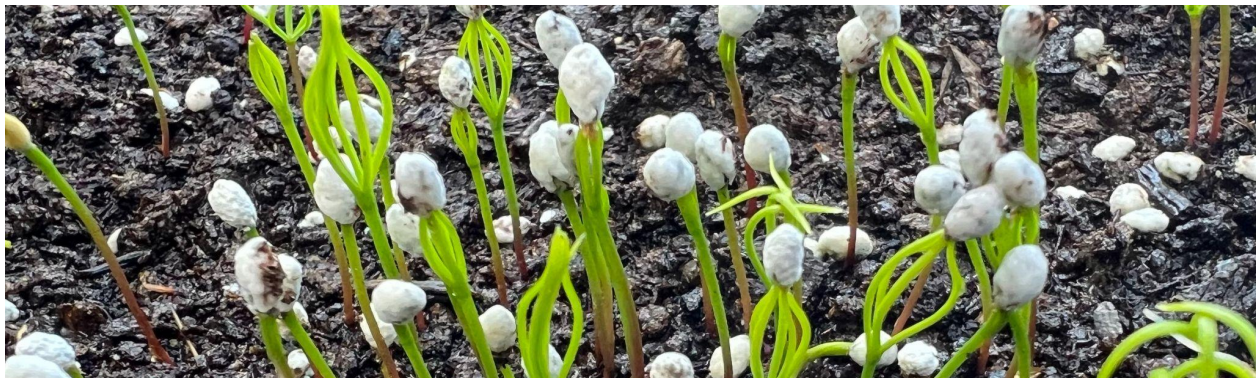


Skalierbare Resilienz - Biotechnisch optimierte Direktsaat als Antwort auf den Waldumbau im Klimawandel

Abstract

Die Wiederbewaldung und der Umbau unserer Wälder zu klimaresilienten Mischbeständen ist die generationenübergreifende Aufgabe der modernen Forstwirtschaft. Die klassische Pflanzung stößt angesichts des Fachkräftemangels und zunehmender Trockenperioden an ihre Grenzen. Dieser Beitrag stellt das Verfahren der biotechnisch optimierten Direktsaat durch Skyseed (www.skyseed.eco) vor. Mithilfe eines selbst entwickelten Pelletierungsverfahrens, welches das Saatgut vor Prädation schützt, kombiniert mit präziser Ausbringung durch Schwerlastdrohnen und bodengebundener Robotik, machen wir die Waldsaat zu einer funktionierenden Alternative zur Pflanzung. Der Fokus liegt auf der ungestörten Wurzelentwicklung für vitale Bestände und der technologischen Überwindung historischer Hürden der Saat.



1. Welche Herausforderung adressiert der Beitrag?

Die zentrale Herausforderung ist die massive Notwendigkeit der Wiederbewaldung und des Waldumbaus unter erschwerten klimatischen Bedingungen. Traditionelle Pflanzverfahren weisen signifikante biologische und ökonomische Nachteile auf:

- **Wurzeldeformationen:** Studien¹ zeigen, dass sich an bis zu 75–82 % aller gepflanzten Kulturen Wurzeldeformationen finden lassen. Diese können dauerhaft zu Instabilität und Wachstumseinbußen führen, da sich das Wurzelsystem nicht natürlich entwickeln kann.
- **Ausfallrisiken:** Pflanzschock und Trockenstress können zusätzlich zu hohen Ausfällen führen. Ein ideales Wurzel-Spross-Verhältnis, wie es nur bei der Saat entsteht, ist essenziell für das Überleben von Trockenperioden.
- **Historische Probleme der Saat:** Unbehandelte Saat litt oft unter hohem Ausfall durch Fraßfeinde (Nagetiere, Vögel) und Austrocknung des Keimlings.

Unser Ansatz adressiert diese Probleme durch Bio-Technologie: die Sicherstellung der Keimung durch Veredelung des Saatguts und die effiziente und bodenschonende Skalierung der Ausbringung.

¹ Nörr, R. & Baumer, M. (2002). *Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?* (LWF Wissen 37). Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising. Verfügbar unter: https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w37_pflanzung-ein_risiko_fuer_die_bestandesstabilitaet_gesamtheft_gesch.pdf

2. Welche Stakeholder sind konkret betroffen?

- **Waldbesitzende & -bewirtschaftende (Privat, Kommunal, Staat):** Sie profitieren von kosteneffizienten Verfahren und langfristig stabilen Beständen durch Risikostreuung und Artenvielfalt.
- **Forstbetriebe und Dienstleister:** Durch den Einsatz von Drohnen können schwer zugängliche Flächen (Steilhänge, kampfmittelbelastete Areale, Windwurf) sicher und effizient bearbeitet werden.
- **Gesellschaft:** Die langfristige Etablierung klimaresilienter Wälder sichert die Ökosystemleistungen (CO²-Speicherung, Wasserhaushalt, Erosionsschutz).

3. Technologische Qualität und Innovationspotential

Der Kern der Innovationen von Skyseed liegt in der Kombination aus Biotechnologie und Robotik.



A. Saatgut-Ummantelung auf einem neuen Level

- **Schutzfunktion:** Eine mehrschichtige, witterungsbeständigere Ummantelung schützt den Samen den kompletten Winter über vor Fraßfeinden und Witterung. Eine neu entwickelte Mittelschicht neutralisiert zudem den Geruch des Samens, was die Prädation durch Mäuse minimiert.
- **Keimungsphysiologie:** Trotz der enormen Haltbarkeit ist der Gasaustausch optimiert, was für das Überleben des Samens essenziell ist. Einige Baumarten keimen direkt aus dem Schutzmantel heraus.
- **Additive:** Die Hülle kann zusätzlich als Träger für Biostimulanzien fungieren, um dem Keimling optimierte Startbedingungen und Wasserverfügbarkeit zu bieten.
- **Stratifikation:** Die Kombination aus Pelletierung und Stratifikation (Abbau der Keimruhe) ist einzigartig und besonders vielversprechend.



B. Präzisionsausbringung

Die Ausbringung erfolgt standortangepasst:

- **Drohnen:** Für Steilhänge, größere Kalamitäten und Waldbrandflächen nutzen wir unsere selbst entwickelten Schwerlastdrohnen, die eine flächige Ausbringung mit hoher Präzision, Effizienz und Bodenschutz ermöglichen.

- **Bodengebundene Systeme (Forstraue):** Auf befahrbaren Flächen und im Waldumbau kombinieren wir Bodenverwundung und schwerfrüchtige Saaten mit unserem in Kooperation selbst entwickelten Säaggregat und Dienstleistern in einem Arbeitsgang. Hier können neben Forstraupen auch Harvester-Saaten zum Einsatz kommen.

4. Praxisbezug

Beispiele für großflächige Projekte in ganz Deutschland: **Waldumbau im Wendland** (5.000 KTa, WTa, SBi /ha). **Wiederbewaldung im Siegerland** (12.200 Dgl, SBi, KTa, GEb /ha). **Steilhangesicherung in Berchtesgaden** (9.800 Pflanzen/ha).

Diese Beispiele belegen, dass die pelletierte Saat in Kombination mit der korrekten Vorbehandlung und Bodenverwundung schon heute eine valide Bestandesbegründungsmethode darstellt. Die Bedeutung der Bestandesbegründung durch Saat wird aufgrund der erschwerten Bedingungen zukünftig signifikant an Bedeutung gewinnen.

5. Wie praxistauglich ist der Ansatz?

Die Praxistauglichkeit wird maßgeblich durch folgende Faktoren bestimmt:

1. **Wirtschaftlichkeit:** Die Verfahrenskosten sind im Vergleich zur Pflanzung oft geringer, insbesondere bei hohen Stückzahlen und großen Flächen. Unsere Musterkalkulationen zeigen wettbewerbsfähige Preise, z.B. bei der Wiederbewaldung mit Drohnen (ca. 3.800 €/ha bei 10 ha).
2. **Förderfähigkeit:** Das Verfahren ist in vielen Bundesländern förderfähig (z.B. bis zu 90 % in Baden-Württemberg oder mit Pauschalen in Bayern) und das Saatgut ist DUV-konform und FoVG-zertifiziert.
3. **Ausbringbarkeit:** Durch die Pelletierung wird das Saatgut standardisiert und ist somit besser maschinengängig. Mit Hilfe unserer selbst entwickelten Drohnen sind wir in der Lage, nahezu jede Fläche zu besäen.
4. **Auflaufquote:** Durch die Kombination aus forstlichem und ökologischem Fachwissen, nutzen wir die Vorteile der Stratifikation und Pelletierung und steigern so die Keimquoten und damit den Erfolg der Direktsaat erheblich.

6. Fazit

Die Waldsaat mit pelletiertem Saatgut ist kein Nischenprodukt mehr, sondern ein skalierbares und funktionierendes Verfahren für den Wald der Zukunft. Unser Beitrag zur *Smart Forest* Konferenz soll zur Diskussion anregen, wie wir den Paradigmenwechsel von der "Pflanzung von Patienten" hin zur "Saat von gesunden Wurzeln" in der Praxis vollziehen können. Wir bieten Einblicke in die neuesten Entwicklungen der Samentechologie und zeigen auf, wie Innovation und ökologisch und ökonomisch sinnvolle Bestandesbegründung ineinandergreifen. Unser Beitrag richtet sich entsprechend an die Themenblöcke eins, zwei und fünf und zeigt, wie technischer Fortschritt in der Forstwirtschaft funktionieren kann. Eine praktische Vorführung als Outdoorsession (Themenblock 6) unseres pelletierten Saatgutes und der Ausbringungsmethoden bspw. per Demo-Saatflug mit unserer Drohne ist selbstverständlich ebenfalls möglich.