



# Mikrobe des Jahres

Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie



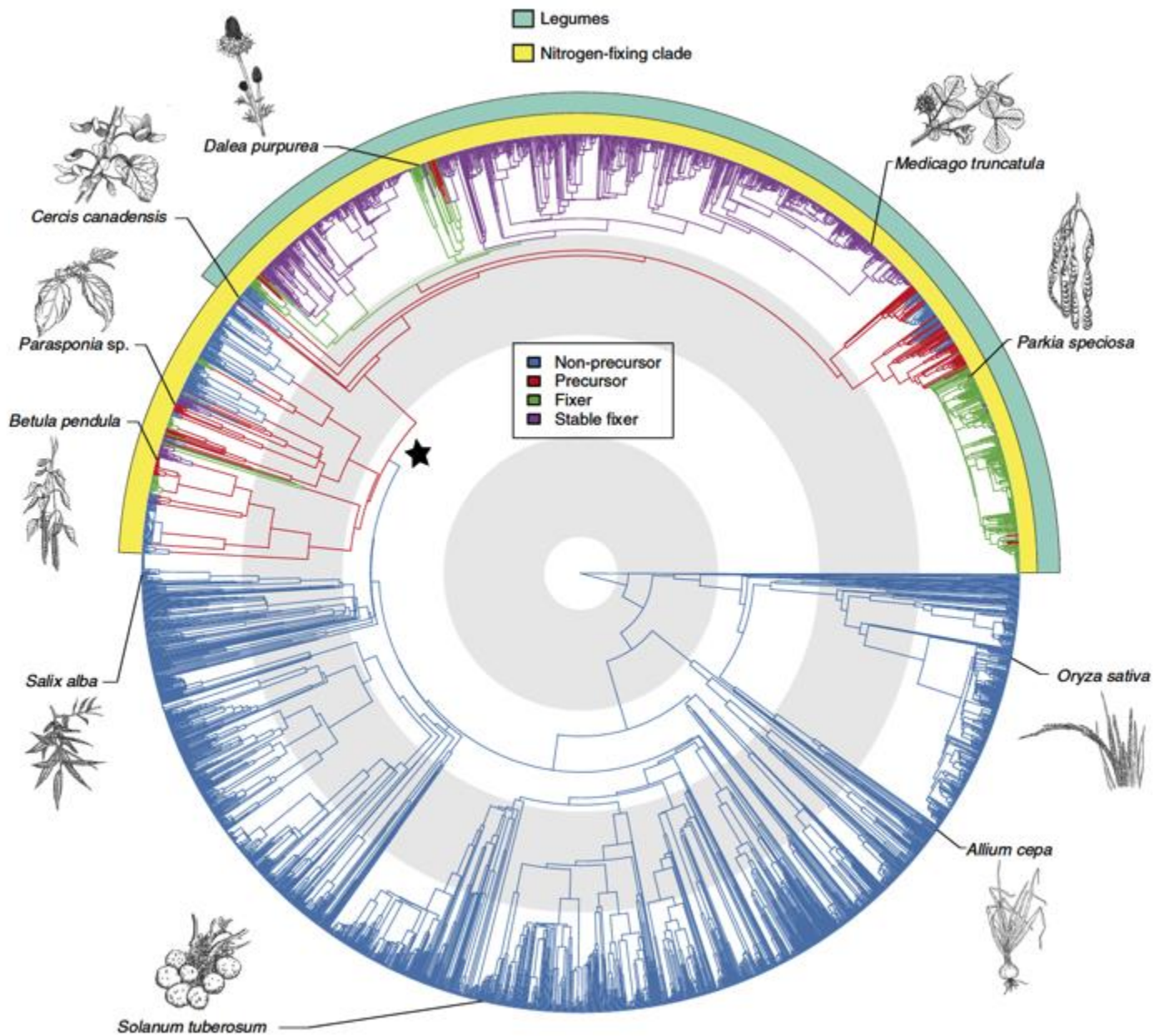
# Mikrobe des Jahres 2015

## *Rhizobium*

### Knöllchenbakterien

- leben in Symbiose mit Leguminosen
- fixieren Luftstickstoff in Wurzelknöllchen
- machen Pflanzen unabhängig von Stickstoffsalzen
- düngen den Boden auf natürliche Weise
- steigern den Ertrag von Agrarflächen
- sichern so einen Teil unserer Ernährung und
- sind eine evolutionäre Erfolgsgeschichte





Die Kompetenz für eine Symbiose entstand als Einzelereignis in einer Blütenpflanze vor ca. 105 Millionen Jahren.

Erste stabile Symbiosen mit Rhizobien bildeten sich vor ca. 55 Millionen Jahren.

Die Leguminosen sind mit etwa 18.000 Arten eine der größten Pflanzenfamilien, stellen rund 5% aller Pflanzenarten und gehen mit ca. 100 verschiedenen Rhizobien und Verwandten Symbiosen ein.

Viele Leguminosen bilden Wurzelknöllchen.

Werner et al., Nat. Commun. (2014)





Foto: H. Engelhardt, Martinsried

## Rotklee (*Trifolium pratense*) Wurzelknöllchen

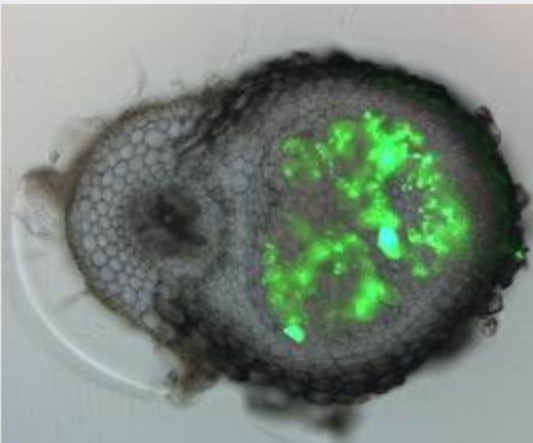


# Entwicklung eines Wurzelknöllchens in *Medicago truncatula* (Schneckenklee)

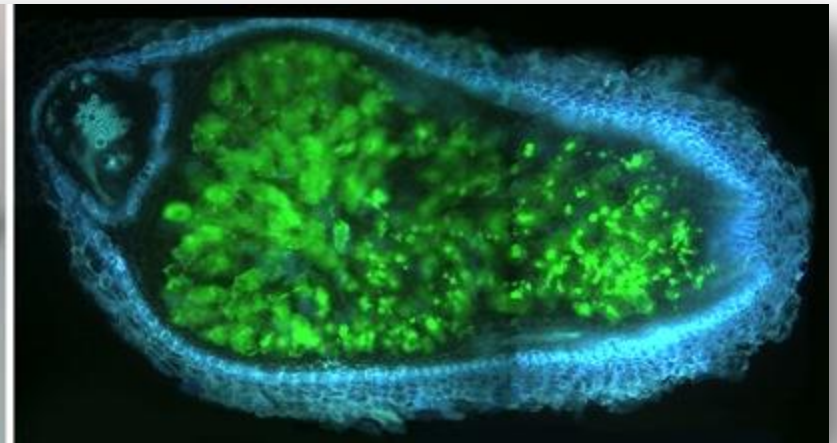
2 Tage



14 Tage



28 Tage nach Infektion



3 mm

*Sinorhizobium meliloti*

# Initiation der Symbiose durch wechselseitigen Signalaustausch zwischen Bakterium und Pflanze

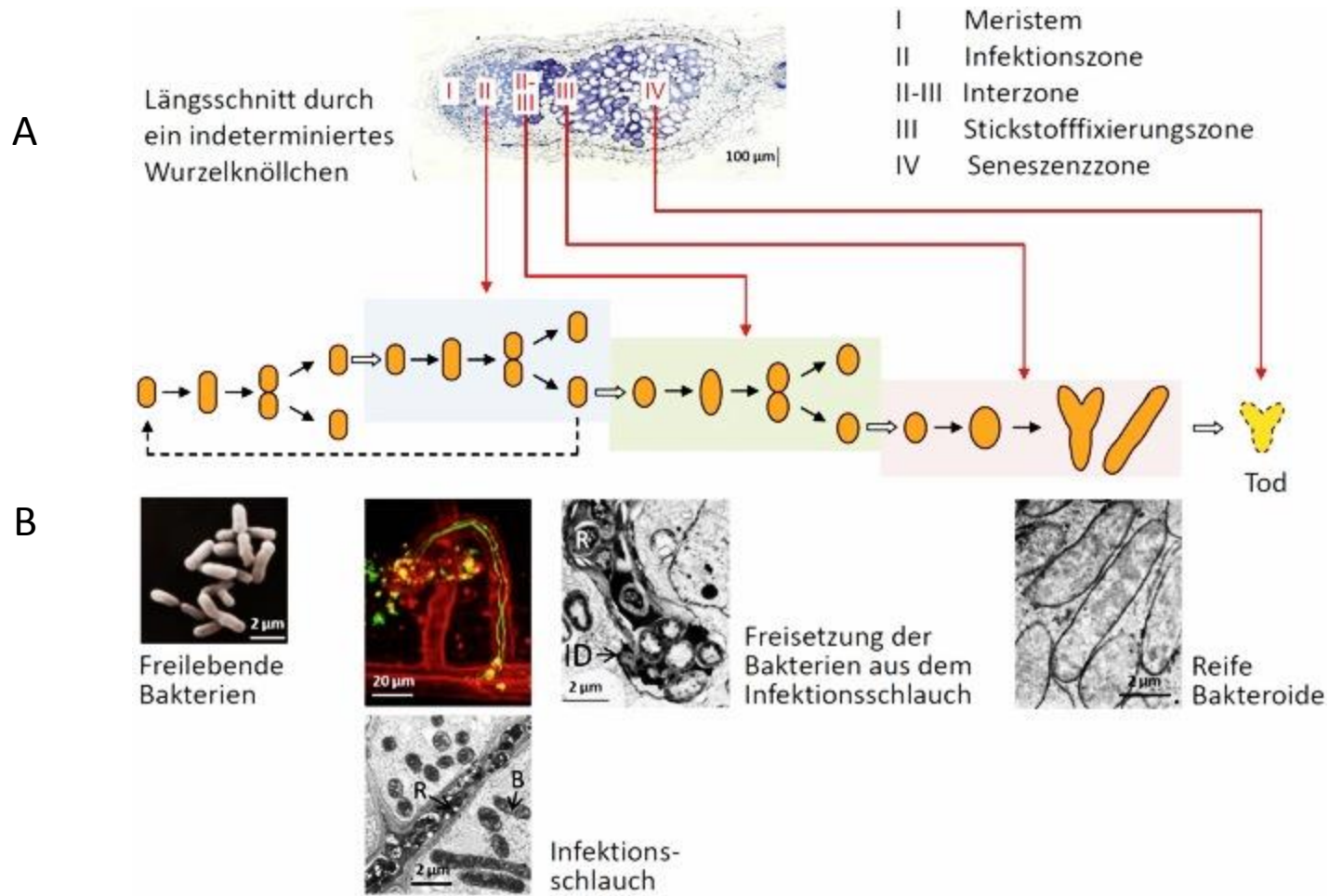
Leguminosen schütten bei Stickstoffmangel im Boden Botenstoffe (Flavonoide) aus.

*Rhizobium* aktiviert daraufhin die Nodulations(*nod*)-Gene und bildet Oligosaccharide, mit denen es sich spezifisch an Rezeptoren der Wurzelhaare bindet.

Die Wurzelhaare krümmen sich, die Pflanze bildet einen Infektionskanal, *Rhizobium* dringt ein und wird in die Zellen des entstehenden Wurzelknöllchens entlassen.

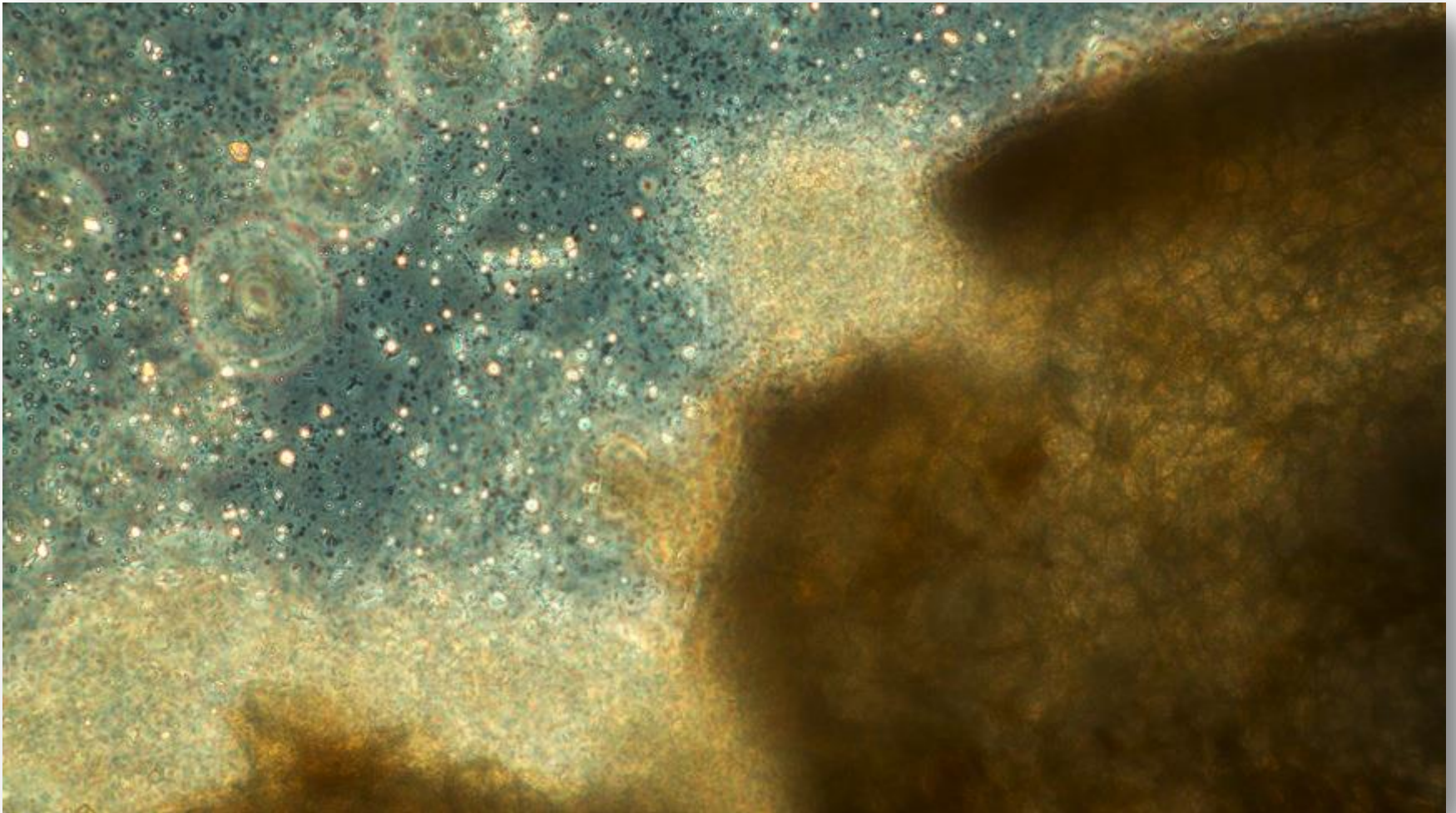
Dort wandeln sich die Bakterien zu Bakteroiden, fixieren Luftstickstoff und beliefern die Pflanze mit gebundenem Ammonium.





A: Entwicklungszonen eines Wurzelknöllchens der Luzerne  
 B: Entwicklungsstadien von *Rhizobium* während der Knöllchenbildung  
 Bakterioide sind nicht mehr teilungsfähig





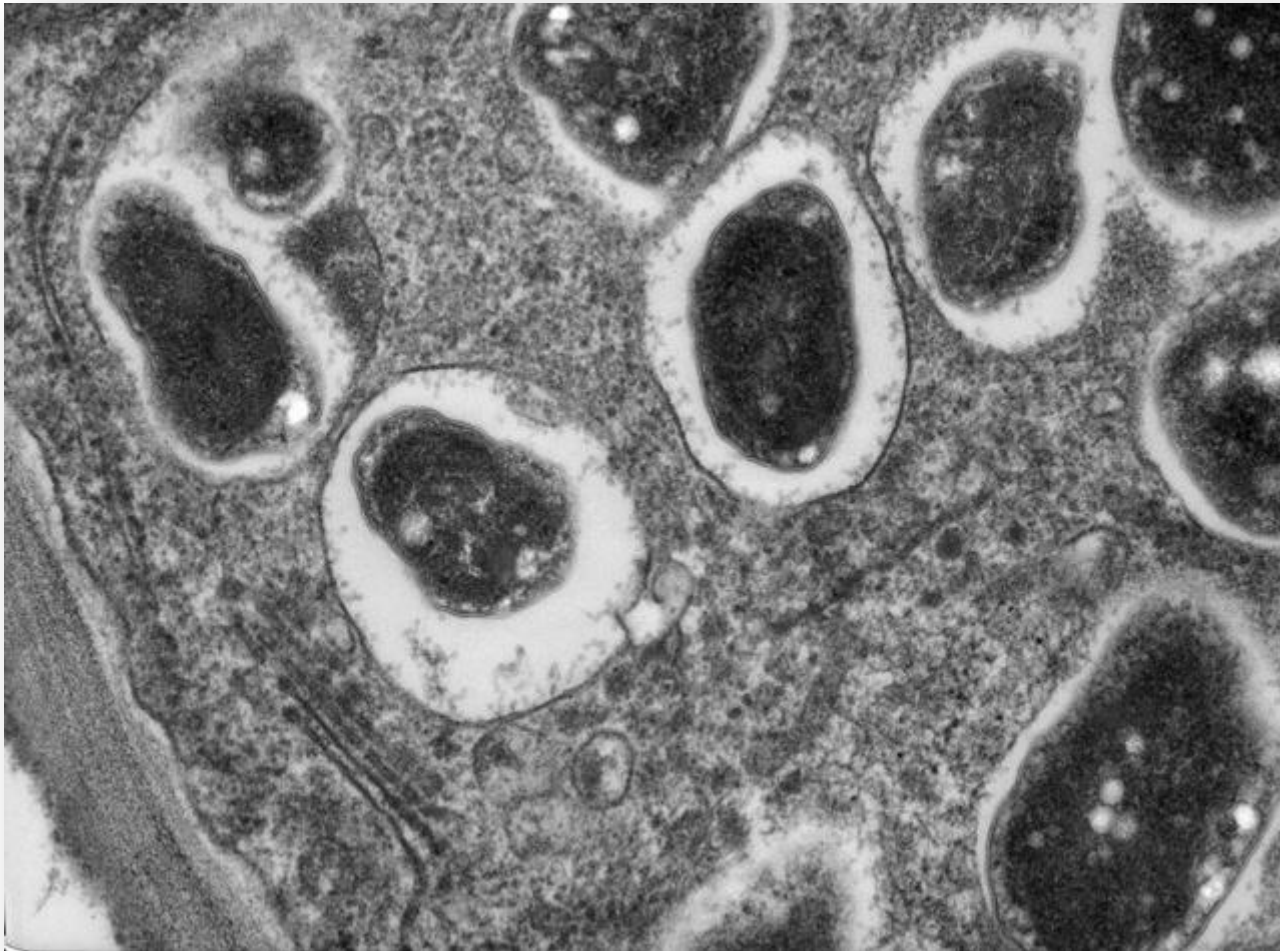
## Inhalt eines aufgeplatzten Wurzelknöllchens mit Rhizobien (Bakteroiden)

Foto: H. Engelhardt, Martinsried



Mikrobe des Jahres





Intrazelluläre Bakteroiden in membranbegrenzten Symbiosomen

Foto: Louisa Howard, Dartmouth



Mikrobe des Jahres

## Die Symbiose ist eine Win-Win-Gemeinschaft

Bakteroiden haben eine geänderte Gestalt und einen angepassten Stoffwechsel und fixieren vornehmlich Luftstickstoff. Dadurch werden die Leguminosen unabhängig von Stickstoffsalzen im Boden.

Die Pflanze ernährt dafür *Rhizobium* durch ihre Photosyntheseprodukte und fördert die Vermehrung der Bakterien im Prä-Bakteroidenstadium.

Die Nitrogenase ist O<sub>2</sub>-empfindlich und funktioniert nur in den sauerstoffarmen Wurzelknöllchen.





[www.sojainfo.de](http://www.sojainfo.de)

Wurzelknöllchen der Sojabohne mit *Bradyrhizobium japonicum*  
Rotfärbung durch Leghämoglobin, das O<sub>2</sub> bindet, den Partialdruck kontrolliert  
und den O<sub>2</sub>-Transport zu den aeroben Rhizobien bewerkstelligt.



Mikrobe des Jahres



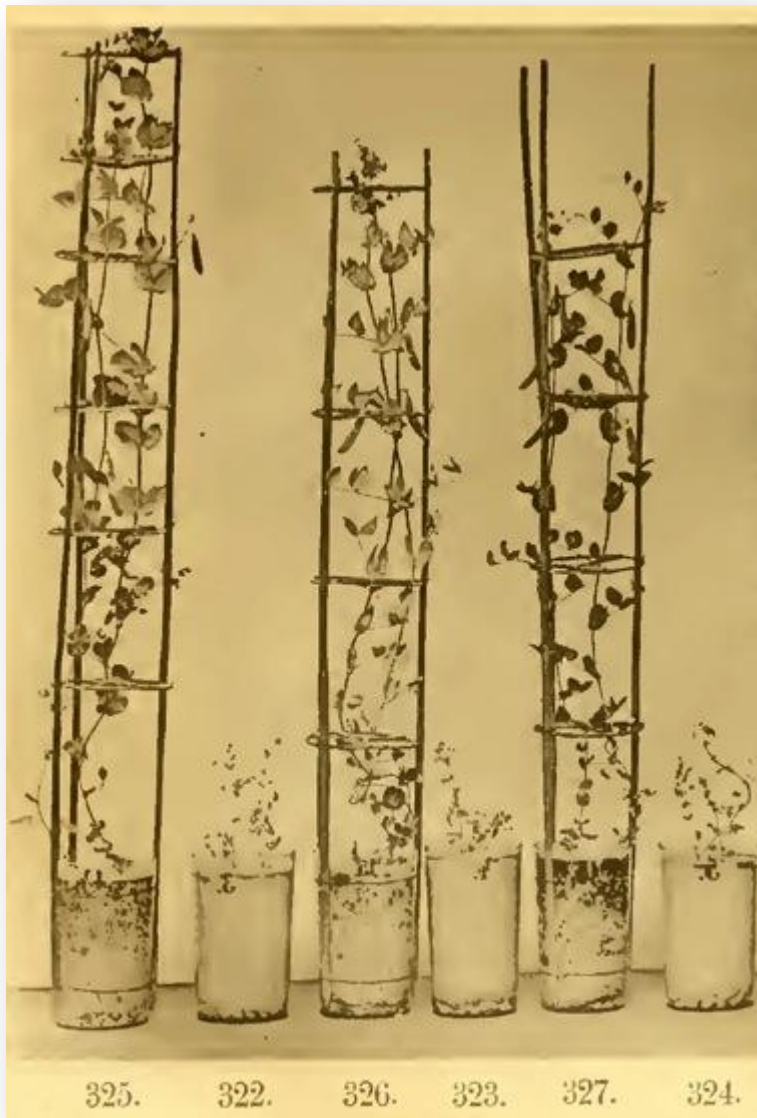
Landlebende Mikroben der Rhizosphäre und in Symbiosen binden jährlich ca.  $120 - 190 \cdot 10^6$  t Stickstoff, davon 20% – 25% auf Agrarflächen.

Rhizobien haben unmittelbar und mittelbar über die Gründüngung einen bedeutenden Anteil an der Ertragsfähigkeit von Agrarböden.

Früher durch die Mehrfelderwirtschaft mit Brachen, heute durch gezielte Fruchtfolgen mit Leguminosen (vor allem in Entwicklungsländern).

Rhizobien können die Düngung von Böden mit Stickstoffsalzen ersetzen. Einige Hundert Wurzelknöllchen versorgen die Pflanzen vollständig mit Stickstoff.





## Wachstum von Erbsen (*Pisum sativum*) in sterilem Sand ohne Stickstoffquelle

Versuch Nr. 325, 326, 327:  
Zugabe einer Bakteriensuspension aus  
natürlichen Böden

Versuch Nr. 322, 323, 324:  
Kontrolle ohne Bakteriensuspension

Foto: H. Hellriegel und H. Wilfarth (1888)





# Finde die Mikrobe des Jahres 2015!

**Wettbewerb für Schüler/innen und Studierende**

**Fotografiere oder portraitiere die Mikrobe des Jahres.**

**Es locken wertvolle Preise und Praktika.**

**[www.Mikrobe-des-Jahres.de](http://www.Mikrobe-des-Jahres.de)**



Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie



Mikrobe des Jahres



