

Zeitschrift: Kultur und Politik : Zeitschrift für ökologische, soziale und wirtschaftliche Zusammenhänge
Herausgeber: Bioforum Schweiz
Band: 50 (1995)
Heft: 1

Artikel: Boden im Test
Autor: Peters, Uwe / Laskowska-Kosegarten, Eleonore
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-891980>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 23.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

FORSCHUNG

Boden im Test

Boden ist mehr als die Summe seiner Einzelkomponenten. Eine neue Testmethode ermittelt deshalb den Grad der Bodenbelebung, welche Rückschlüsse auf die Fruchtbarkeit des Bodens ermöglicht.

Dr. Uwe Peters und Ing. agr. Eleonore Laskowska-Kosegarten, Institut für Mikrobiologie und Biochemie, Herborn (D)

Im Bewusstsein, dass auch der biologisch-organische Landbau das Risiko des Fruchtbarkeitsschwundes mit sich bringt, der für die betroffenen Landwirte existenzgefährdend ist, begann Hans Peter Rusch die Entwicklung eines Bodentestes. Als Arzt und Mikrobiologe waren ihm aus dem Humanbereich die positiven Auswirkungen einer intakten physiologischen Bakterienflora bekannt. Überzeugt davon, dass diese Erkenntnisse aus der Medizin auch für den Boden gelten, formulierte er:

«Fruchtbarkeit kann nur messbar gemacht werden im Rahmen des biologischen Substanzkreislaufes, das heisst, in der Beobachtung und Registrierung von Lebensvorgängen, quantitativ wie qualitativ.»

Wenn in den vorangegangenen Sätzen von zugeordneten Lebensvorgängen die Rede war, so sind darunter die Stoffwechselfunktionen der Mikroorganismen zu verstehen. Die Kenntnis über die Artzusammensetzung und die Menge der Mikroorganismen sollten als Indikator für die Bodenfruchtbarkeit gelten. Dabei kam bestimmten Leitkeimen besondere Bedeutung zu. Dieses Testverfahren sollte, als sog. Rusch-Test, in die Geschichte des Bioland-Anbaus eingehen und ist sicherlich vielen von Ihnen – liebe Leser – noch gut in Erinnerung.

An den grundsätzlichen Überlegungen zu diesem Thema hat sich bis heute am Institut für Mikrobiologie und Biochemie in Herborn, so der heutige Name vom «Labor Rusch», nichts geändert. Geleitet wird das Institut heute von dem Biologen Dr. Volker Rusch. Neben dem medizinischen Zweig bilden analytische Dienstleistungen für Landwirte und Verarbeiter des ökologischen Landbaus einen Schwerpunkt der Arbeit.

Bodenuntersuchungen – Sinn und Zweck

In der konventionellen Landwirtschaft werden Bodenuntersuchungen regelmässig durchgeführt, um einen Überblick über die Nährstoffversorgung im Boden zu erhalten

und bei Mangel entsprechende Mengen in Form von organischen oder mineralischen Düngern zuzuführen. Die dabei zugrunde gelegten Nährstoffversorgungswerte für die einzelnen Feldfrüchte sind zur Zeit stark in der Diskussion, insbesondere diejenigen für Stickstoffdünger, deren überschüssige Mengen für die Eutrophierung der Gewässer und die hohe Nitratbelastung im Trinkwasser verantwortlich sind.

Auch für die anderen Nährstoffe, wie z.B. Kalium und Phosphat, stellt sich die Frage, auf welches Niveau aufgedüngt und wie hoch das Nachlieferungspotential geschätzt werden soll. Hinweise darauf, dass dieses in einem grösseren Ausmass zur Verfügung steht, stammen aus Bodenuntersuchungen von ökologisch bewirtschafteten Betrieben.

Mit der wachsenden Kenntnis der Bodenprozesse, die sich im Wechselspiel von Pflanzenwurzeln und Mikroben ergeben, zeigt sich, dass die Aussagen von reinen Nährstoffanalysen um so schlechter zutreffen, je natürlicher die Bodenverhältnisse sind; z.B. für den erdfreien Tomatenanbau der holländischen Gewächshäuser liefern diese Untersuchungen absolut zutreffende Werte, für unbearbeitete «Urwaldböden» hätten solche Analysen keine Aussagekraft.

Für die landwirtschaftlichen Betriebe in Wasserschutzgebieten ist daher mittlerweile die Messung der Stickstoffmineralisation üblich. Die Düngeempfehlung wird um den Anteil der bodeneigenen Mineralisation nach unten korrigiert.

Im Grunde genommen handelt es sich dabei um einen ersten Vorstoss in die Welt der Mikroorganismen, da für die Umsetzung des Stickstoffs verschiedene Bakteriengattungen (z.B. Nitrosomonas und Nitrobacter) verantwortlich sind.

Die Untersuchungen in der Bodenbiologie haben dann gezeigt, dass für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Böden und damit für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, das Zusammenspiel von höheren Pflanzen und Bodenmikroorganismen entscheidend ist. Diese Symbiose scheint von Vorteil für beide

Partner zu sein. Die Pflanzen erhalten über die Tätigkeit der Mikroorganismen die notwendigen Nährstoffe unmittelbar im Wurzelbereich aufgeschlossen, die Bodenorganismen werden im Gegenzug über aktive Ausscheidungen der Wurzeln von Nährstoffen (Zucker, Eiweisse) ernährt. Zahlreiche Pflanzen verfügen zudem über die Fähigkeit, Sauerstoff aktiv über die Wurzeln dem Boden zuzuführen, so entsteht ein eigener Lebensraum im engen Umfeld der Pflanzenwurzel.

Mikroorganismen, ob Bakterien, Pilze, Protozoen und die höher entwickelten Bodentiere, wie Springschwänze, Würmer usw. sind für die Stoffumsetzungen im Boden verantwortlich. Dazu zählt u.a. der Aufschluss von Nährstoffen (vor allem Stickstoff und Phosphor). Die Bodenstruktur und das Bodengefüge wird durch diese Lebensprozesse geprägt. Damit verbunden sind die Belüftung und die Wasserdurchlässigkeit des Bodens und damit Faktoren wie pH-Wert, Bodentemperatur, Redoxpotential.

Aus dieser Kenntnis hat sich eine bodenbiologische Analytik entwickelt, die wichtige Kennwerte zur Charakterisierung des Bodens enthält. Zu nennen wären die mikrobielle Biomasse und die mikrobielle Aktivität. Mit diesen Parametern sind Kennwerte zur Beschreibung der Bodenbelebungen vorhanden, die Rückschlüsse auf die Bodenfruchtbarkeit zulassen. Belastungen und Schädigungen des Bodens können somit in ihren Auswirkungen frühzeitig erkannt und Gegenmassnahmen ergriffen werden.

Derartige Untersuchungen sind wichtig zur Feststellung von Veränderungen im Rahmen von Bodenschutzprogrammen. In der Landwirtschaft sind es besonders die ökologisch wirtschaftenden Landwirte, die von solchen Untersuchungen profitieren. In Verbindung mit einfachen Feldmethoden (z.B. Spatenprobe) erhält man umfassende Kenntnis über die Bodenentwicklung, kann Fehlentwicklungen sehr früh erkennen und erhält tendenzielle Informationen über die zukünftige Entwicklung.

Viele Verfahren – ein Ziel

Ähnlich wie der Entwurf des deutschen Bodenschutzgesetzes gibt es in der Schweiz und in Österreich schon Verordnungen, die sicherstellen sollen, dass Belastungen und

Schädigungen der Böden zukünftig vermieden werden. Einig ist man sich weiterhin darüber, dass zur Überwachung der Einhaltung der Vorschriften, neben der klassischen Schadstoffanalytik, Summenparameter auf der Basis mikrobieller Kennwerte erhoben werden sollen.

Um dieses Ziel zu erreichen stehen mehrere Methoden zur Verfügung, die in den letzten Jahren intensiv getestet wurden. Dabei stellte sich heraus, dass klassische mikrobielle Verfahren, die einzelne Populationen von Mikroorganismen erfassen, aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes und der schweren Interpretierbarkeit nicht geeignet sind. Auch der biologische Aktivitätsindex nach Rusch muss wohl nach vorliegenden Erkenntnissen hier eingeordnet werden.

Neue Ansätze in der Populationsforschung können zukünftig vielleicht neue Verfahren hervorbringen. Zu nennen wäre dazu die Identifizierung der artspezifischen Lipidmuster der Zellmembranen.

Einen einfachen Summentest für die biologische Aktivität von Böden stellt die Fraktionierung der Phosphate nach Essigsäure-, Milchsäure- und Zitronensäurelöslichkeit dar. Die schwierigen bodenchemischen und -physikalischen Verhältnisse beim Phosphor lassen jedoch Fehlinterpretationen befürchten, wie sie in der Praxis des DOK-Versuches in der Schweiz auftraten.

Seit Ende der 70er Jahre haben dann verschiedene biochemische Verfahrensansätze Einzug in die Bodenbiologie gehalten, die im folgenden kurz skizziert werden sollen. All diesen Methoden gemeinsam ist die Feststellung der Stoffwechselleistungen der Bodenlebewesen und die Erfassung der mikrobiellen Biomasse.

Darüber hinaus werden noch – je nach Methode – weitergehende Parameter ermittelt, so z.B. der metabolische Quotient, der Aussagen über die Energienutzungseffizienz der Mikroorganismen macht.

Als zusätzliche Grösse zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit wird auch die Fähigkeit und der Verlauf des Zelluloseabbaus angesehen, da ungestörte Böden über hohe biologische Abbaukräfte verfügen. Über das C/N-Verhältnis ergibt sich hierbei eine Verbindung zum wichtigen Stickstoffkreislauf.

Eine der ersten biochemischen Methoden stellt die sogenannte Fumigationsmethode dar. Dabei werden die Mikroorganismen mit



Messplatz für die SIR-Anlage in Herborn – computergesteuerte Durchflussmessung in einer Heinemeyer-Anlage

Chloroform abgetötet und anschliessend die Kohlenstoffumsetzung (C-Mineralisation) der abgetöteten Zellen erfasst. Dazu wurde der vorbehandelte Boden (fumigierter Boden) mit nicht behandeltem Boden angeimpft und inkubiert. Geeicht wurde diese Methode mit radioaktiv markierten Labor-kulturen.

In Abwandlung dieser Methode wurde ein Verfahren entwickelt, das den Kohlenstoff der abgetöteten Mikroorganismen über ein Extraktionsverfahren nachweist. Aufgrund zahlreicher methodischer Schwierigkeiten ist erstere Methode heute von untergeordneter Bedeutung. In experimentellen Dauerversuchen erzielt man aber mit der Extraktionsmethode sehr genaue Werte und wendet sie im Rahmen wissenschaftlicher Versuche gezielt an.

Die Bestimmung des ATP-Gehaltes ist ein guter Ansatz, mikrobielle Aktivität und Biomasse zu erfassen. ATP (Adenosintriphosphat) ist der Energieträger aller Organismen und findet sich nur in lebenden Zellen, da es einem schnellen Abbau unterliegt. Mit verschiedenen chemischen Extraktionslösungen ist es möglich, ATP aus Bodenproben zu

gewinnen und über einen biologischen Leuchttest (mit dem Leuchtstoff der Glühwürmchen) quantitativ zu bestimmen. Für diesen Test besteht mittlerweile eine breite Daten- und damit Vergleichsbasis. Die hohe Empfindlichkeit der Methode und die unmittelbare Bestimmung der Biomasse über den chemischen Parameter machen die Methode interessant. Der Nachteil besteht in dem hohen Aufwand und den damit verbundenen hohen Kosten.

Als weitere Methode hat sich die Substrat-induzierte Respiration (SIR) etabliert. Dabei wird der Boden inkubiert, die CO₂-Freisetzung nach Zugabe von Glukose (induzierte Atmung) gemessen und daraus auf die vorhandene Biomasse geschlossen.

Die während der Inkubationsphase gemessene Basalatmung ergibt in Verbindung mit dem Biomassegehalt den sogenannte metabolischen Quotienten. Dieser gilt als guter ökophysiologischer Zeigerwert bei gestörten Bodenbedingungen (Belastungen mit Schadstoffen, Bodenverdichtungen, Düngefehler, Fruchtfolgefehler).

Die Methode erweist sich in der praktischen Durchführung in der Routine als gut geeig-

net. Sie ist für Fragestellungen der Praxis genügend empfindlich, gut zu handhaben und ermöglicht in einem Untersuchungslauf mehrere Kenn-
daten des Bodens zu ermitteln.

Mittlerweile gibt es in verschiedenen Instituten in Deutschland und der Schweiz schon eine grössere Vergleichsdatenbasis. So hat sich z.B. eine Arbeitsgruppe des Fraunhofer-Institutes für Umweltchemie und Ökotoxikologie (VAAM-Arbeitsgruppe) in Schmallenberg für diese Methode ausgesprochen.

Für die Anwendung in der Praxis sprechen zwei weitere Gründe: Zum einen werden für die Messung keine giftigen Chemikalien benötigt, zum anderen ist die Methode in der Routine relativ preiswert.

Der «Symbio-Bodentest»

Seit zwei Jahren wird als Nachfolge für den «Rusch-Test» am Institut in Herborn ein Bodenuntersuchungspaket angeboten. Darin enthalten sind die klassischen Nährwertuntersuchungen auf Kalium, Magnesium und Phosphat sowie Angaben zu Bodenart und zum pH-Wert.

Für die Feststellung der mikrobiellen Bodenkennwerte wurde die SIR (substratinduzierte Respiration) ausgewählt. Die Abbildung auf Seite 13 zeigt eine Untersuchungseinrichtung für zwölf Proben. Gemessen wird die CO₂-Freisetzung im Durchflussverfahren mit einer computergesteuerten Heinemeyer-Einrichtung über einen Infrarotgasanalysator.

Die Bodenproben (ca. 0,5 kg) werden vorher gesiebt und von den sichtbaren organischen Bestandteilen befreit. Die so vorbereiteten Proben werden dann in die Probenröhrchen (vgl. Abbildung Seite 13) eingefüllt und in die Messeinrichtung eingespannt.

Im Normalfall kann von einer Probe nach 8 Stunden die Basalatmung abgelesen werden und danach die Glukosezugabe zur Aktivierung der Mikroorganismenpopulation erfolgen. Nach einem steilen Anstieg der Atmung ergibt sich ein nahezu lineares Plateau. Durch die entsprechende Eichung kann somit direkt auf die aktivierbare mikrobielle Biomasse geschlossen werden. Der weitere Anstieg der Kurve ist dann auf die Vermehrung der Population, bedingt durch das gute Nahrungsangebot, zurückzuführen.

Akademisch betrachtet zeigen sich hier die ersten Probleme der Methode. Erfasst werden nur Organismen, die durch Glukose ak-

tivierbar sind, Dauerstadien und langsam reagierende Organismen werden eher unterschätzt bzw. nicht berücksichtigt. Verfälschungen des Ergebnisses können auch durch abiotische CO₂-Entwicklungen in extrem kalkhaltigen Böden auftreten. Die bisherigen Erfahrungen aus mehreren hundert Proben haben jedoch gezeigt, dass der Prozentsatz der schwer interpretierbaren Proben sehr gering ist. Der grösste Fehler, der immer wieder gesehen wird, ist, dass die Basalatmung nur schwer zu bestimmen ist, weil vor der Probennahme schon eine Düngung stattgefunden hat. Die Mikroorganismen befinden sich dann, aufgrund der angebotenen Nahrung, nicht mehr im Ruhestadium.

Die mikrobielle Biomasse allein, wie sie die SIR ergeben hat, ist jedoch nicht aussagekräftig genug. Der relative Belebtheitsgrad beschreibt den Anteil des in der mikrobiellen Biomasse festgelegten Kohlenstoffs bezogen auf den Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff. Damit ergibt sich eine Aussage der Bodenbelegung, die unabhängig vom Humusgehalt ist und einen Vergleich der verschiedenen Böden ermöglicht. Für den Landwirt ist dies ein wichtiger Qualitätsparameter seiner Bodenbearbeitung. Abnehmende relative Bodenbelegung weist schon frühzeitig auf Probleme hin, die vor Ort noch nicht sichtbar sind.

Die Stoffwechsellkennzahl setzt die Basalatmung ins Verhältnis zur mikrobiellen Biomasse. Diese Kennzahl zu ermitteln ist ein besonderer Vorteil der Methode, der jedoch zeit- und durch die lange Belegung der Messeinrichtung relativ kostenintensiv ist. Wie angeführt, ist dies jedoch der empfindlichste Indikator für Störungen im Boden und gibt deutliche Hinweise auf die zukünftige Tendenz der Humusdynamik; z.B. zeigen intensiv mineralisch gedüngte landwirtschaftliche Flächen anhand ihrer Stoffwechsellkennzahl einen hohen CO₂-Verbrauch und damit eine klare Tendenz zum Humusabbau.

Der Gesamtüberblick über die untersuchten Parameter (Nährstoffe, pH-Wert, Humusgehalt, C/N-Verhältnis, mikrobielle Biomasse, relativer Belebtheitsgrad und Stoffwechsellkoeffizient) lässt dann eine qualifizierte Einschätzung des Bodens zu.

Eine zusätzliche Begutachtung von Standort und Boden vor Ort durch den Landwirt und/oder Fachberater kann zu einer gut abgesicherten und fundierten Massnahmenplanung führen, bzw. sollte im optimalen Fall die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges bestätigen.

In dieser Kombination aus Laboruntersuchung und Feldbegehung steht dem ökologi-

schen Landbau ein Verfahren zur Verfügung, das sich nach dem derzeitigen Stand der Technik als Methode der Wahl bei zahlreichen Fragestellungen erwiesen hat, wie z.B. beim Vergleich verschiedener Anbauverfahren, Fruchtfolgen, und Bodenbearbeitungsverfahren. Darauf deuten die Ergebnisse des FIBL (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau in Oberwil, Schweiz) im Rahmen des DOK-Versuches ebenfalls hin.

In Herborn liegen mittlerweile Erfahrungen vor, die sich auf Bodenuntersuchungen aus verschiedenen Nutzungsbereichen stützen.

Die Proben setzen sich wie folgt zusammen:

Kleingärtner	24,5 %
Landwirte	75,5 %
davon Ackerboden	53,2 %
Grünland	17,3 %
Obstbau	3,6 %
Wein- und Gartenbau	je 1 %

Von den Proben aus dem Ackerbau kamen über 90% von Landwirten mit anerkannt ökologischen Betrieben. Eine Stichprobe von 60 Ergebnissen aus diesem Frühjahr hat in einer zusammenfassenden Betrachtung der mikrobiellen Parameter (Biomasse, relative Belebtheit, Stoffwechsellkennzahl) folgendes Bild ergeben:

Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Grad der Bodenbelegung:

- sehr gut: 54% der Proben (dabei fielen die Proben der langjährigen Biolandbetriebe in der Schweiz besonders auf)
- mittlere Bodenbelegung: 16% der Proben (hierbei waren entweder die Stoffwechsellkennzahlen nicht so gut, oder der relative Belebtheitsgrad war mittel bis gering)
- schlechte Bodenbelegung : 30% der Proben (hierunter fielen erwartungsgemäss einige Betriebe in Umstellung).

Dennoch sollte der hohe Prozentsatz der ökologisch wirtschaftenden Betriebe mit Böden schlechter mikrobieller Kenndaten zu denken geben, wobei aufgrund der geringen Auswertebasis diese Zahl nur ein Fingerzeig sein kann.

Zum guten Schluss

Nach vielen Jahren eher stiefmütterlichen Umgangs mit einer unserer wichtigsten Ressourcen ist der Boden und seine Biologie stärker in den Blickwinkel des wissenschaftlichen Interesses gelangt. Es zeichnet sich ab, dass das öffentliche Interesse an diesem Thema ebenfalls zunimmt. Für den ökologischen Landbau eröffnen sich damit neue Perspektiven, seine Leistungsfähigkeit zu dokumen-

tieren. Ökologischer Landbau muss auch in den Köpfen der neuen Verbraucherschichten mehr sein als nur «ungespritzt».

Überlebensfähig kann eine Landwirtschaft nur dann sein, wenn sie in der Lage ist, den Boden in seiner Fruchtbarkeit zu fördern und zu entwickeln. Um eine nachhaltige Nutzung zu sichern sowie die Auswirkungen von verschiedenen Massnahmen, wie Düngung und Fruchtfolge, schneller zu erfahren, stehen mittlerweile geeignete analytische Methoden zur Verfügung. Nicht zuletzt können deren Ergebnisse auch dazu eingesetzt werden, um den skeptischen Verbrauchern das Qualitätsstreben im ökologischen Landbau zu dokumentieren.

Literaturhinweise:

Beck Th.: *Einfluss langjährig unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen auf bodenmikrobiologische Eigenschaften*. VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongressband 1988, Teil II, 879-892 (1988)

Beck Th.: *Einsatzmöglichkeiten der substratinduzierten Atmungsmessung bei bodenmikrobiologischen Untersuchungen*. Mitteilgn. Dt. Bodenkundl. Gesellsch. 66, I, 459-462 (1991)

Gröblichhoff F.F., Haider K., Beck Th.: *Einfluss unterschiedlicher Bodenbewirtschaftungssysteme auf biochemische Stoffumsetzungen*. VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongressband 1988, Teil II, 893-908 (1988)

Gröblichhoff F.-F., Haider K., Beck Th.: *Abbau von Pflanzenrückständen und Humusbildung in Böden unterschiedlicher Bewirtschaftung*. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 59/I, 563-568 (1989) Mäder P.: *Effekt langjähriger biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf das Bodenleben*. In: *Forschung im ökologischen Landbau* (Hrsg. U. Zenger), SÖL-Sonderausgabe Nr. 42, 271-278 (1993)

Blütenpollen – die bunten Kraftperlen der Bienen

Was mit Bienenfleiss gesammelt wurde, gilt als besonders wertvoll. Und das seit Jahrtausenden. Das ist beim Bienenhonig so. Und das ist bei den Blütenpollen nicht anders. Besonders nachdem schwedische und russische Forscher in Blütenpollen intensiv vitalisierende Kräfte entdeckten. Seitdem nutzen immer mehr Menschen diese phantastische Kraft der Natur.

Seit über 30 Millionen Jahren sammelt die Biene neben dem Honig gleichzeitig den Blütenstaub, heute von vielen Blütenpollen genannt. So hat einst der Urmensch nicht nur Honig, sondern sicher auch Pollen gegessen. Überliefert ist uns, dass schon vor Jahrtausenden die Blütenpollen als Heilnahrung angepriesen und auch mit Erfolg angewendet wurden, so geschehen in der Antike. Hier waren Pollen sogar wichtiger Bestandteil vieler Götterspeisen. Und so vollbrachten auch schon die Wikinger ihre beispiellosen körperlichen Leistungen während monatelangen Seefahrten nicht zuletzt dank ihrer Wunderspeise «Ambrosia». In grossen Krügen nahmen sie diese Mischung aus Honigwaben und Blütenstaub auf ihre weiten, abenteuerlichen Reisen mit. Sie schützten sich damit vor Kälte, Kräfteverfall und Mangelkrankheiten.

Was ist Pollen?

Als Pollen werden die mikroskopisch kleinen männlichen Keimzellen einer Blüte bezeichnet, die zur Befruchtung des weiblichen Fruchtknotens dienen. Jeder Staubbeutel einer Blüte enthält rund sechs Millionen Pollen. Ein Pollen misst nur ca. 1/50'000 bis 1/200 Millimeter und wiegt etwa ein Hundertmillionstel Gramm. Trotzdem sorgen die Inhaltsstoffe des Pollens bei der Vermehrung für das absolut schnellste Wachstum, welches man in der Natur kennt. Die Bienen fermentieren die eingesammelten Pollen als lebenswichtige Nahrung in Spezialwaben. Zur Aufzucht der Bienenlarven sind Blütenpollen unentbehrlich. Dank

der ungeheuren Lebenskraft, die in diesen winzigen Körnchen steckt, wachsen die Larven in sechs Tagen um das 1500fache. Pollen sind ebenfalls für die Produktion von Gelée Royale in den Futtersaftdrüsen der Ammenbienen unabdingbar.

Pralgefülltes Energiepaket

Kaum ein anderes Lebensmittel enthält auch nur annähernd soviel Eiweiss mit allen lebensnotwendigen Aminosäuren wie dieser Naturstoff. Aus 100 g hochwertigen Pollen können soviel essentielle Aminosäuren gewonnen werden wie aus 500 g Rindfleisch oder sieben Eiern. Mit von der Partie sind auch die wertvollen Energiespender Glucose und Fruktose sowie die lebensnotwendige Linolsäure. Daneben besitzen Blütenpollen beachtliche Mengen der Vitamine B, E und Beta-Carotin sowie eine Vielzahl von Mineralstoffen und Spurenelementen wie Calcium, Kalium, Magnesium, Kupfer, Eisen, Mangan, Silicium und Zink. Weitere Extras sind Enzyme, Cholin, aetherische Öle, Lecithin und Flavonoide. Und alles in einer wunderbaren, reichhaltigen Ausgewogenheit. Die Wissenschaft kennt bis heute weit über 100 Bestandteile der Blütenpollen, doch ist man sehr wahrscheinlich von einer kompletten Analyse noch weit entfernt.

Wie werden Pollen gewonnen?

Beim Blütenbesuch haftet der staubförmige Pollen am Haarkleid der emsigen Biene. Sie bürstet ihn her-