Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl. | Band 33 | S. 113-127 | Karlsruhe, 1. 11. 1974

Ökologie und Parasitismus — am Beispiel der Spargel-Wurzelfäule im Rheintal

von H. GEHLKER

1. Einleitung

Das Wissen um die enge Abhängigkeit der pflanzenbaulichen Produktion von den Bedingungen des natürlichen Standortes gehört seit je zu den Grunderfahrungen erfolgreicher Landwirte. „Denn die Erde vergilt es böse, wenn wir den Ansprüchen unserer Kulturpflanzen an ihren Standort nicht schon bei ihrem Anbau gerecht werden. Wir begünstigen dann ihre Anfälligkeit für Krankheitserreger und Schädlinge" (BRAUN 1966). Dennoch nehmen infolge der Marktsituation und anderer sozialräumlicher Standortsfaktoren sowie neuer agrotechnischer und -chemischer Möglichkeiten oft die Kenntnis und Berücksichtigung der natürlichen Gesetzmäßigkeiten ab. Die Forschung ist weitgehend auf einzelne Kausalreihen, insbesondere bio-chemischer Art, ausgerichtet, weniger auf eine zusammenfassende Darstellung der Ökologie und Anbaubedingungen der Kulturpflanzen und ihrer Schädlinge. Die Literatur über die ökologischen Ursachen parasitärer Erkrankungen ist weit verstreut. Nur wenige Zusammenfassungen liegen vor, z. B. von BRAUN, FUCHS, SCHAFFNIT und NEUMANN.
Insbesondere komplexe Fragen wie z. B. des Humushaushalts und der Fruchtfolge spielen eine große Rolle (BRAUN, REINMUTH 1968, GROSSMANN, BOCHOW). Außerdem und z. T. im Zusammenhang mit den Humusfragen ist der Wasser-Faktor (REINMUTH 1963, COOK, BOYER, DUNIWAY, DURBIN) von großer Bedeutung.

1.1 Über ein Beispiel aus der Praxis sollen hier Ergebnisse einer Arbeitsgemeinschaft mitgeteilt werden, die von 1965—69 die Spargel-Wurzelfäule untersuchte. Dabei wurden die Arbeitsgebiete Phytopathologie von Dr. M. STAHL, Landesanstalt für Pflanzenschutz Baden-Württemberg in Stuttgart, die Agrikulturchemie von Dr. W. SCHOLL, Staatliche Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg, die Bodenkunde und Ökologie von Dr. H. GEHLKER, Regierungspräsidien Stuttgart und Karlsruhe, bearbeitet[1]).

1.2 Das Erscheinungsbild dieser in der nordbadischen Rheinebene immer stärker sich ausbreitenden Erkrankung u. a.: „Während im ältesten Anbaugebiet um Schwetzingen bei oft nur dreijähriger Anbaupause ein Absterben der Spargelstöcke kaum bekannt ist, sind in anderen Gegenden trotz eines im allgemeinen weitgestellten Anbauturnus von etwa 10 Jahren schwere Ausfälle von bis zu 50 und 60% durch Spargelwurzelfäule keine Seltenheit. Die Krankheit äußert sich dadurch, daß, meist im ersten Stechjahr (3. Standjahr) beginnend, einzelne Pflanzen nur mit schwachen und gelblichen, in der Anzahl reduzierten Sprossen austreiben. In den Folgejahren bleiben sie häufig vollkommen aus. Bereits bei Beginn der oberirdisch erkennbaren Erkrankung ist oft schon die Mehrzahl der Wurzeln schwarz verfärbt und innerlich mehr oder weniger ausgefault. Auch die Rhizome können im nach unten gekehrten und besonders im ältesten Teil in Mitleidenschaft gezogen sein, während eine Fäulnis der Triebbasis nie beobachtet wurde.

[1]) Für die Mitwirkung bei den Feldarbeiten und Erhebungen wird den Landwirtschaftsämtern Augustenberg, Bruchsal, Ladenburg und Wiesloch gedankt.

Die zunächst verstreut auftretenden, aber meist an bestimmten Stellen im Bestand sich häufenden kranken Pflanzen schließen sich im fortgeschrittenen Stadium zu deutlichen Krankheitsherden zusammen, die von Jahr zu Jahr rasch an Ausdehnung zunehmen. Man kann im allgemeinen mit einer Zunahme von 1—2 Pflanzen jährlich im Umkreis des Herdes rechnen. Felder, die in den Jahren, da sie Höchsterträge bringen müßten, nur noch zur Hälfte Spargel tragen, im übrigen mit anderen Feldfrüchten wie Gurken, Kürbissen usw. nachgepflanzt sind, sind in diesen Gebieten kein ungewöhnliches Bild" (STAHL).
Im einzelnen konnte STAHL eine Wurzelzerstörung durch Befall mit *Fusarium oxysporum* und *F. redolens*, aber auch mit *Rhizoctonia violacea* und *Zopfia rhizophila* nachweisen. Fortlaufende Beobachtungen seit 1955 ließen die Arbeitshypothese entstehen, daß die allmähliche Einnistung der pilzlichen Parasiten auf eine Schwächung der Pflanzen infolge ungünstiger ökologischer Faktoren zurückzuführen ist.

1.3 Arbeitsmethode: Zur Klärung dieser Zusammenhänge wurden in allen Spargelanbaugebieten der nordbadischen Rheinebene bodenmorphologische Profilaufnahmen und Kartierungen in Verbindung mit Vegetationsbeobachtungen durchgeführt. Ausgangspunkte der Untersuchungen waren innerhalb des landschaftlichen Fliesengefüges (SCHMITHÜSEN) die Gegenüberstellungen von Befallszentren der Erkrankung mit absoluten Gesundlagen.
Anschließend wurden die Abstufungen an den jeweiligen Randzonen untersucht und die Ausbreitungstendenz der Erkrankung in verschiedenen Gebieten im Hinblick auf die ökologischen Voraussetzungen beobachtet. Durch jeweils problemorientierte chemische Boden- und Pflanzenuntersuchungen wurden diese Arbeiten unterbaut. Einen ersten Bericht gaben SCHOLL und GEHLKER (1973) unter besonderer Betonung der agrikultur-chemischen Probleme. Eine weitere Arbeit unter Berücksichtigung der Konsequenzen für den Anbau ist im Druck (GEHLKER und SCHOLL, 1974).

2. Übersicht der gesunderen Standorte

Es ist bemerkenswert, daß inmitten von Gebieten mit starkem Schadpilzbefall und aggressiver Krankheitsausbreitung einige abgrenzbare Gesundlagen zu beobachten sind:

2.1 In der alluvialen Rheinaue (Tiefgestade) zeigen die wenigen dort — im Kontakt mit Ackergebieten — vorhandenen Spargelanlagen bis weit in den Herbst hinein eine sehr gute Wüchsigkeit. Die Böden sind stark humos, z. T. bis anmoorig, manchmal bis in 50 cm Tiefe. Mindestens größere Teile des Bodenprofils weisen hohe Kalkgehalte auf, im Unterboden kommen tonige Lehme bis lehmige Tone vor, während in den oberen 80 cm Sande bis stark sandige Lehme in verschiedensten Körnungen miteinander abwechseln. Aktuelles Grundwasser ist in diesen Spargelflächen zeitweilig bis etwa maximal 90 cm unter Gelände anzunehmen, wobei offenbar durch tonige Schichten ein zeitweilig höheres Aufsteigen verhindert wird. Die Kartierung eines größeren Gebietes wurde hier im Rahmen eines Gutachtens von WOLKEWITZ und KÖHLER (1968) durchgeführt.

2.2 Die weit überwiegende Mehrzahl der nordbadischen Spargelanbauflächen liegt auf jungdiluvialen Rheinterrassen, dem Hochgestade, die häufig mit Flugsanddecken wechselnder Mächtigkeit überlagert sind. Gegenüber dem Terrassenmaterial sind diese Flugsande günstigere Standorte, denn in der Regel, vor allem in der am stärksten befallenen Gemeinde Oberhausen, Krs. Bruchsal, haben diese Flugsande einen etwas höheren Tongehalt und vor allem geringere Kiesgehalte als die Terrassensande. In ihrem Unterboden haben sich die für Bänder-Parabraunerden typischen dünnen Lehmbänder infolge Tonverlagerung entwickeln können, die in dem meist grobkörnigeren Terrassenmaterial fehlen. Auf bedeutsame Zusammenhänge des Fehlens bzw. Vorhandenseins und der Mächtigkeit dieser Bänder im Unter-

grund von Sandböden mit der Vegetationsgliederung und Ökologie hat vor allem R. TÜXEN seit fast 40 Jahren immer wieder hingewiesen. Diese Lehmbänder können, häufig nur in einer Mächtigkeit von jeweils etwa 0,5 bis 2 cm, jedoch einem Tongehalt bis zu 35%, die Nachteile der extrem tonarmen Oberböden kompensieren. Jede stärkere Dichtlagerung und verminderte Porosität im Unterboden ist bei diesen Böden infolge der verbesserten Wasserhaltefähigkeit ebenso ein Vorteil wie naturgemäß auch schon geringfügig höhere Tongehalte in der Krume.
Als Ergebnis einer erneuten Winderosion konnten teilweise auch Sandranker entstehen. Bei diesen werden die dünnen Lehmbänder des in der Regel erst ab 80 cm Tiefe anzutreffenden Bänder-B-Horizonts oft bereits dicht unter der Krume angetroffen bzw. wurden durch Bodenbearbeitung mit der übrigen Krume — diese durch Tonanreicherung verbessernd — vermischt. Soweit dieser Bodentyp die höheren Lagen im Gelände einnimmt, können diese als gesunder angesehen werden als relativ tiefere Lagen. Die Böden können hier selbst in herbstlichen Trockenperioden oft noch als frisch beurteilt werden. Eine deutlich verringerte Anfälligkeit des Spargels bei etwas höheren Tongehalten oder niedrigeren Grobsand-Anteilen des Bodens wird bereits im Vergleich der Reichsbodenschätzung deutlich. Beispielsweise werden Böden der Einstufung SL—Sl 3 D und oft auch noch S 3 D kaum befallen, sind jedenfalls keine Befallszentren.

2.3 Auch das älteste Spargelanbaugebiet, der Raum Schwetzingen, ist weitgehend ohne Befall, obwohl auch dort solche Böden vorkommen, die im Vergleich zu den Schwerpunkten der Erkrankung besonders anfällig sein könnten. Bewirtschaftungseinflüsse, z. B. bessere Humus-Wirtschaft und verschiedene bodenchemische Daten dürften hierfür verantwortlich zu machen sein. Hierüber wird unten und insbesondere von GEHLKER und SCHOLL (1974) berichtet.

3. Bodenübersicht zum Krankheitsbild

Die ältesten Befallsherde und stärksten Ausbreitungszonen liegen auf Terrassenmaterial mit relativ hohen Kies- und Grobsandgehalten und Tongehalten bei Krume und Unterboden geringer als 10%. Diese Merkmale kommen vor allem dann schädigend zur Auswirkung, wenn im Unterboden keine Lehmbänder eines Lessivierungsprozesses ausgebildet sind: bei Sauren Braunerden im Gegensatz zu Sand-Parabraunerden. Stark gefährdete Standorte wurden bereits bei der Reichsbodenschätzung schlechter eingestuft (S 4 D) im Gegensatz zu gesunderen Lagen (SL—Sl 3 D und z. T. S 3 D). In der am stärksten befallenen — tonärmsten — Gemeinde wurden deutliche Ertragsdepressionen und Ausfallserscheinungen dort, wo die Erkrankungszentren bei Spargel am frühesten und stärksten zu beobachten waren, auch bei anderen Kulturen festgestellt, z. B. bei Luzerne sowie bei der insbesondere gegen Trockenheit empfindlichen Zwetschge.
Ein besonders charakteristisches Beispiel (vgl. Übersicht 1) für immer wieder bei der Kartierung und den Profiluntersuchungen gefundene Zusammenhänge und natürliche Grenzen im Gelände war inmitten eines ausgesprochenen Gesundgebietes — die Profiluntersuchung unmittelbar an der scharfen Grenze einer kleinen Befallszone.
Dieses typische Grenz-Bodenprofil zeigt die Auswirkung der Lehmbänder in 90 bis 150 cm (Bv_3t) in einer Reihe weiterer Bodeneigenschaften, die noch im einzelnen darzustellen sind. Allerdings konnten diese bei der Kartierung im Gelände nicht überall so charakteristisch gleichzeitig beobachtet werden:

a) Pflanzensoziologische und bodenbiologische Unterschiede im Zusammenhang mit dem Tongehalt (vgl. 5 und 6.2)
b) Der zunehmende Mg-Gehalt in den sL-Bändern des Unterbodens am gesunden Standort wird von uns als Zeichen gebremster Wasserinfiltration und Nährstoffauswaschung gedeutet (vgl. SCHOLL und GEHLKER)

c) Bessere Speicherfähigkeit im Wurzelraum für Niederschlagswasser am gesunden Standort (vgl. 4)
d) Abschirmung gegen ungünstige chemische Eigenschaften des Unterbodens (vgl. 3.4)

Übersicht 1

Schwetzingen: Centmaierhardt; unmittelbar in Kontakt bei zwei verschiedenen Feldfrüchten

Gesunder Spargelbestand	Krankheitsherd: seit 6 Jahren fallen randlich pro Jahr 1—2 Spargel-Stöcke aus.
Gesunder Luzernebestand	Luzerne schlechtwüchsig
viele Regenwurmröhren	kaum Regenwurmröhren

Assoziation: Panico sanguinali — Galinsogetum

Subass. von *Mercurialis annua*	Typische Subassoziation

Kennzeichnende Unkräuter u. a.:

reichlich Vogelmiere (*Stellaria media*)	wenig Vogelmiere
reichlich Hühnerhirse (*Panicum crus — galli*)	keine Hühnerhirse, kein Bingelkraut
etwas Bingelkraut (*Mercurialis annua*)	reichlich Bluthirse (*Panicum sanguinale*)
Moosrasen	reichlich Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*)
	etwas Portulak (*Portulaca oleracea*)

Bodenaufbau

Ap 0—35 cm lS sehr schwach kiesig; schwarzgrau
schwach humos, stark durchwurzelt
2 mg Mg/100 g Boden
stark abgesetzt
Bv_1 — 65 cm l"S stellenweise schwach humos (Flecken);
gleichmäßig mittelbraun, durchwurzelt
1 mg Mg/100 g Boden
allmählich übergehend
Bv_2 — 90 cm l"S gleichmäßig hellbraun

deutlich abgesetzt	↙ ↘ allmählich übergehend
Bv_3t — 150 cm sL-Bänder rostbraun 4 mg Mg/100 g Boden abwechselnd mit l"S (wie oben: Bv_2); kalkfrei; keine Sulfidspuren	Bv_3 — 110 cm l"S, schwach kiesig, gleichmäßig kräftig braun, 1 mg Mg/100 g Boden allmählich übergehend (G)B — 120 cm l"S, schwach kiesig, kalkhaltig, schwach sulfidhaltig rostbraun BG — 140 cm S stark kalkhaltig, ungleichmäßig hellgrau und rostbraun, deutlich sulfidhaltig G — 180 cm S, stark kalkhaltig, gleichmäßig hellgrau, deutlich sulfidhaltig

Bodentypen:

Bänder-Parabraunerde aus mächtigem Flugsand über Terrassensanden	Gley-Braunerde, entwässert aus Flugsand über Terrassensanden

3.1 Muldenlagen und Grundwassereinfluß

Wie das in Übersicht 1 beschriebene Profil, so sind auch in allen Befallsgebieten die Mulden besonders gefährdet. Die Ausbildung des Bodenprofils mit Gley-Merkmalen legt natürlich

zunächst die Vermutung einer aktuellen Grundwasservernässung nahe. Die seit der badischen Rheinkorrektion (Beginn des 19. Jahrh.) stark abgesenkten Grundwassermaxima haben jedoch (nach den langjährigen Brunnenbeobachtungen der Landesanstalt für Gewässerkunde in Karlsruhe) in den großflächigen Spargelanbaugebieten des „Hochgestades" nirgends Kontakt zum Wurzelraum (z. T. mehr als 4 m unter Geländeoberfläche). Auch pflanzensoziologisch fanden sich keine Anzeichen von Grundwasser- oder Staunässe, wohl aber die hier typischen Unkrautgesellschaften der lockeren, warmen und größtenteils humus-, kalk- und nährstoffarmen Sandböden. Da in Mulden und Rinnen die etwas tonreicheren und kiesärmeren Flugsande meist fehlen, sind grobkörnige und tonärmere Sande auch hier bodenbildend (Bodentyp meist mehrschichtige saure Braunerden).
Andererseits konnte, wie in 2.1 aufgeführt, die Unschädlichkeit eines bewegten Grundwassersaumes an gesunden und sehr gut wüchsigen Spargelbeständen des Tiefgestades beobachtet werden, z. T. bei bis kurz unter die Rigolgrenze reichenden Grundwassersäumen in entwässerten Gleyen und Anmoor-Gleyen.

3.2 Schäden durch Stauwasser und Luftmangel

Gleichwohl gibt es im Hochgestade auch einige deutliche Beobachtungen, die für Nässeschäden als Ursache für die Erkrankung sprechen wie im folgenden Beispiel.

Übersicht 2
Heddesheim

[1]) Mulde; jetzt: Kleebestand; Ausfall des Spargels nach den Staunässeschäden des sehr regenreichen Jahres 1965;	[2]) ca. 50 cm höher gelegen; weiterer Spargelanbau möglich; ca. 20 m von [1]) entfernt.
Assoziation: Panico sanguinali — Galinsogetum, typische Subassoziation	
typische Variante	Variante von *Urtica urens* mit viel Hühnerhirse (*Panicum crus-galli*) und Teppich von *Panicum sanguinale*
Ap 0 — 40 cm l'S, schwach humos locker, gleichmäßig dunkel ockergrau, stark abgesetzt	Ap_1 0 — 15 cm l'S, schwach humos, locker, dunkelbraun; schwach abgesetzt
(S) Bv_1 — 60 cm l'S, dicht, vereinzelt feine Konkretionen und Rostflecken, gleichmäßig braun	(Ap) Bv_1 — 25 cm l'S, stellenweise schwach humos, gleichmäßig kräftig braun, allmählich übergehend
	Bv_2 — 50 cm l'S, gleichmäßig kräftig braun, deutlich abgesetzt
Sd Bv_2 — 110 cm sL, dicht lagernd; deutliche Konkretionen, ungleichmäßig: vorwiegend braun, zahlreiche rostige und graue Flecken	BSw — 75 cm L-tL; schwache Konkretionen, ungleichmäßig: braun und grau; allmählich übergehend
II SB — 130 cm l'S, locker, ungleichmäßig; vorwiegend braun und grau; keine Sulfidspuren, kalkfrei	CaSd — 95 cm tL, stark kalkhaltig, marmoriert: vorwiegend braun mit grauen Flecken

Aber auch in diesem Falle ist bei 1) die Vernässung nicht durch aufsteigendes Grundwasser erfolgt, sondern durch gestautes Niederschlagswasser oberhalb des dichtlagernden Sd Bv_2-Horizonts. Als Stauhorizont wirkt sich lehmiges und sandig-lehmiges, dicht lagerndes Terrassenmaterial aus, das unter einer wechselnd mächtigen, sandigen Flugsanddecke liegt. In länger anhaltenden Regenperioden kann sich auf diesen Stauhorizonten von den Seiten her

das versickerte Niederschlagswasser in solche Gelände-Mulden hineinbewegen und hier bis zum Austreten von Oberflächenwasser führen.
Ähnliche Beobachtungen konnten auch an einigen Spargelausfall-Stellen in den Gemeinden St. Leon und Rot gemacht werden, wie sie auch M. STAHL (S. 363) beschreibt. Die Bodenprofile zeigen hier einige Verdichtungs- und Luftmangelsymptome im Wurzelbereich bis zu 60 cm unter Gelände. Charakteristisch für diesen Krankheitstyp ist, daß immer nur einzelne Pflanzen geschädigt sind und sich keine deutlichen Befallsschwerpunkte erkennen lassen wie in den Hauptbefallsgebieten der Erkrankung.

3.3 Staunässe infolge ‚hängender Menisken'

Ein aktueller Staunässeschaden ist außerdem anzunehmen in einigen Terrassensand-Befallsgebieten mit starkem Körnungswechsel im Untergrund. Wo z. B. kiesiger Sand unter Sand oder lehmigem Sand liegt, kann im Grenzbereich der kleinen Poren über größeren der Oberflächenspannungseffekt „hängender Menisken" eintreten — wie beim hängenden Tropfen unterm Wasserhahn. Dadurch kann eine zeitweilige Vernässung und bei Austrocknung dieses hängenden Wassers Kalkanreicherung eintreten. Diese Nässegefährdung tritt demnach besonders auf bei stärkeren Niederschlägen nach völliger Austrocknung des grobkörnigeren Untergrundes, in welchem sich nun Luftpolster bilden, die ein schnelles Versickern in diesem Grenzzonenbereich verschiedener Porengrößen behindern.
Da dieselben Standorte gleichzeitig eine sehr geringe Wasserkapazität aufweisen, sind sie — wie die meisten Staunässeböden — in Trockenzeiten dürregefährdet. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle dürfte sogar der ökologische Schadfaktor Vernässung zurücktreten im Vergleich zur viel stärkeren Gefahr durch Austrocknung der extrem tonarmen Terrassensande.

3.4 Besondere chemische Schadwirkungen

Die Schadanfälligkeit insbesondere der Standorte mit hängenden Menisken (vgl. 3.3) wird Untergrund im verstärkt durch den krassen Wechsel des chemischen Substrats: hoher Ca CO_3-Gehalt gegenüber niedrigen pH-Werten der oberen Bodenhorizonte. Häufig tritt beim Beträufeln dieses Materials mit 10%iger Salzsäure Schwefelwasserstoff auf, z. T. sogar so stark, daß das Gas bereits am Geruch deutlich wahrnehmbar ist. Die Befallsneigung kann an solchen Standorten erheblich sein. Auch schreitet die Ausbreitung der Wurzelfäule relativ schnell fort. In anderen Profilen ist die Schwefelwasserstoffreaktion auch im B-Horizont bereits bemerkbar. Dabei zeigt sich, daß bei ganz ähnlichem Profilaufbau und auch gleichzeitigem Auftreten von Schwefelwasserstoff bestimmte Standorte dennoch befallsfrei sind. Der wesentliche Standorts-Unterschied der gesunden Standorte besteht in der Anwesenheit der z. T. dünnen Lehmbänder im unteren Bereich der Wurzelzone. Wir können annehmen, daß diese Bänder die Wurzeln des Spargels auch weitgehend gegen diese pflanzenschädlichen chemischen Prozesse abschirmen. Nähere Einzelheiten — auch über eine Feldmethode der H_2S-Ermittlung — berichteten SCHOLL und GEHLKER (1973).
Wenn bei fortlaufender Produktion von Schwefelwasserstoff dieser auch in die Rhizosphäre der Spargelpflanzen gelangt, kann es infolge Blockierung der schwermetallhaltigen Transportfermente zu einer mehr oder weniger starken Schädigung der Pflanzen kommen, die sich im Laufe der Zeit weiter ausbreitet. Im Gefolge dieses Streßzustandes, in welchen die Pflanze gelangt, können Infektionen verschiedenster Art stattfinden, u. a. die erwähnten Fusarium-Infektionen, die sich in Form der Wurzelfäule äußern.

3.5 Abweichungen vom großflächigen Erscheinungsbild

Bei den gesamten Profil-Untersuchungen konnten nur zwei Sonderfälle beobachtet werden. Ein Krankheitsherd auf einer Sand-Parabraunerde mit gut ausgebildeten Lehmbändern und dadurch ausreichender Wasserspeicherfähigkeit gab Veranlassung zu einer besonderen mykologischen Untersuchung durch M. STAHL. Dabei zeigte es sich, daß hier ein vollkommen

anderer und ausgesprochen seltener Schwäche-Krankheitstyp vorliegt: Befall durch *Zopfia rhizophila*.
Eine Anlage mit starken Bodenverdichtungen schwach lehmiger Sande infolge Tiefbaumaßnahmen, die zu Reduktionserscheinungen im Anschluß an den tief untergebrachten, stark verfestigten Mutterboden geführt hatten, wurde auf Befallsanfälligkeit untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß an dieser Stelle bei dem ortsüblichen Spargelanbauverfahren sich die Nachwirkung solcher Verdichtungen in einigen Jahren verliert und nicht zu sekundärparasitären Erkrankungen führen muß.

4. Schätzungen des Wasserhaushaltes

Da kein Labor für bodenphysikalische Wasserhaushaltungsuntersuchungen zur Verfügung stand, mußte eine Schätzung der nutzbaren Boden-Wasserspeicherleistung aus den profilmorphologischen Aufnahmen abgeleitet werden, deren Ansprache durch zahlreiche Schlämmanalysen und Kohlenstoffbestimmungen belegt wurde.
Dabei wurde methodisch nach SCHLICHTING und BLUME (1966, S. 36) verfahren, wobei als vielfach geprüfte Erfahrungswerte den einzelnen Bodenarten jeweils bestimmte Volumanteile Wasser zugeordnet und dabei Zuschläge für Humusgehalte und Abschläge für Kies- und Steinanteile berücksichtigt werden. Für die Dichtlagerung wird bei lehmigen Böden ein Abzug, bei sandigen Böden ein Zuschlag um jeweils eine Stufe gegeben. Unter Anwendung dieser Erfahrungs-Richtwerte wurde an 53 typischen Bodenprofilen aus allen Anbau- und Befalls-Gebieten, die Speicherleistung des Bodens bis zu 100 cm unter Gelände errechnet und jeweils in Beziehung zum Grad des Krankheitsbefalls gebracht.
Da diese Übersicht keine statistische Sicherung erarbeiten soll, wurde darauf verzichtet, alle Böden bzw. Lagen mit der gleichen Zahl von Beispielen repräsentativ zu belegen. Insbesondere sind daher die typischen Gesundlagen sowie die Zentren der Erkrankung für eine statistische Wertung unterrepräsentiert. Da sich bei Bohrstock-Kartierungen diese Beziehungen im Gelände immer wieder bestätigten, wäre es leicht, — wenn auch unergiebig — die Zahl dieser Profile zu erhöhen und so eine noch engere Korrelation zu erreichen.
Bei der Auswertung wurden je zwei Gruppen (I und II) getrennt behandelt, je nach dem Vorhandensein oder Fehlen von periodischer Nässe im Unterboden. Empirisch erwiesen sich als sinnvoll die Abgrenzung von:

2 Schwellenwerte für die Speicherleistung (nutzbares Wasser)

etwa 130 mm und mehr:	gesunde Lagen;
weniger als etwa 105—110 mm:	stark gefährdet.

Bei letzterem ergibt sich noch eine Differenzierung je nach Vorhandensein oder Fehlen der in Kap. 2.2 und 3. erwähnten Parabraunerde-Lehmbänder in 100 bis 150 cm Tiefe. Die relativ hohe Wasserkapazität und niedrige Wasserleitfähigkeit solcher Bänder-Profile wurde durch BLUME, MÜNNICH und ZIMMERMANN (S. 240—242) an einem vergleichbaren Profil nachgewiesen. Auch KÖHLER (1969, S. 90) stellte bei seinen Untersuchungen die Bedeutung dieser Schluff- und Tonbänder für die Pflanze zur Versorgung mit versickerndem Niederschlagswasser heraus. Er ermittelte jeweils folgende Kf-Werte:

ohne Bänder	100 cm/Tag	keine Pflanzenversorgung
mit Bändern	20—30 cm/Tag	2—4 Tage Pflanzenversorgung.

Als notwendige Mindestrücklage ohne Schädigung für Dauerkulturen nimmt KÖHLER (S. 69) im benachbarten Gebiet eine Speicherleistung von 120—140 mm Niederschlägen an. Er geht dabei von Durchwurzelungstiefen bei sandigen Böden von maximal 70 cm aus. Nach unserem Ergebnis vieler Aufgrabungen im Gebiet ist zwar die Hauptwurzelzone bei etwa 65 cm zu Ende, jedoch wurden überall noch Spargelwurzeln in 90 bis 100 cm Tiefe angetroffen, an

Übersicht 3

Die untersuchten Bodenprofile und Erkrankungsstadien

TYP	Nutzbare Wasser-**Speicherleistung** l/m² (= mm Regen) Hauptwurzelraum in 0—100 cm Profiltiefe	Besonderheiten unterhalb von 100—150 cm Profiltiefe	Gruppe I Gesamter Wurzelraum ohne Wasserregime			Gruppe II Unterer Wurzelraum greift zeitweise ein in Stau-, Grundwasser- oder Ca-Horizonte *		
				Erkrankung			Erkrankung	
			gesunde Lagen	schwächer (z. T. Rand)	stark (Zentrum)	gesunde Lagen	schwächer (z. T. Rand)	stark (Zentrum)
			Zahl der Bodenprofile					
A	130	rel. gut wasserhaltend	5	—	—	4+	—	1**
B	105—120	Lehmbänder	11	1++	—	—	—	—
C	115—120	keine Lehmbänder	—	—	—	1 x	5	2
D	110	sehr geringe Tongehalte	—	6	4	4 x	4	5
	Zahl der Profile (insgesamt 53)		16	7	4	9	9	8
	Verteilung in %		30	31	8	17	17	15

* meist infolge hängender Menisken bei Schichtwechsel mit starker Zunahme der Korn- und Porengrößen; überwiegend im Ca-Horizont mit Sulfiden
** Stauhorizont bis in 40 cm unter Flur reichend
\+ davon zwei ausgeprägte Gleyböden (Tiefgestade)
++ Sondertyp: *Zopfia*-Befall
x vollkommen gesundes Spargelanbaugebiet

gesunden Standorten z. T. noch darunter. Ähnliches wird auch in der Literaturübersicht von FRITZ berichtet, der sich vor allem auf BECKER-DILLINGEN und niederländische Untersuchungen stützt. Dort wird gleichfalls der Hauptwurzelraum von 25—60 cm bzw. 30—70 cm angegeben. Geringe Wurzelmengen wurden hiernach bis 120 cm bzw. 115 cm, gelegentlich bis 170 cm und vereinzelt sogar bis 3—4—6 m Tiefe angetroffen, was vereinzelt auch durch Beobachtungen an Baugruben im Untersuchungsgebiet bestätigt werden kann. Die tief reichenden Wurzeln liefern in Trockenzeiten und zur Zeit der höchsten Transpiration eine nicht unbeträchtliche Reserve, wie vor allem der Typ B in der Übersicht 3 zeigt. Die dargestellte Abhängigkeit der Erkrankung vom Bodentyp und seiner Wasserspeicherleistung wird in der Gruppe I (Parabraunerden und Sand-Braunerden) besonders klar demonstriert. Auch in der Gruppe II bestätigt sich dies — von einem extremen Einzelfall abgesehen mit Stauwasserschäden im Wurzelstockniveau — in der relativ geringsten Anfälligkeit bei guter Wasserversorgung. Auch die zunehmende Häufung der Krankheitsfälle auf leichteren Böden ist hier der Tendenz nach wiederzuerkennen, wenn auch verwischt durch andere Faktoren, von denen insbesondere die chemische Wurzelschädigung während bestimmter Feuchtphasen im Unterboden eine Rolle spielen dürfte.
Bei den Berechnungen der Wasserspeicherleistung von Böden ist zu berücksichtigen, daß es sich um eine Berechnung über die gesamte Vegetationsperiode handelt. Entscheidend für die Beurteilung wird der Spitzenbedarf der Verdunstung sein, hervorgerufen durch Trocken- oder Feuchtperioden. Die zeitliche quantitative Veränderung des Speichergliedes bestimmt die Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum (v. MÜLLER). Die Haupt-Aufnahme erfolgt im Juli—August, so daß Welkeerscheinungen zu diesem Zeitpunkt besonders bedenklich sind (vgl. GEHLKER und SCHOLL, 1974).

5. Ackerunkrautgesellschaften in Beziehung zur Wurzelfäule

Parallel mit den bodenmorphologischen Aufnahmen und Kartierungen wurden auch die Ackerunkrautgesellschaften verglichen. Die Vegetationsaufnahmen waren häufig fragmentarisch aus verschiedenen Gründen:

a) Eine Artenverarmung durch Unkrautbekämpfungsmaßnahmen wurde im benachbarten, in vielfacher Hinsicht vergleichbaren Gebiet von TRENTEPOHL 1956 bereits herausgestellt. Wie auch wieder PHILIPPI 1972 betont, ist sie weiter fortgeschritten. Insbesondere die Kennarten der Assoziationen und Verbände sind davon betroffen, so daß vielfach die Vegetationskartierung auf Trennarten-Kombinationen angewiesen ist.
b) Da das untersuchungs-methodische Schwergewicht auf Wurzelfäule-Standorte und nicht auf gut charakterisierte und ökologisch einfach zu deutende pflanzensoziologische Einheiten gerichtet war, mußten teilweise die Aufnahmeflächen, z. B. von Befallszentren, relativ klein gehalten werden, während Bodenuntersuchungen auch an artenarmen Standorten erfolgten.

Eine Auswertung der eigenen Beobachtungen war dennoch ohne Schwierigkeiten möglich, nachdem die systematischen Vorarbeiten in Verbindung mit einer Vegetationskartierung vom gleichen Untersuchungsraum vorlagen. In der Übersicht 4 werden die untersuchten Spargelstandorte, ihre vegetationskundliche Definition und Abgrenzung in Beziehung zur Ökologie und zur Spargel-Wurzelfäule dargestellt. Auch einige Grenzstandorte des Spargelanbaus wurden einbezogen.
Gegenüber der Arbeit von PHILIPPI konnte in den Gebieten von Hochstetten und Oberhausen in der Bluthirse-Gesellschaft (Panico sanguinalis-Galinsogetum) noch eine *Sclerantus*-Variante (Lfd. Nr. 1) ergänzt werden auf besonders grobsandigen, sauren Böden. Besonders Knäuel (*Scleranthus annuus*), Bluthirse und Reiherschnabel *(Erodium cicutarium)* sind sehr trockenresistent und wärmeliebend, jedoch gleichzeitig empfindlich gegen Staunässe und Wechselfeuchtigkeit. Auffällig ist oft das Massenvorkommen von Bluthirse und manchmal auch von Franzosenkraut *(Galinsoga parviflora)* in Befallszentren. Demgegenüber fehlen dort alle Nässe-

Übersicht 4.

Ökologisch-pflanzensoziologische Übersicht von Spargeläckern und ihrer Wurzelfäule-Befallsgefährdung (unter vergleichender Verwendung von OBERDORFER 1970, TRENTEPOHL 1956 und vor allem PHILIPPI 1972)

Laufende Nr.		1	2	3	4	5	6
Wurzelfäule-Befall des Spargels		Stark gefährdet (schnelle Ausbreitung)		schwächer gefährdet . . . (langsame Ausbreitung)		wenig gefährdet	gesund (selten Ausfall)
Vorkommen und Ökologie der Unkrautgesellschaften		Kalkarme Sande sehr hoher Wasserleitfähigkeit			Kalkarme Sande mit verbesserter Wasserkapazität durch Horizonte an lehmiger bis lehmiger Sande		
		z. T. besonders grobsandig, sauer	—	humos, Nitrifikation (NH_4-Düngung)	—	frisch	humos, Nitrifikation (NH_4-Düngung)
Pflanzensoziologische Systematik: (mit Trennarten)	Ordnung:	Eragrostietalia J. Tx. 1961* (Wärmeliebende Hackunkrautgesellschaften)					
	Ass.	Panico sanguinali — Galinsogetum BECKER 1941 (Bluthirse-Gesellschaft)					
		Panicum sanguinale *Galinsoga parviflora* } dominierend		*Lamium amplexicaule*, *Setaria viridis*, *Spergula arvensis*, *Portulaca oleracea* (gelegentlich)			
	Subass.	typisch			*Mercurialis* annua, *Lamium purpureum* *Polygonum* persicaria		
	Ausbildung:	*Sclerantus annuus* *Rumex acetosella* (*Panicum ischaemum*)	typisch	Urtica urens *Panicum crus-galli* (*Lamium purpureum*) (*Stellaria media* — Teppich)	typisch	*Equisetum arvense* *Raphanus raphanistrum* (Moosrasen)	*Urtica urens* *Panicum crus-galli*

* Im Raume Schwetzingen kommt auf kalkreichen Dünensanden in Spargeläckern eine weitere Assoziation vor, das submediterrane Panico—Eragrostietum Tx. 1950. Da die Wurzelfäule in diesem Gebiet von nur untergeordneter Bedeutung ist, wurden Beobachtungen in dieser Gesellschaft nur vereinzelt durchgeführt.

Laufende Nr.		7	8	9	10	11	12
Wurzelfäule-Befall des Spargels		gesund (selten Ausfälle)	gesund	gesund (vereinzelt anfällig)	Spargelanbau selten	kein Spargelanbau beobachtet	gesund (wenig Spargelanbau)
Vorkommen und Ökologie der Unkrautgesellschaften		lehmige Sande bis sandige Lehme der Niederterrasse (Hochgestade)				sandiges bis lehmiges kalkhaltiges Alluvium des Rheintals	
		trocken	frisch bis trocken	frisch	frisch bis feucht (Flußtäler, Mulden u. ä.)	frisch bis feucht	trocken bis frisch
Pflanzensoziologische Systematik: (mit Trennarten)	Ordn.:	Polygono-Chenopodietalia J. Tx. 1961 (Hackunkrautgesellschaften)					
	Ass.:	Setario-Veronicetum politae OBERDORFER 1957 (Glanzehrenpreis-Gesellschaft) Trennarten gegen Panico-Galinsogetum: *Veronica persica*, *Sonchus asper*, *Anagallis arvensis*, *Mercurialis annua*-Massenentfaltung, *Sinapis arvensis*, *Alopecurus myosuroides*. Ordnungs- und Verbandskennarten gering stetig					
	Subass.:	*Stenophragma thaliana* *Erodium cicutarium* *Panicum sanguinale*	typisch			*Euphorbia peplus* *Erucastrum gallicum* *Sonchus arvensis*	
	Ausbildung:	typisch	typisch	*Equisetum arvense*, *Plantago major*			
				typisch	*Oxalis stricta*, *Ranunculus repens*, *Mentha arvensis*		typisch
						Polygonum amphibium f. *terrestre* *Symphytum officinale* *Stachys palustris*	

zeiger wie Ackerminze *(Mentha arvensis)*, Wasserpfeffer-Knöterich *(Polygonum hydropiper)* und selbst Zeiger für Bodenverdichtungen wie Breitwegerich *(Plantago major)*, Ackerschachtelhalm *(Equisetum arvense)* oder Sumpfruhrkraut *(Gnaphalium uliginosum)*.
Auffällig ist andererseits, wie mit dem Auftreten anspruchsvollerer Arten die Befallsgefährdung abnimmt (vgl. die ldf. Nr. 4—7, 8—12). Dies zeigt sich vor allem mit zunehmendem Tongehalt und besser gesicherter Wasserversorgung im jeweiligen Übergreifen von Arten der Glanzehrenpreis-Gesellschaft (lfd. Nr. 7—12). Kennzeichnend für gesundere Lagen in der Bluthirse-Gesellschaft sind Arten mit einem höheren Wasserbedürfnis wie z. B. Persischer Ehrenpreis *(Veronica persica)*, die ihre Hauptentwicklung in feuchteren Übergangszeiten nehmen. Auch das Bingelkraut *(Mercurialis annua)* stellt gewisse Ansprüche an die Wasserhaltefähigkeit des Bodens, gilt aber auch als Stickstoff- und Bodengarezeiger, ebenso die Rote Taubnessel *(Lamium purpureum)*. — Durch Zufuhr von organischer Substanz (Düngung) und durch verstärkte Nitrifikation ausgezeichnet sind Standorte mit Kleiner Brennessel *(Urtica urens)* oder Hühnerhirse *(Panicum crus-galli)*, oft auch schon bei üppigem Vogelmiere-Teppich *(Stellaria media)*. Diese Lagen erscheinen gleichfalls deutlich gesunder. — Am gesundesten sind Spargeläcker in der gleichfalls noch wärmeliebenden Glanzehrenpreis-Gesellschaft *(Setario-Veronicetum politae)*, und zwar zunehmend besser mit dem Auftreten der anspruchsvollen Ordnungs- und Verbandskennarten (lfd. Nr. 8 und 9). Infolge geringer Artenzahlen ist diese Gesellschaft im Gelände noch schwächer charakterisiert als die Bluthirse-Gesellschaft.

6. Nutzungsfehler

Wenn unter gleichen natürlichen Standortsverhältnissen und vergleichbarer parasitärer Situation die eine Anlage langjährig Höchsterträge bringt und trotz geringen Schadpilzbefalls gesund bleibt, die Nachbaranlagen dagegen stark erkrankt sind, werden Nutzungsfehler besonders deutlich.

6.1 Ergebnisse der chemischen Kern-Nährstoffanalysen

Die Untersuchung von Kalium und Phosphorsäure läßt bei erkrankten Anlagen die Tendenz zu etwas höheren (jedoch keinesfalls zu hohen) Werten erkennen. Deutlicher ist jedoch in erkrankten Anlagen der Magnesium-Mangel und das zu weite K:Mg-Verhältnis. Infolge des häufig hier vor dem Spargelanbau betriebenen Tabakbaus ist mit einer Mg-Verarmung durch diese stark zehrende Kultur zu rechnen.
Auch die pH-Werte liegen in Erkrankungszentren häufig unter dem in gesunden Anlagen (vgl. im einzelnen Scholl und Gehlker 1973).

6.2 Humusversorgung und Bodenbearbeitung

M. Stahl stellte bei mykologischen Untersuchungen fest, daß eine gute Humusversorgung des Bodens den Krankheitsbefall hemmt. Auch Reinmuth (1967) beschreibt eine Reihe von biologischen Prozessen, wo bei guter Humusversorgung das Abwehrvermögen von Böden gegenüber Krankheitserregern verschiedenster Art zum Ausdruck kommt. Pflanzensoziologisch weisen Varianten mit Nitrifizierungs- und Gareanzeigern wie z. B. *Urtica urens* auf Gesundlagen hin. Auch durch Vorkommen von Röhren und Losung von Regenwürmern *(Lumbricus terrestris)* zeichnen sich gesunde Spargelanlagen vor Befallszonen aus.
Bei der Auswertung unserer Bodenanalysen ergab sich bei allen Proben der Bodenarten Sand bis lehmiger Sand (im humosen Wurzelraum):

weniger als 0,9% C stark krankheitsgefährdet
mehr als 1,15% C kaum krankheitsgefährdet.

Die günstige Humuswirkung ist sehr komplexer Natur. Außer den vielen bodenbiologischen Direktwirkungen dürften vor allem die Erhöhung der Wasserkapazität, die verbesserte Pufferung und Nährstoffversorgung eine wesentliche Rolle spielen. Die Gunst des Klimas, die

geringe Lagerungsdichte der Böden, die im Spargelanbau üblichen hohen N-Gaben (250 bis 300 kg/ha) und vor allem die beim Spargelanbau besonders intensive Bodendurchlüftung bei tiefgreifenden Bearbeitungsgängen bewirken jedoch einen starken biologischen Verbrauch der Humussubstanz des Bodens. Über praktische Auswirkungen berichten GEHLKER und SCHOLL 1974.

6.3 Lebensalter und Nutzungsintensität

Vom Gesichtspunkt einer Humussteigerung und Humuserhaltung aus betrachtet — ist demnach eine möglichst lange Lebensdauer der Spargelkultur erwünscht. Der durch Ausfälle und Ertragsschwächungen z. Z. sich anbahnende immer kürzere Lebensrhythmus ist nicht nur unwirtschaftlich, sondern bedeutet einen gefährlichen Circulus vitiosus. Bezeichnenderweise ist, wie bereits M. STAHL berichtet, im ältesten nordbadischen Spargelanbaugebiet Schwetzingen bei oft nur dreijähriger Anbaupause ein Absterben der Spargelstöcke weniger bekannt, während in den Hauptbefallsgebieten trotz einer Zwischennutzung von 10 Jahren oft schon vom 3. Jahr an die ersten Schäden auftreten (vgl. GEHLKER und SCHOLL, 1974).

Zusammenfassung

Die Wurzelfäule des Spargels, eine im Rheintal zunehmende Pilzerkrankung *(Fusarium)*, wird veranlaßt bzw. gefördert durch bodenbedingte Wuchsstörungen verschiedenster Art, die teils unabhängig voneinander, oftmals jedoch gleichzeitig Konstitutionsschwächungen der Spargelpflanzen verursachen:

1. Eine Wasserspeicherleistung des Hauptwurzelraumes (bis zu 100 cm) von weniger als etwa 105 mm (geschätzt) gilt als stark gefährdete, ab etwa 130 mm als gesunde Lage. Geringfügig höhere Tongehalte und das Vorkommen von Bänder-B-Horizonten von Sand-Parabraunerden noch in 100—150 cm u. G. wirken deutlich befallsmindernd.
2. Staunässe in Verbindung mit anaerobem Milieu als Krankheitsursache ist in einigen Fällen anzunehmen: Insbesondere dort, wo schichtungsbedingt starke Unterschiede der Porengrößen hängende Menisken des Sickerwassers entstehen lassen. Gleichzeitig reicht hier meist jedoch in Trockenzeiten die Wasserspeicherleistung des Bodens nicht aus.
3. Vielfach treten im wurzelerreichbaren Untergrund befallsgefährdeter Flächen Sulfide und H_2S-Reaktionen auf, die im Felde ermittelt wurden. Durch Bänder-B-Horizonte im Untergrund wird ihre Schadwirkung stark eingeschränkt.
4. Humusgehalte von weniger als 0,9% C führen zu starker Gefährdung; Flächen mit mehr als 1,15% C sind kaum gefährdet.
5. Nur Magnesium ist unter den essentiellen Mineralstoffen bei Befallsgefährdung deutlich im Mangel, der begleitet wird von einer ungünstigen Aufweitung des K:Mg-Verhältnisses. Auch der pH-Wert erscheint in Befallslagen oftmals als zu niedrig.

Eine unterschiedliche Befallsgefährdung der Bodenarten sowie verschiedener Eutrophierungsgrade drückt sich auch in der pflanzensoziologischen Gliederung aus: Stark gefährdet ist die typische Subassoziation des Panico sanguinalis-Galin-sogetum, zunehmend weniger die Subassoziation von *Mercurialis annua* und das Setario-Veronicetum politae. Außerdem sind jeweils die Varianten von *Urtica urens* (mit höherem Humusspiegel) weniger gefährdet.

Literatur

BLUME, H. P., K. O. MÜNNICH und U. ZIMMERMANN, 1968: Untersuchungen der lateralen Wasserbewegung in ungesättigten Böden. — Zeitschr. Pflanzenernährung und Bodenkunde (Weinheim) 121, 3, 240—244.

BOCHOW, H., 1958: Einflüsse verschiedener Kompostgaben auf den Herniebefall. — Phytopathol. Zeitschr. (Berlin—Hamburg) 33, 127—134.

BOYER, J. S., 1973: Response of metabolism to low water potentials in plants. — Symposion on water stress: Pathogenic induction and influence on metabolism and disease development, Mexico, 4. Aug. 1972. — Phytopathology 63,4.

BRAUN, H., 1962: Standort und Pflanzengesundheit. — Arbeitsgemeinschaft f. Forschungen des Landes Nordrhein-Westfalen (Köln) 108, 53—98.

BRAUN, H., 1966: Pflanzengesundheit und Standort. — Bild der Wissenschaft (Stuttgart) 7, 567—576.

COOK, R. J., 1973: Influence of low plant and soil water potentials on deseases caused by soilborne fungi. — Symposion on water stress: Pathogenic induction and influence on metabolism and disease development. Mexico, 7. Aug. 1972. — Phytopathology 63, 4.

DUNIWAY, J. M., 1973: Pathogen-induced changes in host water relations. Symposion on water stress: Pathogenic induction and influence on metabolism and disease development. Mexico 7. Aug. 1972. — Phytopathology 63, 4.

DURBIN, R. D., 1973: Introductory remarks. — Symposion on water stress: Pathogenic induction and influence on metabolism and disease development, Mexico, 7. Aug. 1972. — Phytopathology 63, 4.

FRITZ, D., 1965: Probleme der Spargeldüngung — Einfluß der Nährstoffe und ihrer zeitlichen Verabreichung auf Menge und Güte der Ware. — Literaturreferat am 13. 9. 1965. Vervielfält. Mskr. d. Fachgruppe Qualitätsermittlung des Verbandes der LUFA, Heidelberg.

FUCHS, W. H., 1966: Der Standort in der Sicht des Pflanzenschutzes. — Schriftenreihe Forsch. rat. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hiltrup) 1.

GEHLKER, H. und W. SCHOLL, 1974: Ökologische Ursachen und Anbauprobleme bei der parasitären Spargel-Wurzelfäule. — Zeitschr. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz (Stuttgart) *81*; Heft 6/7

GROSSMANN, F., 1967: Gründüngung als Pflanzenschutzmaßnahme. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (Stuttgart) 74, 143ff.

KÖHLER, H.-J., 1969: Beurteilung der zu erwartenden Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung auf die landwirtschaftliche Nutzung. Dargestellt am Beispiel des Planungsgebietes der Fernwasserversorgung Rheintal. — Diss. TU Berlin.

MÜLLER, A. v., 1967: Bayer. landwirtschaftl. Jahrbuch (München) 44, 131 (zit. nach KÖHLER).

OBERDORFER, E., 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 3. erw. Aufl. — Stuttgart, 987 S.

PHILIPPI, G., 1972: Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25000, Blatt 6617 Schwetzingen. — Stuttgart, 60 S.

REINMUTH, E., 1963: Die Bedeutung des Wasserfaktors in phyto-pathologischer Sicht. — Wiss. Zeitschr. Univ. Rostock, Math.-nat. R. 12.

REINMUTH, E., 1968: Die Beeinflussung des antiphytogenen Potentials (a. P.) des Bodens durch organische Düngung und Vorfrucht. — Pflanzenschutzber. Wien 38, 1/2 (1967).

SCHAFFNIT, E. und P. NEUMANN, 1953: Einflüsse biotischer und abiotischer Umweltfaktoren auf die Infektion der Pflanze durch Bodenparasiten. — Zeitschr. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (Stuttgart) xxx 529—548.

SCHLICHTING, E. und H. P. BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum. — Hamburg u. Berlin.

SCHMITHÜSEN, J., 1968: Allgemeine Vegetationsgeographie, 3. Aufl., Berlin, 463 S.

SCHOLL, W. und H. GEHLKER, 1973: Boden- und Standortuntersuchungen zur Klärung der Ursache der Wurzelfäule des Spargels. — Landwirtschaftl. Forschung (Frankfurt/M.) 28, 1 (Sonderheft), 40—45.

STAHL, M., 1970: Die Wurzelfäule des Spargels. — Zeitschr. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz (Stuttgart) 77, 7, 353—367.

TRENTEPOHL, M., 1956: Acker-Unkrautgesellschaften westlich von Darmstadt. — Schriftenreihe Naturschutzst. Darmstadt 3, 3, 151—206.

TÜXEN, R., 1939: Pflanzensoziologie und Bodenkunde in ihrer Bedeutung für die Ur- und Frühgeschichte. — In: G. SCHWANTES, Urgeschichtsstudien beiderseits der Niederelbe, Hildesheim. S. 18—37.

TÜXEN, R., 1957: Die Schrift des Bodens. — Angew. Pflanzensoziologie (Stolzenau) 14, 41 S.

WOLKEWITZ, H. und K.-J. KÖHLER, 1968: Die Auswirkung der Grundwassersenkung im Rahmen der Fernwasserversorgung Rheintal auf die landwirtschaftliche Nutzung. — Unveröff. Gutachten Innenminist. Baden-Württemberg, Stuttgart.

Karten, Pläne und hydrologische Diagramme

Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden, herausgegeben von der Großherzoglich-badischen Landesanstalt. Blätter 30, 39, 40, 45.
Bodenkarten 1:5000 des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg (Freiburg). Erarbeitet aus den Karten der Reichsbodenschätzung.
Karten der Reichsbodenschätzung des Finanzamtes Heidelberg.
Grundwasserhöhenplan 1:100 000 und Grundwasserpegelkurven aller Pegel im Einzugsgebiet; herausgegeben von der Landesanstalt für Gewässerkunde Baden-Württemberg, Karlsruhe.

Anschrift des Verfassers:

ORLR Dr. H. Gehlker, Regierungspräsidium Stuttgart, Referat Pflanzliche Erzeugung
(Leiter RLD Dr. Spahr), 7 Stuttgart, Postfach 299

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Gehlker H.

Artikel/Article: Ökologie und Parasitismus - am Beispiel der Spargel-Wurzelfäule im Rheintal 113-127