

# Reisanbau in Kalifornien

## Rice cultivation in California

Von Franz R. Kegel\*)

### 1. Einleitung

Nach Angaben des United States Department of Agriculture werden etwa 93 % der Weltproduktion an Reis in Asien erzeugt. Nur etwa ein Prozent wird in den USA angebaut und nur etwa ein Viertel davon im Staat Kalifornien. Trotzdem sind die USA heute eines der wichtigsten Reisexportländer und exportieren Reis sowohl nach Asien als auch nach Europa.

### 2. Reisanbau in den USA

In den Vereinigten Staaten wird Reis in fast gleichem Umfang in den Staaten Arkansas, Kalifornien, Louisiana und Texas angebaut; weit geringere Anbauflächen findet man in Mississippi und Missouri. In diesen Staaten konzentriert sich der Reisanbau auf bestimmte Gebiete, die sich

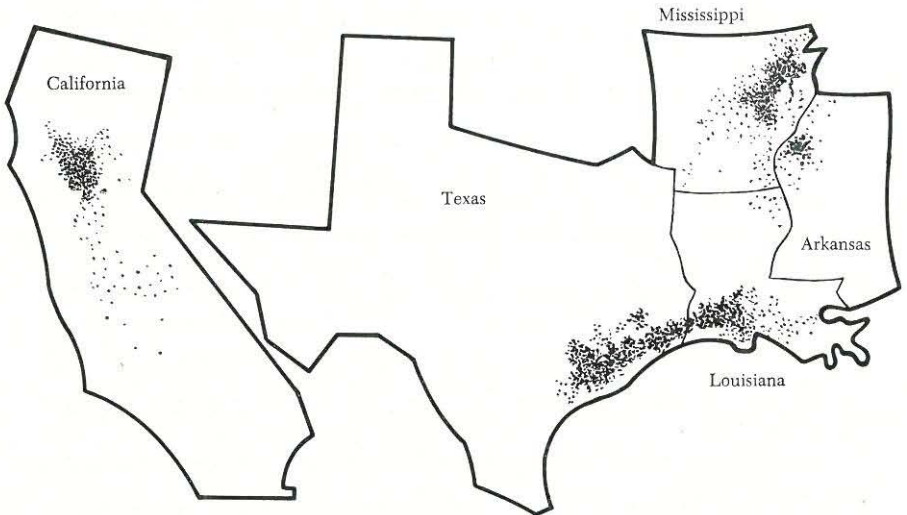


Abb. 1. Die wichtigsten Reisanbaugebiete der USA

Quelle: U.S.D.A. Agriculture Handbook 289

\*) Franz R. Kegel, M. S. Agronomy, Farm Adviser, University of California Agricultural Extension Service.

Adresse: 420 S. Wilson Way, Stockton, California/USA.

besonders dazu eignen; dort kann es dann die landwirtschaftliche Haupterwerbsquelle sein.

Reis ist schon Ende des 17. Jahrhunderts in den USA angebaut worden. Von Versuchspflanzungen in Virginia wird schon 1609 berichtet. Um 1690 wurde Reis in South Carolina bereits regelmäßig angebaut. Bis 1890 waren die Südoststaaten das Reisanbaugebiet. Ende der 80er Jahre begann man auch im südwestlichen Louisiana mit dem Anbau von Reis; dieser Anbau dehnte sich dann auch auf das benachbarte Texas aus. Um 1904 wurde in Arkansas, in der Nähe von Grand Prairie, der Reisanbau bedeutend. Im Tal des Sacramento wurden 1909 die ersten kalifornischen Reisanbauversuche unternommen. Seit 1912 wird Reis auch dort erwerbsmäßig angebaut. Noch heute findet man den größten Teil im mittleren Sacramento-Tal konzentriert.

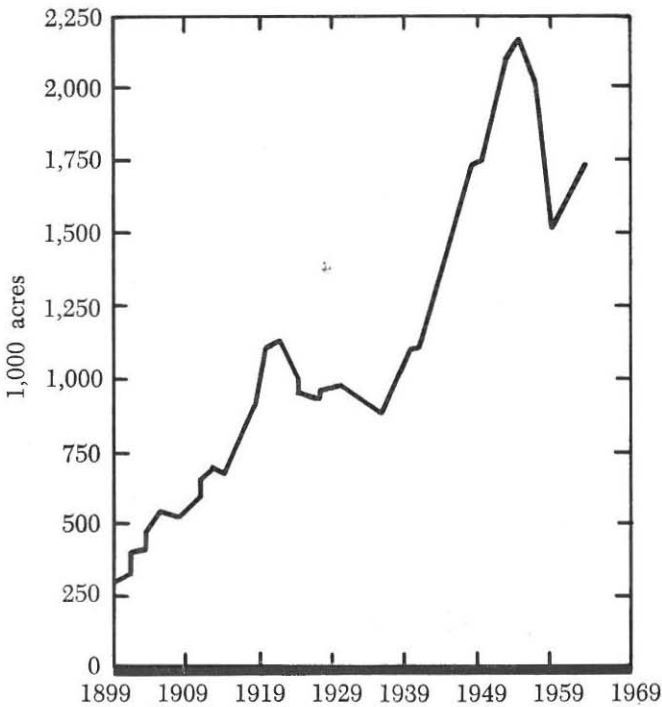


Abb. 2. Reisanbaufläche in den USA 1899—1963  
(in 1,000 acres)

Quelle: U.S.D.A. Agriculture Handbook 289

Der Reisanbau in diesen Staaten war so erfolgreich, daß seit 1917 der Bedarf der USA durch Eigenproduktion gedeckt werden konnte. Heute können beträchtliche Mengen Reis exportiert werden. Der Wert des kali-

fornischen Reisexports im Jahre 1965 betrug \$ 32,5 Millionen (6,2 % seiner Ernte). In dieser Summe ist der nach Puerto Rico verkaufte Reis nicht eingeschlossen. 1965 sind 784 000 Tonnen Reis im Wert von \$ 78 480 000 geerntet worden. Wertmäßig machte das etwa 2 % der landwirtschaftlichen Produktion des Staates aus.

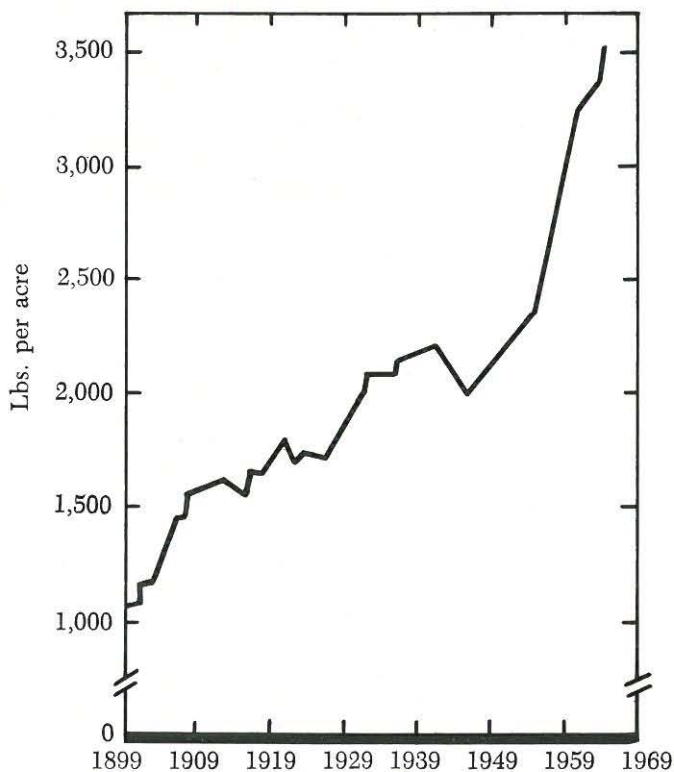


Abb. 3. Durchschnittserträge in den USA 1899—1963

Quelle: U.S.D.A. Agriculture Handbook 289

1899 wurde bei einer Anbaufläche von 301 000 acres (120 000 ha) Reis ein Durchschnittsertrag von 1091 pounds pro acre (1200 kg/ha) erzielt. Die Reisanbaufläche der USA hat ihre größte Ausdehnung mit 2 550 000 acres (1 020 000 ha) erreicht. 1963 wurden im Durchschnitt 3563 pounds/acre geerntet (3919 kg/ha). In Kalifornien konnten die Durchschnittserträge von 2295 pounds/acre (2524 kg/ha) im Jahre 1920 auf 4505 pounds/acre (4955 kg/ha) im Jahre 1963 gesteigert werden. Zur Zeit wird die Anbaufläche in den USA kontingentiert, so daß nur kleine Schwankungen in der Anbaufläche zu verzeichnen sind.

### 3. Reisanbau in Kalifornien

#### 3.1. Standortverhältnisse

Reis stellt besondere Ansprüche an die Standortverhältnisse. Die Hauptanbaugebiete entsprechen den folgenden Bedingungen:

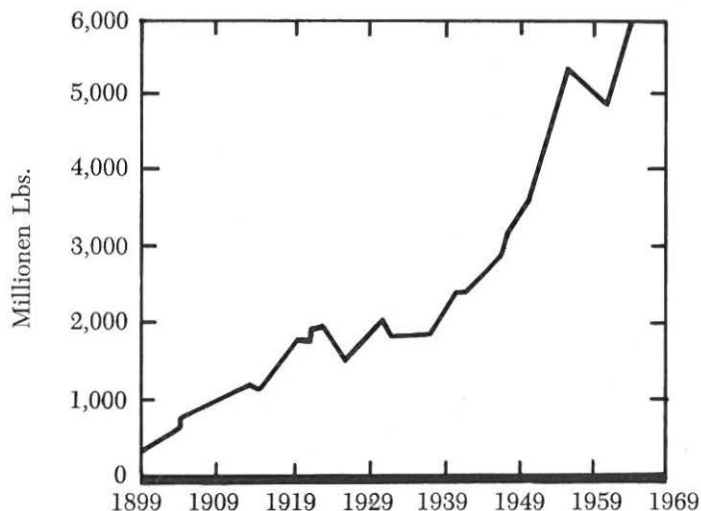


Abb. 4. Jahres-Reisproduktion in den USA 1899—1963

Quelle: U.S.D.A. Agriculture Handbook 289

#### 3.1.1. Klima

Während des größten Teils der Wachstumszeit von etwa 135 Tagen hohe Lufttemperaturen, auch nachts. Besonders zur Blütezeit sind warme Nächte erforderlich. Maxima während der Blüte 80—100° F. In Kalifornien regnet es während des Winters. So ist der Regen für die direkte Wasserversorgung des Reises unwichtig. Regen und niedrige Temperaturen können Frühjahrsearbeiten und Wassertemperatur negativ beeinflussen. Früher Regen im Herbst kann die Erntearbeiten erschweren.

#### 3.1.2. Wasserversorgung

Ein ausreichender Wasservorrat ist äußerst wichtig. Man soll im Frühjahr die Felder innerhalb von 96 Stunden mit gutem, nicht zu kaltem Wasser überfluten können. Auch während des Sommers muß eine ausreichende Wassermenge zur Verfügung stehen, um den Reis immer unter Wasser halten zu können; das Wasser darf auch nicht zu teuer sein. In Kalifornien wird sehr oft Gebirgswasser zur Reibewässerung verwandt, das in großen Stauseen gespeichert wurde. Dieses Wasser kann Temperaturen von etwa 51° F aufweisen, wenn es aus größeren Tiefen der Stau-

seen entnommen wird. Für ein optimales Wachstum sind Wassertemperaturen zwischen 70°—85° F erforderlich. Die optimale Wassertemperatur ist von den Sorten abhängig.

Wenn das Wasser zu kalt ist bei Zufuhr zum Reisfeld, muß es vorgewärmt werden. Hierzu dienen Vorwärmebecken. Dies sind unbebaute Becken (paddys), deren Größe 2 % der Reisfläche umfaßt, in ihnen wird das Wasser 6—12 inches (15—30 cm) hoch gestaut. Die Temperatur kann rationell um 10° F erhöht werden.

Etwa 5 % der kalifornischen Reisfläche wird mit Grundwasser bewässert. Auch hier kann das Wasser, bei Temperaturen von 65° F oder weniger, zu kalt sein. Auch kann solches Wasser zu viel oder schädliche Salze enthalten. Gute Wasserqualität wird gewöhnlich die folgenden Eigenschaften haben:

Elektrische Leitfähigkeit < 750 mmohs/cm

Bor (ppm) < 1

S. A. R. index (Natrium Absorption Index) < 10.0 %.

Die Qualität des Wassers und die Kosten, es zu heben, sind für die Rentabilität des Reisanbaus in manchen Gegenden ausschlaggebend. Sauerstoffmangel ist im kalifornischen Reisanbau selten ein Problem; die Felder können bis kurz vor der Ernte unter Wasser stehen. Ein gleichmäßiger Zufluß von etwa 450 Gallonen (1701 l) pro Minute je 50 acres (20,2 ha) werden zur Erhaltung eines konstanten Wasserstandes im Sommer angeraten. Die als notwendig angesehene Wassermenge schwankt von Gegend zu Gegend, von Feld zu Feld und von Jahr zu Jahr. 4.3 bis 14.8 acre/feet (1310—4511 mm) Bewässerungswasser mit einem Durchschnitt von 8.2 acre/feet (2499 mm) pro Jahr werden benötigt. Bodenbeschaffenheit und damit verbundene Sickerverluste sind der Hauptgrund für diese Schwankungen.

### 3.1.3. Bodenverhältnisse

Kaliforniens wichtigste Reisböden sind entweder solche, die eine schlechte Wasserdurchlässigkeit aufweisen oder solche, die im Untergrund wasserundurchlässige Schichten aufzuweisen haben. STOCKTON ADOBE CLAY, einer der wichtigsten Reisböden, besteht bis zu einer Tiefe von 5 bis 16 inches (13—40 cm) aus einem dunkelgrauem bis schwarzem Ton. Wenn naß, wird er sehr dicht und plastisch, schrumpft aber zusammen bei Austrocknung, wodurch große Risse entstehen. Der Unterboden hat eine ähnliche Struktur, ist aber kalkhaltiger und hat mehr kolloidalen Ton und weniger organische Masse. SACRAMENTO TONBÖDEN findet man in niedrig gelegenen Überschwemmungsgebieten (flood plains). Sie sind unter sumpfigen Bedingungen entstanden. Der Oberboden ist dunkelgrau oder dunkelgrau-braun, etwa 14—24 inches (35—60 cm) tief, grob und klumpig. Es ist ein schwerer Boden, der mehr oder weniger zersetzte organische Masse enthalten kann. Der Untergrund ist stratifiziert. WILLOWS Böden stammen meist von Flußablagerungen, sind rötlich oder gelbbraun gefärbt und haben einen dichten wasserundurchlässigen Untergrund.

## 4. Der praktische Reisanbau in Kalifornien

### 4.1. Bodenbearbeitung

In Kalifornien wird Reis fast nur im „Great Central Valley“, in den Tälern des Sacramento und des San Joaquin, angebaut. Meist handelt es sich dort um schwere Tonböden, die oft auch noch eine wasserundurchlässige Schicht aufzuweisen haben. Das Land ist recht eben, muß aber trotzdem mit Geräten (Landlevelers and Landplanes) eingeebnet werden. Die Felder werden durch kleine Dämme (Levees) unterteilt, so daß man innerhalb der Parzellen (Paddys) die Wassertiefe gut regulieren kann.

Bisher waren die Paddys etwa 4—6 acres groß und von unregelmäßiger Form, so wie es das natürliche Bodengefälle vorschrieb. Neuerdings gehen immer mehr Reisanbauer dazu über, ihr Land so einzuebnen, daß rechteckige Becken von 20 bis 40 acre Größe entstehen.

Der kalifornische Reisfarmer bearbeitet sein Land im entwässerten Zustand, meistens im Frühjahr, sobald es die Bedingungen zulassen. Der von ihm angestrebte Zustand ist ein ganz trockenes Saatbett, auf dem keine Pflanzenrückstände mehr zu sehen sind, das gut eingeebnet ist, und das eine klumpige Bodenoberfläche besitzt. Trockener Boden ist wichtig für die Unkrautbekämpfung und Algenunterdrückung sowie für die Stickstoffdüngung. Der klumpige Boden gibt den vom Flugzeug in die überstauten Reisfelder gesäten Reissamen und den jungen Pflanzen einen Halt und vermindert ein Abtreiben bei windigem Wetter.

Reis wird gelegentlich auch dort angebaut, wo versalzte Böden verbessert werden sollen oder wo Wasser mit einem hohen Salzgehalt verwendet wird. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß die höchsten Erträge nur dort erzielt werden, wo Wasser und Boden von guter Qualität sind, denn Reis ist eigentlich keine salzresistente Pflanze.

### 4.2. Düngung

Stickstoff ist das wichtigste Düngemittel im Reisanbau. Auf vielen Böden spricht Reis weder auf eine P- noch auf eine K-Düngung an. Auf einigen alkalischen, salzigen Böden, die einen pH-Wert von 8,5 (1 : 10 Boden : Wasser) haben, sind beim Reisanbau, aber nicht beim Getreideanbau, erstaunliche Eisenwirkungen beobachtet worden. Experimente von *Mikkelsen* und *Finrock* haben gezeigt, daß viel Stickstoff durch Nitrifikation und darauf folgende Denitrifikation verloren gehen kann. Sie fanden einen wesentlich geringeren Verlust, wenn der Stickstoff in der Ammoniak-Form (meist Ammoniumsulfat, aber auch flüssiger Ammoniak) auf 2—4 inches (5—10 cm) eingebracht und der Boden dann schnell überflutet wurde. Bei entsprechender hoher N-Gabe war eine spätere Kopfdüngung nicht mehr nötig.

In Kalifornien ist es jetzt üblich, Ammoniumsulfat im letzten Arbeitsgang in 2—4 inches (5—10 cm) Tiefe zu plazieren oder einzuarbeiten. Meist werden 60—90 lb pro acre N gegeben (67—100 kg/ha). Man muß aber sorgfältig darauf achten, daß das  $\text{NH}_4^+$  nicht vor dem Überschwem-

men in  $\text{NO}_3^-$  umgewandelt wird, welches dann unter anaeroben Bedingungen möglicherweise reduziert wird und verloren geht. Wird der Dünger in den trockenen Boden gebracht und das Wasser unverzüglich ausgebracht, besteht keine Gefahr von Stickstoffverlusten. Aber in einem gut durchlüfteten feuchten Boden kann, nach *Mikkelsen*, bei normalen Frühjahrstemperaturen in 7 Tagen bis zu 60 % des  $\text{NH}_4^+$  in  $\text{NO}_3^-$  umgewandelt werden.

Wo Reis auf Phosphatdüngung anspricht, wird etwa 20 lb pro acre (22,5 kg/ha) P. gegeben.

Nach Angaben von *M. Miller* (9 a), werden im Reisanbau folgende Stickstoffdünger eingesetzt:

Ammoniumsulfat	50—55 %
Ammoniakwasser (20 % N)	20 %
Wasserfreies Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )	20 %
Urea (Harnstoff) und andere einschließlich Dünger wie 19—9—0 (N-P-K)	5—10 %

Wenn der Reis auf eine P-Düngung anspricht, wird mehr der Dünger 19—9—0 bevorzugt.

#### 4.3. Sorten

Drei Reissorten des Japonica-types herrschen in Kalifornien vor. *Coloro* und *Colusa* (1600) sind kurz-körnige Sorten, die vor 1921 in Kalifornien entwickelt worden sind. *Calrose*, mit mittellangen Körnern, ist eine kalifornische Züchtung, die 1948 anerkannt wurde. *Colusa* benötigt 135—140 und die beiden anderen Sorten 150—155 Tage bis zur Reife. Für die Saatgutenerkennung und Reinhaltung der Sorten ist die California Crop Improvement Association verantwortlich. Sie arbeitet eng mit dem Department of Agronomy der University of California, dem California Agricultural Extension Service, der Rice Experiment Station, dem California State Department of Agriculture und dem United States Department of Agriculture zusammen. *Kokoho-Rose* and *Earlirose* sind zwei neuzugelassene Sorten. Neue Sorten, mit kürzeren Reifezeiten und kürzerem Stroh werden jetzt gezüchtet.

#### 4.4. Aussaat

Gewöhnlich wird in Kalifornien die Aussaat zwischen dem 15. April und dem 15. Mai mit Hilfe von Flugzeugen. Je nach Bedingungen der Luft- und Wassertemperaturen wird manchmal schon um den 1. April oder erst um den 1. Juni gesät. Gebraucht werden 125—200 pounds Saatgut pro acre (137—220 kg/ha). Das Saatgut muß entsprechend vorbehandelt werden, um Keimungshemmstoffe zu entfernen. Die Saatgutbehandlung sieht folgendermaßen aus: Der Reis wird 18—24 Stunden lang in einer Natriumhyperchloritlösung (1 Teil 5,25 %ige kommerziell erhältliche  $\text{NaOCl}$ -Lösung zu 99 Teilen Wasser) eingeweicht, die dann etwa 24 Stunden lang

ablaufen kann. Vor Erhitzung des Saatgutes muß gewarnt werden. Das Einweichen muß gut mit dem Überfluten der Felder abgestimmt sein, so daß der Reis vor seinem Auskeimen ausgesät wird, zu einer Zeit, wo das Unkraut noch nicht gekeimt hat. Die Flugzeuge laden etwa 900 lbs (Gewicht vor der Behandlung), diese Menge reicht aus, um etwa 6 acres zu säen. Jedes Flugzeug kann dann etwa 400—600 acres pro Tag säen. Die Entfernung vom Flugplatz und die Stunden am Tag, an denen geflogen werden kann, beeinflussen die Tagesleistung.

In Kalifornien wird Reis nie verpflanzt. Versuche von *Adair* und anderen Institutionen haben gezeigt, daß die bekannten amerikanischen Sorten bei direkter Saat höhere Erträge als beim Verpflanzen bringen. Bei keiner Sorte zeigte sich in den Versuchen, die in den USA auf weit auseinander liegenden Standorten getestet wurden, daß durch Verpflanzen ein signifikant höherer Ertrag als bei direktem Säen erzielt werden kann. Ähnliche Ergebnisse wurden auch vom IRRI Los Baños, Phillipinen, erzielt.

#### 4.5. Unkraut, Krankheiten, Schädlinge

Gräser, insbesondere Echinochloa und Leptochloa Spezies sind die wichtigsten Unkräuter im Reisanbau Kaliforniens. Hoher Überstau der Paddys, 6—8 inches tief (16—20 cm), kann diese Gräser bekämpfen. Propanil (3,4 — dichloropropionanilide) oder Ordram (S-Ethyl Hexcehydro — 1 H — Azepine — 1 Carbothioate) werden viel zur Gräserbekämpfung verwandt und meist per Flugzeug ausgebracht. Für die Bekämpfung von anderen Unkräutern werden Phenoxyherbizide benutzt. Meist wird MCPA-amine 35—36 Tage nach der Aussaat mit dem Flugzeug ausgebracht. Verschiedene Algen und Wasserpflanzen können Probleme hervorrufen.

Außer den Krankheiten, die Jungpflanzen befallen und durch Saatgutbehandlung bekämpft werden können, gibt es in Kalifornien keine wichtige Reiskrankheit.

Die Insekten Rice Water Weevil (*Lissorhoptrus oryzophilus*) und Rice Leafminer (*Hydrellia griseola*), zusammen mit dem Krebs Tadpole Shrimp (*Apus oryzaphagus*), sind die wichtigsten Reisschädlinge. Sie werden meist mit Malathion, Parathion und Sevin bekämpft. Auch Kupfersulfat wird gegen den Tadpole Shrimp und Algen angewandt. Die oben genannten Insektizide dürfen 14 Tage nach einer Propanil Behandlung nicht angewandt werden, weil sonst der Reis stark geschädigt wird.

#### 4.6. Fruchtfolge

Bis jetzt hat sich in Kalifornien keine Fruchtfolgewirtschaft im Reisanbau eingebürgert. *Johnston* und *Miller* geben dafür drei Gründe an:

(4.6.1.) Die Böden, auf denen Reis angebaut wird, sind von Natur aus recht fruchtbar. So haben sich in der kurzen Reisanbaugeschichte, trotz intensiver N-Düngung, kaum Mängel bemerkbar gemacht.



- (4.6.2.) Bis jetzt haben sich keine ernsten Reiskrankheiten eingestellt, die durch bestimmte Fruchtfolgen bekämpft werden können.
- (4.6.3.) Mit verbesserten Methoden der Unkrautbekämpfung, der Düngung und der sonstigen Bewirtschaftung ist es möglich gewesen, Erträge in Monokultur von 3—10 Jahren, oder gar länger, immer weiter zu steigern.

Wenn eine Austrocknung des Bodens wünschenswert ist, wird ein oder zwei Jahre lang Getreide angebaut. Manchmal wird auch Weide eingeschaltet. Teilweise bürgert sich der Brauch ein, „Purple Vetch“ (*Vicia atropurpurea* Desf.) gleich nachdem das Wasser abgelassen wurde, noch ehe der Reis geerntet ist, in den noch weichen Boden auszusäen. Diese Gründüngungspflanze fügt nicht nur Stickstoff und organische Substanzen dem Boden zu, sondern hilft auch im Frühjahr schneller den Boden auszutrocknen.

#### 4.7. Ernte und Erträge

Reis wird in den USA nur mit Mähdreschern geerntet. In Kalifornien sind manche Mähdrescher mit Raupen versehen, damit sie in nassen Stellen der Felder nicht stecken bleiben. Der Wassergehalt der Reiskörner zur Zeit der Ernte, zusammen mit anderen Faktoren, hat einen Einfluß auf die Qualität. Kalifornische Untersuchungen zeigen, daß man Colorado, Calrose und Calusa bei etwa 27 % Feuchtigkeit mit Mähdreschern ernten kann, obwohl die Praxis meist bei etwa 18 % erntet. Der Reis wird dann in Trocknungsanlagen bis auf etwa 13 % getrocknet. Es gibt viele verschiedenartige Anlagen, mit und ohne zusätzliche Lufterwärmung, in denen Reis getrocknet wird. Örtliche Verhältnisse bestimmen die Art der Anlage.

Die Reiserträge sind noch im Steigen begriffen. 1920 war der Durchschnittsertrag in Kalifornien 2295 lbs pro acre (2570 kg/ha), 1963 waren es 4505 lbs pro acre (5045 kg/ha) und 1968 — 5400 lbs pro acre (6048 kg/ha). Manche Betriebe erzielen Erträge von über 10 000 kg/ha.

### 5. Zusammenfassung

In bestimmten Teilen von Kalifornien ist der Reisanbau bedeutend. Hier steht Wasser von guter Qualität in ausreichenden Mengen zur Verfügung. Der Boden wird im trockenen Zustand bearbeitet. Unter kalifornischen Bedingungen ist Stickstoffdüngung in der Ammoniaksalzform besonders erfolgreich. Kopfdüngung ist selten notwendig. Die Reisfelder stehen von der Saat an bis kurz vor der Ernte dauernd unter Wasser. Im Rahmen der Vollmechanisierung werden Flugzeuge zum Säen und zur Unkrautbekämpfung eingesetzt. Der mit Mähdreschern geerntete Reis muß meistens weiter getrocknet werden. Eine Fruchtfolgenschaft hat sich bis jetzt nicht eingebürgert. Eine gelegentlich unterbrochene Monokultur ist die Regel.

## Summary

In some parts of California ricefarming is an important agricultural enterprise. Where it is, sufficient quantities of high quality irrigation water is available. The fields are worked dry. California rice farmers have been very successful in applying their nitrogen fertilizer in the ammoniacal form. Topdressing is seldom needed. As part of fully mechanized rice production, aircraft are used in seeding and in weed and pest control practices. Combine harvested rice normally has to be dried for storage and processing. No clearcut crop rotation has become established in California. Continuous cropping, partially with a winter green manure crop, is occasionally interrupted with a crop that will help dry out the soil.

## Literaturverzeichnis

1. Adair, R. C., 1966: Rice in the United States: Varieties and Production Introduction. — U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook No. 289.
2. Adair, R. C. et al., 1966: Rice Breeding and Testing Methods in the United States. U.S.D.A. — Agricultural Handbook No. 289.
3. California Crop and Livestock Reporting Service, 1966: California's Principal Crop and Livestock Commodities 1965, 1966.
4. California Crop and Livestock Reporting Service, 1966: Exports of Agricultural Commodities Produced in California, Calendar Year 1964 and 1965.
5. Finrock, D. C., Raney, F. C., Miller, M. D. und Booher, L. J., 1960: Water Management in Rice Production. — Calif. Agric. Experiment Station, Extension Service Leaf 13, 1, University of California.
6. Henderson, S. M., 1958: Deep-Bed Grain Drying on the Ranch with unheated Air. — Calif. Agric. Experiment Station, Extension Service Leaf 103, University of California.
7. Johnston, T. H. und Miller, M. D., 1966: Culture. — U.S.D.A., Agricultural Handbook No. 289.
8. Mikkelsen, D. S. und Evatt, N. S., 1966: Types of Soils used in Rice Production. — U.S.D.A., Agricultural Handbook No. 289.
9. Mikkelsen, D. S., Lindt, J. H., und Miller, M. D., 1967: Rice Fertilization. — Calif. Agric. Experiment Station, Extension Service, Leaf 96 Rev.
- 9 a Miller, M., Extension Service, Kalifornien, USA, mündliche Mitteilung.
10. Oelke, E. A., Morse, M. D., und Mikkelsen, D. S., 1967: Rice Stand Establishment. — Calif. Agric. Experiment Station, Extension Service, Leaf 196.
11. Wasserman, T., Miller, M. D., und Golden, W. G., Jr., 1965: Heated Air Drying of California Rice in Column Dryers. — Calif Agric. Experiment Station, Extension Service, Leaf 184.
12. Williams, W. A., Finrock, D. F. und Miler, M. D., 1957: Green Manures and Crop Residues in Managing Rice Soils. — California Agric. Experiment Station, Extension Service, Leaf 90.

### Umrechnungswerte:

1 inch	= 25,4 mm
1 acre	= 0,4047 ha
1 pound (Pfund)	= 0,4536 kg
1 pound/acre	= 1,12 kg/ha
1 US-Gallone	= 3,78 ltr.