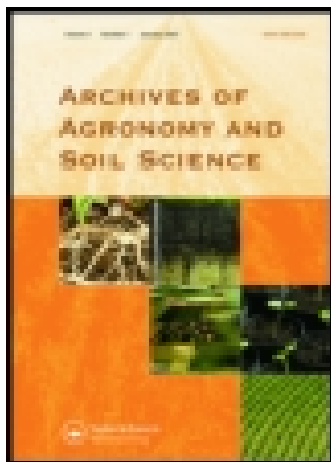


This article was downloaded by: [Eindhoven Technical University]

On: 11 January 2015, At: 15:43

Publisher: Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



Archives of Agronomy and Soil Science

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/gags20>

Die dauerdüngungs- und kalkungsversuche aus nord-west Rumänien

Paul Kurtinecz^a

^a Akademie für Landwirtschaft und Forstwirtschaft Bukarest ,
Forschungsanstalt Livada, Romania

Published online: 08 Sep 2010.

To cite this article: Paul Kurtinecz (2003) Die dauerdüngungs- und kalkungsversuche aus nord-west Rumänien, Archives of Agronomy and Soil Science, 49:5, 503-510, DOI: [10.1080/03650340310001594772](https://doi.org/10.1080/03650340310001594772)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/03650340310001594772>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

DIE DAUERDÜNGUNGS- UND KALKUNGSVERSUCHE AUS NORD-WEST RUMÄNIEN

PAUL KURTINECZ*

Akademie für Landwirtschaft und Forstwirtschaft Bukarest, Forschungsanstalt Livada, Romania

(Eingegangen 23 Mai 2003)

Die Dauerdüngungsversuche in Rumänien wurden von Hera und Borlan in den 60-er Jahren konzipiert. Die Versuche sind relativ einfache 2-faktorielle Versuchsanlagen mit folgenden Prüfgliedkombinationen: 5P × 5N-Stufen; 4NP × 4K-Stufen; 4NP × 4 Stallmist-Stufen. Die Dauerdüngungsversuche werden auf 11 Standorten mit differenzierten Boden- und Klimaverhältnissen durchgeführt.

Auf zwei Standorten wurden außerdem 1961 bzw. 1962 Dauerkalkungsversuche angelegt. Folgende Ergebnisse wurden erzielt: (1) Die Kalkung hatte einen deutlich positiven Effekt auf die Ertragsbildung. (2) Für die Erhaltung optimaler pH-Werte auf diesem Standort sind $0.8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1} \text{ CaCO}_3$ notwendig. (3) Ein klimatischer Einfluss auf die Bodenversauerung konnte nachgewiesen werden. (4) Düngung und Kalkung haben die C_{org} Gehalte im Boden stark modifiziert.

Stichwörter: Dauerversuch; Kalkung; pH; C_{org}

THE LONG-TERM FERTILIZATION AND LIMING EXPERIMENTS OF NORTH-WEST ROMANIA

Long-term fertilization experiments in Romania were started by Hera and Borlan in the 1960s. The experiments have a relatively simple bifactorial experimental design with the following treatments: 5P × 5N rates, 4NP × 4K rates, 4NP × 4 farmyard manure rates. The experiments are placed in 11 sites with representative pedo-climatic conditions.

This paper presents some relevant results obtained in these experiments located on acid soils of the Agricultural Research Station Livada. (1) Liming considerably contributed to the realisation of yield. (2) To maintain the pH-value between optimal range the annual application of $0.8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$ is necessary. (3) Acidification produced by atmospheric factors in the last 40 years was strong. (4) Fertilization and liming have significantly modified the C_{org} content.

Keywords: long-term fertilization experiment; liming; pH; C_{org}

1. EINLEITUNG

Die Dauerdüngungsversuche in Rumänien wurden in den '60-er Jahren von Hera und Borlan (1984) konzipiert. Es sind relativ einfache 2-faktorielle Nährstoffsteiger-

*Corresponding author: Paul Kurtinecz, Akademie für Landwirtschaft und Forstwirtschaft Bukarest, Forschungsanstalt Livada, 3913, Livada, Romania. E-mail: alivada@p5net.ro

ungsversuche mit folgenden Prüfgliedkombinationen: 5P × 5N-Stufen, 4NP × 4K-Stufen und 4NP × 4-Stallung-Stufen. Die Stickstoffdüngung wird fruchtartspezifisch variiert. Die Dauerdüngungsversuche werden auf 11 Standorten mit differenzierten Boden- und Klimaverhältnissen durchgeführt (Tabelle I).

In den Versuchen werden standorttypische Getreide-Hackfrucht-Rotationen angewandt. Die in den Dauerversuchen verabreichten Düngermengen sind auf allen Standorten gleich. Damit ist die Basis für eine permanente Vergleichbarkeit gegeben.

In Livada und Albota werden seit 1961 bzw. 1962 zusätzlich Dauerkalkungsversuche durchgeführt (Tabelle I). Vergleichbar mit anderen internationalen Dauerversuchen ist die Kalkung nach Menge und zeitlicher Abfolge gestaffelt (Kadar und Szemes, 1994; Körschens, 1994). Die experimentelle Prüfung der Kalkung erfolgt in Kombination mit optimaler Mineralstoffversorgung sowie mit Nährstoffmangelkombinationen (Kurtinecz, 2002).

In diesem Beitrag werden die bisher erzielten Ergebnisse der Forschungsanstalt Livada zusammenfassend dargestellt.

TABELLE I Verzeichnis der Dauerdüngungsversuche Rumäniens mit einer Versuchsdauer > 30 Jahre
TABLE I (Compilation of long-term fertilization experiments of Romania with a duration of more than 30 years)

Standort	Versuchstyp	Zahl der Versuche	Anlage-Jahr	Bodentyp	Temperatur °C	Niederschlag mm
Fundulea	5P × 5N	5	1966	Chernosem	10,6	575
	4NP × 4K	3				
	4NP × 4 Stm.	1				
Dobrogea	5P × 5N	3	1971	Chernosem	10,7	400
	4NP × 4K	3				
	4NP × 4 Stm.	3				
Lovrin	5P × 5N	2	1967	Chernosem	10,3	560
	4NP × 4K	2				
	4NP × 4 Stm.	1				
Podu Iloaie	5P × 5N	5	1966	Chernosem	8,7	519
	4NP × 4K	5				
	4NP × 4 Stm.	2				
Secuieni	5P × 5N	3	1967	Chernosem	8,5	548
Suceava	5P × 5N	4	1968	Chernosem	8,7	635
	4NP × 4K	3				
	4NP × 4 Stm.	1				
Turda	5P × 5N	5	1967	Chernosem	8,6	509
	4NP × 4K	1				
	4NP × 4 Stm.	1				
Oradea	5P × 5N	3	1967	Braunerde	9,7	575
	4NP × 4K	3				
	4NP × 4 Stm.	1				
Simnic	5P × 5N	5	1967	Rost-Braunerde	9,5	558
	4NP × 4K	5				
	4NP × 4 Stm.	2				
Albota	5P × 5N	2	1967	Luvisol	9,8	700
	4NP × 4K	2				
	4NP × 4 Stm.	2				
	Dauerkalkungs-versuch	1				
Livada	5P × 5N	2	1967	Luvisol	9,5	737
	4NP × 4K	2				
	4NP × 4 Stm.	2				
	Dauerkalkungs-versuch (9A × 8B)	2	1961			

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Standortbeschreibung

Die landwirtschaftliche Forschungsanstalt Livada befindet sich in Nord-West Rumänien und wird geomorphologisch der Teiss-Ebene zugeordnet. Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist ein Sediment aus Sand, Kies und Lehm. Die Böden des Versuchsstandortes können als ausgewaschene Braunerden und Luvisole mit ungünstigem Wasser- und Lufthaushalt charakterisiert werden.

Geographische Lage:	47 51' nördliche Breite
	23 08' östliche Länge
Höhenlage:	120 m über NN
Mittlerer Jahresniederschlag:	735 mm
Mittlere Jahrestemperatur:	9,3°C
Grundwasserstand:	4–6 m

Chemische Bodeneigenschaften (0–25cm Tiefe)

	Brauerde	Luvisol
C _{org} -Gehalt (%):	0.82	1.08
N-Gehalt (%):	0.16	0.24
pH-Wert (H ₂ O):	5.19	4.80
Phosphorgehalt (mg·kg ⁻¹ P _{AL}):	11.0	14.0
Kaliumgehalt (mg·kg ⁻¹ K _{AL}):	144	64
Kationenaustauschkapazität (meq·kg ⁻¹):	118.6	110.5

Physikalische Eigenschaften

Tongehalt (%):	21.0	19.0
Lagerungsdichte (g·cm ⁻³):	1.14	1.14
Feldkapazität (% G):	27.4	24.6

2.2. Die Versuche

Die Versuche wurden im Herbst 1961 (Dauerkalkungsversuche) und 1967 (Dauerdüngungsversuche) als "split-plot" Anlage angelegt.

Größe der Anlageparzellen:	35–60 m ²
Anzahl der Wiederholungen:	5

Als Düngemittel wurden in den Prüfgliedkombinationen Ammoniumnitrat, Superphosphat, Kaliumchlorid, Stalldung und Kalkstein angewendet.

3. ERGEBNISSE

3.1. Erträge

Gegenwärtig sind die Meinungen über die Auswertungsmethoden langer Zeitreihen aus Dauerdüngungsversuchen umstritten. Die Darstellung der kumulierten Ertragsdiffer-

enzen erwies sich als eine akzeptable Auswertungsmethode für das ausgewählte Datenmaterial. Ertragstrends lassen sich deutlich nachweisen.

Nach 35 Versuchs Jahren zeigten sich signifikante Kalkdüngungseffekte (Abbildung 1). Optimale Kalkdüngergaben gewährleisteten ein deutlich höheres Ertragsniveau.

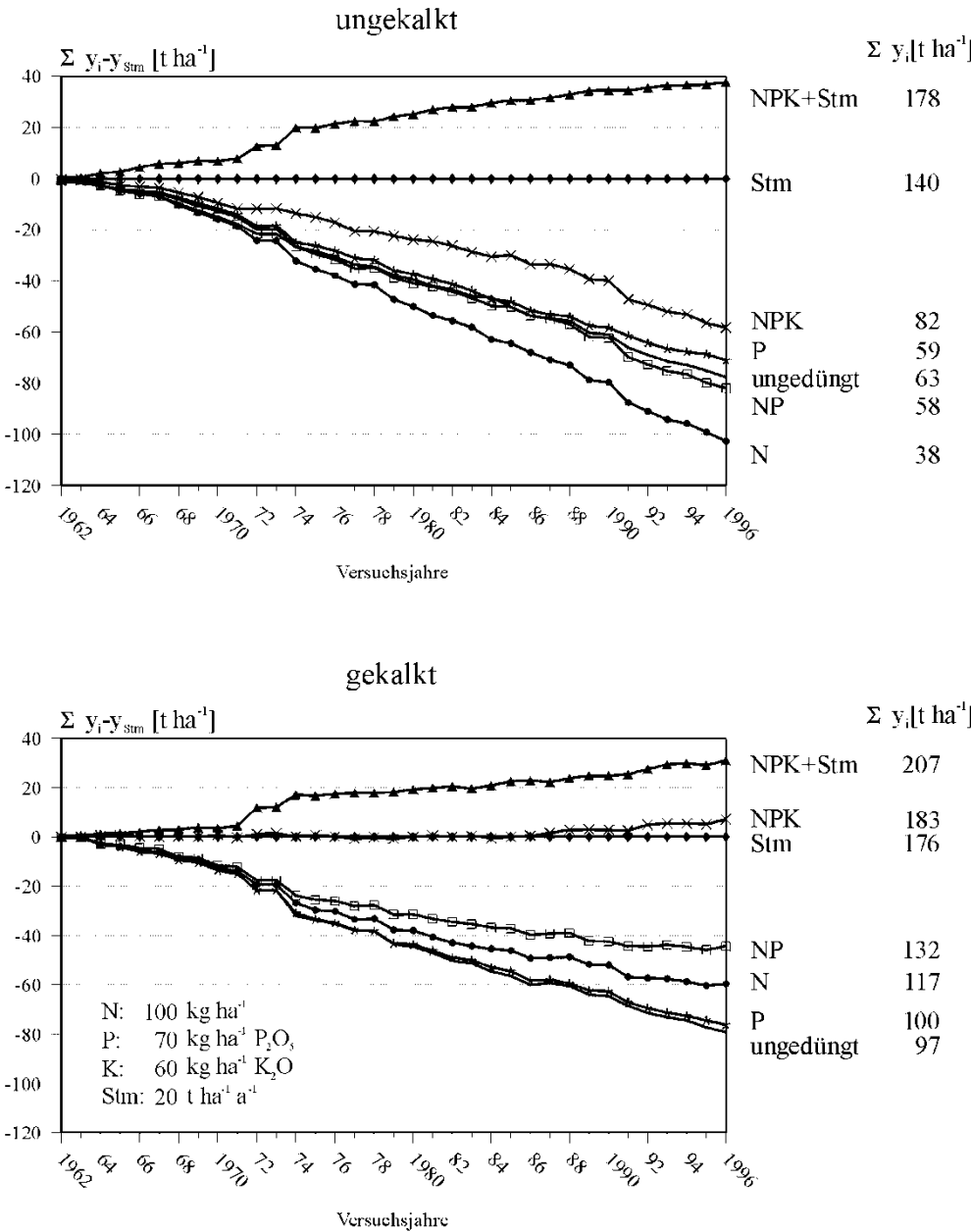


ABBILDUNG 1 Kumulierte Wirkung von Düngung und Kalkung in einer vorwiegend Getreide-Fruchtfolge, Dauerversuch Livada, Luvisol.
FIGURE 1 (Cumulative effect of fertilization and liming in a predominantly cereal cropping system, long-term experiment, Livada, Luvisol).

Während die kumulierten Ertragsdifferenzen der Versuchsvariante mit ausschließlicher Mineraldüngung (NPK) ohne Kalkung gegenüber der Kontrollvariante "Stalldung (FYM)" deutlich abfielen, bewirkte Kalkdüngung einen Ertragsanstieg (Abbildung 1).

3.2. Organische Bodensubstanz

Nach 41 Jahren wird der Einfluss von organischer bzw. mineralischer Düngung auf den C_{org} Gehalt im Boden deutlich (Tabelle II). In allen Kalkdüngungsvarianten wurden bei kombinierter organisch-mineralischer Düngung (Stm + NPK) und bei alleiniger organischer Düngung (Stm) die höchsten C_{org} Gehalte im Oberboden erzielt (Rogasik *et al.*, 2001). Die C_{org} Gehalte waren bei ausschließlicher Mineraldüngung sowie in den Nährstoffmangelparzellen signifikant erniedrigt. Überhöhte Kalkdüngergaben sind zu vermeiden, denn sie beschleunigen den Abbau der organischen Bodensubstanz (vergl. Tabelle II).

3.3. Bodenazidität

Nach Untersuchungen im Kalkdüngungsversuch in Livada besteht zwischen Kalkdüngereinsatz, pH und Basensättigung ein enger korrelativer Zusammenhang (Abbildung 2). Die für den Standort optimale Basensättigung von 75% wird mit einer Kalkmenge von $0,8 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CaCO}_3$ gewährleistet. Gleichzeitig

TABELLE II Einfluss langfristiger Kalkung und Düngung auf den C_{org} Gehalt (%) des Oberbodens (Livada, Rumänien, Luvisol, 2002)

TABLE II (Influence of liming and fertilization on the C_{org} content of the topsoil; Livada, Romania, Luvisol, 2002)

Kalkstein (t·ha ⁻¹)						
1961	0	5	10	5	10	
1966	0	0	0	5	10	
1971	0	0	0	5	10	
1977	0	0	0	5	10	
1986	0	0	0	5	10	
1998	0	5	10	5	10	
∑ ²⁰⁰² ₁₉₆₁	0	10	20	30	60	
	C _{org} -Gehalte (%)				Mittelwerte (Düngung)	
Ungedüngt	1.09	1.06	0.95	0.99	0.92	1.00
N	1.11	1.06	1.02	1.01	0.94	1.03
P	1.05	1.02	0.96	0.93	0.91	0.97
NP	1.07	1.06	1.02	0.99	0.98	1.02
NPK	1.13	1.15	1.14	1.14	1.01	1.12
Stm	1.40	1.41	1.43	1.34	1.32	1.31
Stm + NPK	1.52	1.51	1.50	1.49	1.38	1.48
1.5 × NPK	1.23	1.25	1.14	1.14	1.08	1.17
Mittelwerte (Kalkung)	1.20	1.19	1.15	1.12	1.03	1.14

N = $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
P = $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
K = $60 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$
Stm = $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$.

GD_{5%} A B A × B
 0.13 0.07 0.19

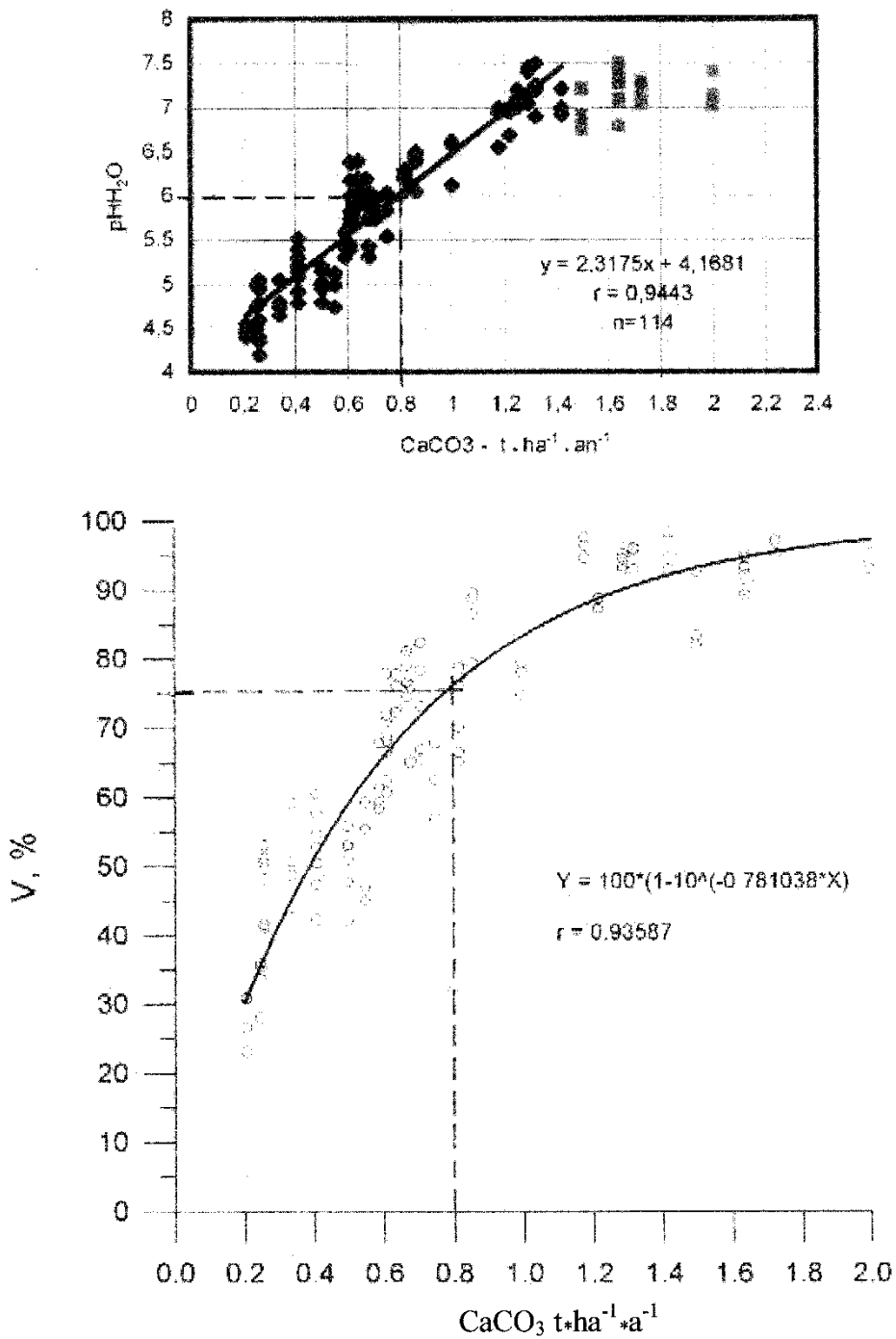


ABBILDUNG 2 Korrelation zwischen Kalkmenge und pH-Wert, bzw. Basensättigungsgrad auf Luvisol im Zeitraum 1965–1999.

FIGURE 2 (Relationship between lime quantity and pH-value, resp. base saturation on Luvisol in the period 1965–1999).

stellt sich der optimale pH-Wert im Bereich von 5,8 bis 6,0 ein (vergl. Abbildung 2).

Als Langzeitwirkung nach 40 Jahren war eine deutliche Versauerung des Oberbodens auf den ungedüngten und ungekalkten Parzellen festzustellen (Tabelle III).

TABELLE III Versauerung des Oberbodens auf unbehandelten Parzellen nach 40 Versuchsjahren (Dauerver-
suche, Albic Luvisol, Livada, Rumänien)

TABLE III (Soil acidification of untreated plots after 40 years in long-term-experiments, Albic Luvisol, Livada)

Year	pH_{KCl}	n	$\pm d$	s^2
1961	4,21	6	—	0,013
2001	3,67	3	— 0,54	0,010

$t_{calc.} = 6,98 > t_{tab.}(7,5\%) = 2,37$
 $DI_{5\%} = 0,18.$

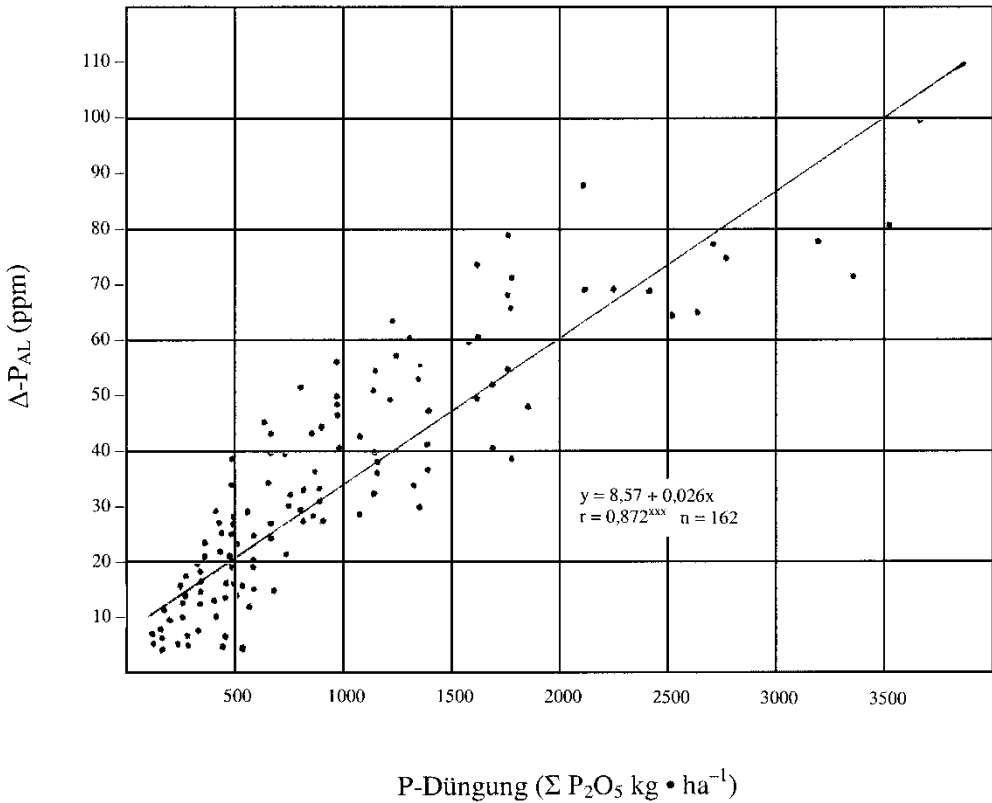


ABBILDUNG 3 Beziehungen zwischen kumulativ verabreichten P-Düngermengen ($\Sigma P_2O_5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) und der Veränderung der P_{AL} -Konzentration im Oberboden ($\Delta-P_{AL}$).
 FIGURE 3 (Relationship between cumulative P-fertilization ($\Sigma P_2O_5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) and changes of P_{AL} ($\Delta-P_{AL}$) concentration in the topsoil).

3.4. Phosphor-Akkumulation

Die über den Versuchszeitraum verabreichten P-Düngermengen korrelierten eng mit den in *Ammonium-Acetat-Laktat* löslichen Phosphorgehalten im Boden (P_{AL}). Auf Grund der großen jährlichen Variabilität der P-Gehalte im Oberboden wurden die kumulierten P-Düngermengen mit den Differenzbeträgen der P-Gehalte (ΔP_{AL}) zur Kontrollvariante verrechnet (Abbildung 3). Auf diese Weise konnte eine gesicherte funktionelle Abhängigkeit nachgewiesen werden. Aus dem linearen Regressionsmodell kann die Veränderung der P-Konzentration im Boden durch P-Düngung abgeschätzt werden. Mit einer P-Düngung in Höhe von 100 kg P_2O_5 werden im Boden 2,5 ppm P_{AL} akkumuliert.

SCHLUSSFOLGERUNG

Als Transformator und Speicher für Pflanzennährstoffe kommt dem Boden große Bedeutung zu. Mit dem Einstellen und Erhalten von optimalen Gehalten für Nährstoffe und Bodenreaktion werden wichtige Forderungen der Bodenfruchtbarkeit erfüllt und wesentliche Voraussetzungen für hohe Erträge geschaffen.

Die Langzeiteffekte von Dauerdüngungs- und Kalkungsversuchen bestätigen die Notwendigkeit eine nachhaltigen, ressourcenschonenden Landwirtschaft.

Literatur

- Borlan, Z. und Hera, C. (1984) Optimizarea agrochimica a sistemului sol-planta. *Ed. Acad., Bucuresti*, 39–45, 58–63, 89–94.
- Kadar, I. und Szemes, I.A. (1994) Nyírlugosi tartamkiserlet 30 éve. *Magyar Tud. Akad., Budapest*, 73–75, 174–175.
- Körschens, M. (1994) Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstadt nach 90 Jahren. B.G. Teubner Verlagsges., Stuttgart Leipzig, 180 S.
- Kurtinecz, P. (2002) Changes in soil acidity in liming long-term experiments of Livada. In: *Long-term Experiments, Sustainable Agriculture, Rural Development*; Debrecen, 101–105.
- Rogasik, J., Schroetter, S., Schnug, E. und Kundler, P. (2001) Langzeiteffekte ackerbaulicher Massnahmen auf die Bodenfruchtbarkeit. *Arch. Acker-Pfl. Boden*, **47**, 7–17.