

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Außenstelle Kitzberg

## Über die Wirkung des Kalkstickstoffes auf die Apothezien-Bildung von *Whetzeliana sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont, dem Erreger des Rapskrebses

The effect of calcium cyanamid on the development of apothecia of *Whetzeliana sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont, the inciting fungus of rape cancer

Von W. Krüger

### Zusammenfassung

Die fungizide und fungistatische Wirkung des geperlten Kalkstickstoffes bei wirtschaftlichen und phytotoxisch vertretbaren Mengen und deren Beeinflussung durch Niederschläge, Temperatur und Tiefenlage der Sklerotien von *Whetzeliana sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont (syn. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) im Boden wurde untersucht.

Nach einer Einwirkungszeit von 6 bis 18 Tagen bildeten weniger Sklerotien Apothezien als nach 0 und 2 Tagen. Die Wirkung des Kalkstickstoffes hörte bei der Mehrzahl der Sklerotien auf, wenn sie aus behandelte in unbehandelte Erde umgebettet wurden. Die Schädigung war in 1 cm Tiefenlage der Sklerotien größer als in 3 cm. – Unterschiedliche Niederschlagsmengen und Temperaturen beeinflussten die Wirkung des Kalkstickstoffes nicht signifikant. Es wurde festgestellt, daß selbst bei höheren Bodentemperaturen von 10 bis 18 °C der Kalkstickstoff nach 18 Tagen seine Wirkung behielt.

Der toxische Effekt des Kalkstickstoffes blieb auch erhalten, wenn er während der Keimphase der Sklerotien (Stielchen-Phase) gegeben wurde.

Von den während der Umsetzung des Kalkstickstoffes in Ammonsalze gebildeten Substanzen entfaltete das geprüfte Dicyandiamid (DCD) in bestimmter Aufwandmenge ebenfalls eine Keimhemmung. Da DCD noch nach 60 Tagen (in anderen Untersuchungen) im Boden nachgewiesen wurde, könnte DCD die Hemmsubstanz sein.

### Abstract

The question was followed up into the fungicidal and fungistatic effect of calcium cyanamid at economical and phytotoxic relevant quantities and on the effect of precipitation, temperature and depth of sclerotia of *Whetzeliana sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont (syn. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) in the soil.

After an action period of 6 and 18 days of  $\text{CaCN}_2$  less sclerotia formed apothecia than after 0 and 2 days exposition. The effect of  $\text{CaCN}_2$  ceased on most of the sclerotia when they were removed from treated soil to untreated one. – The decrease of apothecia-formation was more pronounced on sclerotia in 1 cm depth in the soil than in 3 cm. – Different quantities of precipitation and different temperatures had no significant influence on the appearance of the apothecia.

Even at higher soil temperatures of 10 to 18 °C in 2 cm depth,  $\text{CaCN}_2$  remained effective 18 days and more after application.

The effect of calcium cyanamid remained as high when applied during the germination phase of the sclerotia.

Of the substances formed during the process of transformation from  $\text{CaCN}_2$  to ammonium salts, dicyandiamid proved as well moderate

effective at certain amounts (7,65 g/m<sup>2</sup>). As DCD was found in other experiments after 60 days still present in the soil, it may be assumed that DCD is the active substance against the apothecia.

### Einleitung

Der Rapskrebs, verursacht durch *Whetzeliana sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont (syn. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), ist eine Krankheit des Rapses und Rübens und tritt besonders in den Fluß- und Seemarschen auf. Jahre mit epidemischem Auftreten (1965, 1966, 1969, 1972 und 1978) wechseln mit solchen geringen Befalls ab (KRÜGER, 1975). Direkte Bekämpfungsmaßnahmen waren vor etwa 10 Jahren der Praxis nicht bekannt. Zur Verminderung der Krankheit wurde angestrebt, Acker- und Pflanzenbaumaßnahmen verstärkt im Programm zu berücksichtigen.

Über die gute Wirkung des Kalkstickstoffes zur Bekämpfung des Rapskrebses ist bereits berichtet worden (KRÜGER, 1973). Aus diesen und anderen Angaben (BÖNING, 1933, BROOKS, 1941, MCLEAN, 1958, 1959, GAUDINEAU und LAFON, 1958) ging jedoch nicht hervor, ob der Kalkstickstoff fungizid oder fungistatisch wirkte. Um die Apothezienbildung im Frühjahr zu verhindern, wurde in der Praxis und auch bei den eigenen Versuchen der Kalkstickstoff je nach Witterungsverlauf von Ende Februar bis Anfang April gestreut. Bis zum Erscheinen der Apothezien vergingen nach der  $\text{CaCN}_2$ -Applikation somit noch 6 bis 10 Wochen. In dieser Zeitspanne hätte der Kalkstickstoff seine toxische Phase längst beendet haben müssen, denn je nach Temperaturverlauf wird eine Zeitspanne von 2 bis 10 Tagen im Frühjahr unter günstigen Feuchtigkeitsbedingungen für die Umsetzung des Düngers gerechnet (VILSMEIER und AMBERGER, 1978, ERNST, 1967). Hierbei soll nicht näher auf die Frage eingegangen werden, ob die Umsetzung von Cyanamid zu Harnstoff anorganisch katalytisch oder durch Mikroorganismen erfolgt (ERNST, 1967, AMBERGER und VILSMEIER, 1978). Der Kalkstickstoff war jedoch wesentlich länger voll wirksam, so daß eine fungitoxische Wirkung im Bereich des Möglichen lag, zumal aus der Literatur bekannt ist, daß der Kalkstickstoff konzentrationsabhängig gegen andere Pilze toxisch sein kann (MÜLLER, 1951, 1955, VENTER, 1970, KNÖSEL und KIEWNICK, 1964, RADEMACHER, 1951). Dem standen aber einige Beobachtungen über vereinzelte Apothezien-Bildung nach vielen Wochen im Juni/Juli gegenüber. – Es wurden daher Versuche durchgeführt, in

denen einmal die Frage nach der Fungitoxizität, zum anderen nach den Gründen für die lang anhaltende Wirkung des Kalkstickstoffes geklärt werden sollte.

**Methoden**

Die Versuche wurden im Freiland in Rapsbeständen zwischen den Reihen oder in nicht im Glas abgedeckten Frühbeetkästen in sandigem Lehm angelegt. Für die Frühbeetversuche ist die Erde grob (1 cm Maschenweite) gesiebt worden. Im Freiland wurden nur die großen Erdklumpen entfernt. Je nach Versuchsanstellung lagen die Sklerotien 1 oder 3 cm tief im Boden. Der Seitenabstand der Dauerkörper betrug 3 cm um zu gewährleisten, daß die Apothezien dem jeweiligen Sklerotium zugeordnet werden konnten. Von einem Sklerotium können sich nämlich mehrere Apothezien bilden, so daß es bei zu geringem Abstand der Sklerotien voneinander zu Verwechslungen kommen kann. Ein Sklerotium galt als gekeimt, sobald sich 1 Apothezium entwickelte. Dieses wurde mittels Stecknadel gekennzeichnet, so daß später erscheinende Fruchtschüsselchen nicht erneut berücksichtigt wurden. – Es wurden nur Sklerotien von befallenem Raps und nicht auf künstlichen Nährmedien gewachsene verwendet.

Um fungitoxische oder fungizide Eigenschaften des Kalkstickstoffes in der relevanten Aufwandmenge erkennen zu können, mußten die im Boden liegenden Sklerotien nach bestimmten Einwirkzeiten des Kalkstickstoffes (= geperlter Kalkstickstoff) oder anderer Substanzen wieder herausgenommen werden. Zu diesem Zwecke wurde zuerst ein grobmaschiges Gazetuch auf die Parzelle gelegt; darauf kam eine 1 cm hohe Bodenschicht, auf der die Sklerotien lagen, und zum Schluß wurde die Abdeckhöhe von 1 bzw. 3 cm Erde aufgeschichtet. Nach der gewünschten Einwirkzeit des Kalkstickstoffes ist die Gaze mit der Erde abgehoben, sind die Sklerotien aus dem Boden gewaschen und erneut in Erde gelegt worden (etwa 1 cm tief), die keinen Kalkstickstoff enthält.

Die Frühbeete sind mit einer einfachen Riedmatte abgedeckt worden, um eine ähnliche Schattenwirkung zu erreichen, wie sie auch im Rapsbestand herrscht. Nach Bedarf wurde gewässert, um den Boden immer feucht zu halten. – Die Apothezien sind in Zeitintervallen von 7 bis 10 Tagen gezählt und mit Stecknadeln markiert worden. – Einige methodische Einzelheiten werden im Text erwähnt.

Die Bodentemperatur wurde mittels Schreiber registriert und die Mittelwerte mit einem Planimeter errechnet.

**Ergebnisse**

*a) Einfluß des Kalkstickstoffes auf die Apothezien-Bildung in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer*

Mehrere ähnlich entworfene Versuche wurden ausgeführt. Beispielhaft werden die Ergebnisse des Jahres 1973 in der Abb. 1 angegeben. Bei diesem Versuch sind die Sklerotien nach 0, 2, 6 und 18 Tagen Einwirkungszeit des Kalkstickstoffes aus dem Boden entfernt worden. Die mittlere Temperatur in 2 cm Bodentiefe war während der CaCN<sub>2</sub>-Wirkungszeit unterschiedlich und betrug etwa für die kalte Serie 5,6 °C, für die mäßig warme 8,7 °C und für die warme 16,5 °C.

Aus dem Kurvenverlauf ist zu ersehen, daß mit zunehmender Einwirkungszeit des Kalkstickstoffes bei den 1 cm tief in der Erde liegenden Sklerotien die Apothezien-Bildung sich verringerte. Das galt sowohl für die Fruchtkörperentwicklung bis zum 7. 6. als auch bis zum 26. 6. 73. Die 3 cm tief liegenden Sklerotien wurden weniger geschädigt und bis zum Versuchs-

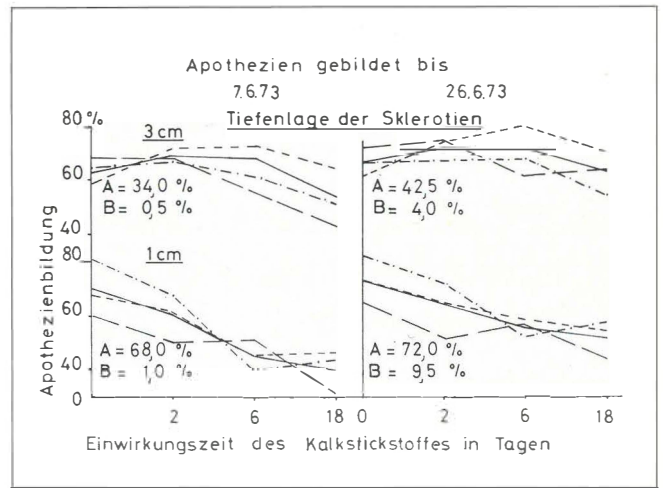


Abb. 1. Einfluß der Einwirkungszeit des Kalkstickstoffes in Abhängigkeit von der Temperatur auf die Apothezienbildung.

— — — kalt  
 - - - - - mäßig warm  
 - · - · - warm  
 — Mittelwerte

A = Apothezienentwicklung in % in der unbehandelten und nicht ausgewaschenen Serie.

B = Apothezienentwicklung in % in der mit Kalkstickstoff behandelten Serie, die nicht ausgewaschen wurde.

Signifikanzdaten, GD 5%, zur Abb. 1

Versuchskriterien	1973 Beurteilungszeit			
	7. 6.		28. 6.	
	Tiefenlage der Sklerotien			
	1 cm	3 cm	1 cm	3 cm
Exposition (Temperatur)	10,6	11,4	9,8	n. sign.
Behandlungszeit	12,3	13,2	11,2	n. sign.
Wechselwirkung	21,3	22,9	n. sign.	n. sign.

ende am 26. 6. hatten selbst nach der 18tägigen CaCN<sub>2</sub>-Einwirkung fast genau so viele Sklerotien Apothezien gebildet wie diejenigen, die keiner CaCN<sub>2</sub>-Behandlung ausgesetzt gewesen waren.

In der Zeit vom 7. 6. bis zum 26. 6. 73 hatten sich in beiden Tiefenlagen im Durchschnitt der drei Temperatur-Serien nur noch etwa 10% mehr Fruchtschüsselchen neu entwickelt, ohne die bis zum 7. 6. erhaltenen Ergebnisse wesentlich zu verändern. In der 3 cm Tiefenlage entwickelten sich nach 18tägiger Einwirkungszeit fast genau so viele Apothezien wie nach kürzerer CaCN<sub>2</sub>-Einwirkungszeit.

Die unterschiedlichen Temperaturen während der Kalkstickstoff-Einwirkung hatten in dem angeführten Versuch und auch in dem des Jahres 1972 keinen eindeutigen Einfluß, obwohl in beiden Jahren zwischen den drei Temperaturstufen größere Unterschiede bestanden.

Wurden die Sklerotien nach der Kalkstickstoff-Applikation im Boden belassen, dann entwickelten sich von den Sklerotien aus beiden Tiefenlagen bis zum 7. 6. kaum Fruchtkörper (= B.-Werte in Abb. 1). Am Ende des Versuches waren es einige wenige. Nur im Jahr 1972 bildeten sich mehrere aus der 1 cm Tiefenlage. Diese Apothezien waren jedoch völlig deformiert. In den unbehandelten Serien hatten die Apothezien ein normales Aussehen und die 1 cm tief eingelegten Dauerkörper keimten genau so zahlreich wie die aus dem unbehandelten Boden ausgewaschenen oder kurzfristig (2 Tage mit Kalkstickstoff behandelten (A.-Werte in Abb. 1).

Aus der 3 cm Tiefenanlage bildeten die seit dem Herbst im Boden liegenden und nicht ausgewaschenen Sklerotien weniger Apothezien (34% am 7. 6. bzw. 42,5% am 26. 6. 73). Dieses ist erklärlich, denn die aus beiden Tiefenlagen ausgewaschenen Dauerkörper wurden in 1 bis 1,5 cm Tiefe zum Keimen ausgelegt. Aus dieser Tiefenlage entwickelten sich jedoch mehr Apothezien als aus 3 cm Tiefe (KRÜGER, 1975c).

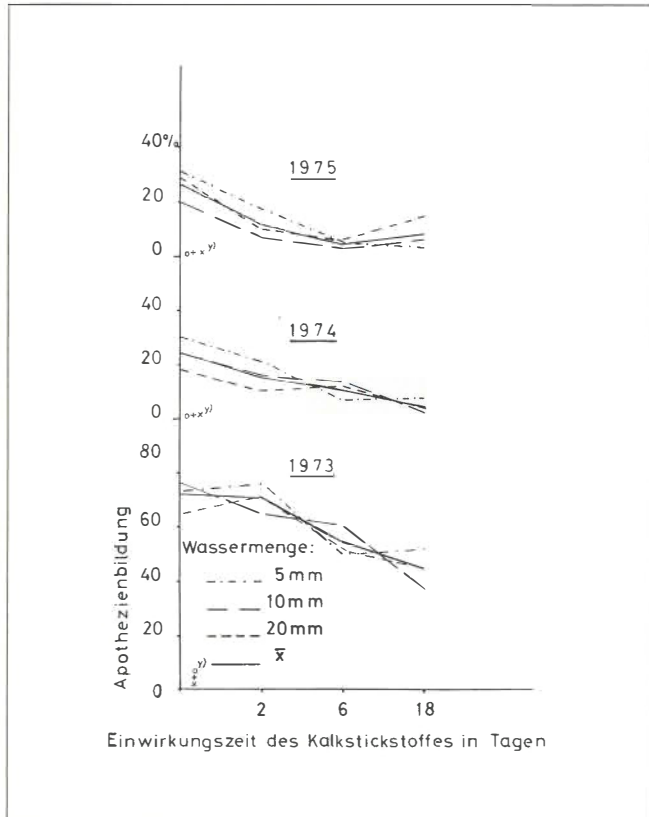


Abb. 2. Einwirkungszeit des Kalkstickstoffes in Tagen.

**b) Einfluß unterschiedlicher Wassermengen nach der Kalkstickstoff-Applikation auf die Apothezien-Bildung**

Es wurde geprüft, ob die Wirkung des Kalkstickstoffes durch größere simulierte Niederschlagsmengen beeinflusst wird, die in Abständen von 10 bis 20 Minuten appliziert worden waren, damit sie langsam einsickern konnten. Die Ergebnisse sind in

Tabelle 1. Wirkung einer Kalkstickstoffapplikation vor der Sklerotieneinlage auf die Apothezienbildung in %.

Behandlung	1975 Bodenzustand			
	trocken	feucht*)	trocken	feucht*)
Sklerotien sofort nach der CaCN <sub>2</sub> -Düngung ausgelegt	3,5	1,0	0,0	0,0
Sklerotien 6 Tage später eingelegt	3,5	2,0	0,0	0,0
Sklerotien 18 Tage später eingelegt	0,5	0,5	0,0	0,0
Sklerotien vor der CaCN <sub>2</sub> Applikation eingelegt	0,5	1,5	0,0	0,5
Kein CaCN <sub>2</sub> -	15,0	13,0	39,0	47,0

\*) Die Auslageflächen wurden angefeuchtet, so daß ihr Zustand als „naß“ bezeichnet werden konnte.

der Abb. 2 dargestellt. Aus dem Kurvenverlauf geht hervor, daß die unterschiedlichen Wassermengen, gleichbedeutend mit 5, 10 und 20 mm Niederschlag, keinen signifikanten Einfluß auf die Wirkung des Kalkstickstoffes hatten.

Wie bereits bei dem vorher besprochenen Abschnitt deutlich zu erkennen war, so wurde auch bei diesen Versuchen durch die 6- und 18tägige Einwirkung des Kalkstickstoffes die Apothezien-Bildung verringert. Blieben die Sklerotien in dem behandelten Boden, dann entwickelten sich im Gegensatz zu den ausgewaschenen und erneut in unbehandelte Erde eingelegten Dauerkörpern, bis Anfang Juni, d. h. etwa 10 Wochen nach der Kalkstickstoff-Applikation, keine Apothezien. Nur am Ende des Versuches (Ende Juni) erschienen in allen drei Jahren einzelne. Die unterschiedlichen Niederschlagsmengen hatten auch bei diesen Versuchen keinen signifikanten Einfluß.

**c) Entwicklung von Apothezien in Kalkstickstoff-behandelter Erde**

Die Ergebnisse der obigen Versuche machten deutlich, daß die Sklerotien keimten, wenn sie aus behandelter Erde entnommen und in nicht behandelte umgebettet wurden. Nur durch längere Einwirkungszeit des Kalkstickstoffes hatten sich weniger Apothezien entwickelt. Es wurde daher geprüft, ob sich auch Apothezien bilden, wenn die Sklerotien zu einem Zeitpunkt in vorher behandelte Erde gelegt werden, an dem die toxische Phase des Kalkstickstoffes bereits beendet sein sollte. Die Ergebnisse sind in der Tab. 1 angeführt. Wie aus den Daten ersichtlich, entwickelten sich keine oder nur wenige Apothezien, wenn der Boden 18 Tage zuvor Kalkstickstoff erhalten hatte. Die Temperatur war 1974 während dieses Zeitraumes mit 10 bis 18 °C relativ hoch. Der Kalkstickstoff sollte nach bisherigen Kenntnissen in diesem 18tägigen Zeitraum seine toxische Phase durchlaufen haben. – Im darauf folgenden Jahr (1975) blieb die Temperatur in den ersten 14 Tagen mit 3 bis 10 °C und in den folgenden Tagen mit 5 bis 15 °C wesentlich kühler. Während der letzten Woche hätte die Temperatur aber in jedem Falle ausreichen müssen, um die Umsetzung des Kalkstickstoffes zu beenden. Trotzdem unterblieb die Apothezien-Entwicklung wie bei den kurzen Einwirkungszeiträumen von 0 und 6 Tagen.

**d) Wirkung des Kalkstickstoffes auf die Apothezien-Bildung nach begonnener Sklerotien-Keimung**

Bei spätem Kalkstickstoffeinsatz im April könnte der Fall eintreten, daß die Sklerotien zu der Zeit bereits Stielchen entwickelt haben. Um die Wirkung auf solche Stielchen zu prüfen, wurden Sklerotien in zwei Versuchen (A und B) für zwei Monate bei etwa 5, 10 und 17 °C in Erde aufbewahrt, dann aus dieser entfernt und Ende April ins Freiland in 1 cm Bodentiefe ausgelegt und mit 6 dt/ha CaCN<sub>2</sub> behandelt. Ein Teil der Sklerotien hatte bis zum Umbetten bereits Stielchen geformt. Bis zum Juli entwickelten sich die Apothezien wie folgt:

Temperaturbehandlung vor dem Umbetten	Stielchen bereits gebildet (in %)	Apothezien nach Umbetten gebildet			
		ohne CaCN <sub>2</sub> A	mit CaCN <sub>2</sub> B	ohne CaCN <sub>2</sub> A	mit CaCN <sub>2</sub> B
5 °C	20	18	16	0	0
10 °C	75	30	29	0	0
17 °C	20	41	38	0	0



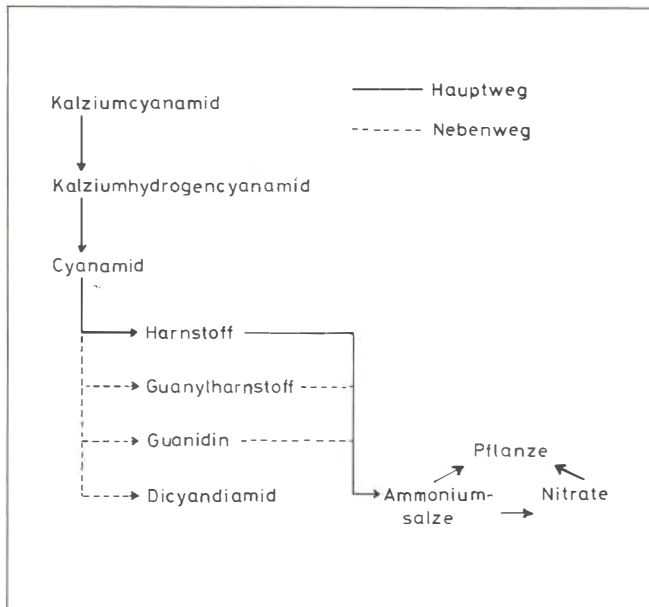


Abb. 3. Schematische Übersicht der Kalkstickstoff-Umsetzung (nach RATHSACK, 1955).

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß besonders die Stielchen der 10-°C-Vorbehandlung durch das Umbetten gelitten hatten und die Erdoberfläche nicht mehr erreichten. Bei der 17-°C-Serie war andererseits eine Zunahme nach dem Umbetten zu beobachten. Die Stielchen dieser Serie waren zur Zeit des Umbettens kleiner und daher wohl weniger empfindlich. Nach der Kalkstickstoff-Behandlung erschienen jedoch bei beiden Versuchen und bei allen drei Temperatur-Vorbehandlungen keine Apothezien. Der Kalkstickstoff erwies sich somit auch nach dem Einsetzen der Stielchen-Entwicklung als voll wirksam.

e) Wirkung von Dicyandiamid (DCD) auf die Apothezien-Bildung

Die Ergebnisse der obigen und früheren Versuche lassen nicht erkennen, welche chemische Substanz die langanhaltende Wirkung auf die Apothezien-Bildung ausübt. Von den während der Umsetzung gebildeten Stoffen (Abb. 3) wurde das von den Kalkstickstoff-Werken zur Verfügung gestellte Dicyandiamid geprüft. Diese Substanz bildet sich auf einem „Nebenweg“ während der Umwandlung. Außerdem ist sie

Tabelle 2. Wirkung von Dicyandiamid und Kalkstickstoff auf die Apothezienbildung.

Behandlung	g/m <sup>2</sup>	Apothezien gebildet (in %)	
		1977	1978
Kalkstickstoff	50	0,0	0,0
Kalkstickstoff, 5 × (Abstand von drei Tagen)	10	0,0	0,0
Dicyandiamid	0,85	9,2	12,0
Dicyandiamid	2,55	6,4	14,4
Dicyandiamid	7,65	2,0	8,8
DCD mit Erde gemischt	2,55	3,6	3,2
DCD, 5 × (Abstand von drei Tagen)	0,55	2,0	4,8
Keine Behandlung	0,0	6,0	15,2

nach VILSMEIER und AMBERGER (1978a) im gepulverten Kalkstickstoff DCD bereits in einer Menge von etwa 10% des Gesamt-N vorhanden (= 1,78% N). – In zwei Versuchen mit unterschiedlicher Behandlung wurde die Wirkung geprüft. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 angeführt.

Wie aus den Zahlen ersichtlich, bildeten sich allgemein relativ wenig Apothezien. Die Wirkung des Kalkstickstoffes, auch in mehreren kleinen Gaben appliziert, war sehr gut. Das DCD hatte in niedrigen Aufwandmengen von 0,85 und 2,55 g/m<sup>2</sup> keine Verringerung der Apothezien-Bildung zur Folge. Erst bei 7,65 g/m<sup>2</sup> oberflächlich gegeben, oder wenn 2,55 g/m<sup>2</sup> mit der über den Sklerotien liegenden Erde vermischt worden war, keimten weniger Dauerkörper.

Besprechung

Bei früheren Bekämpfungsversuchen und epidemiologischen Studien mit *W. sclerotiorum* (KRÜGER, 1973, 1975a, b und 1976) überraschte die lang anhaltende Wirkung des Kalkstickstoffes, die auch von GROSSMANN (1961) beim Einsatz gegen Sklerotien des Kleekrebsesregers (*Sclerotinia trifoliorum*) beobachtet worden war. Es konnte jedoch nicht entschieden werden, ob der Dünger fungistatisch oder fungizid wirkte. Bei den hier besprochenen Versuchen kam zum Ausdruck, daß der Kalkstickstoff zumindest in der wirtschaftlich und phytotoxisch vertretbaren Menge von 6 dt/ha in erster Linie fungistatisch war. So keimten Sklerotien, die nach 6- und 18tägiger Exposition aus der behandelten Erde entnommen und in unbehandelte umgebettet wurden, im Gegensatz zu den umgebetteten, aber nicht behandelten Dauerkörpern nur zu etwa 50 bis 70%, wenn die Keimzahlen der unbehandelten Serie = 100 gesetzt werden. Dieser Effekt ließ sich auch nicht durch unterschiedliche Niederschlagsmengen nach der CaCN<sub>2</sub>-Applikation oder Temperaturen (6 bis 17 °C) beeinflussen. Diese beiden Faktoren sind es ja in erster Linie, die nach der Kalkstickstoff-Gabe im Frühjahr die Wirkung beeinflussen könnten.

Hervorzuheben ist auch, daß die flacher (1 cm) im Boden liegenden Sklerotien stärker geschädigt wurden als die in 3 cm Bodentiefe sich befindenden. Offensichtlich dringt das Cyanamid nur sehr langsam bis in 3 cm Tiefe ein (RATHSACK, pers. Mitteilung).

Bestätigt wurden auch die Beobachtungen im Freiland, nach denen der Kalkstickstoff eine sehr lang anhaltende Wirkungsphase besitzt. Wurden nämlich für längere Zeit sich bereits im Boden befindliche Sklerotien in Erde umgebettet, die vor 6 oder 18 Tagen mit Kalkstickstoff behandelt worden war, dann bildeten sich in diesen Parzellen, im Gegensatz zu den nicht behandelten, keine Apothezien. Aufgrund dieser langen Keimverzögerung oder der Abtötung der Sklerotien wird der gute Bekämpfungserfolg im Freiland verständlich. Diese Befunde entsprechen nicht der allgemeinen Auffassung, daß der Kalkstickstoff sich temperaturabhängig in einigen Tagen über toxische Phasen in Ammoniumsalze umsetzt. Nach den obigen Ergebnissen ist der Kalkstickstoff mindestens mehrere Wochen voll wirksam, denn nach 18 Tagen Einwirkzeit hatte sich keine Wirkungsverminderung gezeigt. Welche Substanz während der CaCN<sub>2</sub>-Umbildung toxisch wirkt, konnte noch nicht eindeutig geklärt werden. Nach vorläufigen Beobachtungen ist das Dicyandiamid zumindest an der Wirkung beteiligt. Diese Annahme wird durch neuere Untersuchungen von AMBERGER und VILSMEIER (1978, 1979) und VILSMEIER und AMBERGER (1978a und b) gestützt, weil DCD einmal schon ein Bestandteil des gepulverten Kalkstickstoffes ist (etwa 10%

der Gesamt-N-Menge) und weil DCD noch nach 60 Tagen im Boden vorhanden war.

Inwieweit Guanlylharnstoff, der sich bei der  $\text{CaCN}_2$ -Umsetzung bildet, ebenfalls toxisch ist, kann noch nicht beantwortet werden.

## Literatur

AMBERGER, A. und VILSMEIER, K.: Anorganisch katalytische Umsetzung von Cyanamid und dessen Metaboliten in Quarzsand. I. Mechanismus des Cyanamidabbaues unter dem Einfluß von Eisenoxiden und Feuchtigkeit. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* **141**, 665-676, 1978.  
 AMBERGER, K. und VILSMEIER, K.: Umsetzung von Kalkstickstoff in Quarzsand und in verschiedenen Böden. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* **148**, 1-12, 1979.  
 BÖNING, K.: Zur Biologie und Bekämpfung der Sklerotienkrankheit des Tabaks (*Sclerotinia sclerotiorum* [Lib.] Masee). *Phytopathol. Z.* **6**, 113-175, 1933.  
 BROOKS, A. N.: Rep. Fla. agric. Exp. Sta. 1939-40.-RAM 20, 562-563, 1941.  
 ERNST, D.: Die Umsetzung des Cyanamids in Kulturböden. *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkd.* **116**, 34-44, 1066/67.  
 GAUDINEAU, M. et R. LAFON: Sur le maladié à sclérotés du Topinambour. *C. R. Acad. Agric. France* **44**, 177-178, 1958 – RAM **37**, 623, 1958.  
 GROSSMANN, F.: Einfluß von Cyanamid bzw. Kalkstickstoff auf verschiedene Stadien von *Sclerotinia trifoliorum*. Symp. Inst. Phytopath. Aschersleben der Biol. Zentralanst. 83-89, 1961.  
 KNÖSEL, D. und KIEWNICK, L.: Beitrag zur Wirkung von „Cyanamidflüssig“ auf Bodenmikroorganismen. *Zentralbl. f. Bakt. II.* **118**, 387-396, 1964.  
 KRÜGER, W.: Maßnahmen zur Bekämpfung des Rapskrebesses, verur-

sacht durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. *Phytopathol. Z.* **77**, 125-137, 1973.

KRÜGER, W.: Über die Wirkung der Witterung auf den Befall des Rapses durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* **27**, 1-6, 1975a.

KRÜGER, A.: Untersuchungen zur Beeinflussung der Apothezien-Entwicklung von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* **27**, 129-135, 1975b.

KRÜGER, W.: Die Beeinflussung der Apothezien- und Ascosporen-Entwicklung des Rapskrebserregers *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary durch Umweltfaktoren. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **82**, 101-108, 1975c.

MÜLLER, HANNELORE: Über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf die verschiedenen Mikroorganismengruppen, insbesondere auf Schadpilze im Boden. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* **74**, 73-26, 1951.

MÜLLER, HANNELORE: Untersuchungen über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf pathogene und nicht pathogene Mikroorganismen des Bodens. *Arch. Mikrobiol.* **22**, 285-306, 1955.

RADEMACHER, B.: Untersuchungen über die fungistatische und fungizide Wirkung des Cyanamids am Beispiel des Weizensteinbrandes (*Tilletia tritici* [Bjerk.] Winter). *Phytopathol. Z.* **17**, 353-373, 1951.

RATHSACK, K.: Über Umsetzungsprodukte des Cyanamids im Boden. *Landw. Forsch.* **7**, 6. Sh. 116-123, 1955.

VENTER, F.: Methoden zur Ermittlung der Fungitoxizität von Kalkstickstoff in vitro. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **77**, 494-497, 1970.

VILSMEIER, K. und AMBERGER, K.: Modellversuche zum Umsatz von gemahlenem Kalkstickstoff und Perlkalkstickstoff in Abhängigkeit von Bodenfeuchtigkeit und Applikationsform. *Z. Acker- und Pflanzenbau* **147**, 68-77, 1978 a.

VILSMEIER, K. und AMBERGER, K.: Anorganisch-katalytische Umsetzung von Cyanamid und dessen Metaboliten in Quarzsand II. Cyanamidabbau unter dem Einfluß von Metalloxiden und Temperatur. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* **141**, 677-685, 1978 b.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **32** (2), S. 21-24, 1980, ISSN 0027-7479.  
 © Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie, Münster

# Ein verbessertes Extraktionsverfahren für *Heterodera schachtii*

## An improved method for the extraction of *Heterodera schachtii*

Von J. Müller

### Zusammenfassung

Zysten von *Heterodera schachtii* können aus Boden mit Hilfe verschiedener Verfahren extrahiert werden, von denen das Schlämmverfahren nach FENWICK in Europa die größte Verbreitung gefunden hat. Es erlaubt keine vollständige Trennung von Zysten und Boden, was ein Aussuchen der Zysten per Hand erforderlich macht. Dieser Arbeitsgang ist zeitraubend und kann zu Fehlern führen. – Die hier beschriebene Methode kombiniert einen Siebgang mit anschließender Zentrifugation in einer Zuckerlösung. Die Zysten können dabei soweit von Bodenpartikeln getrennt werden, daß sie sich anschließend direkt in einem Zystenzertrümmerer weiter verarbeiten lassen. Die Verseuchung wird als Zahl der Eier und Larven pro

Bodeneinheit angegeben, auf die nur bedingt aussagekräftige Zystenanzahl wird verzichtet. Im Vergleich zu den Schlämmverfahren nach FENWICK oder SEINHORST erzielte die Methode gleich gute oder bessere Ergebnisse, wobei das manuelle Ausschauen der Zysten nicht erforderlich ist.

### Abstract

For the extraction of *Heterodera schachtii* cysts from soil several methods are used, among which the FENWICK-can is most widely applied in Europe. It does not separate cysts and soil completely, the cysts must be picked out by hand from remaining soil particles. This is time-consuming and may involve errors. – The described new method combines sieving and the centrifugal-flotation technique. It allows the extraction of cysts almost free from soil particles. The cysts can then be