

## **Einfluß der Mineralstoffversorgung auf die Prädisposition von *Phaseolus vulgaris* gegen *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Br. et Cav.**

### **I. Wirkung verschiedener Nährstoffe und des Blattalters auf die Symptomausprägung**

H. G. Drobny\*, G. M. Hoffmann\*\*, A. Amberger\*\*\*

\* Du Pont de Nemours GmbH, 6120 Erbach

\*\* Lehrstuhl für Phytopathologie T. U. München-Weihenstephan, 8050 Freising

\*\*\* Lehrstuhl für Pflanzenernährung T. U. München-Weihenstephan, 8050 Freising

Eingegangen: 10.10.1983

Angenommen: 11.11.1983

#### **Zusammenfassung – Summary**

In Hydrokulturen mit variierten Nährstofflösungen wurde der Einfluß der Mineralstoffernährung auf die Prädisposition von *Phaseolus vulgaris* (Sorte ‚Titan‘) gegen den Erreger der Brennfleckenkrankheit (*Colletotrichum lindemuthianum*) Rasse K untersucht mit folgendem Ergebnis:

1. Die N-Konzentration hatte von 2–12 mMol N/l kaum Einfluß auf die Stärke des Befalls, eine Erhöhung bis 52 mMol/l führte zu einem deutlichen Befallsanstieg. Konzentrationen von 5–10 mMol K zeigten wenig Effekt, mit der Erhöhung bis 50 mMol wurde die Prädisposition stark erhöht.
2. Calcium hatte einen deutlichen Einfluß auf die Symptomausprägung. Bei Verringerung der Ca-Konzentration von 1.25–0.25 mMol Ca/l erfolgte ein Befallsanstieg, bei Erhöhung bis 10.25 mMol eine Befallsreduktion, letzteres allerdings nur bei hohem Befallsniveau infolge hoher N- bzw. K-Konzentrationen.
3. Die Wirkung des Angebotes an Mg, P und Fe blieb von geringer Bedeutung.
4. Bohnenblätter erreichen bei normaler N- und K-Versorgung eine Altersresistenz gegen *C. lindemuthianum*; sie wird durch hohe N- und K-Konzentrationen verhindert.
5. Die Prädispositionsänderungen durch die N- und K-Konzentration in Nährlösungen wurde bei 3 weiteren Sorten (‚Comtessa‘, ‚Perry Marrow‘, ‚Pizzaro‘) bestätigt. Die Sorte ‚Wavero‘ erreichte bei sehr hoher Anfälligkeit keinen weiteren Befallsanstieg.
6. Die monogen-bedingte Resistenz inkompatibler Kombinationen (‚Titan‘/λ und ‚Titan‘/δ) behielt bei N- oder K-Überschuß ihre volle Wirkung.

#### **Influence of mineral nutrition on the predisposition of *Phaseolus vulgaris* against *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Br. et Cav. I. Effects of different mineral nutrients and leaf-age on the disease severity**

1. The N-concentration between 2–12 mMol N/l did hardly influence the disease, higher concentrations up to 52 mMol/l led to a severe disease increase. Potassium at concentrations of 5–10 mMol/l showed little effect on disease, higher concentrations up to 50 mMol also strongly increased the predisposition.
2. Calcium had a remarkable influence on symptom expression. Lower concentrations (1.15–0.25 mMol/l) increased the symptoms, higher concentrations up to 4.25 mMol/l reduced the disease, but only at a high disease level resulting from high N- or K-concentration.

0044-3263/84/0204-0242 \$ 2.50/0

© Verlag Chemie GmbH, D-6940 Weinheim, 1984

3. The influences of Mg, P and Fe were of minor importance.
  4. Usually, bean-leaves show resistance against *C. lindemuthianum* when the leaves are old. This is prevented by high N- and K-concentrations.
  5. The change of predisposition related to the N- and K-concentration in the nutrient solution was confirmed with 3 additional bean varieties ('Comtessa', 'Perry Marrow', 'Pizzaro'). No further increase of disease severity could be achieved with variety 'Wavero' which was generally very sensitive.
  6. The monogenic resistance of incompatible combinations ('Titan'/ $\delta$  and 'Titan'/ $\lambda$ ) could not be changed with high N- or K-concentrations.
- 

## Einleitung

Nach umfangreichen Literaturstudien über die Beziehungen zwischen Mineralstoffernährung und Widerstandsfähigkeit der Kulturpflanze gegen Krankheitserreger kommen *Fuchs* und *Grossmann* (1972) zu der Auffassung, daß bisher bei monogen bedingten, spezifischen Resistenzreaktionen (rassenspezifische Resistenz) keine klaren Auswirkungen vorliegen, hingegen bei kompatiblen (anfälligen) Wirt-Parasitkombinationen Prädispositionsänderungen in vielen Fällen belegt sind. Allerdings stehe man bei diesem Problem kausalanalytisch noch in den Anfängen. Neuere Arbeiten bestätigen an verschiedenen Wirt-Parasitsystemen, daß hohe N-Gaben die Prädisposition erhöhen, N-Mangel diese vermindern (*Treggi*, 1965, *Muse*, 1974, *Purkayastha*, *Ray*, 1977, *Robinson*, *Hodges*, 1979). Detaillierte Untersuchungen an dem Wirt-Parasitpaar Reis/*Helminthosporium oryzae* zeigten jedoch, daß auch N-Mangel befallsfördernd wirkt (*Dasgupta*, *Chattopadhyay*, 1977) und daß bei einzelnen Sorten/Rassen-Kombinationen der Effekt gegenteilig ausgeprägt ist (*Purkayastha*, *Mukkopadhyay*, 1976). Die Form, in der Stickstoff der Pflanze zugeführt wird, kann große Bedeutung haben (*Robinson*, *Hodges*, 1977, *Griffiths*, *Amin*, 1978). Die vielfach belegte befallsmindernde Wirkung des Kalium wird auch in neueren Arbeiten bestätigt (*Bussler*, 1979, *Chaboussou*, 1972, *Heimann*, 1974, *Chinnadurai*, 1971, *Muse*, 1974, *Siebold*, 1974, *El Gindy* et al. 1974, *Balasundaram* et al. 1976); sie kann jedoch je nach N-Konzentration differieren (*Thayer*, *Williams*, 1960). Besonders interessant für die eigenen Arbeiten sind die Ergebnisse von *Treggi* (1965), wonach bei Bohnen K-Mangel und K-Überschuß einen Befallsanstieg durch *Colletotrichum lindemuthianum* bewirken, während sich Phosphat indifferent verhielt. In mehreren Fällen zeigt Calcium eine Minderung der Prädisposition (*Kraus*, 1970, *Purkayastha*, *Ray*, 1977, *Kudela*, *Pirkl*, 1978), eine Verstärkung kann bei Echtem Mehltau an Gerste vorliegen (*Hirata*, 1971). Die wenigen Untersuchungen über eine Magnesiumwirkung auf die Prädisposition erbrachten widersprüchliche Ergebnisse (*Kiss*, *Poszar*, 1977). Sulfatüberschuß kann den Befall steigern (*Borys*, 1964), ein Mangel kann sich bei Cruciferen gegen *Plasmodiophora brassicae* negativ auswirken (*Pryor*, 1940). Die Interpretation der Literaturangaben ist meist wegen des Fehlens von Detailanalysen schwierig, da sowohl die Gesamtkonzentration an Nährstoffen als auch die einzelnen Elemente in verschiedenen Relationen zueinander abweichenden Einfluß auf den Stoffwechsel der Pflanze nehmen. Ferner treten pH-Wertänderungen in den Nährlösun-

gen ein, einzelne Nährstoffe wie z. B.  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  unterliegen einem stärkeren Antagonismus durch andere Kationen.

Die eigenen Untersuchungen an der Wirt-Parasitkombination *Phaseolus vulgaris* – *Colletotrichum lindemuthianum* waren zunächst darauf ausgerichtet, Veränderungen der Prädisposition durch Variation der Mineralstoffernährung an Hand der Symptomausprägung quantitativ zu erfassen. Die Ergebnisse sollten Grundlagen für spätere quantitative Analysen wichtiger Inhaltsstoffe darstellen, um gegebenenfalls Einblick in die kausalen Zusammenhänge zu erhalten.

### Material und Methoden

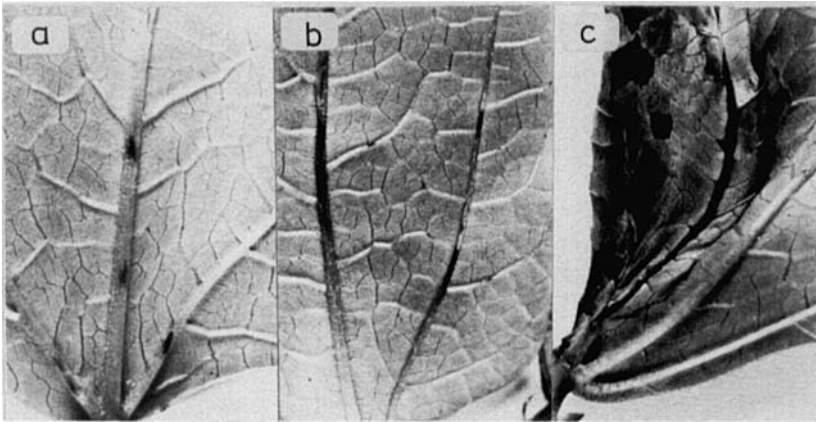
Nach Vorversuchen mit verschiedenen Sorten/Rassen-Kombinationen wurden die mittelanfällige Bohnensorte ‚Titan‘ und die Rasse K von *C. lindemuthianum* gewählt. Vorkeimung in Vermiculite, anschließend Hydrokultur mit je 4 Pflanzen/4l-Kunststoff-Gefäß, Kunstlicht (Cool White and Fluora 2:1, ca. 8 000 bis 10 000 Lux), 14/10 h Tag/Nacht,  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , ca. 40 % rel. Luftfeuchtigkeit. Standard-Nährlösung nach Crone-Merkenschlager (Schropp, 1951), modifiziert nach Gutser (mündl. Mitt.) (Tab. 1): erste Woche nur halb konzentriert, wöchentlich gewechselt, pH-Bestimmung in frischer Nährlösung (NL) und nach 7-tägiger Kultur; Salze in p. A. Qualität, Wasser deionisiert; pH 5.35, Gesamtkonzentration 1.46 %.

Anzucht des Erregermaterials erfolgte auf Glukose-Pepton-Agar (2,8 g Glucose, 1,23 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 2,72 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 2 g Pepton, 20 g Agar, 1 000 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ), die Inokulation durch Aufsprühen von Konidien suspensionen ( $10^5$  Konidien/ml) normalerweise nach Ausbildung des 3. Blattes (Pflanzenalter ca. 20 Tage); die Pflanzen wurden danach 24 h bei 100 % rel. Luftfeuchte gehalten. Erste

**Tabelle 1:** Zusammensetzung der Grundnährlösung

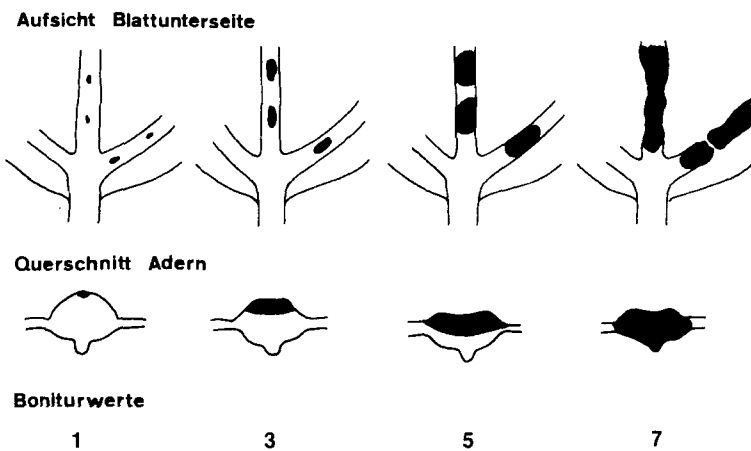
**Table 1:** Composition of the basic nutrient solution.

Salz	mMol/l	g/l
$\text{KNO}_3$	10	1.01
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1	0.236
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1	0.246
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.25	0.063
Fe-EDTA („Fetrilon“)	0.09	0.1
	$\mu\text{Mol/l}$	mg/l
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	29.6	5
$\text{H}_3\text{BO}_3$	9.7	0.6
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.87	0.25
$(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.08	0.1
$\text{CuSO}_4$	0.62	0.1
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.42	0.1



**Abbildung 1:** Befall der Blattadern von Phaseolus-Bohne durch *C. lindemuthianum*; a–c zunehmende Symptomausbildung.

**Figure 1:** Symptoms on leaf-veins of Phaseolus-bean caused by *C. lindemuthianum*; a–c increasing degrees.



**Abbildung 2:** Befallssymptom-Abstufungen und Bonitur (schematisch).

**Figure 2:** Symptom-degrees and evaluation (schematic).

Symptome ließen sich nach 4 Tagen beobachten. Die Bonitierung wurde 10 Tage nach Inokulation vorgenommen (Abb. 1, a–c). Eine schematische Darstellung der Symptomabstufungen wird in Abb. 2 gegeben, Zwischenstufen wurden entsprechend eingefügt. Die Schwankungen innerhalb der Varianten lagen bei  $\pm 0.5$  Boniturstufen.

## Ergebnisse

### 1. Einfluß der Nährelemente N, K, Mg, Ca, P und Fe auf die Symptomausprägung

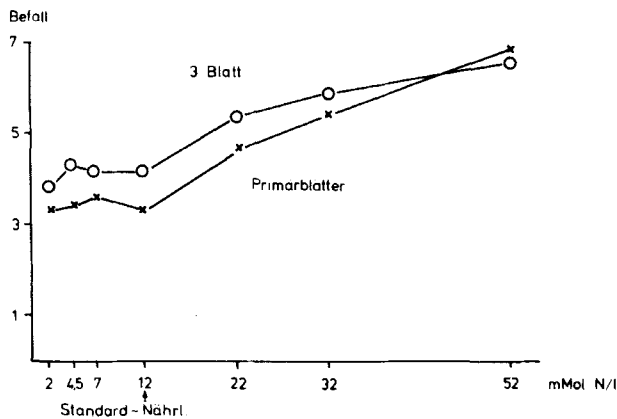
#### Stickstoff

Nach Kultivierung der Bohnen im Bereich von 2-52 mMol N/l (Tab. 2) zeigte sich eine mittlere Symptomausprägung bei 2-12 mMol N/l. Ein deutlicher Anstieg bis zur völligen Zerstörung der Blätter war ab 22 mMol N und darüber zu beobachten (Abb. 3). Bei 52 mMol zeigten die Pflanzen ernährungsbedingte Veränderungen (gestaucht, große nekrotische, durchscheinende Blattflecke, jüngste Blätter eingerollt).

**Tabelle 2:** N-Stufen (Nährlösung), Standard-Nährlösung ohne KNO<sub>3</sub>, Zusatz der angegebenen Salze (mMol/l NL)

**Table 2:** N-concentrations (nutrient solution); standard nutrient solution without KNO<sub>3</sub>, addition of listed salts (mMol/l nutr.sol.).

Salz	mMol N/l							
	2	4.5	7	12	22	32	52	
KNO <sub>3</sub>	—	2.5	5	10	10	10	10	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	—	—	—	—	5	10	20	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5	3.75	2.5	—	—	—	—	
N/K (Mol/Mol)	0.2	0.45	0.7	1.2	2.2	3.2	5.2	



**Abbildung 3:** Befallsentwicklung bei Phaseolus-Bohne durch *C.lindemuthianum* in Abhängigkeit von der N-Ernährung.

**Figure 3:** Disease-rating on Phaseolus-bean caused by *C.lindemuthianum* dependent on N-nutrition.

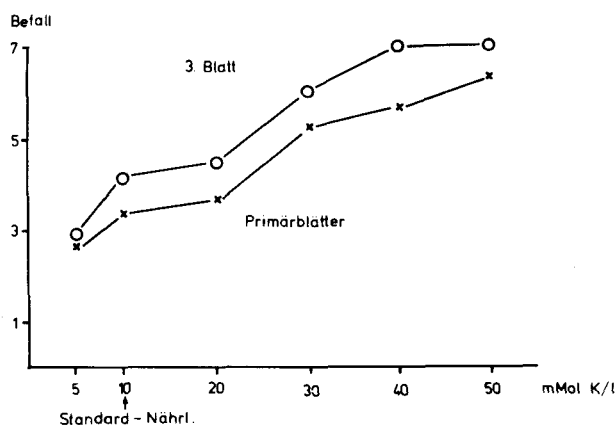
#### Kalium

Bei Kaliumkonzentrationen im Bereich von 5-50 mMol K/l (Tab. 3) zeigte sich ein Anstieg der Symptomstärke mit zunehmender K-Konzentration bis zur völligen Zerstörung der Blätter, am deutlichsten zwischen 20 und 30 mMol K (Abb. 4); ab 40 mMol K/l entwickelten sich transparente Nekrosen an den Blattspitzen.

**Tabelle 3:** K-Stufen (Nährstofflösungen), Standard-Nährlösung ohne  $\text{KNO}_3$ , Zusatz der angegebenen Salze (mMol/l NL)

**Table 3:** K-concentrations (nutrient solution); standard nutrient solution without  $\text{KNO}_3$ , addition of listed salts (mMol/l nutr.sol.).

Salz	mMol K/l (N=12)	Standard				
		5	10	20	30	40
$\text{KNO}_3$	5	10	10	10	10	10
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	2.5	—	—	—	—	—
$\text{K}_2\text{SO}_4$	—	—	5	10	15	20
N/K (Mol/Mol)	2.4	1.2	0.6	0.4	0.3	0.24



**Abbildung 4:** Befallsentwicklung bei Phaseolus-Bohne durch *C.lindemuthianum* in Abhängigkeit von der K-Ernährung.

**Figure 4:** Disease-rating on Phaseolus-bean caused by *C.lindemuthianum* dependent on K-nutrition.

Die Wirkung der übrigen Nährstoffe wurde aufgrund der vorstehenden Befunde auf Basis der Standardnährlösung (mittl. Befall) sowie bei erhöhter N-Konzentration (32 mMol N/l) und K-Konzentration (30 mMol K/l) untersucht. Letztere ergaben eine stark erhöhte Anfälligkeit, ohne daß ernährungsbedingte Veränderungen an den Pflanzen zu beobachten waren.

### Magnesium

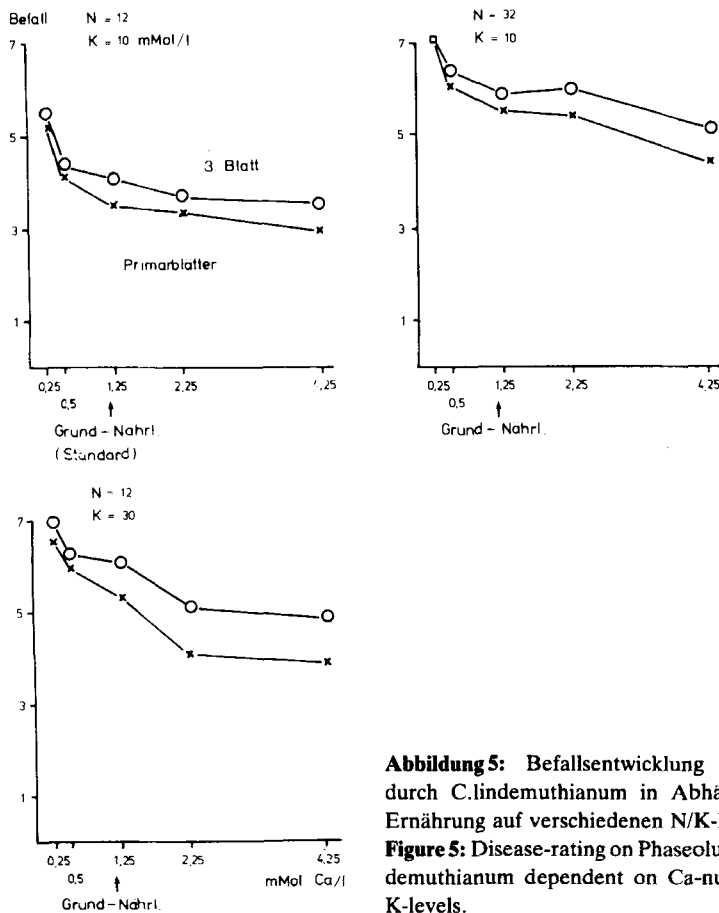
Der Einfluß des Magnesium auf die Prädisposition wurde bei Konzentrationen von 0, 0.5, 1, 2 und 5 mMol Mg/l durch Zusatz von  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  untersucht; das Sulfat in den niedrigen Konzentrationen wurde durch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  auf 1 mMol  $\text{SO}_4$  ergänzt. In den Varianten ohne Mg stellten sich Mg-Mangelscheinungen in Form von Interkostalchlorosen ein, verstärkt durch N- oder K-Überschuß.

Die Infektionsversuche ließen erkennen, daß auf dem Niveau der Standardnährlösung kein Einfluß des Mg-Angebotes auf die Prädisposition vorliegt. Im Zusammenhang mit N-

oder K-Überschuß wurde die Befallsschwere durch verringerte Mg-Gehalte der Lösung nur zusätzlich leicht erhöht.

### Calcium

Die Calcium-Konzentration der Nährlösungen wurde über die Menge an  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  eingestellt auf 0,25, 0,5, 1,25 (Standard), 2,25 und 4,25 mMol Ca/l. Die dadurch gleichfalls erhöhte Nitratkonzentration hatte, wie später zu besprechende Versuche ergaben, in diesem Bereich keinen Einfluß auf die Prädisposition. Die Wirkung des Calcium war sehr deutlich (Abb. 5). Bei ausgeglichenem N/K-Angebot der Standard-NL wurde der Befall durch Verringerung der Ca-Konzentration stark erhöht. die gleiche Erscheinung trat ein auf dem allgemein höheren Befallsniveau der N- und K-Überschuß-Nährlösung; bei höheren Ca-Konzentrationen war die Symptomausprägung deutlich abgeschwächt.



**Abbildung 5:** Befallsentwicklung bei Phaseolus-Bohne durch *C. lindemuthianum* in Abhängigkeit von der Ca-Ernährung auf verschiedenen N/K-Niveaus.

**Figure 5:** Disease-rating on Phaseolus-bean caused by *C. lindemuthianum* dependent on Ca-nutrition at different N/K-levels.

### Phosphor, Eisen

Die Phosphatkonzentration in den Nährstofflösungen wurde über die Menge an Ca ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ )<sub>2</sub> im Bereich 0, 0,25, 0,5, 1,0 und 2,5 mMol P/l variiert. Ca und N wurden durch  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  und  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  annähernd konstant gehalten. Die Pflanzen zeigten in Nährlösungen ohne P typische P-Mangelsymptome. Das unterschiedliche P-Angebot hatte keine Wirkung auf die Prädisposition, die Befallshöhen bei höheren N und K Stufen entsprachen den vorangegangenen Versuchen.

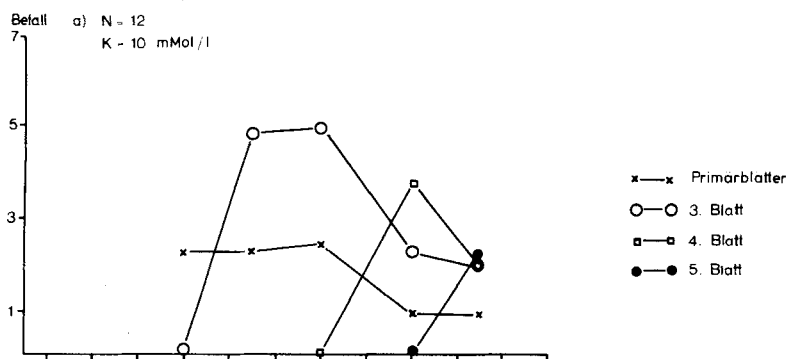
Die Eisenkonzentration wurde über die Variation der Fe-EDTA Menge auf 19, 45, 90, 180 und 360  $\mu\text{Mol Fe/l}$  eingestellt. Nur bei hohem Befall durch N- und K-Überschuß waren einige Effekte an den Primärblättern zu beobachten: Symptomabschwächung bei verringerter Fe-Konzentration und -Verstärkung bei höchster Fe-Konzentration, letztere aber nur im Zusammenhang mit K-Überschuß. Auf eine Darstellung der Ergebnisse wurde daher verzichtet.

### 2 Einfluß des Blattalters und der Ernährung auf die Symptomausprägung

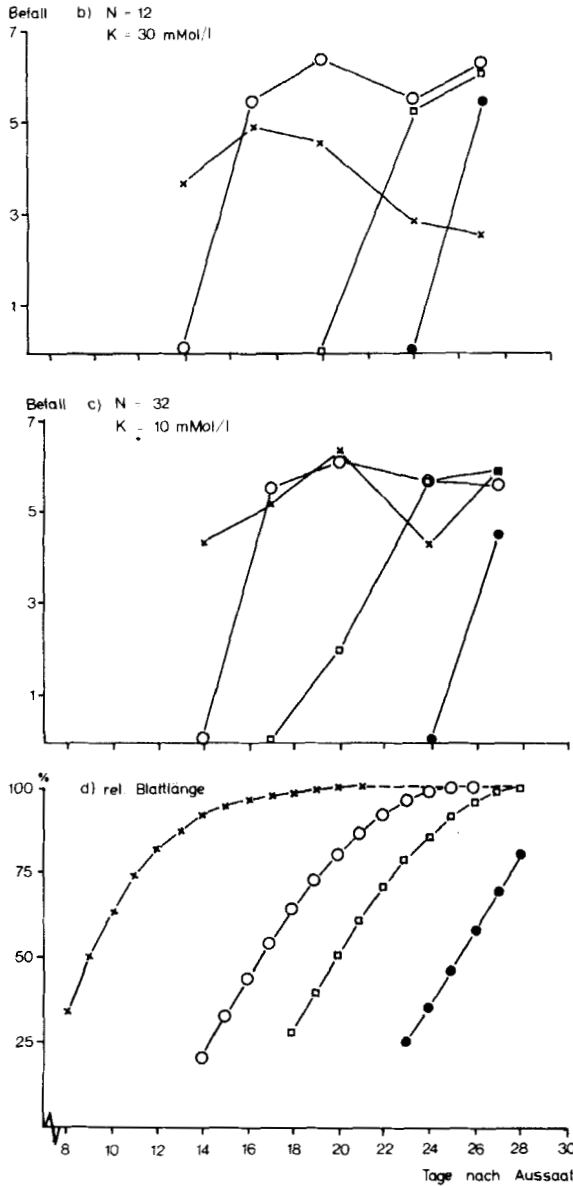
Bei verschiedenen, vorausgegangenen Infektionsversuchen ergaben sich Anzeichen für eine Altersresistenz der Bohnenblätter gegenüber *C. lindemuthianum*. Diese Beobachtungen sollten überprüft werden unter Berücksichtigung der Ernährung.

Gestaffelt ausgesäte Bohnenpflanzen wurden in fünf verschiedenen N/K-Konzentrationen kultiviert: N/K = 12/10 (Standardnährlösung), 2/10, 32/10, 12/5, 12/30 mMol/l (vergl. Tab. 2 und 3). Bei der gleichzeitig vorgenommenen Inokulation hatten die Pflanzen ein Alter von 27, 24, 20, 17 und 14 Tagen nach der Aussaat. Als Maß für das Blattalter diente die Blattlänge in % der maximalen Länge, gemessen an der Hauptblattader. Durch Bezug der relativen Längen der Hauptblattadern auf die Tage nach der Aussaat ergeben sich typische Wachstumskurven (Abb. 6 d), die durch die Veränderung der Mineralstoffgaben nur gering beeinflußt werden. Die darüber eingetragenen Boniturergebnisse (Abb. 6 a, b, c) beziehen sich auf die Anfälligkeit (gemessen am Infektionserfolg nach 10 Tagen) zum gegebenen Zeitpunkt.

Die Bonitierungen zeigen wesentliche Anfälligkeitsunterschiede in Abhängigkeit vom Blattalter und dem Nährstoffangebot. In der Standardlösung sowie bei verringerter N- und







**Abbildung 6:** Anfälligkeit einzelner Blätter von Phaseolus-Bohne gegen *C.lindemuthianum* in Abhängigkeit vom Blattalter bei variiertem N/K-Angebot (a,b,c); Blattwachstumskurven (d).

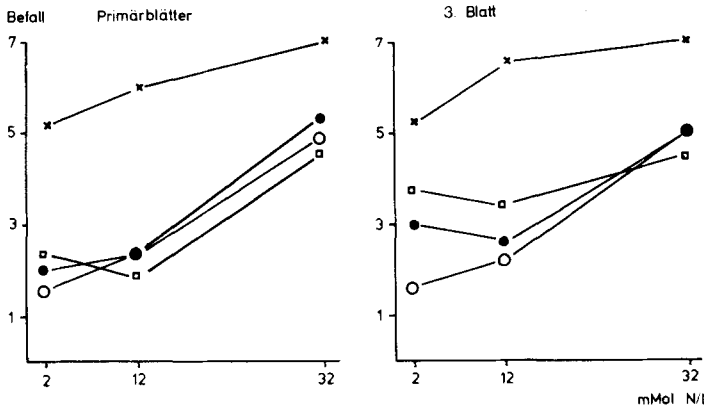
**Figure 6:** Susceptibility of leaves of Phaseolus bean dependent on leaf-age and different N/K-supply (a,b,c); growth rate of leaves (d).

K-Konzentration (Abb. 6 a, repräsentativ für diese 3 N/K-Konzentrationen) zeigten die Primärblätter über den Zeitraum der Testungen relativ geringe Anfälligkeit, die nach Erreichen der maximalen Blattlänge weiter abnahm. Die folgenden Blätter erkrankten stärker. Vor ihrer Entfaltung (< 20 % der max. Länge) waren die Inokulationen unter

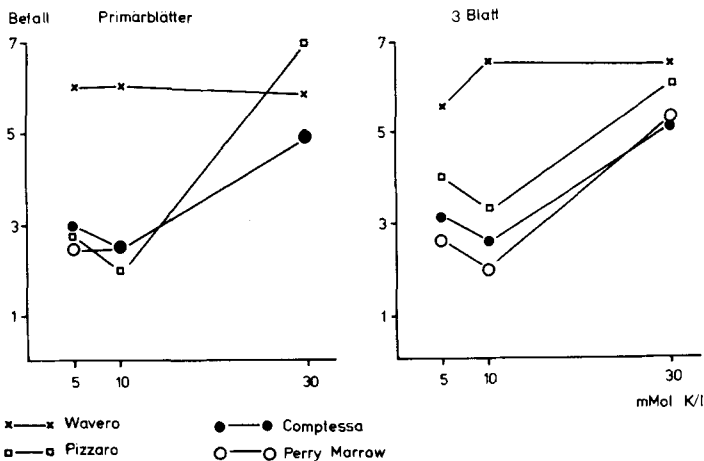
den gegebenen Bedingungen ohne Erfolg. Innerhalb weniger Tage darauf erreichte die Anfälligkeit ihre Höchstwerte und fiel kurzfristig wieder ab. Nach dem Erreichen der maximalen Länge ließ sich damit eine Altersresistenz quantitativ nachweisen.

Mit der Änderung des Nährstoffangebotes durch üppige K- oder N-Versorgung trat eine deutliche Verschiebung der Reaktion ein (Abb. 6 b, c). Die höhere Anfälligkeit stellte sich rascher ein, nahm jedoch mit zunehmendem Blattalter nicht wieder ab (Ausnahme Primärblätter bei N/K = 12/30). Höhere N- oder K-Konzentrationen in der Nährlösung

a) N-Ernährung (K = 10 mMol/l)



b) K-Ernährung (N = 12 mMol/l)



**Abbildung 7:** Einfluß der N- und K-Ernährung auf den Befall bei verschiedenen Bohnensorten durch *C.lindemuthianum* (Rasse K).

**Figure 7:** Influence of N- and K-nutrition on disease rate of different bean cultivars caused by *C.lindemuthianum* (race K).

führten nicht nur zu höherer Prädisposition, der Wirt ist auch nicht mehr in der Lage, eine sonst vorhandene Altersresistenz auszubilden.

### 3 Prädispositionsänderungen durch das N- und K-Angebot bei Sorten mit unterschiedlichen Resistenzeigenschaften

Das Sortenverhalten kann gegenüber den Rassen von *C.lindemuthianum* qualitativ und quantitativ unterschiedlich sein. Inwieweit die an ‚Titan‘ festgestellten Prädispositionsänderungen auch bei anderen Sorten eintreten, wurde an ‚Wavero‘, ‚Pizzaro‘, ‚Comtessa‘ und ‚Perry Marrow‘ gegen Rasse K bei verschiedenen N- und K-Konzentrationen überprüft.

Die Ergebnisse über die Prädisposition der Primärblätter und des 3. Blattes zeigten bei ‚Pizzaro‘, ‚Comtessa‘ und ‚Perry Marrow‘ weitgehende Übereinstimmung mit den Reaktionen von Titan (Abb. 7). Die Sorte ‚Wavero‘ besitzt eine so hohe Anfälligkeit auf allen Ernährungsstufen, daß sich Reaktionsänderungen kaum abzeichnen. In einem zusätzlichen Experiment wurde auch mit inkompatiblen Systemen (‚Titan‘/λ, ‚Titan‘/δ) gearbeitet. Dabei konnte eine Änderung der Reaktionslage in Form eines Resistenzverlustes durch N- oder K-Überschuß nicht erzielt werden.

### Diskussion

Ernährungsbedingte Prädispositionsänderungen sind vielfach beschrieben worden, jedoch kausal noch wenig erforscht. Die Ableitung der Ergebnisinterpretationen von allgemeinen Stoffwechselverschiebungen, wie z. B. der Tatsache, daß eine hohe N-Versorgung zu mehr löslichen N-Verbindungen und ein geringes K-Angebot zu einem höheren Gehalt an löslichen Kohlehydraten in der Pflanze führt (Klein, 1956, Krauss, 1969, Fuchs und Grossmann, 1972, Bussler, 1979) und damit die Anfälligkeit erhöht, ist wenig befriedigend. Selbst bei obligaten Pathogenen sind die Beziehungen zwischen dem Gehalt an Inhaltsstoffen der Pflanze und ihrer Eignung als Wirt von komplexerer Art als allgemein angenommen. Zudem sind die Verhältnisse bei verschiedenen Wirt-Parasit-Systemen sicherlich aufgrund der unterschiedlichen Art der Parasitierung und von Abwehrmechanismen nicht übereinstimmend. Generelle Aussagen bleiben daher zunächst versagt.

Bei *Phaseolus vulgaris*/*C.lindemuthianum* war die Erhöhung der Prädisposition mit steigender N-Konzentration in der Nährlösung nach den bisherigen Erkenntnissen (Krauss, 1969, Bussler, 1979) zu erwarten, jedoch nicht mit zunehmendem K-Angebot. Die gesteigerte Anfälligkeit zeigte sich nicht in der Erhöhung der Infektionsrate (Zahl der Läsionen), sondern in der vermehrten Ausdehnung des nekrotischen Gewebes und damit des Pilzes am Infektionsort. Bei hoher Prädisposition brachen die Pflanzen durch das starke Ausmaß der fortschreitenden Gewebeerstörung zusammen, während sie bei den geringen Befallswerten (1–3) kaum eine Beeinträchtigung des Wachstums erfuhren. Wenn auch die Ergebnisse nicht unmittelbar in die Praxis übertragen werden können, so liegen die starken Anfälligkeitsänderungen doch in einem Bereich der Mineralstoffversorgung, der unter praktischen Anbaubedingungen gegeben sein kann. Keineswegs ist die erhöhte

Symptomausprägung an ernährungsbedingte Entwicklungsschäden (Mangel- oder Überschußreaktionen) gebunden.

Die Erhöhung der Anfälligkeit des Pflanzengewebes durch Kaliumsteigerung stellt ein überraschendes Phänomen dar, welches nur durch weitere gezielte Versuche aufgeklärt werden kann, worüber an anderer Stelle berichtet wird.

Die Untersuchungen lassen noch keine Aussage darüber zu, inwieweit Begleitonen der variierten Nährsalze oder die N-Form (Nitrat, Ammonium) die Prädisposition beeinflussen. Hinweise auf derartige Beziehungen liegen an anderen Wirt-Parasit-Systemen vor (Robinson u. Hodges, 1977; Griffiths u. Amin, 1978).

Die Wirkung der Nährelemente Ca, Mg, Fe und P auf die Prädisposition hängt von der Konzentration anderer Ionen, speziell  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{K}^+$ , ab. Hohe Ca-Gaben z. B. wirkten nur bei hohen N- und K-Konzentrationen befalls mindernd. Nur wenige Untersuchungen erfassen bisher diesen Aspekt, obwohl bereits Theyer und Williams (1960) auf derartige Abhängigkeiten aufmerksam machten. Wahrscheinlich lassen sich unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge viele widersprüchliche Ergebnisse bezüglich der Wirkung der Ernährung auf die Prädisposition erklären. Weitere Untersuchungen widmen sich dieser bedeutsamen Frage, insbesondere auch dem Einfluß der Ernährung auf Inhaltsstoffe.

## Literatur

- Balasundaram, C. S.; Shanmugam, M.; Krishnamoorthy, K. K.; Purushothaman, D., 1976: Einfluß der Ernährung mit K auf das Auftreten der „Tikka“-Blattfleckenkrankheit der Erdnuß (*Arachis hypogaea* L.). Kali-Briefe, Bern, Fachgeb. 23, 47. Folge, Nr. 1.
- Borys, M. W., 1964: Influence of calcium, magnesium, chloride and sulphate nutrition on the resistance of potato leaves to *Phytophthora infestans* de Bary. Acta microbiol. Polon. 13, 221–226.
- Bussler, W., 1979: Mangelerscheinungen an höheren Pflanzen. II. Mangel an Hauptnährstoffen. Z. Pfl.krankheiten u. Pflschut, 86, 43–62.
- Chaboussou, F., 1972: Le rôle du potassium et de l'équilibre cationique dans la résistance de la plante. Kali-Briefe, Bern, Fachgebiet 23, 39. Folge.
- Chinnadurai, G., 1971: Der Einfluß von Düngemitteln auf das Auftreten der „Zuckertaukrankheit“ (Sugary disease) bei Sorghum-Hirse. Kali-Briefe, Bern, Fachgeb. 23, 38. Folge.
- Dasgupta, M. K.; Chattopadhyay, S. B., 1977: Effect of different doses of N and P on the susceptibility of rice to brown spot caused by *Helminthosporium oryzae*. Z. Pfl.krankheiten u. Pflschut, 84, (5), 276–285.
- El Gindy, A. Y.; Oteifa, B. A.; Khadr, A. S., 1974: Wechselbeziehungen zwischen *Rotylenchulus reniformis*, *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* und der Kaliumernährung der Baumwolle (*Gossypium barbadense*). Kali-Briefe, Bern, Fachgebiet 23, 43. Folge.
- Fuchs, W. H., Grossmann, F., 1972: Ernährung und Resistenz von Kulturpflanzen gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen. In H. Linser (Editor). Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung 1, 2. Hälfte, 1007–1107. Springer Verlag, Wien, New York.
- Griffiths, E.; Amin, M., 1978: Susceptibility of bean (*Vicia faba*) leaves to infection by *Botrytis fabae*. Abstracts 3rd Int. Congr. Pl.Path. München, 250.
- Heimann, K., 1974: Die absichtliche Störung der Kationen-Bilanz in der Umwelt als eine Alternative zu den Pestiziden im Pflanzenschutz. Kali-Briefe, Bern, Fachgebiet 23, 23. Folge.

- Hirata, K.*, 1971: Calcium in relation to the susceptibility of primary barley leaves to powdery mildew. In *Akai, S.* and *Ouchi, S.* (Editors) Morphological and biochemical events in plant-parasite interaction. Tokyo, Phytopath. Soc. Japan.
- Kiss, S. A.; Pozsar, B. J.*, 1977: Resistance increased by Magnesium nutrition. *Act. Agr. Acad. Sci. Hungaricae* **26**, (1/2), 156–163.
- Klein, E. K.*, 1956: Über den Einfluß der Mineralsalzernährung auf den Gehalt des Blattes an freien Aminosäuren und Monosacchariden und seine Bedeutung für die Empfänglichkeit der Pflanze gegenüber parasitischen Pilzen, I und II. *Bayer. landwirtsch. Jahrbuch* **33**, 224–241; 347–367.
- Krauss, A.*, 1969: Einfluß der Ernährung der Pflanzen mit Mineralstoffen auf den Befall mit parasitären Krankheiten und Schädlingen. Sammelreferat. *Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde* **124**, 129–147.
- Krauss, A.*, 1970: Einfluß der Ernährung des Salates mit Massennährstoffen auf den Befall mit *Botrytis cinerea* Pers. *Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde* **128**, 12–22.
- Krüger, J.; Hoffmann, G. M.*, 1978: Temperatureinfluß auf die Sortenreaktionen bei *Phaseolus vulgaris* gegen verschiedene Rassen von *Colletotrichum lindemuthianum*. *Gartenbauwissenschaft* **43**, 109–112.
- Kudela, V.; Pirkel, J.*, 1978: Influence of soil pH and calcium nutrition on resistance of alfalfa to bacterial and *Verticillium* wilt. *Zbl. Bakt.* II. Abt., **133**, 503–511.
- Mengel, K.*, 1979: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 5. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 466 S.
- Muse, R. R.*, 1974: Influence of nutrition on the development of *Helminthosporium* red leaf spot on Seaside bentgrass, *Agrostis palustris*. *Physiological Plant Pathology* **4**, 99–105.
- Pryor, D. E.*, 1940: The effect of some mineral nutrients on the development of clubroot of crucifers. *J. Agricult. Res.* **61**, 149–160.
- Purkayastha, R. P.; Ray, C.*, 1977: Effect of foliar application of plant hormones and mineral nutrition of host on the development of anthracnose disease of jute. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* **84**, (4), 193–201.
- Purkayastha, R. P.; Mukhopadhyay, R.*, 1976: Level of amino acids and post-infectious formation of antifungal substances in relation to susceptibility of rice plants against *Helminthosporium oryzae* at different nitrogen supply. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* **83**, (4), 221–228.
- Robinson, P. W.; Hodges, C. F.*, 1977: Effect of nitrogen fertilization on free amino acid and soluble sugar content of *Poa pratensis* and on infection and disease severity by *Drechslera sorokiniana*. *Phytopathology* **67**, (10), 1239–1244.
- Schropp, W.*, 1951: Der Vegetationsversuch. 1. Die Methodik der Wasserkultur an höheren Pflanzen. In *Herrmann, R.* (Ed.), Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch), 8. Band. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, 313 S.
- Siebold, M.*, 1974: Einfluß der Kalium-Düngung auf die Stengelfäule des Mais. *Gesunde Pflanzen* **26** (4), 65–68.
- Thayer, P.; Williams, L. E.*, 1960: Effect of nitrogen, phosphorus and potassium concentrations on the development of *Gibberella* stalk – and root-rot of corn. *Phytopathology* **50**, 212–214.
- Treggi, G.*, 1965: Influenza dell'azoto, fosforo e potassio sulle infezioni di *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Briosi et Cavara, agente di antracnosi del fagiolo. *L'Agricoltura Italiana, Pisa*, 1–15.

[P 4260 P]