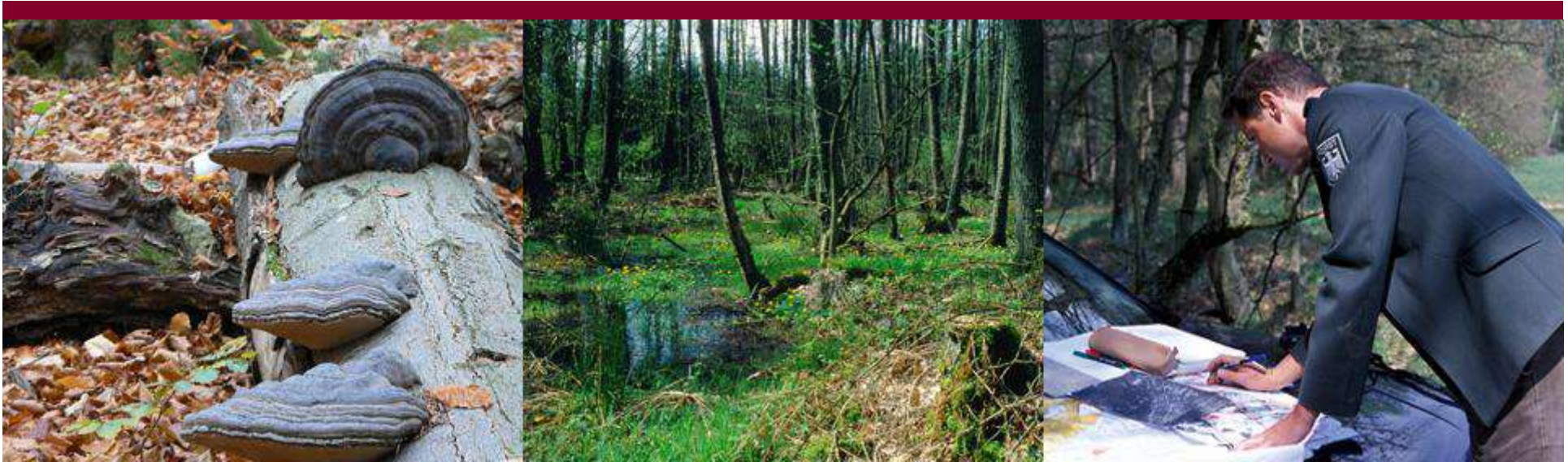


Bundesanstalt für Immobilienaufgaben



Immobilienaufgaben
Bundesanstalt für

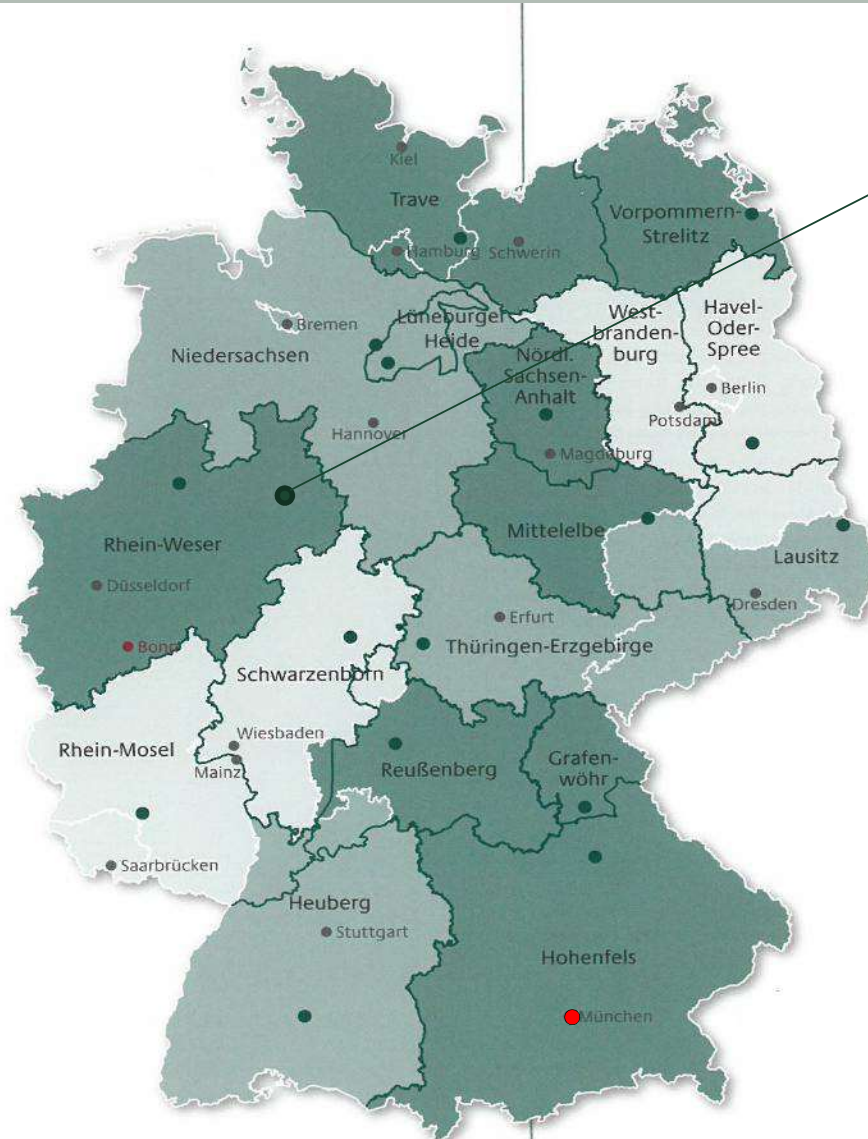


Ressourcen orientierte Pflanzung: fokussiert – optimiert – sorgfältig

Matthias Hölscher

Sparte Bundesforst

Bundesforstbetrieb Rhein-Weser, Forstrevier Teutoburger Wald



BFB Rhein-Weser
BB Senne
Hauptliegenschaft:
TrübPI mit 12.500 ha
FoRev. Teutoburger Wald
Revierleiter seit 1996



Anspruch: **Klimastabile Wälder** > Mischwälder > mehr Laubholz

Szenarien:

- a) **Kalamitäten** > kurzfristig > Begründung + Pflege
„Katastrophe“ 300.000 ha
- b) **Waldumbau** > langfristig > integrativ
„Luxus“

Ressourcen:

| natürlich | materiell | personell |
|---|---------------------------------------|---|
| Klima/Standort Anthropozän Strategien | Pflanzgut Technologien Finanzen | Demographie Nachwuchs Qualifikation |

Anspruch: **Klimastabile Wälder** > Mischwälder > mehr Laubholz

Szenarien:

a) **Kalamitäten** > kurzfristig > **Begründung** + Pflege
„Katastrophe“ 300.000 ha

b) **Waldumbau** > langfristig > integrativ > z.Zt. Arbeitsstau
„Luxus“

Ressourcen:

| natürlich | materiell | personell |
|--|--|--|
| Klima/Standort Anthropozän Strategien | Pflanzgut Technologien Finanzen | Demographie Nachwuchs Qualifikation |

Anspruch: **Klimastabile Wälder** > Mischwälder > mehr Laubholz

Szenarien:

- a) **Kalamitäten** > kurzfristig > Begründung + **Pflege**
„Katastrophe“ 300.000 ha
- b) **Waldumbau** > langfristig > integrativ > **Arbeitsstau**
„Luxus“



Ressourcen:

natürlich

materiell

personell

Klima/Standort
Anthropozän
Strategien

Pflanzgut
Technologien
Finanzen

Demographie
Nachwuchs
Qualifikation





Forderung: **Wir brauchen freie Kapazitäten!**

...wo ist Potenzial?

1. Bekannte Fehler vermeiden > „**altes**“ **Wissen** aktivieren
2. „Das Bessere ist der Feind des Guten!“ > **Optimierungen** nutzen

Zukunftswald=

1. Standortgerechter Mischwald

2. Bäume mit intaktem Wurzelsystem

- Hauptproblem: **Wurzeldeformation**



Quelle: Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 2002: „Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?“

...die Ausnahme?



Quelle: Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 2002: „Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?“

...reversibel?



Abb. 26: 35-jährige Fichte Naturverjüngung; gute Wurzeltiefe, viele kräftige Wurzeln in der Tiefe.

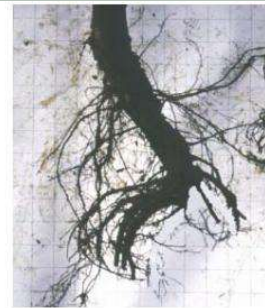
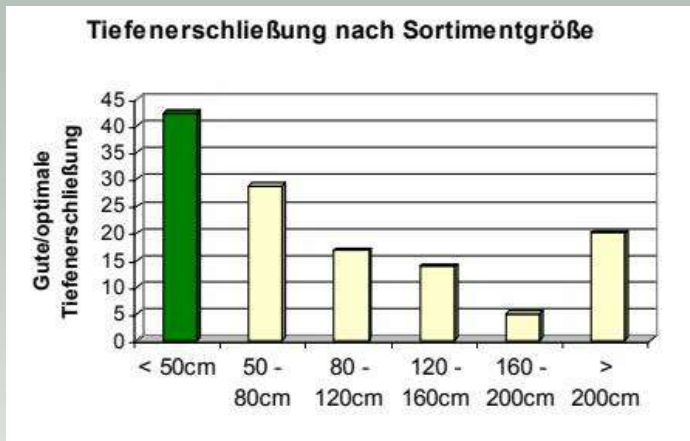


Abb. 25: 35-jährige Fichte Winkelpflanzung; geringe Tiefenerschließung, flaches Wurzelwerk.

Quelle: Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 2002: „Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?“

...mögliche Ursachen?

...ungeeignetes Pflanzgut und -verfahren



Eichenwurzel vor der Pflanzung. Der Verschulknick ist deutlich zu erkennen.



Gleiche Wurzel 5 Jahre nach der Pflanzung: Der Wurzelknick hat sich verstärkt, es wächst nur eine dünne Wurzel in die Tiefe.



Quelle: Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 2002: „Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?“

...wie vermeiden?

... mit Sorgfalt und qualifiziertem Personal!

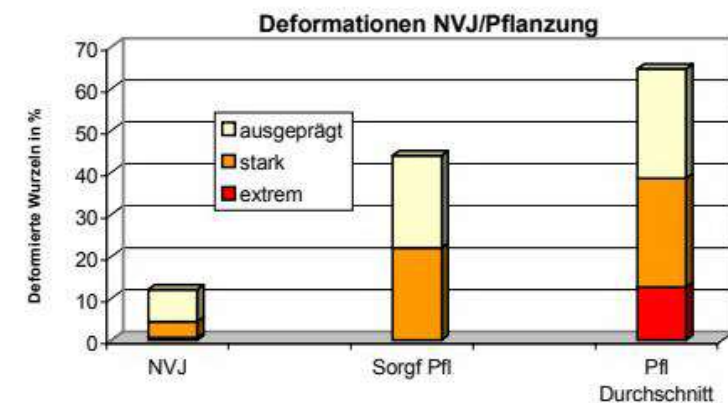


Abb. 21: 37-jähriger Bergahorn aus Lochhügelpflanzung. Dynamisch in die Tiefe strebend, durchschn. 133 cm tief.



Abb. 22: 35-jähriger Bergahorn aus Winkelpflanzung. Sehr flach streichendes Wurzelwerk, durchschnittlich 88 cm tief.



Quelle: Bayer. LWF, 2002: „Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?“

Naturverjüngung ist 4 x besser, als schlecht gepflanzt!

oder

Lieber weniger, aber dafür sorgfältig pflanzen!

- spart Haushaltsmittel
- vermeidet Folgeaufwand
- „kauft“ Zeit

... schafft freie Kapazitäten!

Naturverjüngung ist 4 x besser, als schlecht gepflanzt!

oder

Lieber weniger, aber dafür sorgfältig pflanzen!

- spart Haushaltsmittel
- vermeidet Folgeaufwand
- „kauft“ Zeit

... schafft freie Kapazitäten!

Aber...

die **Baumwurzel ist mehr**, als nur der Garant für Bestandesstabilität!

Welche **Optimierungen** sind wo und wie möglich und sinnvoll?

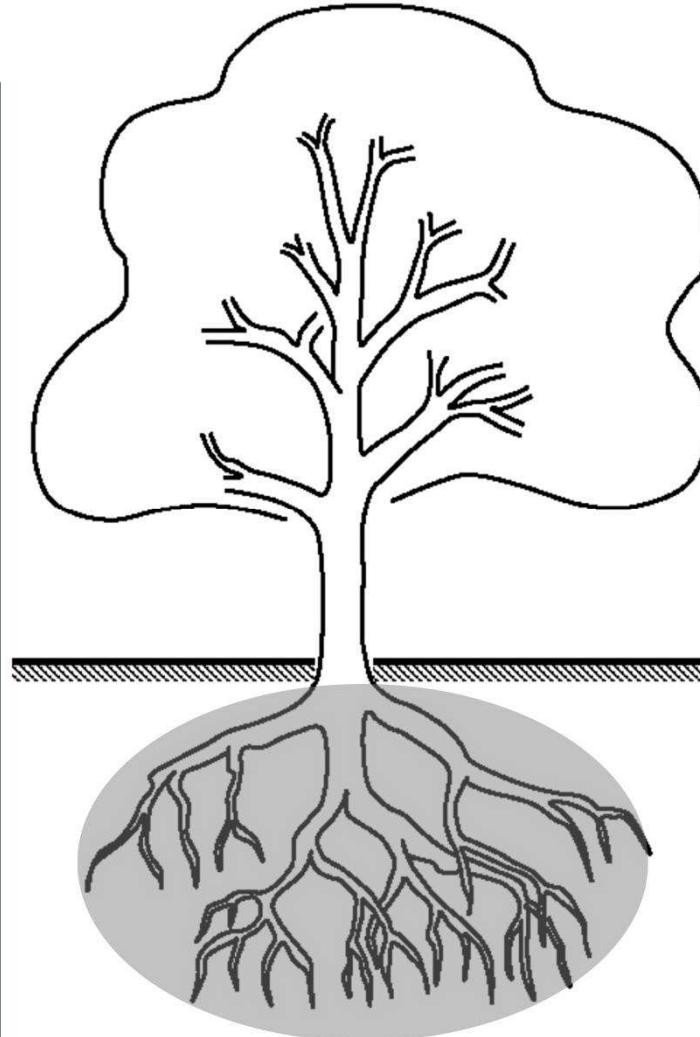
Die Baumwurzel ist mehr...

Die Wurzel eines gesunden Baumes
ist etwa so groß wie seine Krone.

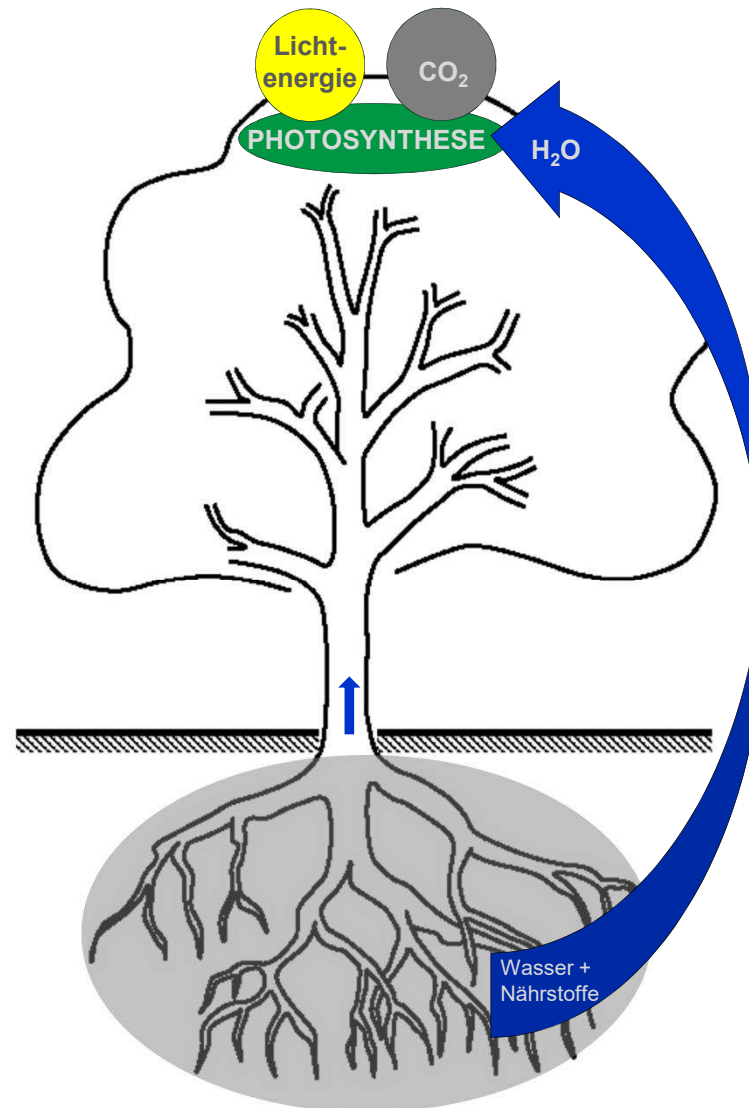
1

:

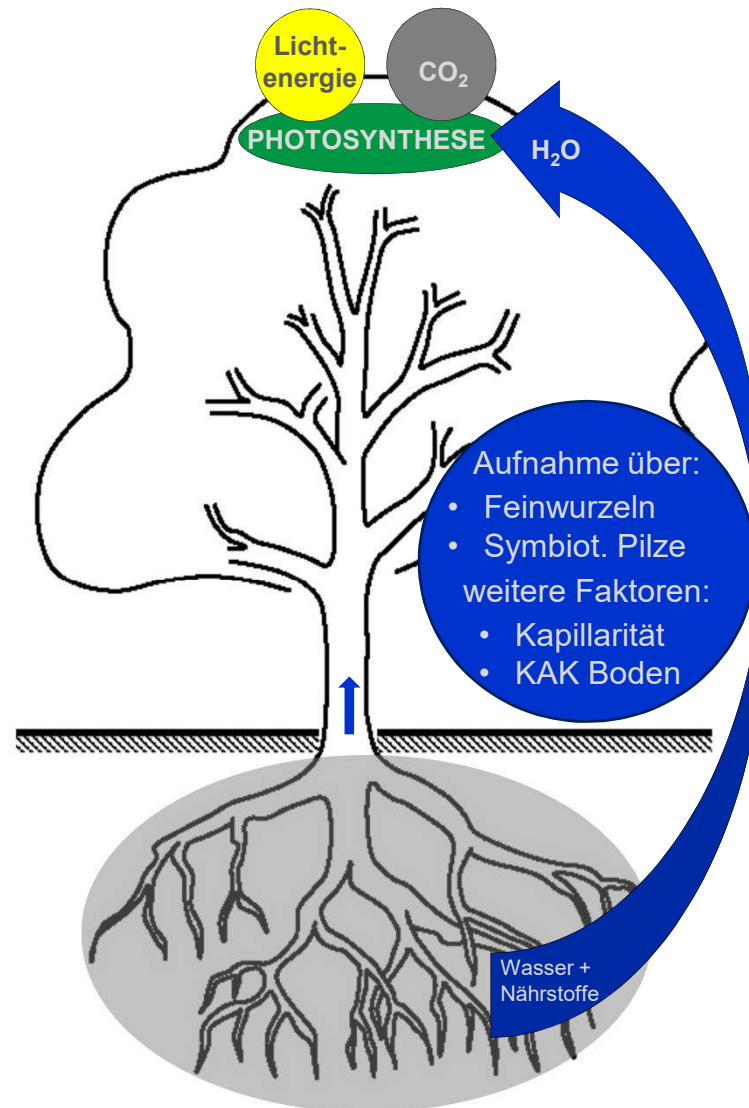
1



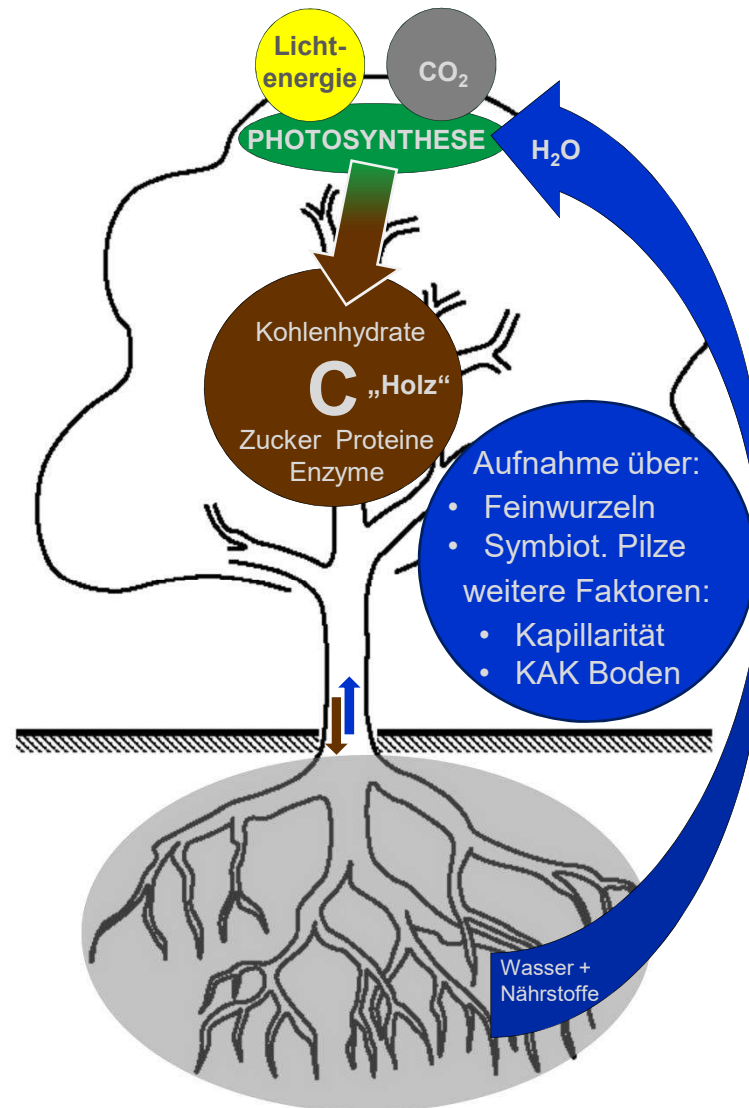
Die Baumwurzel ist mehr...



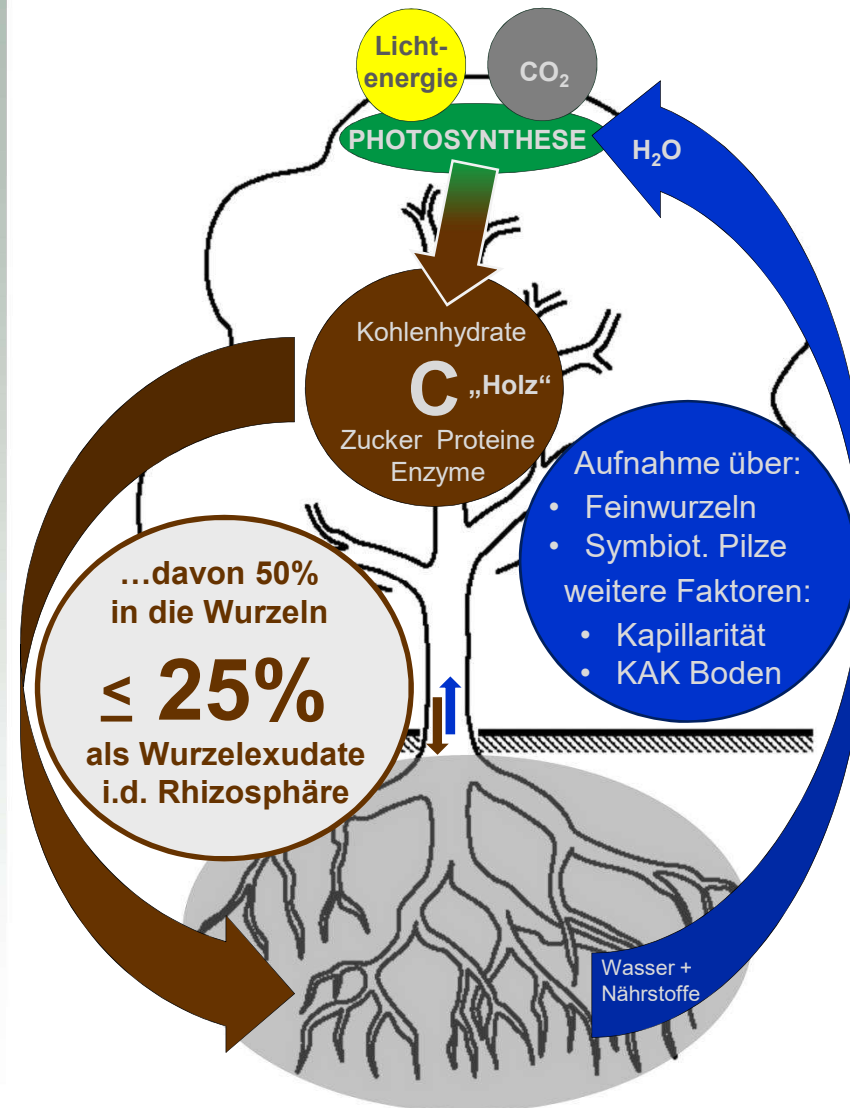
Die Baumwurzel ist mehr...

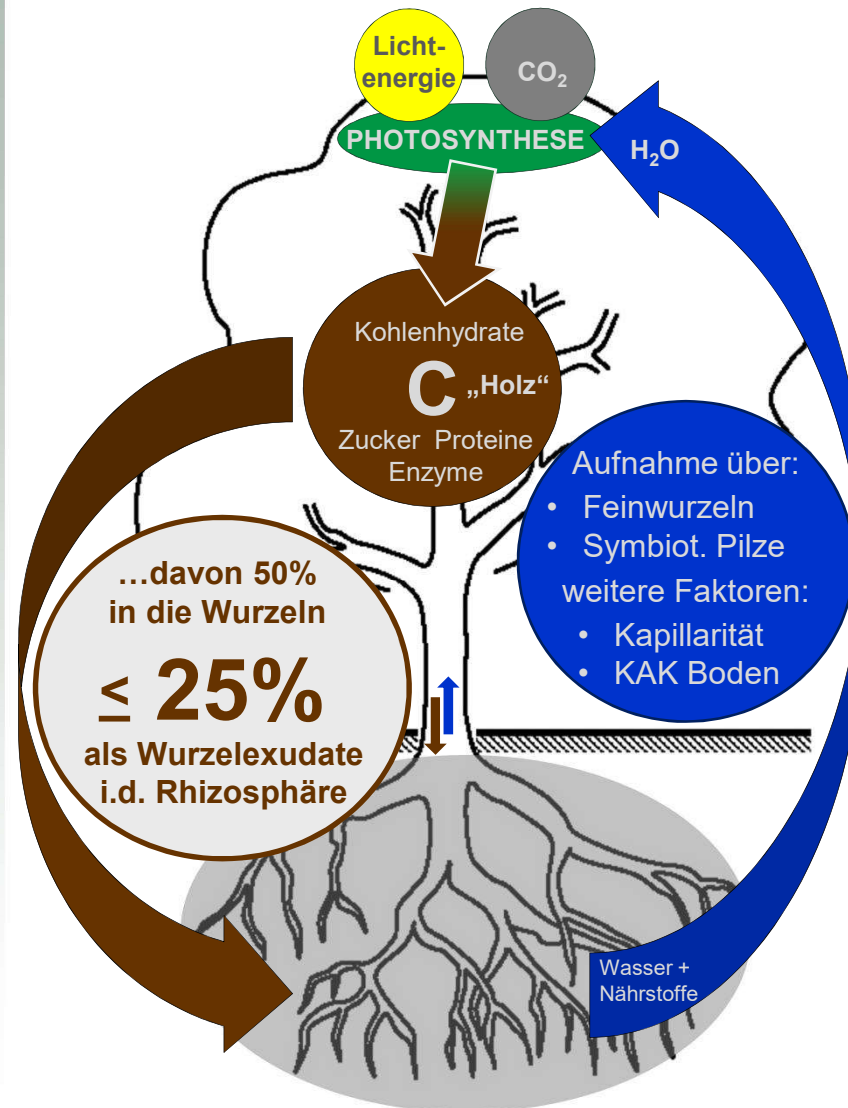


Die Baumwurzel ist mehr...



Die Baumwurzel ist mehr...

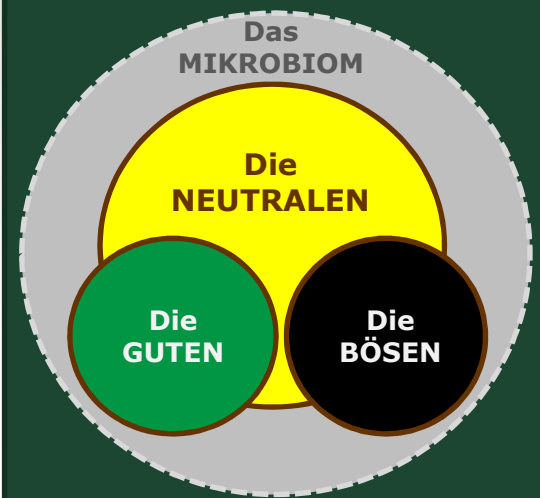




RHIZOSPHERE

= Zone bis 40 mm um die Wurzel

- Interaktion von Boden – Pflanze – Mikrobiom
- 5-100 mal höhere Organismen-Besatzdichte als im wurzelfernen Boden
- im intakten Ökosystem „Fließgleichgewicht“ der Antagonisten im Mikrobiom
- PGPF&B-Stämme finden sich v.a. bei Mykorrhiza, Trichoderma, Bacillus, Pseudomonas.



WURZELEXUDATE

= Absonderungen durch die Wurzel und die Mykorrhiza in den umgebenden Boden

⇒ Vielzahl hoch-/ niedermolekularer Verbindungen

Funktion:

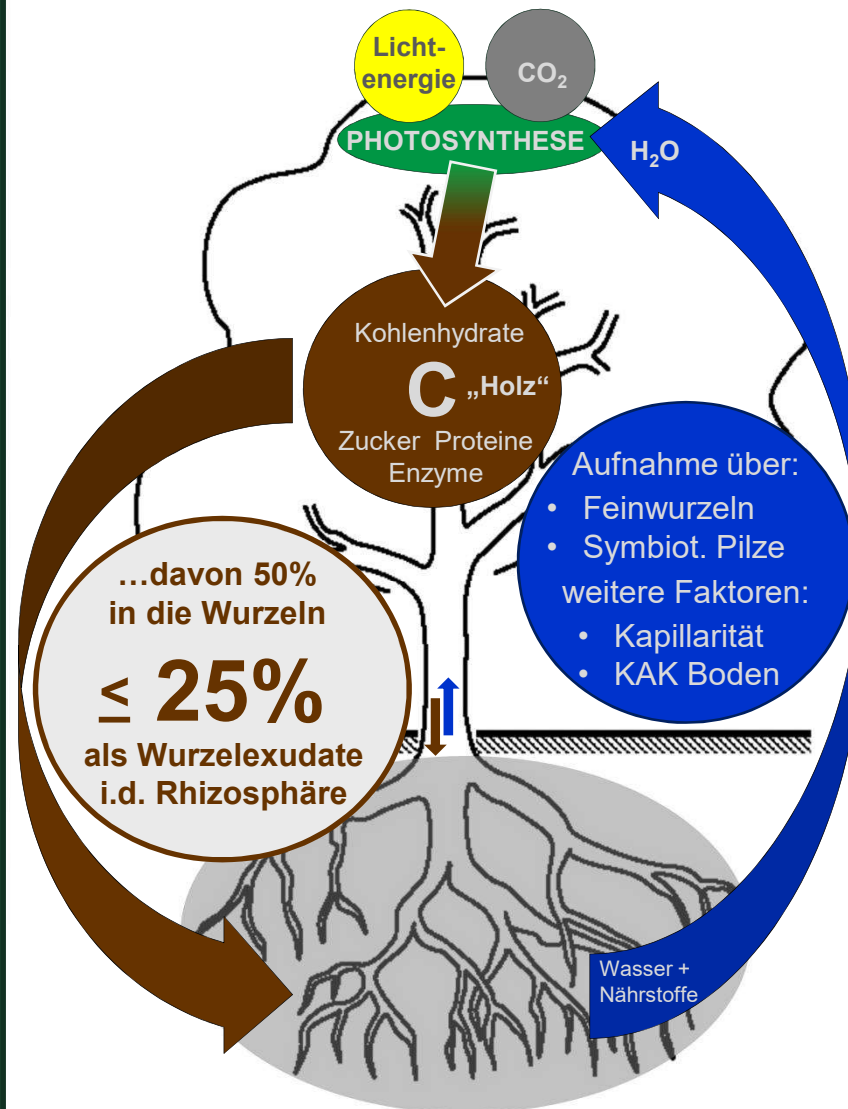
Steuerung der eigenen Wuchsbedingungen

⇒ direkt:

pH-Wert-Regulation & org./anorg. Säuren (bessere Verfügbarkeit von P, Cu, Fe, Mn, Zn), Phytohormone, Abwehr- u. Botenstoffe, Proteine, Enzyme, Schleimstoffe

⇒ indirekt:

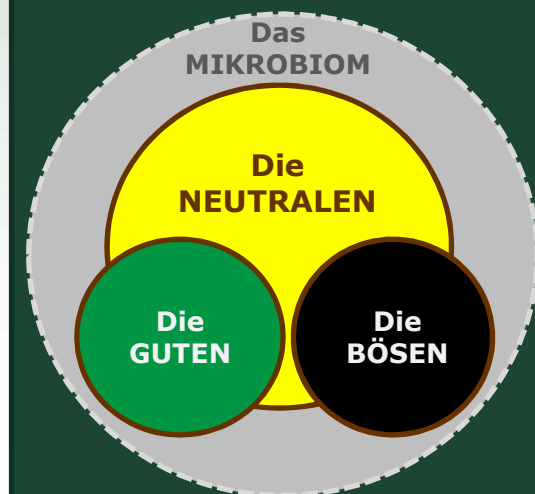
„Fütterung“ des Mikrobioms v.a. mit Kohlenstoff u. Energie (Zucker), „Biostimulation“ durch Boten- und Lockstoffe zur Förderung symbiotischer Pilze u. Bakterien



RHIZOSPHERE

= Zone bis 40 mm um die Wurzel

- Interaktion von Boden – Pflanze – Mikrobiom
- 5-100 mal höhere Organismen-Besatzdichte als im wurzelfernen Boden
- im intakten Ökosystem „Fließgleichgewicht“ der Antagonisten im Mikrobiom
- PGPF&B-Stämme finden sich v.a. bei Mykorrhiza, Trichoderma, Bacillus, Pseudomonas.



Was - wie – wo wird im Forst gepflanzt?



Foto: O. Ruppert, LWF



Foto: O. Ruppert, LWF



Anzucht der Forstpflanzen in pflanzenbaulicher Intensiv-Kultur, d.h. produziert mit ertragsoptimiertem Bodenbearbeitungs-, Nährstoff-, Wasser- u. Gesundheits-Management; vergütet v.a. nach Sproßlänge!

- ⇒ Mikrobiom im Pflanzkamp?
- ⇒ Mykorrhizierung?
- ⇒ Abiotische u. biotische Stressresilienz?

I.d.R. Pflanzung wurzelnackten Materials mit (unbekannter) Vorgeschichte bzgl. Lagerung, Transport, Einschlag.

- ⇒ Sekundäre Qualitätsminderung?
- ⇒ Wurzelverletzungen u. Infizierung mit Pathogenen?
- ⇒ Prozentsatz der geschädigten Feinwurzeln?

Diskrepanz zwischen Erzeugungs- und Zielstandort verursacht Stress!

⇒ „Pflanzkamp“ – Waldumbau – Wiederbewaldung – Erstaufforstung

Alle Pflanzverfahren (zer-)stören in der Wurzelzone die natürliche Bodenstruktur, inkl. Bodenporen- u. Kapillarstruktur.

WURZELEXUDATE

= Absonderungen durch die Wurzel und die Mykorrhiza in den umgebenden Boden

⇒ Vielzahl hoch-/ niedermolekularer Verbindungen

Funktion:

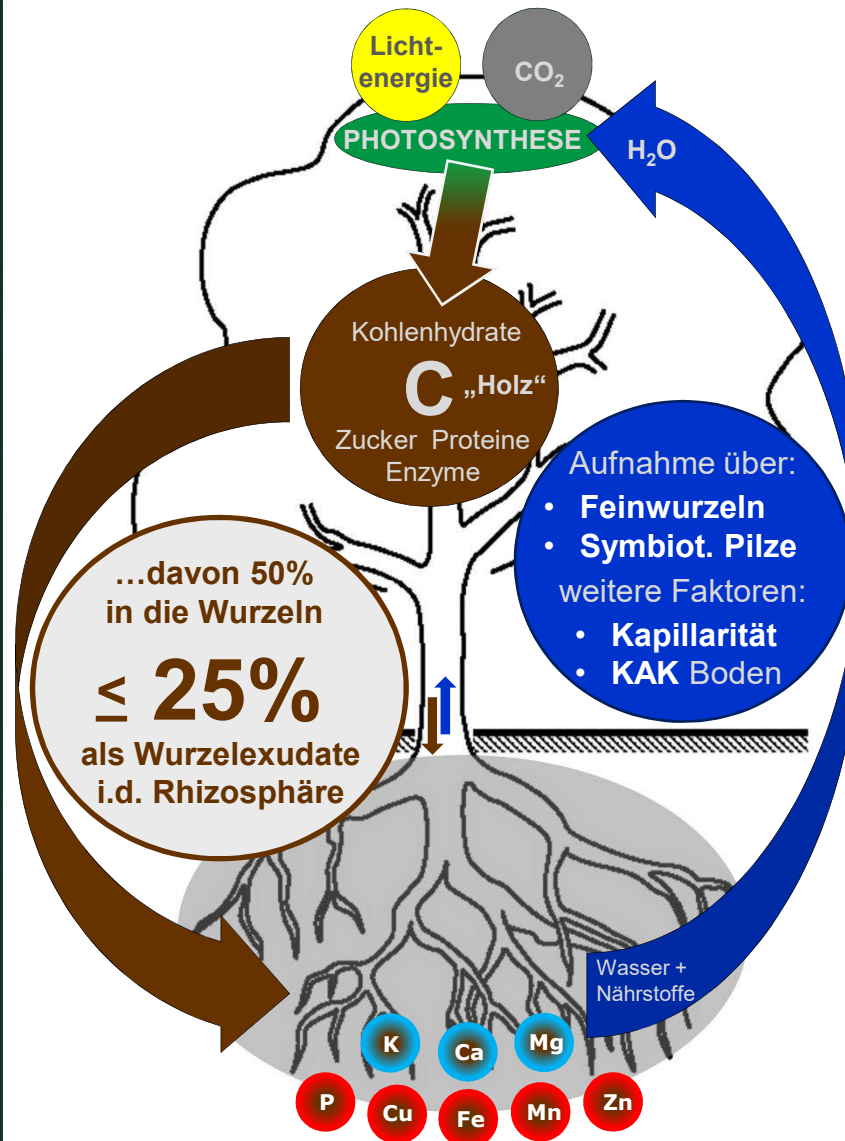
Steuerung der eigenen Wuchsbedingungen

⇒ direkt:

pH-Wert-Regulation & org./anorg. Säuren (bessere Verfügbarkeit von **P, Cu, Fe, Mn, Zn**), Phytohormone, Abwehr- u. Botenstoffe, Proteine, Enzyme, Schleimstoffe

⇒ indirekt:

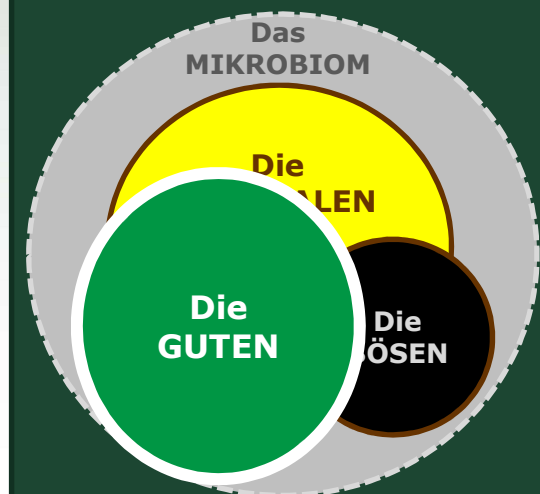
„**Fütterung**“ des Mikrobioms v.a. mit Kohlenstoff u. Energie (Zucker), „**Biostimulation**“ durch **Boten- und Lockstoffe** zur Förderung symbiotischer Pilze u. Bakterien



RHIZOSPHERE

= Zone bis 40 mm um die Wurzel

- Interaktion von Boden – Pflanze – Mikrobiom
- 5-100 mal höhere Organismen-Besatzdichte als im übrigen Boden
- im intakten Ökosystem „Fließgleichgewicht“ der Antagonisten im Mikrobiom
- **PGPF&B**-Stämme finden sich v.a. bei Mykorrhiza, Trichoderma, Bacillus, Pseudomonas.



Vermehrter abiotischer Stress gefährdet den Kulturerfolg Wie kann das Anwachsen verbessert werden?



Die Ausbildung eines tief reichenden Wurzelsystems und eine schnelle Überwindung des Pflanzschocks ist für den Kulturerfolg wichtiger denn je.

Wo ist Potenzial für Optimierung?

- **Feinwurzeln** von „wurzelnackter Ware“ vor Austrocknung **schützen**
- Kontaktzone Wurzel – Boden (**Additive für die Rhizosphäre**)
- Lenkung des Wurzelwachstums in die Tiefe (**Nährstoffe unter Fuß**)

Feinwurzeln vor Austrocknung und Absterben schützen

Alginat, ein natürliches Gel aus Braunalgen schützt bei Transport und Pflanzung



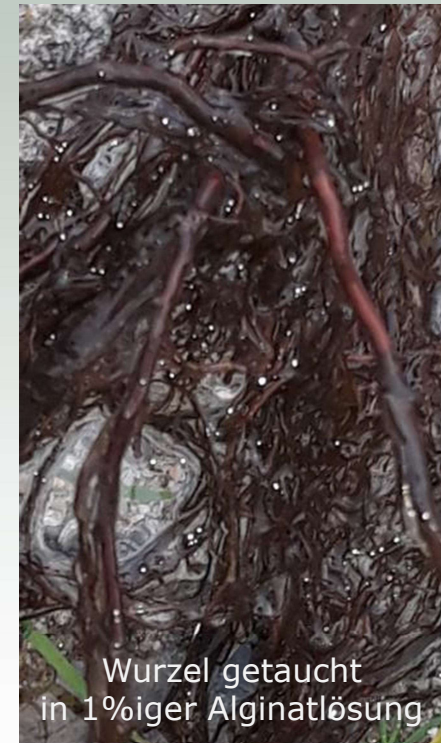
Wurzel unbehandelt

Foto: O. Ruppert, LWF

Die unverkorkten Spitzen der **Feinwurzeln** ($\leq 0,25$ mm \emptyset) sind bei Bäumen der Ort der **Wasser- u. Nährstoffaufnahme**. Bereits nach weniger als 1 Minute beginnen die Feinwurzeln abzusterben, wenn sie ungeschützt dem Wind und der Sonne ausgesetzt sind.

Wurzelschutz durch die Anwendung von Alginaten wird von der NW-FVA und der LWF empfohlen und ist in vielen Bundesländern **förderfähig**.

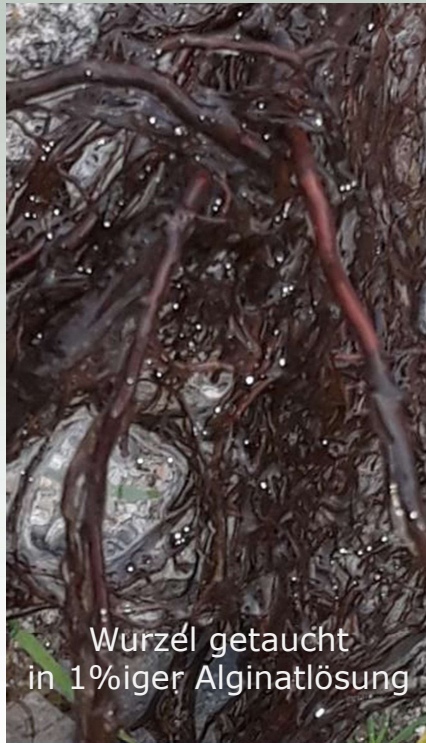
Die Anwendung erfolgt nach Auflösung des Alginat-Pulvers, 0,5 -1,5%ig in Wasser, als viskose Lösung durch Tauchen oder Übergießen.



Wurzel getaucht
in 1%iger Alginatlösung

Animpfen der Wurzel mit Bio-Präparaten gegen Stress

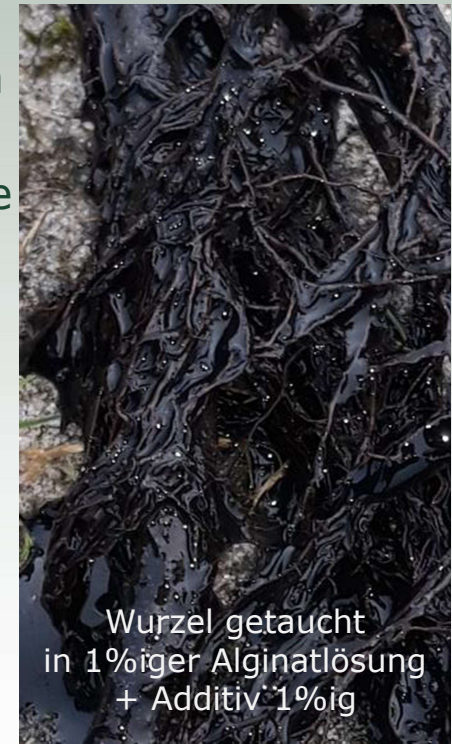
Additive für die Rhizosphäre und Alginat-Anwendung können in einem Arbeitsgang gut kombiniert werden



Die Benetzung der Wurzel mit **Alginat** ist ein reiner Verdunstungsschutz gegen Schäden an den Feinwurzeln.

Die viskose Alginat-Lösung bietet sich für eine **gezielte Optimierung** mit wasserlöslichen Substanzen bzw. fein vermahlenden Pulvern geradezu an.

Praxisnah umsetzbar können so hoch wirksame Mikroben-Stämme (Mykorrhiza, Trichoderma, Pseudomonas) und weitere **Additive**, die den Stoffwechsel von Pflanze und Bodenleben verbessern und Störstoffe eliminieren, direkt **auf die Wurzeloberfläche** appliziert und in die Rhizosphäre eingebracht werden.



Zertifizierungskonforme „Unterfuß-Startdüngung“

Absicherung gegen Nährstoff-Defizite und
Lenkung des Wurzelwachstums in die Tiefe

Die Wurzeln aller Pflanzen wachsen unter Nährstoffmangel grundsätzlich mehr in die Länge, weil Sie nach Nährstoffen „suchen“.

Da von den drei Hauptnährstoffen (N-P-K) das Phosphat (P) im Boden am wenigsten mobil ist, wachsen die Wurzeln v.a. mit einer Orientierung zum P.

Diese Besonderheit lässt sich bei der Pflanzung nutzen, indem mittels Applikation einer geeigneten P-Quelle die Wuchsrichtung der Wurzel gezielt in die Tiefe gelenkt wird.

Phosphate mit hoher Pflanzenverfügbarkeit und gleichzeitig möglichst geringer Wasserlöslichkeit sind für diesen Zweck besonders gut geeignet, weil man mit ihnen ein „ortsfestes Depot“ anlegen kann.

Ergänzt mit Spurennährstoffen, Huminsäuren, pflanzlicher Kohle und Gesteinsmehlen wird aus solchem Phosphat ein für den Forst **optimaler Startdünger mit Langzeitwirkung!**

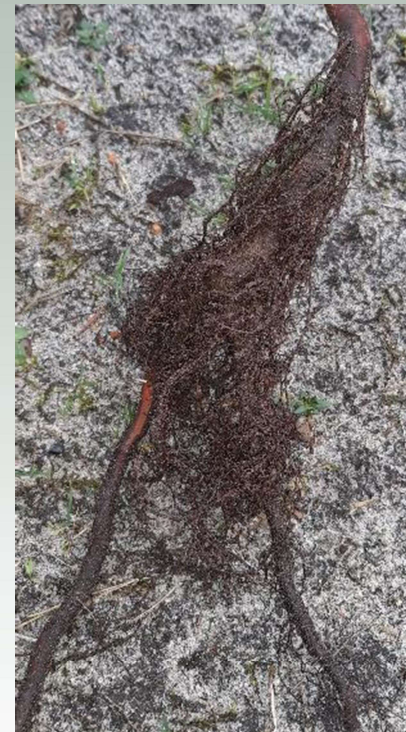
Effekt:

Verbesserung von Wachstum, Stabilität und Trockenstress-Resilienz!

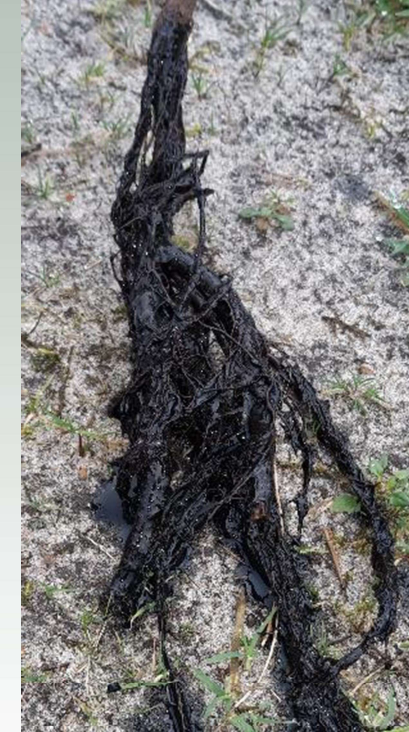
Ziel: Schnellere Überwindung des Pflanzchocks und Verbesserung des Anwachsens



getaucht in 1%iger
Alginat-Lösung gem.
Empfehlung der NW-FVA



unbehandelt



getaucht in 1%iger
Alginat-Lösung +
Rhizosphären-Additiv, 1%ig
(Pulver, öko-konform)

Überwindung des Pflanzschocks und Verbesserung des Anwachsens

Produktinfo „adRHIZO“ – Pflanzenhilfsmittel zur Optimierung der Rhizosphäre



Wurzel getaucht
in 1%iger Alginat-Lösung
+ adRHIZO: 1%ig

adRHIZO ist ein feinst vermahlene 2-Komponenten-Pulver (pflanzliche Aktivkohle und pflanzliche Aminosäuren).

Auf die jeweiligen Oberflächen sind in einem speziellen Verfahren synergistisch wirkende Biostimulanzen (Pflanzenextrakte, Pilze und Bakterien) in konzentrierter Form aufgebracht.

Das in Alginat-Lösung dispergierte Pulver verteilt sich bei Tauchung gleichmäßig auf die Wurzeloberfläche und vergrößert diese um ein Vielfaches. Die Biostimulanzen wirken positiv auf die Pflanze und auf das umgebende Bodenleben, während die Alginate für erhöhte Feuchtigkeit an der Kontaktfläche zum Boden am neuen Standort sorgen.

Anwendung: 0,5 bis 1%ig in eine Alginat-Lösung mit gleicher Konzentration einrühren.

Typbestimmende Parameter (Gehalte in der Frischmasse):

0,66% Gesamtstickstoff (N), 0,25% Gesamtphosphat (P₂O₅), 1,38% Gesamtkaliumoxid (K₂O)
66,4% Organische Substanz (OS), 7,3% basisch wirksame Bestandteile (bewertet als CaO).

Sicherheitshinweis: Das Produkt ist ungiftig, aber zum Schutz vor Einatmung ist bei Verarbeitung des Pulvers eine FFP2-Maske zu tragen.

Verpackungseinheit: 1 kg

Überwindung des Pflanzschocks und Verbesserung des Anwachsens

Produktinfo „ArboFert-UF“ – organ.-min. Unterfußdünger für Forstpflanzen



Allg. Anwendungsempfehlung für wurzelnackte Ware 1+0, 1+1, 2+0

| | |
|--------------|-----------------|
| Laubgehölze | 5 g/Pflanze |
| Nadelgehölze | 5-10 g/Pflanze |
| Heister | 15-20 g/Pflanze |

Tipp:

Viele Standorte haben eine eingeschränkte Mikrofauna. Deshalb empfehlen wir die Mischung (1:1) mit feinsiebtem, reifem Kompost um die Biodiversität des Bodenlebens effizient und kostengünstig zu fördern.

ArboFert-UF ist ein mikrogranularer P-betonter Langzeitdünger, der sich gleichzeitig durch eine ausgeprägte Fähigkeit zur pflanzenverfügbaren Fixierung von Nährstoff-Kationen (Ammonium-N, K, Mg, Ca) auszeichnet.

Dieser Spezial-Startdünger besteht aus drei Hauptkomponenten die in der Anwuchsphase eine bedarfsgerechte Nährstoffverfügbarkeit absichern:

1. Einer nahezu verlustfreien Phosphat(P)-Quelle, die sich die Pflanze über ihre Wurzelexudate nach Bedarf verfügbar machen kann.
2. Einem natürlichen Komposit aus stabilen organischen Kohlenstoffverbindungen (Dauerhumus) und Tonmineralen mit sehr hoher Kationen-Austausch-Kapazität.
3. Einem Spurennährstoffkomplex, der die Verfügbarkeit dieser Nährstoffe weitestgehend unabhängig vom Boden-pH-Wert gewährleistet.

Hauptnährstoffe:

| |
|--|
| 2,2 % Gesamtstickstoff (N) |
| 10,6 % Gesamtphosphat (P ₂ O ₅) |
| 1,1 % Gesamtkaliumoxid (K ₂ O) |

Sekundärnährstoffe:

| |
|---------------------------|
| 6,6 % Magnesiumoxid (MgO) |
| 6,5 % Calciumoxid (CaO) |
| 1,9 % Schwefel (S) |

Spurennährstoffe:

| | |
|---------------------|-----------------------|
| 0,032 % Bor (B) | 0,072 % Mangan (Mn) |
| 0,311 % Kupfer (Cu) | 0,001 % Molybdän (Mo) |
| 1,481 % Eisen (Fe) | 0,315 % Zink (Zn) |

Verpackungseinheit: 10 kg

Kontakte

- zum Vortrag: **matthias.hoelscher@bundesimmobilien.de**
- zu den Produkten: **post@forstbuero-achterberg.de**
www.forstbuero-achterberg.de

Zitierte Literatur

- LWF, 2002: „Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?“
- LWF-Merkblatt Nr. 47 – Wurzelschutz bei der Pflanzung (2020)



Weiterführende Literatur:

- The Rhizosphere and Plant Nutrition Under Climate Change (2017)
- Rhizosphere Engineering with Plant Growth-Promoting Microorganisms for Agriculture and Ecological Sustainability (2021)
- Plant Nutrition under Climate Change and Soil Carbon Sequestration (2022)
- Rhizosphere Models: Their Concept and Application to Plant-Soil Ecosystems (2022)