

## **Ergebnisse waldkundlicher Selbstorganisationsforschung im NSG Serrahn mit Bedeutung für eine naturnahe Waldbewirtschaftung**

Martin J e n s s e n, Gerhard H o f m a n n, Axel R ü t z und Gerhard S t ö c k e r

### **1. Einleitung**

Die Wälder um Serrahn gehören zu einem von den Waldrodungen des Mittelalters und der Neuzeit verschont gebliebenen, alten Waldkomplex und wurden seit der Mitte des 19. Jahrhunderts vorrangig jagdlich, nur in sehr geringem Umfang forstlich genutzt (SIEFKE 1963). Seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurde ein Großteil der Fläche als Totalreservat von der Bewirtschaftung ausgenommen. Daher finden sich heute auf großer Fläche alte Sandbuchenwälder, die – abgesehen von einem mit hoher Wahrscheinlichkeit durch menschliche Einflüsse in der Vergangenheit überhöhten Anteil von Traubeneiche und Kiefer – dem potentiellen natürlichen Waldbild weitgehend entsprechen.

Mit der Ausweisung des Naturschutzgebietes 1953 und der nachfolgenden Gründung einer Vogelschutzstation, die 1964 mit umfassenderer Aufgabenstellung in eine Biologische Station überführt werden konnte, wurde dem besonderen Wert der Wälder um Serrahn für Naturschutz und Naturwaldforschung Rechnung getragen. Flächendeckende vegetationskundliche Bearbeitungen des Gebietes erfolgten durch HOFMANN und SCAMONI (1963) zur Mitte der fünfziger und zu Beginn der sechziger Jahre. Detaillierte standorts- und bestandeskundliche Analysen auf ausgewählten Probeflächen wurden u.a. von MANSIK (1971), SCHAUER und Mitarbeitern (1971, 1974) zu Beginn der siebziger Jahre durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt dominierten im Untersuchungsgebiet noch weitgehend geschlossene Buchen-Hallenbestände. Mitte der neunziger Jahre wurde durch HOFMANN und RÜTZ wiederum eine vegetationskundliche Bearbeitung des Gebietes durchgeführt und zwei der von SCHAUER angelegten Dauerbeobachtungsflächen einer erneuten Bestockungsanalyse unterzogen (RÜTZ 1996). Eine flächendeckende Kartierung der Entwicklungsstadien ergab für das weitgehend geschlossene Buchenwaldgebiet südlich des Serrahn-Sees und westlich des Schweingarten-Sees nun eine deutliche Dominanz von sich bereits im beginnenden Zerfall befindlichen Altbaumstadien mit einer auf großer Fläche initialisierten, lockeren bis dichten natürlichen Verjüngung. STÖCKER konnte durch Auswertung von Luftbildern die Lückenstruktur in den zerfallenden Beständen analysieren und mit den räumlichen Verjüngungsmustern in Beziehung setzen.

Die Auswertung der über einen Zeitraum von knapp 40 Jahren erfolgten Untersuchungen liefert wesentliche Erkenntnisse vor allem zu den Mechanismen selbstorganisierter Regeneration baltischer Buchenwälder auf mittelmäßig nährstoffversorgten bis nährkräftigen Standorten mit sandigen Oberbodensubstraten (Schattenblumen- und Flattergras-Buchenwälder nach Hofmann 1997), die durch entsprechende langfristige Untersuchungen in den Perlgras-Buchenwäldern auf nährkräftigen Lehmstandorten der Heiligen Hallen nahe Feldberg (JENSSEN & HOFMANN 1996, 1997) ergänzt werden. Diese Erkenntnisse sind von hoher Bedeutung für die Ableitung von Bewirtschaftungsempfehlungen für eine, natürliche Entwicklungsabläufe integrierende und nutzende, naturnahe Waldbewirtschaftung, aber auch für die Weiterentwicklung des grundsätzlichen Verständnisses selbstorganisierter Prozesse in Wald- und Forstökosystemen. Im folgenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse aus dem NSG Serrahn vorgestellt und ihre Bedeutung für eine naturnahe Waldbewirtschaftung diskutiert.

### **2. Das Konzept der ökosystemaren Selbstorganisation und seine Anwendung auf Waldungen**

Die sich seit den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelnde Theorie der Selbstorganisation beschäftigt sich mit den allgemeinen Mechanismen der spontanen Entstehung von Ordnung in komplexen Systemen. KROHN & KÜPPERS (2001) führen aus: „Die Dynamik der Selbstorganisation

besteht in der selektiven Wirkung der zyklischen Kopplung von Ursache und Wirkung. Die Schließung dieser Kopplung reproduziert sich nur bei einer bestimmten Struktur“. Selbstorganisierende Systeme mit der Fähigkeit zur Reproduktion ihrer spezifischen Struktur bezeichnet man auch als autopoietische Systeme (MATURANA & VARELA 1980). Bei Veränderung von Umweltbedingungen können sich autopoietische Systeme in weiten Grenzen durch Strukturänderungen anpassen.

In sämtlichen, auch in den von Menschen geschaffenen Ökosystemen laufen selbstorganisierte Prozesse ab, allerdings ist die Fähigkeit zur Selbstorganisation in unterschiedlichem Maße ausgebildet. Selbstorganisationsfähigkeit bezeichnet die ökologischen Potentiale zur Selbstregeneration, Selbstregulation und Selbststabilisierung. Insbesondere die Fähigkeit zur Reproduktion der spezifischen Struktur, die Autopoiese, kann zu einer praktisch anwendbaren und sinnvollen Abgrenzung von Wäldern und Forsten dienen (JENSSEN & HOFMANN 2003). Wir bezeichnen als natürliche oder naturnahe Wald-Ökosysteme baumbeherrschte, autopoietische Ökosysteme, die in einem bestimmten Bereich ökologischer Rahmenbedingungen die Stabilität ihrer Lebensfunktionen unter Einschluss der eigenen Reproduktion in ihren spezifischen Strukturen gewährleisten und sich bei Veränderung dieser Bedingungen durch Strukturänderungen anpassen können. Nach den Erkenntnissen der Naturwaldforschung (AUBREVILLE 1938, LEIBUNDGUT 1978, 1993, MAYER 1986, REMMERT 1991, KORPEL 1995, JENSSEN & HOFMANN 1996, 1997, STÖCKER 1997) umfasst die selbstorganisierte Entwicklung autopoietischer Wälder eine zyklische Abfolge unterschiedlicher Entwicklungsstadien, die mosaikartig auf der Waldfläche verteilt sind.

In Abgrenzung zu den Wald-Ökosystemen bezeichnen wir als (naturferne) Forst-Ökosysteme solche nicht-autopoietischen Ökosystemeinheiten, die zur Stabilisierung ihrer Lebensfunktionen, insbesondere zur Reproduktion ihrer spezifischen Struktur forstlicher Regelaufwände bedürfen. Ihre Entstehung ist in der Regel auf künstliche Einbringung der dominierenden Baumarten zurückzuführen.

Die Nutzung von Potentialen natürlicher Selbstorganisation im Wirtschaftsprozess erlaubt eine Minimierung von Bewirtschaftungsaufwand und menschlichen Eingriffen in die ökosystemaren Prozessabläufe. Nicht nur das Zulassen vollständig selbstorganisierter Zerfalls- und Regenerationsprozesse in Totalreservaten, sondern auch die dem natürlichen Ablauf nachempfundene Steuerung der Waldverjüngung im Wirtschaftswald, sind wichtige Beiträge zur langfristigen Sicherung der Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit der Wälder.

Die im Folgenden vorgestellten Untersuchungen aus dem NSG Serrahn untermauern die vorgestellten ökosystemwissenschaftlichen Konzepte und sind geeignet, ihre praktische Bedeutung für Waldbewirtschaftung und Naturschutz zu demonstrieren.

### **3. Bestockungsanalysen in einem Altbaum-Bestand des Flattergras-Buchenwaldes mit vertikaler Gliederung**

Der für baltische Buchenwälder auch in selbstorganisierter Entwicklung in weiten Standorts- und Altersbereichen typische Hallencharakter der Bestände resultiert vor allem aus der hohen Konkurrenz- und Wuchskraft der vitalen und stark schattenden Buchen, die Kronendachlücken durch Kronenausdehnung schnell wieder zu schließen vermögen. Gerade in Altbaumbeständen können jedoch größere Abgänge etwa infolge von Windwurf- oder Windbruchereignissen zu Verjüngung und damit zur Entstehung von über viele Jahrzehnte stärker vertikal gegliederten Bestandesstrukturen führen.

Von SCHAUER wurde 1971 ein Flattergras-Buchenwald auf sandüberlagertem Lehmstandort mit mullartiger Moderauflage und damals zwischen 150 und 160 Jahre alten Buchen analysiert. Die Aufrisszeichnung eines Bestandesausschnittes zeigt 1971 eine Kronendachlücke mit einer mittel- und mehreren unterständigen Buchen (Abb. 1). Knapp 25 Jahre später hat weder der Mittel- noch der Unterstand eine nennenswerte Höhenentwicklung zu verzeichnen, ein Einwachsen in das Kronendach hat nicht stattgefunden. Stattdessen haben die oberständigen Buchen weiter an Höhe und Durchmesser zugenommen (Tab. 1) und die ursprüngliche Kronendachlücke fast vollständig geschlossen. Ein Vergleich der Bestandesstrukturen auf der gesamten 30 x 40 m großen Versuchsfläche zeigt dann auch, dass trotz Ausscheidens von 30 % der oberständigen Altbuchen der Kronenschluss der Oberschicht nahezu unverändert geblieben ist. Während sich auf einem Teil der Fläche das

1971 nach SCHAUER

1995 nach RÜTZ

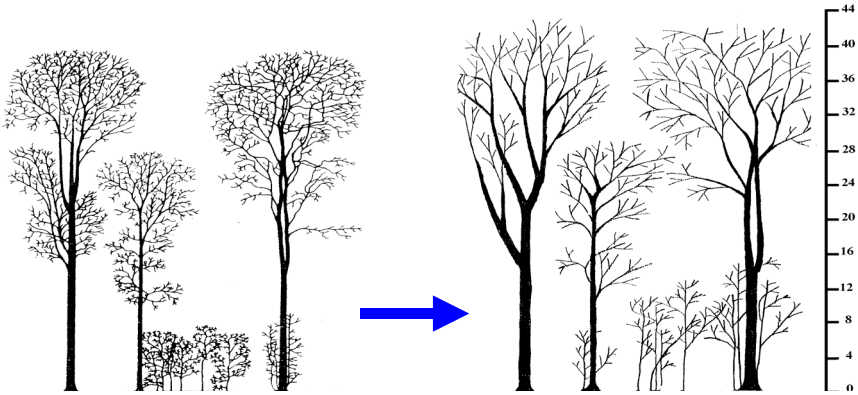


Abb. 1: Aufrisszeichnungen eines Bestandesausschnittes des Flattergras-Buchenwaldes in der Abteilung 102 unweit des Westufers des Schweingarten-Sees im Vergleich der Jahre 1971 und 1995. Die oberständigen Buchen waren 1995 um 180 Jahre alt

Tab. 1: Bestandesstrukturparameter auf einer 30 x 40 m großen Versuchsfläche im Flattergras-Buchenwald der Abteilung 102 unweit des Westufers des Schweingarten-Sees nach den Aufnahmen von SCHAUER (1971) und RÜTZ (1995)

Aufnahmejahr	1971	1995
Alter Buche Oberschicht	155	179
Mittlere Höhe Buche Oberschicht (m)	34,9	38,4
Mittlerer Brusthöhendurchmesser (BHD) Buche Oberschicht (cm)	60,4	71,9
Kronenschluss Oberschicht (%)	80	81
Anzahl von Bäumen mit BHD über 4 cm pro Hektar	783	758

Kronendach wieder geschlossen und die weitere Entwicklung der Verjüngung unterdrückt hat, ist der Zerfall des Altbestandes auf dem anderen Teil fortgeschritten und hat dort zu weiterer Verjüngung geführt, was sich in einer Zunahme der Anzahl der unterständigen Buchen auf der Gesamtfläche äußert (Tab. 2). Das sich über Jahrzehnte erstreckende Wechselspiel von Zerfall und Tendenz der Altbuchen zum Kronenschluss führt daher zu einer hohen Ungleichaltrigkeit der nachfolgenden Buchengeneration mit positiver Wirkung auf genetische Vielfalt und Stabilität.

Tab. 2: Anzahl der Bäume in ihrer vertikalen Verteilung auf der 30 x 40 m großen Versuchsfläche im Flattergras-Buchenwald der Abteilung 102 (Tab. 1) im Vergleich der Jahre 1971 und 1995

	Buche		Trauben-Eiche		Kiefer		Aspe		Sand-Birke	
	1971	1995	1971	1995	1971	1995	1971	1995	1971	1995
<b>Oberschicht</b>	10	7	1	1	1	-	-	-	-	-
<b>Mittelschicht</b>	1	3	-	-	-	-	2	1	3	3
<b>Unterschicht</b>	44	75	1	-	-	-	1	-	30	1
<b>Summe</b>	55	85	2	1	1	-	3	1	33	4

Deutlich wird auch, dass die Anfang der siebziger Jahre in erheblicher Anzahl im Unterstand vertretene Birke, die sich wahrscheinlich in Folge eines Windwurfereignisses horstweise angesiedelt hatte, genau wie die Eiche und die Aspe in der weiteren Entwicklung dem Konkurrenzdruck der Buche unterlegen war (Tab. 2). Dies erhärtet die Feststellung, dass die Regeneration in den baltischen Sandbuchenwäldern wie auch in den Lehm-buchenwäldern in der Regel ohne eichen- und birkenreiche Zwischenwaldstadien erfolgt. Allerdings sind eichenreiche Zwischenwaldstadien in diesem Standortsbereich zufallsbedingt z.B. nach sehr großflächigen Windwurfkatastrophen möglich, so dass die heimischen Eichenarten in diesen Standortsbereichen nicht als ein naturfremdes Element der Vegetation betrachtet werden dürfen.

#### 4. Altersanalyse einer Windbruchfläche des Schattenblumen-Buchenwaldes

Im Jahre 1960 führte HOFMANN eine Jahrringzählung auf einer Windwurffläche am Ostrand des Klockenbruchs nahe der Station Serrahn durch. Die Altersanalyse ergibt, dass die vormalige Bestockung aus drei zeitlich jeweils um 80 bis 90 Jahre voneinander signifikant unterschiedenen, in sich jedoch weitgehend ähnlich alten Teilbestockungen bestand (Abb. 2). Zunächst wird deutlich, dass die auf der Fläche befindlichen Trauben-Eichen um 70 bis 90 Jahre älter als die nachfolgende Buchengeneration waren. Dies bestätigt die auch aus Untersuchungen des Wachstums- und Konkurrenzverhaltens der Baumarten bekannte Tatsache, dass die Trauben-Eiche in diesem Standortsbereich als Bestandesbildner gemeinsam mit der konkurrenzstarken Buche nur auftreten kann, wenn ihre Verjüngung mit erheblichem zeitlichen Vorsprung gegenüber derjenigen der Buche erfolgt. Bemerkenswert ist jedoch auch, dass die Regeneration der Buchen keinesfalls kontinuierlich, sondern in Phasen erfolgt. So liegt auch zwischen den beiden Verjüngungsschüben der Buche ein verjüngungsfreier Zeitraum von über 80 Jahren. Die Verjüngungsschübe könnten durch Holzeinschlag im Oberbestand oder durch „Störungen“ infolge natürlicher Ereignisse, etwa durch Windwurf, Windbruch oder Kalamitäten hervorgerufen worden sein.

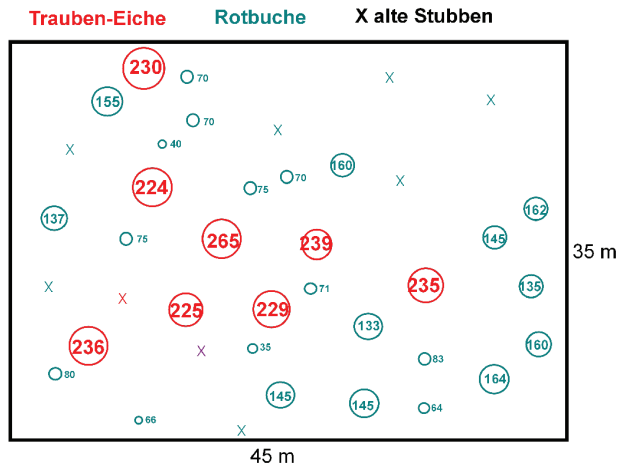


Abb. 2: Jahrringanalyse einer Windwurffläche östlich des Klockenbruchs (Abteilung 110) im Jahr 1960 nach Hofmann. Die Trauben-Eichen (schwarz) hatten ein mittleres Alter von  $235 \pm 13$ , innerhalb der Buchen (grau) lassen sich zwei signifikant unterschiedene Altersbereiche von jeweils  $149 \pm 11$  und  $66 \pm 15$  Jahren unterscheiden. Die Kreuze bezeichnen nicht auszählbare, ältere Stubben.

#### 5. Luftbildanalyse von Zerfallsmustern des Sandbuchenwaldes

STÖCKER führte 1996 eine luftbildgestützte Analyse der Zerfallsmuster der Sandbuchenwälder im Gebiet südlich des Serrahn-Sees durch (Abb. 3) und klassifizierte 84 Kronendachlücken nach der Himmelsrichtung ihrer längsten Ausdehnung (isodiametrisch, S-N, SW-NE, SE-NW, W-E). 53 % aller

Lücken waren von S nach N orientiert und weitere 33 % entfallen auf die Richtungen SE-NW und SW-NE. Ferner erhöht sich die Wahrscheinlichkeit der S-N-Ausdehnung mit zunehmender Lückengröße deutlich. Offensichtlich wird die Dynamik der Lückenbildung vor allem zu Beginn des Zerfallsstadiums in starkem Maße durch die auf die glatte Rinde der Buchen treffende direkte Sonnenstrahlung gesteuert, die das Kambium schwer schädigen kann (BURCKHARDT 1893, HARTIG 1900, SEEHOLZER 1935). Auch im Perlgras-Buchenwald konnten in fortgeschrittenen Zerfallsstadien auf kleineren Flächen noch solche lang-ovalen Lücken beobachtet werden (JENSSEN & HOFMANN 1996). Die Dynamik der Lücken, die den Bestand relativ gleichmäßig durchsetzen, verhindert ein schlagartiges, flächenhaftes Zusammenbrechen des Schirmbestandes, bevor sich die Verjüngung etabliert hat.

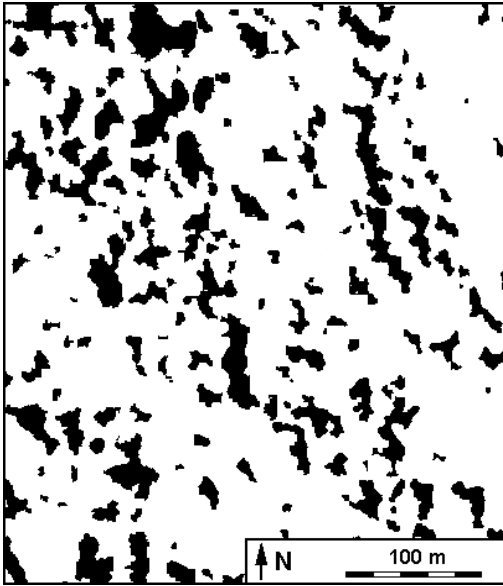


Abb. 3: Selbstorganisierte Zerfallsmuster in den Sandbuchenwäldern südlich des Serrahn-Sees nach Stöcker. In dem schematisierten Luftbild sind die Kronendachlücken schwarz und die Bereiche des noch geschlossenen Kronendachs weiß dargestellt.

Die lang-ovale Form der Lücken schafft offensichtlich gute mikroklimatische Bedingungen für die Buchenverjüngung: Durch diese „Schlitze“ im Kronendach dringt ausreichend Licht und Niederschlag zum Waldboden. Im Gegensatz zu einer gleichmäßigen Auflichtung oder auch einem kreisförmigen Lochschlag werden jedoch die Temperatur- und Luftfeuchteverhältnisse in den Lücken aufgrund des hohen Verhältnisses von Randlänge zu Lückengröße noch maßgeblich durch den horizontalen Austausch mit dem umgebenden Altbestand bestimmt. Die Süd-Nord-Orientierung minimiert die Untersonnung des Altbestandes und der zumeist aus westlicher Richtung kommende Oberwind wird in seiner Wirkung abgeschwächt, was die Austrocknung reduziert und das Eindringen der Niederschläge erleichtert (GEIGER 1950). In diesem Entwicklungsstadium dominieren zudem bereits Altbuchen mit stark abgesenkten Ästen und Zweigen, die einen Teil des Stammabflusses zum Kronenrand umleiten (WEIHE 1984). Eine ausreichende Wasserversorgung ist unter den im Tiefland gegebenen Bedingungen relativer Frühjahrs- und Sommertrockenheit entscheidend für den Verjüngungserfolg.

## 6. Analyse der Vegetationsentwicklung während der natürlichen Regeneration des Schattenblumen-Buchenwaldes

Die postulierten positiven Wirkungen des selbstorganisierten Zerfalls des Altbestandes auf den Prozess der Regeneration der Buche werden durch Analysen der Vegetationsdynamik bestätigt. Im Gebiet südlich des Serrahn-Sees wurden von HOFMANN und RÜTZ 1995 und 1996 auf jeweils 400 m<sup>2</sup> über 50 Vegetationsanalysen in noch hallenartigen Buchenbeständen ohne nennenswerte Verjüngung (Altbaum-Hallenstadium), in Beständen mit einzelnen Verjüngungshorsten auf bis zu 30 % der

Fläche (Zerfalls-Stadium) und in Beständen mit lockerer Verjüngung auf über 50 % der Fläche (Neuformierungsstadium) durchgeführt. Diese Aufnahmen wurden zusammen mit von Hofmann und Scamoni 1956 durchgeführten Vegetationsanalysen in den, seinerzeit fast ausschließlich dominierenden, noch weitgehend geschlossenen Hallenbeständen zu einer Chronosequenz der mittleren Vegetationsentwicklung zusammengefasst (Tab. 3). Die Analyse bestätigt, dass die Regeneration der Serrahner Sandbuchenwälder ohne nennenswerte Beteiligung von Lichtbaumarten im „kurzgeschlossenen“ Zyklus, d.h. ohne birken- oder eichenreiche Zwischenwaldstadien verläuft. Es wird deutlich, dass die typische Kahlschlagflora, deren Samenbank in allen Wäldern und zu jedem Zeitpunkt vorhanden ist und die in bewirtschafteten südbaltischen Sandbuchenwäldern vor allem in Form des Sandrohrs (*Calamagrostis epigejos*) bei Anwendung der üblichen Schirmschlagverfahren aktiviert wird, dann häufig über eine Massenerntaltung eine verdämmende Wirkung auf die Buchenverjüngung ausübt, im natürlichen Ablauf keine Chance hat.

Tab. 3: Vegetationsdynamik im Übergang vom Baum-Hallenstadium (B) über Altbaum-Hallenstadium (A) zum Zerfalls- (Z) und Neuformierungsstadium (F) in den Schattenblumen-Buchenwäldern des NSG Serrahn. Es sind die mittleren Artenmengen in % der Bodenbedeckung angegeben, Deckungen unter 1 % wurden gleich 0 gesetzt (Aufnahmen HOFMANN, RÜTZ)

<b>Stadium</b>		<b>B</b>	<b>A</b>	<b>Z</b>	<b>F</b>
<b>Jahr</b>		<b>1956</b>	<b>1995</b>	<b>1995</b>	<b>1995</b>
Deckung Baumschicht		80	70	64	56
Deckung Strauchschicht		0	1	17	54
Deckung Bodenvegetation		25	9	9	5
Anzahl der Probeflächen		10	18	20	18
mittlere Artenzahl		9	11	11	8
<b>B.</b>	<i>Fagus sylvatica</i>	70	55	53	51
	<i>Quercus petraea</i>	10	14	10	4
	<i>Pinus sylvestris</i>		1	1	1
<b>Str.</b>	<i>Sorbus aucuparia</i>	0	0	0	0
	<i>Fagus sylvatica</i>	0	1	17	53
<b>Bo.</b>	<i>Oxalis acetosella</i>	9	0	1	1
	<i>Poa nemoralis</i>	9	0		0
	<i>Anemone nemorosa</i>	2	0	0	
	<i>Viola reichenbachiana</i>	0	0	0	
	<i>Mycelis muralis</i>	0	0	0	
	<i>Hieracium murorum</i>	0		0	
	<i>Moehringia trinervia</i>	0	1	0	0
<b>Bo.</b>	<i>Majanthemum bifolium</i>	0	0	0	
	<i>Luzula pilosa</i>	1	0	0	0
	<i>Dryopteris carthusiana</i>	0		0	0
	<i>Deschampsia flexuosa</i>	0	0	0	0
	<i>Carex pilulifera</i>	3	2	1	1
	<i>Agrostis capillaris</i>	0	0	0	0
	<i>Calamagrostis epigejos</i>	0	3	6	2
	<i>Urtica dioica</i>		0	2	0
	<i>Atrichum undulatum</i>	0	0	0	0
	<i>Mnium hornum</i>		1	1	0

## 7. Bestockungsanalysen in einem Kiefernaltholz mit Laub- und Nadelbaumunterstand

Neben den naturnahen Sandbuchenwäldern, die als autopoietische Ökosysteme ihre Strukturen in zyklischen Entwicklungsreihen reproduzieren, finden sich im Untersuchungsgebiet auch sekundäre Forstökosysteme, die durch künstlichen Anbau der Kiefer geschaffen wurden und in denen nach dem Aussetzen der Bewirtschaftung eine selbstorganisierte Entwicklung stattfindet, die auf eine Ablösung dieser Ökosystemstrukturen gerichtet ist. Von SCHAUER wurde 1973 eine Versuchsfläche in einem Blaubeer-Kiefernforst auf mittelmäßig nährstoffversorgten Sanden mit Rohhumusaufgabe in der Abteilung 121 angelegt. Die auf einer Teilfläche von 20 x 60 m erfolgte Wiederholungsaufnahme von Rütz im Jahre 1995 weist einen mehrschichtigen Buchen-Traubeneichen-Kiefern-Halbforst aus, in dem unter dem Einfluss der Laubwaldregeneration die für den Blaubeer-Kiefernforst typischen Moose verschwunden sind und die Blaubeere von nahezu voller Bodenbedeckung auf etwa 25 % reduziert wurde. Ein Vergleich der Bestockungsstrukturen zeigt, dass die 1995 etwa 185 Jahre alten Kiefern in der Oberschicht in den zwanzig Jahren erhalten geblieben sind (Tab. 4), wobei bereits eine deutlich verschlechterte Vitalität einiger Individuen festgestellt wurde. Die Unter- und Mittelschicht wird 1995 vor allem von Trauben-Eichen und zu einem geringeren Anteil auch von Rotbuchen gebildet, während die wenigen Kiefern aufgrund des starken Konkurrenzdruckes eine zurückbleibende Entwicklungstendenz aufweisen. Die Naturwaldregeneration dieses Blaubeer-Kiefernforstes, in dessen Nachbarschaft sich immer eine ausreichende Anzahl fruktifizierender Eichen und Buchen befand, erfolgt somit zunächst über einen Buchen-Traubeneichenwald. Bemerkenswert ist, dass dieses Ergebnis bei stark überhöhter Schalenwildichte während dieser Jahre ohne zusätzlichen Zaunschutzes erfolgte.

Tab. 4: Anzahl der Bäume in ihrer vertikalen Verteilung auf der 20 x 60 m großen Versuchsfläche im ehemaligen Blaubeer-Kiefernforst der Abteilung 121 westlich des Serrahn-Sees im Vergleich der Jahre 1971 und 1995

	Kiefer		Trauben-Eiche		Buche		Sand-Birke	
	1973	1995	1973	1995	1973	1995	1973	1995
<b>Oberschicht</b>	17	17	-	-	-	-	-	-
<b>Mittelschicht</b>	-	6	-	31	-	12	-	3
<b>Unterschicht</b>	4	9	3	38	5	1	-	-
<b>Summe</b>	21	32	3	69	5	13	-	3

Von den insgesamt 69 Eichen auf der Fläche wurden 47 als mindestens normal entwickelt und mitwachsend eingestuft, was einem Hektarwert von knapp 400 Eichen entspricht, hinzu kommen auf den Hektar bezogen noch über 100 Buchen. Diese Zahl dürfte in einem Wirtschaftswald, für die Übernahme der aus Häfersaat entstandenen Eichenverjüngung, durchaus ausreichend sein. Der auf der Versuchsfläche nur noch sehr lockere Kronenschluss des Kiefernaltbestandes sowie das in den nächsten Jahrzehnten zu erwartende altersbedingte Ausscheiden weiterer Altkiefern dürfte auch eine ausreichende Lichtzufuhr für die weitere Entwicklung der Eichen gewährleisten, während unter den üblichen Bedingungen des Wirtschaftswaldes eine rechtzeitige Auflichtung des Kiefernschirmes erforderlich ist.

## 8. Schlussfolgerungen für eine naturnahe Waldbewirtschaftung

Die Untersuchungen haben deutlich gemacht, dass selbstorganisierte Waldentwicklungsprozesse auch im Standortbereich der baltischen Sandbuchenwälder zyklischen Charakter haben und die Regeneration der Wälder keinesfalls kontinuierlich, sondern im Ergebnis von äußeren oder selbstorganisierten „Störungen“ in zeitlich begrenzten Entwicklungsstadien verläuft. Die waldbauliche Zielvorstellung eines, durch Femelbetrieb erzeugten, plenterwaldartigen Bestandesaufbaus, in der alle Altersbereiche und Dimensionen der Bäume dauerhaft auf kleinstem Raum gemischt auftreten, entspricht in diesem Standortbereich nicht natürlichen oder naturnahen Abläufen. Diese kann nur mit einem erheblichen permanenten Eingriffsaufwand erzwungen werden.

Andererseits wird aber auch deutlich, dass eine großflächig gleichmäßige und plötzliche Auflicht-

tung des Bestandes, wie sie in Form des Großschirmschlages – häufig in Verbindung mit einem die Mast vorbereitenden tiefen Pflügen des Waldbodens – durchgeführt wird, nicht den raumzeitlichen Mustern einer natürlichen Regeneration entspricht. Diese Verjüngungsart zielt auf die Nutzung möglichst nur eines oder weniger Samenjahre durch wenige, über die ganze Fläche sich gleichmäßig erstreckende Hiebe. Hingegen dürfte ein auf lange Verjüngungszeiträume von mehreren Jahrzehnten angelegter Femelschlagbetrieb, der mit kleineren, über die Fläche verteilten Gruppenhieben beginnt, die Verjüngungszentren vorsichtig und sukzessive in Abhängigkeit von der Entwicklung der Verjüngung weiter auflichtet und durch neue Gruppenhiebe ergänzt, bis die einzelnen horst- und gruppenweise Verjüngungen flächig zusammengewachsen sind, am ehesten den in den Serrahner Sandbuchenwäldern beobachteten Regenerationsabläufen nahe kommen. Allerdings geben die Serrahner Beobachtungen Anlass, von der klassischen Kreisform der Gruppenhiebe abzuweichen und stattdessen eher ovalförmige Lückenformen anzustreben, die in Abhängigkeit von auftretenden Samenjahren und dem Verjüngungsfortschritt zunächst vorzugsweise in nördlicher Richtung nachgelichtet werden. Dieses Verfahren dürfte nach den vorliegenden Erkenntnissen eine starke Bodenverwundung durch Tiefpflügen erübrigen, optimale mikroklimatische Bedingungen für die Entwicklung der Buchenverjüngung gewährleisten, die Entwicklung von Lichtbaumarten und verdämmender Bodenvegetation unterdrücken und durch die Nutzung mehrerer Samenjahre eine höhere Ungleichaltrigkeit der Verjüngung mit positiver Wirkung auf genetische Vielfalt und Stabilität bewirken.

Die Naturwaldregeneration von Blaubeer-Kiefernforsten erfolgt im untersuchten Standortsbereich über einen Traubeneichen-Buchenwald mit einzelnen beigemischten Kiefern. Dort, wo Hähersaaten übernahmewürdige Laubbaumverjüngungen liefern, kann daher unter Umständen auf einen Buchenunterbau verzichtet und zunächst ein eichenreicher Mischbestand angestrebt werden, in dem gut veranlagte Eichen durch pflegende Aktivitäten von bedrängenden Buchen freigestellt, vor allem in der späteren Entwicklung aufwachsende Buchen jedoch gezielt zur Schaftpflege der Eichen genutzt werden können.

Es bleibt jedoch anzumerken, dass eine schematische Übertragung von Erkenntnissen der Naturwaldforschung auf die Waldbewirtschaftung, die auf eine Aufstellung von waldbaulichen „Generalregeln“ zielt, nicht zulässig ist. Vielmehr erfordert die Nutzung von Selbstorganisationspotentialen im Wirtschaftsprozess vor allem eine hohe Beobachtungsgabe und eine hohe Geduld des Wirtschafters, der die gegebenen örtlichen Verhältnisse immer berücksichtigen und seine waldbaulichen Maßnahmen an diesen ausrichten und gegebenenfalls auch korrigieren und verändern muss.

## **9. Zusammenfassung**

Auf der Grundlage ökosystemwissenschaftlicher Konzepte der Selbstorganisation in Wäldern werden ausgewählte Ergebnisse aus 40 Jahren Naturwaldforschung im NSG Serrahn vorgestellt und Empfehlungen für eine naturnahe Waldbewirtschaftung abgeleitet. Im Bereich baltischer Sandbuchenwälder erfolgt die Regeneration nicht kontinuierlich, sondern in zyklischen Phasen, in der Regel ohne eichen- und birkenreiche Zwischenwaldstadien. Die allmähliche Desintegration des Altbestandes im Wechselspiel von fortschreitendem Zerfall einerseits, und der auch noch im hohen Alter ausgeprägten Tendenz der Buchen zum Kronenschluss andererseits, führt zu langen Verjüngungszeiträumen und einer hohen Ungleichaltrigkeit der Buchennaturverjüngung. Die im Wirtschaftswald nach Schirmschlag häufig beobachtete starke Vergasung mit verdämmender Wirkung auf die Buchenverjüngung ist offenkundig durch forstliche Wirtschaftsmaßnahmen, insbesondere durch eine starke und schnelle Auflichtung des Altbestandes und eine Durchpflügung des Bodens bedingt. Im betrachteten Standortsbereich dürfte ein, auf lange Verjüngungszeiträume von mehreren Jahrzehnten angelegter Femelschlagbetrieb, in dem über die Fläche verteilte, lang-ovale, von Süden nach Norden orientierte Kronendachlücken geschaffen und sukzessive erweitert werden, am ehesten den in den Serrahner Sandbuchenwäldern beobachteten natürlichen Regenerationsabläufen nahe kommen. Die Renaturierung von Blaubeer-Kiefernforsten zu naturnahen Buchenwäldern erfolgt im Untersuchungsgebiet über einen Buchen-Traubeneichenwald mit einzelnen beigemischten Kiefern, wobei die Zeitdauer der Einwanderung und die Dichte der Laubbaumverjüngung wesentlich von der Anwesenheit samentragender Eichen und Buchen in der näheren Umgebung bestimmt wird.

## 10. Literatur

- AUBREVILLE, A. M. A. (1938): La foret coloniale: Les forets de l'Afrique occidentale francaise. Ann. Acad. Sci. Colon. 9: 1-245
- BURCKHARDT, H. (1893): Säen und Pflanzen, Handbuch der Holzerziehung. Lintz, Trier
- GEIGER, R. (1950): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Vieweg, Braunschweig: 333-338
- HARTIG, R. (1900): Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Springer, Berlin
- HOFMANN, G. (1997): Mitteleuropäische Wald- und Forst-Ökosystemtypen in Wort und Bild. Sonderausgabe AFZ-Der Wald, München
- HOFMANN, G. & A. SCAMONI (1963): Wälder, Forsten, Ackeraufforstungen und Kahlschlaggesellschaften. In: Natur, Entwicklung und Wirtschaft einer jungpleistozänen Landschaft, dargestellt am Beispiel des Meßtischblattes Thurow. Wiss. Abh. DAL 56, Berlin: 167-229
- JENSSEN, M. (2000): An Empirically Based Approach to Self-Organisation in Forest Ecosystems. In: MATTHIES, M., H. MALCHOW & J. KRIZ (Eds.): Integrative Systems Approaches to Natural and Social Sciences – Systems Science 2000. Springer Berlin, Heidelberg: 203-222
- JENSSEN, M. (2002): Im Gebiet verbreitete Typen von Wald- und Forstökosystemen als ökologische Elementareinheiten des Waldes mit Grundlageninformationen für Waldbewirtschaftung und Waldstabilität. In: ANDERS, S. et al.: Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands. Dr. Kessel (www.forstbuch.de), Oberwinter: 157-177.
- JENSSEN, M. & G. HOFMANN (1996): Der natürliche Entwicklungszyklus des baltischen Perlgras-Buchenwaldes (Melico-Fagetum). Anregung für naturnahes Wirtschaften. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 30 (3): 114-124
- JENSSEN, M. & G. HOFMANN (1997): Entwicklungszyklen des baltischen Buchenwaldes. AFZ/Der Wald 52 (19): 1012-1014
- JENSSEN, M. & G. HOFMANN (2003): Die Quantifizierung ökologischer Potentiale der Phytodiversität und Selbstorganisation der Wälder. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 37 (1): 18-27
- KORPEL, S. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Ulmer, Stuttgart
- KROHN, W. & G. KÜPPERS (2001): Theorien der Selbstorganisation und Autopoiese. In: Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. Ecomed, Landsberg am Lech, III-1.5
- LEIBUNDGUT, H. (1987): Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allg. Forst-Z. 3: 686-690
- LEIBUNDGUT, H. (1993): Europäische Urwälder. Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Haupt, Bern, Stuttgart
- MATURANA, H.-R. & F.-J. VARELA (1980): Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living. Boston
- MANSIK, K.-H. (1971): Struktur und jahreszeitliche Entwicklung in Waldgesellschaften des nordbrandenburgischen und südmecklenburgischen Buchengebietes. Diss.A, Potsdam
- MAYER, H. (1986): Europäische Urwälder. Ulmer, Stuttgart
- REMMERT, H. (1991): The mosaic-cycle concept of ecosystems – an overview. In: REMMERT, H. (Ed.): The mosaic-cycle concept of ecosystems (Ecological Studies 85). Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 1-21
- RÜTZ, A. (1996): Vegetations- und Strukturndynamik in Altwaldstadien des Traubeneichen-Buchenwaldes und des Blaubeer-Kiefernforstes im Naturschutzgebiet Serrahn. Diplomarbeit, FH Eberswalde
- SCAMONI, A. (1965): Vegetationskundliche und standortkundliche Untersuchungen in mecklenburgischen Waldschutzgebieten. Natur u. Naturschutz Meckl. 3: 15-143
- SCHAUER, W. & Mitarbeiter (1971): Erarbeitung von Vorschlägen für Handlungsrichtlinien für NSG mit TrEi-Bu-Waldbestockung im Pleistozängebiet der DDR. Forsch. Abschlußber., Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, ILN Halle (unveröff.)
- SCHAUER, W. & Mitarbeiter (1974): Ökologisch begründete Pflegenormative für NSG mit Nadelholzbestockung im Pleistozängebiet der DDR. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, ILN Halle (unveröff.)
- SEEHOLZER, M. (1935): Rindenschäle und Rindenriß an Rotbuche im Winter 1928/29. Forstw. Centralblatt 57: 237-246
- SIEFKE, A. (1963): Wildforschungsgebiet Serrahn. In: Scamoni, A. u. Mitarbeiter: Natur, Entwicklung und Wirtschaft einer jungpleistozänen Landschaft, dargestellt am Gebiet des Messtischblattes Thurow. Teil 1, Akademie-Verlag, Berlin: 309-336
- STÖCKER, G. (1997): Struktur und Dynamik der Bergfichtenwälder im Hochharz. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 139: 31-61
- WEIHE, J. (1984): Benetzung und Interzeption von Buchen- und Fichtenbeständen. Die Verteilung des Regens unter Buchenkronen. Allg.Forst-u.J.-Ztg. 156: 81-89

### Anschrift:

**Dr. Martin Jenssen**

**Waldkunde-Institut Eberswalde**

**Dorfstr. 27**

**D-16248 Hohensaaten**

**Email: jenssen@waldkunde-eberswalde.de**