

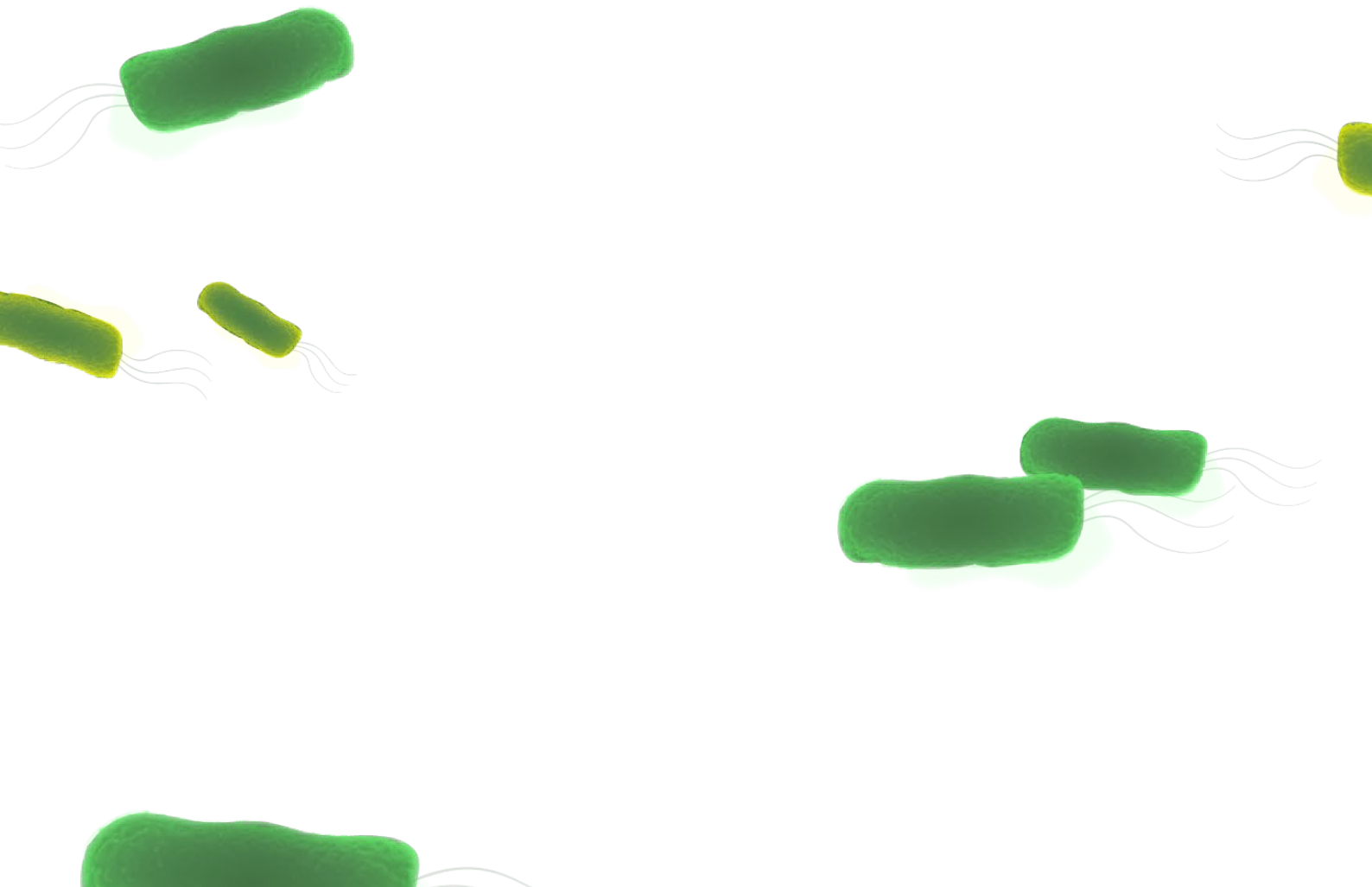
TESTBIOTECH Hintergrund 10 - 06 - 2026



Testbiotech e. V.  
Institut für unabhängige  
Folgenabschätzung in  
der Biotechnologie

## Multiple Risiken: Freisetzung gentechnisch veränderter Bodenmikroorganismen

*Die Beispiele von Bacillus amyloliquefaciens und Bacillus velezensis zeigen die  
Notwendigkeit hoher Schutzstandards*



## Natürliche Ressourcen, die geschützt werden müssen

---

Bakterienarten, die eine Schlüsselrolle für die Ökosysteme spielen und für die Gesundheit von Pflanzen und Tieren entscheidend sind, erfüllen vielfältige Funktionen. Sie sind für die biologische Vielfalt und die Landwirtschaft unverzichtbar. Anders als beispielsweise für Bestäuber, gibt es für diese Organismen aber keine speziellen Schutzvorschriften. In diesem Hintergrund zeigen wir am Beispiel von zwei Bodenbakterienarten, *Bacillus amyloliquefaciens* und *Bacillus velezensis*, dass besonders hohe Vorsorgestandards nötig sind, wenn es um mögliche Freisetzungen gentechnisch veränderter Mikroorganismen geht.

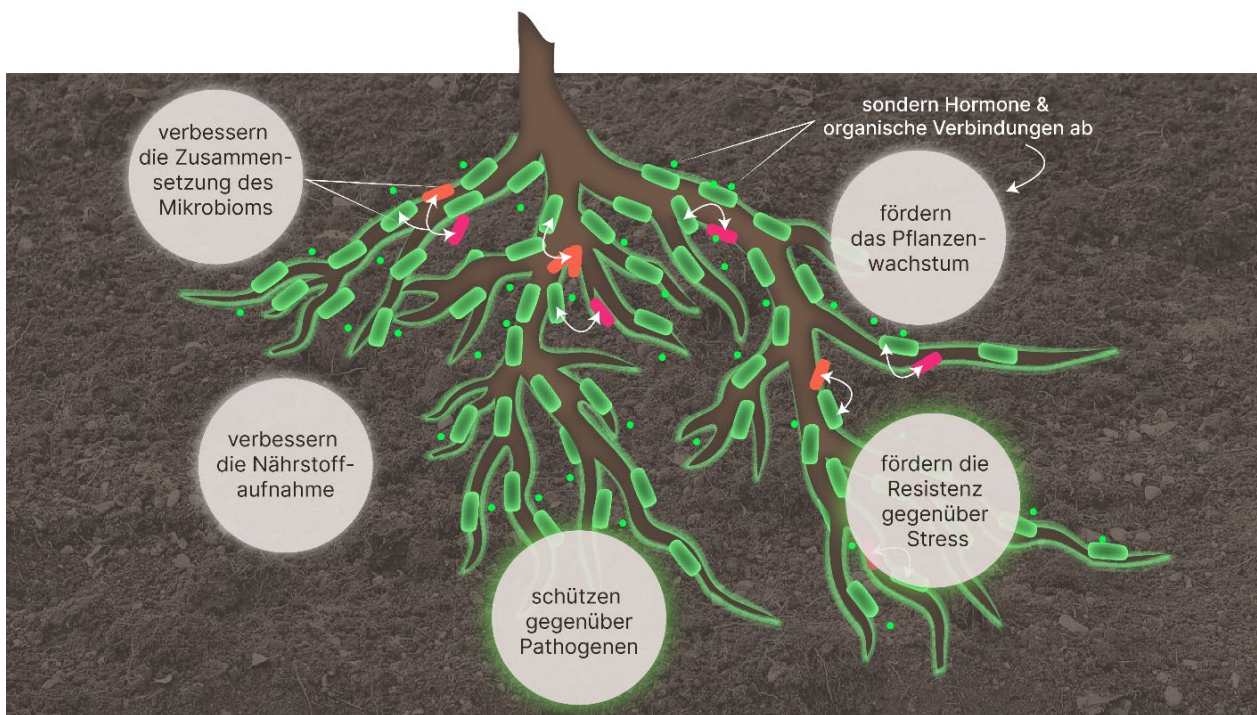


Abbildung 1: Bakterien, die zur Gruppe von *Bacillus amyloliquefaciens* (BA) gehören, zeigen vielfältige Interaktionen mit Pflanzen

### Die Gruppe von *Bacillus amyloliquefaciens* (BA)

---

*Bacillus amyloliquefaciens* und *Bacillus velezensis* weisen große Ähnlichkeiten zueinander auf, zeichnen sich aber gleichzeitig auch durch eine extrem hohe Vielfalt aus. In Datenbanken sind Informationen über rund 1.500 bis 1.800 Stämmen der beiden Arten verfügbar. Beide können unter dem Begriff ‚Gruppe von *Bacillus amyloliquefaciens*‘ (BA) zusammengefasst werden.

BA-Mikroben sind weit verbreitet. Sie kommen vor allem im Boden vor, aber auch in Pflanzenzellen, im Darm von Insekten, Würmern und Säugetieren oder in aquatischen Systemen. Einige Stämme sind an extreme Umweltbedingungen angepasst und kommen sogar in heißen Quellen oder Kohlebergwerken vor. Sie können über Boden, Wasser und

Luft verbreitet werden. Die Mikroben können Sporen bilden, um über längere Zeiträume in der Umwelt zu überleben. In den meisten Fällen besitzen und tauschen BA keine Plasmide aus.

### Ein Multiversum biologischer Funktionen, angepasst an spezifische Umweltbedingungen

BA können die Wurzeln einer Vielzahl von Pflanzen besiedeln, das Pflanzenwachstum fördern und verschiedene Krankheitserreger bekämpfen, was sie zu einem wirksamen mikrobiellen Dünger und Schädlingsbekämpfungsmittel macht. In dieser Hinsicht können BA dazu beitragen, den Einsatz chemischer Düngemittel und Pestizide zu reduzieren.

Sie können:

- die Nährstoffverfügbarkeit im Boden und die Nährstoffaufnahme in Pflanzen verbessern;
- die mikrobielle Gemeinschaft im Boden verändern und die Wachstumsbedingungen für Pflanzen verbessern;
- Hormone und flüchtige organische Verbindungen (VOCs) ausscheiden, die mit dem Pflanzenwachstum und der Wurzelentwicklung in Verbindung stehen;
- die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen pathogene Bodenorganismen stärken, indem sie um Nischen und Nährstoffe konkurrieren und Substanzen produzieren, die die Krankheitserreger bekämpfen und das Immunsystem der Pflanzen aktivieren;
- genetische, chemische und physikalische Veränderungen in den Pflanzen auslösen, die deren Toleranz gegenüber abiotischem Stress erhöhen.

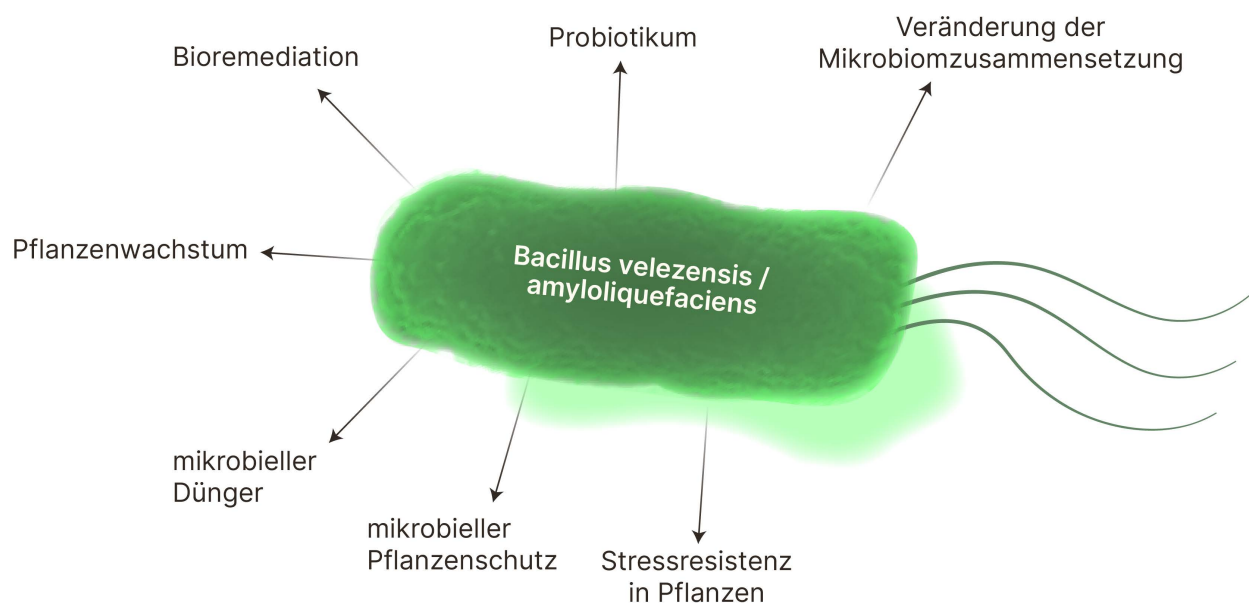


Abbildung 2: BA sind durch die Evolution für viele Aufgaben trainiert

Insgesamt bieten BA eine Vielzahl von Vorteilen für die Landwirtschaft. Sie werden auch als Probiotika für Tiere (z. B. Geflügel und Fische) eingesetzt, und ihre Anwendung beim Menschen wird derzeit untersucht. Die Daten deuten darauf hin, dass sie eine wichtige Rolle im Darmmikrobiom spielen und so die Gesundheit von Mensch und Tier fördern.

### **Sicherheitsaspekte, aktuelle Verwendungszwecke und Risikobewertung**

---

BA können als potenzielle invasive Arten angesehen werden: Sie können ihre Umgebung gestalten, indem sie Pflanzen dazu anregen, nützliche Verbindungen zu produzieren. Zudem konkurrieren sie äußerst effizient mit anderen Bodenorganismen um Ressourcen und können die Zusammensetzung mikrobieller Gemeinschaften auf vielen Ebenen verändern. Aufgrund ihrer Sporenbildung sind sie in der Lage, auch unter widrigen Umweltbedingungen zu überleben.

Es wurde zudem gezeigt, dass BA für Bestäuber giftig sein können: Die Kombination von (in der EU erhältlichen) Handelsprodukten, die *B. thuringiensis aizawai* und *B. amyloliquefaciens* enthalten, führte zu einer erhöhten Toxizität für Honigbienen.

Die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA hat mehrere Berichte zu BA-Stämmen veröffentlicht, die zur Verwendung als lebensfähige Zellen in Pflanzenschutzmitteln vorgesehen sind. Diese Gutachten zeigen, dass die EFSA die Umweltrisikoprüfung für verschiedene Aspekte nicht abschließen konnte, darunter (I) die Bewertung des Risikos für VerbraucherInnen, (II) die Persistenz und Vermehrung der Stämme im Boden, (III) die potenzielle Infektiosität und Pathogenität für Nichtzielorganismen (z. B. Vögel, Boden- und Wasserorganismen) und (IV) die Persistenz von aus BA stammenden Toxinen in der Umwelt.

Dennoch genehmigte die Europäische Kommission das Inverkehrbringen verschiedener BA-Stämme als Pflanzenschutzmittel. Eine Begründung war, dass die natürlichen Stämme als „risikoarm“ eingestuft werden, da sie zu Arten gehören, die in der EFSA-Liste der „Organismen mit einer „qualifizierten Sicherheitsannahme“ (Qualified Presumption of Safety, QPS) aufgeführt sind.

### **Gentechnische Anwendungen**

---

BA sind für die Herstellung industrieller Enzyme wichtig. Sie werden zudem als Futtermittelzusatzstoff und Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Die geringe Effizienz bei der Veränderung des Erbguts von BA stellte jedoch lange Zeit ein Hindernis für die gentechnische Manipulation vieler Produktionsstämme dar.

Im Jahr 2020 wurde die Neue Gentechnik (NGT) mithilfe der Genschere CRISPR/Cas bei BA zum ersten Mal erfolgreich eingesetzt, um die natürlichen Beschränkungen für genetischen

Veränderungen zu überwinden. Es wurde gezeigt, dass man mit CRISPR/Cas mehrere Gene gleichzeitig aktivieren und unterdrücken kann. Die Genexpression kann so an mehreren Stellen und auf mehreren Ebenen verändert werden, um bspw. die Enzym- oder Toxinproduktion zu steigern. Darüber hinaus gelang es, durch das Entfernen (durch Deletionen) mehrerer Gene, NGT-Stämme zu produzieren, die sich schneller vermehren und sich leichter gentechnisch verändern lassen.

All diesen aktuellen NGT-Anwendungen ist gemeinsam, dass sie komplexe Veränderungen des Stoffwechsels ermöglichen, ohne dass zusätzliche Gene eingeführt werden müssen. Um diese NGT-Stämme herzustellen, reicht es aus, bestimmte Genfunktionen im Erbgut der Bakterien zu blockieren und bei Bedarf zusätzlich die Überexpression anderer Gene herbeizuführen. Die Muster, die sich aus diesen spezifischen gentechnischen Veränderungen ergeben, sind einzigartig für NGTs und die daraus resultierenden Eigenschaften ‚neu für die Umwelt‘. Folglich können gentechnisch veränderte BA beispielsweise ein viel höheres Potential aufweisen, invasiv oder für Nichtzielorganismen giftig zu werden.

### **Das Konzept der ‚qualifizierte Sicherheitsannahme‘ (QPS) kann bei einer Freisetzung gentechnisch veränderter BA nicht angewandt werden**

---

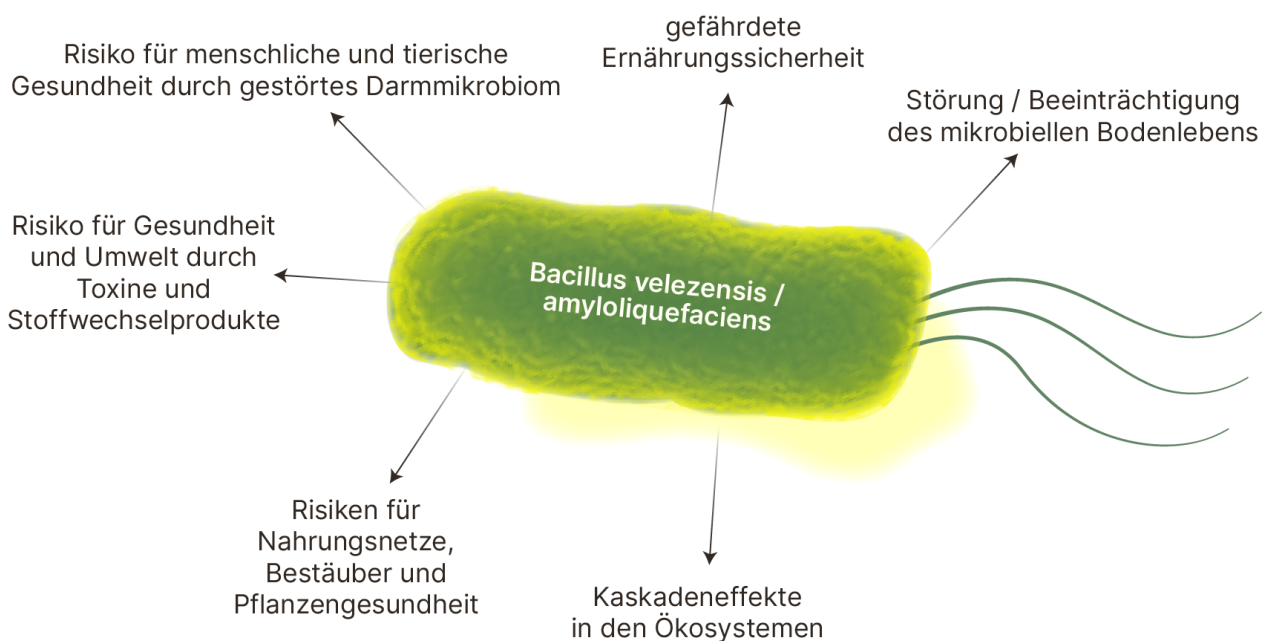
Das QPS-Konzept ist ein System zur Vereinfachung der Risikobewertung, das ursprünglich für die Lebensmittel- und Futtermittelproduktion entwickelt wurde. Die aktuelle QPS-Liste, die stetig erweitert wird, umfasst mehr als 120 Arten von Mikroorganismen. Diese gelten als sicher, sofern sie keine „bedenklichen Gene“ enthalten. Dieser Begriff bezieht sich insbesondere auf Resistenzgene gegen Antibiotika und Gene, die an der Toxinproduktion beteiligt sind.

Die meisten Arten auf der aktuellen QPS-Liste der EFSA sind Bakterien (91 Arten), aber auch Hefen (18 Arten), 6 Algen und 3 Virusfamilien. Mehr als ein Dutzend dieser Arten sind Bodenbakterien, die einen großen Einfluss auf die Boden- und Pflanzengesundheit haben können. Dazu gehören auch die Arten *Bacillus amyloliquefaciens* und *Bacillus velezensis*. Die QPS-Liste ist für die EU ein entscheidendes Element bei der Zulassung natürlicher BA-Stämme als Pflanzenschutzmittel und als Probiotika in Tierfutter. Bei diesen Zulassungen werden größere Datenlücken bei der Risikobewertung akzeptiert, weil diese Mikroorganismen zu Arten gehören, die auf der QPS-Liste stehen.

Im Dezember 2025 hat die Europäische Kommission einen Änderungsvorschlag der geltenden GVO-Richtlinie 2001/18/EG erstellt. Es wird vorgeschlagen, das QPS-System auch bei gentechnisch veränderten Mikroorganismen anzuwenden, die zur Freisetzung in die Umwelt bestimmt sind, sofern diese keine „bedenklichen Gene“ enthalten. Das wäre

eine deutliche Absenkung der bisherigen Sicherheitsstandards: Nach der GVO-Richtlinie ist für die Umweltrisikoprüfung ein definierter Datensatz erforderlich. Wenn dieser nicht vorhanden ist, kann die Risikoprüfung nicht abgeschlossen werden und es darf keine Zulassung erteilt werden. Dagegen könnten nach dem QPS-System Zulassungen für gentechnisch veränderte Mikroorganismen auch dann erteilt werden, wenn größere Datensätze fehlen.

NGT-Anwendungen, die zu komplexen Stoffwechseleränderungen bei BA führen, könnten von diesen beschleunigten Verfahren profitieren, selbst wenn die NGT-Mikroben neu für die Umwelt sind: Die Ausgangsarten sind als QPS gelistet und das Kriterium „bedenkliche Gene“ ist möglicherweise nicht relevant, da keine zusätzlichen Gene eingeführt werden. Nach dem Vorschlag der Europäischen Kommission könnten diese Organismen also einer vereinfachten Risikobewertung unterzogen werden. Ihre mögliche Ausbreitung in der Umwelt soll nicht kontrolliert werden und zudem wäre die Zulassung nicht auf zehn Jahre begrenzt (wie das zur Zeit der Fall ist), sondern unbefristet gültig.



**Abbildung 3:** Die Risiken von BA-Bakterien, die aus NGTs stammen, können sehr viel höher sein als die der natürlichen Stämme. Diese Risiken sind unabhängig davon, ob zusätzliche Gene eingefügt werden.

## Schlussfolgerungen

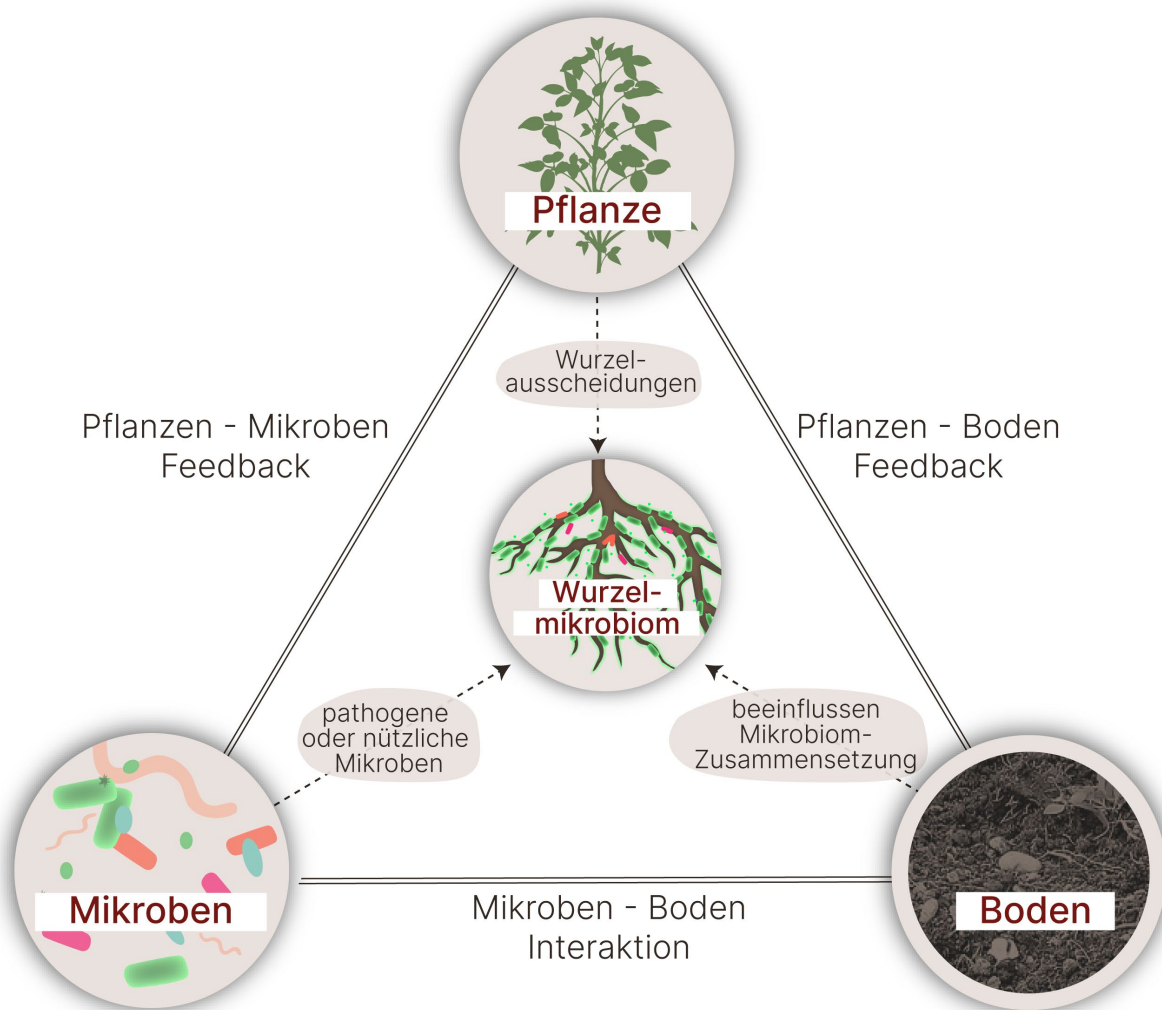
---

Eine Freisetzung gentechnisch veränderter Bodenmikroorganismen darf nur mit größter Vorsicht erfolgen und sollte im Zweifelsfall verweigert werden. Schäden an den natürlichen Populationen können Kettenreaktionen mit katastrophalen Folgen auslösen. Darüber hinaus können Beeinträchtigungen der äußerst wertvollen Ökosystemleistungen von BA-Bakterien erhebliche Kosten für Landwirtschaft und die Produktion von Lebensmitteln verursachen.

BA, die mittels NGTs verändert werden, können Eigenschaften aufweisen, die mit früheren Methoden nicht erreicht werden können und das völlig unabhängig davon, ob zusätzliche Gene eingefügt werden oder nicht. Das QPS-System könnte aber deren Freisetzung ermöglichen, selbst wenn die Risikobewertung aufgrund erheblicher Datenlücken nicht abgeschlossen ist. Dies würde eine drastische Absenkung der Sicherheitsstandards im Vergleich zur aktuellen GVO-Verordnung bedeuten. Nach dem aktuellen Wissensstand kann das QPS-Konzept für die Umweltrisikobewertung gentechnisch veränderter BA daher nicht zur Anwendung kommen.

Mikroorganismen wie gentechnisch veränderte BA können im Hinblick auf die Freisetzung in die Umwelt nicht als Organismen mit geringem Risiko betrachtet werden. Es handelt sich vielmehr um potenziell invasive Organismen, die die natürlichen Populationen verdrängen und für unterschiedliche Organismen toxisch sein können. Die natürlicherweise vorkommenden BA müssen daher als Schlüsselorganismen für die Funktion der Ökosysteme betrachtet werden, die ein ähnliches Schutzniveau wie Bestäuber haben sollten.

Ähnliche Überlegungen müssen auch für andere Bodenorganismen gelten, die derzeit auf der QPS-Liste stehen. Allgemeiner gesagt erfordern mögliche Freisetzungen gentechnisch veränderter Mikroorganismen, die zu Arten gehören, die eine wichtige Rolle in den Mikrobiomen von Boden und Darm spielen, immer eine detaillierte Prüfung der Umweltrisiken und ein fallspezifisches Monitoring, wie dies gemäß der Richtlinie 2001/18/EG vorgeschrieben ist. Darüber hinaus scheint das QPS-Konzept für die Prüfung von Umweltrisiken gentechnisch veränderter Mikroorganismen generell nicht geeignet.



**Abbildung 4:** Die Dreiecksbeziehung zwischen Boden, Pflanzen und Mikroorganismen (überarbeitete Vorlage von Park et al., 2023).

**Quellenangaben und weitere Informationen finden Sie unter:**

Testbiotech (2026) Case study: Why soil microorganisms deserve a high level of precaution when it comes to genetic engineering - the example of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus velezensis*, Testbiotech Background 11-6-2026, <https://www.testbiotech.org/publikation/case-study-why-soil-microorganisms-deserve-a-high-level-of-precaution-when-it-comes-to-genetic-engineering/>