

## Die Mikrobentätigkeit an der Pflanzenwurzel

Die Mikroben - es sind im Wesentlichen Bakterien und Pilze - spielen für das Wachstum und Gedeihen der Pflanze eine Rolle. Es ist zwar bekannt, dass Pflanzen auch in sterilen Nährlösungen wachsen können, genauso wie man einen Menschen mit Hilfe von Infusionen (also ohne Benützung der Verdauungsleistung des Darmtraktes) ernähren kann. Im letzten Fall spricht man von „künstlicher“ Ernährung. Im erstgenannten Fall werden so genannte „Kunstdünger“ verwendet, also wasserlösliche Nährstoffe, die nicht mehr durch das Bodenleben aufgeschlossen und daher in eine für die Pflanze aufnehmbare (wasserlösliche) Form gebracht werden müssen. „Kunstdünger“ mit ihren wasserlöslichen Nährstoffen können auch im Boden von der Pflanze mehr oder weniger direkt aufgenommen werden. Auf die Nachteile dieser Form der Pflanzenernährung (einseitige Nährstoffschübe, Nährstoffantagonismus und -synergismus mit den Folgen einer unharmonischen Pflanzenernährung kann hier nicht näher eingegangen werden.) Vom Ernährungsstandpunkt aus entstehen jedenfalls verschiedenartige Pflanzen. Sie sind nur im anatomischen Aufbau gleich, aber nicht im Inhalt und daher nicht in der Qualität. So ist zum Beispiel insbesondere die Spurenelementzusammensetzung und der Wirkstoffaufbau ein anderer. Ein Vergleich beim Tier: Ein Adrenalinstoß (Adrenalin ist ein Hormon) löst viele Vorgänge aus und verändert damit die Qualität des Fleisches.

Für die natürliche Art der Pflanzenernährung und des Pflanzenwachstums sind Mikroorganismen im Boden unverzichtbar. Die Wurzel ist bekanntlich das Organ, mit dem die Pflanze ihre Nährstoffe aufnimmt (abgesehen von der CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch die Assimilation und die mögliche Nährstoffaufnahme z. T. auch durch das Blatt, z. B. auch Stickstoff).

Zwischen den Wurzeln und den sie umgebenden Mikroorganismen bestehen engste Wechselbeziehungen. Jeder Teil ist für den anderen lebensnotwendig. Obwohl diese Wechselbeziehungen ständig ineinander wirken, möchten wir ihre Leistungen ausschließlich zum leichteren Verständnis nachfolgend kurz getrennt behandeln.

### 1. Die Leistungen der Wurzeln für die Mikroorganismen

Die Wurzeln scheiden so ziemlich alle Arten von Stoffen aus, die in der Pflanze vorhanden sind: Aminosäuren, Zucker, organische Säuren, Eiweißstoffe, Wachstumsstoffe, Wuchshemmer usw., immer in Abhängigkeit ihrer Art und Konzentration von der Pflanzenart, dem Alter, Entwicklungs- und Ernährungszustand der Pflanze, den Boden- und Umweltbedingungen. Mit einem wissenschaftlichen Ausdruck nennt man diese Stoffe, die die Wurzel ausscheiden, Wurzelexsudate (lat. sudor = Schweiß).

Diese Wurzelexsudate (Wurzelausscheidungen) dienen der meist sehr üppigen Ernährung der Mikroorganismen (Mikroben) in der Wurzelumgebung (Rhizosphäre: lat. Rhiza = Wurzel, Sphäre = Umgebung, Raum).

Die Wurzelexsudate unterliegen in ihrer Art und Menge verschiedensten Einflüssen.

Besonders große Bedeutung hat die Ernährung bzw. Energieversorgung durch Wurzelexsudate für die Luftstickstoff bindenden Knöllchenbakterien in den Wurzelknöllchen der Leguminosen.

## 2. Die Bedeutung und Wirkung der Wurzelexsudate im Boden

Gewisse Wurzelexsudate verursachen die so genannte Bodenmüdigkeit (bekannt z. B. besonders bei Klee als Kleemüdigkeit, bei der Unverträglichkeit von Kernobstarten mit sich selbst und in vielleicht etwas abgeschwächter Form bei verschiedenen anderen Pflanzen).

In den Wurzelexsudaten mancher Pflanzenarten sind gewisse, für die Pflanzenart spezifische Stoffe enthalten, die auf die eigene Pflanzenart eine Hemmwirkung ausüben. Die Wurzelflora anderer Pflanzenarten kann sie hingegen rasch abbauen. Bei fortgesetzter Monokultur der gleichen Pflanzenart werden sie jedoch im Boden angereichert. Daraus ergibt sich die Begründung der dringenden Notwendigkeit eines **Fruchtwechsels**.

Wurzelexsudate sind auch verantwortlich für die Allelopathie (wechselseitige Beeinflussung). Die Wurzelausscheidungen einer Pflanzenart können für das Gedeihen anderer Pflanzenarten förderlich oder hemmend sein. Sie sind die Ursache für die gute Verträglichkeit bzw. die Unverträglichkeit verschiedener Pflanzenarten, wenn sie auf einem Standort unmittelbar nebeneinander oder nacheinander angebaut werden, deshalb gibt es „gute“ und „schlechte“ Vorfrüchte und deshalb bedarf es nicht nur artenreicher, sondern auch **richtiger** Fruchtfolgen.

Die Wurzelexsudate formen die physikalisch-chemischen Verhältnisse in der unmittelbaren Umgebung der Wurzel, sie beeinflussen das pH, lösen und chelatisieren Nährstoffe und fördern die Krümelbildung.

In der unmittelbaren Wurzelumgebung ist die Konzentration der Wurzelexsudate viel größer als im umgebenden Boden. Die Wurzelexsudate begünstigen manche Mikrobenarten und benachteiligen direkt oder indirekt andere. So schaffen die pflanzenspezifischen Wurzelexsudate die pflanzenspezifische Wurzelflora eines bestimmten Standortes.

Menge und Art der Wurzelexsudate unterliegen auch ihrerseits verschiedenen Einflüssen wie Licht, Temperatur, pH, Sauerstoff und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Boden, der Salz- und Ionenkonzentration im Boden usw.

## 3. Die Schleimbildung durch die Wurzeln und deren Bedeutung

Die Wurzelspitzen scheiden Schleim aus, in einer Menge, die für die Bodenfruchtbarkeit erheblich ist. Dieser Schleim umschließt und schützt nützliche Mikroben (z. B. Knöllchenbakterien) und hält schädliche fern. Er ist reich an leicht verwertbaren Pflanzennährstoffen.

## 4. Die Mikroflora an den Wurzeln

Gefördert und teilweise – wie wir schon gesehen haben – durch die Wurzelexsudate ernährt, sind die Wurzeln von einer reichen Mikroflora umgeben. Menge und Intensität der Mikrobentätigkeit rund um die Wurzelspitzen sind um ein Mehrfaches größer bzw. intensiver als im übrigen Boden.

- Diese Mikroflora bewerkstelligt im Nährstoffkreislauf den Abbau und die Mineralisation bzw. Humifizierung der anfallenden organischen Substanz. Sie ist dadurch zu einem wesentlichen Teil **für die Bodenfruchtbarkeit verantwortlich**. Sie ist in der Lage, Nährstoffe und Spurenelemente im Boden **zu mobilisieren** und **damit der Pflanze zugänglich zu machen**.
- So kann sie z. B. im beträchtlichen Ausmaß die **Aufnahme von Phosphor und dessen Verteilung in der Pflanze steigern**.
- Grundsätzlich wird auch **die Stickstoffaufnahme durch die Wurzelflora gefördert**, mit Unterschieden zwischen Nitrat- und Ammoniakstickstoff.
- Die Mikroben der Wurzelflora **schützen in vielen Fällen die Wurzeln vor pathogenen (krank machenden) Keimen**. Sie **erhöhen auch die Resistenz der Pflanze gegenüber Stresssituationen**.

- In der Wurzelsphäre trifft man eine Reihe von Bakterienarten an (zusätzlich zu den anschließend genannten Knöllchenbakterien), die in der Lage sind, **freien** Stickstoff aus der Luft zu binden. Diese Stickstoffbindung ist ein sehr anspruchsvoller und gegen Störfaktoren empfindlicher Vorgang.
- Stickstoff ist bekanntlich der für den Pflanzenertrag wichtigste Nährstoff, um dessen Bereitstellung sich der Bauer kümmern muss. Diese Bindung von (kostenlosem) Stickstoff aus der Luft wird gehemmt bzw. lahm gelegt, wenn im Boden schon zu viel von leicht löslichem Stickstoff vorhanden ist. Hierzu kommt es durch Düngung mit leicht löslichem Nitrat- und Ammoniakstickstoff und synthetisch gewonnenen Stickstoffdüngern, aber auch mit zu viel Jauche und Gülle. Damit wird deutlich, wie wichtig und notwendig es in der Landwirtschaft ist, bessere, naturnähere Formen der Stickstoffdüngung zu wählen als es Nitrate sind. Weil die Mineraldüngung bei einer Kulturart entweder in einem oder in wenigen und dafür größeren „Schüben“ erfolgt, wird verständlich, dass unmittelbar nach Verabreichung eines solchen „Schubes“ für den vorläufigen Bedarf immer zu viel da ist.
- In diesem Zusammenhang ist auch die in der ökologischen Landwirtschaft bestehende Empfehlung auch für die Ausbringung der Wirtschaftsdünger verständlich: **Gib wenig und komme oft**. Ganz besonders gilt dies für Gülle und Jauche.
- Im Boden gibt es neben den Stickstoff sammelnden bzw. Stickstoff bindenden Bakterien auch solche, die den Düngestickstoff wieder zu molekularem Stickstoff, wie er in der Luft vorkommt, abbauen können. Man nennt diese Denitrifikanten oder denitrifizierende Bakterien. Den Vorgang nennt man Denitrifikation. Sie entwickeln sich besonders in einem **sauerstoff- bzw. luftarmen Milieu**. Ökologisch bedeutet dies, dass sich die Pflanze mit Hilfe ihrer Wurzelflora gegen ein Übermaß an Nitrat (leicht löslicher Düngerstickstoff) zum Teil schützen kann. **Die Denitrifikation führt zu Stickstoffverlusten aus dem Boden**. Auf Grasland z. B. können 15 bis 37 % Düngerstickstoff auf diese Weise in die Luft entweichen. Es erhellt daraus, wie unökologisch und unwirtschaftlich es ist, die Pflanze über gewisse Grenzen hinaus mit Nitrat zu versorgen.

Von Dipl. Ing. Erwin Lengauer