebenso viel, eher etwas weniger, wieder in Form von Quellen zutage treten und die Flüsse speisen.

In Wirklichkeit liegt die Abflußziffer, das ist das Verhältnis des Abflusses zum Niederschlag, aber vielfach wesentlich höher; an unseren Alpen-  
gewässern zumindest ist der tatsächlich gemessene Abfluß ein weitaus größerer, als man nach den Lysimeterergebnissen erwarten könnte; für das Gebiet des Inns bis zur Salzach liegt die Abflußziffer z. B. bei 0,67, für die Salzach selbst bei 0,76, für die Traun bei 0,66, für die Enns bei 0,70 usw.

Die Aufklärung dieses Widerspruches mag zum Teil wenigstens darin zu suchen sein, daß in gebirgigen Einzugsgebieten, die ja ausgedehnte vegetationsarme oder überhaupt öde Flächen umfassen, die Pflanzenverdunstung gering und der unmittelbare, oberflächliche Abfluß doch erheblich ist; die erstere hängt ja weitgehend von der Masse an gebildeter Pflanzensubstanz ab. Außerdem aber dürften die Niederschläge im Hochgebirge eben doch noch größer sein, als man auf Grund von Extrapolationen aus den tiefer gelegenen Beobachtungsstationen meist annimmt und als man der Berechnung des Gebietsniederschlags zugrunde legt.

Diese Überlegungen werden durch den Umstand gestützt, daß für Tieflandflüsse die Wasserbilanz bei Annahme der aus Lysimeterversuchen gewonnenen Verdunstungs- und Versickerungswerte ungefähr stimmt; die March etwa, deren reich bebautes und fruchtbares Einzugsgebiet im Mittel mit 690 mm im Jahr überregnet ist, liefert durchschnittlich 105 m<sup>3</sup>/s zur Donau; bei einer Gebietsfläche von 26.660 km<sup>2</sup> entspricht dies einer Abflußhöhe von 124 mm oder 18% des Niederschlags, ein Betrag, der mit den Lysimeterergebnissen gut zusammenstimmt.

Es wäre eine dankbare Aufgabe, im Zuge der hydrologischen Dekade Lysimeteranlagen auch in größeren Seehöhen einzurichten und nachzuprüfen, wie hoch denn die Versickerungs- und Verdunstungsraten an den oberen Kultur- und Vegetationsgrenzen liegen und auch die Niederschlagsmessungen im Gebirge trotz der entgegenstehenden Schwierigkeiten zu verbessern und zu verdichten. Es könnte dann gelingen, manche der noch offenen Fragen und Widersprüche auf dem Gebiete der Hydrologie und des Wasserhaushaltes von Gebirgsländern aufzuklären.

Nun sind Lysimeter nicht so sehr dazu erfunden worden, um hydrologische, als vielmehr um pflanzenphysiologische Fragen zu klären, besonders, um

den Wasserhaushalt der Pflanze und ihr Wasserbedürfnis zu erforschen. Damit ist nun freilich ein Wissensgebiet berührt, für das der Ingenieur und Wasserwirtschaftler nicht mehr zuständig ist, so bedeutsam dessen Ergebnisse und Auswirkungen für ihn auch sein mögen. Die eingehendere Erörterung dieser Fragen muß daher berufeneren Autoren überlassen bleiben. Hier diene zur Abklärung der grundsätzlichen Bedeutung und Rolle, die das Wasser bei allen Lebewesen spielt, zunächst ein Gedankenexperiment:

Der Leser stelle sich ein Stück Kohle vor und versuche in Gedanken, es mit einem Zündhölzchen in Brand zu setzen; dies wird nicht gelingen; man müßte wohl eine ganze Schachtel von Zündhölzern verbrauchen, um die Kohle wenigstens zum Teil zum Glühen und schwachen Brennen zu bringen. Wenn man dieselbe Menge Kohle aber in einem Mörser zu feinem Pulver zerstampft, diese zerstäubte Kohle in die Luft schleudert und ihr dann mit einem brennenden Zündholz nahekommt, wird sich eine heftige und nicht ungefährliche Kohlenstaubexplosion ereignen.

Das Gedankenexperiment ruft uns ins Gedächtnis, daß alle chemischen und daher natürlich auch biochemischen Vorgänge um so rascher und vollständiger verlaufen, je inniger die Stoffe, die eine Reaktion miteinander eingehen sollen — in unserem Falle also der Kohlenstoff und der Luftsauerstoff — miteinander räumlich durchmischt sind und — was so ziemlich auf dasselbe hinauskommt — mit je größerer Oberfläche sie, bezogen auf die Masseneinheit, einander berühren. Diese Voraussetzung einer möglichst innigen Berührung auf möglichst großer Fläche wird dann am vollständigsten erfüllt, wenn die reagierenden Stoffe flüssig oder gasförmig sind. Das ist der eigentliche Grund dafür, daß die Chemie immer mit Bädern und Schmelzen arbeitet, daß im Tier- und Pflanzenkörper Säfte, Flüssigkeiten und Gase aufgenommen werden, zirkulieren und ausgeschieden werden; nur bei flüssigen oder gasförmigen Medien ist eben eine befriedigende Raschheit und Vollständigkeit der chemischen Umsetzungen gewährleistet und möglich.

Hinzu kommt ein Zweites: Der Schöpfer jener chemischen Fabrik, die der Tier- und Pflanzenkörper darstellt — richtiger muß man wohl sagen: *a u c h* darstellt — konnte hier keine mechanischen Fördermittel für feste Stoffe nach Art von Becherwerken, Transportschnecken u. dgl. verwenden; das Lebewesen ist allein auf röhrenförmige Transportwege und auf Pumpen oder pumpenartige, hydraulische Vorrichtungen für den Antrieb der Stoffbewegungen innerhalb seines Körpers angewiesen; es muß sich daher eines flüssigen Mediums bedienen, um die Stoffe, die innerhalb seines Körpers gebraucht und verarbeitet werden, an die betreffenden Stellen hinzubringen. Abgesehen vom Kohlenstoff, den die Pflanze unmittelbar aus der Luft durch Assimilation sich aneignet, führt daher auch diese die Nähr- und Wirkstoffe, die sie

zum Aufbau und zum Leben braucht, in Form wässriger Lösungen aus den Wurzeln ihrem Körper zu.

Daß unter den flüssigen Stoffen, die die Natur bietet, fast alle Lebewesen — einige Bakterien ausgenommen — gerade das Wasser als Transport- und Lösungsmittel verwenden, hat seinen Grund einerseits darin, daß eine Vielzahl von Stoffen — vom Sauerstoff bis zum Kalk, Salze, organische Verbindungen wie z. B. Zucker usw. — im Wasser löslich sind, daß seine Viskosität sehr gering und der Arbeitsaufwand für den Transport wässriger Lösungen daher niedrig ist, vor allem aber wohl darin, daß es eines der am weitesten verbreiteten und überall vorkommenden „Elemente“ ist und daß dem Leben dadurch, daß es gerade an das Wasser als Daseinsbedingung geknüpft ist, der denkbar weiteste Bereich zur Entfaltung offenstand. Mit diesem Gedanken teleologischer Art, der also eine auf ein Ziel ausgerichtete Entwicklung annimmt (telos = Ziel), bewegen wir uns aber nicht mehr eigentlich auf dem Boden der Naturwissenschaft, sondern schon auf dem der Naturphilosophie, und er sei daher hier nicht weiter verfolgt.

Das Wasser ist also für die Pflanze — wie auch für die anderen Lebewesen — einerseits Transportmittel, andererseits Lösungsmittel. Aus dieser Tatsache allein läßt sich folgern, daß eine eindeutige Beziehung zwischen dem Wasserbedarf und dem Pflanzenertrag nicht bestehen kann, weil es der Pflanze nicht so sehr auf die Wassermenge an sich ankommt, als vielmehr auf die Menge an gelösten Nährstoffen, die in diesem Wasser vorhanden sind. Da die Pflanze ein Lebewesen ist, vermag sie sich weitgehend Veränderungen anzupassen und aus viel Wasser sowohl wie aus wenig, wenn es dafür konzentrierter ist, sich die erforderliche Menge von Stoffen anzueignen.

Der Pflanzenphysiologe Prof. Dr. BAUMANN<sup>1)</sup> faßt diese Erkenntnisse seiner Wissenschaft wie folgt zusammen:

„Das Wasser ist häufig in seiner Funktion mit der Wirkungsweise der Kernnährstoffe verglichen worden. Das ist sicher nicht zutreffend. Es ist weniger als Nährstoff anzusehen, den die Pflanzen nach ihrem Bedarf aus den ihnen zugänglichen Vorräten entnehmen. Das Wasser ist im Pflanzenleben eher zu den Umweltfaktoren Licht und Wärme, Sauerstoff und Kohlensäuregehalt der Luft zu stellen, als zu den Nährstoffen Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Spurenelemente.

Der ständige Anpassungsprozeß der Pflanzen an den Wasserzustand der Atmosphäre einerseits und den des Bodens andererseits erschwert alle einfachen bilanzmäßigen Rechnungen bei der Beziehung Wasserverbrauch : Pflanzenwachstum und gestattet höchstens in Annäherung, die tatsächlichen Verhältnisse zu erfassen.

Man kann den zur Verfügung stehenden Wasservorrat nicht als unmittelbaren Wachstumsfaktor ansehen und folgern, daß der Pflanzen-ertrag in konstanter Beziehung zur Menge des verbrauchten Wassers steht, daß also ähnliche Gesetzmäßigkeiten vorliegen, wie bei den Kernnährstoffen, bei denen der Ertrag mit der Menge der Zufuhr steigt. Jahrelang hat man große Mühe darauf verwendet, den sogenannten Transpirationskoeffizienten zu ermitteln, mit dem Ergebnis, daß je nach Versuchspflanze, nach Versuchsort, nach Jahreswitterung ganz verschiedene Werte herauskamen... Der Transpirationskoeffizient ist inzwischen wohl zu den Akten gelegt worden. Ich bin mir aber immer noch nicht ganz sicher, ob wir uns nicht ebenfalls auf einem Holzweg befinden, wenn wir die biologische Pflanzenverdunstung allein mit physikalischen Meßgrößen bestimmen wollen. .“

Der letzte Satz würde wohl beinhalten, daß es ziemlich aussichtslos ist, dort, wo wegen unzureichender Niederschläge künstliche Bewässerung erforderlich ist, jene Wasserbeigabe aus den physikalischen Beobachtungswerten, der Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit usw. theoretisch zu berechnen, die notwendig wäre, um bei möglichst geringem Wasserverbrauch eine möglichst große Ernte zu erzielen. Eine solche einigermaßen verlässliche Berechnungsmethode wäre freilich gerade in den ariden Ländern nicht nur für den Landwirt selbst, sondern auch für den Wasserwirtschaftler und Bauingenieur, der die Bewässerungsanlagen zu bemessen und zu entwerfen hat, von größter Bedeutung.

„Lysimeter“ bedeutet dem Wortsinne nach „Lösungsmesser“; damit ist angedeutet, daß diese Geräte auch noch zur Erforschung eines dritten Fragenkreises dienen sollen, eines, der anfänglich sogar im Vordergrund gestanden ist: man wollte beobachten und messen, wieviel und was für Stoffe durch das Niederschlagswasser aus den oberen Bodenschichten herausgelöst werden und in den Untergrund versickern, wo sie den Pflanzen verloren gehen. Gerade diese Fragestellung bildet eine Brücke zwischen Untersuchungen rein mengenmäßiger Art und solchen, die in das Gebiet der Wasser g ü t e wirtschaft gehören, die ja den eigentlichen Aufgabenkreis der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung bildet und daher auch den Themen dieser gegenwärtigen Vortragsveranstaltung letztlich zugrunde liegt.

Die Verarmung der Böden infolge von Auslaugung — und zwar nicht so sehr durch die Niederschläge, als vielmehr durch zu reichliche Bewässerung — dürfte in den Alpen in jenen Gebieten relativer Trockenheit eine Rolle spielen, in denen, wie eingangs erwähnt, seit vielen Jahrhunderten künstliche



Bewässerung üblich ist. Die Auswaschung wird dadurch gefördert, daß hier vielfach auf schottrigem Untergrund nur eine sehr dünne Humusschicht liegt; sie bedarf der künstlichen Bewässerung, weil ihre Fähigkeit, die natürliche Feuchtigkeit zu halten, sehr gering ist, andererseits verursacht eben die in älterer Zeit ausschließlich geübte Berieselung mit ihrer Wasserverschwendung die Auswaschung und Verarmung der Böden.

Es bedeutet nur eine geringfügige Veränderung der Fragestellung, wenn man nicht nur untersucht, welche Stoffe durch den Niederschlag oder durch künstliche Bewässerung aus der Bodenkrume herausgelöst werden, sondern auch, in welchem Maße diese imstande ist, Stoffe, die etwa durch Abwasser-Verrieselung auf die Vegetationsdecke aufgebracht werden, zurückzuhalten, herauszufiltern und abzubauen. Hierbei wäre die Filterkraft des Bodens gegenüber radioaktiven Stoffen sowie seine Fähigkeit, auch Keime zurückzuhalten und abzutöten — insbesondere, soweit es sich um solche pathogener Art handelt —, in die Untersuchungen miteinzubeziehen. Leider scheint es, daß Lysimeterversuche mit einer derartigen, auf die Wasserbeschaffenheit ausgerichteten Zielsetzung gegenwärtig — zumindest bei uns — stark in den Hintergrund getreten sind und daß noch keineswegs alle versuchstechnischen Möglichkeiten ausgeschöpft wurden, um etwa die auch für die Wasserversorgung wichtige Frage zu beantworten, wieweit durch Verregnung oder Verrieselung aufgebrauchte Abwässer von der Bodenkrume verarbeitet werden, wieviel die Pflanzen davon aufnehmen und wieviel in tiefere Schichten und schließlich ins Grundwasser absinkt und wieweit dieses noch beeinträchtigt wird.

Die Herauslösung von Bodenstoffen durch künstliche Bewässerung spielt — freilich in anderer Art als in den Alpentälern — auch für die Landwirtschaft arider Zonen eine wichtige Rolle; hier handelt es sich um den Vorgang der Versalzung. Seine Ursachen und sein Ablauf sind freilich noch keineswegs völlig geklärt und die Mißerfolge, die in manchen Entwicklungsländern, z. B. in Afghanistan, beim Bau von Bewässerungsanlagen zu verzeichnen waren, sind mindestens zum Teil auf das nicht hinreichend beachtete und erforschte Problem der Versalzung zurückzuführen.

Abgesehen von der ursprünglichen stofflichen Zusammensetzung der Böden, die das Ergebnis ihrer geologischen Entstehung ist, wird man sich zur Erklärung vorzustellen haben, daß Niederschlag und künstliche Bewässerung zusammen weniger Wasser liefern, als der Verdunstungskraft des Bodens und der Pflanzen entspricht; es entsteht daher ein vornehmlich durch das Bewässerungswasser, das immerhin einen gewissen Salzgehalt besitzt, gespeister Wasserstrom gegen die Oberfläche hin, der dann hier bei der Verdunstung die Salze zurückläßt, die sich im Verlaufe der Zeit immer mehr an-

reichern. In der ariden Zone ist der Salzgehalt der Flüsse, aus denen ja die Bewässerungsanlagen gespeist werden, vielfach gar nicht unbedeutend; KREEB<sup>3)</sup> bringt z. B. folgende Angaben:

	Gesamtsalzgehalt
Oberer Euphrat	300 mg/l
Unterer Euphrat	900 mg/l
Tigris bei Bagdad	300—330 mg/l
Arkansas	3000 mg/l
Colorado beim Hoover Damm	600 mg/l

In den alpenländischen Trockengebieten beziehen die Bewässerungsanlagen ihr Wasser in vielen Fällen aus Bächen, die mehr oder weniger unmittelbar aus Gletschern gespeist werden und dann sehr arm an gelösten Salzen sind; dies ist sicherlich zum mindesten einer der Gründe, weshalb Versalzungserscheinungen in diesen Gebieten nicht zu beobachten sind.

Die vorangehenden Ausführungen haben versucht, die enge gegenseitige Verbundenheit von Landwirtschaft und Wasserwirtschaft zu zeigen, wobei freilich meist nur das Bestehen von Fragen und Aufgaben dargetan, Antworten und Lösungen aber sehr oft nicht gegeben werden konnten. Der Forschung steht sowohl in unserer Heimat noch ein großes Feld offen, wie besonders in den Entwicklungsländern und den Gebieten alter Kulturen, in denen die Geschichte selbst diesen Zusammenhang von Landwirtschaft und Wasserwirtschaft oft genug bewiesen hat; teils haben sich von Natur aus säkulare Veränderungen der wasserwirtschaftlichen Voraussetzungen vollzogen, teils sind diese Grundlagen durch menschliche Unvernunft, durch kriegerische Einwirkungen zerstört worden, wonach dann auch die landwirtschaftliche Nutzung und die Kulturhöhe rasch abgesunken sind.

Das erstere, nämlich eine natürliche Änderung der hydrologischen Grundlagen, dürfte in Nordafrika eingetreten sein, das ja noch zur Zeit des ausgehenden Römerreiches eine Kornkammer und ein wichtiger Kulturraum gewesen ist. Heute stehen die Ruinen der Römerstädte, die den Mittelpunkt eines reichen Lebens gebildet haben, einsam in der Lybischen Wüste. Daß diese stark besiedelten und wichtigen Provinzen des Römischen Reiches in der Wüste versunken sind, ist wohl dem allmählichen Versiegen jenes Grundwasserstromes zuzuschreiben, der während der europäischen Eiszeit, als in der Sahara eine Regenzeit herrschte, von den damals reichlicheren Niederschlägen kräftig genährt worden ist. Er ist auch heute noch nicht völlig versiegt, da die Gebirgsländer der zentralen Sahara, das Bergland von Tibesti

und das Hoggargebirge, die über 3000, ja 3400 m emporreichen, auch heute noch reichlichere Niederschläge empfangen und offene Wasserläufe besitzen, die dann in der Wüste versickern und den Grundwasserstrom speisen.

In Mesopotamien dagegen waren es zweifellos kriegerische Ereignisse, die den Verfall herbeigeführt haben. Die Einfälle der Mongolen haben die zur Kalifenzeit noch hoch entwickelten und gepflegten Bewässerungssysteme zerstört und damit die arabische Kultur des Mittelalters vernichtet.

Was immer aber die Ursache solchen Kulturrückganges in den verschiedenen Erdräumen gewesen sein mag, natürliche Vorgänge oder durch den Menschen herbeigeführte Zerstörungen, die Gegenwart fordert zweifellos, daß diese ungünstigen Entwicklungen mit den Mitteln der modernen Technik wieder rückgängig gemacht und daß diese Länder einem neuen Aufschwung zugeführt werden, der aber vor allem auf der Landwirtschaft beruhen muß. Und trotz aller Enttäuschungen, die die freie Welt mit der von ihr oft allzu großzügig und allzu kritiklos gewährten Entwicklungshilfe erlitten hat, wird dieser Gedanke als solcher nicht mehr aus der Welt zu schaffen sein, schon deshalb nicht, weil es sich bei den Entwicklungsländern ja um riesige potentielle Absatzmärkte für die Industrieländer des Westens handelt und weil daher jede sinnvoll gewährte Entwicklungshilfe nicht nur diesen Ländern selbst zugute kommt, sondern in irgendeiner Form auch wieder in das Geberland zurückfließt. Sinnvoll wird diese Hilfe aber nur dann sein, wenn diesen Völkern nicht eine Großindustrie aufgepfropft wird, deren Voraussetzungen und Methoden ihrer geistigen Fassungskraft und Einstellung doch immer mehr oder weniger fremd bleiben, sondern wenn die Landwirtschaft, die uralte Kultur des Bodens, als die eigentliche Grundlage ihrer Wirtschaft verbessert und gestärkt wird. Gerade hiezu aber bildet die Wasserwirtschaft dort in noch höherem Maße als sonstwo den Schlüssel und die Voraussetzung.

Im übrigen sind solche Gedankengänge nicht gar so neu; auch zur Zeit des heute so verlästerten Kolonialismus haben die großen Kolonialmächte immer schon — wenigstens grundsätzlich — eine moralische Verpflichtung gegenüber den von ihnen beherrschten Völkern anerkannt, wenngleich in der kolonialen Praxis diese Pflicht oft genug vergessen und verraten worden ist. Aber schon die gewaltigen Summen, die zunächst aus rein kaufmännischen Erwägungen in den Kolonien investiert werden mußten, ehe man aus ihnen etwas herausholen konnte, beweisen, daß es damals schon praktisch eine Entwicklungshilfe gegeben hat, die sich gerade auch in der Durchführung großer Wasserbauten zeigte; man denke etwa an die Stauwerke von Assuan, von Sennar oder ähnliche Bewässerungsanlagen, die in Indien unter der englischen Kolonialverwaltung errichtet worden sind.

Neben der wirtschaftlichen Entwicklung der Kolonialgebiete versprachen sich die besten Geister Europas von solchen Anlagen aber doch auch eine erzieherische, befriedende und befreiende Wirkung. Diese versöhnende Kraft einer durch planvolle Wasserwirtschaft unterstützten bäuerlichen Arbeit, die, wie wir hoffen, ihr doch auch heute noch innewohnt, hat kein Geringerer als der poeta laureatus des britischen Weltreichs, der Dichter Rudyard KIPLING, in einem nach dem Burenkrieg verfaßten Gedicht „The Settler“ verherrlicht; einige Verse daraus, deren deutsche Übertragung freilich den eigenwilligen Rhythmus des Urtextes nur unvollkommen wiederzugeben vermag, mögen diese Ausführungen abschließen:

Die Erde, die wir im Kampf durchritten,  
Soll Liebe dem Leben zurückgewinnen,  
Das Wasser, um das wir blutig gestritten,  
Soll labend durch ihre Fluren rinnen,  
Von den Strömen, an denen wir lagen auf Wacht,  
Von den Teichen auf blutiger Heide,  
Bis das Korn unsre Träume von Haß und Schlacht  
Bedeckt und das junge Getreide!

#### L i t e r a t u r

1. BAUMANN, H. (1963): Das Wasser als Wachstumsfaktor. — Die Wasserwirtschaft, Jg. 53, 165.
2. HARROLD, L. L., DREIBELBIS, F. R. (1951): Agricultural Hydrology Evaluated by Monolith Lysimeters, United States Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1050.
3. KREEB, K. (1964): Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen, Stuttgart.
4. RAMSAUER, B. (1950): Das Wasser im Boden. — Österr. Wasserwirtschaft, Jg. 2, 86–92.
5. SCHLEIFER, H.: Lysimeter tests in Austria. — Symposium Hannoversch Münden, Publication No. 49 de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique.

Anschrift des Verfassers: Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Otto LANSER, Min.-Rat a. D., Arsenal, Obj. 5, Stg. 4, A 1030 Wien.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [1965](#)

Autor(en)/Author(s): Lanser Otto

Artikel/Article: [Landwirtschaft und Wasserwirtschaft 9-20](#)