

Der Einfluss von Kunstdünger auf eine einjährige Karoo-Pflanze, *Tribulus terrestris*

Von M. Henrici, Fauresmith OFS, Süd-Afrika

Manuskript eingegangen am 10. Juli 1960

Als vor 30 Jahren die ersten Analysen von Karoo-Pflanzen gemacht wurden, war es bald klar, dass die meisten dieser Pflanzen sehr gut mit Mineralstoffen versehen, aber arm an Stickstoff waren (Henrici 1934). Ausserdem fiel auf, dass bei den meisten grosse Mengen Natrium, dagegen nur kleine Mengen Kalium vorhanden waren. So war es von praktischem Werte, Pflanzen zu finden, die reich an Proteinen waren. Eine solche war *Tribulus terrestris* Schweick. Karoo-Pflanzen sind gute Futterpflanzen, wenn auch nur etwa 50 % von ihnen von den Schafen gefressen werden. Die Weiden werden nie gedüngt, da dies unwirtschaftlich und angesichts der geringen Regenmenge wohl auch nutzlos wäre. Trotzdem wurde ich mehrere Male von Vertretern von überseeischen Kali-Firmen angefragt, ob ich nicht bereit wäre, ein solches Experiment zu unternehmen, so dass ich am Ende zustimmte. Ich arbeitete damals speziell mit *Tribulus*, aus dem Saponine isoliert wurden, und es schien, dass diese in grösserer Menge vorhanden waren, wenn die Pflanzen an den Trinkstellen wuchsen, wo reichlich Schafmist herumlag. Mr. John Lintner, Direktor der Kaliwerke in Durban, versah mich mit dem nötigen Dünger und gab mir auch den Versuchsplan an. Er umfasste acht Behandlungen, je viermal wiederholt. Gewichte und Masse einer kommerziellen Firma in Süd-Afrika sind englisch.

Versuchsbeete und Samen

Es wurden folgende Düngermengen per Acre angewendet:

Stickstoff :	20,6 lbs.	N	in	100	lbs.	Ammoniumsulfat
Phosphor :	114,0 lbs.	P ₂ O ₅	in	600	lbs.	Superphosphat
Kalium :	80,0 lbs.	K ₂ O	in	<u>133,33</u>	lbs.	Kaliumchlorid
Gemisch :					833,33 lbs.	

Die Analyse des Bodens ergab ein sehr ähnliches Resultat wie diejenige vor 30 Jahren (Henrici 1934).

Gehalt in Prozenten des lufttrockenen Bodens (Zitronensäurelösung):

K ₂ O	0,007	0,006	0,005
P ₂ O ₅	0,011	0,005	0,005
CaO	0,131	0,175	0,171
MgO	0,043	0,020	0,045
MoO	0,0001 – 0,0003	Cu	0,0006 – 0,0020

Die Früchte wurden auf einer lokalen Farm eingesammelt; sie stammen nicht von einer einzigen Pflanze, sondern von wenigen verschiedenen Pflanzen, weil man von einer einzelnen Tribulus-Pflanze nicht genug Saat für das Experiment erhalten könnte. Die Pflanzen hatten lange niederliegende Stengel, ohne Wurzeln.

Das Experiment begann im Oktober des Jahres 1955, sobald der erste Regen fiel. Geerntet wurde zwischen Ende März und Anfang April 1956. Die Einsammlung der Früchte, die zu allen Zeiten reif wurden, war eine sehr mühsame Arbeit, da sie sich in den Grund bohrten und herausgelesen werden mussten. Die Früchte eines Beetes wurden im zweiten Jahre wieder auf dem gleichen Beet ausgesät. Wie später gesagt werden wird, waren nicht alle Samen lebensfähig, deshalb wurde die Hälfte eines derartigen Beetes mit Früchten von PKN-Beeten übersät, die dann auf dem Beet sofort keimten, jedoch nie zu so schönen Pflanzen auswuchsen wie in ihrem ursprünglichen Beet. 1955 war ein gutes Jahr, es regnete regelmässig. 1956/57 konnten die Beete erst einen guten Monat später besät werden. Regen war rar, die Pflanzen waren viel kleiner – nicht mit langen niederliegenden Stengeln (trailing variety) – sondern aufrecht; wenn es sehr trocken wurde, in der sog. «praying position», mit den kurzen Zweigen nach innen geknäult. In beiden Jahren wurden die Beete regelmässig vom Unkraut gesäubert und bearbeitet aber nie bewässert. Tribulus gedieh bei solcher Behandlung aufs beste. In der Regensaison waren die Blüten der PKN-Beete so gross wie Gartenstiefmütterchen und Blätter und Blättchen von erstaunlicher Grösse.

Die Pflanzen einiger Beete, welche unvollständigen Dünger erhielten, zeigten merkwürdige morphologische Veränderungen. Die Stengelknoten waren verdickt, der ganze Stengel selbst in der Regensaison kürzer; die Blätter wurden rot, dann gelb, und fielen ab. Auf den K-Beeten entwickelten sich nie grosse Blüten. Nach einiger Zeit sahen selbst in der Regensaison die K-Beete armselig aus. Unvollständige Kombinationen mit Kalium waren etwas besser, aber bei weitem nicht so gut wie die wundervollen PKN-Beete, oder selbst die Beete, welche Phosphor oder Stickstoff allein oder in Kombination erhielten.

Versuchsplan des Düngungsexperimentes mit *Tribulus terrestris*
(2×2×2 Faktorenversuch)

Tabelle 1

O = Kontrollbeete ohne Düngung

Die Zahlen bedeuten die Nummern der Beete

III				IV			
PKN	NP	O	K	NK	P	NP	K
25	26	27	28	29	30	31	32
P	NK	N	PK	O	PKN	N	PK
17	18	19	20	21	22	23	24
NP	PK	O	NK	P	PKN	NK	O
9	10	11	12	13	14	15	16
PKN	P	N	K	PK	N	NP	K
1	2	3	4	5	6	7	8
I				II			

Breite der Versuchsbeete: 24 ft. (7,32 m), Länge: 53,5 ft. (16,31 m). Die Beete waren auf jeder Seite von einem 1 ft. breiten Streifen umgeben, sodass das ganze Versuchsfeld eine Breite von 201 ft. (61,26 m) und eine Länge von 219 ft. (66,75 m) hatte.

Bei weitem die besten Beete waren die Kontroll-Beete und die PKN-Beete. In der Regensaison entwickelten sich in allen Beeten ausser K grosse Blüten und Blätter. Einige Beete blühten ein wenig später, ohne dass eine definitive Regel beobachtet werden konnte. Die Beete waren 1955/56 in ausgezeichnetem Zustand. Im Trockenjahr waren alle Pflanzen viel kleiner, mit wenigen niederliegenden Stengeln und kleinen Blüten.

Düngung beeinflusst Pflanzen in verschiedener Weise, besonders wilde Pflanzen. a) Sie erhöht den Gehalt der Pflanzen an Mineralbestandteilen oder Stickstoff, besonders wenn diese Stoffe im Dünger enthalten sind. b) Sie beeinflusst nicht die Zusammensetzung der Pflanze, sondern vergrössert nur die ganze Pflanze, die Ernte, oder die Saatproduktion.

Mit kommerziellen Düngemitteln wird sicher das zweite erstrebt, da es weniger wichtig ist, ob eine Pflanze 20 % mehr Phosphor oder Stickstoff enthält, bezogen auf die Gesamtmasse der Blätter, als dass die ganze Ernte 20 % grösser ist. Südafrikanische Gräser fallen in eine dritte Kategorie, indem auf gewissen Böden unausgeglichene Düngemittel den Pflanzen schaden können. Solche Resultate kommen wenig an die Öffentlichkeit, aber im Laboratorium sind sie den Physiologen wohl bekannt. Ich konnte beispielsweise das Wachstum von *Tribulus* auf Karoo-Böden durch eine sehr kleine Zugabe von Kalziumnitrat fast verhindern. Es ist hingegen unwahrscheinlich, dass ein gut ausgeglichener Dünger Pflanzen beschädigt.

Im vorliegenden Falle hat die Zugabe von Kalium diese schädliche Wirkung, selbst wenn Spurenelemente zugegeben werden. Die Beete sehen armselig aus und ungesund und ihre Samen sind nicht lebensfähig. Zugegeben, dass auch einzelne andere Beete nicht so schön waren wie die PKN- oder Kontroll-Beete, aber es war ein sehr grosser Unterschied zwischen ihnen und den K-Beeten. Selbst in der Regensaison, wo alle andern Beete gut gediehen, waren diese schlecht entwickelt. In der trockenen Saison waren die K-Beete sehr schlecht entwickelt, zwei von den N-, eines von den NP- und NK-, sowie zwei von den Kontroll-Beeten waren nicht besonders gut.

Ernte

Tabelle 2

Tabelle 2 gibt die Ernten der entsprechenden vier Beete in Frisch- und Trockengewicht (lbs.) an, die Früchte separat für 1956. Es sind abgerundete Zahlen, weil 1956 die Beete am Ende 8 Tage im Wasser standen nach einem Wolkenbruch, so dass ich nicht garantieren kann, dass alle Blätter und Früchte gefunden wurden, wohl das meiste konnte gerettet werden.

	1956			1957		Verhältnis 1956:1957	
	Frischgewicht	Trockengewicht	Früchte	Frischgewicht	Trockengewicht	Frischgewicht	Trockengewicht
Kontrolle	301	56,4	46,6	31,5	15,3	9,6	3,7
PKN	434	86,5	60,4	58,5	24,4	7,4	3,5
P	338	69,5	37,8	36,5	15,3	9,3	4,5
N	287	72,4	17,2	43,0	24,1	6,7	3,0
K	180	42,2	24,7	26,0	12,4	6,9	3,4
NK	345	66,6	44,8	45,0	22,5	7,7	3,0
PK	288	72,3	31,2	43,0	19,3	6,7	3,8
NP	323	63,8	44,1	40,0	20,6	8,1	3,1

(1957 sind die Früchte in der Totalernte eingeschlossen).

Es ist klar, dass die Pflanzen 1956 mehr Wasser enthielten und auch schmackhafter für die Schafe waren.

Was die Früchte in der Regenzeit anbelangt, war PKN führend, O, NP, NK ungefähr gleich, K am schlechtesten. Die Samen der K-Beete waren nicht keimfähig. Im Trockenjahr wurden die Früchte nicht separiert, da ich gerade in jener Zeit die Reserve verliess und sich niemand um die Sache kümmerte.

Methode der Analysen

Die Methoden der Mineral- und Stickstoffanalysen sind in früheren Untersuchungen beschrieben (Henrici 1935), die Nitrate wurden mit einer modifizierten Methode nach Shive und Session (Henrici 1953) bestimmt.

Der Nitrat-Gehalt wurde nur für 1956 bestimmt. In keinem Falle wurde eine Aufhäufung gefunden. Dies stimmt überein mit früheren Resultaten, d. h. dass auf der Reserve nie eine solche verzeichnet wurde (Henrici 1953).

Gehalt von Phosphor, Protein und Kalium (Vgl. Tabelle 3 und 4)

Seit den frühesten Untersuchungen an *Tribulus* ist diese Pflanze bekannt als reich an Protein, Phosphor und Fett. (Henrici 1938, 1947, 1952, 1953). Die gegenwärtige Untersuchung bestätigt dies in den PKN- und Kontroll-Beeten und braucht deshalb nicht weiter besprochen zu werden. Wenn auch mehrere Analysen in den betreffenden Parallelbeeten sehr ähnlich waren, so waren doch andere, die grosse Unterschiede aufweisen, ohne dass ein Grund dafür angegeben werden kann. Deshalb gab auch die statistische Behandlung keine signifikanten Resultate. Jedoch ergaben sich ein paar interessante Punkte, als die zwei Jahre verglichen wurden; Zweige, Wurzeln und Blätter wurden separat untersucht.

Im Trockenjahr war Protein in allen Organen der Kontroll-Beete höher als im Regenjahr. Das Gegenteil war der Fall, mit Ausnahme der Früchte, für die PKN-Beete. Alle Organe, mit Ausnahme der Blätter der P-Beete, in allen Beeten hatten mehr Protein.

Im Phosphorgehalt zeigen sich Unterschiede. In der Regensaison enthalten bei PKN- und Kontrollbeeten Blätter und Früchte viel mehr davon, aber nicht Wurzeln und Zweige. Bei K-Beeten ist der Phosphorgehalt in beiden Jahren derselbe, doch im Regenjahr sind Wurzeln und Zweige ärmer. In den P-Beeten enthalten die Blätter viel mehr, Zweige und Wurzeln weniger. Blätter und Früchte der N-Beete haben mehr, Zweige und Wurzeln weniger im Trockenjahr. N-, K-, NP- und NK-Beete ergaben in Blättern und Früchten im Regenjahr mehr Phosphor, in der Trockenzeit sind hingegen die Wurzeln und Zweige reicher.

Der Kaliumgehalt gibt ein eigentümliches Bild. In der Trockenzeit ist in den Früchten bis dreimal so viel Kalium, in den Blättern nur wenig mehr. Im nassen Jahr haben die Zweige einen sehr hohen K-Gehalt mit Ausnahme der K-Beete. Merkwürdigerweise enthalten Stengel und Blätter gerade bei Düngung mit Kalium allein weniger von dieser Substanz als bei allen anderen Behandlungen.

Es ist von wenig Belang, in die Details der K-, N- und P-Ziffern zu gehen. Von früheren Publikationen ist bekannt, welch gute Futterpflanze *Tribulus* für die Schafe ist, selbst wenn sie trocken ist, solange sie nicht das giftige Saponin enthält. Die vorliegenden Daten bestätigen es nur, aber ein paar Fragen stellen sich doch. a) Wie kommt es, dass die Pflanzen in den K-Beeten so schlecht sind, besonders auch in Bezug auf die Keimfähigkeit der Samen? b) Hat eine Zugabe eines Salzes im Trockenjahr überhaupt eine gute Auswirkung? Zu a) kann gesagt werden, dass Kaliumchlorid an sich nicht die Keimung hindert, denn die frische Farm-Saat und die PKN-Saat wuchsen normal auf dem K-Beet. Es sind nur die Samen, die auf dem K-Beet produziert werden, die keimunfähig sind. Die Zusammensetzung der Früchte der verschiedenen Beete

variiert wenig, ausser dem Kalium; es kann nur gesagt werden, dass auf einem hoch mineralisierten Boden, wie diese seichten Karoo-Böden, eine weitere Zugabe von unbalanciertem Kaliumchlorid abnormale Pflanzen mit geschwollenen Knoten, überzarten, oft roten Blättern und lebensunfähigen Samen hervorruft. (Mr. Lintner sagte mir im Gespräch, nachdem er sein Erstaunen ausgesprochen hatte, dass auf gewissen Zuckerrohrböden ähnliche Erfahrungen gemacht worden sind.) Soviel für die Experten von Europa.

Die N-Beete produzieren ja auch nicht viel Samen, aber der Samen war keimfähig; doch diese Tatsache ist wohlbekannt, denn Stickstoff fördert das vegetative Wachstum, stimuliert aber nicht die Reproduktion.

b) Es ist keine Förderung des Wachstums durch unausgeglichene Düngemittel auf Karoo-Böden zu verzeichnen für *Tribulus*. Saponine werden produziert unter dem Einfluss der Düngemittel, aber ob von den verderblichen, ist noch fraglich.

Im nassen Jahr ist der Proteingehalt der N-Beete der höchste, ohne dass Schaden eintritt.

c) Abgesehen von den K-Beeten konnte während den zwei Jahren des Experimentes nirgends eine eindeutige Ertragsverminderung durch die Düngung festgestellt werden.

Zusammenfassung

Es wurde der Einfluss einer Düngung mit Stickstoff (Ammonsulfat), Phosphor (Superphosphat) und Kalium (Kaliumchlorid) allein und in Kombinationen ($2 \times 2 \times 2$ -Faktorenversuch) auf *Tribulus terrestris* im Feldversuch in der Karoo (Südafrika) untersucht. Zur Beurteilung der Wirkung der Düngemittel wurden sowohl die Erntegewichte (frisch und trocken) als auch chemische Analysen (Gehalt an Proteinen, Phosphat, Nitrat und Kalium) zugezogen. Die Ergebnisse sind auf Tabellen 2-4 dargestellt. Der vollständige Dünger bewirkte eine Steigerung der Ernten. Kalium allein vermindert hingegen die Ernte bei gleichzeitiger morphologischer Veränderung der Pflanzen und Verminderung der Keimfähigkeit der Samen. Bei den übrigen Behandlungen ist die Wirkung weniger eindeutig.

Literatur

- Henrici M., 1935. Fodder plants of the broken veld. Science Bull. 142. Dept. of Agriculture. S. Africa.
- 1938. Some physiological aspects of the genus *Tribulus*. Onderstepoort Journ. of Veterinary Science and Animal Husbandry. Vol. 10, p. 367-392.
 - 1944. *Tribulus terrestris*, Content of Assimilates, glucosides and nitrates under different edaphic conditions. S.A. Journal of Science. Vol. 43, p. 195-202.
 - 1952. Comparative study of the content of starch and sugars of *Tribulus terrestris*, lucerne, some Gramineae and *Pentzia incana* under different meteorological, edaphic and physiological conditions. Onderstepoort Journal of Veterinary Science. Vol. 25, p. 45-92.
 - 1953. Further Studies on *Tribulus terrestris*. Science bulletin 348. Dept. of Agriculture.

Tabelle 3. Düngungsexperiment 1955/56.

Analysenresultate sind in % des Trockengewichtes ausgedrückt (Bl. = Blätter, St. = Stengel, Wu. = Wurzeln, Fr. = Früchte).

Behandlung	Beet Nr.	Erntegewicht		Gehalt an Rohprotein				Gehalt an PO ₄				Gehalt an Nitrat				Gehalt an K ₂ O					
		Frisch lbs.	Trocken lbs. % (1)	Früchte lbs.	Bl.	St.	Wu.	Fr.	Bl.	St.	Wu.	Fr.	Bl.	St.	Wu.	Fr.	Bl.	St.	Wu.	Fr.	
Kontrolle	11	83,6	16,5	20,4	12,5	12,6	5,5	5,4	8,8	0,54	0,26	0,27	0,50	0,12	0,12	0,19	0,07	0,95	1,92	0,65	0,62
	16	50,0	14,6	29,2	2,3	13,2	5,1	4,3	8,4	0,78	0,26	0,26	0,70	0,31	0,58	1,13	0,08	1,11	1,71	0,82	0,13
	21	100,1	11,6	11,4	19,0	13,2	4,5	4,4	7,8	0,52	0,19	0,16	0,54	0,09	0,24	0,42	0,03	1,05	1,40	0,75	0,21
	27	68,0	13,6	20,0	12,8	15,1	5,5	5,3	9,7	0,53	0,18	0,19	0,60	0,14	0,27	0,33	0,05	1,15	1,40	0,70	0,80
	1	109	24,5	22,5	5,1	21,3	9,1	8,3	12,8	1,13	0,56	0,49	0,88	0,24	0,45	0,51	0,12	1,13	1,50	1,05	0,48
P K N	14	96	26,8	27,8	19,5	21,8	8,0	6,7	11,3	1,21	0,35	0,45	0,95	0,07	0,27	0,43	0,07	1,38	1,91	0,80	0,70
	22	100	19,8	19,8	9,3	13,4	4,5	5,2	8,5	0,92	0,35	0,47	0,70	0,09	0,12	0,18	0,06	1,00	1,57	0,82	0,31
	25	129	15,5	14,3	26,5	16,4	5,8	4,2	7,5	0,86	0,36	0,32	0,70	0,05	0,11	0,15	0,03	1,28	1,89	0,82	0,92
	2	90	20,7	22,8	4,0	19,6	6,6	4,0	9,8	0,99	0,49	0,66	0,80	0,16	0,27	0,31	0,07	1,11	1,49	0,66	0,50
	13	93	22,2	25,0	10,8	11,8	4,5	4,3	7,4	0,80	0,34	0,42	0,76	0,07	0,19	0,35	0,04	0,95	1,73	0,87	0,66
P	17	90	15,6	17,4	14,0	16,8	5,7	5,7	7,8	0,83	0,41	0,49	0,72	0,16	0,27	0,43	0,04	1,58	2,89	0,77	0,21
	30	65	11,0	17,2	9,0	14,6	5,7	4,5	8,2	0,81	0,40	0,39	0,69	0,11	0,18	0,21	0,06	0,92	1,60	0,56	0,46
	3	83	23,3	28,7	1,6	20,0	5,3	4,8	8,1	0,74	0,18	0,20	0,56	0,23	0,43	0,43	0,04	0,91	0,94	0,68	0,14
	6	49	15,6	31,8	2,3	17,4	6,8	5,8	10,2	0,67	0,17	0,16	0,70	0,47	0,74	0,81	0,31	1,39	1,34	0,71	0,22
	19	70	18,3	26,1	7,5	17,4	6,6	6,6	9,1	0,60	0,18	0,20	0,51	0,26	0,37	0,56	0,10	1,31	2,07	0,84	0,54
N	23	85	15,1	20,0	5,8	16,6	6,3	5,8	9,4	0,72	0,22	0,31	0,56	0,12	0,21	0,30	0,06	1,17	1,48	0,68	0,26
	4	53	17,2	32,0	3,2	13,3	4,9	4,5	6,7	0,54	0,17	0,17	0,49	0,06	0,17	0,20	0,05	0,90	1,32	0,73	0,40
	8	24	6,9	25,0	2,2	13,3	6,2	6,3	8,8	0,59	0,16	0,13	0,49	0,27	0,47	0,54	0,16	0,99	1,33	0,83	0,21
	28	61	13,4	21,4	12,3	12,6	5,0	5,0	8,1	0,44	0,15	0,15	0,49	0,11	0,18	0,27	0,06	0,88	1,40	0,77	0,71
	32	42	4,8	11,4	7,0	13,4	5,8	4,9	8,2	0,24	0,21	0,18	0,45	0,09	0,15	0,24	0,03	0,99	1,50	0,78	0,56
N K	12	89	20,9	21,5	13,0	15,2	5,8	5,5	9,0	0,70	0,26	0,38	0,50	0,07	0,12	0,24	0,04	1,05	1,46	0,79	0,31
	15	75	17,6	25,3	5,8	17,9	6,6	6,0	11,2	0,71	0,20	0,25	0,62	0,16	0,24	0,31	0,04	1,02	1,55	0,76	0,54
	18	87	13,4	13,5	12,1	17,5	7,2	6,3	10,1	0,68	0,22	0,24	0,57	0,19	0,54	0,66	0,08	1,30	1,96	0,82	0,57
	29	94	14,6	11,3	13,9	14,1	6,3	5,7	8,9	0,49	0,18	0,14	0,61	0,11	0,18	0,27	0,06	1,11	1,66	0,74	0,31
	5	73	21,2	29,7	3,4	13,0	4,7	4,9	6,5	0,80	0,29	0,27	0,68	0,11	0,27	0,43	0,04	0,73	1,51	0,73	0,38
P K	10	76	14,3	18,8	10,8	15,9	7,6	12,6	6,4	0,80	0,39	0,36	0,89	0,19	0,39	0,51	0,04	1,13	1,92	1,17	0,35
	24	59	14,7	24,8	6,5	15,0	5,0	4,9	7,6	0,92	0,26	0,26	0,68	0,09	0,18	0,24	0,03	0,98	1,53	0,77	0,30
	20	80	21,8	27,3	10,5	13,9	4,5	4,4	7,0	0,84	0,37	0,43	0,68	0,03	0,10	0,12	0,00	1,06	1,53	0,78	0,25
	7	60	15,3	27,3	3,1	18,9	5,8	5,8	9,4	1,15	—	0,31	0,75	0,31	0,54	0,74	0,06	1,17	1,56	0,80	0,29
	9	53	7,2	13,5	5,3	18,5	6,5	6,1	11,1	0,78	0,24	0,29	0,82	0,35	0,51	0,70	0,07	1,32	1,91	1,00	0,56
N P	26	140	27,9	19,9	26,7	17,4	5,2	5,8	7,5	0,89	0,27	0,37	0,80	0,11	0,18	0,22	0,05	1,30	1,71	0,79	0,78
	31	70	13,4	19,3	9,0	14,2	5,8	4,6	8,0	0,95	0,43	0,45	0,68	0,11	0,21	0,30	0,06	1,28	1,55	0,75	0,43

¹⁾ bezogen auf das Frischgewicht.

Ernte: 19.3.—4.4.1956.

Tabelle 4. Düngungsexperiment 1956/57.

(Trockenjahr)

Analysenresultate sind in % des Trockengewichtes ausgedrückt (Bl. = Blätter, St. = Stengel, Wu. = Wurzeln, Fr. = Früchte)

Behandlung	Beet Nr.	Erntegewicht Frisch Trocken (%)		Gehalt an Rohprotein				Gehalt an PO ⁴				Gehalt an K ₂ O			
		Frisch (lbs.)	(%)	Bl.	St.	Wu.	Fr.	Bl.	St.	Wu.	Fr.	Bl.	St.	Wu.	Fr.
Kontrolle	11	10,5	51,2	18,0	6,6	6,4	11,1	0,54	0,24	0,38	0,53	1,25	1,19	0,77	1,41
	16	9,5	57,6	18,5	8,3	7,1	11,8	0,61	0,38	0,46	0,66	1,52	1,09	0,78	1,20
	21	5,0	48,2	18,9	8,6	7,5	12,4	0,49	0,21	0,36	0,52	1,21	1,18	1,08	1,13
	27	6,5	32,1	15,4	6,5	5,8	11,9	0,45	0,22	0,46	0,29	1,15	1,18	0,82	1,39
P K N	1	21,5	42,6	15,5	6,5	6,2	10,1	0,91	0,70	0,68	0,94	1,11	1,23	1,08	1,55
	14	16,0	43,8	15,8	4,8	5,6	8,8	0,83	0,68	0,78	0,84	1,44	1,17	0,98	1,61
	22	14,0	35,6	20,1	8,2	8,2	13,3	1,04	0,82	0,87	0,25	1,14	1,16	0,68	1,29
	25	7,0	45,8	14,8	6,4	5,1	9,0	0,66	0,34	0,44	0,38	1,46	1,17	0,85	1,26
P	2	13,5	52,9	15,1	6,5	6,2	9,6	0,59	0,54	—	0,81	1,29	1,07	—	1,45
	13	8,5	41,5	15,8	5,6	4,9	8,1	0,71	0,59	0,62	0,78	1,57	1,16	0,92	1,41
	17	5,5	31,9	13,4	5,1	4,4	9,0	0,56	0,58	0,58	0,87	0,92	0,77	0,61	1,19
	30	9,0	31,8	15,8	6,7	6,1	9,8	0,26	0,22	0,56	0,55	1,22	1,03	0,73	1,18
N	3	12,0	54,5	18,7	8,3	8,1	11,0	0,57	0,29	0,55	0,52	1,46	1,24	1,12	1,52
	6	11,5	53,5	19,4	10,1	9,8	11,3	0,53	0,25	0,34	0,55	1,23	1,37	1,14	1,54
	19	8,5	45,2	21,9	10,5	9,5	13,8	0,47	0,24	0,31	0,25	1,29	1,37	0,72	0,68
	23	11,0	69,1	22,4	9,1	8,4	14,3	0,61	0,51	0,35	0,62	1,52	1,16	1,35	1,11
K	4	7,0	66,7	19,0	7,9	5,1	10,7	0,56	0,28	0,25	0,54	1,57	1,13	0,84	1,56
	8	8,0	51,6	18,5	8,1	5,8	11,7	0,54	0,29	0,24	0,67	1,29	1,42	0,98	1,51
	28	5,0	30,6	16,4	7,1	6,6	11,0	0,46	0,29	0,31	0,25	1,52	0,14	1,73	1,61
	32	6,0	34,9	18,5	8,9	7,6	12,6	0,47	0,72	0,26	0,46	1,56	1,04	1,20	1,32
N K	12	10,5	58,8	19,7	7,2	6,1	12,7	0,58	0,27	0,41	0,56	0,83	1,41	0,98	1,47
	15	14,5	55,8	17,2	6,4	6,0	11,2	0,64	0,40	0,40	1,63	1,62	1,22	0,87	1,34
	18	13,0	41,0	16,5	6,8	6,1	10,9	0,52	0,22	0,35	0,49	1,12	0,96	0,67	1,12
	29	7,0	41,6	19,1	10,1	6,1	10,0	0,48	0,20	0,36	0,49	1,30	0,84	0,89	1,29
P K	5	7,5	53,6	17,6	7,1	6,7	11,4	0,70	0,44	0,43	0,79	1,31	6,32	1,09	1,33
	10	12,0	38,8	17,5	7,3	6,8	16,1	0,78	0,65	0,77	0,83	1,60	1,43	1,03	1,43
	20	11,0	41,0	17,0	6,9	6,4	10,3	0,38	0,28	0,30	0,33	0,71	1,21	1,06	1,17
	24	12,5	49,2	17,3	7,4	6,4	10,5	0,42	0,79	0,77	0,48	0,64	0,93	1,06	1,17
N P	7	15,5	56,5	19,1	6,1	5,7	11,7	0,81	0,56	0,50	0,95	1,40	1,23	1,12	1,43
	9	6,5	56,2	15,9	6,3	5,5	10,0	0,82	0,62	0,63	0,90	1,47	1,58	0,92	1,44
	26	8,0	40,3	15,3	6,1	6,0	10,7	0,35	0,58	0,44	0,46	1,41	1,24	1,13	1,38
	31	10,0	50,0	19,2	8,9	8,1	13,1	0,50	0,52	0,57	0,29	1,23	0,87	0,90	0,98

Probeentnahmen für die Analysen: 15.2.57, 8.30—9.00 morgens. Ernte: 15.3.57.