

Johannes Hallmann^{1,*}, Andrea Quadt-Hallmann², Günther Deml¹

Julius Kühn und die Kulturpflanzen: Ein historischer Überblick seiner Arbeiten anlässlich des 100sten Todestages

Julius Kühn and cultivated crops: A historical review of his work commemorating the 100 anniversary of his death

Zusammenfassung

Am 14. April 1910 verstarb der Landwirt und Wissenschaftler Prof. Dr. JULIUS KÜHN in Halle (Saale). Sein ungeheurer Schaffensdrang, seine immerwährende Arbeitslust aber auch unendliche Herzensgüte machten ihn zu einer herausragenden Persönlichkeit und zum Vorbild tausender Studenten, die ihn liebevoll „Vater KÜHN“ nannten. Er gilt als Begründer des agrarwissenschaftlichen Studiums, hat die „Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte“ aufgebaut, sich für die Gründung pflanzenpathologischer Anstalten – quasi der Vorgängerorganisation des Julius Kühn-Instituts – eingesetzt und schuf mit der „Versuchsstation für Nematodenvertilgung Halle“ den Vorläufer des amtlichen Pflanzenschutzdienstes in Deutschland. Damit hatte JULIUS KÜHN die erforderlichen Strukturen geschaffen, landwirtschaftliche Forschung zu betreiben, Lösungen zu erarbeiten und diese in der Praxis zu etablieren. Wie kaum ein Zweiter hat JULIUS KÜHN die landwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland vorangetrieben. Unter anderem etablierte er das landwirtschaftliche Versuchswesen, führte die Drillsaat in Schlesien ein, erkannte in dem Rübenzystemnematoden *Heterodera schachtii* den wahren Verursacher der Rübenmüdigkeit und beschrieb bedeutende Schaderreger, wie *Ditylenchus dipsaci* und *Rhizoctonia solani*. Sein wegweisendes Werk 'Die Krank-

heiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung' gilt als das weltweit erste phytomedizinische Lehrbuch. Bis heute werden die Arbeiten JULIUS KÜHNS in verschiedensten Institutionen fortgeführt, so auch im Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, dessen Namensgeber er ist. Anlässlich des 100sten Todestages von JULIUS KÜHN soll dieser Beitrag an seine wegweisenden Arbeiten auf dem Gebiet der Kulturpflanzen erinnern.

Stichwörter: *Ditylenchus dipsaci*, pilzliche Schaderreger, *Rhizoctonia solani*, Rübenmüdigkeit

Abstract

On April 14, 1910 the farmer and scientist Prof. Dr. JULIUS KÜHN passed away in Halle, Germany. His enormous scientific productivity and creativity along with his ongoing enthusiasm and kind-heartedness made him an outstanding personality and an archetype for thousands of his students which called him fondly "Father KÜHN". He established agricultural sciences at the university, co-launched the "Institute for inspection of agricultural machinery and equipments", postulated the need for phytopathological institutes – such as the Julius Kühn-Institut – and established the "Experimental Station of Nematode Control Halle", predecessor of the Plant Protection Service in Germany. Hence, JULIUS KÜHN created

* Julius Kühn-Preisträger der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft

Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Münster und Braunschweig¹
Schleibiek 29, 48301 Nottuln²

Kontaktanschrift

PD Dr. Johannes Hallmann, Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Toppeideweg 88, 48161 Münster, E-Mail: johannes.hallmann@jki.bund.de

Zur Veröffentlichung angenommen

März 2010

the infrastructure to study the mechanisms of modern agriculture, develop solutions and established them in praxis. Unlike any other person, JULIUS KÜHN promoted agricultural development in Germany. He established modern field experimentation, introduced the drill seed technology in Silesia, discovered the beet cyst nematode as origin of the beet replant disease and described important plant pathogens such as *Ditylenchus dipsaci* and *Rhizoctonia solani*. His great work 'Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung' is considered to be the first text book in phytopathology worldwide. Today, his work is continued by several institutions such as the Julius Kühn-Institut, Federal Research Institute for Cultivated Plants, which is carrying on his name. The 100 year anniversary of his death is commemorated by reviewing some of his pioneering research on cultivated plants.

Key words: *Ditylenchus dipsaci*, fungal pathogens, *Rhizoctonia solani*, beet replant disease

1 Einleitung

JULIUS KÜHN (1825–1910) hat als Begründer und Gestalter des Universitätsstudiums der Agrarwissenschaften in Deutschland die Landwirtschaft auf eine wissenschaftliche Basis gestellt und somit entschieden dazu beigetragen, dass die landwirtschaftliche Produktion mit dem Bevölkerungswachstum Schritt halten konnte. Sein bahnbrechendes Werk ‚Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung‘ machten ihn zum Begründer der modernen Phytopathologie. Mit Hilfe akkurat durchgeführter Versuche und ausgiebiger mikroskopischer Betrachtung wies er nach, dass die Krankheiten der Kulturgewächse durch unabhängige pflanzliche (z.B. Pilze) oder tierische (z.B. Nematoden, Insekten, Milben) Schaderreger verursacht werden und somit nicht, wie bisher geglaubt, eine Erkrankung des pflanzlichen Gewebes darstellen oder das Ergebnis überirdischer Kräfte („Urzeugung“) sind. Damit war der Weg bereitet für ein intensives Studium der Biologie der Schaderreger und die Entwicklung von Gegenmaßnahmen. Aber auch in vielen anderen Gebieten der Landwirtschaft hinterließ er seine Spuren, ob bei der Verbesserung von Drainageverfahren, Einführung der Drillsaat, Tierernährung und -zucht oder der Entwicklung eines modernen Versuchswesens. Den Schwerpunkt seiner Arbeit aber stellten wissenschaftliche Fragestellungen an und mit Kulturpflanzen dar, vom Pflanzenbau, über die Ernährung der Kulturpflanze bis hin zur Erhaltung ihrer Gesundheit. Auch ist JULIUS KÜHN jederzeit ein wertvoller Berater der Ministerien in Berlin gewesen. Dieses Aufgabenspektrum spiegelt sich heute im Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, wider, das seinen Namen und seine Ideen ehrwürdig weiterführt. Viele seiner Arbeiten sind auch heute noch so aktuell wie am ersten Tag oder werden gerade wieder neu aufgegriffen, wie zum Beispiel bei der Entwicklung nachhaltiger Anbauverfahren.

2 Ursachen der Pflanzenkrankheiten vor KÜHN

Zu der Zeit als JULIUS KÜHN seine ersten Arbeiten über die Ursachen von Pflanzenkrankheiten der Öffentlichkeit vorstellte, herrschte allgemein noch die Meinung, dass überirdische Kräfte („Urzeugung“) oder eine krankhafte Konstitution der Kulturpflanze diese verursachen würden (WILHELM und TIETZ, 1978). Man vermutete sogar in der Kultivierung der Wildpflanzen als solches den Grund allen Übels. Als Beweis verwies man auf die Wildpflanzen, die (angeblich) weniger oder gar nicht von Pflanzenkrankheiten befallen würden. Bis Mitte des 19. Jahrhunderts wurde diese „Konstitutionstheorie“ selbst von namhaften Wissenschaftlern vertreten, so von ALBRECHT DANIEL THAER (1752–1828), der epi- und endophytische Pilze als krankhafte Erscheinungen der Pflanze sah, oder dem Botaniker MATTHIAS JACOB SCHLEIDEN (1804–1881), der Pflanzenkrankheiten auf eine „regelwidrige Beschaffenheit der Proteinverbindungen“ zurückführte (BRAUN, 1965). Der österreichische Arzt und Botaniker FRANZ UNGER (1800–1870) illustrierte detailliert endophytische Pilze und keimende Pilzsporen, deutete diese jedoch als Veränderungen/Metamorphosen („Exantheme“) der pflanzlichen Zelle (UNGER, 1833). JUSTUS VON LIEBIG (1803–1873) wiederum vertrat noch 1865 die Auffassung, dass Pflanzenkrankheiten ausschließlich auf Ernährungsstörungen zurückzuführen sind. Auch die Bevölkerung war noch nicht aufgeklärt. „So glauben die Bauern der Umgegend von Bonn, daß die Kartoffelkrankheit veranlasst worden sei durch die Errichtung des Beethoven-Denkmales auf dem Minsterplatze daselbst!“ (KÜHN, 1858). Demgegenüber vertrat JULIUS KÜHN folgenden Standpunkt: „Es ist daher eine sehr **irrhümliche Ansicht**, wenn man behauptet, daß die Kulturgewächse, weil sie unter den verschiedensten klimatischen und Bodenverhältnissen angebaut werden und deshalb vorzugsweise reich und mannigfaltig in ihrer Bildung abändern, sammt und sonders in einem krankhaften Zustande sich befänden, dass ihnen eine allgemeine innere Krankheitsanlage eigne. Eine solche existiert nicht“ (KÜHN, 1858). JULIUS KÜHN führt fort, „daß die wildwachsenden Pflanzen ebenso wie die Kulturgewächse erkranken können, ja daß manche Krankheiten, z.B. das **Mutterkorn**, bei einigen wildwachsenden Pflanzen noch häufiger sich finden, wie jemals bei den Kulturpflanzen“ (KÜHN, 1858). Auch zeigte JULIUS KÜHN, dass auf ein und derselben Kulturpflanze mehrere Krankheitserreger völlig unabhängig voneinander auftreten können. Dass die Entwicklung der Krankheitserreger und deren Schadwirkung natürlich auch von der Konstitution der Pflanze abhing, die wiederum durch Umweltfaktoren beeinflusst wird, war für JULIUS KÜHN selbstverständlich.

3 Kühn's Weg in die Wissenschaft

Auf seinem Weg in die Wissenschaft stützte sich JULIUS KÜHN unter anderem auf die bahnbrechenden Arbeiten von ANTON DE BARY (1831–1881) sowie der Gebrüder

EDMOND (1815–1885) und CHARLES TULASNE (1816–1884) über die Entwicklung der Rost- und Brandpilze (DE BARY, 1853; BRAUN, 1965) oder die Arbeiten von MILES BERKELEY (1803–1889) und DE BARY über *Phytophthora infestans*, dem Erreger der Kraut- und Knollenfäule an Kartoffeln (DE BARY, 1861). Bereits zuvor hatte der Franzose MATTHIEU TILLET (1714–1791) in Feldversuchen nachgewiesen, dass sich der Weizensteinbrand durch Infektion des Saatgutes ausbreitet (TILLET, 1755). Vor diesem Hintergrund führte JULIUS KÜHN seine ersten systematischen Untersuchungen zu Pflanzenkrankheiten durch. Er war zu dieser Zeit Verwalter des Gutes Groß-Krausche bei Bunzlau in Schlesien (1848–1855). In der Region verursachte gerade die Rapsschwärze *Sporidesmium exitiosum* Kühn (Syn. *Alternaria brassicae* (Berkeley) Saccharo) hohe wirtschaftliche Schäden. JULIUS KÜHN untersuchte die Entstehung der Krankheit und Entwicklung des pilzlichen Erregers, um aus diesen Erkenntnissen entsprechende Gegenmaßnahmen ableiten zu können (KÜHN, 1855, 1856a, b). Dabei war das Mikroskop so sehr sein ständiger Begleiter, dass Berufskollegen ihn scherzhaft

Mikroskopen-Amtmann nannten (Abb. 1, 2). Er selbst sah in dem Gebrauch des Mikroskops eines der wichtigsten Werkzeuge für die Landwirte. So ermöglicht es unter anderem „einen Einblick in das Leben der Pflanzen ..., die Beschaffenheit ihrer Gewebe, den inneren Bau ihrer Organe, den Inhalt ihrer Zellen, ...Untersuchung der Theile des thierischen Körpers, des Blutes, des Milchsaftes, der Knochen, Muskeln, Nerven und Gewebe... Das Mikroskop belehrt uns ferner über die Bildung, den Bau und die Feinheit des Wollhaares, ...die Reinheit oder Verfälschung des Knochenmehls und anderer käuflicher Düngemittel...“ (KÜHN, 1858).

Von Oktober 1855 bis Sommer 1856 studierte JULIUS KÜHN zwei Semester an der Landwirtschaftlichen Akademie Poppelsdorf, die seinerzeit lose mit der Universität Bonn verbunden war. Das Studium selbst konnte dem sehr erfahrenen Praktiker nur wenig Neues bieten. Viel bedeutender für seinen späteren Werdegang war jedoch die Gelegenheit, die Strukturen einer Universität intensiv kennen zu lernen. Nach WOHLTMANN und HOLDFLEISS (1905) entstand hier wohl die Idee in JULIUS KÜHN, „dass das Landwirtschaftsstudium seine beste Pflegstätte nur innerhalb des Rahmens der Universität finden könne; und neben dieser Idee entstand auch wohl bereits der stille Wunsch und das sehnsüchtige Streben, dass es ihm dereinst vergönnt sein möge, die Landwirtschaftswissenschaft in die Reihe der Universitätswissenschaften einzuführen und ihr im Schoße der Alma mater einen dauernden, sorgfältig geschützten Wirkungskreis zu verschaffen und zu sichern“.

Bisher erfolgte die höhere landwirtschaftliche Ausbildung in Fachschulen und Akademien. Zwar verfügten auch einige Universitäten über landwirtschaftliche Lehr-



Abb. 1. JULIUS KÜHN und sein Mikroskop, um 1855 (SCHWABE, 1968).

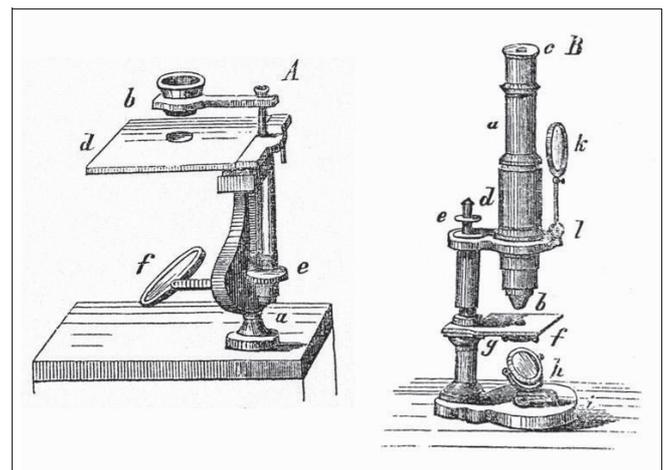


Abb. 2. Links: 'Einfaches Mikroskop' für Linsen zu 30, 60 und 120facher Vergrößerung, das JULIUS KÜHN von Mechanikus Zeis in Jena für 14 Thaler erstand; a) Tischplatte, b) Linsenhalter, c) Stäbchen für Linsenhalter, d) Objektstisch, e) Feinschraube für Abstandregulierung, f) Spiegel. Rechts: 'Zusammengesetztes Mikroskop' bestehend aus Okular und Objektiv mit bis zu 500facher Vergrößerung, das JULIUS KÜHN von Nacet in Paris zum Preis von 45 Thalern erwarb; a) Tubus, b) Objektstisch, c) Okular, d) Hülse zur Aufnahme des Tubus, e) Schraube, f) Tisch, g) drehbare Scheibe, h) Spiegel, k) Linse, l) Arretierung der Linse (KÜHN, 1858).

stühle, doch dienten diese einzig der Ausbildung von Domänenverwaltern (Kameralbeamten) und Verwaltungsbeamten. Naturwissenschaften und landwirtschaftliche Praxis spielten keine Rolle. Dies wollte JULIUS KÜHN ändern, indem er auch die praktische Seite der Landwirtschaft auf eine wissenschaftliche Basis stellen wollte. Hier sah er enorme Synergieeffekte mit den Universitäten und den dort in den letzten Jahren sich schwunghaft entwickelnden Naturwissenschaften wie Botanik, Zoologie, Geologie, Mineralogie, Physik und Chemie. Voraussetzung hierfür war aber auch, dass der Landwirtschaft ein richtiger Forschungsapparat bestehend aus Lehrgärten, Versuchsfeldern und Tierhaltung zur Verfügung stand. Bald schon eröffnete sich diese Chance für JULIUS KÜHN.

Im Jahr 1862 fragte VON MÜHLER, Minister für die geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten, bei KÜHN an, ob er geneigt sei, einen Ruf nach Halle anzunehmen. JULIUS KÜHN stimmte zu und am 30. April 1862 wurde seine **Bestallung zum ordentlichen Professor für Landwirtschaft** an der philosophischen Fakultät der vereinigten Friedrich-Universität Halle-Wittenberge vollzogen. Ausgestattet allein mit seiner Besoldung und ohne Aussicht auf Lehr- und Forschungsmittel hielt er am 28. Oktober 1862 in den kahlen Hörsälen der Universität seine erste Vorlesung vor gerade einmal drei Studenten. Doch schon im Sommersemester 1863 waren es 20 Studenten und zum Wintersemester 1864/65 hatte JULIUS KÜHN bereits 122 Studenten, mehr als an jeder anderen höheren Ausbildungsstätte für Landwirte im deutschsprachigen Raum. Bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1909 bildete JULIUS KÜHN fast 8000 Studenten aus (WOHLTMANN, 1910).

Hartnäckig verfolgte KÜHN nun seine Idee eines selbständigen Institutes für Lehr-, Forschungs- und Demonstrationszwecke. In Privatinitiative erwarb er im Dezember 1862 ein 8 Morgen großes Grundstück in unmittelbarer Nähe der Universität, das er 1864 um weitere 4 Morgen erweitern konnte. Sein emsiges Bestreben und seine Erfolge überzeugten rasch das Ministerium, so dass ihm der Minister am 27. Februar 1863 die Gründung eines landwirtschaftlichen Institutes bewilligte. Für KÜHN war dies der eigentliche Tag der **Begründung des landwirtschaftlichen Studiums in Deutschland**. Über die Jahre pachtete bzw. kaufte die Universität die von KÜHN erworbenen Flächen und 1886 konnte KÜHN über 113 ha für Versuchszwecke und zur Unterhaltung des Haustiergartens verfügen.

Durch weitere Berufungen von Privatdozenten sowie mit tatkräftiger Unterstützung durch Kollegen der naturwissenschaftlichen Fachbereiche der Universität Halle, konnte JULIUS KÜHN in kürzester Zeit die verschiedenen Spezialdisziplinen der Landbauwissenschaften in Lehre und Forschung anbieten: Anatomie und Physiologie der Haustiere, Tierzucht, Allgemeiner und Spezieller Pflanzenbau, Bodenkunde, Pflanzenkrankheiten, Agrarkulturchemie, Agrarmeteorologie, Agrartechnik, landwirtschaftliches Bauwesen, Betriebswirtschaft und Statistik.

Das berufliche Engagement JULIUS KÜHN'S erstreckte sich bis weit über die Grenzen der Hochschule hinaus. Um die Landwirtschaft in Deutschland weiter voranzubringen, mussten die an der Universität erworbenen Kenntnisse in die Praxis eingeführt werden. Hierzu ging JULIUS KÜHN zahlreiche Kooperationen mit außeruniversitären Einrichtungen ein. So errichtete er 1867 zusammen mit dem Landwirtschaftlichen Verein zu Halle eine **Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte**. Nachdem die im Jahre 1880 vom Deutschen Landwirtschaftsrat geäußerte Forderung nach einer wissenschaftlichen Zentralstelle „behufs Beobachtung und Tilgung der Feinde der Landwirtschaft aus dem Reiche der Pilze und Insekten“ ungehört verhallte, war es JULIUS KÜHN, der 1884 erneut die Gründung **pflanzenpathologischer Anstalten** verlangte (RIEHM, 1936), also dem Vorläufer des heutigen **Julius Kühn-Instituts**. Darüber hinaus gründete er im Jahr 1889 mit dem Landwirtschaftlichen Central-Verein der Provinz Sachsen die **„Versuchsstation für Nematodenvertilgung Halle“**. Deren Aufgaben umfassten neben der Nematodenbekämpfung zunehmend auch alle anderen Aspekte des Pflanzenschutzes, so dass sie 1890 in **„Versuchsstation für Nematodenvertilgung und Pflanzenschutz Halle“** umbenannt wurde. Nach Übernahme durch die Landwirtschaftskammer der Provinz Sachsen im Jahr 1897 erfolgte eine weitere Namensänderung in **„Versuchsstation für Pflanzenschutz Halle“**. Sie stellt den Vorläufer unseres heutigen **amtlichen Pflanzenschutzdienstes** dar.

4 Forschungsschwerpunkte

JULIUS KÜHN war ein Generalist mit vielseitigen Interessen und Begabungen. Als solcher griff er so ziemlich jedes erdenkliche Problem der aufstrebenden Landwirtschaft auf und versuchte dafür praktikable Lösungen zu erarbeiten. Über 300 Publikationen belegen eindrucksvoll die verschiedenen Arbeitsgebiete, von der Tierproduktion über die Pflanzenproduktion bis zur Betriebswirtschaft, vom Drainagebau über die Entwicklung von Pflanzenschutzgeräten bis hin zur Bodenbearbeitung, von der Pflanzenernährung über die Züchtung bis zur Phytomedizin. Es gab wohl kaum ein landwirtschaftliches Themengebiet, auf dem JULIUS KÜHN eine fachlich fundierte Antwort schuldig geblieben wäre. Die wichtigste Arbeitsmethode war für JULIUS KÜHN die Durchführung von Versuchen. Hierbei setzte er hohe wissenschaftliche Maßstäbe an und etablierte ein modernes Versuchswesen, das entsprechende Kontrollen und eine ausreichende Anzahl an Wiederholungen berücksichtigte. Aus der Fülle der Arbeiten von JULIUS KÜHN können hier nur einige wenige vorgestellt werden. Sie zeigen aber eindrucksvoll die wissenschaftliche Vorgehensweise KÜHN'S und welchen nachhaltigen Einfluss seine Entdeckungen und Neuerungen für die aufstrebende Landwirtschaft in Deutschland bedeuteten.

4.1 Pilzliche Schaderreger

Mit zunehmender Intensivierung der Landwirtschaft in Deutschland nahmen die Schäden durch pilzliche Schaderreger zu. Vor allem in feuchten Jahren konnten diese teils verheerend sein. Auch wenn JULIUS KÜHN nicht der Erste war, der pilzliche Schaderreger als unabhängige Organismen erkannte, so haben seine akkurat durchgeführten wissenschaftlichen Arbeiten doch entscheidend dazu beigetragen, dass pilzliche Schaderreger als die wahren Verursacher zahlreicher Krankheiten allgemein anerkannt wurden. Er zeigte, wie sich pilzliche Schaderreger mit Hilfe von Sporen verbreiten bzw. ungünstige Lebensbedingungen überdauern und wie sie lebendes Pflanzengewebe besiedeln und Krankheiten hervorrufen. JULIUS KÜHN differenzierte die Pathogene in Abhängigkeit ihrer Lebensweise in solche, die „sich im Innern der Pflanzenteile entwickeln und dann erst nach außen hervorbrechen, so hat man sie **Entophyten** genannt, zum Gegensatz mit solchen Parasiten, welche, wie der Mehltau, auf der Oberfläche der Pflanzenteile schmarotzen und die man **Epiphyten** nennt“ (KÜHN, 1858).

Seine erste wissenschaftliche Veröffentlichung befasst sich mit den Blattflecken an Raps und Möhren (KÜHN, 1855). Mit einfachsten mikroskopischen Mitteln (Abb. 2) gelang ihm der Nachweis, dass die Blattflecken durch pilzliches Myzel im Innern des Blattgewebes verursacht wurden. Mithilfe von Dünnschnitten konnte er die Entwicklung der Krankheit verfolgen, vom Keimen der Pilzsporen auf der Blattoberfläche, über das Eindringen des Myzels ins Blattgewebe bis hin zur Bildung primärer und sekundärer Sporen (Abb. 3). Den Verursacher der Blattflecken an Raps nannte er *Sporidesmium exitiosum*, den an Möhre *S. exitiosum* var. *dauci* (KÜHN, 1855, 1856a, b). Im Folgejahr wies MONTAGNE aus Frankreich JULIUS KÜHN darauf hin, dass Arten mit der Charakteristik von *Sporidesmium* bereits von ihm unter dem Namen *Polydesmus* publiziert wurden. KÜHN (1858) schrieb: „Nach der von MONTAGNE gegebenen Charakteristik der Gattung erkenne ich gern die Zusammengehörigkeit beider Pflanzen unter derselben an, obgleich ich ungern den gegebenen Namen für dieselbe annehme, da LATREILLE denselben schon früher an eine Gattung der Tausendfüßer (Myriapodae) vergeben hat. Die Bezeichnung des Rapsverderbers wäre demnach künftig: *Polydesmus exitiosus*“.

JULIUS KÜHN entdeckte und beschrieb zahlreiche weitere pilzliche Schaderreger (Tab. 1). Nicht immer war er der Erste. An Referenzmaterial und Fachliteratur war teils schwer zu kommen, so dass manche pilzliche Erreger im Nachhinein umbenannt bzw. einer anderen Gattung zugeordnet wurden. Die Liste der von ihm beschriebenen Pilzarten symbolisiert jedoch recht anschaulich sein großes Arbeitsspektrum. Ganz Landwirt, ging es JULIUS KÜHN wohl weniger um die Erstbeschreibung als solches, sondern vielmehr um die exakte Diagnose und Terminologie. Nur wenn Schaderreger in der Praxis korrekt erkannt wurden, konnten Gegenmaßnahmen auch wirkungsvoll eingesetzt werden. Für verschiedenste Pilzpathogene zeigte KÜHN, dass sie aus kranken Pflanzen isoliert und an gesunde Pflanzen inokuliert werden

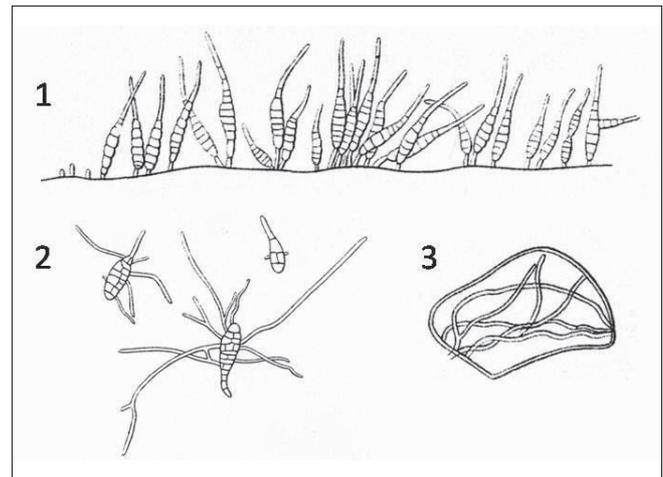


Abb. 3. *Alternaria brassicae* (Rapsschwärze, Syn. *Polydesmus exitiosus*, bzw. *Sporidesmium exitiosus*): 1) Myzelrasen auf der Pflanzenoberfläche, 2) Keimende Sporen, 3) Pilzmyzel in einer pflanzlichen Zelle aus der Rapsschote (Ausschnitt aus KÜHN, 1858, Tafel VI).

konnten und dort die bekannten Krankheitssymptome hervorriefen. Damit wies er sie als Verursacher der Krankheit nach und erfüllte die **Koch'schen Postulate** lange bevor sie als solches im Jahre 1884 von ROBERT KOCH (1843–1910) definiert wurden.

4.1.1 Brandpilze. JULIUS KÜHN bearbeitete die verschiedensten Brandpilze an Kultur- und Wildpflanzen (KÜHN, 1858). Mit eigens entwickelten Methoden untersuchte er das Keimverhalten der Brandsporen (Abb. 4) und erbrachte den Nachweis der „organischen Selbständigkeit der Brandpilze“ (KÜHN, 1858). Weitaus schwieriger gestalteten sich die Versuche zur Infektion der pflanzlichen Zelle und zum Nachweis pilzlichen Myzels in der Wirtspflanze. Er fertigte zahlreiche Quer- und Längsschnitte an, bis es ihm endlich gelang, Keimfäden des Steinbrandes im Wurzelknoten junger Weizenpflanzen nachzuweisen (KÜHN, 1858). JULIUS KÜHN beobachtete, wie pilzliche Hyphen die pflanzliche Zellwand durchdrangen (Abb. 5), die Pflanze systemisch besiedelten, um dann während der Blüte den Fruchtknoten zu infizieren und unzählige Sporen zu produzieren. Die Sporen wiederum waren von der Samenschale umgeben oder wurden nach deren Aufplatzen freigesetzt und als feiner Staub mit dem Wind verbracht.

Eine der Hauptursachen für das Auftreten von Brandpilzen sah JULIUS KÜHN (1858) in nassem, undrainiertem Boden. Auch frische Mistdüngung schien ihm zufolge die Entwicklung des Brandes zu fördern, da mit dem nicht vollständig zersetzten Stroh daran anhaftende Brandsporen auf dem Feld verteilt wurden. Zur Bekämpfung der Brandpilze empfahl KÜHN:

- Einsatz von gesundem und kräftigem Saatgut
- Einsatz von überjährigem Saatgut, da die Keimfähigkeit der Brandsporen nach 12 Monaten nachlässt
- Beizung des Saatgutes mit verdünnter Kupfervitriollösung, d.h. 1 Pfund (381 g) Kupfervitriol auf 5 Berliner Scheffel (274,82 kg) Samen (= 0,14%ige Lösung).

Tab. 1. Liste der von JULIUS KÜHN beschriebenen Pilze und der von ihnen verursachten Krankheiten. Soweit bekannt, sind das Jahr der Erstbeschreibung und die Quelle angegeben (Jahreszahl in Klammer = Quelle nicht auffindbar)

Reich: Chromista (Algen) Klasse: Xanthophyceae	
<i>Phyllosiphon arisari</i> Kühn , 1878	Parasitische Alge, endophytisch in Arongewächsen (Araceen)
Klasse: Oomycetes	
<i>Peronospora dipsaci</i> Tulasne ex de Bary Syn. <i>Peronospora dipsaci</i> forma <i>fulloni</i> Kühn , 1875a	Falscher Mehltau an Wilde Karde (<i>Dipsacus fullonum</i>)
<i>Peronospora erythraea</i> Kühn ex Gäumann	Falscher Mehltau an Tausendgüldenkrout (<i>Centaurium erythraea</i>)
<i>Peronospora oerteliana</i> Kühn (1884)	Falscher Mehltau an Primeln (<i>Primula veris</i>)
<i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>betae</i> Byford Syn. <i>Peronospora betae</i> Kühn , 1872	Falscher Mehltau an <i>Beta</i> spp. einschließlich Zuckerrübe, Rote Beete, Spinat, Mangold
Reich: Fungi (Echte Pilze) Stamm: Chytridiomycota	
<i>Catenaria auxiliaris</i> (Kühn) Tribe Basionym: <i>Tarichium auxiliarum</i> Kühn , 1877a	Endoparasit von pflanzenparasitären Nematoden wie z.B. <i>Heterodera schachtii</i>
Stamm: Ascomycota Klasse: Dothideomycetes	
<i>Phoma hennebergii</i> Kühn , 1877e Anamorphic <i>Didymella</i>	Blatt- und Spelzenbräune an Weizen, Keimlingskrankheiten
<i>Alternaria brassicae</i> (Berkeley) Sacchardo Syn. <i>Sporidesmium exitiosum</i> Kühn , 1855 <i>Polydesmus exitiosus</i> Kühn , 1858 Anamorphic <i>Lewia</i>	Rapsschwärze: Blattflecken und Schottennekrosen an Raps; Kohlschwärze: braune bis graue Blattflecken
<i>Alternaria dauci</i> (Kühn) Groves & Skolko Basionym: <i>Sporidesmium exitiosum</i> var. <i>dauci</i> Kühn , 1856b Anamorphic <i>Lewia</i>	Möhrenschwärze, bräunliche Flecken an Blattspitzen und Blattstielen, Keimlingssterben
Stamm: Basidiomycota Klasse: Hymenomycetes Ordnung: Ceratobasidiales	
<i>Thanatephorus cucumeris</i> (A.B. Frank) Donk Anamorph: <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn , 1858	Bedeutender Erreger von Auflauf- und Umfallkrankheiten an zahlreichen Wirtspflanzen
Klasse: Ustilaginomycetes Ordnung: Urocystales	
<i>Urocystis agropyri</i> (Preuss) A.A. Fischer von Waldheim Synonym: <i>Urocystis preussii</i> Kühn (1874)	Brand an Primeln (<i>Primula elatior</i> , <i>P. veris</i>)
<i>Urocystis primulae</i> (Rostrup) Vánky Anamorph: <i>Paepalopsis</i> Kühn , 1882 <i>Paepalopsis irmischiae</i> Kühn , 1882	Brand an Primeln (<i>Primula elatior</i> , <i>P. veris</i>)
<i>Vankya ornithogali</i> (Schmidt & G. Kunze) Ershad Synonym: <i>Ustilago ornithogali</i> (Schmidt & G. Kunze) Kühn	Brand an Wald-Gelbstern (<i>Gagea lutea</i>)

Die Saatgutbeizung mit Kupfervitriol erwies sich bei der Bekämpfung des Weizensteinbrandes als so erfolgreich, dass sie nach KÜHN von amtlicher Seite allen Weizenanbauern zur Pflicht gemacht werden müsse (KÜHN, 1873a).

4.1.2 Rostpilze. In seinen Untersuchungen zur Entwicklung der Rostpilze erkannte JULIUS KÜHN (1858), dass

diese im Vergleich zu den Brandpilzen ihre Wirte ausschließlich über Spaltöffnungen befielen und die Wirtspflanze nur lokal besiedelten. Zudem trat der Roststaub niemals so massig auf wie der Brandstaub. In 'Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung' erwähnt KÜHN (1858) über 60 Rostarten an Wild- und Kulturpflanzen, darunter als wichtigste Arten Haferkronenrost (*Puccinia coronata*), Schwarzrost

Tab. 1. Fortsetzung

Ordnung: Ustilaginales	
<i>Thecaphora lathyri</i> Kühn	Brand an der Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratensis</i>)
<i>Anthracoidea scirpi</i> (Kühn) Kukkonen Basionym: <i>Ustilago scirpi</i> Kühn (1873)	Brand an der Rasenbinse (<i>Trichophorum caespitosum</i>)
<i>Sporisorium cruentum</i> (Kühn) Vánky Basionym: <i>Ustilago cruenta</i> Kühn (1872)	Brand an der Mohrenhirse (<i>Sorghum bicolor</i>) und Zuckerhirse (<i>S. saccharatum</i>)
<i>Sporisorium ehrenbergii</i> (Kühn) Vánky Basionym: <i>Sorosporium ehrenbergii</i> Kühn , 1877b	Brand an der Mohrenhirse (<i>Sorghum bicolor</i>)
<i>Sporisorium magnusianum</i> (A.A. Fischer von Waldheim) Vánky Syn: <i>Ustilago kolaczekii</i> Kühn	Brand an der Gelben Borstenhirse (<i>Setaria glauca</i>)
<i>Sporisorium reilianum</i> (Kühn) Langdon & Fullerton Basionym: <i>Ustilago reiliana</i> Kühn (1875)	Brand an der Mohrenhirse (<i>Sorghum bicolor</i>)
<i>Sporisorium sorghi</i> Ehrenberg ex Link Syn: <i>Ustilago tulasnei</i> Kühn (1874)	Brand an der Mohrenhirse (<i>Sorghum bicolor</i>)
<i>Ustilago syntherismae</i> (Schweinitz) Peck Syn. <i>Ustilago rabenhorstiana</i> Kühn , 1876a	Brand an Fingerhirse (<i>Digitaria sanguinalis</i>) und Echte Hirse (<i>Panicum miliaceum</i>)
Ordnung: Tilletiales	
<i>Tilletia controversa</i> Kühn , 1874a	Zwergsteinbrand an Weizen und Roggen
<i>Tilletia laevis</i> Kühn (1873) Homonym: <i>Tilletia levis</i> Kühn (1873)	Brand an Weizen, Hartweizen, Dinkel Die fälschliche Schreibweise geht vermutlich auf das Zitat in Saccardo's Syll. fung. VII: 485 zurück
<i>Tilletia secalis</i> (Corda) Körnicke Syn. <i>Tilletia secalis</i> Kühn , 1876b, späteres homonym	Brand an Roggen
<i>Tilletia sphaerococca</i> (Wallr.) A.A. Fischer von Waldheim Syn.: <i>Ustilago sphaerococca</i> (Wallr.) Kühn (1859)	Brand an <i>Agrostis</i> -Arten
Klasse: Uredinomycetes Ordnung: Uredinales (Rostpilze)	
<i>Thekopsora goeppertiana</i> (Kühn) Hiratsuka fil. Basionym: <i>Calyptospora goeppertiana</i> Kühn , 1869a	Rost an der Preiselbeere (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>) sowie einiger nordamerikanischer <i>Vaccinium</i> -Arten
<i>Kuehneola uredinis</i> (Link) Arthur Syn. <i>Chrysomyxa albida</i> Kühn , 1883a	Rost an der Brombeere (<i>Rubus fruticosus</i>)
<i>Pucciniastrum goeppertianum</i> (Kühn) Kleb. Basionym: <i>Calyptospora goeppertiana</i> Kühn , 1869a Synonym: <i>Calyptospora columnaris</i> (Alb. & Schw.) Kühn (1886)	Tannennadelrost, Triebsschäden an Tanne, Wirtswechsel mit Preiselbeere
Ordnung Microbotryales	
<i>Microbotryum cardui</i> (A.A. Fisch. Waldh.) Vánky Syn: <i>Ustilago reesiana</i> Kühn , 1875b (nomen novum superfluum pro „ <i>Ustilago cardui</i> “)	Brand der Weg-Distel (<i>Carduus acanthoides</i>)

(*P. graminis*) und Bohnenrost (*Uromyces phaseoli*, Syn. *Aecidium phaseolorum*, Abb. 6).

Zur Bekämpfung des Rostes schrieb KÜHN (1858): „Den Rost selbst können wir nicht verhüten, aber seinen nachteiligen Einfluß können wir beschränken, indem wir zu nasse Felder drainieren, durch tiefe Bearbeitung des Bodens und Anwendung des Kalkes die Verwitterung und Aufschließung seiner mineralischen Nährbestandteile befördern, durch Anwendung der Drillkultur für eine stets offene Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Boden dort Sorge tragen, wo dieser zur Krustenbildung geneigt ist und indem wir endlich das Maaß der

Stickstoffzufuhr im Dünger in ein gerechtes Verhältnis zu setzen suchen zu den den Pflanzen dargebotenen mineralischen Nährbestandteilen – kurz, indem wir alle Mittel eines wahrhaft rationellen Ackerbaues anwenden, um unsere Saaten zur möglichst vollkommenen, allseitig und gleichmäßig normalen Entwicklung zu bringen“ (KÜHN, 1858). Damit formulierte KÜHN die Grundsätze eines **Integrierten Pflanzenbaues**. In späteren Jahren, als die Epidemiologie des Schwarzrostes geklärt war, trat KÜHN vehement für die Zerstörung des Zwischenwirtes Berberitze ein, um diesen bedeutenden Schaderreger in den Griff zu bekommen (KÜHN, 1875c).

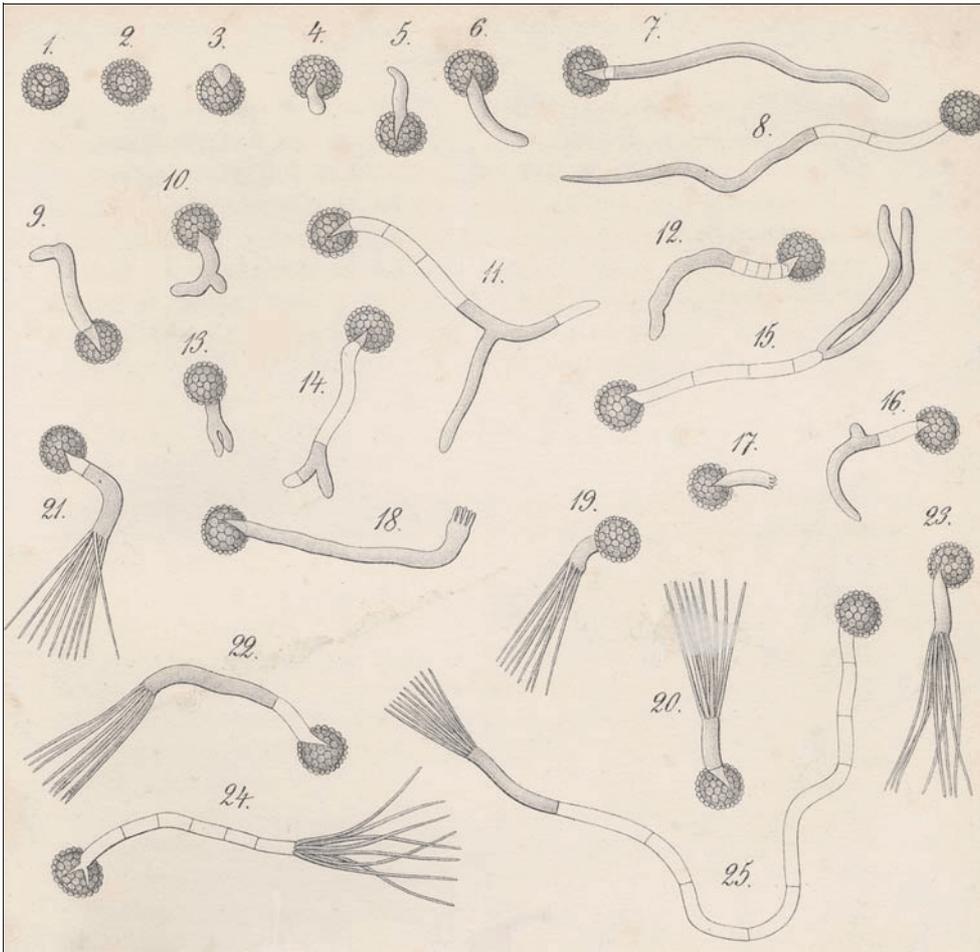


Abb. 4. *Tilletia caries* (Weizensteinbrand): Keimung der Brandspore (Teleospore, 1-16) und Bildung von Promyzel mit Basidiosporen (17-25) (Ausschnitt aus KÜHN, 1858, Tafel I).

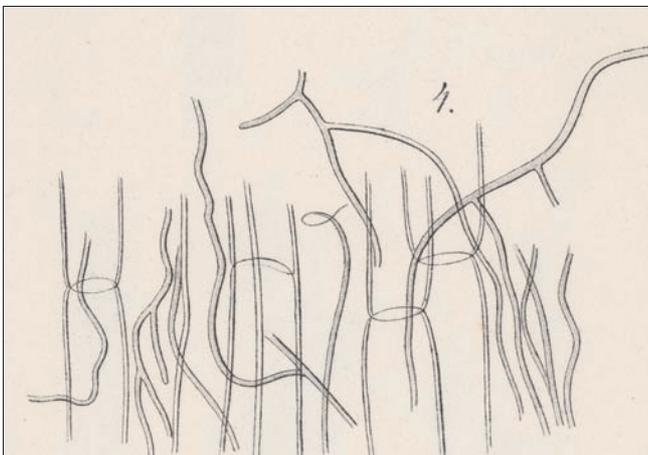


Abb. 5. *Tilletia caries* (Weizensteinbrand): Freipräpariertes Myzel aus dem Innern einer jungen Weizenpflanze (Ausschnitt aus KÜHN, 1858, Tafel IV).



Abb. 6. *Uromyces phaseoli* (Bohnenrost, Syn. *U. appendiculata*): Keimende Teleospore (47), Bildung der Basidie (48) und Basidiosporen (49-51) (Ausschnitt aus KÜHN, 1858, Tafel V).

4.1.3 Mutterkorn. Mutterkorn (*Claviceps purpurea*) beobachtete KÜHN (1858) am häufigsten am Feldrand, insbesondere wenn es zur Blütezeit des Getreides regnete. Befallen wurde vor allem Roggen, teils auch Weizen und Gerste. Den nach Infektion mit *C. purpurea* gebildeten Honigttau beschrieb KÜHN als eine „klebrige, schmierige, widerlich süßschmeckende Substanz“, die aus Millionen

von Sporen besteht (KÜHN, 1858). Die Beobachtung, dass dieser bei Nebel besonders reichlich abgesondert wird, erklärt nach KÜHN die Redensart von „einem giftigen, stinkenden Nebel, der den Honigthau hervorrufen und das Mutterkorn erzeugen sollte“. Detailliert geht KÜHN auf die Bildung des Mutterkornes ein, das aus pilzlichem Myzel besteht, an der Oberfläche verhärtet und sich

schwarzviolett verfärbt. KÜHN legte Mutterkörner verschiedener Pflanzen im Boden aus und beobachtete, wie nach 2–3 Monaten aus ihnen Fruchtkörper (Stroma) wuchsen. Abermals zeigte er, dass pilzliche Schaderreger unabhängige Organismen sind und nicht pflanzlichen Ursprungs. Eine Vermeidung des Mutterkorns erforderte nach KÜHN (1858) die vollständige Vernichtung aller Mutterkörner. „Da sie leichter als gesunde Körner sind, können sie durch Werfen gegen den Wind von letzteren gut getrennt werden“ (KÜHN, 1858). Die Mutterkörner sollten sodann verbrannt oder in die Jauchegrube gegeben werden, in der sie sicher verfaulen. Es blieb JULIUS KÜHN`S wachsamen Augen nicht verborgen, dass die Mutterkörner häufig von anderen Pilzen (z.B. *Verticillium cylindrosporum*) besiedelt oder vom Tausendfüßler *Julus guttulatus* (Syn. *Blaniulus guttulatus*) gefressen wurden. Für eine nachhaltige Reduzierung des Mutterkorns reichte die Wirkung dieser Antagonisten aber nicht aus.

4.1.4 *Phytophthora infestans*. Die Biologie und das Schadenspotenzial dieses weltweit bedeutenden Schaderregers wird ausführlich in ‚Die Krankheiten der Kulturgewächse – Ihre Ursachen und ihre Verhütung‘ beschrieben (KÜHN, 1858). An dieser Stelle soll nur auf die Bekämpfung dieses Pilzes eingegangen werden, als ein Beispiel für KÜHN`S Umgang mit Lehrmeinungen. In der damaligen Zeit war der Einsatz von Schwefel zur Bekämpfung des Mehltaus der Rebe (*Erysiphe tuckeri*, Syn. *Plasmopara viticola*) gängige Praxis und wurde auch für die Bekämpfung der Krautfäule (*Peronospora infestans*, Syn. *Phytophthora infestans*) empfohlen. JULIUS KÜHN war von der Wirkung jedoch nicht überzeugt und führte eigene Versuche im Garten des Landwirtschaftlichen Instituts durch (KÜHN, 1870a). Trotz mehrmaliger Anwendung in der empfohlenen Aufwandmenge konnte er keinerlei Wirkung feststellen, ja er beobachtete sogar, dass der Pilz die Schwefelablagerungen auf dem Blatt emporhob und sich weiter ausbreitete. Doch warum wirkte der Schwefel nicht gegen *P. infestans*? KÜHN sah die Ursache hierfür in der unterschiedlichen Lebensweise von *P. infestans* gegenüber *E. tuckeri*. Während letzterer vor allem als Epiphyt auf der Blattoberseite auftritt, besiedelt *P. infestans* das Blattgewebe systemisch und ist so vor dem äußerlich aufgetragenen Schwefel weitgehend geschützt. Hinzu kommt nach KÜHN (1858), dass sich das später aus den Spaltöffnungen wachsende Myzel von *P. infestans* in seiner Zusammensetzung vom primären Myzel im Blatt als auch vom Myzel von *E. tuckeri* unterscheidet, da es sich nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure blau färbt, ähnlich dem Gewebe höherer Pflanzen. KÜHN vermutet, dass es widerstandsfähiger gegenüber dem Schwefel ist. Somit empfahl KÜHN (1870a) zur Bekämpfung von *P. infestans* „eine möglichst widerstandsfähige Kartoffelvarietät anzubauen, recht gesundes, pilzfreies, nicht fleckiges Saatgut auszulegen, und Boden und Kulturmethode so zu wählen, daß ein anhaltendes Naßbleiben des Ackers und sehr flache Lage der neugebildeten Knollen möglichst vermieden wird.“

4.1.5 *Rhizoctonia solani*. Im Jahr 1858 beschrieb JULIUS KÜHN an Kartoffeln eine Krankheit, die er Schorf oder Grind nannte. „Die Schorfflecken sind anfangs meist nur vereinzelt vorhanden, aber auch bei einer vermehrten Zahl hat die Kartoffel noch sehr wenig von ihrem Wohlgeschmack verloren. Begünstigt aber Nässe oder die Gegenwart eines sehr stickstoffreichen Düngers die Entwicklung der Krankheit, so verbreiten sich die Schorfflecken oft über die ganze Oberfläche der Kartoffel, senken sich allmählich mehr und mehr ein und in den vertieften Flecken findet dann eine immer weiter und tiefer fressende, doch nur langsam vorschreitend jauchige Zersetzung statt, in welchem Zustande man die Krankheit auch als Räude oder Krätze bezeichnet“ (KÜHN, 1858). Einhergehend mit diesen Symptomen beobachtet KÜHN verschiedene pilzliche Strukturen (Abb. 7). Nach entsprechender mikroskopischer Untersuchung dieser Strukturen kommt JULIUS KÜHN zu dem Schluss: „Der von mir beobachtete Pilz ist ein, wie ich glaube, noch nicht beschriebenes Gebilde, *Rhizoctonia solani* mihi“ (KÜHN, 1858). Heute ist *R. solani* mit 13 nachgewiesenen Anamiosegruppen und 31 Untergruppen einer der weltweit bedeutendsten Erreger von Auflauf- und Umfallkrankheiten an verschiedensten Wirtspflanzen (z.B. Mais, Kohl, Salat, Zuckerrübe, Kartoffel, Getreide, Reis, Erdnuss, Zierpflanzen, Sportrasen).

4.2 Pflanzenparasitäre Nematoden

Als JULIUS KÜHN mit seinen nematologischen Arbeiten begann, waren gerade einmal drei Arten pflanzenparasitärer Nematoden bekannt, die allesamt in Blüten von Gräsern auftraten: *Anguina tritici* (Steinbuch, 1799) Filipjev, 1936, *A. agrostis* (Steinbuch, 1799) Filipjev, 1936 und *A. graminis* (Hardy, 1850) Filipjev, 1936. Dass Nematoden Schäden bzw. Krankheiten an Kulturpflanzen verursachen können, war noch weitgehend unbekannt. KÜHN zeigte, dass pflanzenparasitäre Nematoden Verursacher bedeutender Krankheiten, wie z.B. der Rübenmüdigkeit, der Stockkrankheit des Roggens oder der Kardenfäule, sind. Dies war der Beginn der nematologischen Forschung, die sich rasch zu einem eigenständigen Fachgebiet innerhalb der Phytomedizin entwickelte.

4.2.1 Stock- und Stängelnematode (*Ditylenchus dipsaci*).

Während seines Studienjahres an der Landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf bei Bonn fand JULIUS KÜHN im Sommer 1856 Gelegenheit, die Kernfäule der Weberkarde (*Dipsacus fullonum*) zu untersuchen. An den erkrankten Blütenköpfen beobachtete er weiße Stellen, „die dem bloßen Auge wie das dichtgehäufte Mycelium eines Fadenpilzes erschienen“ (KÜHN, 1857). Unter dem Mikroskop betrachtet, erwiesen sich diese weißen Häufchen als eine dichte Ansammlung eng verschlungener Nematoden. Nach Überführung in Wasser wurden die Tiere nach 50–55 Minuten aktiv. Trocknete das Wasser ein, erstarrten sie wieder. „Man konnte dieselben auf diese Weise zu wiederholten Malen aus einem scheinbar leblosen Zustande zur lebhaften Bewegung übergehen lassen“ (KÜHN, 1857).

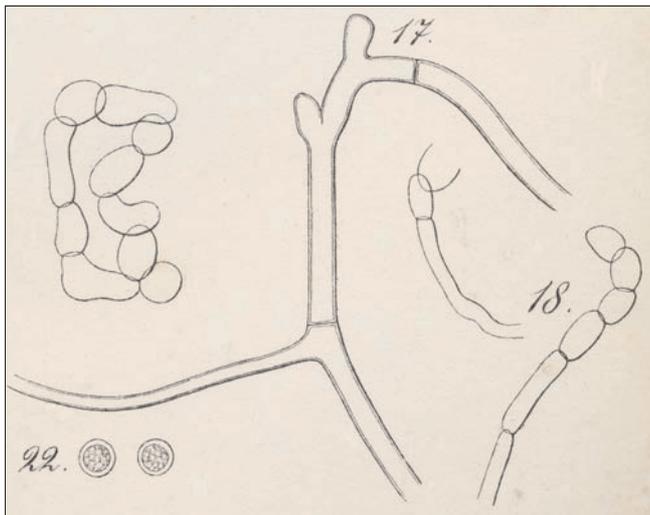


Abb. 7. *Rhizoctonia solani*: Pilzfäden (17), Abschnürung von zellartigen Gliedern (18, 19), rundlicher, sklerotienartiger Körper (21), die wahrscheinlichen Sporen (22) (Ausschnitt aus KÜHN, 1858, Tafel VII).

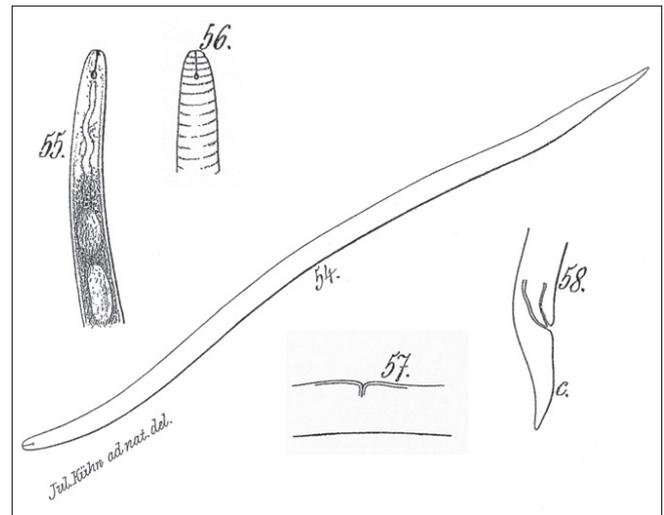


Abb. 8. *Anguillula dipsaci* (Syn. *Ditylenchus dipsaci*): Adultes Tier (54), Pharynxregion (55), Kopfregion (56), Vulvaregion (57), Schwanzende mit Spikula beim Männchen (58) (Ausschnitt aus KÜHN, 1858, Tafel V).

In den Blütenköpfen selbst fand JULIUS KÜHN alle Stadien des Nematoden, vom Ei, über die verschiedenen Juvenilstadien bis hin zu Männchen und Weibchen (Abb. 8). Für ihn waren die Nematoden eindeutig die Ursache der Kernfäule. Er führte intensive morphologische und morphometrische Untersuchungen durch und kam zu dem Schluss, dass die Tiere zwar eine große Ähnlichkeit mit *Anguillula tritici* (Syn. *Anguina tritici*), dem Verursacher der Radekrankheit an Weizen, zeigten, insgesamt jedoch deutlich kleiner waren und sich in der Anatomie unterschieden, so dass KÜHN hierin eine neue Art sah. In Anlehnung an die Wirtspflanze nannte er sie *Anguillula dipsaci* (s. Tab. 2) (KÜHN, 1857).

In dieser Zeit wurden in Deutschland zunehmend verkümmerte Roggenpflanzen beobachtet. Anstelle der Halme bildeten sich im Frühjahr nur schmale grasähnliche Blätter, die Stängelbasis war verdickt. Vielerorts wurde die Erscheinung „Stock“ genannt bzw. man sagte, der „Acker sei toll“ (KÜHN, 1867, 1869b, 1870b). Neben Roggen trat diese Krankheit auch an Hafer, Buchweizen und Klee auf, nicht jedoch an Weizen, Gerste und Erbsen. KÜHN stellte fest, dass die Krankheit durch Anguillulen verursacht wurde, die in Form und Größe mit der von ihm beschriebenen Art *Anguillula dipsaci* übereinstimmten (KÜHN, 1867). Nun nahm er kernfaule Kardenköpfe, inokulierte damit Kleinparzellen und säte Weizen, Roggen, Gerste, Emmer und Einkorn aus. Der Roggen zeigte im nächsten Frühjahr die für die Stockkrankheit typischen Symptome, nicht jedoch die anderen Getreidearten. Damit wies JULIUS KÜHN nach, dass ein und derselbe Erreger sowohl die Fäule in den Blütenköpfen der Weberkarde, als auch die Stockkrankheit des Roggens verursachte. Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Wirtspflanzen schien KÜHN der Name des Nematoden nun nicht mehr angemessen und entgegen den Regeln der Taxonomie benannte er ihn in *Anguillula devastatrix*, das „Karden- und Stockälchen“ um (KÜHN, 1869b).

JULIUS KÜHN fand weitere parasitische Anguillulen in Leguminosen und an der Kartoffel (KÜHN, 1881a, 1888). Im ersten Fall sah JULIUS KÜHN in dem Verursacher der Stockkrankheit der Luzerne eine neue, aber mit *A. devastatrix* (Syn. *Tylenchus devastatrix*) eng verwandte Art, da sich diese wohl an Luzerne und Rotklee vermehrte, nicht aber an Roggen und Hafer. Er nannte sie *Tylenchus havensteinii*, nach dem Generalsekretär des Landwirtschaftlichen Vereines für Rheinpreußen Dr. HAVENSTEIN (KÜHN, 1881a). Was KÜHN seinerzeit nicht wusste, die Art *T. devastatrix* (Syn. *D. dipsaci*) neigt zur ausgeprägten Rassenbildung. Diese Thematik ist übrigens bis heute nicht befriedigend gelöst. RITZEMA BOS (1888) erkannte dann, dass es sich bei *T. havensteinii* nicht um eine neue Art, sondern um eine „Rasse“ von *T. devastatrix* handelt und synonymisierte sie mit dieser. Genau umgekehrt entwickelte sich die taxonomische Zuordnung bei den von KÜHN an Kartoffeln gefundenen Nematoden. Da sie in Größe und Bildungsweise mit *A. devastatrix* identisch schienen, behielt KÜHN den Namen bei. Nahezu 60 Jahre später bemerkte THORNE feine morphologische Unterschiede zwischen dem Erreger der ‚Älchenkrätze‘ an Kartoffeln und dem Erreger der Stockkrankheit und beschrieb erstere als eine neue Art: *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945.

In ‚Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung‘ erwähnt JULIUS KÜHN (1858) zudem den Begriff *Anguillula solani*, ohne aber eine weitere Beschreibung des Nematoden zu geben. Im Jahre 1881 berichtet er zudem von einem Auftreten des Rübenzystemnematoden an Kartoffeln. Vermutlich ist dies der erste Hinweis auf die Existenz des Kartoffelzystemnematoden *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Skarbilovich, 1959 in Deutschland.

4.2.2 Rübenzystemnematode (*Heterodera schachtii*).

Kurz nach der Entdeckung des Rübenzystemnematoden *Heterodera schachtii* durch HERMANN SCHACHT (1859)

Tab. 2. Liste der von JULIUS KÜHN neu beschriebenen Nematoden

Stamm: Nematoda (Fadenwürmer) Ordnung: Tylenchida	
<i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 Syn. <i>Anguillula dipsaci</i> Kühn, 1857 <i>Anguillula devastatrix</i> Kühn, 1869b <i>Tylenchus putrefaciens</i> Kühn, 1877 oder 1879, Hallesche Zeitung <i>Tylenchus havensteinii</i> Kühn, 1881a	Stock- und Stängelnematode, bedeutender Schaderreger u.a. an Zuckerrübe, Zwiebeln, Klee, Luzerne und Roggen
<i>Pratylenchus penetrans</i> (Cobb 1917) Filipjev & Schuurmans Stekhoven 1941 Syn. <i>Tylenchus gulosus</i> Kühn, 1890 (= nomen oblitum*)	Von KÜHN an Zuckerrübe beschrieben
<i>Tylenchus nivalis</i> Kühn, 1880 (= nomen nudum**)	Blattgallen an Edelweiss
<i>Tylenchus foenarius</i> Kühn, 1909 (= nomen nudum**)	Blattgallen an Gräsern

* Lateinisch für „vergessener Name“, d.h. der Name wurde durch ein Synonym ersetzt und in der ursprünglichen Form seit 1899 nicht mehr in wissenschaftlichen Veröffentlichungen genutzt.

** Lateinisch für „nackter Name“. Ursprünglich gedacht als wissenschaftlicher Name, aber infolge ungenügender wissenschaftlicher Beschreibung nicht eindeutig zuzuordnen.

widmete sich JULIUS KÜHN auf Drängen der Landwirte dem Problem der „Rübenmüdigkeit“. Diese entwickelte sich zu einem großen wirtschaftlichen Problem. Bis 1876 mussten allein in der Region um Halle 24 Zuckerfabriken ihren Betrieb wegen unzureichender Belieferung mit Zuckerrüben einstellen (STEUDEL, 1984). Dies zu ändern und die Zuckerrübe wieder zu einer ertragreichen Kultur für die Landwirte zu machen, war ein ganz besonderes Anliegen JULIUS KÜHNS und erklärt, weshalb er sich über 30 Jahre mit der Bekämpfung dieses Schaderregers beschäftigte.

Rasch erbrachte KÜHN den Nachweis, dass *H. schachtii* die Ursache und nicht nur eine Begleiterscheinung der Rübenmüdigkeit ist (KÜHN, 1871). Auch beobachtete JULIUS KÜHN (1877a), dass *H. schachtii* in die Wurzeln eindringt und nicht, wie bisher angenommen, nur außen anhaftet. Diese endoparasitäre Lebensweise hatte nach JULIUS KÜHN gravierende Konsequenzen für die Bekämpfung des Nematoden, da die Tiere in der Wurzel vor jeglichen Bekämpfungsmitteln gut geschützt waren.

JULIUS KÜHN untersuchte 180 Pflanzenarten aus 35 Familien auf ihre **Wirtseignung** für *H. schachtii*, darunter zahlreiche Unkräuter (KÜHN, 1881b). An 21 Pflanzenarten beobachtete er den Rübenzystennematoden, darunter 16 Arten aus den Familien Brassicaceae und Chenopodiaceae. KÜHN stellte fest, dass der Rübenzystennematode bis zu fünf Jahre im Boden überdauern kann, so dass er empfahl, Wirtspflanzen höchstens alle drei bis fünf Jahre auf dem Feld wiederkehren zu lassen (KÜHN, 1881b).

Als Gegenmaßnahmen für *H. schachtii* empfahl JULIUS KÜHN zunächst „tiefes Unterbringen der mit Nematoden erfüllten Ackerkrume durch das **Spatpflügen**, ... und

dann in den Folgejahren minder tiefes Pflügen, damit die in die Tiefe gebrachten Parasiten dort unberührt verkommen“ (KÜHN, 1871). Trotz Wenden des Bodens auf 50 cm (Sack'sche Rajolpflug) bzw. 63 cm (Spatpflug) waren im Folgejahr Unkräuter (z.B. Hederich) mit *H. schachtii* befallen, so dass KÜHN dieses Verfahren recht schnell wieder verwarf (KÜHN, 1873b). Auch Frost führte nach KÜHN (1881b) nicht zu einer nennenswerten Reduzierung des Nematoden, wohl aber Temperaturen über 50°C, so dass er ein Erhitzen des Bodens mit Braunkohlebriketts testete. Auch wenn es sich hierbei um ein sehr effizientes Verfahren handelte, waren die Kosten für den großflächigen Einsatz zu hoch.

Im Jahr 1875 pachtete JULIUS KÜHN von der Halle'schen Aktien-Zuckerfabrik 30 Morgen Acker, die zu den nematodenreichsten und rübenmüdesten Flächen in der Umgebung von Halle zählten. Hier untersuchte er verschiedenste **chemische Verfahren** zur Bekämpfung des Rübenzystennematoden. Insbesondere testete er die gegen die Reblaus eingesetzten „Vertilgungsmittel“ auf ihre Wirkung gegen *H. schachtii*. Flüssige Mittel wie Carbolsäure und Schwefelkohlenstoff wurden mit einer eigens entwickelten Maschine in den Boden eingebracht, feste Mittel in die geöffnete Furche gestreut (KÜHN, 1877a). Keines der untersuchten Mittel (Carbolsäure, Schwefelkohlenstoff, sulfocarbonsaures Kali, xanthogensaure Alkalien, Naphtalin, Tabaksaft) war jedoch in der Lage, den Rübenzystennematoden nachhaltig zu reduzieren (KÜHN, 1877a).

Aus seinen Untersuchungen zur Biologie von *H. schachtii* leitete JULIUS KÜHN ab, dass es möglich sein müsse, den Rübenzystennematoden durch Anbau von Wirtspflanzen zu bekämpfen, wenn denn diese vor Abschluss der

Entwicklung vom Felde entfernt würden. Im Jahr 1880 führte JULIUS KÜHN erste Versuche zum sogenannten **Fangpflanzenverfahren** durch (KÜHN, 1881b). Als Fangpflanzen setzte er Rübsen, Raps, Kohlrübe, Blattkohl, Rosenkohl, Wirsing, Kohlrabi, Blumenkohl, Weißen Senf, Gartenkresse und Spinat ein. Anfangs ließ KÜHN die Fangpflanzen mitsamt der Anhangerde aus dem Boden aufnehmen und am Feldrand aufschichten. Von einem dieser Haufen entnahm KÜHN im Folgejahr eine Probe und setzte einen **Biotest** mit Zuckerrüben an. Zu seiner Überraschung waren diese völlig befallsfrei. KÜHN erkannte, dass die Nematoden mit Erreichen des dritten Juvenilstadiums die Fangpflanze nicht mehr verlassen konnten und schloss folgerichtig, dass ein Entfernen der Fangpflanzen vom Feld nicht erforderlich sei (KÜHN, 1881b). Die Zerstörung der Fangpflanzen muss nur rechtzeitig erfolgen, bevor die Weibchen erste Eier legen. Beachtet man ferner, dass sich die Juvenilen bis zu 10 Tagen nach Zerstörung der Pflanzen noch weiterentwickeln können, so ergibt sich hieraus ein Umbruchtermin der Fangpflanzen von 33 Tagen nach Auflaufen bei Frühjahrssaat und von 28 Tagen in der wärmeren Jahreszeit. Erfolgte die Zerstörung der Pflanzen zunächst mit der Handhacke, so setzte er schon bald Pferdegesspanne ein, um die Fangpflanzen mit Hackmessern zu zerstören und sie dann erst oberflächlich (Egge) und später auf 20 cm Tiefe einzuarbeiten (Grubber, Pflug).

Da eine Fangpflanzenkultur niemals alle im Boden vorhandenen Rübennematoden zum Schlupf und zur Eindringung in die Wurzel bringt, empfahl KÜHN (1891) bei hohen Besatzdichten sogar den nachfolgenden Anbau von bis zu vier Fangpflanzenarten innerhalb eines Jahres. Damit gelang es KÜHN, im Folgejahr selbst auf Flächen, die von Landwirten infolge des hohen Nematodenbesatzes bereits für den Zuckerrübenanbau aufgegeben wurden, wieder normale Rübenanträge zu erzielen. Einem erneuten Anstieg von *H. schachtii* ist nach KÜHN durch mindestens 3 Jahre Anbaupause von Zuckerrüben oder anderer Wirtspflanzen, sorgfältiger Unkrautbekämpfung und Integration des Fangpflanzenverfahrens innerhalb bestehender Fruchtfolgen zu begegnen, wie z.B. den Anbau von ein bzw. zwei Fangpflanzenarten vor Anbau von Kartoffeln bzw. nach Frühjahrsnutzung eines überwinterten Saatwicken/Winterroggen-Gemisches als Grünfutter (KÜHN, 1891).

JULIUS KÜHN war auch ein entscheidender Wegbereiter für die **Biologische Bekämpfung**. Bereits 1877 verwies KÜHN auf die enorme Bedeutung der im Boden vorkommenden natürlichen Antagonisten für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. Er beobachtete zahlreiche Zysten, deren Eier von einem Pilz parasitiert waren und beschrieb diesen als *Tarychium auxiliarium* (Syn. *Catenaria auxiliarium*) (KÜHN, 1877a). Heute werden weltweit verschiedene pilzliche und bakterielle Antagonisten erfolgreich als biologische Nematizide eingesetzt, wie die eipathogenen Pilze *Paecilomyces lilacinus* (Bioact[®], MeloCon[®]) und *Pochonia chlamydosporia* (KlamiC[®]) oder die Bakterien *Pasteuria penetrans* (EconemTM) und *Bacillus firmus* (Votivo[®]).

4.3 Arthropoden

In einer Zeit, da das phytomedizinische Interesse insbesondere bei den pilzlichen Schaderregern lag, sorgte KÜHN dafür, dass die Entomologie nicht in eine zweitrangige Rolle gedrängt wurde (BRINK, 1986). KÜHN (1858) schrieb: „Eine jede Pflanzenart hat ihre eigenthümlichen Feinde in der Thierwelt und namentlich sind es die Insekten und deren Larven, welche den wildwachsenden wie den kultivierten Gewächsen schädlich werden“. Neben den Insekten verwies KÜHN aber auch ausdrücklich auf die Pflanzenmilben als bedeutende Schädlinge, insbesondere an Bäumen und Sträuchern. KÜHN führte weiterhin fort: „Es ist für den Landwirth von großer Wichtigkeit, die den Feldgewächsen schädlichen Thiere zu kennen. Je genauer er mit ihrer Entwicklungs- und Fortpflanzungsweise vertraut ist, um so eher wird es ihm gelingen, die geeignetsten Mittel zur Vertilgung derselben aufzufinden“ (KÜHN, 1858). Da nach KÜHN (1858) aber erst für wenige landwirtschaftlich schädliche Insekten deren Biologie ausreichend bekannt war, um sie mit Erfolg zu bekämpfen, sollte der Landwirt auch deren natürliche Feinde kennen, denn „Die Schonung der in dieser Beziehung nützlichen Thiere ist meist das geeignetste und oft das bis jetzt einzige Mittel zur Verhütung einer verderblichen Vermehrung der letzteren“ (KÜHN, 1858). Insbesondere „... die **Schlupfwespen** sind die besten Verbündeten des Landwirthes in der Bekämpfung seiner kleinen Feinde ...“ (KÜHN, 1864a).

In seiner Anfangszeit an der Universität Halle widmete sich JULIUS KÜHN intensiv den **Getreideschädlingen**, deren Biologie und möglichen Gegenmaßnahmen. Im Fokus seines Interesses standen verschiedene Vertreter aus der Ordnung Diptera (Zweiflügler), die teils erhebliche Schäden an Getreide verursachten, wie z.B. Fritfliege (*Oscinella frit*, Syn. *Oscinis frit*), Weizenhalmfliege (*Chlorops pumilionis*, Syn. *Chlorops taeniopus*), Hessemücke (*Mayetiola destructor*, Syn. *Cecidomyia secalina*) und Weizengallmücke (*Contarinia tritici*, Syn. *Cecidomyia tritici*) (KÜHN, 1864a, b). Die meisten dieser Halmfliegen und Gallmücken können nach KÜHN durch späte Aussaat des Wintergetreides ab der zweiten Septemberhälfte gut bekämpft werden (KÜHN, 1864a, b). Für die Bekämpfung der Weizengallmücke empfahl KÜHN zusätzlich, die überwinterten Puppen im Boden durch tiefes Pflügen mit Schälsech und Doppelpflug einzugraben (zit. BRINK, 1986). Darüber hinaus galt KÜHN'S Aufmerksamkeit verschiedenen Käferarten. Allen voran dem Saatschnellkäfer (*Agriotes lineatus*) bzw. dessen Larven, den Drahtwürmern (KÜHN, 1868). Als Gegenmaßnahme empfahl er eine flache Drillsaat und nicht zu häufiges Lockern des Bodens, da sich die Larven darin besonders wohl fühlen. Für die Bekämpfung des Getreidelaufläufers (*Zabrus tenebrioides*, Syn. *Zabrus gibbus*) schlug er unter anderem ein Absammeln der Käfer, keinen Nachbau von Wirtspflanzen, die Anlage eines Fanggrabens, einen raschen Umbruch der Stoppel nach der Ernte sowie tiefes Pflügen des Ausfallgetreides vor (KÜHN, 1869c).

Neben Getreide bearbeitete JULIUS KÜHN Schadinsekten an Futter- und Zuckerrüben, Kartoffel, Möhre, Legumi-

nosen, Leindotter und weiteren Kulturpflanzen. Für viele dieser Schadinsekten wies er erstmals nach, dass sie der eigentliche Verursacher der oftmals schon seit langem bekannten Ertragsausfälle waren, in einigen Fällen beschrieb er Schaderreger auch als eine neue Art (Tab. 3). JULIUS KÜHN beschäftigte sich unter anderem mit der Gammaeule (*Plusia gamma*, Syn. *Phytometra gamma*), Wintersaateule (*Agrotis segetum*), Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*), Schildkäfer (*Cassida nebulosa*), Maulwurfgrille (*Gryllotalpa vulgaris*), Möhrenfliege (*Psila rosae*), Lupinenfliege (*Anthomyia funesta*), Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*), Kohlgallenrüssler (*Ceutorhynchus pleurostigma*) und Kümmelmotte (*Depressaria nervosa*) (KÜHN, 1866, 1870c, 1877c). Als sicherste Vorbeugungsmaßnahme „gegen die verderbliche Ausbreitung von Insektenschäden“ empfahl JULIUS KÜHN die **Schonung der insektenfressenden Vögel** und Anlage künstlicher Sitzplätze (KÜHN, 1866). Zur direkten Bekämpfung empfiehlt er je nach Schaderreger das Absammeln der Schadinsekten, die Verschiebung des Aussaattermins und das Einhalten von Anbaupausen. Für den sich zunehmend ausbreitenden Kartoffelkäfer propagiert KÜHN den Einsatz von Schweinfurter Grün (Kupferarsenitacetat), das mit dem ‚Liquid Atomyzer‘ (siehe 4.6) ausgebracht werden sollte (KÜHN, 1877c).

Weiterhin erwähnenswert ist die Entdeckung der Mehlmotte *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Syn. *Ephesia kuehniella*) durch JULIUS KÜHN in einer Mühle in Halle im Jahr 1877. Dieser vermutlich aus Mittelamerika stammende Schaderreger in der Mühlenindustrie hat sich damals rasend schnell in Europa ausgebreitet (BRINK, 1986).

4.4 Parasitische Pflanzen

Mitte des 19. Jahrhunderts verursachten parasitische Pflanzen in Deutschland noch erhebliche Schäden an Kulturpflanzen. So fand sich zu Lebzeiten KÜHNS die Mistel „zuweilen da, wo ihrer Verbreitung kein Einhalt gethan wird, in solcher Menge auf Obstbäumen ein, daß sie denselben erheblich nachtheilig wird und ihnen, von der Ferne gesehen, auch im entlaubten Zustande ein

völlig grünes Ansehen ertheilt“ (KÜHN, 1858). Weitere bedeutende parasitische Pflanzen waren die Flachsseide (*Cuscuta epilinum*) an Lein, die Kleesseide (*C. epithymium*) an Klee und Luzerne, das Einweibige Filzkraut (*C. lupuliformis*) an Lupine oder der Teufelszwirn (*C. europaea*) an Hopfen, Hanf und Brennesseln (KÜHN, 1858, 1869d, 1900a). Die kleine Sommerwurz (*Orobancha minor*) verursachte regional Schäden an Klee. Erhebliche Schäden bis hin zum ‚Hanftod‘ traten bei Befall durch die Ästige Sommerwurz (*O. ramosa*) an Hanf und Tabak auf. Zu den parasitischen Pflanzen gehörten ferner einige Acker- und Wiesenunkräuter, wie „der Ackerwachtelweizen (*Melampyrum arvense*), das Sumpfläusekraut (*Pedicularis palustris*) und der große und kleine Hahnenkamm oder Klaffer (*Rhinanthus major* und *R. minor*)“ (KÜHN, 1858). Heute sind parasitische Blütenpflanzen infolge einer ausgefeilten Saatgutreinigung in Deutschland bedeutungslos geworden und wurden, wie z.B. die Mistel, in einigen Bundesländern sogar unter Naturschutz gestellt oder wie der Große Klappertopf (*Rhinanthus angustifolius*) zur **Blume des Jahres** 2005 gewählt. In wärmeren Klimaregionen verursachen parasitische Pflanzen der Gattungen *Orobancha*, *Striga* und *Cuscuta* aber noch heute erhebliche Schäden.

4.5 Maßnahmen gegen die Verschleppung von Schad-erregern

Für JULIUS KÜHN wurden zahlreiche Pflanzenkrankheiten überhaupt erst durch den Menschen verbreitet, sei es durch befallenes Saat- bzw. Pflanzgut, über anhaftende Erde an landwirtschaftlichen Maschinen oder kontaminierten Dünger (z.B. Mist, Stroh, Grünabfälle, Rübenanhangerde etc). Er sah in vorbeugenden, **phytosanitären Maßnahmen**, eine entscheidende Unterstützung bei der Bekämpfung dieser Krankheiten, insbesondere von bodenbürtigen Schaderregern und forderte die Landwirte unermüdlich auf, entsprechende Maßnahmen zu berücksichtigen. Am Beispiel pflanzenparasitärer Nematoden seien einige dieser phytosanitären Maßnahmen kurz vorgestellt.

Tab. 3. Überblick der von JULIUS KÜHN neu beschriebenen Arthropoden und der von ihnen befallenen Kulturpflanzen

Stamm: Arthropoda (Gliederfüßler)
Klasse: Arachnida (Spinnentiere)
Ordnung: Acari (Milben)

Dendroptus krameri Kühn, 1883b
Syn. *Steneotarsonemus krameri* Kühn, 1883b

an Straußgras (*Agrostis stolonifera*)

Stamm: Arthropoda
Klasse: Insecta (Insekten)
Ordnung: Diptera (Zweiflügler)

Phorbia florilega Zetterstedt, 1845
Syn. *Anthomyia funesta* Kühn, 1870c

Lupinefliege; an Lupine, Buschbohne, Erbse

Cecidomyia astragali Kühn, 1867

Gallmücke; an Esparsette

Besonders leicht kam es nach JULIUS KÜHN zu einer Verschleppung von *Ditylenchus dipsaci* und so zitiert er diesbezüglich Herrn RANDEARTH zu Kempen bei Heinsberg mit den Worten: „Jetzt, wo dieselbe bereits an Ausdehnung grosse Fortschritte gemacht hat, wäscht man sogar die Hufe der Pferde und die Schuhe des Ackerers ab, bevor sie in den Hof oder in den Stall zurückkommen. Einem Ungläubigen, der die Sache für Aberglauben hielt, warf man einen Spaten voll solcher Erde auf sein Land; die Folge davon war, dass dieses Ackerstück im nächsten Jahr theilweise und im darauf folgenden Jahre ganz mit dieser Krankheit befallen war“ (KÜHN, 1869b). Werden mit *D. dipsaci* befallene Futtermittel verfüttert, so sollten diese zuvor gekocht oder gedämpft werden, um eine Verschleppung des Schaderregers über nicht aufgenommenes Futter im Stallmist zu vermeiden. Demgegenüber scheint *D. dipsaci* die Darmassage nicht zu überleben, zumindest konnte JULIUS KÜHN in den festen Exkrementen der Nutztiere keine Nematoden nachweisen (KÜHN, 1888). Nach KÜHN führt die Verarbeitung von Kartoffeln in der Brennerei zu einem sicheren Abtöten der Tiere, so dass deren Rückstände bedenkenlos als Dünger genutzt werden können. Dies gilt jedoch nicht für die Rückstände aus der Stärkeproduktion (KÜHN, 1888), die nicht auf Ackerland gelangen dürfen.

Um die Ausbreitung des Rübenzystennematoden *H. schachtii* innerhalb des Feldes zu vermeiden, empfahl KÜHN (1881b), einen mindestens 70 cm tiefen und 50 cm breiten Graben auszuheben und mit Ätzkalk zu bedecken. Auch dürften Rübenabfälle nicht zurück auf den Acker gelangen, da diese *H. schachtii* enthalten. Vielmehr sollten die Abfälle vom Rübenputzen 6:1 mit gebranntem, ungelöschtem Kalk gemischt und nach mehrmonatiger Lagerung auf nicht ackerbaulich genutzten Flächen (z.B. Wiesen) ausgebracht werden (KÜHN, 1871, 1874b, 1881b).

Zahlreiche dieser von KÜHN erwähnten Maßnahmen sind heute Bestandteil nationaler und internationaler rechtlicher Regelungen, die zur Vermeidung der Verschleppung von Krankheitserregern mit hohem Schadpotenzial („Quarantäneerreger“) entwickelt wurden.

4.6 Pflanzenschutztechnik

In feuchten, staunassen Böden sah JULIUS KÜHN eine Hauptursache für zahlreiche Erkrankungen und verwies immer wieder auf die Bedeutung eines gut drainierten Bodens für die Pflanzengesundheit (KÜHN, 1854). Er war einer der ersten, der die **Röhrendrainage** in Niederschlesien einführte. In diesem Zusammenhang beobachtete KÜHN im Jahr 1852, wie eine Alge immer wieder zu Verstopfungen der Rohre führte (KÜHN, 1853). Diese Alge zeigte KÜHN dem Dresdner Botaniker GOTTLÖB LUDWIG RABENHORST (1806–1881), der sie als eine neue Art erkannte und nach ihrem Entdecker *Leptothrix kuehneana* Rabenhorst 1865 („Drainalge“) benannte. Durch technische Verbesserungen beim Bau der Drainage, wie z.B. der Vergrößerung des Kalibers der Drainagerohre von ein auf zwei Zoll oder Verlegen der Einmündung der Nebendrainage von oben auf die Hauptdrainage, verbes-

serte KÜHN den Wasserabfluss und reduzierte damit die Algenbildung (KÜHN, 1854). In späteren Jahren entwickelte JULIUS KÜHN sogar eine Drainage speziell für leichte Böden, die überschüssiges Wasser abführte, bei Wasserknappheit aber verschlossen werden konnte, um die Bodenfeuchtigkeit für die Kulturpflanze zu konservieren (KÜHN, 1902).

Bereits früh erkannte JULIUS KÜHN in vergleichenden Untersuchungen die enormen Vorteile der **Drillsaat** gegenüber der Handsaat, wie bessere Durchlüftung des Bestandes und Möglichkeit des Hackens zwischen den Reihen zwecks Unkrautbekämpfung (KÜHN, 1858). Als erster führte er die Drillsaat in Schlesien ein und bereits 1849 erfolgte die gesamte Aussaat der Winterung auf Gut Groß-Krausche mit der Drillmaschine (WOHLTMANN und HOLDEFLEISS, 1905). Von dort aus setzte sich dieses Verfahren rasch in ganz Deutschland durch.

Aber auch bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln leistete JULIUS KÜHN Pionierarbeit. Mit dem **‘Liquid-Atomizer’** führte er eines der ersten Pflanzenschutzgeräte in Deutschland ein (KÜHN, 1877d). Dieses Gerät wurde 1877 auf der Weltausstellung in Philadelphia vorgestellt und in den USA unter anderem zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers eingesetzt. JULIUS KÜHN testete diesen Handzerstäuber für die Ausbringung von **Schweinfurter Grün** (Kupferarsenitacetat), dem ersten synthetischen Insektizid, das in größerem Umfang eingesetzt wurde, sowie einem Extrakt aus Tabakblättern. Die Ergebnisse dieses nach KÜHN leicht zu handhabenden Pflanzenschutzgerätes verliefen so positiv, dass er die Herstellung mehrerer Handzerstäuber veranlasste und sie den Landwirten zur Verfügung stellte (KÜHN, 1877d). Um den Verbleib der Wirkstoffe auf den Pflanzen und damit deren Wirkung zu verbessern, empfahl KÜHN (1877d): „Es ist auch rätlich, dem Wasser etwas Lösung von Mundleim oder arab. Gummi zuzusetzen, um zu bewirken, dass nach dem Abtrocknen das Schweinfurter Grün besser an den Blättern haften bleibe“. Da es für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln in den Boden bisher keinerlei Techniken gab, entwickelte JULIUS KÜHN mit Prof. WÜST eine besondere Maschine (KÜHN, 1877d), um die für die Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden eingesetzten flüssigen Mittel (z.B. Schwefelwasserstoff) in den Boden einbringen zu können.

Der von JULIUS KÜHN gebaute Kartoffel-Igel mit Krümmerscharen und ein Spezialgrubber zum Abschneiden der Fangpflanzen sind weitere Beispiele seiner Maschinenentwicklungen (zit. KÖNNECKE, 1960). Insgesamt unterstützten die von JULIUS KÜHN neu eingeführten Verfahren und teils eigens entwickelten Geräte in erheblichem Maße die zunehmende Mechanisierung der Landwirtschaft in Deutschland.

4.7 Pflanzenbau

Pflanzenbauliche Fragestellungen bearbeitete JULIUS KÜHN auf dem Versuchsfeld des Institutes. Bereits 1878 legte er in Anlehnung an den seit 1843 in Rothamsted durchgeführten Dauerversuch mit Winterweizen eine Monokultur mit Winterroggen an, um die Langzeitwir-

kung von mineralischem gegenüber organischem (Stallmist) Dünger zu prüfen. Dieser als **‘Ewiger Roggenbau’** bekannte Versuch wird bis heute fortgeführt. Weitere Anbauversuche beschäftigten sich mit Einfelder- und Dreifelder-Fruchtfolgen, Fruchtwechsel und Raubbau (= ohne Düngung) (SCHMALZ, 1995). Im Jahr 1898 erwarb KÜHN privat das Rittergut Lindchen bei Senftenberg in der Niederlausitz, um hier Untersuchungen zu verbesserten Anbauverfahren auf sehr leichten und somit extrem ertragsschwachen Sandböden durchzuführen.

Darüber hinaus beschäftigte sich JULIUS KÜHN mit spezifischen Anbausystemen, wie dem Gülichschen Verfahren für Kartoffeln, oder Fragen zum Durchwachsen der Kartoffeln, d.h. der Bildung sekundärer Knollen gegen Ende der Vegetationsperiode (KÜHN, 1869e; KÜHN, 1884; KÜHN zit. in WOHLTMANN und HOLDEFLEISS, 1905). Letzteres betraf vor allem die spätreifen Sorten der insgesamt 285 auf dem Versuchsfeld des landwirtschaftlichen Instituts in Halle kultivierten Kartoffelsorten (KÜHN, 1884; KÜHN zit. in WOHLTMANN und HOLDEFLEISS, 1905).

Im Bereich der **Gründüngung** bearbeitete JULIUS KÜHN Fragen zur Saatzeit und Düngerwirkung bzw. der Ausnutzung des Stickstoffs durch Anbau von Weißem Senf (KÜHN, 1893a, 1895). Immer wieder propagierte er die Vorteile der Sandwicke (Syn. Zottelwicke, *Vicia villosa*) als Gründüngungspflanze, wie Spätsaatverträglichkeit, Winterfestigkeit und rasche Entwicklung im Frühjahr (KÜHN, 1892, 1893b). Als Bestandteil des Landsberger Gemenges (Zottelwicke 21 kg/ha, Inkarnatklee 9 kg/ha, Welsches Weidelgras 30 kg/ha) hat sie heute große Bedeutung als Grünfutter bzw. Gründüngung.

Schon JULIUS KÜHN waren die Vorzüge des **Leindotters**, wie anspruchslosigkeit, Schnellwüchsigkeit, Trockentoleranz und geringer Pflanzenschutzbedarf sehr wohl bekannt (KÜHN, 1866). Heute erlebt der Leindotter gerade seine Renaissance im Ökolandbau. Im Mischanbau mit Erbsen unterdrückt er wirkungsvoll Unkräuter und dient als Stütze für die Erbsenpflanzen, im Mischanbau mit Hafer und Sommerweizen sorgt er für Ertragsstabilität. Über die Gewinnung von Leindotteröl bietet er eine zusätzliche Ertragskomponente.

4.8 Pflanzenernährung

JULIUS KÜHN sah in der Pflanzenernährung nicht nur ein Mittel zur Ertragssteigerung, sondern auch eine Möglichkeit, die Toleranz der Kulturpflanze gegenüber Schaderregerbefall zu erhöhen (KÜHN, 1881b). KÜHN untersuchte die Vor- und Nachteile verschiedener Düngertypen, insbesondere von Stickstoff- und Phosphatdüngern. Angeregt durch die Lehren JUSTUS VON LIEBIGS stellte JULIUS KÜHN Anfang der 1850er Jahre **Knochenmehlsuperphosphat** selbst her und düngte damit den Winterweizen auf Gut Groß-Krausche bei Bunzlau in Schlesien. Insgesamt setzte er hunderte von Zentnern Schwefelsäure ein, mit denen er das Knochenmehl im Verhältnis 4:9 (w/w) aufschloss (KÜHN, 1898). Er war damit neben VON LIEBIG Wegbereiter einer neuen, modernen Pflanzenernährung in Deutschland (WOHLTMANN und HOLDEFLEISS, 1905). In den folgenden Jahren setzte sich

dann der aus England kommende erste „Kunstdünger“ Superphosphat (17% P₂O₅) zunehmend in Deutschland durch. Doch war dieser nach JULIUS KÜHN nicht in allen Belangen überlegen (KÜHN, 1898). Er zeigte seine Vorzüge primär auf kaltgründigem bzw. sandigem Lehm. Aus wirtschaftlichen Überlegungen empfahl KÜHN dagegen für bessere Sandböden Thomasschlackenmehl (20% P₂O₅) oder gedämpftes Knochenmehl (22% P₂O₅), für leichte Sandböden auch entleimtes Knochenmehl (29,5% P₂O₅) (KÜHN, 1900b).

In Exaktversuchen zum Eintrag von Nährstoffen über Dünger bzw. Austrag über Ernteprodukte stellte KÜHN einen erheblichen Stickstoffzugang fest, der nur durch Luftstickstoff assimilierende Organismen zu erklären sei (in BODE, 1910). Auch beobachtete KÜHN, dass in den mit Stallmist gedüngten Parzellen insbesondere Aktinomyzeten gefördert wurden. Folgerichtig schloss er, dass **mikrobiologische Prozesse** im Boden von besonderer Bedeutung für die Pflanzenernährung sind.

Da Kulturpflanzen in Bodentiefen über 30 cm wurzeln und auch dort Nährstoffe aufnehmen, erwartete man bei entsprechend langer Kulturdauer einen Nährstoffmangel in tieferen Bodenschichten und damit zurückgehende Erträge. KÜHN (1894) experimentierte mit einem speziellen Untergrunddüngepflug und konventionellen Pflügen. Die Düngergabe wurde jeweils zur Hälfte im Unterboden (30–45 cm Tiefe) bzw. im Oberboden (0–30 cm) appliziert und mit der Ertragswirkung bei Applikation ausschließlich im Oberboden verglichen. Bei Zuckerrüben führte die **Untergrunddüngung** zu einer deutlichen Verbesserung des Ertrages (KÜHN, 1894). Die alleinige Lockerung des Unterbodens (ohne Düngung) hatte zwar auch eine positive Wirkung auf den Ertrag, jedoch in geringerem Maße als bei gleichzeitiger Düngung. Bei Kartoffeln und Getreide brachte die Untergrunddüngung dagegen keinerlei Vorteile (KÜHN, 1894).

4.9 Pflanzenzüchtung

Angesichts der großen Breite unterschiedlichster Forschungsgebiete bei JULIUS KÜHN fällt auf, dass für den Bereich der Pflanzenzüchtung so gut wie keine Publikationen vorliegen. Zwar beobachtete KÜHN in der Praxis häufig völlig gesunde Pflanzen inmitten erkrankter Pflanzen und auch baute er verschiedenste Sorten zahlreicher Kulturpflanzen im Landwirtschaftlichen Lehrgarten an, um deren Eigenschaften zu untersuchen, eine gezielte Selektion bzw. Züchtung führte er aber nicht durch. Vermutlich fehlten ihm hierzu die Kenntnisse. JOHAN GREGOR MENDEL (1822–1884) hatte die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung zwar schon 1865 beschrieben, doch dieses Wissen blieb zunächst unbeachtet. Erst im Jahre 1900 wurden Mendels Vererbungsgesetze unabhängig voneinander von CARL CORRENS, HUGO DE VRIES und ERICH TSCHERMAK wiederentdeckt (SCHMALZ, 1995). Letzterer hatte übrigens unmittelbar zuvor bei JULIUS KÜHN promoviert. Mit der Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln entwickelte sich die Pflanzenzüchtung nun rapide voran. Nach den Worten SCHMALZ (1995) kann man „nur spekulieren, wie er (JULIUS KÜHN, Anmer-

kung der Autoren) sich wohl verhalten hätte, wenn die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung sofort oder wenigstens sehr viel früher die Genetik entscheidend befruchtet hätten“. Die Bedeutung JULIUS KÜHNS für die Kulturpflanze ist aber auch bei den Züchtern anerkannt. Pünktlich zum Jubiläum hat die Firma STRUBE ihre neue Sorte einer ertragsstarken Zuckerrübe mit hoher Toleranz gegen den Rübenzystematoden *Heterodera schachtii* unter dem Namen 'Kühn' auf den Markt gebracht.

Danksagung

Für die überaus engagierte und hilfsbereite Unterstützung bei der Beschaffung selbst ausgefallener Arbeiten von JULIUS KÜHN sei Dr. OLAF HERING, JULIA SCHOLLBACH und IRENA GÄRTNER vom Informationszentrum und Bibliothek des Julius Kühn-Instituts herzlich gedankt. Ein ganz besonderer Dank gebührt Dr. RENATE SCHAFBERG und Dr. JOACHIM WUSSOW, Leiterin und ehemaliger Leiter des Museums für Haustierkunde „Julius Kühn“ in Halle (Saale), die bereitwillig und kompetent durch das beeindruckende Archiv von JULIUS KÜHN führten und so manches „Schätzchen“ zu JULIUS KÜHN hervorzauberten.

Literatur

- BODE, H., 1910: Der statische Versuch auf dem Versuchsfelde des landwirtschaftlichen Instituts. Landw. Umschau **16**, 12-14.
- BRAUN, H., 1965: Geschichte der Phytomedizin. Berlin, Paul Parey.
- BRINK, A., 1986: Der Beitrag Julius Kühns zur nematologischen und entomologischen Forschung. Dipl.-Arb., Univ. Halle.
- DE BARY, A., 1853: Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen mit Rücksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen. Berlin, Müller, 144 S.
- DE BARY, A., 1861: Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und Verhütung. Leipzig, Melzer, 75 S.
- KÖNNECKE, G., 1960: Julius Kühn, sein Leben und Wirken. Kühn-Arch. **74**, 3-12.
- KÜHN, J., 1853: Über Verstopfungen von Drains. Z. Dtsch. Drainierung **2**, 73-74.
- KÜHN, J., 1854: Das Drainieren als Schutz gegen die Rübenfäule. Z. Dtsch. Drainierung **3**, 102.
- KÜHN, J., 1855: Über das Befallen des Rapses und die Krankheit der Möhrenblätter. Hedwigia **1**, 86-91.
- KÜHN, J., 1856a: Das Befallen des Rapses durch den Rapsverderber, *Sporidesmium extiosum*, Kühn in litt. Hedwigia **2**, S. 91.
- KÜHN, J., 1856b: Über das Erkranken der Möhre. Bot. Z., S. 105.
- KÜHN, J., 1857: Über das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blütenköpfen von *Dipsacus fullonum* L. Z. Wiss. Zool. **9**, 129-137.
- KÜHN, J., 1858: Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung. Berlin, Gustav Bosselmann, 312 S.
- KÜHN, J., 1864a: Mittheilungen über das Vorkommen einiger landwirtschaftlich schädlichen Mücken- und Fliegenarten. Z. Landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **21**, 79 und 237.
- KÜHN, J., 1864b: Die Gelbe Halmfliege, *Chlorops taeniopus* Meigen, ein neuer Verwüster der Weizenfelder. Neue Landw. Z. **13**, 279-281.
- KÜHN, J., 1866: Zwei Feinde des Leindotters. Z. landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **23**, 11-12.
- KÜHN, J., 1867: Die Wurmkrankheit des Roggens. Z. landw. Central-Ver. Prov. Sachsen, **24**, 99-100.
- KÜHN, J., 1868: Gerstenkrankheit. Z. Landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **25**, 290-291.
- KÜHN, J., 1869a: *Calyptospora* nov. gen. Uredinearum. Hedwigia **8**, 81.
- KÜHN, J., 1869b: Über die Wurmkrankheit des Roggens und über die Übereinstimmung der Anguillulen des Roggens mit denen der Weberkarde. Ber. Naturforsch. Ges. Halle **10**, 19-26.
- KÜHN, J., 1869c: Der Getreidelaufläufkäfer, *Zabrus gibbus*. Ein Feind der Saaten und des reifenden Getreides. Z. Landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **26**, 193 ff.
- KÜHN, J., 1869d: Das einweibige Filzkraut (*Cuscuta lupuliformis* Kroker, C. *monogyna* Auct.) als Feind der Lupine. Z. Landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **26**, 268-269.
- KÜHN, J., 1869e: Das Durchwachsen der Kartoffel. Neue landw. Z. **18**, 41-45.
- KÜHN, J., 1870a: Über die Erfolglosigkeit des Schwefels als Mittel gegen den Kartoffelpilz. Z. landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **27**, 105-107.
- KÜHN, J., 1870b: Über *Anguillula devastatrix* und die Wurmkrankheit des Roggens. Ber. Naturforsch. Ges. Halle **11**, 18 ff.
- KÜHN, J., 1870c: Die Lupinenfliege, *Anthomyia funesta* Jul. Kühn. Neue landw. Z. **19**, 492-498.
- KÜHN, J., 1871: Die Rüben-Nematode. Z. Ver. Rübenzucker-Ind. **21**, 20-24.
- KÜHN, J., 1872: Der Mehltau der Runkelrübe. Z. landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **29**, 276-278.
- KÜHN, J., 1873a: Die Anwendung des Kupfervitriols als Schutzmittel gegen den Steinbrand des Weizens. Bot. Z. **31**, 502 ff.
- KÜHN, J., 1873b: Die Anguillulen. Neue landw. Z. **22**, 1-4.
- KÜHN, J., 1874a: Über die Entwicklungsformen des Getreidebrandes und die Art des Eindringens der Keimfäden in die Nährpflanze. Bot. Z. Leipzig **32**, 122 ff.
- KÜHN, J., 1874b: Über das Vorkommen von Rübenmematoden an den Wurzeln der Halmfrüchte. Fühling's landw. Z. **23**, 517-520.
- KÜHN, J., 1875a: Über *Peronospora dipsaci*, forma *fulloni* Kühn. Hedwigia **14**, 33-35.
- KÜHN, J., 1875b: Mycologische Notiz. *Ustilago reesiana* for. nov. *Silybi mariani* Kühn. Bot. Z. **33**, 583 ff.
- KÜHN, J., 1875c: Über die Notwendigkeit eines Verbotes der Pflanzung und Anlage des Berberitzen-Strauches. Landw. Jahrbücher von Thiel, Jahrg. 1875.
- KÜHN, J., 1876a: *Ustilago rabenhorstiana* Kühn. Hedwigia **15**, 4-6.
- KÜHN, J., 1876b: *Tilletia secalis* Kühn, eine Kornbrandform des Roggens. Bot. Z. Leipzig **34**, 470.
- KÜHN, J., 1877a: Vorläufiger Bericht über die bisherigen Ergebnisse der seit dem Jahre 1875 im Auftrage des Vereins für Rübenzucker-Industrie ausgeführten Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübenmüdigkeit des Bodens und zur Erforschung der Natur der Nematoden. Z. Ver. Rübenzucker-Ind. **27**, 452-457.
- KÜHN, J., 1877b: Die Brandformen der Sorghumarten. Ein Beitrag zur Geographie der Pflanzenkrankheiten. Mitt. Ver. Erdk. Halle a. S., 87 ff.
- KÜHN, J., 1877c: Zur Vertilgung des Coloradokäfers. Magdeb. Z. Nr. 374 vom 13. August 1877.
- KÜHN, J., 1877d: Bericht über einige mit dem „Liquid-Atomizer“ angestellten Versuche. Fühling's landw. Z. **26**, 811-815.
- KÜHN, J., 1877e: *Phoma hennebergii* Kühn, ein neuer Pilz am Sommerweizen. J. Landw. **26**, 130 ff.
- KÜHN, J., 1878: Über eine neue parasitische Alge (*Phyllosiphon arisari* Kühn n. g. et sp.). Ber. Naturforsch. Ges. Halle **19**, 24-26.
- KÜHN, J., 1880: Edelweiß-Anguillulen. Magdeb. Z. vom 13.06.1880.
- KÜHN, J., 1881a: Das Luzerneälchen (*Tylenchus havensteinii* Jul. Kühn), ein neuer Feind der Landwirtschaft. Fühling's landw. Z. **30**, 205-206.
- KÜHN, J., 1881b: Die Ergebnisse zur Ermittlung der Ursache der Rübenmüdigkeit und zur Erforschung der Natur der Nematoden. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle **3**, 1-153.
- KÜHN, J., 1882: *Paipalopsis irmschiae* Jul. Kühn, ein neuer Pilzparasit. Hedwigia **22**, 28-31.
- KÜHN, J., 1883a: *Chrysoxyma albida* n. sp. Eine neue Rostart der gemeinen Brombeere. Bot. Zbl. **16**, 154-157.
- KÜHN, J., 1883b: *Dendroptus krameri* n. sp. Eine neue Milbengalle auf dem Straußgrase. Bot. Zbl. **13**, 122.
- KÜHN, J., 1884: Bericht über Versuche zur Prüfung des Gülich'schen Verfahrens beim Anbau der Kartoffel. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle H. **1**, 1-100.
- KÜHN, J., 1888: Die Wurmfaule, eine neue Erkrankungsform der Kartoffel. Z. Spiritusind. **22**, 335.
- KÜHN, J., 1890: Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Zuckerrüben. Jb. Dt. Landw. Ges. **4**, 93-94 oder 88-97.
- KÜHN, J., 1891: Neuere Versuche zur Bekämpfung der Rübenmematoden. Zbl. Bakt. Parasitenkd. **9**, 593-597.
- KÜHN, J., 1892: Die Sandwicke (*Vicia villosa*), ihre Bedeutung als früheste Grünfütterpflanze und die zweckentsprechendste Saatzeit. Z. landw. Central-Ver. Prov. Sachsen **29**, 314-319.
- KÜHN, J., 1893a: Die wirtschaftliche Bedeutung der Gründüngung. Z. landw. Central-Ver. Pro. Sachsen **50**, 95-117.
- KÜHN, J., 1893b: Die zweckmäßigste Saatzeit des Grünfütter-Sandwickengemenges. Fühling's landw. Z. **42**, 531-535.
- KÜHN, J., 1894: Über Untergründüngung, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung für den Zuckerrübenbau. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle **11**, 155-168.

- KÜHN, J., 1895: Die wirtschaftliche Bedeutung der Gründüngung und der Ausnutzung des Stickstoffs im Stallmist und Gründüngung. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle **12**.
- KÜHN, J., 1898: Versuche über die Phosphorsäurewirkung des Knochenmehls. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle **13**, 198-208.
- KÜHN, J., 1900a: Der gemeine Teufelszwirn, *Cuscuta europaea* L., ein neuer Feind der Lupinen, nebst Bemerkungen über Verbreitung und Bekämpfung der landwirthschaftlich schädlichen Seidearten. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle **14**, 144-155.
- KÜHN, J., 1900b: Wo soll man Superphosphat, wo Thomasmehl, wo Knochenmehl anwenden? Hannoversche Land- und Forstw. Z. **53**, S. 68.
- KÜHN, J., 1902: Über eine neue Methode der Ackerdrainage bei leichterem Bodenbeschaffenheit. Ber. Physiol. Labor. Univ. Halle **16**, 146-161.
- KÜHN, J., 1909: Die Nematoden-Bekämpfungsversuche des Landwirtschaftlichen Institutes der Universität Halle a. S. Bl. Zuckerrübenanbau **16**, 305-309.
- RIEHM, E., 1936: Die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. Mitt. Biol. Reichsanst. Land- und Forstwirtsch. **54**, 50 S.
- RITZEMA BOS, J., 1888: Lánguillule de la tige (*Tylenchus devastaticus* Kühn) et les maladies de plantes dues a ce nématode. Arch. Mus. Teyler Ser. **2**, 161-348.
- SCHACHT, H., 1859: Über einige Feinde und Krankheiten der Zuckerrübe. Z. Ver. Rübenzuckerind. Zollverein **9**, 239-250.
- SCHMALZ, H., 1995: JULIUS KÜHN (1825-1910) – sein Leben und Wirken. In: Montagsvorträge zur Geschichte der Universität Halle II. Bedeutende Gelehrte der Universität zu Halle seit ihrer Gründung im Jahre 1694. H.-H. HARTWICH, G. BERG (Hrsg.). Opladen, Verlag Leske und Budrich, 81-104.
- SCHWABE, H., 1968: Philosophische und methodologische Grundfragen der der Wissenschafts- und Universitätsgeschichte, dargestellt an Hand neuer archivalischer Zeugnisse zum Leben und Wirken Julius Kühns aus den Jahren 182 bis 1862. Diss. Univ. Halle.
- STEUDEL, W., 1984: Pflanzenschutz im Rübenbau einst und jetzt – ein wissenschaftshistorischer Rückblick. In: Geschichte der Zuckerrübe – 200 Jahre Anbau und Züchtung. Institut für Zuckerrübenforschung Göttingen, 67-82.
- TILLET, M., 1755: Dissertation sur la cause qui corrompt et noircit les grans de blé dans les épis; et sur les moyens de prévenir ces accidents (Abhandlung von der Ursache, woher die Körner des Getreides in den Ähren verderben und schwarz werden). Bordeaux.
- UNGER, F., 1833: Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse. Wien, Verlag Gerold, 422 S.
- WILHELM, S., H. TIETZ, 1978: Julius Kuehn – his concept of plant pathology. Ann. Rev. Phytopathol. **16**, 343-358.
- WOHLTMANN, F., P. HOLDEFLEISS, 1905: Julius Kühn. Sein Leben und Wirken. Berlin, Paul Parey, 57 S.
- WOHLTMANN, F., 1910: Julius Kühn. Nachruf in der Magdalenenkapelle der Universität zu Halle a. S. Landw. Umsch. **16**, 2-5.