

## Organische und mineralische Düngung in China

### The use of organic and mineral fertilizers in China

von G. Kemmler\*)

#### 1. Einleitung

Um die Größenordnung zu verdeutlichen, seien einige Zahlenangaben über Fläche, Bevölkerung und Getreideproduktion Chinas im Vergleich mit Indien, USA, UdSSR vorausgeschickt.

**Tab. 1.** Grunddaten über China im Vergleich mit Indien, USA, UdSSR (1)

	China	Indien	USA	UdSSR
Fläche Mio. km <sup>2</sup>	9,3	3,3	9,4	22,3
Acker- u. Plantagenland Mio. ha	130	169	188	232
Bevölkerung 1977 Mio.	866	645	217	259
Einw./km <sup>2</sup> 1977	93	195	23	12
Einw./ha 1977	7	4	1	1
Getreide-Fläche 1977, Mio. ha	118	103	71	125
Getreide-Prod. 1977 Mio. t	242	137	262	188
Getreide-Prod. kg/Kopf	279	212	1207	726
Ernteerträge, t/ha 1977				
Reis	3,6	1,9	4,9	4,0
Weizen	1,3	1,4	2,1	1,5
Getreide, insges.	2,1	1,3	3,7	1,5

Auf einer Fläche, die nahezu so groß ist wie die der USA, leben viermal soviel Menschen. In Indien ist die Bevölkerungsdichte zwar doppelt so hoch wie in China, doch wegen der geringeren Ausdehnung der kultivierbaren Flächen in China ist die Zahl der Einwohner pro Hektar Ackerland dort erheblich höher als in Indien. Aber in der Getreideproduktion pro Kopf der Bevölkerung übertraf China 1977 Indien um mehr als 30%. Das liegt vor allem an den höheren Reiserträgen in China,

\*) Dr. G. Kemmler, Landw. Forschungsanstalt Bünthof der Kali und Salz AG,  
Postfach 3209, 3000 Hannover 71

während sich die Erträge an Weizen mehr oder weniger gleichen. Die Weizen-erträge sind übrigens in der UdSSR auch kaum höher als in Indien oder China.

Die Landwirtschaft in China wird ähnlich intensiv betrieben wie in Japan oder Korea. Noch herrscht Handarbeit vor. Aber es gibt große Pläne zum Ausbau der Mechanisierung. Der Arbeitskräftebesatz ist sehr hoch, lt. FAO (1) fast 2 AK/ha (Indien 1/ha, UdSSR 0,1/ha). Die landw. Fläche (Ackerland und Dauerkulturen) liegt zwischen 110 Mio. ha (chinesische Angaben) und ca. 130 Mio. ha (FAO), davon sind lt. FAO (1) 85 Mio. ha bewässert = 65–77% (Indien 20%). In Intensiv-gebieten herrscht Mehrfachanbau vor: 3 × Getreide oder 5 × Gemüse hintereinander im Jahr. Der Durchschnitt liegt aber niedriger, bei etwa 1,5 Ernten/Jahr.

## 2. Organische Düngung

Die nachfolgenden Angaben stammen aus dem Bericht eines FAO-Teams, das 1977 China bereist hat (2).

Die Chinesen sind Meister des Recycling, der Wiederverwendung von organischen Abfallstoffen als Düngemittel (auch von menschlichen Fäkalien). Mengenmäßig am wichtigsten ist die Anwendung von Schweine- und Rindermist. Gründüngungs-pflanzen, Stroh etc. stehen an dritter Stelle, Fäkaldünger an fünfter.

Tab. 2. FAO-Schätzung der Anwendung von organischen Düngern in China (2)

Material	Mio. t	Gehalt %			Mio. t		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Schweinemist	571	0,50	0,40	0,50	2,86	2,28	2,86
Rindermist	411	0,60	0,30	0,80	2,46	1,23	3,29
Pflanzenreste u. Wasserpfl.	273	0,30	0,20	0,60	0,82	0,55	1,64
Schlamm und Schluff	144	0,25	0,13	0,15	0,36	0,19	0,22
Fäkaldünger	127	0,60	0,20	0,30	0,76	0,25	0,38
Sonstiges Material	163	0,65	0,36	0,78	1,06	0,59	1,28
Zusammen	1689	0,49	0,30	0,57	8,32	5,09	9,67

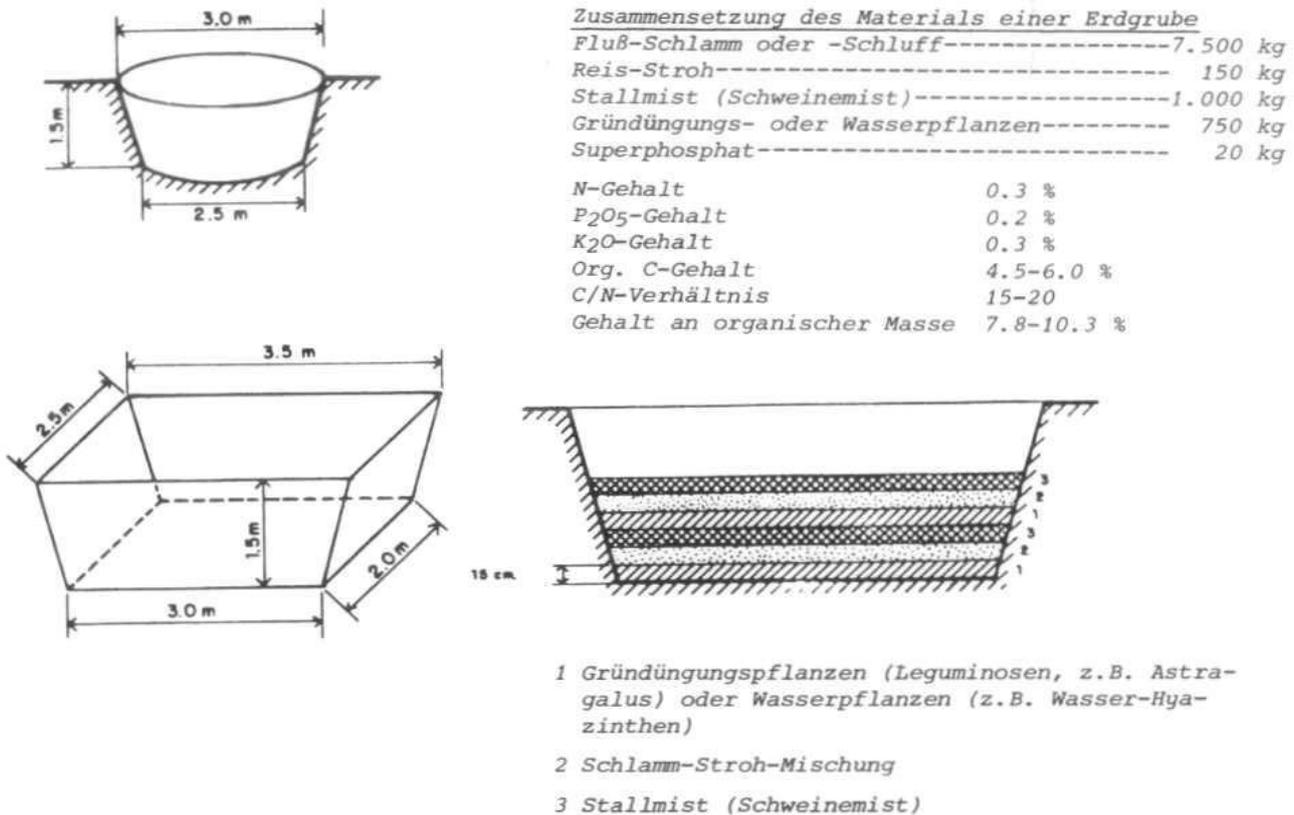
Insgesamt wird das zur organischen Düngung verwendete organische Material auf 1689 Mio. t geschätzt mit einem mittleren Gehalt von ca. 0,5% N, 0,3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,6% K<sub>2</sub>O (2). Wenn man eine Ackerfläche von 130 Mio. ha zugrunde legt, errechnet sich eine durchschnittliche jährliche Menge an organischen Düngern von etwa

$$13 \text{ t/ha mit } 64 \text{ kg N, } 39 \text{ kg P}_2\text{O}_5, 74 \text{ kg K}_2\text{O}.$$

Von den vielen Varianten der Herstellung und Anwendung von organischen Düngern sollen hier nur einige wenige geschildert werden. Häufig werden Stallmist und organische Abfälle zusammen kompostiert.

## 2.1. Kompostherstellung

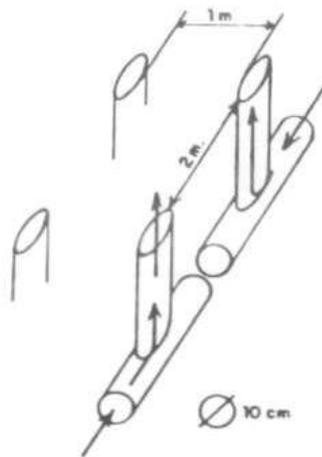
Im FAO Soil Bulletin 40 (2) werden verschiedene Verfahren der Kompostbereitung in China beschrieben, u. a. die Herstellung in Erdgruben (a) und die Heißkompostierung (b).



**Abb. 1:** Beispiel von Kompostbereitung in Erdgruben, Prov. Kiangsü (2)

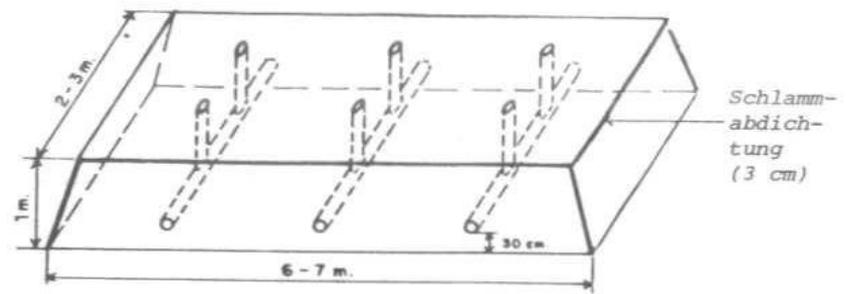
- (a) Etwa 1,5 m tiefe Erdgruben werden schichtweise gefüllt mit
- Grünmaterial (Astragalus, Wasserhyazinthen u. a.)
  - Stroh-Schlick-Mischung
  - Stallmist.

Abdeckung mit Schlick und einer Wasserschicht, um luftdichten Abschluß zu gewährleisten, damit die Vergärung unter anaeroben Bedingungen erfolgen kann. Nach 1 Monat Umstechen unter Zugabe von Superphosphat (20 kg/Erdgrube von 8 t Inhalt). Zweites Umstechen nach 2 Monaten, drittes Umstechen nach weiteren 2 Wochen. Der Kompost ist nach 3 Monaten fertig zum Ausstreuen. Je nach der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials und unter Berücksichtigung der Phosphatbeigabe enthält er etwa 0,3% N, 0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,3% K<sub>2</sub>O.



#### Zusammensetzung

- 40 % Stroh etc.
- 30 % Ernteabfälle und Müll
- 30 % Stallmist, Kot, Fäkalien

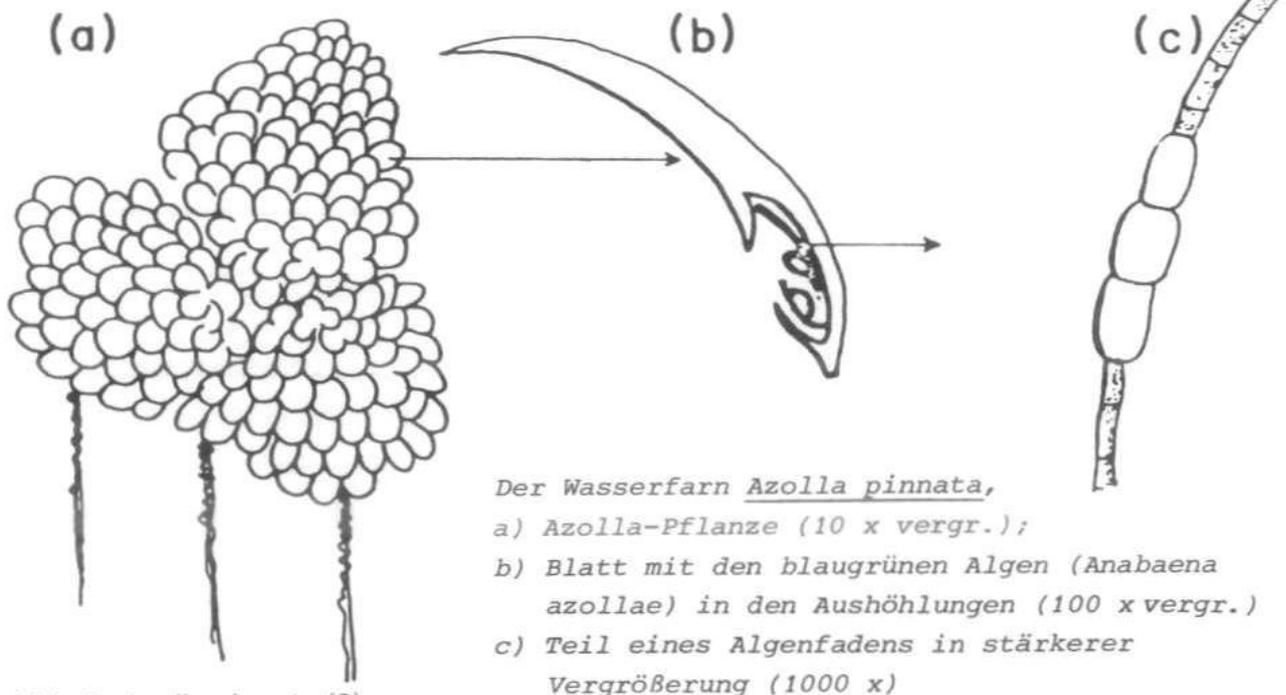


#### Belüftungssystem

**Abb. 2:** Beispiel eines Komposthaufens für Heißkompostierung, Prov. Hopei (2)

- (b) Für die Heißkompostierung von Fäkalien und Tierkot, zusammen mit zerkleinerten Pflanzenteilen, wird ein oberirdischer Haufen aufgeschichtet. Um eine gleichmäßige Belüftung zu erzielen, werden Bambusstangen mit eingebaut, die nach Fertigstellung des Komposthaufens herausgezogen werden. Die Oberfläche des Haufens wird mit Schlamm abgedichtet (bis auf die Luftlöcher). Innerhalb von 4–5 Tagen steigt die Temperatur auf 60–70° C. Nach diesem Zeitpunkt werden die Löcher verschlossen. Umstechen erfolgt nach 2 Wochen unter Wasserzusatz. Der Kompost wird dann noch mehrmals umgestochen und ist innerhalb von 2 Monaten fertig zur Anwendung (keimfrei).

#### 2.2. Gründüngung



Der Wasserfarn *Azolla pinnata*,

a) *Azolla*-Pflanze (10 x vergr.);

b) Blatt mit den blaugrünen Algen (*Anabaena azollae*) in den Aushöhlungen (100 x vergr.)

c) Teil eines Algenfadens in stärkerer Vergrößerung (1000 x)

**Abb. 3:** *Azolla pinnata* (2)

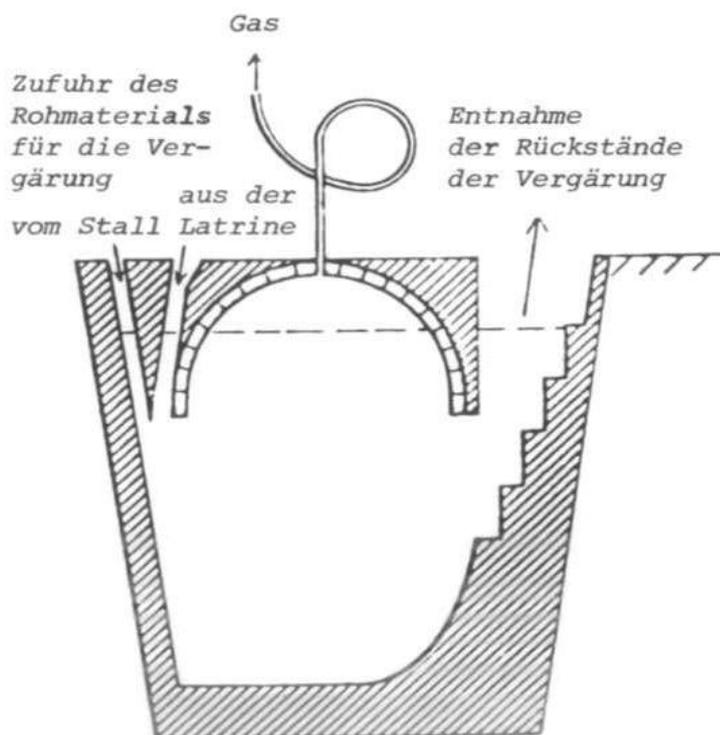
Von den vielen Gründüngungspflanzen sollen hier nur zwei erwähnt werden: (a) *Astragalus sinicus*, (b) *Azolla pinnata*.

(a) *Astragalus sinicus*, eine Leguminose, wird als Winterzwischenfrucht in Reisfeldern angebaut; nicht nur in China, auch in Japan und Korea. In Japan nennt man sie »chinesische Milchwicke«.

(b) *Azolla pinnata* ist ein frei schwimmender Wasserfarn, der durch Symbiose mit der blaugrünen Alge *Anabaena azollae* in der Lage ist, Luftstickstoff zu binden wie die Leguminosen. Die Pflanze vermehrt sich sehr schnell auf der Wasseroberfläche der überfluteten Reisfelder und ist – bei geschickter Kultivierung – in der Lage, 100–300 kg N/ha im Jahr zu binden sowie große Mengen an organischer Masse zu produzieren. In verschiedenen Teilen Chinas und in Nord-Vietnam wird *Azolla* erfolgreich in Reisfeldern eingesetzt. In anderen asiatischen Ländern befindet sich *Azolla* in wissenschaftlichen Instituten in der Prüfung.

### 2.3. Biogas-Gewinnung

Ein interessanter Nebenaspekt der Herstellung organischer Dünger ist die Gewinnung von Biogas. In China sollen mehr als eine Million Biogas-Anlagen existieren.



**Abb. 4:** Schema einer Biogas-Anlage, Prov. Hopei (2)

Prinzip ist die Gewinnung von brennbarem Gas (Methan + CO<sub>2</sub>) durch anaerobe Vergärung organischer Abfallstoffe. China ist nicht das einzige Entwicklungsland, in dem Biogas-Anlagen verbreitet sind. In Indien sind solche Anlagen ebenfalls

entwickelt und z. T. in der Praxis erprobt worden. Auch die deutsche Entwicklungshilfe hat dieses Thema aufgegriffen, das wegen der Erdölverteuerung sehr aktuell ist.

Wissenschaftlich haben wir uns in Deutschland mit der Biogasgewinnung und dem Düngewert der Endprodukte der anaeroben Vergärung schon vor 25–30 Jahren befaßt, u. a. am Agrikulturchemischen und Bodenkundlichen Institut der Universität Göttingen.

### 3. Mineralische Düngung

In China hat der Einsatz der Mineraldüngung im letzten Jahrzehnt stark zugenommen. Zunächst wurden hauptsächlich Stickstoff und Phosphat angewendet, neuerdings auch Kali.

**Tab. 3.** FAO-Schätzung von Düngemittel-Produktion und -Verbrauch in China (Mio. t)

Jahr	Produktion			Verbrauch		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1961/62–65/66 (3)	0,5	0,3	0,1	1,0	0,4	0,1
1970/71 (3)	1,4	0,8	0,2	3,1	0,8	0,3
1973/74 (4)	2,8	1,1	0,3	4,0	1,3	0,5
1976/77 (4)	3,8	1,3	0,3	4,5	1,4	0,4
1977/78 (5)	4,6	1,4	0,3	5,9	1,5	0,5*

\* ohne Taiwan = 0,38

#### 3.1. Stickstoff

N-Düngemittel wurden in den ersten Jahren in Form von Ammoniumcarbonat oder Ammoniakwasser in kleinen Anlagen der Volkskommunen aus örtlichen Rohstoffen (Kohle) hergestellt, z. T. in Verbindung mit der Stahlproduktion in den berühmten Dorf-Hochöfen. Die lokale Produktion reichte aber nicht aus, den steigenden Bedarf an mineralischem Stickstoff zu decken. Zwischen 1970 und 1978 mußte daher jährlich etwa 1 Mio. t N importiert werden. Um von diesen Einfuhren möglichst unabhängig zu werden, sind 13 moderne, große Harnstoffwerke im Bau, die ersten sind bereits fertiggestellt.

#### 3.2. Phosphat

Für die einheimische Produktion werden Rohphosphate aus lokalen Lagerstätten verwendet. Importe sind minimal. Allerdings liegt der Phosphatverbrauch erheblich unter dem Stickstoffverbrauch, und die Verbrauchssteigerung zwischen 1970/71 und 1977/78 war schwächer als beim Stickstoff. Die Institute der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften sind jedoch dabei, durch wissenschaftliche Arbeiten herauszufinden, auf welchen Böden und zu welchen Kulturen die Phosphat-

düngung vorrangig eingesetzt werden sollte. Das zentrale Nanking Institute of Soil Science der Academia Sinica hat gerade eine Karte über den Phosphatversorgungs-Status der Böden Chinas veröffentlicht (6).

### 3.3. Kali

In der Vergangenheit konnte von einer Kalidüngung in China kaum die Rede sein. Auch die FAO-Angabe eines  $K_2O$ -Verbrauchs von 0,5 Mio. t 1977/78 (Tab. 3) ist wahrscheinlich zu hoch. Sie setzt sich zusammen aus einer geschätzten Eigenproduktion von 320.000 t  $K_2O$  und den Importen, die Taiwan mit einschließen. Es ist zwar bekannt, daß Kali aus Salzseen in der Provinz Chinghai in Zentral-China gewonnen wird. Außerdem fällt eine gewisse Menge als Nebenprodukt bei der Zementherstellung an. Aber die Gesamtproduktion an Mineraldünger- $K_2O$  dürfte 1978 erheblich niedriger gelegen haben als von der FAO geschätzt. Da jedoch keine genaueren Zahlen über die Volksrepublik China vorliegen, muß zunächst mit den FAO-Daten gerechnet werden, allerdings vermindert um den  $K_2O$ -Verbrauch von Taiwan, der etwa 120.000 t  $K_2O$  beträgt.

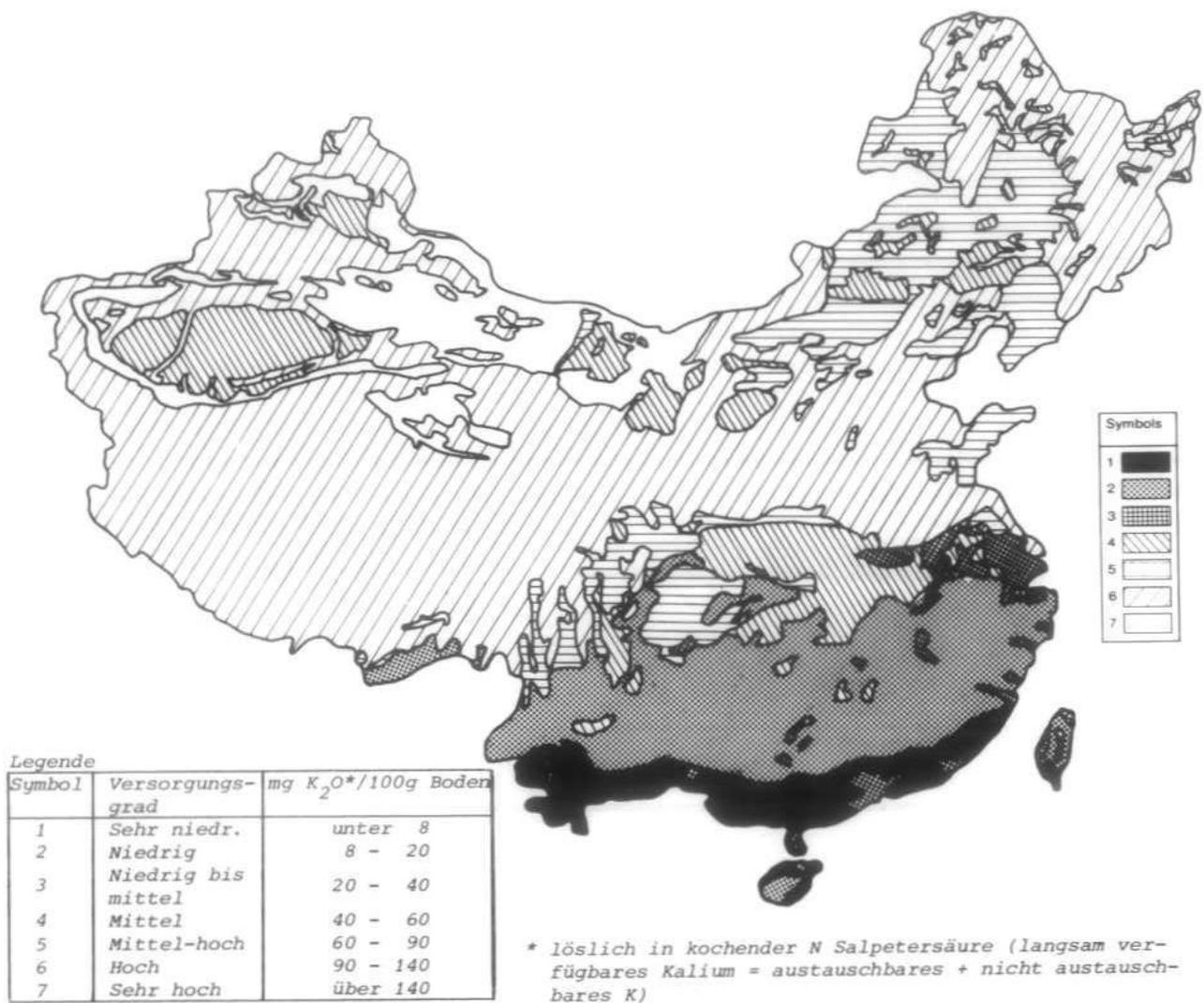
Angesichts des unausgeglichene Nährstoffverhältnisses in der Mineraldüngung ( $N:P_2O_5:K_2O = 100:25:6$ ) sind die chinesischen Wissenschaftler besorgt über die zunehmende Verarmung der Böden an Kalium, besonders in den Gebieten mit intensivem Ackerbau im Süden des Landes. Die neue Karte des Nanking Institutes of Soil Science (Academia Sinica) über den K-Versorgungsstand der Böden Chinas verdeutlicht die Situation. Danach finden sich

- die Böden mit sehr niedriger und niedriger K-Versorgung in den Zonen mit 2 Reisernten, Süßkartoffeln, Raps, Erdnüssen, Tee, Zuckerrohr,
- die Böden mit mittlerer K-Versorgung nördlich des Yangtse-Flusses in der Zone mit 1 Reisernte, Süßkartoffeln, Winterweizen, Baumwolle,
- die Böden mit hoher K-Versorgung weiter im Norden, wo Winterweizen, Hirse, Mais, Baumwolle etc. angebaut werden und das Klima nur noch eine Ernte pro Jahr zuläßt.

## 4. Gesamt-Nährstoffaufwand

Addiert man die Nährstoffmengen der FAO-Schätzungen für organischen Düngereinsatz (Tab. 2) und für Mineraldüngerverbrauch (Tab. 3), so ergibt sich folgender Gesamt-Nährstoffaufwand in China 1977/78 (Tab. 4).

Die Zahlen von 109 kg N/ha, 50 kg  $P_2O_5$ /ha und 77 kg  $K_2O$ /ha signalisieren eine hohe Düngungsintensität, die mit mitteleuropäischen Verhältnissen vergleichbar ist. Wenn man berücksichtigt, daß im Schnitt etwa 1,5 Ernten/Jahr erzielt werden, ermäßigen sich die Nährstoffgaben pro Kultur auf etwa 73 kg N/ha, 33 kg  $P_2O_5$ /ha und 51 kg  $K_2O$ /ha.



**Abb. 5:** K-Versorgungs-Status der Böden Chinas (Quelle: Nanking Institute of Soil Science, Academia Sinica)

**Tab. 4.** Gesamt-Nährstoffaufwand in China

1977/78	Mio. t			kg/ha*		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Organisch	8,32	5,09	9,67	64	39	74
Mineralisch	5,90	1,49	0,38	45	11	3
Zusammen	14,22	6,58	10,05	109	50	77

\* ca. 130 Mio. ha Acker- und Plantagenfläche

Diesem Nährstoffaufwand von 157 kg NPK/ha steht ein Getreideertrag von 2,1 t/ha gegenüber (Tab. 1), also

13,4 kg Getreide/kg NPK.

Wie ist die Relation Getreideertrag/Düngeraufwand im benachbarten Japan, wo Düngungsintensität und Erträge sehr hoch sind? Hier ist die Anwendung von organischen Düngern im Laufe der Jahre stark zurückgegangen. Für Reis wird sie 1977 mit 21 kg N/ha, 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 22 kg K<sub>2</sub>O/ha angegeben (8). Da der Reis in der japanischen Landwirtschaft eine bevorzugte Stellung einnimmt, wird man diese Zahlen als Durchschnittswerte betrachten können, ohne daß man einen zu großen Fehler begeht. Der Vergleich von Nährstoffaufwand und Getreideertrag in China und Japan ist in Tab. 5 aufgeführt.

**Tab. 5.** Nährstoffaufwand und Getreideertrag im Vergleich zu Japan

Nährstoffgaben, kg/ha	China 1977/78 <sup>1)</sup>			Japan 1977/78 <sup>2)</sup>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Organisch	43	26	49	21	7	22
Mineralisch	30	7	2	120	130	122
Zusammen	73	33	51	141	137	144
NPK-Aufwand, kg/ha	157			422		
Getreideertrag, dt/ha	21 (1977)			59 (1977)		
kg Getreide /kg NPK	13,4			14		

<sup>1)</sup> ca. 1,5 Ernten/Jahr, <sup>2)</sup> 1,1 Ernten/Jahr (5,7)

In Japan ist der Aufwand an (vorwiegend mineralischen) Düngernährstoffen fast dreimal so hoch wie in China, wo das Schwergewicht nach wie vor auf der organischen Düngung liegt. Die durchschnittlichen Getreideerträge betragen aber in Japan auch nahezu das Dreifache. Je kg NPK wird also in Japan ebensoviel Getreide produziert wie in China. (Natürlich ist dies eine »Milchmädchenrechnung«. Sie ist zu global und berücksichtigt nicht, daß die Düngemittel auch zu allen anderen Kulturen gegeben werden. Aber detaillierte Zahlen über China liegen nicht vor, und im übrigen sollen hier auch nur die Größenordnungen veranschaulicht werden).

Falls es zutrifft, daß in China gegenwärtig die anfallenden organischen Stoffe optimal zur Düngung genutzt werden, eine Erhöhung der organischen Düngung also kaum mehr möglich ist, dann sind die Chinesen in Zukunft zur Steigerung der Ernteerträge in zunehmendem Umfang auf den Einsatz der Minereraldüngung angewiesen.

### Zusammenfassung

In der Volksrepublik China wird größter Wert auf die Wiederverwendung organischer Abfallstoffe als Düngemittel gelegt. Nach den Schätzungen eines FAO-Teams, das 1977 China bereist hat, beträgt die durchschnittliche jährliche Anwendung von organischen Düngern etwa 13 t/ha mit 64 kg N, 39 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 74 kg K<sub>2</sub>O/ha (130 Mio. ha), in Form von Stallmist, Kompost, Gründüngungspflanzen oder sonstigem Material.

Im letzten Jahrzehnt hat auch der Einsatz der Mineraldüngung stark zugenommen. Für 1977/78 wird er auf 5,9 Mio. t N, 1,5 Mio. t  $P_2O_5$  und 0,4 Mio. t  $K_2O$  geschätzt = 45 kg N, 11 kg  $P_2O_5$  und 3 kg  $K_2O$ /ha. Trotz steigender Eigenproduktion an Stickstoff (1977/78 = 4,6 Mio. t N) mußte zwischen 1970 und 1978 jährlich etwa 1 Mio. t N eingeführt werden. Die P-Versorgung basiert weitgehend, die K-Versorgung zum Teil auf eigenen Vorkommen. K-Importe haben zugenommen.

Dem Gesamt-Nährstoffaufwand (org. u. min.) von 157 kg NPK/ha Erntefläche (1,5 Ernten im Jahr) stand 1977 ein durchschnittlicher Getreideertrag von 2,1 t/ha gegenüber, also 13,4 kg Getreide/kg NPK. In China wird somit etwa ebensoviel Getreide/kg NPK erzeugt wie im benachbarten Japan, wo NPK-Anwendung/ha und Getreideerträge fast das Dreifache betragen. Die Chinesen sind dabei, den Mineraldüngerverbrauch stark auszuweiten.

## **The use of organic and mineral fertilizers in China**

### **Summary**

In the Peoples' Republic of China the recycling of organic waste materials as manures has high priority. According to a FAO team which travelled through China in 1977, the average annual usage of organic manures is estimated to 13 t/ha, containing 64 kg N, 39 kg  $P_2O_5$ , 74 kg  $K_2O$ /ha (130 mill. ha), in the form of stable manure, compost, green manure and other materials.

During the last decade also the consumption of mineral fertilizers has strongly increased. For 1977/78 it was estimated to 5.9 mill. t N, 1.5 mill. t  $P_2O_5$ , 0.4 mill. t  $K_2O$  = 45 kg N, 11 kg  $P_2O_5$ , 3 kg  $K_2O$ /ha. Although local production of nitrogen rose steadily (1977/78 = 4.6 mill. t N) China had to import about 1 mill. t N annually between 1970 and 1978. P supply is largely and K supply only partly based on domestic resources. K imports have increased.

At an overall fertilizer nutrient input (organic + mineral) of 157 kg NPK/ha harvested area (1.5 harvests/year), the average yield of cereals was 2.1 t/ha in 1977, or 13.4 kg grain per kg NPK. Thus the production of grain/kg NPK is about as high as in nearby Japan where the level of NPK consumption/ha and of cereal yields is nearly three times higher.

In China the use of mineral fertilizers is expanding rapidly.

## Literaturverzeichnis

- (1) FAO Production Yearbook 1977, Vol. 31, Rom/Italien
- (2) FAO, 1977. China: Recycling of organic wastes in agriculture, FAO Soils Bull. 40, Rom/Italien
- (3) FAO, 1975. Annual fertilizer review, Rom/Italien
- (4) FAO, 1977. Annual fertilizer review, Rom/Italien
- (5) FAO Monthly Bull. of Statistics, Vol. 2, April 1979, Rom/Italien
- (6) Jiang-Bo-fan, Lu Ru-kun und Li Qin-kui, 1979. An introduction on the map of potential phosphate nutrition in the soils of China, Acta Pedologica Sinica 16, No. 1, 17–21 (chinesisch mit engl. Zusammenfassung)
- (7) Min. of Agric. & Forestry, Abstracts of statistics on agriculture, forestry and fisheries, Japan 1977, Tokyo/Japan
- (8) Murayama, N., 1977. Changes in the amount and efficiency of chemical fertilizer applied to rice in Japan. Proc. Internat. seminar on soil environm. and fertility managem. in intensive agric., Tokyo, 126–132.