Management Summary

Ausgangslage und Ziel. In der Schweiz fällt jedes Jahr viel schwach belasteter Aushub an, der nur eingeschränkt verwertet werden darf und deshalb oft auf einer Deponie Typ B landet. Die Mykoremediation, der Einsatz von Pilzen zum Abbau von Schadstoffen im Boden, wird als Alternative diskutiert, bei der der Boden erhalten bleibt. Die Arbeit klärt, unter welchen Bedingungen sie für belastete Böden in der Schweiz technisch wirksam und wirtschaftlich konkurrenzfähig zur Deponierung und zu den etablierten Verfahren ist. Als Referenzfall dient ein Oberboden der Klasse evI mit 3 mg/kg polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), einer Menge von 500 t und 20 km Transportweg zur Deponie.

Vorgehen. Den Forschungsstand zu sieben Schadstoffklassen habe ich mit einer strukturierten Literaturrecherche erarbeitet, die sich an PRISMA 2020 orientiert, und je Klasse den belegten Reifegrad von Labor bis Feld bestimmt. Die Frage, ob sich Laborergebnisse im Feld wiederholen und gegenüber der Behörde nachweisen lassen, habe ich an den Daten der Masterarbeit von Bieri (2026a) untersucht. Darauf folgten eine Nutzwertanalyse von sechs Varianten nach der Vollzugshilfe UV-1401 mit zwölf Kriterien und einer Sensitivitätsanalyse sowie ein Kostenmodell in CHF/t mit drei Szenarien und einem Break-even gegenüber der Deponie. Eigene Messungen habe ich nicht durchgeführt.

Ergebnisse. Am weitesten untersucht sind Mineralöl, PAK und Sprengstoffe, mit Versuchen bis in den Pilot- oder Tonnenmassstab. Für keine Klasse liegt ein Feldeinsatz vor, bei dem der Nutzen des Pilzes allein belegt ist. Für den Referenzfall mit 1 bis 10 mg/kg PAK habe ich keine veröffentlichte Studie gefunden. Dort wäre ein Rückgang von rund 67 % nötig, die erweiterte Messunsicherheit beträgt aber 44 bis 63 %. Im Nutzwert liegt die Deponierung mit 45 von 55 Punkten vorne, die Mykoremediation mit 28 Punkten in allen geprüften Gewichtungen auf dem letzten Rang. Bei den Kosten steht im realistischen Szenario 155 CHF/t (optimistisch 41, pessimistisch 347) gegen 69 CHF/t für die Deponierung (62 bis 139). Günstiger wäre die Mykoremediation nur im optimistischen Szenario und nur, wenn die Behandlung in mehr als 59 % der Fälle gelingt. Das beimpfte Substrat macht im realistischen Szenario 69 % der Kosten aus. Tragbar wären höchstens 0.22 CHF/kg, das Modell rechnet mit 1.07 CHF/kg. Für den Referenzfall ist die Mykoremediation nach heutigen Daten deshalb keine konkurrenzfähige Alternative zur Deponierung. Das heisst nicht, dass die Wirkung nicht vorhanden ist, sondern dass sie bei diesen tiefen Gehalten nicht belegt ist.

Grenzen der Aussage. Die Ansätze für Brut, Substrataufbereitung, Maschinen, Lagerfläche, Fruchtkörper und Fachbegleitung sind Annahmen mit Spannweite, weil mir die Anbieter keine Preise nennen konnten. Das Kostenmodell zeigt deshalb Grössenordnungen und Einflüsse, keine Offerten. Die Erfolgswahrscheinlichkeit ist ein Rechenwert und keine Prognose. Die Messunsicherheit stammt aus einem einzigen Boden und einer einzigen Studie. Die Gewichte der Nutzwertanalyse sind subjektiv, die Rangfolge der vorderen Plätze bleibt in den geprüften Gewichtungen aber unverändert. Die Ergebnisse gelten für PAK im Referenzfall, für andere Schadstoffklassen ist die Entscheidungshilfe nur ein Gerüst.

Empfehlungen. Für die Praxis empfehle ich, die Mykoremediation für einen Boden wie im Referenzfall nicht anstelle der Deponierung zu planen und vor jedem Versuch die Art der Belastung zu klären, mit einer Probenahme nach Korngrösse getrennt. Den Behörden empfehle ich ein Nachweiskonzept für biologische Behandlungen und die Erwähnung biologischer Verfahren in den kantonalen Behandlungsregeln. Die Forschung braucht Feldversuche bei 10 bis 100 mg/kg und offengelegte Kosten des beimpften Substrats. Die Entscheidungshilfe mit sieben Prüfkriterien (Abbildung 25) erlaubt Bauherrschaften, Ingenieurbüros und Fachstellen, einen konkreten Boden einzuordnen. Der Referenzfall endet bei Prüfkriterium 6, den Kosten, als nicht geeignet.