

Der Einfluß des Klimas auf den Nährwert der natürlichen Vegetation im Nord-Osten Mexikos

The climatic influence on the nutritive value of the natural vegetation in North-East Mexico

von M. A. Martínez¹ und U. ter Meulen²

1 Einleitung

Eine große Anzahl von Versuchen wurde durchgeführt, um den Einfluß klimatischer Faktoren auf den Futterwert des Pflanzenmaterials zu ermitteln. Klimatische Faktoren haben eine sehr komplizierte Beziehung zueinander, was die Interpretation des einzelnen Einflusses erschwert. Aufgrund dessen sind Versuche unter kontrollierten Umweltbedingungen notwendig (WILSON, 1982). Die Untersuchungen in natürlichen Weideländern beschränken sich auch in der Regel auf den Einfluß einer einzigen klimatischen Komponente.

Wegen der in einem natürlichen Weidesystem ausgeprägten ökologischen Wechselwirkungen ist ein einziger klimatischer Faktor für die Schwankungen im Nährwert des Pflanzenmaterials nicht verantwortlich zu machen. Der Einfluß des Klimas auf die Vegetation soll als die Wechselwirkung aller klimatischen Faktoren und nicht als die Folge eines einzigen Faktors verstanden werden. Die Hauptkomponentenanalyse dient dazu, komplizierte Beziehungen in beobachteten Daten auf eine einfache Form zu reduzieren (HARTUNG und ELPELT, 1984).

2 Material und Methodik

Das Pflanzenmaterial wurde im Nord-Osten Mexikos über ein Jahr mit Hilfe von an der Speiseröhre gefistelten Ziegen gewonnen. Es wurden Rohnährstoff- und Verdaulichkeitsanalysen durchgeführt. Näheres über die angewendeten Methoden bei MARTINEZ und TER

¹ Dr. M.A. Martínez, Institut für Weidewirtschaft, Forstliche Fakultät, Universität Autonoma von Neuvo Leon Campus Universitario Carr. Nac., Km 145, (Linares = Ciudad Victoria) Apdo. Postal 41, Linares N. L., Mexiko

² Prof. Dr. Udo ter Meulen, Tierernährung in den Tropen und Subtropen, Institut für Tierphysiologie und Tierernährung der Georg-August-Universität Göttingen, Oskar-Kellner-Weg 6, 3400 Göttingen

MEULEN (1991). Die täglichen Werte von Temperatur, Niederschlag und Evaporation, die in einer in der Nähe des Versuches liegenden meteorologischen Station registriert wurden, wurden hier verwendet.

Um den Einfluß von Temperatur, Niederschlag und Evaporation auf den ernährungsphysiologischen Wert des Pflanzenmaterials zu ermitteln, wurden zuerst aus den drei klimatischen Faktoren zeitabhängig mehrere Variablen gebildet. Diese Variablen sind immer auf die ersten fünf Tage jeden Monats, in denen das Pflanzenmaterial gesammelt wurde, bezogen. Die Werte der Nährstoffe und die der Verdaulichkeit der Trockensubstanz wurden zu den gebildeten klimatischen Variablen in einer multiplen Regression hinzugenommen. Es wurden schließlich nur solche Variablen ausgewählt, die statistisch gesicherte Regressionskoeffizienten zeigten.

Die ausgewählten Variablen sind:

1. Die mittlere Temperatur des letzten Monats.
2. Der gesamte Niederschlag des letzten Monats.
3. Der Mittelwert des Niederschlages der letzten zwei Monate.
4. Der totale Niederschlag in den letzten 15 Tagen.
5. Die mittlere Temperatur in den letzten 15 Tagen.
6. Prozentsatz des monatlichen Niederschlags, der in den letzten 15 Tagen gefallen ist.
7. Index aus der Temperatur und dem Niederschlag in den letzten 15 Tagen³.
8. Der Mittelwert der Evaporation in den letzten 15 Tagen.
9. Der Mittelwert der Evaporation des letzten Monats.
10. Die gesamte Evaporation des letzten Monats.

Danach wurden die Variablen durch eine Hauptkomponentenanalyse in passender Weise kombiniert, so daß im Endergebnis die Zahl der ursprünglich gegebenen Variablen vermindert wurde. Später wurde eine Korrelationsanalyse zwischen den Hauptkomponenten auf der einen Seite und den Nährstoffen und der Verdaulichkeit des Pflanzenmaterials auf der anderen Seite durchgeführt.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse und einer Korrelationsmatrix zwischen den Hauptkomponenten und den ausgewählten klimatischen Variablen werden in der Tabelle 1

³ $\frac{(\text{Nied. i. d. letzt. 15 T.}) - (\text{Nied. i. d. letzt. 15 T.} \times \text{mittl. Temp. i. d. letzt. 15 T.})}{100}$

dargestellt. Die Analyse zeigt, daß die ersten drei voneinander unabhängigen Hauptkomponenten etwa 91% der gesamten klimatischen Variation erklären.

Die erste Hauptkomponente (PC1) erklärt ca. 62% der totalen klimatischen Variation (s. Tab. 1). PC1 ist am engsten mit dem mittleren Niederschlag der letzten zwei Monate, mit dem gesamten Niederschlag der letzten 15 Tage und mit dem Index aus Temperatur und Niederschlag der letzten 15 Tage korreliert.

Demzufolge weist PC1 auch enge Korrelationen zu den Variablen, die die Evaporation umfassen, auf. Die Beziehungen von PC1 zur Temperatur erklären sich aus der Tatsache, daß während der Niederschlagssaison auch höhere Temperaturen auftreten. Aufgrund der engen Beziehung zum Niederschlag und zur Evaporation wurde PC1 als „Feuchtigkeit“ bezeichnet.

PC2 weist enge positive Korrelationen zur Temperatur auf. Die Beziehungen zum Niederschlag sind dagegen sehr schwach. Außerdem weist PC2 eine hohe negative Korrelation zum Prozentsatz des monatlichen Niederschlags, der in den letzten 15 Tagen gefallen ist und zur gesamten Evaporation im letzten Monat und in den letzten 15 Tagen auf. Aufgrund der genannten Beziehungen wurde PC2 als „Trockenheit“ bezeichnet.

Die dritte Hauptkomponente weist die engste positive Korrelation ($r = .61$) zum Prozentsatz des monatlichen Niederschlags, der in den letzten 15 Tagen gefallen ist, auf. Zum gesamten Niederschlag im letzten Monat und zum gesamten Niederschlag in den letzten 15 Tagen ist die Korrelation negativ.

PC3 wurde als der kurzfristige Zeitabschnitt betrachtet, in dem es nach einer Trockenperiode geregnet hat und als „kurzfristige Feuchtigkeit“ bezeichnet.

In der Tabelle 2 werden die qualitativen Merkmale des Pflanzenmaterials dargestellt, die statistisch gesicherte Korrelation mit mindestens einer Hauptkomponente gezeigt haben.

Die ADF-Fraktion und der Anteil der Cellulose (C) weisen eine signifikante negative Beziehung ($P < 0,01$) zur Hauptkomponente „Feuchtigkeit“ auf. Die Beziehungen der ADF-Fraktion und der C zu den anderen Hauptkomponenten sind nur zufällig.

Die zweite Hauptkomponente „Trockenheit“ weist signifikante negative Korrelationen ($P < 0,05$) mit der Verdaulichkeit der Trockensubstanz (dT) und mit dem Gehalt an Rohasche (XA) auf.

Die Korrelation zwischen dem Gehalt an Rohfaser (XF) und der dritten Hauptkomponente „kurzfristige Feuchtigkeit“ ist signifikant negativ ($P < 0,01$). Die Beziehung zu den anderen Hauptkomponenten ist nicht gesichert.

Die positive Beziehung des Fettgehalts (XL) zu der „Trockenheit“ ($P < 0,01$) ist wesentlich größer als ihre Beziehung zur „Feuchtigkeit“ ($P < 0,05$).

Tab. 1: Die ausgewählten klimatischen Variablen reduziert durch eine Hauptkomponentenanalyse

	Hauptkomponenten (PC)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Erklärte Varianz % pro PC	62.01	16.48	12.00	5.66	2.76	.82	.14	.09	.01	.00
klimatische Variablen	Korrelationsmatrix									
mittl. Temp. letzt. M	.669	.554	.483	.034	.051	.032	.056	.046	-.010	.008
ges. Nied. letzt. M.	.845	.266	-.418	-.044	.180	.029	.055	-.030	.020	.002
Mittelw. Nied. letzt. 2 M.	.909	.073	-.024	.039	-.395	-.094	.028	-.034	-.005	.000
ges. Nied. letzt. 15 T.	.911	.021	-.222	-.343	.005	.025	-.028	.014	-.007	.000
mittl. Temp. letzt. 15 T.	.560	.679	.456	.087	.054	-.010	-.066	-.034	.007	.004
Index Temp. u. Nied. letzt. 15 T.	.910	.016	-.225	-.343	.033	.023	-.028	.013	.000	.000
% monatl. Nied. letzt. 15 T.	.398	-.636	.611	-.204	-.062	.134	.013	-.020	.008	.000
Mittelw. Evap. letzt. 15 T.	.811	-.471	.095	.192	.262	-.059	.003	-.034	-.019	.000
Mittelw. Evap. letzt. 30 T.	.802	-.105	-.228	.476	-.096	.162	-.022	.017	.000	.000
ges. Evap. letzt. M.	.882	-.406	.131	.113	.027	-.152	-.012	.046	.018	.000
	PC1	PC2	PC3							

Tab. 2: Korrelation zwischen den klimatischen Hauptkomponenten und der ADF-Fraktion, dem Gehalt an C, dem Gehalt an XA, dem Gehalt an XF, dem Gehalt an XL und Prozent von dT.

Eigenschaften des Pflanzenmaterials	klimatische Hauptkomponenten		
	„Feuchtigkeit“	„Trockenheit“	„kurzfristige Feuchtigkeit“
	Korrelationskoeffizienten (r)		
ADF	-.545z	-.340	-.215
C	-.686z	-.291	-.205
dT	.244	-.440y	-.131
XA	.079	-.466y	.116
XF	-.201	.097	-.639z
XL	.475	.752z	-.149

ADF = acid detergent fibre, C = Cellulose, dT = Verdaulichkeit der Trockensubstanz, XA = Rohasche, XF = Rohfaser, XL = Rohfett

(y) $P < 0,05$, (z) $P < 0,01$

4 Diskussion

Die erste ermittelte Hauptkomponente „Feuchtigkeit“ kann als ein langfristiger, für das Wachstum der Pflanzen günstiger Zeitabschnitt verstanden werden. Unter diesen Umweltbedingungen wird die Entwicklung von saftigen Zweigen und jungen Blättern gefördert, welche einen relativ hohen Gehalt an Zellinhalt (CC) haben. Im untersuchten Gebiet tritt diese Umweltsituation vom August bis zum Oktober auf, wo das Verhältnis vom Niederschlag zur Temperatur und zur potentiellen Evaporation am günstigsten ist. In diesem Zeitabschnitt sind tatsächlich die höchsten CC-Werte festgestellt worden. Damit wird die negative Beziehung von „Feuchtigkeit“ zur ADF-Fraktion und zum C-Gehalt verständlich.

Die zweite Hauptkomponente „Trockenheit“ stellt Perioden mit hoher Temperatur und niedrigen Niederschlägen dar. Im allgemeinen ist diese Hauptkomponente als eine für das Wachstum der Pflanzen ungünstige Umweltsituation anzusehen.

In der Trockenzeit lagern die Pflanzen ständig Nährstoffe im Wurzelsystem ein. MCDOWEL (1985) führt auf diesen Zusammenhang die Herabsetzung im Gehalt an Mineralien in den arealen Pflanzenteilen während der Trockenzeit zurück. Damit kann die ermittelte negative Beziehung zwischen „Trockenheit“ und Rohasche (XA) erklärt werden. „Trockenheit“ zeigt auch eine negative Beziehung zur Verdaulichkeit der Trockensubstanz (dT). Die zwei niedrigsten dT-Werte wurden im Juni und Juli festgestellt. Hier ist das Verhältnis vom Niederschlag zur Temperatur und zur potentiellen Evaporation am niedrigsten.

Wie „Trockenheit“ die dT negativ beeinflusst, ist in diesem Fall schwer zu erklären. Die logische Erklärung wäre, daß unter diesen Umweltbedingungen der Anteil an Zellwand und gleichzeitig der Lignifizierungsgrad steigen (VAN SOEST, 1982). In der hier vorgelegten Untersuchung wiesen diese Faktoren aber keinen deutlichen Effekt auf dT auf. Außerdem

wurden in den Zeitabschnitten, in denen die niedrigsten dT-Werte ermittelt wurden, keine besonders hohen Werte an NDF und an Lignin ermittelt.

Bemerkenswert ist die positive Beziehung von „Trockenheit“ zum Gehalt an Rohfett (XL). Möglicherweise müssen die Tiere unter diesen Umweltbedingungen Pflanzenarten und Pflanzenteile aufnehmen, die nicht zur normalen Futtermischung gehören. Die neue Ration kann reichlich essentielle Öle enthalten. Essentielle Öle besitzen die Fähigkeit, die Aktivität von Pansenmikroorganismen zu hemmen und damit die Verdaulichkeit des Futters zu vermindern. Nach einiger Zeit können die Mikroorganismen sich diesen Substanzen anpassen, so daß es nicht mehr zu einer Verminderung ihrer Aktivität kommt (NAGY ET AL., 1964; OH ET AL., 1967).

Auch in anderen Monaten (März, Aug., Sept., Okt. und Nov.) wurden bei relativ guten dT-Werten hohe Gehalte an XL festgestellt. In diesen Monaten steigt gleichzeitig der Anteil an CC, so daß es sich hier um einen Anstieg des tatsächlichen Fettanteils handelt. Dieser Zusammenhang erklärt, warum der Gehalt an XL mit der Hauptkomponente „Feuchtigkeit“ auch positiv korreliert ist.

Die dritte Hauptkomponente „kurzfristige Feuchtigkeit“ ist als ein für das Wachstum der Pflanzen günstiger kurzer Zeitabschnitt zu betrachten. Ihre negative Beziehung zum Gehalt an Rohfaser (XF) bedeutet, daß günstige Umwelteinflüsse sich rasch in der Qualität des Futters bemerkbar machen.

5 Zusammenfassung

Mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse wurde der Einfluß bestimmter Umweltfaktoren auf den Nährwert des Pflanzenmaterials im Nord-Osten Mexikos ermittelt. Drei Hauptkomponenten „Feuchtigkeit“, „Trockenheit“ und „kurzfristige Feuchtigkeit“, die 91% der klimatischen Variation erklären, wurden ermittelt. „Feuchtigkeit“ ist negativ ($P < 0,05$) mit der ADF-Fraktion und dem Gehalt an Cellulose korreliert. „Trockenheit“ weist eine negative Korrelation ($P < 0,05$) mit der Verdaulichkeit der Trockensubstanz und mit dem Gehalt an Rohasche auf. Der Fettgehalt ist positiv mit „Trockenheit“ korreliert ($P < 0,01$). „Kurzfristige Feuchtigkeit“ weist eine negative Beziehung zum Gehalt an Rohfaser auf ($P < 0,01$).

Summary

The influence of certain environmental factors on the nutritive value of the plant material in North-East Mexico was studied with the help of a main component analysis. Three main components: "moisture", "drought" and "shortterm moisture", which explains 91% of the climatic variation, were studied. "Moisture" is negative ($P < 0,05$) correlated with the ADF fraction and the content of cellulose. "Drought" shows a negative correlation ($P < 0,05$) with the drymatter digestibility and with the content of crude ash. The fat content is positive correlated ($P < 0,01$) with "drought". "Shortterm moisture" is negative correlated ($P < 0,01$) to crude fibre content.

Literaturverzeichnis

1. HARTUNG, J. und B. ELPELT, 1984: Multivariate Statistik, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. R. Oldenbourg Verlag, München
2. MARTINEZ, M.A. und U. TER MEULEN, 1991: Untersuchungen zur Ernährungssituation extensiv gehaltener Ziegen im Nord-Osten Mexikos. Teil 1: Der ernährungsphysiologische Wert des von den Ziegen ausgewählten Pflanzenmaterials. *Der Tropenlandwirt* (in Press)
3. MCDOWELL, L.R., 1985: Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Academic Press Inc. London, GB
4. NAGY, J.G., H.W. STEINHOFF und G.M. WARD, 1964: Effects of essential oils of sagebrush on deer rumen microbial function. *J. Wildl. Manage* 28, 785–790
5. OH, H.K., T. SAKAI, M.B. JONES und W.M. LONGHURST, 1967: Effect of various essential oils isolated from Douglas fir needles upon sheep and deer rumen microbial activity. *Appl. Microbiol.* 15, 777–784
6. VAN SOEST, P.J., 1982: Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books Verlag Corvallis, OR, USA
7. WILSON, J.R., 1982: Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. 24.–28. August 1981, St. Lucia, Australien, Symp. Abstr. 111–131