

Auswirkung auf Waldwachstum, Bodenzustand und Ernährung

Der Kieferndüngungsversuch Burglengenfeld 235

Von Hans-Joachim Klemmt, Leonhard Steinacker, Ulrich Stetter, Jörg Prietzel und Hans Pretzsch

Mit dem Kieferndüngungsversuch Burglengenfeld 235 sollte zu Versuchsbeginn die Frage geklärt werden, wie sich unterschiedliche meliorative Maßnahmen auf Waldwachstum, Waldernährung und Bodenzustand auf einen ehemals devastierten Kiefernstandort der Oberpfalz auswirken. Der Versuch besitzt heute aufgrund großräumiger Standortveränderungen, deren Richtung in etwa gleichsinnig mit den meliorativen Maßnahmen des Düngungsversuches erfolgt, eine große Aktualität und stellt einen wertvollen Bestandteil des langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächennetzes in Bayern dar.

Versuchsaufbau und Behandlung

Mit dem Versuch BUL 235 sollte geklärt werden, welche Auswirkungen verschiedene Meliorationsmaßnahmen (Lupineneinbringung, Volldüngung, reine Bodenbearbeitung) auf Waldwachstum, Bodenzustand und Waldernährung eines ehemals devastierten Kiefernstandortes in der Oberpfalz haben.

Ausgehend von dieser Versuchsfrage wurde im Frühjahr 1964 auf einer Fläche von 1,44 ha hinter Zaun ein Blockversuch mit 12 Parzellen von je 1 200 m² Größe in einem damals 81-jährigen Kiefernbestand angelegt.

Die Versuchsfläche BUL 235 liegt im Wuchsbezirk 9.6.5 „Oberpfälzer Jurarand“ 10 km im Nordwesten der Stadt Schwandorf auf einer Höhe von 480 m ü.NN. Die Jahresmitteltemperatur am Standort beträgt 7,2 °C, in der Vegetationsperiode 14,6 °C. Die Vegetationsperiode ist hier 155 Tage lang. Der mittlere Niederschlag im Jahr beträgt 680 mm, in der Vegetationsperiode fallen davon 350 mm/J. Das geologische Ausgangsmaterial ist kreidezeitliche Altüberlagerung (Diluviallehm der Reinhausener Schichten) mit einer 30 bis 40 cm mächtigen, diluvialen Schlufflehmdecke. Beim Bodentyp handelt es sich um einen Podsol-Pseudogley. Der Wasserhaushalt ist ausgeprägt wechsellagernd mit kurzfristig starker, flachsitzender Staunässe. Die Humusform wurde 1964 als geringmächtiger (3 cm), inaktiver Rohhumus mit geringem Feinsubstanzanteil beschrieben.

Die Parzellen von jedem der drei Versuchsblöcke wurden nach den Behandlungsvarianten „Volldüngung“, „Grunddüngung + Fräsen + Lupine“ (in der Ergebnisdarstellung abge-

kürzt mit „Lupine“) sowie „Grunddüngung + Fräsen“ (abgekürzt mit „Fräsen“) behandelt. Als Vergleichsgröße ist in jedem Versuchsblock eine unbehandelte Kontrollfläche (abgekürzt mit „Null“) angeordnet. Abb. 1 bis 3 zeigen jeweils ein Bild der Parzelle 8 („Null“), Parzelle 5 („Lupine“) sowie Parzelle 3 („Volldüngung“) aus 2007. Tab. 1 zeigt die meliorativen Behandlungen sowie die applizierten Düngergaben der Jahre 1964, 1966 und 1972.

Bis ins Frühjahr 1974 wurden alle Parzellen nur schwach niederdurchforstungsartig behandelt. 1979 erfolgte eine starke Durchforstung, die eine Stammzahlgleichstellung von 600 St./ha zum Ziel hatte. Diese musste wegen starker Schneebruchschäden 1984 auf 525 St./ha korrigiert werden. Im Jahr 1993 erfolgte eine weitere Stammzahlgleichstellung auf 375 St./ha. Ab 1998 wurde die Behandlung auf eine grundflächengestaffelte Durchforstung mit den Varianten 100 % = 28 m², 85 % = 23,8 m² und 70 % = 19,6 m² umgestellt, die auch beim Eingriff im Herbst 2003 beibehalten wurde. Seit Versuchsbeginn erfolgten neun ertragskundliche Aufnahmen. Aufgrund der langen Beobachtung konnte 1998 zudem erstmals der Einwuchs (Bhd \geq 6,5 cm), der sich aufgrund der unterschiedlichen Verjüngungsentwicklung der vorhergehenden Jahre entwickelt hat, bei Auswertungen berücksichtigt werden. Bodenkundliche Aufnahmen und Auswertungen erfolgten im 10-jährigen Turnus seit 1974, bisher liegen 4 Aufnahmen vor. Die waldernährungskundliche Situation wird seit Versuchsbeginn alle 2 bis 5 Jahre untersucht, bisher liegen für 17 Aufnahmezeitpunkte Daten vor.

Im Jahr 1964 wurden in der Oberpfalz zur wissenschaftlichen Untersuchung der Entwicklung des Waldbodens sowie der aufstockenden Waldbestände mehrere Meliorationsversuche zur Steigerung der Ertragskraft weitverbreiteter, mattwüchsiger Kiefernbestände begründet. Diese werden seither in regelmäßigen Abständen in enger Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde und dem Lehrstuhl für Bodenkunde der Technischen Universität München sowie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft beobachtet und untersucht (siehe Kasten).

Nachfolgende Ausführungen beziehen sich auf den Kiefern-Meliorationsversuch 235, der 1964 in der Abteilung „Pustert“ des ehemaligen Bayerischen Forstamtes Pfreimd (aktuell: Forstbetrieb Burglengenfeld [BaySF]) angelegt wurde. Bei diesem Versuch, der im Weiteren abkürzend mit „BUL 235“ bezeichnet wird, handelt es sich um einen der am intensivsten beobachteten Versuche, über den aus unterschiedlichen Blickrichtungen in der Fachliteratur bereits mehrfach berichtet wurde [1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Hier fassen wir die neuesten Resultate waldwachstumskundlicher Analysen zusammen und bringen sie in Verbindung mit den Ergebnissen bodenkundlicher und waldernährungskundlicher Untersuchungen.

Ergebnisse

Zur Erleichterung der Vergleichbarkeit mit früheren Arbeiten (vgl. [1]) werden nachfolgend die Mittelwerte für die vier Behandlungsvarianten der drei Versuchs-

OFZ Dr. H.-J. Klemmt und FA L. Steinacker sind an den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München zur Betreuung des langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächennetzes in Bayern abgeordnete Beamte der Bayerischen Forstverwaltung, FR U. Stetter ist Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Prof. Dr. J. Prietzel ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Bodenkunde der TU München. Prof. Dr. H. Pretzsch leitet den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde.

Die Forschungsarbeiten an den Dauerprojekten W07 und D23 sowie das Projekt ST 154 wurden und werden gefördert von der Bayerischen Forstverwaltung sowie den Bayerischen Staatsforsten (A.ö.R.).

Die Kiefer in der Oberpfalz

Die Entwicklung der Kiefer in der Oberpfalz im Nordosten Bayerns steht in engem Zusammenhang mit der wirtschaftlichen Entwicklung dieser Region seit dem späten Mittelalter. Die wirtschaftlich bedeutsame Eisenindustrie des Hochmittelalters veränderte die ursprünglich vorherrschenden Mischwälder entscheidend. Eine intensive Kohleholznutzung hinterließ devastierte Kiefernwälder, die nach dem Dreißigjährigen Krieg aufgrund landwirtschaftlicher Nutzung (Schafweide, Streunutzung) auch noch an Bodenqualität verloren [13]. Mit Beginn der geregelten Forstwirtschaft vor 200 Jahren begann die Sanierung von Waldböden und Beständen. Diese Bemühungen wurden allerdings durch auftretende Kalamitäten sowie durch die verstärkte Nutzung der Wälder, bedingt durch die beiden Weltkriege, immer wieder gestört. Erst nach 1960 setzte eine tiefgreifende Verbesserung der Ausgangssituation für das Wachstum der Baumart Kiefer in dieser Region ein.

blöcke dargestellt (ertragskundliche Ergebnisse siehe Tab. 2).

- Im Jahr 1964 fanden sich **mittlere Stammzahlen/ha** (nur Oberschicht) von 941 Bäumen auf der „Volldüngungs“-Variante, 858 Bäumen auf der „Null“-Variante, 841 Bäumen auf der „Fräsen“-Variante sowie 827 Bäume auf der „Lupine“-Variante. Die Bestandesoberschicht der Versuchspartellen wurde zu 100 % aus Kiefern gebildet. Die Stammzahlen wurden im Verlaufsverlauf v.a. durch die stammzahlre-

Tab. 1: Behandlungsplan für die Meliorationsmaßnahmen auf der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 (BUL 235) in kg/ha

Behandlungsvariante	kohlen-saurer Kalk	Thomas-mehl	Patent-kali	Fräsen	Lupine	KAS	KAS	KAS
	April, Mai 1964						Mai 1966	Mai 1972
Volldüngung	2 000	150	100	-	-	110	110	150
Grunddüngung + Fräsen + Lupine	2 000	150	100	ja	20	-	-	-
Grunddüngung + Fräsen	2 000	150	100	ja	-	-	-	-
Null	-	-	-	-	-	-	-	-

KAS = Kalkammonsalpeter, 74 % NH₄NO₃, Ammoniumnitrat und 26 % CaCO₃, Calciumcarbonat

Tab. 2: Waldwachstumskundliche Kennwerte der unterschiedlichen Behandlungsvarianten der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 zu Versuchsbeginn bzw. zum letzten Aufnahmezeitpunkt

Kenngroße	Teilkollektiv	Jahr	Null-Variante	Lupine-Variante	Fräsen-Variante	Volldüngungs-Variante
Stammzahl/ ha (N)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964	858	827	841	941
	(nur Kiefer, Oberschicht)	2003	290	283	278	270
Durchmesser Grundflächen-mittelstamm (cm)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964	17,4	18	18	17,6
	(nur Kiefer, Oberschicht)	2003	31,9	33	33,1	33,6
Mittelhöhe (m)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964	15,3	15,5	15,3	15,4
	(nur Kiefer, Oberschicht)	2003	23,9	24,5	24,1	25,1
Oberhöhe (m)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964	16,8	16,7	17	17,1
	(nur Kiefer, Oberschicht)	2003	24,9	25,4	25,2	25,8
h/d-Wert der Oberhöhen-stämme (gerundet)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964	71	69	70	72
	(nur Kiefer, Oberschicht)	2003	67	67	66	68
Mittlerer jährlicher Volumenzuwachs iV (VfmD/ ha * a)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964-1968	5,3	5,5	4,7	9,1
	(nur Kiefer, Oberschicht)	1998-2003	6,4	6,2	7,9	6,9
	(Einwuchs)	1998-2003	1,7	3,7	1,5	4,7
	(alle Bestandesschichten)	1998-2003	8,1	9,9	9,4	11,6
Gesamtwuchsleistung GWL (VfmD/ ha)	(nur Kiefer, Oberschicht)	1964	287	301	293	292
	(nur Kiefer, Oberschicht)	2003	574	627	613	666
	(Einwuchs)	2003	12	33	14	47
	(alle Bestandesschichten)	2003	586	660	627	713



Abb. 1: Unbehandelte Kontrollparzelle 8 der Versuchsfläche Burglengenfeld 235



Abb. 2: Mittels Bodenfräsung und Grunddüngung vorbereitete und durch Lupineneinbringung meliorativ behandelte Parzelle 5 der Versuchsfläche Burglengenfeld 235

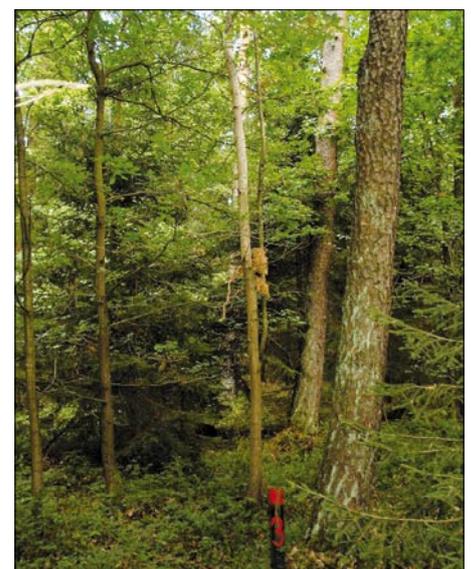


Abb. 3: Mit einer Startdüngung vorbereitete und mittels Kalkammonsalpetergaben in 1964, 1966 und 1972 gedüngte Parzelle 3 („Volldüngung“) der Versuchsfläche Burglengenfeld 235

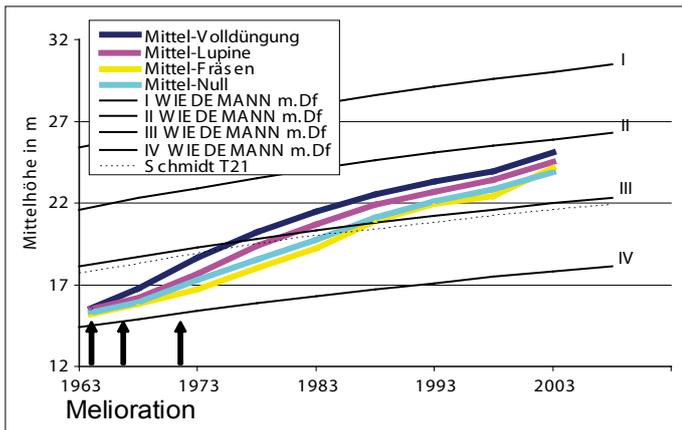


Abb. 4: Entwicklung der Mittelhöhen auf den verschiedenen Behandlungsblöcken der Versuchsfläche Burglengelfeld 235

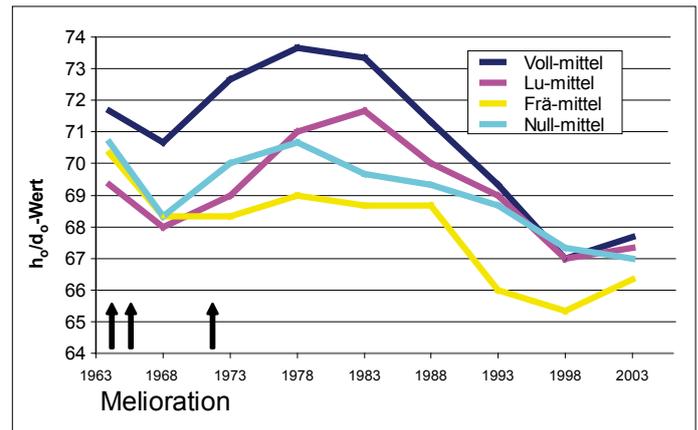


Abb. 5: Entwicklung des Verhältnisses von h_0 zu d_0 auf den verschiedenen Behandlungsblöcken der Versuchsfläche Burglengelfeld 235

gulierenden Eingriffe der Jahre 1979 und 1985 abgesenkt. Im Jahr 2003 fanden sich mittlere Stammzahlen/ha zwischen 290 Bäumen („Null“-Variante) und 270 Bäumen („Volldüngung“).

- Die **Durchmesser der Grundflächenmittelstämme** (nur Oberschicht) lagen 1964 bei Werten von 17,4 cm („Null“), 17,6 cm („Volldüngung“) sowie jeweils 18,0 cm bei der „Lupine“- und „Fräsen“-Variante. Damit lagen die Werte in etwa im Bereich der Vergleichswerte der Kiefern-Ertragstafel WIEDEMANN IV.0 Bonität (mäßige Durchforstung). Im Lauf der Versuchsbeobachtung zeigte sich auch hier der z.B. von SCHMIDT [12], PRETZSCH [5] oder KÜSTERS [4] für das Kiefernwachstum in Bayern festgestellte Trend, dass sich diese Werte nicht analog zu den Werten der Ertragstafeln entwickeln, sondern stärkere Anstiege verzeichnen. 1988 erreichten die Durchmesser der Grundflächenmittelstämme auf der „Volldüngungs“-Variante die entsprechenden Werte nach der III.0 Bonität nach WIEDEMANN, die Nullvariante erreichte die Werte nach WIEDEMANN (m. Df, III.0) im Jahr 1995. Im Jahr 2003 erreichten die Durchmesser der Grundflächenmittelstämme (nur Oberschicht) nach Varianten folgende Werte: „Null“-Variante: 31,9 cm, „Lupine“-Variante 33,0 cm, „Fräsen“-Variante 33,1 cm und „Volldüngungs“-Variante 33,6 cm. Die Werte lagen damit im Bereich zwischen der II.3 und II.7 Bonität nach WIEDEMANN (m. Df) für die Baumart Kiefer.

- Ähnlich gestaltete sich die Entwicklung der **Mittelhöhen** auf den Versuchspartellen (Abb. 4). Bei Versuchsanlage im Jahr 1964 lagen die Mittelhöhen bei Werten zwischen 15,3 m („Null“-Variante) und 15,5 m („Lupine“-Variante). Nach den meliorativen Maßnahmen ist bei den behandelten Varianten ein stärkerer Anstieg zu verzeichnen, der sich in Mittelhöhenwerten zwischen 25,1 m („Voll-Düngung“),

24,5 m („Lupine“) und 24,1 m („Fräsen“) widerspiegelt. Mit einem Wert von 23,9 m liegt die Mittelhöhe auf der „Null“-Variante dagegen hinter den behandelten Varianten. Analog hierzu haben sich die Oberhöhen der Bäume der Versuchspartellen entwickelt. 1964 lagen die Oberhöhen zwischen 16,7 m („Lupine“-Variante) und 17,1 m („Volldüngung“), im Jahr 2003 lagen die Oberhöhen (nur Oberschicht) zwischen 25,8 m („Volldüngung“) und 24,9 m („Null“-Variante).

- Die Entwicklung der **h/d -Werte der Oberhöhenstämme** (Abb. 5) zeigt die Tendenz, dass die h_0/d_0 -Werte bis 1968 abnehmen, während sie dann bis 1978 („Lupine“ bis 1983) ansteigen und danach wieder abfallen. Der Anstieg ist dahingehend zu interpretieren, dass der Höhenzuwachs der Oberhöhenbäume in den entsprechenden Zeitperioden stärker ausgeprägt war als der Durchmesserzuwachs. Dieser Anstieg erfolgt dabei bei der „Volldüngungs“-Variante unmittelbar nach den meliorativen Maßnahmen und ist hier sehr stark ausgeprägt, bei der „Lupine“-Variante erfolgt der Anstieg dagegen etwas zeitverzögert im Vergleich zur „Volldüngungs“-Variante. Auch die „Null“-Variante weist in den ersten Jahren der Versuchsbeobachtung einen leichten Anstieg der h_0/d_0 -Verhältnisse

auf, während sich die „Fräsen“-Variante bis 1988 in etwa mit der gleichen Größenordnung entwickelt. Zwischen 1988 und 1998 weisen alle Behandlungsvarianten einen rückläufigen Trend in der h_0/d_0 -Entwicklung auf, der sich allerdings 1998 infolge der Behandlungen wieder leicht umkehrt.

- Die Entwicklung des **mittleren jährlichen Volumenzuwachses** (Abb. 6) zeigt, dass im Jahr 1964 die Werte auf den vollgedüngten Parzellen mit 9,1 $Vfm_0/ha \cdot a$ deutlich über denen der „Lupine“-Variante (5,4 $Vfm_0/ha \cdot a$), der „Null“-Variante (5,2 $Vfm_0/ha \cdot a$) und der „Fräsen“-Variante (4,7 $Vfm_0/ha \cdot a$) liegt. Der mittlere laufende jährliche Volumenzuwachs kulminiert bei der „Volldüngungs“-Variante in der Beobachtungsperiode zwischen 1968 und 1972 mit einem Wert von 10,2 $Vfm_0/ha \cdot a$. Die Werte der „Lupine“--, der „Null“- und der „Fräsen“-Variante kulminieren dagegen später in der Beobachtungsperiode zwischen 1983 und 1988. Für die Lupine- und die „Volldüngungs“-Variante ist ein leichter Rückgang des mittleren jährlichen Volumenzuwachses in der Beobachtungsperiode zwischen 1975 und 1982 zu verzeichnen. Eventuell ist dies auf die Folgen des Trockenjahres 1976 zurückzuführen. In Abb. 6 ebenfalls dargestellt sind die mittleren jährlichen Volumenzuwächse im Be-

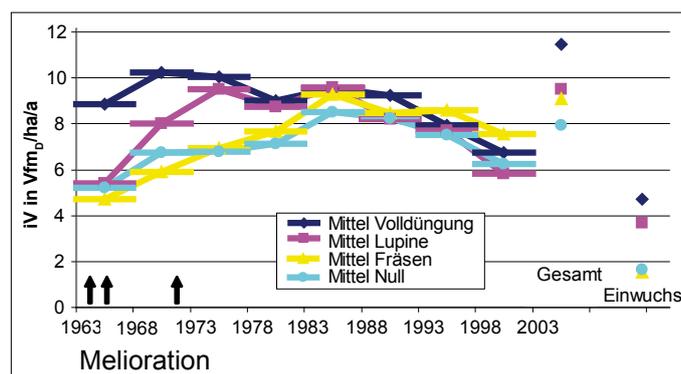


Abb. 6: Mittlerer jährlicher Volumenzuwachs der unterschiedlichen Behandlungsvarianten der Versuchsfläche Burglengelfeld 235

obachtungszeitraum zwischen 1998 und 2003, wobei die Darstellung getrennt nach Gesamtbestand und laufendem jährlichem Zuwachs des Einwuchses erfolgt. Für die Beobachtungsperiode zwischen 1998 und 2003 wurde erstmals der Einwuchs, der sich in den vorhergehenden Jahren aus der Verjüngungsschicht entwickelt hat, waldwachstumskundlich aufgenommen und ausgewertet. Für diesen Zeitraum konnte für die „Null“-Variante ein mittlerer jährlicher Volumenzuwachs von $7,9 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$, für die „Fräsen“-Variante von $9,1 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$, für die „Lupine“-Variante von $9,5 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$ sowie von $11,5 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$ für die „Volldüngungs“-Variante ermittelt werden. Hiervon erbringt der Einwuchs auf der „Volldüngungs“-Variante einen mittleren jährlichen Volumenzuwachs von $4,73 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$, auf der „Lupine“-Variante von $3,67 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$, auf der „Null“-Variante von $1,67 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$ sowie von $1,53 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$ auf der „Fräsen“-Variante.

• Dies spiegelt sich auch in der Entwicklung der **Gesamtwuchsleistung** (GWL) wider. 1964 lagen die einzelnen Behandlungsvarianten mit Gesamtwuchsleistungen zwischen 287 Vfm_D („Null“-Variante) und 301 Vfm_D („Lupine“-Variante) relativ eng zusammen. Im Jahr 2003 wurde dagegen für die „Volldüngungs“-Variante eine GWL von 713 Vfm_D , für die „Lupine“-Variante von 660 Vfm_D , für die „Fräsen“-Variante von 627 Vfm_D und von 586 Vfm_D für die „Null“-Variante ermittelt. Von diesen Werten werden bei der „Volldüngungs“-Variante 2003 47 Vfm_D , bei der „Lupine“-Variante 33 Vfm_D , bei der „Fräsen“-Variante 14 Vfm_D und bei der „Null“-Variante 12 Vfm_D durch den Einwuchs erbracht.

In Abb. 1 bis 3 ist die unterschiedliche Entwicklung der Verjüngung bzw. des Einwuchses auf den unterschiedlichen Behandlungsvarianten zu erkennen. Abb. 7 zeigt die unterschiedliche Situation der Verjüngung im Jahr 1998 auf den Parzellen der „Volldüngungs“-Variante im Vergleich zu den Parzellen der „Null“-Variante in einer schematisierten Darstellungsform. Deutlich

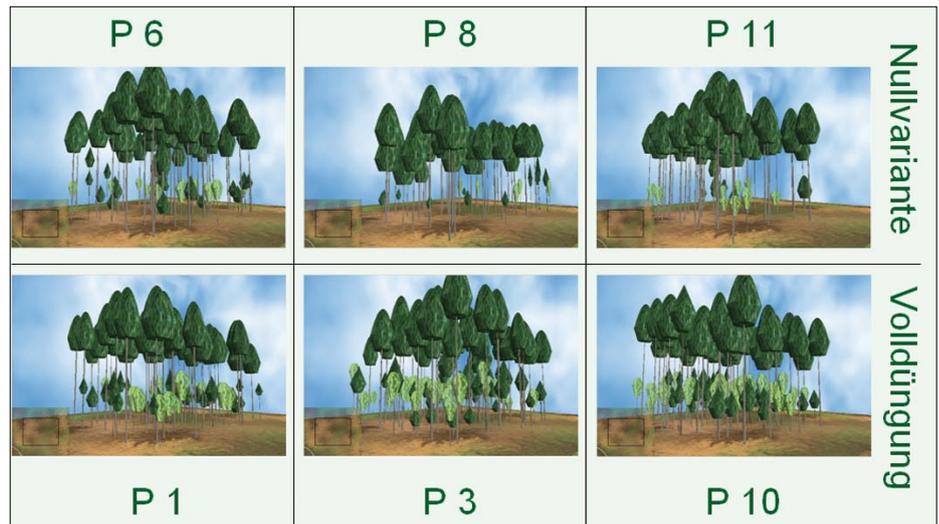


Abb. 7: Darstellung der Bestandessituation im Jahr 1998 auf den Parzellen der Volldüngungsvariante und den Parzellen der unbehandelten Kontrollflächen („Null“-Variante) der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 mithilfe der Visualisierungssoftware TreeView [14].

zu erkennen ist das Vorhandensein einer dichteren Vorausverjüngung, die sich auf den Parzellen der „Volldüngungs“-Variante aus acht verschiedenen Baumarten (Eiche, Birke, Kirsche, Spitz-Ahorn, Aspe, Fichte und Kiefer und Lärche) zusammensetzt, wobei 83 % der Grundfläche des Einwuchses auf diesen Parzellen von Fichte und Eiche gebildet werden. Der Einwuchs der ungedüngten Parzellen der „Null“-Variante setzt sich dagegen im Wesentlichen aus Eichen und Fichten zusammen.

Zusammenfassend lässt sich aufgrund der waldwachstumskundlichen Befunde festhalten, dass die meliorativen Maßnahmen zu einem verbesserten Wachstumsverhalten des aufstockenden Kiefernaltbestandes geführt haben. In den ersten 20 Beobachtungsjahren erbrachte die „Volldüngungs“-Variante im Vergleich zur „Null“-Variante mittlere jährliche Mehrzuwächse an Volumen von $3,3 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$, in den letzten 20 Beobachtungsjahren schrumpfte der Mehrzuwachs der Volldüngungsvariante gegenüber der „Null“-Variante allerdings auf $0,7 \text{ Vfm}_D/\text{ha} \cdot \text{a}$ ab. Die Kiefern des Altbestandes haben diesen

Mehrzuwachs vornehmlich über einen erhöhten Höhenzuwachs erbracht, was sich mit den Ergebnissen von KÜSTERS [4] für alle Kiefernreinbestandsversuchsflächen in Bayern deckt. Insgesamt haben die meliorativen Maßnahmen zu einer erhöhten Gesamtwuchsleistung der behandelten Bestandesvarianten im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollflächen geführt. Dieser Gewinn wird v.a. durch eine artenreiche, natürliche Verjüngung erbracht, die aufgrund der erreichten Dimensionen seit 1998 erstmals bei ertragskundlichen Auswertungen berücksichtigt werden kann.

Auf den Parzellen der „Volldüngungs“-Variante sowie auf den Parzellen der „Lupine“- und der „Fräsen“-Variante hat sich hinter Zaun natürlich eine artenreiche Verjüngung entwickelt. In der Verjüngung bzw. im Einwuchs dominieren die Baumarten Eiche, Fichte und Kiefer. Gerade mit dem Einwuchs der Fichte in Kiefernaltbestände stellt sich auf der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 eine waldbauliche Situation ein, wie sie heute in vielen Gegenden Bayerns zu verzeichnen ist. Aufgrund der standörtlichen Ausgangssituation sowie

AFZ -Rubrikanzeigen DerWald

Suche Jagdrevier

Erfahrener seriöser Jäger sucht ruhige Hochwildjagd zu vernünftigen Konditionen. Gern ab sofort oder auch zu einem späteren Einstieg. Bei Mitpachtangebot auch zuerst ein Jagderlaubnisschein akzeptabel. Örtliche Jagdaufsicht und Wohnmöglichkeit im Revier Bedingung. Gern im Raum Niedersachsen, Nordhessen oder neue Bundesländer.

Vertrauliche Zuschriften unter Chiffre-Nr. 12.000.227 an den dlw Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Lothstr. 29, 80979 München

www.holdi.de

Preiswerte Software für Land- und Forstwirte, Schlagkartei, Kuhplaner, Sauenplaner, Forst. Software Rißler, Tel. 07682-6291



Anzeigen helfen verkaufen

?, !, boscor.de



Suche Jagdpacht oder Mitpacht
Alleinjäger (30 JJ) sucht Hochwildjagd.
Biete bis 25 €/ha. Möglichst ab 2008.
Chiffre 12 000 227

aufgrund von Zukunftsprognosen für die Baumart Fichte in Bayern [2] ist insbesondere der Einwuchs der Baumart Fichte kritisch zu hinterfragen.

Einordnung der Ergebnisse

Die waldwachstumskundlichen Ergebnisse sind in unmittelbarem Zusammenhang mit den Ergebnissen der Bodenuntersuchung und der waldernährungskundlichen Beobachtung zu sehen. Die bodenkundlichen Analysen der letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass die Böden der Versuchsfläche zwischen 1974 und 2004 signifikant versauerten. Die Basensättigung des mineralischen Oberbodens lag 1974 zwischen 11 bis 12 % und 2004 bei 5 bis 8 %. Mit einem C/N-Verhältnis der Humusaufgabe von 23 auf den Flächen der „Null“-Variante bewegt sich der zu Versuchsbeginn durch starke Stickstofflimitierung gekennzeichnete Standort der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 mittlerweile in Richtung Stickstoffsättigung.

Auch die Nadeln der Kiefern am Standort der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 zeigen analog zur beobachteten N-Eutrophierung der Böden seit 1974 steigende N-Spiegelwerte. Dagegen setzte sich der bereits in früheren Untersuchungen [8, 9] nachgewiesene Trend einer Verschlechterung des Ca-, K- und Mg-Ernährungszustandes der Bestände auch 2004 fort.

Für die Böden der Versuchsfläche konnte zwischen 1974 und 2004 eine Akkumulation von organischem Kohlenstoff in der Größenordnung von 400 kg C/ha*a sowie von 18 kg N/ha*a nachgewiesen werden, wobei diese Werte vor dem Hintergrund der vorausgegangenen langjährigen Phase intensiver Bodendegradation und Humusverluste durch Streunutzung, Waldweide u.Ä. zu sehen sind.

Die vor 40 Jahren meliorativ behandelten Böden weisen gegenüber den unbehandelten Referenzböden immer noch signifikant „bessere“ bodenchemische Eigenschaften (höhere pH-Werte, höhere Gehalte und Vorräte an austauschbarem Ca, Mg und K) auf. Auf der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 initiierten die Meliorationen eine sich selbst verstärkende Wiederaufbasung des historisch stark degradierten und versauerten Oberbodens durch biologische Automationsprozesse (spontane Etablierung und üppiges Wachstum von Laubholznaturverjüngung). Dies spiegelt sich auch in einer verbesserten Ca-, Mg- und K-Ernährung der aufstockenden Kiefernbestände wider; i.d.R. weist die „Volldüngungs“-Variante einen besseren Versorgungszustand als die „Lupinen“-Va-

riante auf. Die K-Ernährung ist hingegen bei durchweg ausreichender Versorgung (möglicherweise infolge geringerem Ca- und Mg-Antagonismus) auf den Kontrollflächen am besten. Am Standort der Versuchsfläche, wo auch die Kontrollflächen in den letzten Jahrzehnten eine starke N-Eutrophierung durch hohe atmogene N-Einträge erfuhren, weisen hingegen bei hohem N-Versorgungsniveau aller Varianten die Kiefern auf den Kontrollflächen die höchsten N-Nadelspiegelwerte auf.

Die Meliorationen hatten innerhalb von 40 Jahren einen deutlichen, durch verstärkte Mineralisation bedingten Humusverlust (200 bis 250 kg C/ha*a) der Böden zur Folge. Letztere waren somit Quellen für atmosphärisches CO₂. Allerdings führten die Meliorationsmaßnahmen zu einem beschleunigten Wachstum der aufstockenden Bestände und damit zu einer vermehrten Festlegung von atmosphärischem CO₂ in Holzbiomasse, was sich letztendlich an den dargestellten waldwachstumskundlichen Ergebnissen widerspiegelt.

Folgerungen

Zur Versuchsanlage waren die untersuchten Kiefernbestände der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 offensichtlich primär durch Nährstoffmangel im Wachstum limitiert. Sie hatten geringe Bestandesdichten und ein geringes Reaktionsvermögen auf Durchforstungsmaßnahmen weil eben Stickstoff den limitierenden Faktor ausmachte. Durch Anhebung der Stickstoffversorgung verschob sich dann die Biomassenallokation von der Wurzel (N-Wasser-Aufnahme) zugunsten des Sprosses (C-Strahlung) [6]. Neben der absoluten Höhe der Biomassenproduktion hat sich demnach auch deren Allokation zugunsten der oberirdischen Baumteile verschoben, weil relativ weniger Wurzelmasse zur Erschließung der zuvor knappen Ressource Stickstoff eingesetzt werden muss.

Die für den Standort der Versuchsfläche Burglengenfeld nachgewiesene Versauerung, Humusakkumulation und Stickstoffeutrophierung des Oberbodens weist auf eine gerichtete Ökosystemveränderung hin. Dieser Prozess macht zum Teil frühere, durch Übernutzung erzeugte Degradationen (z.B. Humusschwund, N-Verarmung) wieder rückgängig; dabei stellt sich ein neuartiger, durch sehr gute N-Versorgung und gleichzeitig geringe Basen- (und P-) Versorgung charakterisierter Zustand ein.

Aus heutiger Sicht wäre eine Düngung bzw. wären meliorative Maßnahmen zur Steigerung der Ertragskraft der Standorte daher nicht notwendig gewesen. Die öko-

systemare Veränderung zeigt sich u.a. in einer Veränderung der Bodenvegetation und einer ausgeprägten Einwanderung von Naturverjüngung in die bestehenden Kiefernwälder. Durch die Veränderungen des Oberbodens konnte sich auf den Versuchspartellen eine üppige Verjüngung etablieren und entwickeln. Dies muss allerdings unter dem Hintergrund gesehen werden, dass auf der Versuchsfläche Burglengenfeld 235 der Faktor Wildverbiss seit Versuchsbeginn ausgeschaltet werden konnte.

Der Düngungsversuch Burglengenfeld 235 kann damit eine Entwicklung aufzeigen, die der aktuell beobachteten, natürlichen Entwicklung der Standortsveränderung durch atmosphärische Einträge um vier Jahrzehnte vorausgeht. Er zeigt einerseits eine mögliche natürliche Waldentwicklung auf, die sich heute aufgrund großflächig verändernder standörtlicher Bedingungen („Stickstoffeutrophierung“) ergibt. Andererseits bestätigt er zahlreiche Ergebnisse anderer Forschungsarbeiten zum ansteigenden Wachstumstrend der Kiefer.

Der Kiefern-Düngungsversuch Burglengenfeld 235 stellt somit eine wertvolle Fläche im langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächennetz in Bayern dar, der durch die Synthese der Ergebnisse von Bodenkunde, Waldernährungskunde und Waldwachstumskunde wichtige Ergebnisse für die forstliche Praxis liefert.

Literaturhinweise:

- [1] FOERSTER, W., 1990: Zusammenfassende ertragskundliche Auswertung der Kiefern-Düngungsversuchsflächen in Bayern – ein Beitrag zur Beschreibung des Kiefernwachstums in Süddeutschland. Forstl. Forber. München, Nr. 195, 328 S. [2] KÖLLING, C.; ZIMMERMANN, L.; WALENTOWSKI, H., 2007: Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? Entscheidungshilfen für einen klimagerechten Waldbau in Bayern, AFZ-DerWald, 11/2007, 584-588. [3] KREUTZER, K., 1972: Über den Einfluss der Streunutzung auf den Stickstoffhaushalt von Kiefernbeständen (Pinus sylvestris). Forstwiss. Centralblatt 91, S. 263-270. [4] KÜSTERS, E., 2004: Die Kiefer im Reinbestand – Produktivität und Wachstumstrend. In: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (2004): Die Kiefer im Rein- und Mischbestand – Produktivität, Variabilität und Wachstumstrend. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, Nr. 53, S. 1-204. [5] PRETZSCH, H., 1985: Wachstumsmerkmale süddeutscher Kiefernbestände in den letzten 25 Jahren. Forstl. Forschungsber. München, Nr. 65, 173 S. [6] PRETZSCH, H., 1999: Waldwachstum im Wandel. Forstwiss. Centralblatt. 118, S. 228-250. [7] PREUHSLER, T.; REHFUESS, K. E., 1982: Über die Melioration degradierter Kiefernstandorte (Pinus sylvestris) in der Oberpfalz. Forstwiss. Centralblatt 101, S. 388-407. [8] PRIETZEL, J.; KOLB, E.; REHFUESS, K. E., 1997: Langzeituntersuchungen ehemals streugennutzter Kiefernökosysteme in der Oberpfalz: Veränderungen von bodenchemischen Eigenschaften und der Nährelementversorgung der Bestände. Forstwiss. Centralblatt. 116 (1997), S. 269-290. [9] PRIETZEL, J.; STETTER, U.; KLEMMT, H.-J.; REHFUESS, K. E. (2006): Recent carbon and nitrogen accumulation and acidification in soils of two Scots pine ecosystems in Southern Germany. Plant and Soil. 289, 153-170. [10] RODENKIRCHEN, H., 1982: Wirkungen von Meliorationsmaßnahmen auf die Bodenvegetation eines ehemals streugennutzten Kiefernbestandes in der Oberpfalz. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 53, 215 S. [11] SCHMIDT, A., 1969: Der Verlauf des Höhenwachstums von Kiefern auf einigen Standorten der Oberpfalz. Forstwiss. Centralblatt. 88, S. 33-40. [12] SCHMIDT, A.; REHFUESS, K. E., 1971: Die Wirkung von Lupinenunterbau und Kalkammonsalpeterdüngung auf den Ernährungszustand und den Zuwachs älterer Kiefernbestände in der Oberpfalz. Forstwiss. Centralblatt. (4) 1971, S. 237-259. [13] SCHMIDT, A., 2007: Die Rolle der Kiefer in der Forstgeschichte. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 57, S. 12-17. [14] SEIFERT, S., 1998: Dreidimensionale Visualisierung des Waldwachstums. Diplomarbeit im Fachbereich Informatik der Fachhochschule München. 111 S.