

# Lückendynamik in Buchen-Naturwäldern Nordwestdeutschlands

PETER MEYER UND JÖRG ACKERMANN

Buchenwälder bestimmen auf großer Fläche das Bild der potenziell natürlichen Vegetation Mitteleuropas. Ihre forstwirtschaftliche Bedeutung ist bereits heute hoch und dürfte auf Grund der überwiegend naturnahen Ausrichtung der deutschen Waldwirtschaft weiter steigen.

Obwohl in den letzten Jahren das Wissen über die Ökologie von Buchenwäldern deutlich zugenommen hat, sind insbesondere im Hinblick auf ihre natürliche Entwicklung einige wichtige Fragen offen. Hierzu zählt u. a. die Kronenraumdynamik, speziell die Entwicklung von Lücken im Kronendach, ein Forschungsfeld von hoher waldbaulicher und ökologischer Relevanz. So sind Lückenverteilung, -größe und -dynamik Schlüsselfaktoren für die Verjüngung, die Strukturentwicklung, die Totholzmenge und -verteilung sowie für den Stoffhaushalt von Buchenwäldern.

Um Fragen der Lückendynamik zu beantworten, bieten sich unbewirtschaftete Naturwälder (Naturwaldreservate) als Forschungsflächen an. Sie können einen Einblicke in die durch waldbauliche Eingriffe unbeeinflusste Dynamik des Kronendaches bieten und daher als Referenz für bewirtschaftete Wälder dienen.

Ausgehend von diesem Grundgedanken wurde die Kronenraumdynamik in niedersächsischen Buchen-Naturwäldern auf der Grundlage von Luftbildzeitreihen analysiert. Zwei Fragen stehen im Vordergrund: Wie hat sich die Lückenfläche

und -größe entwickelt? Mit welcher Häufigkeit werden Lücken gebildet und wie schnell wieder geschlossen?

## Auswahl der Naturwaldbestände

Um eine möglichst lange Zeitspanne eigendynamischer Entwicklung beobachten zu können, kamen für die Studie ausschließlich Naturwälder der ersten Ausweisungsphase zu Beginn der 1970er Jahre in Frage. Geeignete Buchenwälder sollten zudem hinsichtlich Alter, Standort und Waldgesellschaft vergleichbar sowie weitgehend rein sein. Bestände an Steilhängen wurden ausgeschlossen. Weitere Einschränkungen ergaben sich aus den Anforderungen an das Luftbildmaterial. Kriterien waren eine möglichst zentrale Bildlage, ein größerer Maßstab von mindestens 1:12.500 und eine Befliegung in der Vegetationszeit. Nach Sichtung des vorliegenden Materials erwiesen sich drei bodensaure Buchen-Naturwälder als geeignet (Tabelle 1).

Alle drei ausgewählten Gebiete waren von einem außergewöhnlich starken Orkan im November 1972 betroffen (KREMSER 1973). Die meisten Kronendachlücken, die auf den Luftbildern Ende der 1970er und Anfang der 1980er Jahre zu erkennen sind, gehen auf dieses Störereignis zurück.

Naturwald	Wuchsbezirk	Größe (ha)	Alter (2003)	Standorte	Baumarten
Limker Strang	Mittlerer/Hoher Solling	20,5	153	Mittlerer Buntsandstein/Löß Wasservers.: frisch-vorratsfrisch Nährstoffvers.: ziemlich gut – mäßig	Buche (Eiche, Fichte)
Vogelherd	Hoher Solling	10,8	164	Mittlerer Buntsandstein/Löß Wasservers.: frisch-vorratsfrisch Nährstoffvers.: ziemlich gut – mäßig	Buche
Lüßberg	Hohe Heide	29,1	183	Geschiebedecksand über Schmelzwassersanden, z. T. Geschiebelehm Wasservers.: frisch-mäßig frisch Nährstoffvers.: mäßig – ziemlich gut	Buche TEi ca. 10 % (Fichte)

Tab. 1: Charakterisierung der für die Lückenanalyse ausgewählten bodensauren Buchen-Naturwälder

Die Luftbildzeitreihen umfassen 17 Jahre im Naturwald Vogelherd (Luftbilder: 1982, 1989, 1999), 18 Jahre im Naturwald Limker Strang (Luftbilder: 1982, 1992, 2000) und 24 Jahre im Naturwald Lüßberg (Luftbilder: 1977, 1986, 1990, 2001).

### Methodik

Die Luftbildinterpretation erfolgte an dem analytischen Auswertungsgerät Leica SD 2000. Die Ränder aller Kronendachlücken mit einer Mindestgröße von mehr als 20 m<sup>2</sup> wurden gutachtlich am Stereo-Luftbild abgegrenzt und die sich ergebenden Polygone in ArcInfo-Dateien übertragen. Nach außen offene Lücken am Naturwaldrand blieben bei der Datenauswertung unbe-

lich erweitert worden waren. Mittels Übereinanderlegen der Lückenpolygone der jeweiligen Jahre konnte die Breite der Schlusszone in Richtung Lückenmitte bestimmt werden. Je Lücke wurden durchschnittlich zehn gutachtlich platzierte Messungen durchgeführt.

### Entwicklung von Lückenfläche und -größe

Nach dem Orkan 1972 haben sich die Naturwälder wieder geschlossen. So nahmen in allen drei Gebieten die Lückenfläche und -anzahl im Beobachtungszeitraum stark ab (Tabelle 2). Einen Eindruck des zunehmenden Schlussgrades vermittelt beispielhaft die Zeitreihe im Naturwald Limker Strang (Abbildung 1).

Naturwald	Jahr	Lückenfläche [%]	Anzahl Lücken/ha	Mittlere Lückengröße [m <sup>2</sup> ]	Maximale Lückengröße [m <sup>2</sup> ]
Limker Strang	1982	11,0	8,4	131	2252
	1992	4,8	5,3	91	849
	2000	3,0	3,1	97	815
Vogelherd	1982	14,6	17,0	86	636
	1989	6,0	8,7	69	253
	1999	5,3	8,1	66	245
Lüßberg	1977	17,6	10,8	163	3179
	1990	10,8	8,7	123	1740
	2001	8,0	7,6	105	1356

Tab. 2: Kenngrößen der Lückenentwicklung in den ausgewählten Buchen-Naturwäldern

rücksichtigt, sodass sich alle Ergebnisse auf die Fläche des geschlossenen Bestandesblockes beziehen. Im Naturwald Lüßberg wurde nur der Buchen-Altbestand von 18 ha Größe in die Auswertung einbezogen. Da die Verjüngung innerhalb der Lücken in keinem Fall eine Höhe von mehr als der Hälfte des umgebenden Bestandes erreichte, war die Lückenabgrenzung vergleichsweise leicht möglich.

Um die seitlichen Kronenausdehnung der Lückenrandbäume zu ermitteln, wurden diejenigen Lücken näher betrachtet, die nicht nachträg-

Die mittlere Lückengröße ist vergleichsweise gering und liegt im Bereich der Fläche einer Altbuchenkrone. Beispielsweise erreicht eine Buche von 60 cm Brusthöhendurchmesser eine durchschnittliche Kronenschirmfläche von 118 m<sup>2</sup> (NAGEL 1999). Wie die Maximalwerte zeigen, gibt es aber in allen Naturwäldern auch erheblich größere Öffnungen im Kronendach. Diese sind jedoch vergleichsweise selten. So weisen die Lückengrößenverteilungen typischerweise einen negativ exponentiellen Verlauf auf (Abbildung 2).

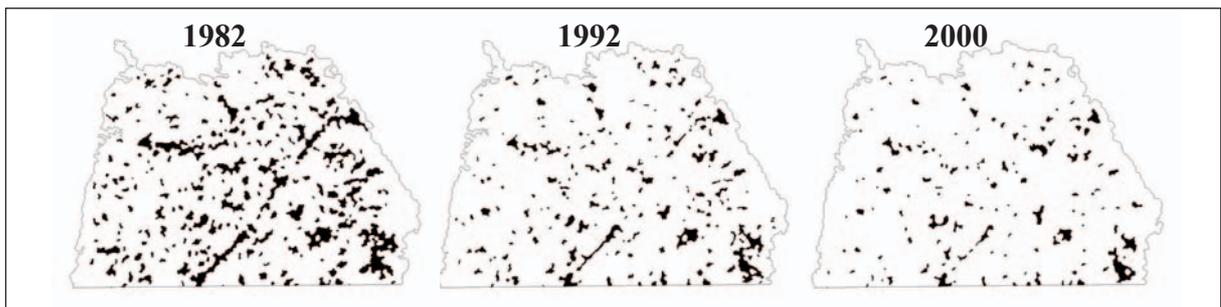


Abb. 1: Entwicklung des Lückenmusters im Naturwald Limker Strang von 1982 bis 2000

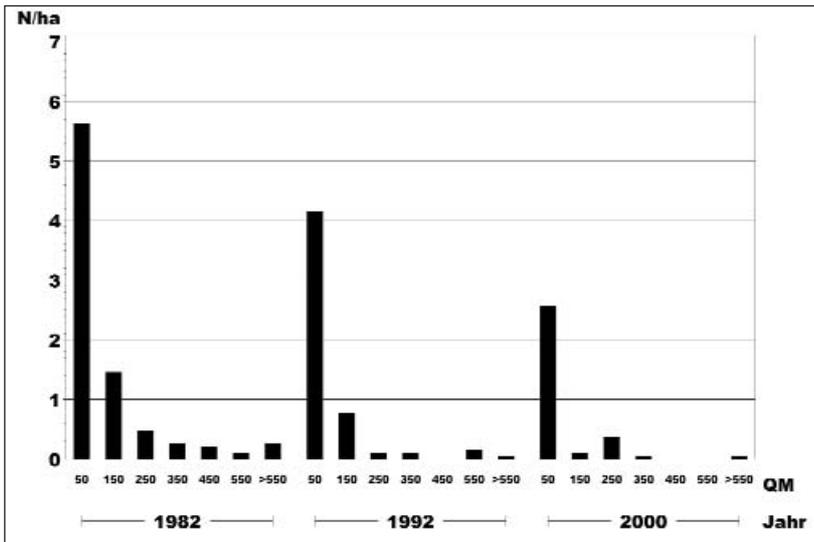


Abb. 2: Größenklassenverteilungen der Kronendachlücken im Naturwald Limker Strang von 1982 bis 2000

der ersten zur zweiten Beobachtungsperiode. Werden die Werte des Naturwaldes Limker Strang zugrunde gelegt, so beträgt die „Lebensdauer“ einer kreisförmigen Einzelbaumlücke (118 m<sup>2</sup>) 51 Jahre, bis der Schwellenwert von 20 m<sup>2</sup> unterschritten ist.

### Verjüngung

In den länger als drei Jahrzehnte existierenden Kronendachlücken hat sich in der Regel eine üppige Buchen-Naturverjüngung etabliert. Diese erreicht aber nur in wenigen Fällen die Derbholzgrenze von 7 cm. Offenbar verläuft die Ent-

wicklung der Jungpflanzen recht langsam. Anzunehmen ist, dass der zunehmende Dichtschluss ihr Wachstum kontinuierlich dämpft. Daher dürfte es nachwachsenden Buchen nur in den größte-

### Entwicklungstypen

Kronendachlücken können sich in verschiedene Richtungen entwickeln. Neben Lückenschluss und -verkleinerung lassen sich die Aufteilung in mehrere kleinere Lücken und die Vergrößerung unterscheiden.

Erwartungsgemäß schließt sich der größte Teil der Lücken, während nur ein kleiner Teil erweitert wird (Abbildung 3). Immerhin liegt die Rate an vergrößerten Lücken aber noch über derjenigen für neugebildete Öffnungen.

### Seitlicher Lückenschluss

Da der Lückenschluss durch Verjüngung keine Rolle gespielt hat, bestimmt die seitliche Kronenausdehnung der Randbäume die Lückenschlussrate (Tabelle 3). Die radiale Kronenausdehnung ist im jüngeren Naturwald Limker Strang größer als im Lüßberg. In beiden Naturwäldern sinkt die Schlussrate von

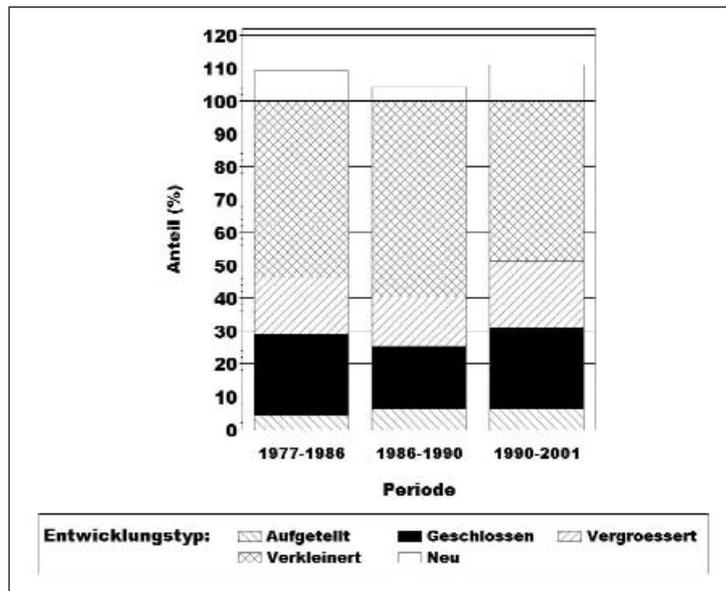


Abb. 3: Anteil verschiedener Lückenentwicklungstypen im Naturwald Lüßberg

wicklung der Jungpflanzen recht langsam. Anzunehmen ist, dass der zunehmende Dichtschluss ihr Wachstum kontinuierlich dämpft. Daher dürfte es nachwachsenden Buchen nur in den größte-

Naturwald	Periode	N	Mittelwert [cm/Jahr]	Min.-Max. [cm/Jahr]
Limker Strang	1982-1992	94	14,4	5,8 – 25,2
	1992-2000	90	11,5	3,7 – 17,5
Lüßberg	1977-1990	64	11,4	-2,0 – 19,5
	1990-2001	70	7,4	0 – 16,4

Tab. 3: Jährlicher einseitiger Lückenschluss durch Randbäume (N = Anzahl gemessener Lücken)

ren Lücken gelingen, das obere Kronendach zu erreichen, bevor sich die Öffnung wieder schließt.

### Lückebildung

In den Naturwäldern Limker Strang und Lüßberg sinken die Raten der Lückebildung im Beobachtungszeitraum deutlich (Tabelle 4). Selbst in dem über 180 Jahre alten Naturwald Lüßberg stabilisiert sich das Kronendach. Hier liegen die prozentualen Lückebildungsraten mit Werten von rund 0,4 % allerdings etwa doppelt so hoch wie im Naturwald Limker Strang. Neben dem höheren Alter können im Lüßberg der stärkere Windeinfluss und/oder der häufig auftretende Befall mit Zunderschwamm (DIETZEL 1998) die höheren Werte erklären.

Auf der Grundlage der Lückentstehungsraten läßt sich die „Umtriebszeit“ des Kronendaches, also die Zeit berechnen, die benötigt wird, um die herrschende Baumschicht komplett auszutauschen. Die Werte liegen meist erheblich über dem möglichen Maximalalter der Buche (Tabelle 4). Dies zeigt, dass mit zunehmendem Alter eine Beschleunigung der Lückebildung zu erwarten ist.

Ausbildung und Erhaltung der für Buchenurwälder typischen plenterähnlichen Waldstruktur führen (DENGLER 1931; KORPEL 1995; TABAKU 1999; MEYER et al. 2003). In „unseren“ Naturwäldern wurde dagegen ein recht schneller Lückenschluss beobachtet. Hieran wird einmal mehr deutlich, dass das Kronendach von Buchenwäldern mittleren Alters sehr reaktionsfähig ist. Selbst größere Störungen werden vergleichsweise schnell ausgeheilt. Naturverjüngung kann sich unter diesen Bedingungen ohne zusätzliche Eingriffe nur an wenigen Stellen dauerhaft entwickeln. Eine einzelstamm- bis truppweise Nutzung im Sinne eines naturnahen Vorgehens und die gleichzeitige Herausbildung einer differenzierten Waldstruktur über gestreckte Entwicklung der Naturverjüngung scheinen sich in dieser Altersphase weitgehend auszuschließen.

Darüber hinaus ist zu bedenken, dass sich Buchen-Urwälder durch einen kompletten Phasenzyklus einschließlich der Alters- und Zerfallsphase von Wirtschaftswäldern unterscheiden. Letztere werden auf dem überwiegenden Teil ihrer Fläche ab einem mittleren Alter geerntet, um der Entwertung des Buchenholzes entgegenzuwirken. Eine Übertragung von strukturellen Leit-

Naturwald	Periode	Lückebildung [m <sup>2</sup> /ha/Jahr]	Lebenszyklus [Jahre]
Limker Strang	1982 – 1992	27,6	362
	1992 – 2000	19,4	515
Lüßberg	1977 – 1986	67,4	148
	1986 – 1990	45,0	222
	1990 – 2001	40,5	247

Tab. 4: Lückebildungsrate und Lebenszyklus des Kronendaches

### Waldbauliche Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse bestätigen, dass in naturnahen Rotbuchenwäldern - ähnlich wie allgemein in Laubwäldern der gemäßigten Zone - vorwiegend Einzelbaumlücken entstehen (RUNKLE und YETTER 1987; YAMAMOTO 1989; CANHAM et al. 1990; RICHTER 1991; POINTAILLIER et al. 1997; TABAKU 1999; TABAKU und MEYER 1999; MEYER et al. 2003). Eine einzelstamm- bis truppweise Nutzung entspricht daher weitgehend dem natürlichen Störungsregime. Großflächig homogenisierende Eingriffe wie Kahl- oder Schirmschläge sind dagegen offenbar weniger naturnah.

Eine hohe Entstehungsrate kleiner Lücken und/oder ein langsamer Lückenschluss dürfte zur

bildern aus Ur- und Naturwäldern muss wegen dieser grundlegenden Unterschiede phasenbezogen erfolgen. Die dargestellten Ergebnisse sprechen dafür, dass Buchenwälder in der Optimalphase auch natürlicherweise eher einförmig strukturiert sind, weil sich der Oberstand nach einer Störung schnell wieder schließt. Einer strukturellen Diversifizierung mit räumlich und zeitlich differenzierten Eingriffen auf kleiner Fläche sind daher enge Grenzen gesetzt - einerseits wegen der Plastizität des Kronendaches und andererseits auf Grund der drohenden Holzentwertung.

Zusätzliche strukturelle Vielfalt kann im Wirtschaftswald vor allem über das Belassen von Altbäumen (Habitatbäume) und Totholz entstehen.

Hierdurch werden wesentliche Strukturelemente der Alters- und Zerfallsphase integriert. Außerdem wird ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung der typischen Biodiversität von Rotbuchenwäldern geleistet (WINTER et al. 2003). Interessant ist die Frage, wie Habitatbäume mit ihrem abweichenden Entwicklungsgang die Strukturbildung beeinflussen.

### Literatur

- CANHAM, C. D.; DENSLow, J. S.; PLATT, W. J.; RUNKLE, J. R.; WHITE, P. S. (1990): Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Can. J. for. Res.* 20, S. 620-631
- DENGLER, A. (1931). Aus den südosteuropäischen Urwäldern. II. Die Ergebnisse einer Probestflächenaufnahme im Buchenurwald Albaniens. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, S. 320-330
- DIETZEL, R. (1998): Weißfäule der Buche durch den Echten Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) in nicht bewirtschafteten Altbeständen. Unveröffentlichte Diplomarbeit FH Hildesheim/Holzminde
- KORPEL, S. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer Verlag
- KREMSER, W. (1973): Lacerati turbine ventorum - vom Sturm zerfetzt! Ein Orkan verheert Niedersachsens Wälder. *Neues Archiv für Niedersachsen*, 22 (3), S. 219 ff
- MEYER, P.; TABAKU, V.; LÜPKE, B. (2003): Die Struktur albanischer Rotbuchen-Urwälder - Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 122, S. 47-58
- NAGEL, J. (1999): Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. *Schriften der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt* 128, 122 S.
- POINTAILLIER, J.-Y.; FAILLE, A.; LEMEE, G. (1997): Storms drive successional dynamics in natural forests: a case study in Fontainebleau forest (France). *Forest Ecology and Management* 98, S. 1-15
- RUNKLE, J. R.; YETTER, T. C. (1987): Treefalls revisited: gap dynamics in the Southern Appalachians. *Ecology*, 68 (2), S. 417-424
- TABAKU, V. (1999): Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und -Wirtschaftswäldern. *Cuvillier Verlag, Göttingen*
- TABAKU, V.; MEYER, P. (1999): Lückenmuster in Buchenwäldern unterschiedlicher Nutzungsintensität. *Forstarchiv* 70 (3), S. 87-97
- WINTER, S.; SCHUMACHER, H.; KERSTAN, E.; FLADE, M.; MÖLLER, G. (2003): Messerfurnier kontra Stachelbart. Buchenaltholz im Spannungsfeld konkurrierender Nutzungsansprüche von Forstwirtschaft und holzwohnenden Organismen. *Forst und Holz* 58 (15-16), S. 450-455
- YAMAMOTO, S. (1989): Gap dynamics in climax *Fagus crenata* forests. *Bot. Mag. Tokyo* 102, S. 93-114