

# Zur Anwendung des landeseigenen Rohphosphates in der Landwirtschaft Burkina Faso

Use of the countries own rock phosphate in agriculture of Burkina Faso

von Issa Martin Bikienga\*

## 1. Wirtschaftliche Gegebenheiten Burkina Fasos (Obervolta)

Burkina Faso liegt in Westafrika und hat eine Bevölkerung von 6418000 Einwohnern auf einer Gesamtfläche von 274.200 qkm. Die mittlere Bevölkerungsschicht liegt bei 23 Einwohnern pro qkm.

Der Agrarsektor hat eine hervorragende Bedeutung für die Gesamtwirtschaft Burkina Fasos, denn ein großer Teil der erwerbstätigen Bevölkerung (93 %) ist in der Landwirtschaft beschäftigt. Im Rahmen der im laufenden Fünfjahresplan angestrebten wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung, steht die Förderung der Landwirtschaft an erster Stelle. In diesem Entwicklungsplan wird der Sicherung der Nahrungsmittelversorgung durch eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion eine hohe Priorität eingeräumt. Die besonderen wirtschaftlichen Verhältnisse führen zu der Notwendigkeit von Ertragssteigerungen durch verbesserte Anbautechniken, und vor allem durch erhöhte Düngenanwendung, wobei die Phosphatdüngung aufgrund der natürlichen Gegebenheiten eine besondere Rolle spielt.

Burkina Faso verfügt mit der Lagerstätte von Kodjari über ein eigenes Phosphatvorkommen. Dieses landeseigene Phosphat soll dazu dienen, den Phosphatbedarf der einheimischen Landwirtschaft zu decken.

Der Düngemittelverbrauch in Burkina Faso ist relativ gering im Vergleich zu anderen westafrikanischen Ländern. Im Jahre 1980 lag der Verbrauch nur bei 20.000 Tonnen Mineraldünger (2). Seitdem ist diese Menge gleich geblieben.

Viele Hindernisse stehen der Düngenanwendung in der Landwirtschaft Burkina Fasos entgegen:

- Düngemittel sind nicht verfügbar. Außer dem Rohphosphat, werden alle anderen Düngemittel importiert.
- Trotz der Subventionierung bleiben die Preise für Düngemittel immer noch viel zu hoch für die Bauern.
- Es gibt viele Schwierigkeiten bei der Versorgung, weil die Beschaffungsstellen und das Verteilungssystem noch nicht gut organisiert sind.
- Die Beratungsstellen sind in der Menge und der Qualität nicht ausreichend. Außerdem ist der Berater mit vielen Beratungsthemen belastet; Verteilung von Dünger und Saatgut, Kreditüberwachung, Ochsenanspannung, usw.
- Die materielle Infrastruktur (Straßennetz und Versorgungseinrichtungen) ist nicht geeignet.

## 2. Das Phosphatvorkommen von Kodjari

### 2.1 Geologie und Lagerstätte

Das Phosphatvorkommen von Kodjari liegt im Südosten Burkina Faso und wurde erst im Jahre 1972 entdeckt. 1973 wurde Dr. Zitzmann von der Bundesanstalt für Boden-

Issa Martin Bikienga, Diplomagraringenieur, Co-Direktor des Phosphatprojektes im Ministère du Développement Rural, République de Burkina Faso

Anschrift: B.P. 7156, Ouagadougou, Burkina Faso - Westafrika

forschung (Hannover) beauftragt, die geologischen Grundlagen, die Ausdehnung und die Qualität der Phosphatvorkommen von Burkina Faso zu untersuchen. Diese Vorstudien sollten später die Beurteilung der Abbauwürdigkeit erlauben. Das Phosphatvorkommen von Kodjari wurde zuerst auf ca. 30 Mio. Tonnen geschätzt (ZITZMANN, 1973). 1979 haben BUVOGMI (Bureau Voltaïque de la Géologie et des Mines, Burkina Faso) und CDF (Charbonnages de France, Frankreich) die Untersuchungen fortgesetzt; die neueren Schätzungen über den Umfang des Vorkommens bewegen sich nun in einer Höhe von 85 Mio. Tonnen mit einem  $P_2O_5$ -Gehalt von mindestens 18 % (3, 8, 12).

## 2.2 Chemismus

Chemische und mineralogische Untersuchungen vom Kodjariphosphat wurden im Jahre 1973 von der Bundesanstalt für Bodenforschung durchgeführt. Später (1979) haben G. H. Mc Clellan und R. B. Diamond (International Fertilizer Development Center, Alabama, USA) über das Phosphatvorkommen von Kodjari technische und agronomische Daten erarbeitet (8). Die nachstehende Analyse in der Tabelle 1 erfolgte in Tampa (Florida, USA) im Jahre 1979.

**Tabelle 1:** Chemische Zusammensetzung des Rohphosphates von Kodjari

Parameter	Gehalt (%)
<b>Feuchtigkeit</b>	0,89%
<b>Trockensubstanz</b>	
$P_2O_5$	25,38%
$Fe_2O_3$ löslich in HCl	3,42%
$Al_2O_3$ löslich in HCl	3,08%
CaO	34,45%
MgO	0,27%
$CO_2$	1,00%
Organische Substanz (C)	0,09%
Flour (F)	2,54%
$K_2O$	0,23%
$SiO_2$	26,24%
$Na_2O$	0,11%
Gesamtschwefel	0,04%

Quelle: 1,4

Im Vergleich zu handelsüblichen Rohphosphaten (z. B. Hyperphon) ist der  $P_2O_5$ -Gehalt von Kodjari-Rohphosphat niedrig, er ist jedoch für landwirtschaftliche Zwecke ausreichend. Das enthaltene CaO liegt nicht als freier Kalk vor. Faktoren wie Konsistenz, hohe Eisen- und Aluminiumgehalte erschweren die Feinvermahlung und den chemischen Aufschluß. Ansonsten haben Düngerversuche (Gefäß- und Freilandversuche) bewiesen, daß das Kodjari-Rohphosphat für eine Rohphosphatdüngung geeignet ist (7, 10, 11).

## 3. Aspekte der Rohphosphatdüngung in Burkina Faso

### 3.1 Die Böden

Die vorkommenden Bodentypen in Burkina Faso sind äußerst zahlreich. Ihre Verbreitung und Klassifizierung wurde 1970 von ORSTOM (Office de la Recherche Scientifi-

que et Technique Outre-Mer, Frankreich) erarbeitet. Die vorherrschenden Böden sind ferraristische Böden, Alluvialböden, eutrophe braune Böden und Vertisole. Die meisten haben einen sauren Charakter und ihre natürliche Fruchtbarkeit ist gering. Der limitierende Nährstoff für die Steigerung der Produktivität ist der Phosphormangel. Dieser chronische Phosphormangel, der für die tropischen Böden typisch ist, macht eine Phosphatdüngung erforderlich (6, 11).

### **3.2 Die agronomische Wirksamkeit von Rohphosphat**

Die direkte Anwendung von Rohphosphat in der Landwirtschaft ist seit langem bekannt. Wirtschaftlich betrachtet, können durch die Nutzung von einheimischen Ressourcen wie Rohphosphat, wertvolle Devisen eingespart werden. Voraussetzung für die Wirksamkeit der Rohphosphate ist die saure Reaktion. Diese Bedingung ist für die meisten Gebiete Burkina Faso erfüllt.

Aber die Düngung der tropischen Böden mit Rohphosphat ist problematisch. Die meisten tropischen Böden zeichnen sich durch eine geringe natürliche Fruchtbarkeit, eine saure Reaktion und einen hohen Eisen- und Aluminiumgehalt aus. Diese besonderen Verhältnisse machen die P-Ernährung der Pflanzen problematisch: das Phosphat kann an Fe- und Al-Oxiden adsorbiert und langfristig in schwerlöslichem Fe- und Al-Phosphat festgelegt werden. Deshalb müssen klimatische, bodenkundliche und pflanzenbauliche Aspekte beachtet werden.

Phosphatdünger werden nach ihrer Löslichkeit und ihrem Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor bewertet. Aufgrund der geringen Löslichkeit der Rohphosphate, ist nur ein kleiner Teil des Phosphats direkt pflanzenverfügbar. Nach der Applikation wird das Rohphosphat im Boden durch Verwitterungsprozesse und Mikroorganismenaktivität umgewandelt. Die Geschwindigkeit der Umwandlung, der Reaktionsablauf, die Art und Menge der Reaktionsprodukte werden von bestimmten Faktoren gesteuert. Die für die Phosphatwirkung entscheidenden Faktoren sind:

- die chemische Reaktivität und der Vermahlungsgrad des Rohphosphats;
- die chemischen, biologischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens;
- die Feuchtigkeitsverhältnisse;
- das Anbausystem.

Die chemische Reaktivität der Rohphosphate ist durch ihre Löslichkeit in bestimmten Lösungsmitteln gekennzeichnet. Sie ist ein wichtiger Indikator für das Aufschlußvermögen der Rohphosphate unter Feldbedingungen (9). Diese chemische Reaktivität wird in spezifischen Lösungsmitteln getestet: neutrales Ammoncitrat, alkalisches Ammoncitrat, Citronensäure, Ameisensäure. Der Vermahlungsgrad bedingt die Auflösung der Rohphosphate und die Phosphatmobilisierung im Boden. Das Kodjari-Rohphosphat hat einen Vermahlungsgrad von 90  $\mu\text{m}$ ; die Löslichkeit im Ammoncitrat ist gering.

Die Bodenfaktoren sind vor allem der pH-Wert, die Temperatur, die Textur und die Phosphor- und Calciumgehalte der Bodenlösung. Einige Bakterien wie *Thiobacillus thiooxidans* verbessern die Wirkung der Rohphosphate. Die vesikulär - arbuskuläre Mykorrhiza kann in Anwesenheit von schwerlöslichen Phosphaten im Boden, oder bei Düngung mit solchen P-Formen (z. B. Rohphosphate) die P-Ernährung der Pflanzen verbessern (5). Ideal für die Auflösung und damit die Wirksamkeit von Rohphosphaten ist ein pH-Bereich unter 6. Diese Bedingungen sind in Burkina Faso gegeben.

Feldversuche in Burkina Faso haben ergeben, daß die Rohphosphatdüngung einen Jahresniederschlag von mindest. 600 mm voraussetzt. In Burkina Faso schwanken die Niederschläge zwischen 1300 und 500 mm, aber das Niederschlagsrisiko und die potentielle Evapotranspiration sind in vielen Gebieten relativ groß.

Zum Schluß hängt die Wirkung der Rohphosphate mit der Kulturart und der Anwendungstechnik zusammen. Beispielsweise reagieren die Leguminosen besser auf die Rohphosphatdüngung als Hirse-Arten. Die Plazierung verbessert die Phosphoraufnahme und den Wirkungsgrad. Rohphosphate besitzen einen hohen residuellen Effekt, der bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse der Rohphosphatdüngung unbedingt berücksichtigt werden muß.

#### 4. Herstellung von Aufschlußprodukten mit dem Kodjari-Rohphosphat

Das International Fertilizer Development Center (IFDC) in Muscle Shoals (Alabama, USA) hat 1980 aus dem Kodjari-Rohphosphat Aufschlußprodukte hergestellt. Ein Teil dieser Produkte wurde unter Klimakammerverhältnissen von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover und vom IFDC geprüft. Schließlich wurden zwei Aufschlußprodukte für Feldversuche in Burkina Faso ausgewählt. Es handelt sich um:

UV 5: Kodjari-Rohphosphat gemischt mit Schwefel im Verhältnis P : S = 1 : 0,66

UV 42: Durch Schwefelsäure teilaufgeschlossenes Kodjari-Rohphosphat bis zu 30 % auf der Basis der Herstellung von Tripelsuperphosphat (TSP).

Beide Produkte sind pulverisiert.

#### 5. Feldversuch zur Prüfung der Wirksamkeit von dem Kodjari-Rohphosphat und seinen Aufschlußprodukten

##### 5.1 Durchführung des Feldversuches

Der Feldversuch wurde 1981 in Gampela in der Nähe von Ouagadougou angelegt. Er soll bis 1983 als Monokulturversuch mit Erdnuß, Kolbenhirse, Rispenhirse und Baumwolle durchgeführt werden. Er wurde auch als ein 2 x 3 Satzgitter angelegt. Der Versuchsplan ist wie folgt:

#### Düngungsplan für das 2 x 3-Satzgitter zur Prüfung der Wirksamkeit von Kodjari-Rohphosphat und dessen Aufschlußprodukten

Dünger*	Parzellen Nr.	1981				1982				1983	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S kg/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S				
N-P-O	1	22	0	0	22	0	0	22	0	0	0
N-P-O	2	22	0	0	22	0	0	22	0	0	0
N-P-O	3	22	0	0	22	0	0	22	0	0	0
N-P-O	4	22	0	0	22	0	0	22	0	0	0
UV-1	5	22	60	0	22	60	0	22	60	0	0
UV-1	6	22	120	0	22	120	0	22	0	0	0
UV-1	7	22	120	0	22	0	0	22	0	0	0
UV-1	8	22	240	0	22	0	0	22	0	0	0
UV-5	9	22	60	17,3	22	60	17,3	22	60	17,3	0
UV-5	10	22	120	34,6	22	120	34,6	22	0	0	0
UV-5	11	22	120	34,6	22	0	0	22	0	0	0
UV-5	12	22	240	69,1	22	0	0	22	0	0	0
UV-42	13	22	30	0	22	30	0	22	30	0	0
UV-42	14	22	60	0	22	60	0	22	0	0	0
UV-42	15	22	60	0	22	0	0	22	0	0	0
UV-42	16	22	120	0	22	0	0	22	0	0	0
TSP	17	22	39	9	22	30	0	22	30	0	0
TSP	18	22	60	0	22	60	0	22	0	0	0
TSP	19	22	60	0	22	0	0	22	0	0	0
TSP	20	22	120	0	22	0	0	22	0	0	0
S	21	22	0	17,3	22	0	17,3	22	0	17,3	0
S	22	22	0	34,6	22	0	34,6	22	0	0	0
S	23	22	0	34,6	22	0	0	22	0	0	0
S	24	22	0	69,1	22	0	0	22	0	0	0
0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\*UV1 = Rohphosphat, UV5 = mit Sichel gemischten Rohphosphat, UV-42 = teilaufgeschlossenes Rohphosphat, TSP = Tripelsuperphosphat, S = Schwefel

Die Böden in Gampela sind für Burkina Faso repräsentativ. Es handelt sich um schwach entwickelte Böden aus kristallinen Gesteinen und Sandstein mit Lateritpanzer, die durch Erosion entstanden sind. Sie sind phosphorarm und ihr Gehalt an organischer Substanz ist gering. Ihr pH-Wert schwankt zwischen 4 und 5,5. In Gampela liegt die mittlere jährliche Niederschlagsmenge bei 850 mm.

## 5.2 Versuchsergebnisse und Schlußfolgerungen

### 5.2.1 Rispenhirse (*Sorghum bicolor*)

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 und der Abbildung 1 dargestellt. Die steigenden Dosen von Rohphosphat (UV 1) bringen eine stetige Ertragssteigerung. UV 5 wirkt etwas besser als Rohphosphat; aber ohne zusätzliche Boden- und Pflanzenanalysen ist es im Moment unmöglich zu erklären, ob diese Ertragssteigerung auf die aufschließende Wirkung der Schwefelsäure oder auf eine direkte Nährstoffwirkung des Sulfats zurückzuführen ist. 17 und 35 kg S/ha wirken nicht auf den Ertrag, aber 69 kg S/ha verursachen einen außerordentlichen Ertragsanstieg. Auf jeden Fall ist der Einsatz des Schwefels rentabel. TSP und UV 42 verursachen in etwa gleicher Weise einen Ertragsanstieg bis zu 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Diese Gleichwertigkeit von TSP und UV 42 spricht für den Einsatz des teilaufgeschlossenen Phosphats. Ein weiterer Grund dafür ist, daß teilaufgeschlossene Phosphate wie UV 42 können mit geringeren Kosten wie TSP produziert werden.

**Tabelle 2: Erträge von Rispenhirse (Sorte E 35 - 1)**

Art	Düngemittel		Gesamtertergewicht Tonne/ha	Korngewicht kg/ha
	Menge P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(kg/ha) S		
ohne P	—	—	15,5	1086
UV 1	60	—	17,3	1354
UV 1	120	—	20,2	1536
UV 1	240	—	23,0	1846
UV 5	60	17	20,2	1519
UV 5	120	35	24,4	1853
UV 5	240	69	23,5	1890
UV 42	30	—	21,2	1920
UV 42	60	—	22,7	2211
UV 42	120	—	23,2	2062
TSP	30	—	22,6	1720
TSP	60	—	24,8	2264
TSP	120	—	25,8	2227
S	—	17	14,8	1063
S	—	35	15,7	1177
S	—	69	23,4	1741
ohne P, ohne N (Nullparzelle)	—	—	13,6	970
GD 5%	—	—	5,2	432

### 5.2.2 Erdnuß (*Arachis hypogaea*)

Die Ergebnisse für Erdnuß sind in der Tabelle 3 und der Abbildung 2 zu ersehen. Mit einer niedrigen Gabe von 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha erhöht das Rohphosphat den Kornertrag um fast 500 kg, die Verdoppelung und die Vervierfachung bringen ebenfalls Ertragssteigerungen. UV 5 bringt einen Ertragsanstieg nur in den niedrigen Stufen; die höchste Stufe verursacht eine Ertragsminderung. Der Schwefel allein zeigt eine ähnliche Ertragsfunktion wie UV 5. TSP und UV 42 bringen in gleicher Weise Ertragssteigerungen. Diese Gleichwertigkeit von UV 42 und TSP spricht nochmals für den Einsatz von UV 42.

**Tabelle 3: Erträge von Erdnuß (Sorte TS 32-1)**

Art	Düngemittel		Gesamternte- gewicht Tonne/ha	Korngewicht kg/ha	Tausend- korngewicht g
	Menge P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(kg/ha) S			
ohne P	–	–	9,78	1539	473
UV 1	60	–	11,06	1983	481
UV 1	120	–	12,58	2085	503
UV 1	240	–	11,91	2200	505
UV 5	60	17	11,55	2207	526
UV 5	120	35	13,38	2343	514
UV 5	240	69	13,90	2181	513
UV 42	30	–	13,49	2270	511
UV 42	60	–	13,24	2362	510
UV 42	120	–	16,09	2507	508
TSP	30	–	12,84	2262	499
TSP	60	–	14,28	2242	513
TSP	120	–	14,76	2484	533
S	–	17	11,65	2041	501
S	–	35	12,56	2090	495
S	–	69	11,25	1818	473
ohne P, ohne N (Nullparzelle)		–	9,90	1531	488
GD 5%			3,0	378	49

### 6. Zusammenfassung

Burkina Faso ist ein Land, wo die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion durch ungünstige klimatische Verhältnisse stark gehemmt ist. In Burkina Faso herrscht ein chronischer Phosphormangel in den Böden, der für die landwirtschaftliche Produktion ein limitierender, aber kontrollierbarer Faktor ist. Allerdings kann dieser Phosphormangel durch eine Anwendung von Rohphosphat überwunden werden. Das Kodjari-Rohphosphat und sein Aufschlußprodukte haben in den Böden Burkina

Fasos eine erhebliche Steigerung der Erträge der lokalen Nahrungskulturen bewirkt. Man kann hoffen, daß durch den Abbau des landeseigenen Phosphats, die Sicherung der Nahrungsmittelproduktion und die Einsparung von wertvollen Devisen erreicht werden.

## Summary

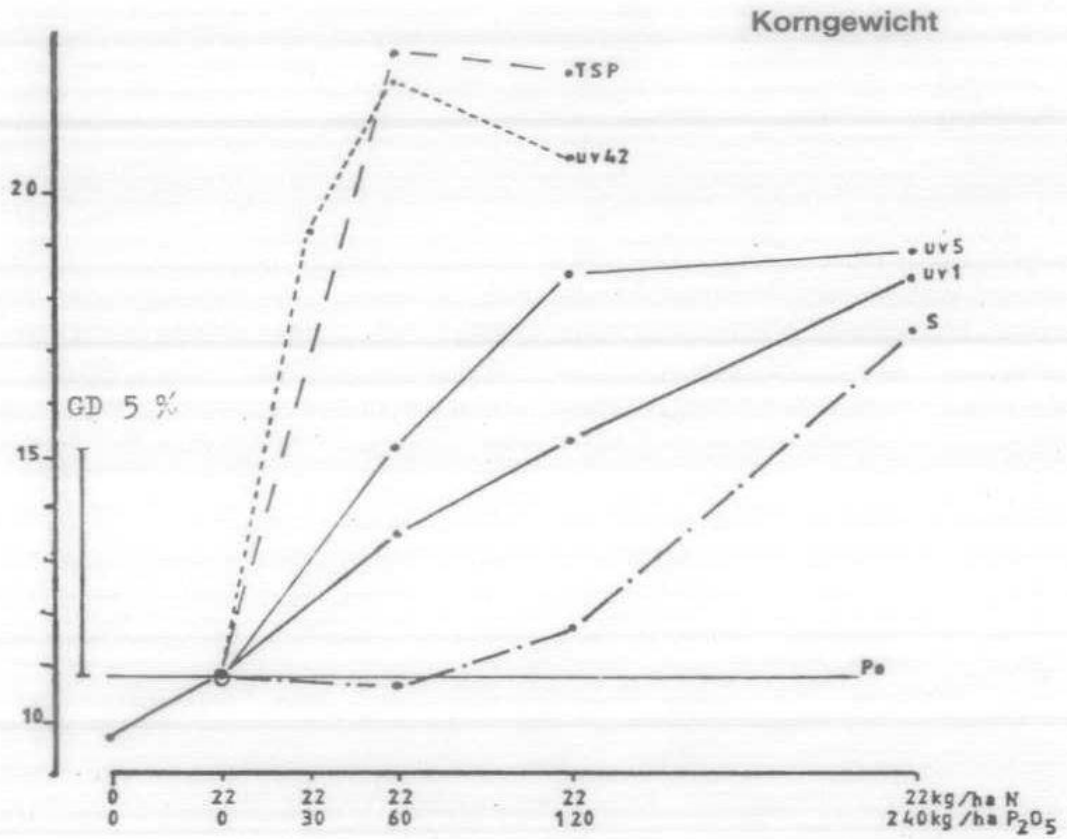
Burkina Faso is a country with unfavorable climatic conditions for agriculture. This restricts the possibility of increasing food production. Most of Burkina Faso soils are deficient of phosphorus, being the minimum factor No. 1. But fortunately it is controllable by applying phosphate fertilizers. Since Burkina Faso is in the possession of natural deposits of rock phosphate in the Kodjari area, trials were carried out, to find whether this rock phosphate could be used as fertilizer in agriculture. This paper gives details of these trials. It was found that the Kodjari-rock phosphates give satisfactory to good results when applied to the most important food crops under the conditions of Burkina Faso. In this trials rock phosphate was used in three different forms: untreated, mixed with sulfur and treated with sulphuric acid.

## Literaturverzeichnis

1. BIKIENGA, I.M., 1980: Utilisation des phosphates naturels de Kodjari pour la fabrication d'engrais phosphatés. - Rapport Ministère du Développement Rural, Haute-Volta.
2. BIKIENGA, I.M., 1980: Rapport de la Délégation Voltaïque au séminaire IITA/IFDC sur l'usage de l'engrais dans les tropiques, Nairobi (KENYA).
3. BUVOGMI, CDF-Ingénierie, 1980: Etude des Gisements de phosphate du sud-est voltaïque, campagne 1978 - 1979. - Ministère du Commerce, du Développement Industriel et des Mines, Haute-Volta.
4. IFDC, 1979: Project proposal. Use of local resources for phosphate fertilizer production in Upper Volta. - Vervielfältigtes Manuskript.
5. KARAGIANNIDIS, N., 1980: Untersuchungen über die Effizienz der vesikulär - arbuskulären (VA) Mykorrhiza verschiedener Herkunft bei unterschiedlichen tropischen und subtropischen Pflanzen, Phosphatformen, Boden pH-Werten und Bodentemperaturen. - Dissertation Universität Göttingen.
6. LENTHE, 1974: Vermerk über Anwendungsmöglichkeiten für eine Phosphatdüngung in Obervolta. - Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.
7. LÜKEN, H., 1973: Vorbericht. Studie über die Nährstoffwirkung eines Rohphosphates aus dem Vorkommen Arli, Republik Obervolta. - Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.
8. Mc. CLELLAN, G.H. und DIAMOND, R.B., 1979: Upper Volta. Some technical and agronomic data on phosphate rock from Kodjari. - Report, Vervielfältigt.
9. Mc. CLELLAN G.H., 1972: a revised laboratory reactivity scale for evaluating phosphate rocks for direct application. - Tennessee Valley Authority, Muscle Shoals, Alabama, USA.
10. PROJECT PHOSPHATE DE LA HAUTE-VOLTA, 1979, 1980, 1981: résultats des démonstrations et des essais. - Rapports de synthèse, Ministère du Développement Rural, Haute-Volta.
11. RODECO, 1975: Etude au sujet des gisements de phosphate à Arly, Kodjari, Haute-Volta-Rapport.
12. ZITZMANN, A., 1973: Gesuch der obervoltaischen Regierung auf Durchführung einer Vorstudie für die Direction de la Géologie et des Mines zur Prospektion des Phosphatvorkommens Arli. - Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.

Abbildung 1: Erträge von Rispenhirse (Sorte E 35-1)

X 100 kg/ha



Tonne/ha

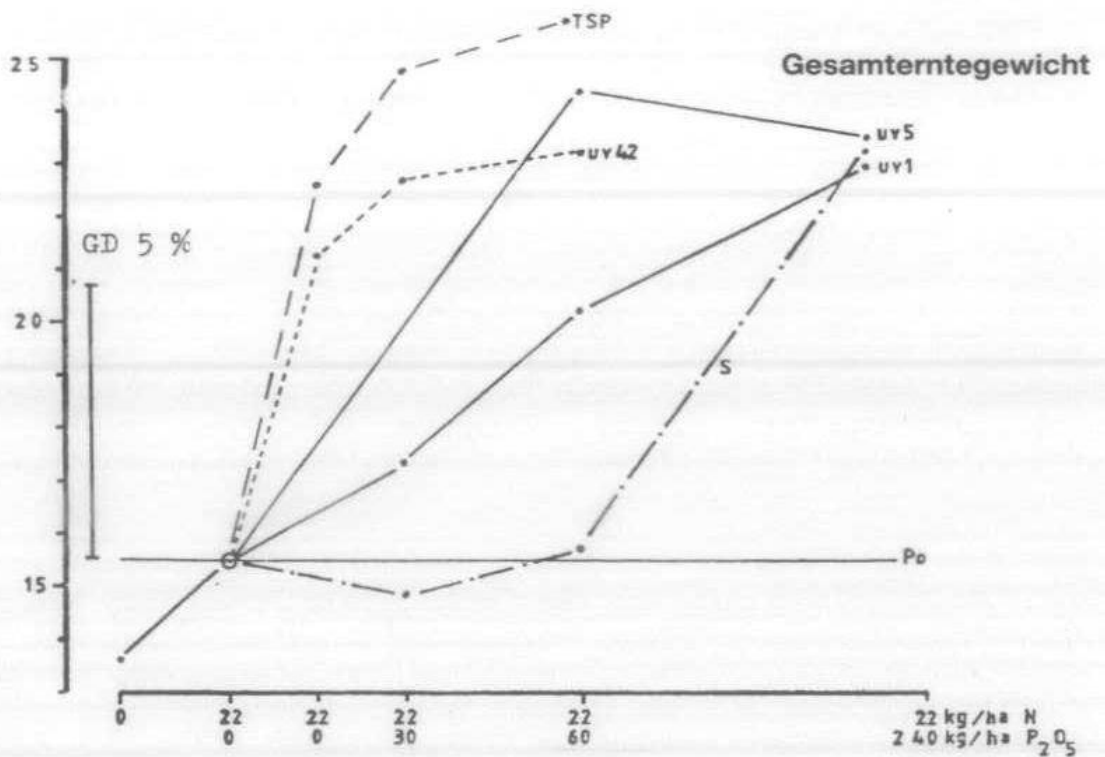




Abbildung 2: Erträge von Erdnuß (Sorte TS 32-1)

