

- NAGEL, E. H.: Der Reisbau bei den Kho in Chitral. In: Erdwissenschaftliche Forschungen 5, 1973, S. 129-140.
- NAZIM KHAN, M.: The Autobiography of Sir Mohamed Nazim Khan, K.C.I.E. Mir of Hunza. Karimabad 1936.
- NITZ, H.-J.: Formen bäuerlicher Landnutzung und ihre räumliche Ordnung im Vorderen Himalaya von Kumaon (Nordwestindien). In: Heidelberger Studien zur Kulturgeographie. Festgabe für Gottfried Pfeifer. Heidelberger Geographische Arbeiten 15, 1966, S. 311-330.
- PAFFEN, K. H., PILLEWIZER, W. u. SCHNEIDER, H.-J.: Forschungen im Hunza-Karakorum. In: Erdkunde 10, 1956, S. 1-33.
- PATZELT, G. u. DE GRANCY, R. S.: Die Ortschaft Ptukh im östlichen Wakhan. In: DE GRANCY, R. S. u. KOSTKA, R. (Hrsg.): Großer Pamir. Graz 1978, S. 215-247.
- SCHNEIDER, H.-J.: Geologische und erdmagnetische Arbeiten im NW-Karakorum. In: Erdkunde 10, 1956, S. 6-12.
- SINGH, T.: Assessment Report of the Gilgit Tahsil. Lahore 1917.
- STALEY, J.: Economy and Society in the High Mountains of Northern Pakistan. In: Modern Asian Studies 3, 1969, S. 225-243.
- UHLIG, H.: Kaschmir. In: Geographisches Taschenbuch 1962/63. Wiesbaden 1962, S. 179-196.
- WHITEMAN, P. T. S.: Mountain Oases. Gilgit 1985.

## DIE AUSBREITUNG DES MECHANISCHEN VOLLERNTERS FÜR INDUSTRIETOMATEN IN KALIFORNIEN Eine agrartechnologische Innovation und ihre Wirkungen \*)

Mit 7 Abbildungen und 9 Tabellen

HANS-WILHELM WINDHORST

*Summary:* The diffusion of the mechanical tomato harvester in California and its socio-economical and ecological impacts

California has become the leading state in the production of processing tomatoes. Since 1960 the regional concentration has been occurring and has led to the fact that this state had a share of about 90% of the total U.S. production in 1987. This success is closely related to the development and spatial diffusion of two innovations, the mechanical tomato harvester and a tomato variety that can be harvested by these machines. Within only ten years (1960-1970) the innovation of the mechanical harvester completely changed the harvesting process, as hand picking was abandoned because of higher costs.

The diffusion process has led, as can be shown, to far-reaching socio-economic changes in the Central Valley of California. This is especially true for the composition of the workers in tomato production and the size structure of tomato-growing farms. The regional concentration in the valley has also led to ecological impacts in the Westlands, as the irrigation process caused drainage problems and an increase of salt and selenium in the drainage water. The major drain had to be shut down, which again led to a rise of the shallow ground water table in some areas.

The diffusion of the mechanical harvester had far-reaching effects on the spatial distribution of tomato growing in the U.S. Because of smaller farm units on which the harvester could not be used economically, the East and

Midwest lost their once leading position. On the other hand the San Joaquin Valley, here again Fresno County, constantly increased its share in the production of processing tomatoes.

Gegen Ende der siebziger und zu Beginn der achtziger Jahre mehrten sich kritische Stimmen in Kalifornien, die in Zweifel zogen, daß die mit öffentlichen Mitteln finanzierte Forschung in den landwirtschaftlichen Fakultäten der *Land-Grant Universities* ihrem eigentlichen Ziel noch gerecht würde. Diese Kritik

---

\*) Die Feldstudien wurden im Juli und August 1989 an der Universität in Davis sowie in der Fresno, Yolo, Kings und Tulare County in Kalifornien durchgeführt. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Gewährung einer Reisebeihilfe gedankt, die erst die Detailanalyse möglich gemacht hat. Dank gebührt auch DAVID ZOLLINGER und JOHN WELTY von der California Tomato Growers Association (Stockton) sowie NANCY HANNAH und DON UPTON vom Westlands Water District (Fresno) für ihre bereitwillige Unterstützung bei der Materialbeschaffung sowie DAVID WOOLLEY von der Wolfson's Farm, Inc. (Mendota) für seine detaillierten Angaben zur Struktur der Farmen.

entzündete sich an der Entwicklung des mechanischen Tomaten-Vollernters und von Tomatensorten, die damit geerntet werden konnten, durch Wissenschaftler der Universität in Davis. Eine Gruppe von kleinen Farmern und Landarbeitern regte sogar einen Prozeß gegen die Universität an, weil sie der Ansicht waren, daß die Forschung einseitig große Farmer bevorzugen würde.

Beide Innovationen, die etwa gleichzeitig zur Anwendungsreife gelangten, hatten innerhalb von nur gut 10 Jahren zu einer völligen Veränderung der Organisationsformen des Tomatenanbaues geführt und weitreichende sozioökonomische sowie geökologische Wirkungen zur Folge gehabt. Dabei waren fast alle kleinen Tomatenfarmer auf der Strecke geblieben.

Ziel dieses Beitrages ist es:

- a) zu rekonstruieren, weshalb es zur Entwicklung des Tomaten-Vollernters kam;
- b) nachzuvollziehen, wie er sich in raum-zeitlicher Hinsicht ausbreitete;
- c) zu untersuchen, welche Wirkungen dieser Diffusionsprozeß auf die Struktur des Tomatenanbaues in den USA insgesamt, insbesondere aber in Kalifornien hatte;
- d) zu analysieren, welche räumlichen Verlagerungsprozesse im Gefolge der Diffusion des Vollernters im Industrietomaten-Anbau eingetreten sind, und
- e) darzustellen, welche sozioökonomischen und geökologischen Folgen aus dem Übergang zu einem vollmechanisierten Anbau von Industrietomaten im Großflächenanbau resultierten.

### 1 Die Stellung der kalifornischen Agrarwirtschaft innerhalb der USA

Die herausragende Stellung, die von der kalifornischen Landwirtschaft im Rahmen der USA und der globalen Agrarproduktion eingenommen wird, ist bedingt durch das Zusammenspiel von günstigen klimatischen Voraussetzungen, fruchtbaren Alluvialböden, der Verfügbarkeit über Wasser und billige Arbeitskräfte sowie einer leistungsfähigen Forschung (SCHEURING (Hrsg.) 1983). Seit 42 Jahren steht Kalifornien an der Spitze der Staaten der USA im Hinblick auf die agrarische Wertschöpfung. Im Jahre 1987 wurden Agrarprodukte im Wert von 15,6 Mrd. \$ erzeugt, damit steuerte Kalifornien etwa 11,5% zur Erzeugung agrarischer Güter in den USA bei.

Die Mechanisierung und Rationalisierung der Produktion ist sehr weit fortgeschritten, wenngleich noch immer Jahr für Jahr Hunderttausende von

Tabelle 1: Die Entwicklung der Zahl der Farmen, der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der durchschnittlichen Farmgröße in Kalifornien zwischen 1950 und 1987

The development of the number of farms, cropland and average farm size in California between 1950 and 1987

Jahr	Farmen	Landwirtschaftliche Nutzfläche (1000 ha)	Durchschnittsgröße (ha)
1950	144 000	15 262	106
1960	108 000	15 792	146
1970	64 000	14 896	233
1980*)	81 000	13 757	170
1987*)	78 000	13 268	170
Veränderung (%)	- 45,8	- 13,1	+ 60,4

\*) neue Definition der Farm (= landwirtschaftlicher Betrieb, der pro Jahr Agrarprodukte im Wert von 1000 \$ erzeugt bzw. erzeugen könnte)

Quelle: Calif. Dept. of Food and Agriculture

Landarbeitern eingesetzt werden. McWILLIAMS (1971) prägte für die Form der hier praktizierten Landwirtschaft den Begriff *factories in the field*, womit er ausdrücken wollte, daß es sich um die nach industriellem Muster erfolgende Erzeugung von Agrarprodukten handelt. Hierfür waren hohe finanzielle Aufwendungen notwendig, die kleinen Farmen nicht zur Verfügung standen. Die Konsequenz war und ist eine schnelle Reduzierung der Zahl der Farmen und eine stetige Vergrößerung der durchschnittlichen Betriebsflächen (Tab. 1).

### 2 Die Entwicklung des Industrietomaten-Anbaues in Kalifornien (1947-1987)

Die Anbaufläche für Industrietomaten ist von etwa 43 000 ha im Jahre 1947 auf fast 122 000 ha im Jahre 1975 angestiegen und erreichte, nachdem eine Phase der Marktübersättigung gegen Ende der siebziger Jahre beträchtliche ökonomische Probleme zur Folge gehabt hatte, im Jahre 1987 einen Umfang von 87 000 ha. Seitdem ist jedoch ein erneuter Anstieg festzustellen, weil es weltweit zu einer Verknappung an Tomatenprodukten gekommen ist. Im betrachteten Zeitraum stieg die Produktion von 1,12 Mio. t (1947) auf 6,56 Mio. t (1975) an, fiel dann jedoch im Gefolge der Krise auf 4,4 Mio. t (1981) ab. Seit Mitte der achtziger Jahre hat sich die Produktionsmenge auf etwa 5,8-5,9 Mio. t eingependelt. Für das Jahr 1989 erwartete die *California Tomato Growers Association* (CTGA) eine Steigerung auf 6,3 Mio. t.

Tabelle 2: Der Anteil Kaliforniens an der Anbaufläche und der Gesamtproduktion von Industrietomaten in den USA (1947–1987)

California's share in the harvested area and total production of processing tomatoes in the United States (1947–1987)

Jahr	Anbaufläche (%)	Produktion (%)
1947–1951	26,9	42,4
1952–1956	33,4	53,6
1957–1961	45,0	57,7
1962–1966	52,1	61,5
1967–1971	59,8	67,7
1972–1976	74,2	81,7
1977–1981	79,7	86,1
1982–1986	81,1	85,6
1987	83,7	91,2

Quelle: CHERN u. JUST 1978, *California Tomato Growers Association*

Der Anteil Kaliforniens an der Anbaufläche hat sich zwischen 1947 und 1987 mehr als verdreifacht (Tab. 2), hierbei ist vor allem die schnelle Ausweitung zu Beginn der siebziger Jahre hervorzuheben. Der Beitrag zur Gesamtproduktion der USA hat sich mehr als verdoppelt und erreicht inzwischen über 90%. In Kalifornien selbst konzentriert sich der Anbau auf wenige Counties. In den Zentren erreichen die auf den Tomatenanbau (Gemüse- und Industrietomaten) spezialisierten Farmen beträchtliche Größenordnungen. So betrug die durchschnittliche Anbaufläche in der Yolo County im Jahre 1987 nahezu 140 ha und in der Fresno County etwa 120 ha.

### 3 Die Entwicklung des Tomaten-Vollernters und ihre Ursachen

Bereits vor dem 2. Weltkrieg hatte der Tomatenanbau in Kalifornien eine gewisse Bedeutung erlangt, doch selbst in den frühen siebziger Jahren wurde nur etwa ein Viertel aller Industrietomaten an der Westküste der USA erzeugt; bis dahin dominierten der Mittelwesten (Ohio, Indiana, Illinois und Michigan) sowie die Staaten am mittleren Atlantik (Delaware, Maryland, Pennsylvania, Virginia). Schon damals bestanden beträchtliche Unterschiede in den Formen des Anbaues und den Flächengrößen. Im Mittelwesten und im Osten wurden die Tomaten auf vergleichsweise kleinen Flächen (1–3 ha) im Regenfeldbau erzeugt, in Kalifornien herrschte der Bewässerungsfeldbau auf größeren Flächeneinheiten (10–15 ha) vor. Während in den Produktionsgebieten der

Mitte und des Ostens überwiegend Familienangehörige oder wenige Landarbeiter die Pflege und den Erntevorgang besorgten, wurden in Kalifornien für die relativ kurze Erntephase Wanderarbeiter eingesetzt (vgl. RUNSTEN u. LEVEEN 1981). Anfangs waren es Japaner, auf sie folgten, nachdem kurzfristig Philippinos an ihre Stelle getreten waren, mexikanische Wanderarbeiter. Während der Depression und des New Deal kamen viele *poor whites* nach Kalifornien.

Im 2. Weltkrieg verließen zahlreiche Landarbeiter die Arbeitsplätze in der Landwirtschaft, weil sich in der Industrie weitaus bessere Arbeits- und Verdienstmöglichkeiten boten. Die Bundesregierung sah sich zu einem Notprogramm veranlaßt. In einem Vertrag mit Mexiko wurde die Versorgung der Farmer in Kalifornien, Texas und Arizona mit billigen Arbeitskräften geregelt. Das Programm lief 1947 aus. Während dieses Zeitraumes nahm Kalifornien etwa 90% der wenig qualifizierten Wanderarbeiter auf. Danach traten erneut Probleme auf, in hinreichender Zahl Arbeiter zu beschaffen. Auf Druck der Staaten im Südwesten sah sich die Regierung deshalb gezwungen, mit Mexiko einen neuen, länger dauernden Vertrag zu schließen, das sog. *Bracero Program*. Es trat 1951 in Kraft und endete im Jahre 1964. In der Tomatenernte wurden fast ausschließlich Wanderarbeiter aus diesem Programm eingesetzt (30 000–50 000). Als sich gegen Ende der fünfziger Jahre abzeichnete, daß das *Bracero Program* nicht verlängert werden würde, begann man in den landwirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten und bei den Tomatenanbauern gezielt nach einem Ausweg zu suchen.

Es wurde erkennbar, daß eine Verknappung des Angebotes an billigen Landarbeitern einen Anstieg der Produktionskosten und eine Organisation der Wanderarbeiter in Gewerkschaften zur Folge haben würde. Es wurde ebenfalls diskutiert, den Industrietomaten-Anbau vollständig nach Mexiko zu verlagern, wo hinreichend Arbeitskräfte vorhanden waren. Diese Alternative wurde von den Produzenten als besonders schmerzlich empfunden, weil die Nachfrage nach Tomatenprodukten beständig zunahm und hohe Gewinne versprach.

Bereits zu Beginn der vierziger Jahre hatte ein Pflanzenzüchter an der Universität in Davis (Prof. HANNA) begonnen, eine Tomate zu züchten, die von einer Maschine geerntet werden konnte. Im Jahre 1949 legte er eine Tomate vor, die so hartschalig war, daß sie sich ohne Verletzungen maschinell ernten ließ, in großen Behältern transportierbar war und sehr gute Erträge brachte. Agrartechniker der Universität (Prof. LORENZEN) griffen diese Innovation auf und konzipierten innerhalb von zehn Jahren

Tabelle 3: Die Entwicklung der Erntekosten für Industrietomaten in Kalifornien und der Anteil der Maschinenernte (1960–1970)

The development of harvesting costs for processing tomatoes in California and the share of machine-harvested tomatoes (1960–1970)

Jahr	Erntekosten \$/ha		Anteil der Maschinenernte (%)
	Handarbeit	Vollernter	
1960	1154,2	-	0
1962	1310,6	1006,9	1,3
1964	1417,6	1133,2	3,5
1966	1549,0	1259,2	70,0
1968	1680,8	1385,2	92,0
1970	-	1511,5	100,0

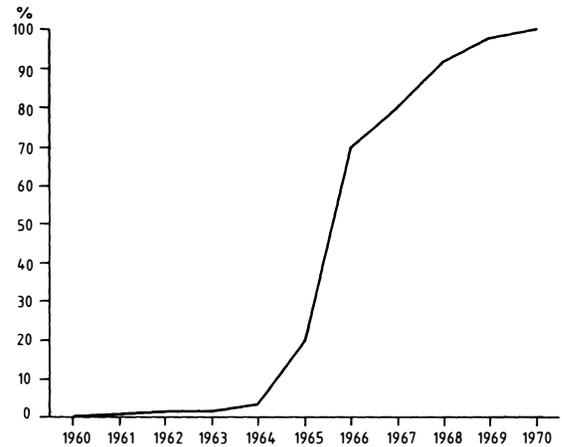
Quelle: BRANDT u. FRENCH 1981

einen Vollernter, der sich im Grundkonzept in der Folgezeit wenig veränderte.

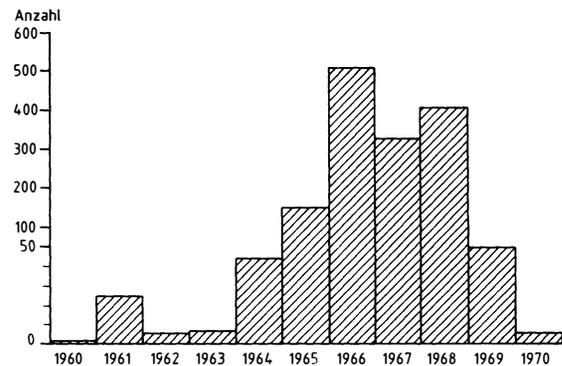
In den frühen fünfziger Jahren war das Interesse an den beiden Innovationen noch sehr gering. Als sich jedoch abzeichnete, daß keine Verlängerung des Bracero-Programms erfolgen würde, änderte sich dies schlagartig. Es kam zu einer konzertierten Aktion, die von der Verarbeitungsindustrie, Banken, Herstellern von Pflanzenschutzmitteln, der *Blackwelder's Farm Machinery Company* und einer Reihe großer Farmer gesteuert wurde. Weil die Zeit drängte, wurden nun auch in größerem Umfang Forschungsmittel bereitgestellt. Die Erntemaschinen wurden so verbessert, daß zu Beginn der sechziger Jahre die maschinellen Erntekosten unter denen der Handarbeit lagen (Tab. 3). Da nun auch die Verarbeitungsindustrie die neuen *hard tomatoes* akzeptierte, eine Folge der Veränderung in der Produktpalette (mehr Tomatenpaste, Ketchup), stand der Ausbreitung der Innovation nichts mehr im Wege.

#### 4 Die Ausbreitung des Tomaten-Vollernters

Adoption und raum-zeitliche Diffusion des Tomaten-Vollernters erfolgten in einem ungewöhnlich kurzen Zeitraum (Abb. 1). Innerhalb von nur 10 Jahren wurde die Ernte der Tomaten vollständig von Handarbeit auf Maschineneinsatz umgestellt. Möglich wurde eine derart tiefgreifende Umstrukturierung durch die volle Anwendungsreife der Innovationen. Trotzdem wäre der Diffusionsprozeß sicherlich sehr viel langsamer verlaufen, wenn sich nicht gleichzeitig die Bereitschaft bei der Verarbeitungsindustrie, die maschinengeernteten Tomaten zu akzeptieren, schnell ausgebreitet hätte. Da der Anbau von Indu-



Die logistische Kurve der Adoption des mechanischen Erntevorgangs



Verkaufte Vollernter

Abb. 1: Die Adoption des mechanischen Tomaten-Vollernters in Kalifornien zwischen 1960 und 1970

Quelle: JANVRY, LEVEEN u. RUNSTEN 1980

The adoption of the mechanical tomato harvester in California between 1960 and 1970

strietomaten fast vollständig auf Vertragsbasis organisiert war, konnte ohne diese Bereitschaft der Verarbeitungsindustrie keine Ausbreitung erfolgen (vgl. RUNSTEN u. LEVEEN 1981, S. 108). Bemerkenswert ist, daß in der frühen Phase des Diffusionsprozesses (bis etwa 1965) von der Industrie sehr unterschiedliche Strategien verfolgt wurden. Eine Gruppe zahlte einen höheren Preis für maschinengeerntete Tomaten, um eine schnelle Ausbreitung der Innovation zu bewirken, eine andere senkte den Preis, um den Prozeß zu bremsen. Letztlich hatte jedoch auch das Absenken der Preise einen beschleunigenden Effekt, weil die Maschinenernte 6–8 \$/t billiger war als die Ernte durch Handpflücke. Als sich abzeichnete, daß die Innovationen sich erfolgreich einsetzen ließen und in der Verarbeitung keine größeren Probleme auftraten, schwenkte die Verarbeitungsindustrie voll

Tabelle 4: Die Veränderung der Anzahl der Anbauer von Industrietomaten und der Durchschnittsgröße der Anbauflächen in Kalifornien (1956–1987)

Farms growing processing tomatoes and average size of planted areas in California (1956–1987)

Jahr	Anzahl der Anbauer	Durchschnittsgröße der Anbaufläche (ha)
1956	–*)	34,6
1964	1072	52,8
1975	845	144,8
1987	445	188,8

\*) nicht ausgeworfen

Quelle: RUNSTEN u. MOULTON 1988

auf die maschinengeernteten Tomaten um. Nur so erklärt sich der steile Anstieg zwischen 1965 und 1968.

Die Adoption des Vollernters konnte nicht von allen Tomatenanbauern in gleicher Weise vollzogen werden. Noch im Jahre 1964 verfügten nahezu zwei Drittel aller Tomaten-Farmer in Kalifornien über nicht mehr als 40 ha Anbaufläche, etwa ein Viertel über 40–80 ha. Da der Tomaten-Vollernter in seiner Leistung so ausgelegt war, daß mit ihm pro Erntesaison zumindest 40 ha geerntet werden mußten, um ihn betriebswirtschaftlich vertretbar zu machen, schieden viele der kleinen Betriebe für einen Einsatz aus. Völlig unrentabel gestaltete sich der Einsatz für den kleinflächigen Tomatenanbau im Mittelwesten der USA und an der Ostküste.

Während des Diffusionsprozesses kam es zu einer Veränderung der agrartechnologischen Innovation. Einmal wurde die Leistungsfähigkeit der Maschinen (80–100 ha pro Erntesaison) stark erhöht, zum anderen wurde eine elektronische Sortiervorrichtung entwickelt. Dadurch gerieten auch mittelgroße Farmer zusehends in Schwierigkeiten, weil die auf dem jüngsten technologischen Stand befindlichen Maschinen auch von ihnen oftmals nicht mehr rentabel genutzt werden konnten. Sie wurden aus der Produktion verdrängt.

Der elektronische Sortierer war etwa 1974/75 serienreif. Er war das Resultat wachsender Löhne für die Landarbeiter, was wiederum eine Folge zunehmender gewerkschaftlicher Einflüsse zu Beginn der siebziger Jahre war. Auch diese Folgeinnovation breitete sich sehr schnell aus. Während 1976 erst ungefähr 19% der geernteten Tomaten elektronisch sortiert wurden, waren es im Folgejahr bereits 35%, 1981 waren, von unbedeutenden Ausnahmen abgesehen, alle Vollernter mit diesem Gerät ausgestattet. Es trat eine Kostenersparnis von 3–4 \$/t geernteter

Tomaten ein, die die hohen Investitionskosten ausglich.

Die raum-zeitliche Diffusion des Tomaten-Vollernters ist also im strengen Sinne die gleichzeitige Ausbreitung mehrerer Innovationen, nämlich des Vollernters, der hartschaligen Tomate und der Bereitschaft der Industrie, diese mechanisch geernteten Tomaten für die Verarbeitung zu akzeptieren.

## 5 Die Auswirkungen der Mechanisierung der Tomatenernte

### 5.1 Sozioökonomische Wirkungen

Kleine Farmer und Landarbeiter, die gegen Ende der siebziger Jahre gerichtliche Schritte gegen die Universität in Davis einleiteten, weil sie der Ansicht waren, daß die Forschungstätigkeit, die die beiden wichtigsten Innovationen zur Folge hatte, einseitig die großen Farmbetriebe fördern würde, belegten diesen Vorwurf mit verschiedenen Materialien. So wiesen sie z. B. nach, daß es zwischen 1964 und 1975 durch die Ausbreitung der hartschaligen Tomate und des Vollernters zu einem sprunghaften Anstieg in der durchschnittlichen Größe der tomatenanbauenden Farmen gekommen war (Tab. 4). Diese Boomphase führte wegen der Überproduktion gegen Ende der siebziger Jahre zu einem Zusammenbruch der Preise für Industrietomaten.

Die Mechanisierung der Ernte und der Übergang zum Anbau auf großen Flächen setzte bei den Farmern, die diesen Weg gingen, eine hohe Kapitalverfügbarkeit voraus. In den siebziger Jahren war es jedoch aufgrund der allgemeinen Entwicklung in der Agrarwirtschaft nicht schwierig für die Farmer, das benötigte Kapital von den Banken zu erhalten. Der Wertzuwachs für landwirtschaftliche Nutzflächen erlaubte eine hohe Darlehensaufnahme. Das Kapital wurde verwendet für Flächenzukauf, den Ausbau der Bewässerungseinrichtungen und den Kauf von Maschinen (Planiergeräte, Sämaschinen, Vollernter, Transportfahrzeuge). Um die Maschinen voll auszulasten, war eine bestimmte Flächenausstattung notwendig, so daß es zu einem wechselseitigen Aufschaukeln kam. Die hohe Schuldenlast führte dann während der Farmkrise zu Beginn der achtziger Jahre zu zahlreichen Farmzusammenbrüchen (WINDHORST 1986).

Der Übergang von der Handpflücke zur mechanischen Ernte bewirkte auch eine Veränderung bei den eingesetzten Landarbeitern. Vor Einsatz des Vollernters wurde die Ernte ausschließlich von Männern vorgenommen. Die Arbeit war wegen der gebückten

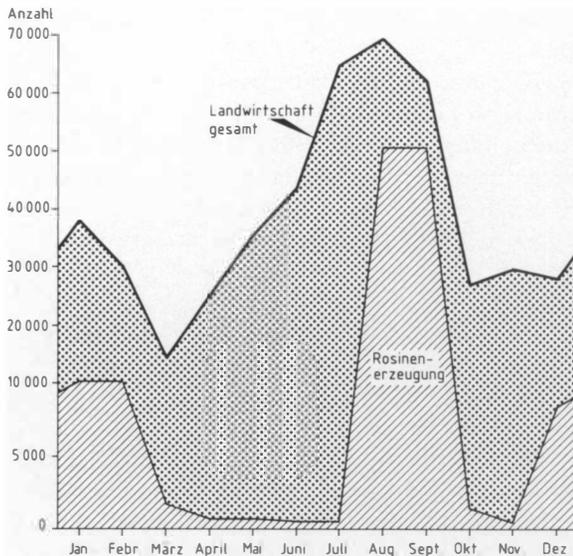


Abb. 2: Der Bedarf an saisonalen Arbeitskräften in der Landwirtschaft der Fresno County (1987)

Quelle: The California Raisin Industry 1988, California Employment Development Department

Seasonal demand for agricultural workers in Fresno County (1987)

Haltung und des Herausragens der Behälter zum Feldrand, wo sie auf Lastkraftwagen entleert wurden, äußerst anstrengend. Der Einsatz des Vollernters veränderte die anfallenden Arbeiten grundlegend. Es ergab sich nun ein Bedarf an Billiglohn-Arbeiterinnen, die das Sortieren der Tomaten auf den Transportbändern der Maschinen besorgten. Diese Arbeit war nicht so anstrengend, jedoch sehr unangenehm wegen der Staubentwicklung. Kenntnisse wurden nicht vorausgesetzt, die Einarbeitung erfolgte innerhalb weniger Stunden. Diese Arbeiterinnen wurden im Stundenlohn (Mindestlohn) vergütet, die Effektivität konnte durch die Fahrgeschwindigkeit des Vollernters bestimmt werden (vgl. RUNSTEN u. LEVEEN 1981, S. 114). Nach den Untersuchungen von RUNSTEN u. LEVEEN (1981) sowie BRANDT u. FRENCH (1981) sind zwischen 1964 und 1974 etwa 18 000–20 000 männliche Arbeitskräfte durch den Einsatz des Vollernters freigesetzt worden. Für sie eröffneten sich gute Einkommensmöglichkeiten in der expandierenden Verarbeitungsindustrie.

Eine andere Situation ergab sich durch die Entwicklung und Ausbreitung des elektronischen Sortierers. Durch diese technische Vorrichtung konnte die Zahl der Arbeiterinnen pro Vollernter auf die Hälfte reduziert werden. Dies bedeutete eine Freisetzung

von etwa 12 000–14 000 Arbeiterinnen im Zeitraum von 1975 bis 1980, für die sich innerhalb der Agrarwirtschaft keine neue Beschäftigungsmöglichkeit fand (vgl. RUNSTEN u. LEVEEN 1981, S. 118).

Der Bedarf an Landarbeitern in der Fresno County schwankt im Jahresverlauf beträchtlich (Abb. 2). In den Sommermonaten (Juni bis September) liegt die Beschäftigtenzahl zwischen 40 000 und 70 000 (etwa 20% Kaliforniens). Die Erntephasen im Gemüse-, Obst- und Weinanbau verlaufen so aufeinander abgestimmt, daß die Arbeiter zwischen 90 und 120 Tage kontinuierlich beschäftigt werden können. Die einschneidende Reduzierung der Zahl der Arbeiter(innen), die bei der Ernte der Industrietomaten benötigt werden, kann für die Ernte der später reifenden Produkte große Probleme hervorrufen, weil nicht in hinreichender Zahl Landarbeiter zur Verfügung stehen. Vor allem betroffen sind die Ernten von Tafeltrauben und die Rosinenerzeugung. Bislang wurden die Weinbauer zwar noch nicht vor unlösbare Probleme gestellt, weil ein Ersatz durch illegale Arbeiter, sogenannte *wetbacks*, möglich war. Im Gefolge der neuen Regelungen für Wanderarbeiter, die einen Nachweis von 90 Tagen Beschäftigung in der Landwirtschaft verlangen, um eine Arbeitserlaubnis zu erhalten, werden allerdings Engpässe erwartet. Die Anbauer von Keltertrauben haben bereits in den späten siebziger Jahren damit begonnen, Vollernter einzusetzen. Es wird ebenfalls daran gearbeitet, Erntemaschinen für die Rosinenerzeugung zu entwickeln. Ein anderer Weg wird darin gesehen, Reben zu züchten, die das Trocknen der Trauben zu Rosinen an der Pflanze zulassen. Auch hier sind erfolgversprechende Züchtungen vorhanden.

## 5.2 Geoökologische Wirkungen

Die geoökologischen Wirkungen, die von der Ausweitung des Industrietomaten-Anbaues im Gefolge der Mechanisierung der Ernte ausgegangen sind, müssen in enger Verbindung mit den räumlichen Verlagerungsprozessen gesehen werden. In den *Westlands* (Abb. 3), das sind die östlichen Fußflächen der Küstenkette mit den Übergangsbereichen zum eigentlichen Talboden des San Joaquin, war man vor Errichtung der großen Bewässerungssysteme (*Central Valley Project*) auf die Verwendung von Grundwasser angewiesen. Dies war zumeist von minderer Qualität (hoher Salzgehalt) und auch nur in begrenztem Umfang vorhanden. Beides schränkte das Anbauspektrum ein; Gerste, Alfalfa, Baumwolle und die Färberdistel (*Safflor*) bestimmten zunächst das Bild.

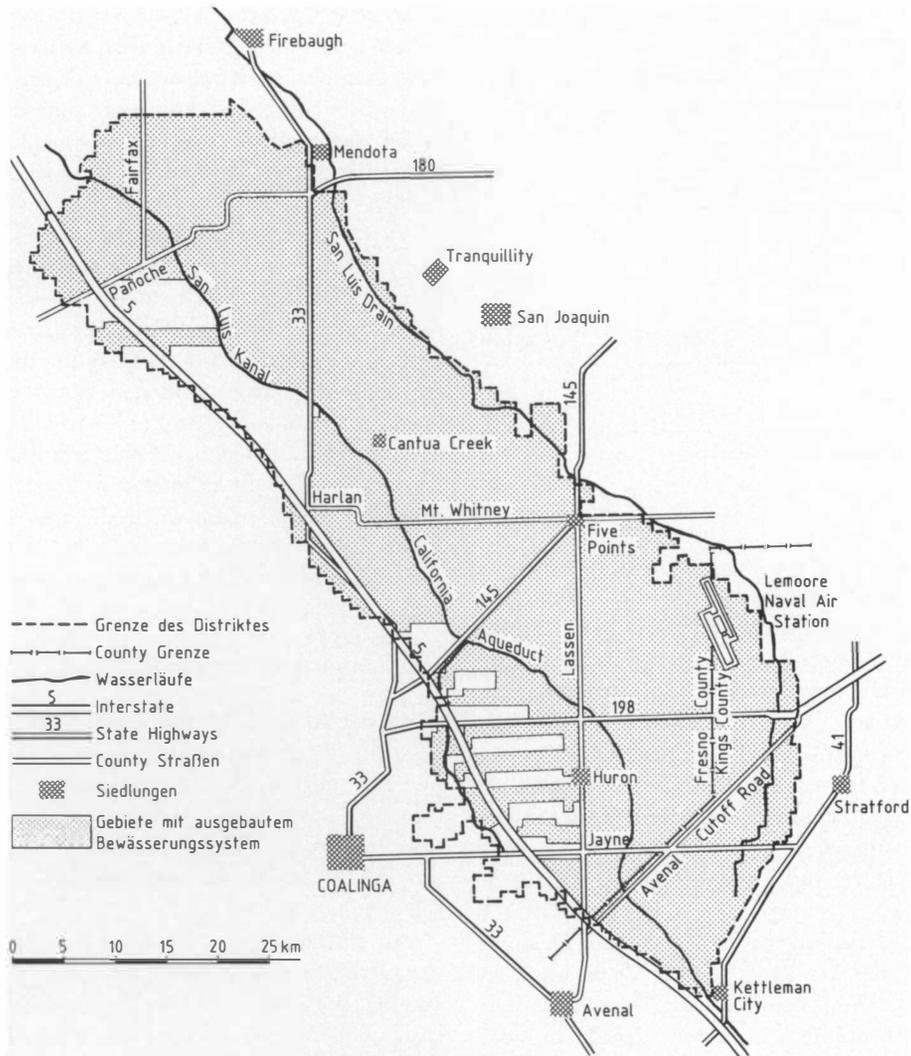


Abb. 3: Der Westlands Water District

Quelle: Westlands Water District, Fresno  
Westlands Water District

Mit Fertigstellung des *California Aqueduct* und Errichtung der Unterversorgungsleitungen zu den Farmen weiteten sich die Bewässerungsflächen des *Westlands Water District* von etwa 46 000 ha (1969) auf über 231 000 ha (1988) aus, gleichzeitig veränderte sich die Palette der angebauten Nutzpflanzen (Tab. 5).

Ökologische Probleme traten gegen Ende der siebziger Jahre im nördlichen Bereich des *Westlands Water District* (Region südlich von Mendota) auf. Um die Salzanreicherung im Boden zu verringern, die sich durch die lange Verwendung von Grundwasser eingestellt hatte, wurden höhere Wassergaben verabreicht als für den Pflanzenwuchs notwendig waren. Dadurch kam es zu einem Anstieg des Grundwasser-

spiegels über einer stauenden Schicht. Dieses Grundwasser enthielt mehr als die doppelte Salzmenge, die für den Pflanzenwuchs als vertretbar angesehen werden kann. Die Farmer sahen sich veranlaßt, die Flächen zu drainieren und das Wasser ab 1980 über den San Luis Drain, der zwischen 1968 und 1971 gebaut worden war, in das Kesterson Reservoir einzuleiten. Bereits wenige Jahre später zeigte sich, daß es hier zu einer starken Anreicherung von Selen kam. Dieses Selen, das in den geologischen Schichten der Fußflächen der Coast Range vorhanden ist und durch die Bewässerung gelöst wird, bewirkte auffällige Veränderungen bei den Fischen und der Vogelwelt. Nach massiven Protesten durch Umweltschutzorganisatio-

Tabelle 5: Die Entwicklung des Bewässerungsfeldbaus im Westlands Water District zwischen 1969 und 1988

The development of irrigated agriculture in the Westlands Water District between 1969 and 1988

1969		1988	
Anbaufrucht	ha	Anbaufrucht	ha
Baumwolle	11 048	Baumwolle	118 055
Alfalfa	6 838	Tomaten	26 471
Gerste	6 699	Weizen	10 029
Safflor	6 050	Melonen	7 571
Melonen	4 291	Alfalfa	5 829
Bewässerungsfläche insgesamt	46 106		231 210

Quelle: Westlands Water District, Fresno

nen sah sich der Westlands Water District gezwungen, die Einleitung des Drainagewassers im Juni 1986 einzustellen (vgl. LETEY u. a. 1986). Seit dem Zeitpunkt steigt der Grundwasserspiegel in den Bewässerungsgebieten beständig an, erste Flächen wurden bereits aus der Produktion genommen. Etwa 55 Farmer mit einer Nutzfläche von 17 000 ha sind betroffen. Wenn es nicht gelingen sollte, innerhalb der nächsten 5–10 Jahre eine Lösung zu finden, werden in großem Umfang Flächen aufgegeben werden müssen, wahrscheinlich auch in südlicher gelegenen Gebieten (Abb. 4).

Versuche, die Verlängerung des San Luis Drain in die San Francisco Bay doch noch zu realisieren, so wie es 1963 geplant worden war, scheiterten am Widerstand der Städte an der Bay. Auch ein Vorschlag, das Drainagewasser über eine Pipeline in die

Monterey Bay einzuleiten, rief dort erbitterte Proteste hervor. Gegenwärtig geht man davon aus, daß eine Lösung im Westlands Water District selbst gefunden werden muß. Dies könnte so hohe Kosten hervorrufen, daß allein aus ökonomischen Gründen ein einschneidender Wechsel im Anbauspektrum erfolgen müßte.

Im Gefolge der dargestellten Probleme tauchte auch die Frage auf, ob es durch die Anreicherung von Selen im Grundwasser bzw. die Wiederverwendung des Drainagewassers für die Bewässerung zu einer gesundheitsgefährdenden Erhöhung des Selengehaltes in den Pflanzen und den geernteten Früchten kommt. VALOPPI u. TANJI (1988) wiesen darauf hin, daß eine genaue Beobachtung der Anbaufrüchte notwendig ist, weil die Pflanzen in der Lage sind, auch toxische Selenmengen anzureichern. Das Problem kann ihrer Ansicht nach nur durch Aufbereitung bzw. Ableitung des Drainagewassers gelöst werden.

### 5.3 Räumliche Verlagerungsprozesse

Bei der Analyse der räumlichen Verlagerungsprozesse im Anbau von Industrietomaten sind zwei Ebenen zu unterscheiden. Einmal geht es um die eingetretene Verlagerung aus den östlichen Anbaugebieten der USA nach Kalifornien (Tab. 6), zum anderen um die Prozesse, die sich innerhalb Kaliforniens selbst zugetragen haben.

Ein entscheidender Nachteil der Produzenten an der Ostküste und im Mittelwesten war die Kleinflächigkeit des Anbaues (Tab. 7), die eine Mechanisierung nicht zuließ, weil die Kosten für den Vollernter und die Begleitgeräte zu hoch waren. Da es an billi-

Tabelle 6: Die Entwicklung der Anbauflächen für Industrietomaten in Kalifornien, dem Mittelwesten und den Ostküstenstaaten zwischen 1960 und 1987 und der Ertragsvorteil (t/ha) Kaliforniens

Harvested areas for processing tomatoes in California, the Midwest and the Atlantic States between 1960 and 1987 and California's yield advantage in t/ha

Jahr	Kalifornien	Mittelwesten*)	Ostküste**)	Ertragsvorteil (t/ha)
1960	52 611	25 901	23 310	13,9
1965	49 373	20 235	21 894	19,8
1970	57 184	19 952	14 772	19,9
1975	121 086	17 928	11 524	21,0
1980	83 490	13 800	5 787	28,6
1987	86 605	11 210	2 509	20,4***)

\*) Ohio, Indiana, Michigan, Illinois (bis 1970)

\*\*\*) New Jersey, Pennsylvania, Maryland, Virginia (bis 1980), New York (bis 1975) und Delaware (bis 1970)

\*\*\*) 1985

Quelle: BRANDT u. FRENCH 1981, California Tomato Growers Association

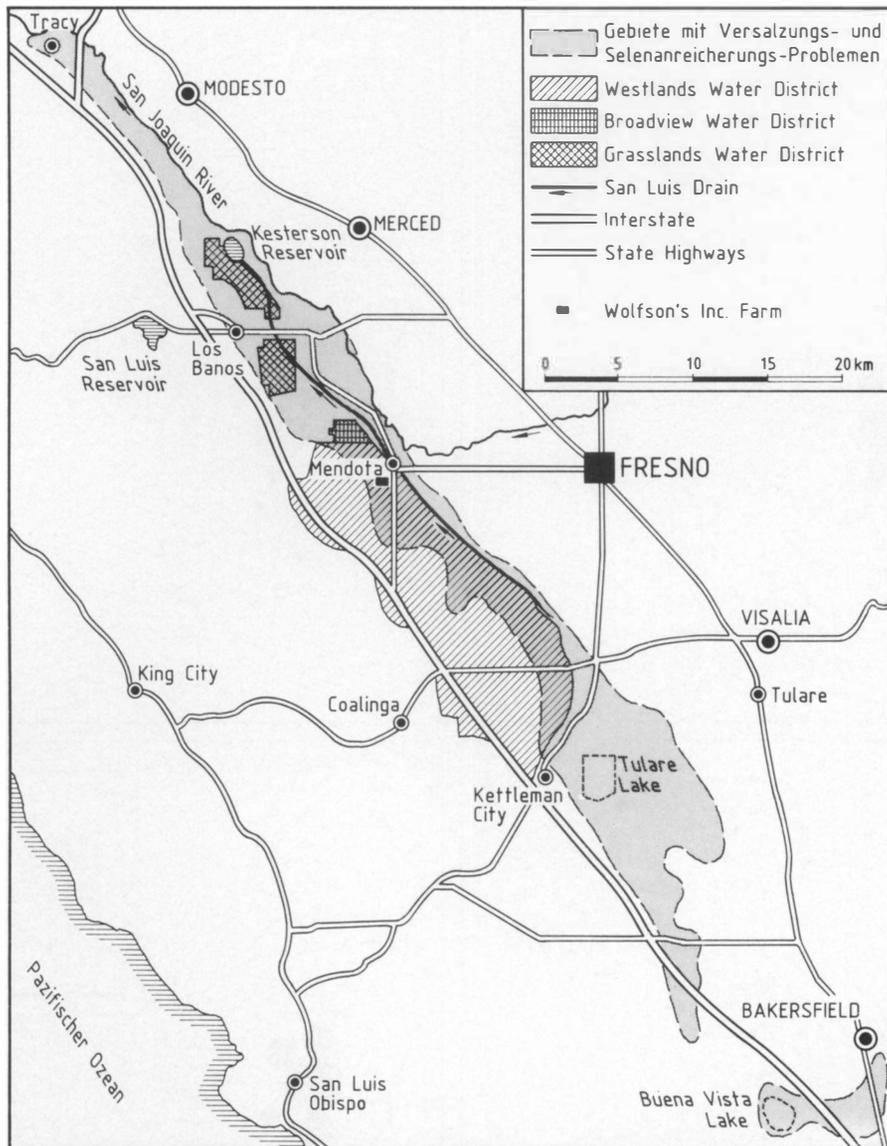


Abb. 4: Gebiete mit Versalzungs- und Selenanreicherungs-Problemen im San Joaquin Tal, Kalifornien

Quelle: Westlands Water District, Fresno

Areas with drainage and selenium problems in San Joaquin Valley, California

gen Landarbeitern fehlte, konnte eine Ausweitung im Rahmen der bestehenden Betriebssysteme nicht realisiert werden. Angesichts der Ertragsunterschiede zwischen Kalifornien und den östlichen Anbaugebieten, die sich im Mittel um etwa 20 t/ha bewegen, und der weitaus höheren Lohnkosten für den Erntevorgang wird das Ausscheiden der Farmer im Mittelwesten und an der Ostküste verständlich. Selbst die hohen Aufwandkosten für die Bewässerung, die in Kalifornien entstehen, sind problemlos tragbar. Von

großem Einfluß war zweifellos auch, daß die Verarbeitungsindustrie neue Fabriken fast ausschließlich im kalifornischen Längstal errichtete. Hier konnte sie Verträge mit den Farmern eingehen, die eine gleichmäßige Anlieferung und damit Auslastung der Betriebe garantierten. Letztlich haben die Forschungsarbeiten an der Universität in Davis, die Beratungstätigkeit des *Extension Service* und der Zusammenschluß der wichtigsten Anbauer zur *California Tomato Growers Association*, die die Forschungsvor-

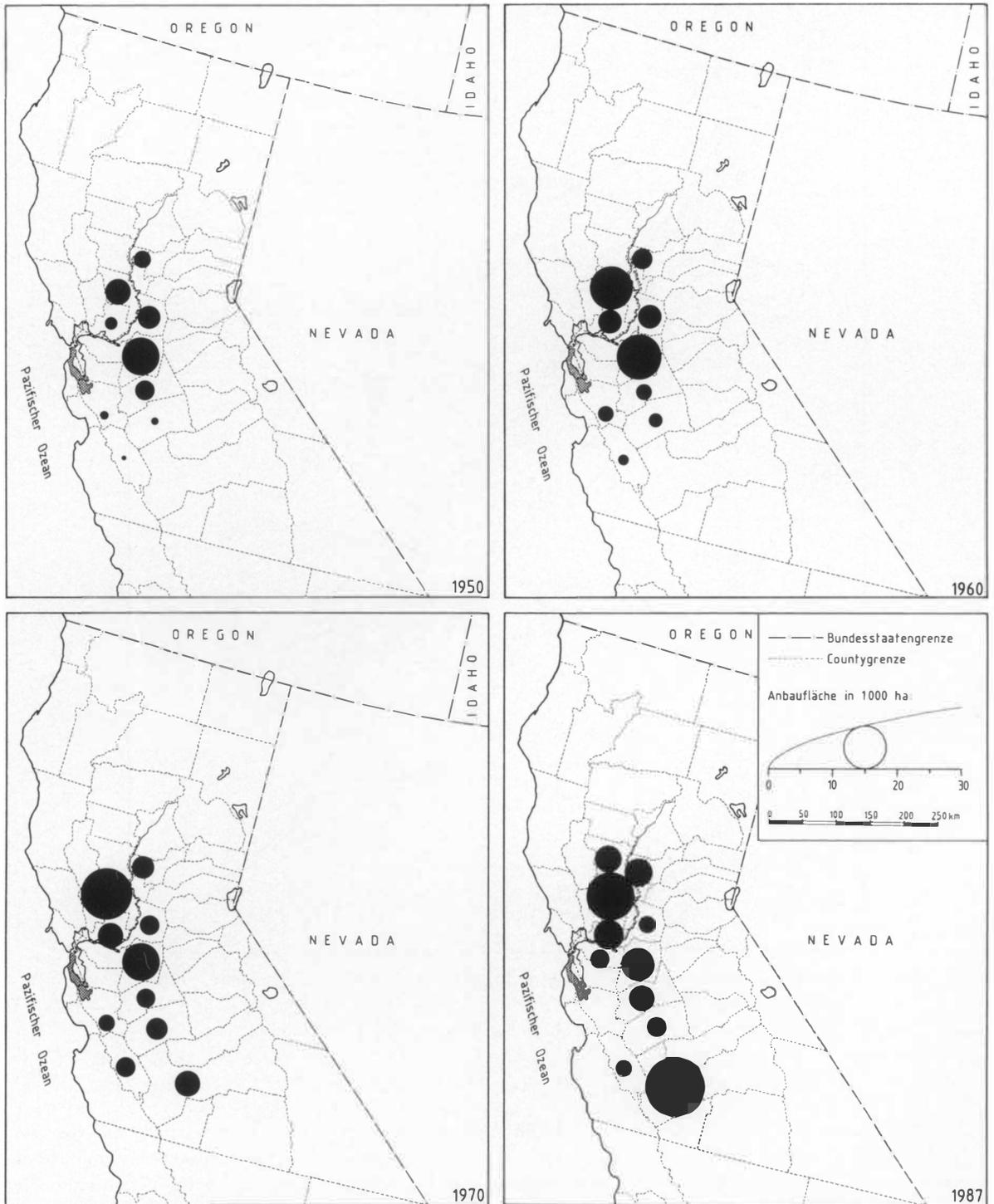


Abb. 5: Die zehn führenden Counties im Anbau von Industrietomaten in Kalifornien (1950-1987)

Quelle: California Department of Food and Agriculture

The ten leading counties in production of processing tomatoes in California (1950-1987)

Tabelle 7: Die durchschnittliche Größe der Anbauflächen (ha) von Tomaten in ausgewählten Staaten der USA (1959–1978)

Average size of planted areas in tomato growing in selected states of the United States (1959–1978)

Staat	Durchschnittliche Größe der Anbauflächen			
	1959	1964	1969	1978
New Jersey	3,5	5,8	6,8	3,3
Ohio	2,5	6,0	7,6	6,4
Indiana	3,7	6,6	10,4	8,3
Kalifornien	23,3	34,2	45,0	61,6

Quelle: CHERN u. JUST 1978, *Census of Agriculture 1978*

haben förderte und seit Beginn der siebziger Jahre die Anbauverträge mit der Industrie aushandelt, den Farmern in Kalifornien weitere entscheidende Vorteile gebracht.

Zu den genannten Faktoren kamen die klimatische Gunst des Längstales und die Möglichkeit, in den *Westlands* große Flächen neu zu erschließen, nachdem die Bereitstellung des Wassers über das *Central Valley Project* erfolgte. Damit wird der zweite Verlagerungsprozeß angesprochen, der sich in Kalifornien selbst einstellte. Der Tomatenanbau hatte vor Einführung des Vollernters seinen Schwerpunkt im Bereich des sogenannten Deltas, d. h. in den Unterläufen des Sacramento und San Joaquin. Zunächst dominierte die San Joaquin County, doch holte die Yolo County, nicht zuletzt bedingt durch den Standort der Universität in Davis sowie der Herstellerfirma in Rio Vista, sehr schnell auf. Als der Vollernter zur Anwendungsreife gelangte und sich innerhalb eines Jahrzehnts ausbreitete, kam es zu einer schnellen räumlichen Verlagerung in das Tal des San Joaquin, wobei vor allem die Anbaugelände im Westen des Tales eine Ausweitung erfuhren (Abb. 5). Hierbei ist die Entwicklung in der Fresno County besonders hervorzuheben. Sie stellte 1987 30,2% der

Tabelle 8: Die Entwicklung des Tomatenanbaus im *Westlands Water District* zwischen 1969 und 1988

The development of tomato growing in the *Westlands Water District* between 1969 and 1988

Jahr	Anbaufläche (ha)	Produktionswert (Mio. \$)
1969	2 435	4,93
1973	9 696	19,44
1977	13 112	41,64
1981	12 070	49,28
1985	22 064	95,84
1988	26 471	134,57

Quelle: *Westlands Water District*, Fresno

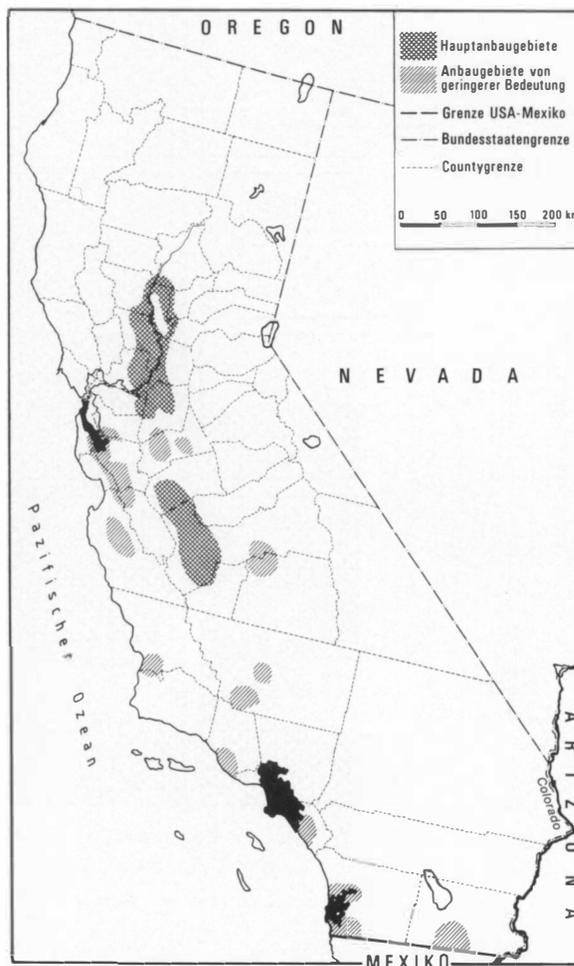


Abb. 6: Zentren des Tomatenanbaus in Kalifornien

Quelle: HORNBECK 1983, S. 83

Centers of tomato growing in California

gesamten Anbaufläche und 31,6% des Produktionswertes an Industrietomaten in Kalifornien.

Diese Ausweitung wäre nicht möglich gewesen ohne die Bereitstellung von Wasser für die Bewässerung der Anbauflächen, die hauptsächlich im Westen der County gelegen sind. Nach einer langen Vorbereitungs- und Konstruktionsphase wurde ab 1968 in größerem Umfang Wasser für die Farmer im *Westlands Water District* bereitgestellt. Die Anbaufläche für Industrietomaten hat sich in dem betrachteten Zeitraum mehr als verzehnfacht, der Produktionswert ist von etwa 5 Mio. \$ (1969) auf fast 135 Mio. \$ (1988) gestiegen (Tab. 8).

Wie ist dieses Phänomen zu erklären? Für den ökonomischen Einsatz des Vollernters waren große Flächen notwendig. Diese konnten von den Farmern in den *Westlands*, die über große Besitzungen verfüg-

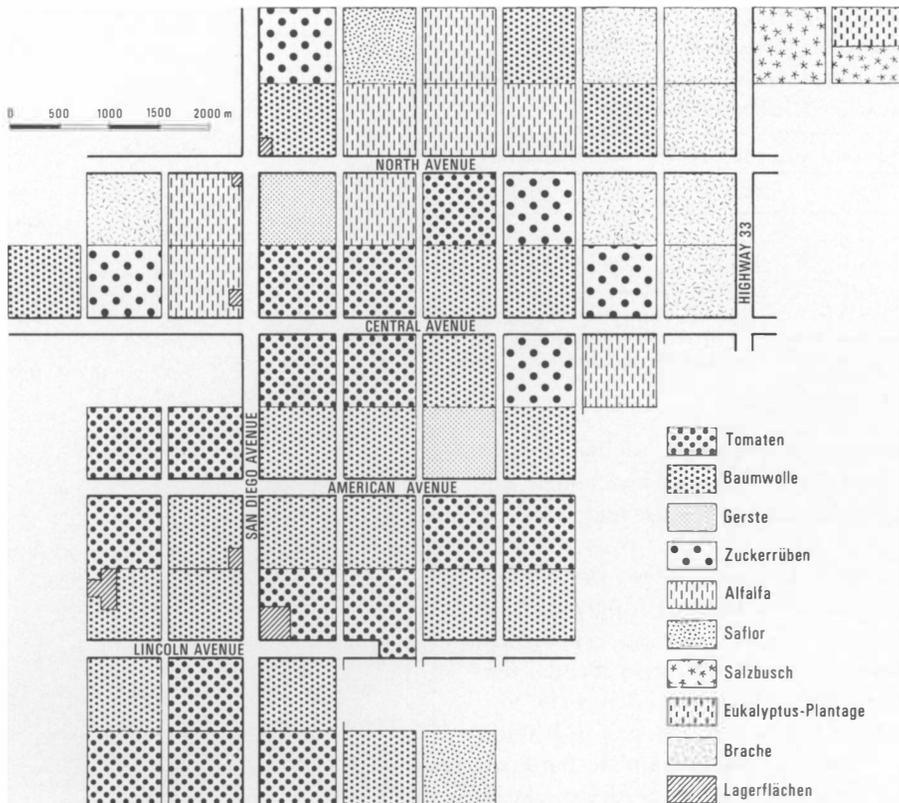


Abb. 7: Bodennutzung der Wolfson's Inc. Farm im Jahre 1989  
 Quelle: Angaben der Farmverwaltung, eigene Aufnahme  
 Land use of Wolfson's Inc. Farm (1989)

ten, bereitgestellt werden. Im Jahre 1968 lag die Durchschnittsgröße der bewässerten Fläche pro Farm bei 430 ha. Sie stieg dann auf über 1000 ha an, doch ist seit Anfang der siebziger Jahre wegen der gesetzlichen Regelungen (*Reclamation Law*, das den Bezug von Wasser aus staatlich geförderten Projekten begrenzt) eine stetige Reduzierung auf nunmehr etwa 350 ha erfolgt. Da die großen Ranches an der Westseite des Längstales auch keine Probleme hatten, bei den Banken das für den großflächigen Anbau von Industrietomaten notwendige Kapital zu beschaffen, stand einer schnellen Ausweitung nichts entgegen. Bei den hohen Gewinnaussichten, die nur von der Phase der Überproduktion gegen Ende der siebziger Jahre unterbrochen wurde, wandten sich deshalb zahlreiche Farmer dieser für sie neuen Frucht zu. Neben der Baumwolle wurden die Tomaten zur bedeutendsten *cash crop*.

Die Verarbeitungsindustrie folgte dieser Verlagerung. Leistungsfähige Fabriken entstanden im San Joaquin-Tal (z. B. Atwater, Modesto, Stockton, Hol-

lister, Los Banos). Sie banden durch Verträge Farmer im Nahbereich an sich und beschleunigten dadurch den regionalen Konzentrationsprozeß (Abb. 6). Die Ausweitung des Tomatenanbaues nach Süden hatte darüber hinaus den großen Vorteil, daß durch die unterschiedlichen Erntetermine eine bessere Auslastung der Fabriken erreicht werden konnte.

Eine Bodennutzungskartierung (Abb. 7) zeigt, wie der Anbau von Industrietomaten sich in das Anbauspektrum der Farmen einordnet. Die *Wolfson's Farm* ist im nördlichen Bereich des *Westlands Water District* gelegen. Angesichts der bestehenden Drainageprobleme versucht man, durch eine Eukalyptusplantation das Drainagewasser durch die Verdunstungsleistung der Bäume mengenmäßig zu reduzieren. Das „Konzentrat“ wird zur Bewässerung einer Salzbusch-Vegetation verwendet, die dann als Heu an Milchviehbetriebe abgegeben wird. Die Versuche sind sehr erfolgreich verlaufen, so daß man daran denkt, alles Drainagewasser in dieser Weise zu behandeln.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick (Tab. 9)

Die vorangehende Analyse hat gezeigt, daß die Entwicklung und raum-zeitliche Ausbreitung des Vollernters für Industrietomaten von einem Faktor-komplex gesteuert worden sind. Die Verknappung billiger Landarbeiter während des 2. Weltkriegs und das Auslaufen des Bracero-Programms ließen vermehrte Forschungsaktivitäten aufkommen, Tomatensorten zu züchten, die mit Maschinen geerntet werden konnten, sowie einen Vollernter zu entwickeln, der diese hartschaligen und sehr gleichmäßig reifenden Tomaten ernten konnte. Diese Innovationen, später auch der elektronische Sortierer, bildeten die Grundlage für die schnelle Ausweitung des Tomatenanbaues in Kalifornien (regionale Konzentration) und den Übergang zum Großflächenanbau (sektorale Konzentration). Durch die Möglichkeit, bislang ungenutztes bzw. durch Wassermangel nur

begrenzt nutzbares Land im Westen des San Joaquin-Tales zu erschließen, kam es zu einer Südverlagerung in Kalifornien selbst. Diese Farmen boten sich wegen ihrer Flächengröße und der Kapitalverfügbarkeit für den Einsatz des Vollernters an.

Aus dem Einsatz dieser agrartechnologischen Innovationen resultierten sowohl sozioökonomische als auch geoökologische Probleme. Insbesondere letztere könnten, falls es nicht gelingt, das Drainageproblem zu lösen, zu einer schnellen Verringerung der Anbauflächen für Industrietomaten in den *Westlands* führen. Allerdings ist davon auszugehen, daß es dem politischen Einfluß der großen Farmer sowie der Verarbeitungsindustrie für Tomaten möglich sein wird, das geoökologische Problem durch Einsatz von Kapital (Bundesregierung, Staat, Farmer) zu lösen. Dies würde dann bedeuten, daß in Zukunft die bereits eingetretene regionale und sektorale Konzentration sich eher noch verstärkt als verringert.

Tabelle 9: Synopse der Entwicklung des mechanischen Tomaten-Vollernters in Kalifornien und seine Wirkungen

Synopsis of the development of the mechanical tomato harvester and its impacts

Zeitraum	Entwicklung des Vollernters und resultierende Wirkungen
2. Weltkrieg	Verknappung an Arbeitskräften läßt die Frage nach der Mechanisierbarkeit der Tomatenernte aufkommen.
1942	Ein kalifornischer Tomatenbauer (A. M. Jongeneel) schlägt Prof. G. C. Hanna (Universität Davis) vor, eine Tomate zu züchten, die mit der Maschine geerntet werden kann.
1949	Prof. Hanna stellt die Ergebnisse seiner Züchtung vor, Prof. C. Lorenzen beginnt die Entwicklungsarbeit am Tomaten-Vollernter.
1956	California Tomato Growers Assoc. stellt Forschungsmittel für die Entwicklungsarbeit bereit.
1958	Forschungsarbeiten zur Entwicklung eines Vollernters an der Michigan State University (East Lansing), der University of Florida (Gainesville) und in Indiana (Perdue University, Lafayette). Erster Versuch der California Tomato Growers Assoc., die Anbauverträge zentral abzuschließen, scheitert.
1959	Die Universität in Davis baut einen Prototyp des Vollernters, läßt ihn patentieren und überträgt der Blackwelders Manufacturing Co. (Rio Vista) das Nutzungsrecht.
1960	Blackwelders baut 15 Vollernter, 5 weitere Maschinen werden von anderen Unternehmen getestet. Etwa 1000 t hartschaliger Tomaten werden maschinell geerntet. Eine Demonstrationsveranstaltung in Courtland läßt über 2000 Tomatenanbauer, Verarbeitungsbetriebe und Bankvertreter zusammenkommen.
1961	Erster Einsatz des Vollernters auf Farmen, 0,5 % der Tomatenproduktion werden mechanisch geerntet. Blackwelders Co. verkauft 25 Vollernter. Weitere Unternehmen testen Prototypen. Prof. Hanna gibt die Sorte VF-195, die für die mechanische Tomatenernte von entscheidender Bedeutung werden sollte, für den Anbau frei. Verarbeitungsunternehmen und Tomatenanbauer finanzieren gemeinsam ein Forschungsprojekt der Universität in Davis, um den Transport und die Verarbeitung großer Mengen von Industrietomaten zu ermöglichen.
1964	Ende des Bracero-Programms.
1965	Streik der Landarbeiter in Delano (Traubenernte) erfolgreich, Stärkung der National Farm Workers Assoc. (Gewerkschaft).

1966	Mindestlohn wird auch für Landarbeiter festgesetzt.
1970	Umstellung der Industrietomaten-Ernte auf mechanische Vollernter abgeschlossen. Versuch der California Tomato Growers Assoc., eine Marktordnung für den Anbau zu erwirken, scheitert, weil die Verarbeitungsindustrie Preise für Tomaten erhöht.
1974	California Tomato Growers Assoc. gelingt es, von der Verarbeitungsindustrie als Partner für die Aushandlung der Verträge akzeptiert zu werden. Elektronischer Sortierer ist serienreif; er reduziert die Zahl der notwendigen Arbeiterinnen pro Vollernter von 15 auf 5, gleichzeitig verdoppelt sich der Preis der Maschine.
1976	Einsatz des elektronischen Sortierers setzt 5000 Arbeiterinnen frei; 20% der Vollernter sind damit ausgestattet. Neue Verarbeitungsbetriebe entstehen vor allem im San Joaquin-Tal.
1978-82	Schnelle Ausweitung der Anbauflächen führt zu einer Marktübersättigung und zu einem Preiszusammenbruch. Viele kleine Erzeuger scheiden aus.
1983-86	Im nördlichen Teil des Westlands Water District treten ökologische Probleme durch selenhaltiges Drainagewasser auf, das zu massiven Protesten und schließlich zur Einstellung der Einleitung des Wassers in den San Luis Drain führt.
1987-89	Eine Studie der National Academy of Sciences erklärt, daß die Tomate wegen der gehäuften Anwendung von Spritzmitteln ein gesundheitsgefährdendes Nahrungsmittel ist. Die California Tomato Growers Assoc. gibt eine Gegenstudie heraus. Die Qualität der Nahrung wird zunehmend bedeutsam; die Anbauer beginnen, sich darauf einzustellen.
1989	Die ökologischen Probleme durch den ansteigenden Grundwasserspiegel im nördlichen Westlands Water District verschärfen sich. Mehrere Trockenjahre haben dazu geführt, daß sich der Tomatenanbau noch stärker auf die Gebiete konzentriert, die durch Wasser aus staatlichen Projekten versorgt werden. Fresno County erreicht fast ein Drittel der kalifornischen Gesamterzeugung.

Quelle: DE JANVRY, LEVEEN u. RUNSTEN 1980, RASMUSSEN 1968

### Literatur

- BRANDT, J. A. u. FRENCH, B. C.: An Analysis of Economic Relationships and Projected Adjustments in the U.S. Processing Tomato Industry. Giannini Foundation Research Report, No. 331. University of California, Davis 1981.
- CHERN, W. S. u. JUST, R. E.: Econometric Analysis of Supply Response and Demand for Processing Tomatoes in California. Giannini Foundation Monograph, No. 37. Berkeley 1978.
- Department of Water Resources* (Hrsg.): California Water: Looking to the Future. Sacramento 1987.
- EICKHOFF, J. u. PETERSON, B.: Survey of California Processed Tomato Growers 1988. Technical Assessment Systems, Inc. Washington, D.C. 1988.
- GRATTAN, S. R. u. a.: Effect of saline drainage water reuse on yield and accumulation of selenium in melon and tomato. In: TANJI, K. (Hrsg.): Selenium Contents in Animal and Human Food Crops Grown in California. Cooperative Extension, University of California, Oakland 1988, S. 41-46.
- GREGOR, H. F.: Industrialization of U.S. Agriculture. An Interpretive Atlas. Boulder 1982.
- HIGHTOWER, J.: Hard Tomatoes, Hard Times. Cambridge, Mass. 1973.
- HORNBECK, D. u. a.: California Patterns: A Geographical and Historical Atlas. Palo Alto 1983.
- JANVRY, A. DE, LEVEEN, PH. u. RUNSTEN, D.: Mechanization in California Agriculture: The Case of Canning Tomatoes. University of California, Dept. of Agricultural and Resource Economics, Berkeley 1980.
- LANTIS, D. W., STEINER, R. u. KARINEN, A. E.: California: The Pacific Connection. Chico 1989.
- LETEY, J. u. a.: An Agricultural Dilemma: Drainage Water and Toxic Disposal in the San Joaquin Valley. University of California, Agricultural Experiment Station Spec. Publ. 3319. Riverside 1986.
- MCWILLIAMS, C.: Factories in the Field. Santa Barbara 1971.
- RASMUSSEN, W. D.: Advances in American agriculture: the mechanical tomato harvester as a case study. In: Technology and Culture 9, 1968, S. 531-543.

- RUNSTEN, D. u. LEVEEN, PH.: Mechanization and Mexican Labor in California Agriculture. Monographs in U.S.-Mexican Studies 6. University of California, San Diego 1981.
- RUNSTEN, D. u. MOULTON, K.: Competition in processing tomatoes. In: University of California, Agricultural Issues Center (Hrsg.): Competitiveness at Home and Abroad. Davis 1988, S. 61-78.
- SCHOURING, A. F. (Hrsg.): A Guidebook to California Agriculture. Berkeley 1983.
- SIMMONS, E.: Westlands Water District. The First 25 Years, 1952-1977. 2. Aufl. Fresno 1988.
- The California Raisin Industry* (Hrsg.): Farm Labor. California Agriculture's Vital Resource. o. O., o. J. [1988].
- VALOPPI, L. u. TANJI, K.: Are the selenium levels in food crops and waters of concern? In: TANJI, K. (Hrsg.): Selenium Contents in Animal and Human Food Crops Grown in California. Cooperative Extension, University of California, Oakland 1988, S. 97-102.
- VILLAREJO, D.: Getting Bigger: Large-scale Farming in California. Davis 1981.
- WINDHORST, H.-W.: Geographische Innovations- und Diffusionsforschung. Erträge der Forschung, Bd. 189. Darmstadt 1983.
- : Die finanzielle Situation der amerikanischen Farmer in der Mitte der achtziger Jahre. In: Zeitschrift für Agrargeographie 4, 1986, S. 97-120.
- : Die Rolle der Großfarmen in der US-amerikanischen Agrarwirtschaft. In: Geogr. Zeitschrift 75, 1987, S. 228-244.
- : Die Industrialisierung der Agrarwirtschaft. Ein Vergleich ablaufender Prozesse in den USA und der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt/M. 1989.

## TOPOGRAPHISCHE KARTE DES BERGLANDES VON CHARAZANI (BOLIVIEN)

1:50.000\*)

Mit 3 Abbildungen, 3 Photos und 1 Beilage (I)

WILHELM LAUER und M. DAUD RAFIQPOOR

*Summary:* Topographic map of the Charazani area (Bolivia) 1:50,000

On scale of 1:50,000 the map presented in this paper shows the study area of the project „Kallawaya Mountain Tribes and Ecosystem“ in the Charazani Valley, Bolivia. Originally, the idea had been to provide the participants of the project with a simple working map for their studies within the central settlement area of the Kallawaya Indians, since this region has not yet been covered by any official topographic map. The map introduced here emerged from this provisional draft with the help of the cartography department of the Institute of Geography in Bonn. The cartographer D. GLADENBECK intensified the geographic information of the map by plastic relief shading, thus creating an esthetic „work of art“. The map now serves as a cartographic base for scientific field-work partly discussed in the literature quoted.

### I. Vorbemerkung

Als im September/Oktober 1977 der Münchener Botaniker PAUL SEIBERT und der Bonner Geograph WILHELM LAUER das Gebiet der Kallawaya-Indianer

im Vorland der Cordillera de Apolobamba zur Vorbereitung eines geplanten wissenschaftlichen Gemeinschaftsunternehmens bereisten, das die Erforschung der Lebensformen und der Umwelt dieser Bevölkerungsgruppe zum Ziel hatte, mußten sie feststellen, daß nur der westliche Teil des Arbeitsgebiets durch amtliche topographische Karten erfaßt war. Da auf Nachfrage bei dem zuständigen „Instituto Geográfico Militar“, La Paz, für die nächsten Jahre die Fertigstellung der das Arbeitsgebiet betreffenden topographischen Blätter 1:50.000 nicht in Aussicht gestellt werden konnte, blieb nur der Weg, eine eigene kartographische Arbeitsgrundlage zu schaffen. Daß dies sinnvoll war, hat sich bestätigt, da bis heute die amtlichen topographischen Karten nicht vorliegen.

\*) Der Druck der Karte wurde gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn, und das Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, im Rahmen der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz.