



Bodenbearbeitungen vor Kulturbegründung – Fluch oder Segen?

Bodenbearbeitungen sind für eine erfolgreiche Verjüngung von Eiche oftmals unerlässlich. Doch stehen Bodenbearbeitungen in der Kritik, Nährstoffverluste zu begünstigen. In einem Versuch wurden daher diese potenziellen Auswirkungen sowie die Erfolge von Eichenkulturen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Bodenbearbeitungen in der Lage sind, den Anwuchs von Eichenkulturen zu steigern, und nicht in jedem Fall mit Nährstoffverlusten einhergehen.

TEXT: DOMINIK TAMKE, ULRIKE TALKNER, HOLGER SENNHENN-REULEN

Die Anlage von Eichenkulturen geht im Vergleich zur Etablierung anderer Baumarten mit erheblichen Investitionen einher. Der Kulturerfolg kann durch Konkurrenzvegetation gefährdet werden. Doch aufgrund der Wertholzerwartung, der Bedeutung für den Naturschutz [1] und nicht zuletzt der guten Klimaanpassung spielt die Eiche aktuell und in Zukunft eine wichtige Rolle [2, 3]. Im Norddeutschen Tiefland haben Bodenbearbeitungen vor der Kulturbegründung eine lange Tradition, um den Einfluss der Konkurrenzvegetation zu mindern und damit die Investition in eine Eichenkultur zu sichern. Im Zuge der Mechanisierung und Rationalisierung der Forstwirtschaft haben Forstverwaltungen immer intensivere Bodenbearbeitungsverfahren entwickelt. Das Abschieben von Kalamitätsflächen mit Raupen – welches landauf, landab praktiziert wurde – führte schließlich zu einem Umdenken, nachdem die Neukulturen ein schlechtes Wachstum zeigten [4]. Seitdem sind Bodenbearbeitungen in Verfall geraten und stehen in der Kritik, den Nährstoffhaushalt negativ zu beeinflussen sowie durch Befahrung den Boden zu verdichten. Der Einsatz von Baggern zur Flächenräumung (Abb. 1) stellt daher eine vielversprechende Methode dar, die Vorzüge der Bodenbearbeitung zu nutzen, ohne den Waldboden vollflächig zu befahren.

Projektregionen mit Eichenanbau

In drei Projektregionen mit einem Schwerpunkt im Eichenanbau (Ostbrenschweigisches Flachland, Hoher



Foto: D. Tamke

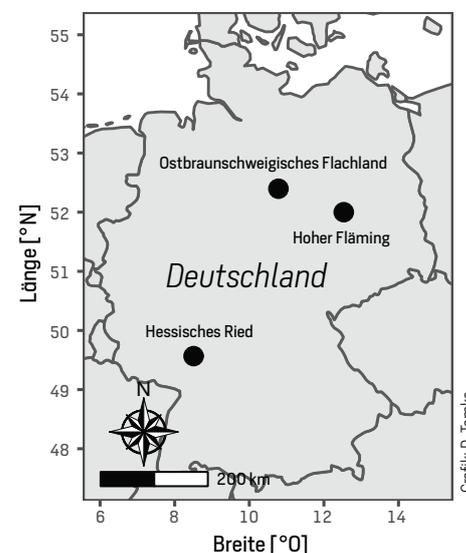
Abb. 1: Flächenräumung der Versuchsfläche im Hessischen Ried mit einem Bagger mit Silvafix-Aggregat. Neben Schlagabraum war nach dem Kalamitätshieb der flächig vorkommende Unterstand aus Spätblühender Traubenkirsche verblieben – dieser wird im Zuge der Bodenbearbeitung vom Bagger entfernt.

Fläming und Hessisches Ried; Abb. 2) wurden im Herbst 2018 Versuchsflächen angelegt. Jede Versuchsfläche wurde in drei Parzellen unterteilt, um folgende Verfahren zu vergleichen:

1. Kulturbegründung ohne vorherige Bodenbearbeitung
2. Kulturbegründung nach ortsüblicher Bodenbearbeitung (Hoher Fläming: Streifenpflug; Ostbrenschweigisches Flachland: flächiges Mulchen; Hessisches Ried: flächiges Mulchen mit anschließendem flächigem Fräsen)
3. Kulturbegründung nach flächiger Bodenbearbeitung mit dem Bagger mit Silvafix-Aggregat (im Folgenden nur als „Silvafix“ bezeichnet) von der Rückegasse aus

Um die Auswirkungen der Bodenbearbeitungen auf die pflanzenverfügbaren

Versuchsflächen-Übersicht



Grafik: D. Tamke

Abb. 2: Lage der Versuchsflächen in Deutschland



Nährstoffvorräte zu untersuchen, wurden nach der Bodenbearbeitung Bodenproben bis in eine Mineralbodentiefe von 30 cm genommen (da die maximale Bodenbearbeitungstiefe beim Fräsen 30 cm betrug). Die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte wurden entsprechend der Methode zur Bestimmung der Kationenaustauschkapazität [5] quantifiziert und nach der Anleitung zur „Forstlichen Standortaufnahme“ [6] bewertet. Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurde Sickerwasser auf den Versuchspartellen mit Mikrokosmen-Lysimetern in 30 cm Bodentiefe zur Abschätzung der Nährstofffrachten gewonnen. Im Folgenden werden die Ergebnisse beispielhaft für Calcium (Ca) dargestellt. Bei anderen Nährelementen wie Magnesium (Mg) oder Kalium (K) verhielt es sich ähnlich. Außerdem wurde mit Sensoren über den gleichen Zeitraum hinweg die

Bodenfeuchte (Matrixpotenzial) gemessen, um die Wirksamkeit der Regulierung der Konkurrenzvegetation zu prüfen. Die geräumten Flächen wurden mit Eiche begründet. In der Initialphase (erste drei Wuchsjahre) wurden die Überlebenswahrscheinlichkeiten untersucht. Die Daten wurden mit Methoden der bayesianischen Statistik ausgewertet. Mit ihr lässt sich die Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses berechnen.

Nährstoffvorrat und Sickerwasserfrachten

In Abb. 3 zeigt die obere Zeile die Nährstoffvorräte nach der Bodenbearbeitung. Im Vergleich zur Kontrolle reduzierte das Silvafix-Verfahren die pflanzenverfügbaren Ca-Vorräte des Standorts im Hohen Fläming um 75 %, im Hessischen Ried um 28 % und im Ostbraunschweigischen Flachland um

„Die Wahl des Bodenbearbeitungsverfahrens sollte vom Standort abhängig gemacht werden.“

DOMINIK TAMKE

28 %. Das Streifenpflugverfahren im Hohen Fläming führte im Vergleich zur Kontrolle zu geringeren pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräten in der Pflugsohle und zu höheren Vorräten in den Pflugbalken. Wurden jedoch die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte aus Pflugsohle und Pflugbalken gemittelt, waren die Werte ähnlich wie in der Kontrolle. Das Fräsen im Hessischen

Nährstoffvorräte vs. Nährstofffrachten

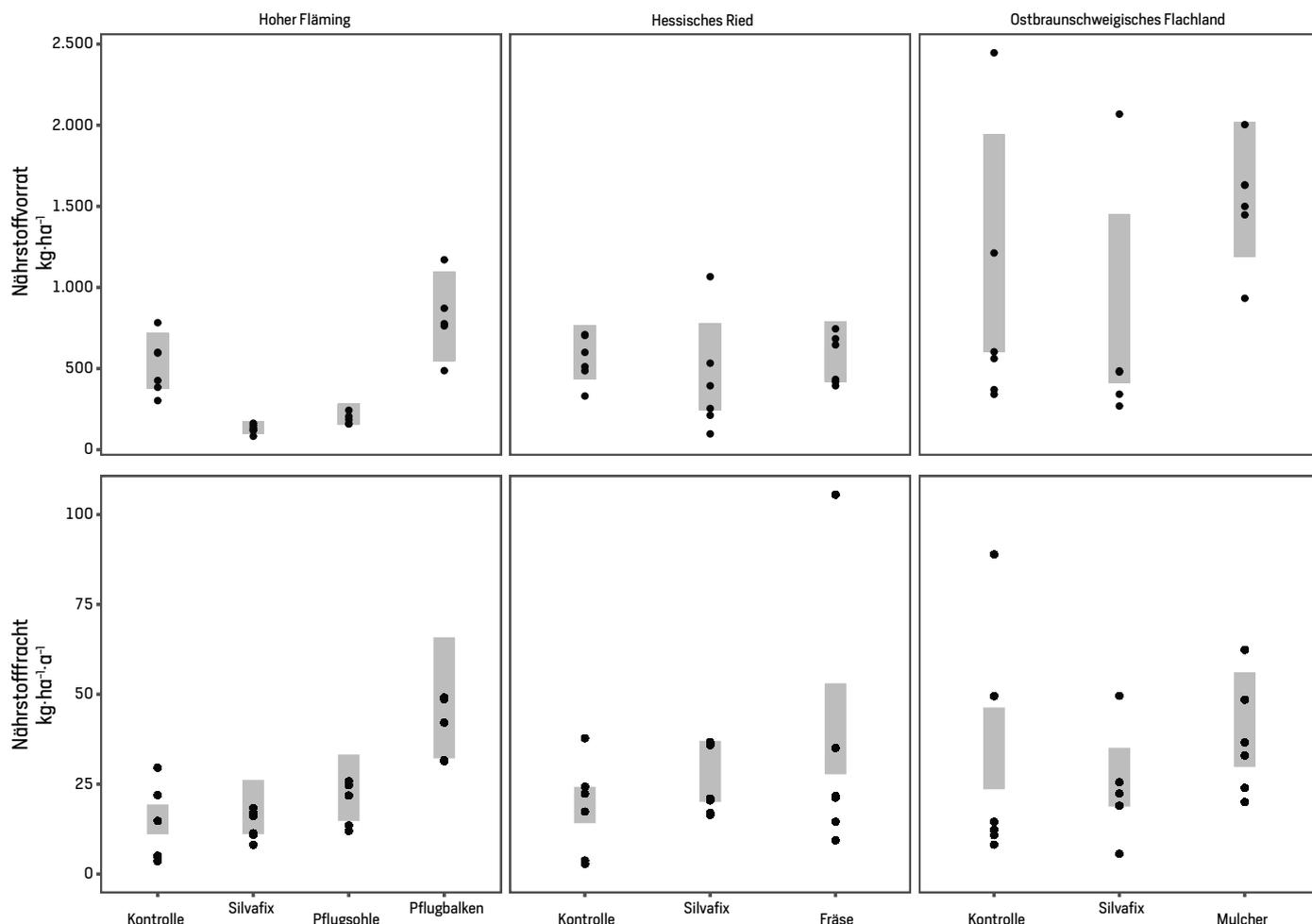


Abb. 3: Nährstoffvorräte unmittelbar nach der Bodenbearbeitung und Nährstofffrachten der verschiedenen Bearbeitungsvarianten in den drei Untersuchungsregionen. Die Punkte entsprechen den Messwerten, die grauen Balken bilden die 95%-Kreditibilitätsintervalle ab.

Ried und das Mulchen im Ostbraunschweigischen Flachland veränderten die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte im Vergleich zur Kontrolle kaum.

Die untere Zeile der Abb. 3 zeigt die gemittelten jährlichen Nährstofffrachten des zweijährigen Beobachtungszeitraumes. Generell waren die Nährstofffrachten hoch, wenn auch die Nährstoffvorräte der Kontrollparzellen hoch waren. Folglich waren die Nährstofffrachten am gut nährstoffversorgten Standort im Ostbraunschweigischen Flachland am höchsten, gefolgt vom Hessischen Ried. Dementsprechend wies die Kontrollfläche im Hohen Fläming im Vergleich zu den anderen Regionen die geringsten Frachten auf. Die Baggeräumung mit dem Silvafix veränderte die Nährstofffrachten im Vergleich zur Kontrolle kaum. Allerdings konnte mit der gewählten Methode der Sickerwassergewinnung durch Mikro-

kosmen-Lysimeter nicht in den Schlagabraumwällen der Baggeräumung gemessen werden. Die Ergebnisse einer hier nicht näher dargestellten Methode zur Quantifizierung mineralisierbaren Stickstoffs legten nahe, dass die Stickstoff- und damit auch die Nährstofffrachten unter den Schlagabraumwällen sehr groß waren. In den Pflugsohlen veränderten sich die Nährstofffrachten gegenüber der Kontrolle kaum, in den Pflugbalken waren sie jedoch etwa doppelt so hoch gegenüber der Kontrolle. Mulchen und Fräsen hatten dagegen nur einen mäßigen Einfluss auf die Nährstofffrachten.

Die Frachten aller Elemente stiegen mit zunehmender Flussrate (nicht gezeigt) und mit zunehmender Humusauflagenmächtigkeit an und nahmen mit zunehmendem Bewuchs ab. Ausnahme waren die Frachten von Sulfatschwefel (nicht gezeigt).

Bodenwasserspannung

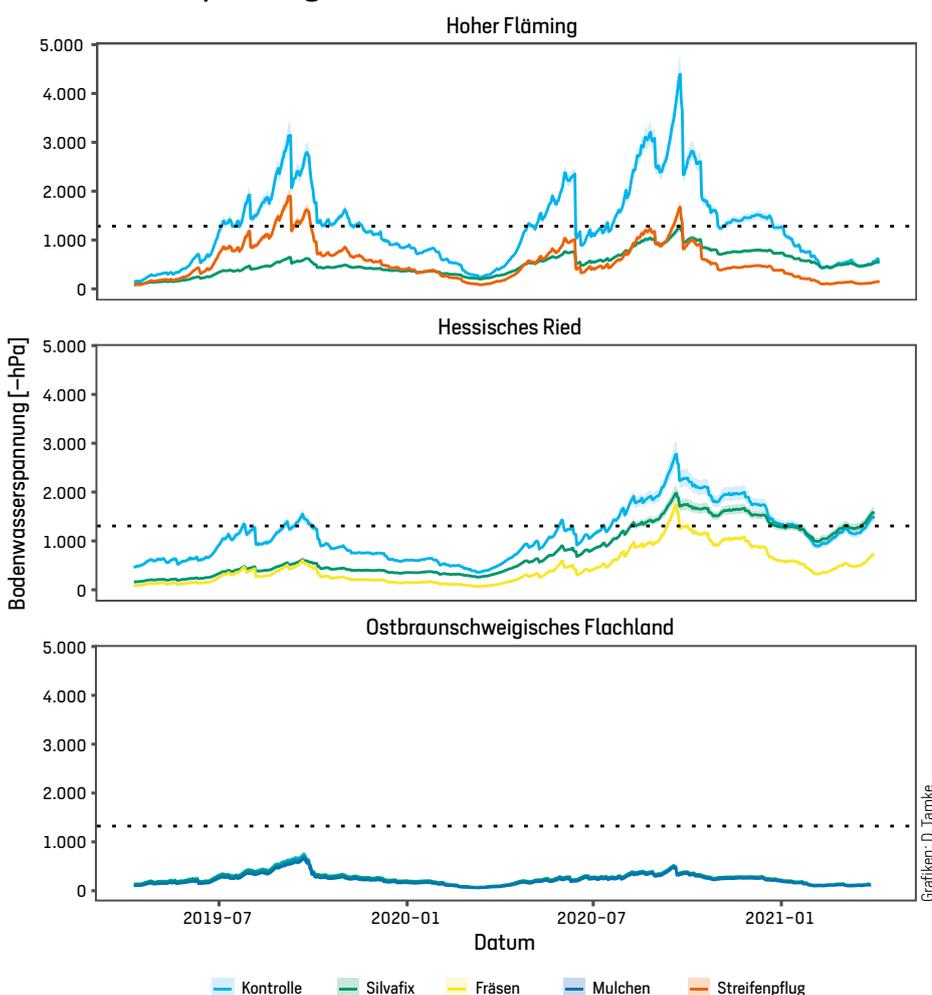


Abb. 4: Erwartungswerte (Linie) und 95%-Kreditabilitätsintervalle der Bodenwasserspannung aus dem Modell. Die gestrichelte Linie entspricht dem Wert von -1.300 hPa, welcher als Grenzwert für Trockenstress gesehen wird.

Auswirkungen auf die Bodenfeuchte

Die Bodenfeuchte zeigte in allen Regionen einen Jahresgang mit feuchten Böden im Winter und trockenen Böden im Sommer (Abb. 4). Die Kontrollen im Hohen Fläming und im Hessischen Ried wiesen für die Forstkulturen im Jahr 2019 über mehrere Wochen und im Jahr 2020 über mehrere Monate hinweg Bodenwasserspannungen von unter -1.300 hPa auf (Abb. 4). Unter einer Bodenwasserspannung von -1.300 hPa gehen Fachleute von Wasserstress für Forstkulturen aus. Die bearbeiteten Varianten zeigten sowohl 2019 als auch 2020 für Pflanzen deutlich günstigere Bodenwasserspannungen als die Kontrollen. Das kann auf eine effektive Begleitwuchsregulierung zurückgeführt werden. Im Hessischen Ried zeigte die gefräste Parzelle in den Herbstmonaten bessere Wiederbefeuchtungseigenschaften als die anderen Varianten. Im Ostbraunschweigischen Flachland waren die Böden während des gesamten Beobachtungszeitraums in einem günstigen Bodenfeuchtezustand. In dieser Region zeigten die Versuchspartellen mit Bodenbearbeitungen sehr ähnliche Bodenwasserspannungen wie die Kontrolle (Abb. 4).

Schneller ÜBERBLICK

- » Ein universell einsetzbares Bodenbearbeitungsverfahren gibt es nicht. Dieses sollte in Abhängigkeit vom Standort ausgewählt werden
- » Bodenbearbeitungen sind bei konkurrenzstarker Begleitvegetation notwendig, um Eichenkulturen erfolgreich zu begründen
- » Die Intensität der Bearbeitung sollte an die Intensität der Begleitvegetation angepasst sein
- » Bei ausbleibendem Begleitwuchs sollte die Fläche mit einer Nutzpflanzendecke zur Minderung von Nährstoffverlusten eingegrünt werden



Überleben von Eichenkulturen

Generell zeigten die Eichenkulturen mit Bodenbearbeitungen vor Begründung bessere Überlebensraten bei konkurrenzstarker Begleitvegetation als eine Kulturbegründung ohne vorhergehende Bodenbearbeitung. Auf der Fläche im Ostbraunschweigischen Flachland mit wenig konkurrenzstarker Begleitvegetation war der Unterschied nicht so deutlich. Da in den Regionen unterschiedliche Eichenherkünfte und Bestandesbegründungsverfahren (Pflanzung, Saat) angewendet wurden, ist eine überregionale Auswertung schwierig. Von daher soll im Folgenden genauer auf die Eichensaat im Hohen Fläming eingegangen werden (Abb. 5).

Im Hohen Fläming wurde eine Eichensaat in einem auf Bestockungsgrad 0,5 aufgelichteten Kiefernbestand durchgeführt. Es wurde eine Saatmenge von 120 kg/ha (Nettosaatfläche) ausgebracht. Die Eicheln stammten aus einem Saatgutbestand der Försterei. Das Saatgut hatte eine Keimfähigkeit von 60,5 % und ein Tausendkorngewicht von 3,65 kg (ISOGEN GmbH & Co. KG, Göttingen). Der natürliche Begleitwuchs bestand aus einer üppigen Vegetationsdecke aus Landreitgras, Heidelbeere und Moosen. Auf den Parzellen mit Bodenbearbeitung wurde der Mineralboden freigelegt, sodass die Eicheln gut gesät werden konnten. Auf der Kontrollparzelle wurde der Begleitwuchs auf einem schmalen Streifen von 10 cm Breite mit einer Hacke freigelegt, in dem die Eicheln gesät wurden, damit die Eicheln Mineralbodenanschluss bekamen.

Die Ergebnisse zeigen für die Parzellen mit Bodenbearbeitung eine Überlebensrate von über 70 % der keimfähigen Eicheln nach drei Vegetationsperioden. Hingegen war auf der Kontrollparzelle ohne eine vorherige Bodenbearbeitung ein Totalausfall der Eichensaat zu verzeichnen.

Folgerungen

Alles in allem sind die Bodenbearbeitungsverfahren Mulchen und Fräsen auf den untersuchten Standorten als nährstoffnachhaltig zu bewerten, da weder die Nährstoffvorräte noch die Nährstofffrachten im Vergleich zur Kontrolle maßgeblich verändert waren. Außerdem eignen sie sich gut für eine Regulierung von konkurrenzstarker Begleitvegetation, wie die Ergebnisse zur Bodenfeuchte zeigten. Unter dem Gesichtspunkt des Bodenschutzes ist ein Einsatz der Verfahren aufgrund der flächigen Befahrung und des intensiven Eingriffs allerdings sorgfältig zu prüfen. Auch der Streifenpflug ist trotz kleinräumiger Nährstoffverlagerung als nährstoffnachhaltig einzustufen, da im Mittel die Nährstoffvorräte und -frachten ähnlich denen der Kontrolle waren. Zudem verspricht das Streifenpflügen eine gute Kulturentwicklung bei einem mäßigen Vorkommen von Begleitvegetation, wie die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Eiche und die Bodenfeuchte zeigen. Durch die teilflächige, oberflächliche Bearbeitung mit leichten Schleppern ist das Verfahren zumindest etwas bodenschonender als die vollflächigen Verfahren Mulchen und Fräsen. Dennoch ist bei ungünstiger Witterung mit Bodenverdichtungen zu rechnen. Das Silvafix-Verfahren reduzierte in allen Regionen die Begleitvegeta-

Überlebenswahrscheinlichkeiten der Eichen

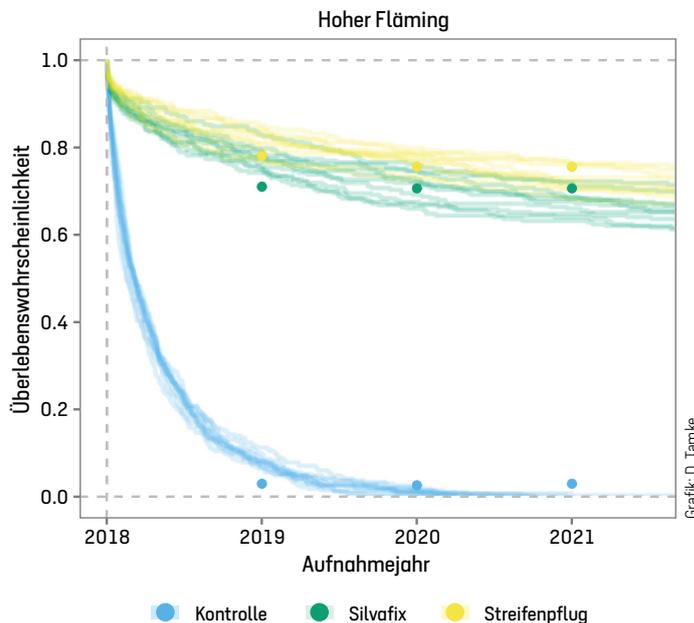


Abb. 5: Beobachtete Überlebensanteile (Punkte) und modellierte Überlebenswahrscheinlichkeiten (monoton abfallende Treppenfunktionen) der Eichenkulturen im Hohen Fläming in den ersten 3 Vegetationsperioden nach Saat

tion effektiv, wie die Messungen der Bodenfeuchte zeigten, und förderte dadurch die Kulturentwicklung. Es ist jedoch das einzige Verfahren, das nicht als nährstoffnachhaltig bewertet werden kann, da es mit erheblichen Nährstoffverlagerungen auf die Rückegasse einhergeht und dadurch die Leistungsfähigkeit des Standortes beeinträchtigt. Darüber hinaus ist in den Ablagerungsbereichen mit einer erhöhten Nährstoffauswaschung zu rechnen. Der vollflächige Einsatz des Silvafix sollte daher auf schwach nährstoffversorgten Standorten vermieden werden. Insbesondere, wenn ein Verbleib der Humusaufgabe auf der Fläche nicht gewährleistet werden kann (z. B. aufgrund eines Graswurzelfilzes). Auf der anderen Seite ist das Silvafix-Verfahren das bodenschonendste der untersuchten Bodenbearbeitungsverfahren, da der Bagger von der Rückegasse aus arbeitet und die Fläche ansonsten nicht befahren wird. Um diesen Konflikt aufzulösen (Nährstoffnachhaltigkeit vs. Bodenschutz), sollte ein neues Aggregat für den Baggeranbau entwickelt werden, das in seiner Arbeitsweise dem Streifenpflug ähnelt. Hierdurch wären die Anforderungen sowohl des Bodenschutzes (keine flächige Befahrung) als auch der Nährstoffnachhaltigkeit (keine nennenswerten Nährstoffverluste) erfüllt.

Um den Anwuchs einer Kultur sicherzustellen, ist eine ausreichende Wasserversorgung Grundvoraussetzung

Literaturhinweise:

Download des Literaturverzeichnisses in der digitalen Ausgabe von AFZ-DerWald (<https://www.digitalmagazin.de/marken/afz-derwald>) sowie unter: www.forstpraxis.de/downloads

[7]. Auf trockenstressgefährdeten Standorten, wie im Hohen Fläming oder im Hessischen Ried, ist eine Bodenbearbeitung vor der Kulturbegründung zur Verbesserung der Wasserversorgung der Kultur durch eine Verminderung der Transpiration der Begleitvegetation zu empfehlen. Auf Standorten mit einer guten Wasserversorgung und wenig Begleitvegetation, wie im Ostbraunschweigischen Flachland, ist dies nicht zwingend erforderlich.

Bodenbearbeitungen sind für Saaten in Beständen mit einer flächigen und konkurrenzstarken Bodenvegetation unumgänglich. Eine ganzflächige Bearbeitung ist jedoch nicht immer erforderlich. In Beständen mit konkurrenzschwacher Begleitvegetation, wie im Ostbraunschweigischen Flachland, ist eine Bodenbearbeitung vor der Kulturbegründung durch Pflanzung nicht zwingend erforderlich, in Beständen mit konkurrenzstarker Begleitvegetation, wie im Hessischen Ried, hingegen schon. Daraus lässt sich ableiten, dass mit zunehmender Konkurrenzkraft der Begleitvegetation zunehmend intensivere Bearbeitungsverfahren zu wählen sind. Die Begleitvegetation stellt jedoch eine Senke für Nährstofffrachten dar [8]. Um die Nährstofffrachten zu mindern, bietet sich bei ausbleibender Begleitvegetation nach der Bodenbearbeitung die Einsaat einer Nutzpflanzendecke an. Diese speichert nicht nur frei werdende Nährstoffe, sondern verbessert auch das Kleinklima durch Beschattung der Kultur und Schutz vor Spätfrösten [9].

So können Bodenbearbeitungen sowohl Fluch als auch Segen sein: Bodenbearbeitungen werden zum Fluch, wenn sie unabhängig von standörtlichen Gegebenheiten angewendet werden. Bei einer standortgerechten Bodenbearbeitung hingegen können Bodenbearbeitungen zum Segen werden, da ihr Nutzen voll zum Tragen kommt.



Dr. Dominik Tamke

Dominik.Tamke@lwk-niedersachsen.de

ist in der forstlichen Standortkartierung bei der LWK Niedersachsen tätig und hat das „ABoNae-Projekt“ als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) betreut.

Dr. Ulrike Talkner ist Leiterin der Abteilung Umweltkontrolle der NW-FVA. **Dr. Holger Sennhenn-Reulen** ist für biometrische Beratungen der NW-FVA zuständig.



Verband Deutscher
Forstbaumschulen e.V.

www.forstbaumschulen.org

Literatur

- [1] Vodka, S., M. Konvicka und L. Cizek (2009): Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. In: *Journal of Insect Conservation* 13 (5): 553–562.
- [2] Albrecht, A., M. Hanewinkel, J. Bauhus und U. Kohnle (2012): How does silviculture affect storm damage in forests of south-western Germany? Results from empirical modeling based on long-term observations. In: *European Journal of Forest Research* 131 (1): 229–247.
- [3] Kunz, J., G. Löffler und J. Bauhus (2018): Minor European broadleaved tree species are more drought-tolerant than *Fagus sylvatica* but not more tolerant than *Quercus petraea*. In: *Forest Ecology and Management* 414: 15–27.
- [4] Arnold, K.-D. (1982): Ein Versuch zur humuspfleghchen Bodenbearbeitung. In: *Der Forst- und Holzwirt* (20): 514–517.
- [5] Gutachterausschuss Forstliche Analytik (2014): *Handbuch Forstliche Analytik. Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich (Fachliche Bearbeitung: N. König). Grundwerk, Juni 2005, mit Ergänzungen 1-5.*
- [6] Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (Hrsg.) (2016): *Forstliche Standortaufnahme: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen.* Eching bei München.
- [7] Grossnickle, S. C. (2005): Importance of root growth in overcoming planting stress. In: *New Forests* 30 (2–3): 273–294.
- [8] Mellert, K.-H., C. Kölling und K. E. Rehfues (1998): Vegetationsentwicklung und Nitrataustrag auf 13 Sturmkahlfächen in Bayern. In: *Forstarchiv (Germany)* 69 (1): 3–11.
- [9] Dassot, M. und C. Collet (2015): Manipulating seed availability, plant competition and litter accumulation by soil preparation and canopy opening to ensure regeneration success in temperate low-mountain forest stands. In: *European Journal of Forest Research* 134 (2): 247–259.