

# **Waldstrukturen im grenzüberschreitenden Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt**

Patricia Balcar  
Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft  
Schloß  
D-67705 Trippstadt

## *Zusammenfassung:*

Das Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt wurde 1999 in erster Linie zur Erforschung der Waldentwicklung von unbeeinflussten Buchenwaldgesellschaften eingerichtet. Die Ergebnisse fördern unseren Wissensstand über natürliche Abläufe und sollen die naturnahe Bewirtschaftung von Wäldern unterstützen.

Die aktuellen Bestandesstrukturen zeigen eine vielfältige Ausgangssituation und sind das Ergebnis verschiedener Einflüsse. Prägend erweisen sich weiterhin die früheren Waldbewirtschaftungen: im französischen Teil wurde intensiver und vorwiegend auf Kiefer, im deutschen Teil vorwiegend auf Eiche gewirtschaftet.

Im Gebiet kommen 21 verschiedene Baumarten vor, wobei sich die Verjüngung artenreicher als die älteren Bestände erweist. Buche setzt sich gegen andere Baumarten sehr gut durch. Obwohl in der Vergangenheit häufig zurückgedrängt, profitiert sie am meisten von der Aufgabe der Bewirtschaftung mit wachsenden Anteilen im Hauptbestand und hoher Präsenz und Dominanz in der Naturverjüngung. Diese Entwicklungen werden in den meisten Buchennaturwäldern beobachtet und laufen vor allem zu Ungunsten der Kiefer und auch der Eiche ab.

Die künftige Waldentwicklung des Naturwaldreservates wird sich nach derzeitigem Kenntnisstand verschiedener Einflüsse, Klimawandel eingeschlossen, in Richtung zunehmender Dominanz der Buche fortsetzen. Daneben werden das zunehmende Altern und das Störungsregime die Vielfalt von Strukturen, Habitaten und spezialisierten Arten erhöhen.

## *Résumé:*

La réserve forestière intégrale transfrontalière Adelsberg-Lutzelhardt a été installée en 1999, pour l'observation du développement des hêtraies sans l'influence de l'homme. Les résultats augmentent notre savoir sur les déroulements naturels et devraient soutenir l'exploitation proche de la nature des forêts.

Les structures actuelles des boisements donnent une situation de départ variée et sont le résultat de multiples influences. Les influences précoces se montrent marquantes: dans la partie française l'exploitation était plus intensive et on misait sur le pin, dans la partie allemande sur le chêne.

Il existe 21 espèces dans ce territoire, les parties jeunes étant plus riche en espèces que les boisements plus anciens. Le hêtre s'impose très bien face aux autres espèces d'arbres.

Bien qu'ayant été écarté dans le passé, il profite le plus de la non exploitation avec des surfaces augmentant dans la partie principale et une présence dominante dans la partie rajeunie. Ces évolutions sont observées dans la plupart des hêtraies en réserve intégrale et se font au désavantage du pin et du chêne.

Selon nos connaissances actuelles, le changement de climat inclus, le développement futur de la réserve forestière intégrale se fera probablement vers une dominance du hêtre. Parallèlement le vieillissement grandissant et le régime des perturbations augmenteront la multitude des structures, habitats et espèces spécialisées.

*Summary:*

The natural forest reserve of Adelsberg-Lutzelhardt was established in 1999 in the first instance to research the development of the forest by impartial beech forest companies. The results promote our level of knowledge of natural processes and should support the near-natural cultivation of forests.

The current structures of the stands show a diverse starting point and are the results of various influences. Earlier forestry cultivation has left its mark: in the French part cultivation was more intense, focusing mainly on pine trees, in the German part oaks dominated.

There are 21 different types of tree in the area whereby the forest regeneration has greater diversity than the older stands. Beech trees hold their own very well against other trees. Although in the past often forced back, they profit the most from cultivation with an increasing proportion in the main stand and a high presence and dominance in natural regeneration. These trends have been observed in the most natural beech forests and are to the detriment especially of the pine and also the oak.

According to our current level of knowledge, the future forest development of the natural forest reserve will continue in the direction of increasing dominance of the beech because of various influences, including climate change. In addition, the increasing age and disturbance regime will increase the variety of structures, habitats and specialised types.

**Schlüsselwörter:** Rotbuche, *Fagus sylvatica*, Naturwaldreservat, EU-Projekt, Waldstrukturen, Naturverjüngung, Wildverbiss, Diversität

## **1. Einleitung**

Aus Verantwortung für die Erhaltung mitteleuropäischer Buchenwälder und als Teil der Strategie wurde 1999 das erste grenzüberschreitende (Buchen-)Naturwaldreservat Europas Adelsberg-Lutzelhardt eingerichtet. Da Buchenwälder in Mitteleuropa die überwiegend waldbildende natürliche Vegetation repräsentieren, interessieren uns deren Entwicklungsmöglichkeiten ganz besonders. Die Strukturierung und Beimischung natürlicher Buchenwälder wird unterschiedlich beurteilt: Während z.B. LEIBUNDGUT (1993) von der Natürlichkeit weitgehend reiner, gering strukturierter Bestände ausgeht, zeigen Untersuchungen von KORPEL (1992), dass Buchenurwälder reich strukturiert sein können. Der Bogen möglicher Hypothesen ist also weit gespannt: Unbewirtschaftete Buchenwälder können sich zu monotonen einschichtigen Buchenhallenwäldern mit nur geringer Diversifikation entwickeln, d.h. sie sind dicht, dunkel, feucht, artenarm, hallenartig und mit absoluter Dominanz der Buche. Oder unterschiedliche Ausgangssituationen aufgrund von Standorten, Baumarten und Altern und vor allem die verschiedensten Störeinflüsse sorgen dafür, dass sich Buchenwälder nach Aufgabe der Bewirtschaftung zu vielfältigen strukturierten Wäldern entwickeln.

## **2. Ziele**

Das Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt liegt mitten in dem größten mitteleuropäischen Waldgebiet und Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen und ist gleichzeitig Bestandteil des nationalen Netzes an Naturwaldreservaten sowohl in Rheinland-Pfalz wie auch in Frankreich. Wir verfolgen dort gemeinsam vor allem die Ziele, repräsentative Waldflächen ihrer natürlichen Entwicklung zu überlassen, diese Prozesse wissenschaftlich zu beobachten, um daraus zu lernen, zum Beispiel: wie unbewirtschaftete Buchenwälder wachsen oder sich verjüngen, welche Dominanz oder Konkurrenz die Baumarten untereinander ausüben bzw. wie natürliche Auslese oder Differenzierung verläuft, aus welchen Gründen und in welchen Altern Bäume absterben oder in welchen Zeiträumen, unter welchen Umständen und mit welchen Baumartenzusammensetzungen sich Wälder wieder verjüngen. Interessant ist ebenso, wie sich seltene Baumarten dabei behaupten und wie solche Wälder auf Störungen wie Windwurf, Schneebruch, Massenvermehrungen an Insekten oder auf Klimawandel reagieren.

Die gewonnenen Erkenntnisse fördern unseren Wissensstand über natürliche Abläufe und sollen bei der Bewirtschaftung von Wäldern naturnahe Waldbaumethoden weiter entwickeln helfen, z.B. bei Entscheidungen zur Art der Verjüngung und Pflege, zur Baumartenwahl oder zu Produktionszeiträumen. In Naturwaldreservaten werden Wälder in ihrer natürlichen Vielfalt geschützt und erhalten, womit auch ein wichtiges Naturschutzziel erfüllt wird. Diese Wälder sind wichtige Anschauungsobjekte und Erkenntnisquellen für Umweltbildung und können den Eindruck bzw. das Erlebnis eines Urwaldes vermitteln.

## **3. Projekt**

Im Rahmen des europäischen INTERREG III-Projektes haben deutsche und französische Fachleute sich vorgenommen, diese Ziele gemeinsam zu verfolgen. Begonnen wurde mit der Ausweisung eines 400 Hektar großen Naturwaldreservates und mit der Abstimmung eines gemeinsamen Untersuchungskonzeptes (Beschreibung

siehe: BALCAR 2002, BALCAR und ROSEN 2006/2007). Die angewandte Methodik richtet sich im Wesentlichen nach den Empfehlungen des europäischen COST-E4-Programmes, das in Buchform veröffentlicht ist und Messungen auf Stichprobenkreisen und auf Kernflächen umfasst. (EUROPEAN COMMISSION 2000).

Als Basisuntersuchung gilt die waldkundliche Strukturaufnahme der Waldbestände, also die Erfassung der lebenden Bäume, der Naturverjüngung und des Totholzes. Denn diese ist die wesentliche Grundlage, um künftige Waldentwicklungen im Gebiet beurteilen zu können. Darüber hinaus sind diese Daten auch wesentliche Informationen über den Wald als Lebensraum für die dort lebenden Tiere, Pflanzen und Pilze und damit auch Basis für künftige Untersuchungen von Artengruppen.

Die eingangs gestellte Frage nach möglichen Entwicklungen wird dennoch nicht leicht zu beantworten sein, da zahlreiche anthropogene Einflüsse die Waldentwicklungen mitbestimmen und künftig möglicherweise noch mehr Gewicht erhalten werden, wie z.B. Stoffeinträge, die verschiedenen Einflüsse des Klimawandels oder die zunehmend auftretenden Baumerkrankungen durch Käfer, Pilze oder andere Organismen. Nicht zu vergessen ist das alte aber immer noch aktuelle Problem des Wildverbisses durch Schalenwild, das maßgeblich die Baumartenzusammensetzung bestimmt.

#### **4. Waldstrukturaufnahmen**

##### **4.1 Fragestellungen und Methoden**

Die wissenschaftlichen Untersuchungen zur Waldstruktur im Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt stellen uns derzeit vor allem vor folgende Fragen:

- Welche Ausgangssituation kennzeichnen die Wälder?
- Gibt es Unterschiede zwischen Deutschland und Frankreich?
- Wie divers ist die Naturverjüngung?
- Welche Rolle spielen dabei bestimmte Baumarten, unter anderem auch Neophyten ?
- Welche Rolle spielt das Wild?
- Welche Waldentwicklungen zeichnen sich bereits jetzt ab?
- Welche Prognosen können wir daraus für künftige Waldentwicklungen ableiten?

Für die Untersuchungen dieser Fragen haben wir uns auf zwei gängige Methoden nach den EU Empfehlungen geeinigt: nämlich einerseits auf die Erfassung der Waldstrukturen (Waldbestand, Verjüngung und Totholz) auf der gesamten Fläche über ein Raster von rund 200 Stichprobenkreisen im Abstand von 100 x 200 m von je 1.000 m<sup>2</sup> Größe. So erhalten wir vielfältige Informationen zur Verteilung der Baumarten, der Holzvorräte bzw. der lebenden und toten Biomasse, zur Bestandesdichte, zur Naturverjüngung oder zur Verteilung der verschiedenen Waldtypen auf der gesamten Fläche (AUFNAHMEANWEISUNG 2004-2006a).

Auf der anderen Seite handelt es sich um Aufnahmen in drei Kernflächen von 0,7 bis 2 Hektar Größe, die meist zur Hälfte gezäunt sind. Sie wurden jeweils in repräsentativen Waldgesellschaften, nämlich in solchen mit dominierender Buche, dominierender Eiche und dominierender Kiefer eingerichtet. Die detaillierten Aufnahmen der Waldstrukturen sind Einzelfallstudien, um genauere Informationen zu Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Bäumen und Baumarten, zur Dominanz, Konkurrenz, Mortalität oder

Regenerationsfähigkeit, zur Lückenbildung oder zu Ansätzen für Naturverjüngungen und anderes mehr zu erhalten (AUFNAHMEANWEISUNG 2004-2006b).

## 4.2 Ergebnisse der Stichprobenkreisaufnahmen

### 4.2.1 Baumbestände

Baumbestände - Stichproben			
	gesamt	deutscher Teil	französischer Teil
Alter (Jahre)	bis 300	mehr alte	mehr mittelalte
Baumarten (Anzahl)	19	11	18
Baumzahl (Anzahl/ha)	650	680	630
Bestandesdichte (m <sup>2</sup> /ha)	34	36	32
Holzvorrat (m <sup>3</sup> /ha):			
lebend	452	490	418
Totholz	14	12	16
Summe	466	502	434

Tab. 1: Ergebnisse der Waldstrukturaufnahmen von Baumbeständen in Stichprobenkreisen des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt

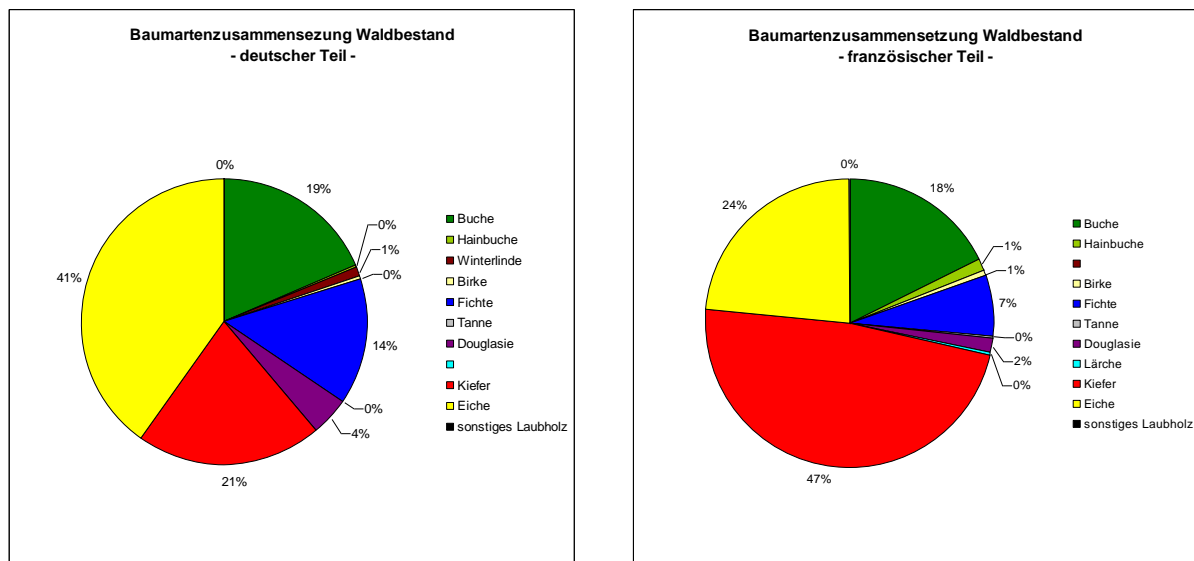


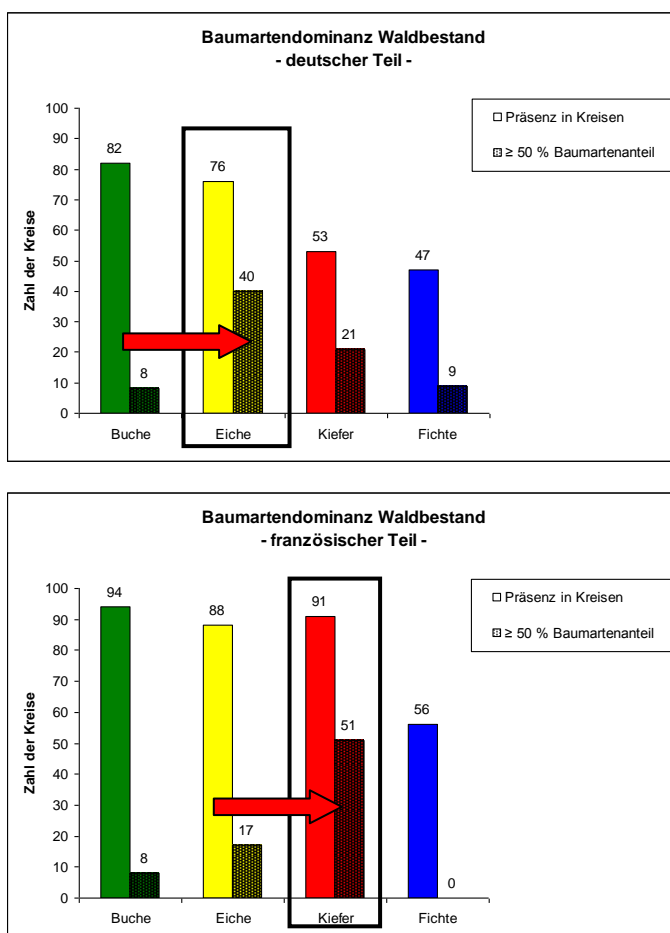
Abb. 1: Baumartenzusammensetzung von Baumbeständen in Stichprobenkreisen des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt

Die untersuchten Waldbestände zeichnen sich insgesamt durch hohe Diversität ab, das ergeben Daten von rund 13 Tausend vermessenen Bäumen. Sie sind bis über 300 Jahre alt mit Schwerpunkt in der Altersklasse der 120- bis 150jährigen Bäume, wobei im deutschen Teil mehr alte, im französischen Teil mehr mittelalte Bestände stehen.

Insgesamt wachsen im Gebiet des Naturwaldreservates 19 verschiedene Baumarten, mit höherer Zahl in Frankreich. Dort sind im Gegensatz zur deutschen Seite auch mehrere lichtbedürftige Baumarten wie Vogelkirsche, Mehlbeere und Faulbaum vertreten. In Frankreich fehlt dagegen die Winterlinde. Sie ist auf deutscher Seite im Bereich des

Adelsberges gehäuft anzutreffen und ist dort wahrscheinlich autochthon (Tab. 1, Abb. 1).

Die Baumartenzusammensetzung des gesamten Naturwaldreservates ist durch den sogenannten „Pfälzer Dreiklang“ geprägt, also durch Buche, Eiche und Kiefer. Mit durchschnittlich 34 % dominiert Kiefer die Bestände gefolgt von Traubeneiche mit 32 % und Buche mit 18 %. Unterschiede zeigen sich vor allem darin, dass in Deutschland im Wesentlichen die Eiche, in Frankreich dagegen die Kiefer die Hauptbaumart darstellt. (siehe Abb. 1). Der Hauptgrund für diese charakteristischen Unterschiede liegt vor allem darin, dass in beiden Ländern in der Vergangenheit ein unterschiedliches Wirtschaftsziel verfolgt wurde: Deutschland wirtschaftete vor allem auf Eiche, Frankreich dagegen auf Kiefer. Das verdeutlicht die Abb. 2, die Präsenz (Vorkommen an sich) und Dominanz (> 50% Baumartenanteil) der 4 Hauptbaumarten in den aufgenommenen Kreisen darstellt. Daraus ist beispielsweise ersichtlich, dass die Buche auf den meisten Stichprobenkreisen vorkommt, aber nur in wenigen dominant sprich die Hauptbaumart ist. Herausgehoben ist der Unterschied zwischen Deutschland und Frankreich bezüglich der beiden jeweils dominierenden Baumarten Eiche und Kiefer.



**Abb. 2: Präsenz und Dominanz von Baumbeständen in Stichprobenkreisen des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt**

Im Durchschnitt stehen im Gebiet 650 Bäume je Hektar, die eine Bestandesdichte von 34 m<sup>2</sup>/ha aufweisen (das ist die Summe der Einzelbaumkreisflächen) und eine Biomasse

von 466 m<sup>3</sup>/ha bilden. Auffallend sind diesbezügliche Unterschiede auf beiden Seiten der Grenze, die nicht durch Unterschiede bei der Baumartenzusammensetzung, der Alterszusammensetzung oder beim Standort zu erklären sind: Die aktuelle Situation ist auf französischer Seite durch geringere Baumzahlen, geringere Bestandesdichte und niedrigere Holzvorräte, also deutlich lichtere Bestände, gekennzeichnet (siehe Tab. 1): Die Erklärung dafür liegt vor allen in den enormen Holznutzungen im Zeitraum von 1990 bis 1998, die diejenigen der ganzen 50 Jahre davor übertroffen haben. Grund waren vorwiegend die in diesem Zeitraum aufgetretenen Windwürfe, noch vor Ausweisung des Gebietes als Naturwaldreservat. Das 1999 vom Wind geworfene Holz blieb dagegen liegen, weshalb im französischen Teil die Totholz mengen an liegenden Stämmen und abgebrochenen Stümpfen höher sind als im deutschen Teil (siehe Tab. 1).

#### 4.2.2 Waldverjüngung

	Verjüngung - Stichproben		
	gesamt	deutscher Teil	französischer Teil
<b>Baumarten (Anzahl)</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
<b>Pflanzenzahl (Anzahl/ha) durchschnittlich maximal</b>	<b>4.756</b>	<b>2.882 13.500</b>	<b>6.469 52.000</b>
<b>Überschirmung (%)</b>	<b>84</b>	<b>99</b>	<b>71</b>

Tab. 2: Ergebnisse der Verjüngungsaufnahmen in Stichprobenkreisen des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt

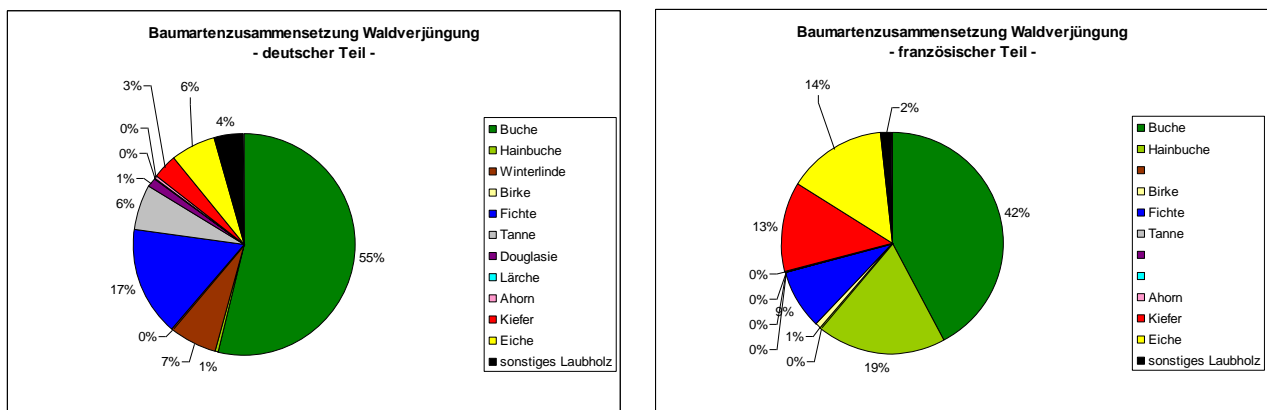


Abb. 3: Baumartenzusammensetzung von Verjüngungsaufnahmen in Stichprobenkreisen des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt

Die Waldverjüngung des Naturwaldreservates setzt sich aus insgesamt 21 verschiedenen Baumarten zusammen. Zu etwa der Hälfte sind zahlenmäßig Buchen die dominante Baumart. Im Vergleich zum Altbestand kann man ersehen, dass nicht nur mehr Baumarten in der Verjüngung vorhanden sind, sondern, dass die Baumartenzusammensetzung deutlich vor allem zu Gunsten der Buche verändert ist. Die beiden Lichtbaumarten Eiche und Kiefer sind hingegen mit weit geringeren Anteilen in der Verjüngung als im Altbeständen vertreten (Tab. 2, Abb. 3).

Durchschnittlich finden sich fast 5.000 Verjüngungspflanzen pro Hektar. Je nach Situation kommen auf den einzelnen Stichprobenkreisen bis maximal 52.000 Pflanzen/ha vor. Nur 19 von 199 Kreisen sind völlig ohne Verjüngung und nur 15 sind buchenfrei. In allen anderen Stichprobenkreisen ist Buche mit unterschiedlichen Anteilen beteiligt, daneben, vor allem in Abhängigkeit vom Lichtgenuss, auch weitere Baumarten.

Die Verjüngungsaufnahmen sind ein weiterer Beleg für die unterschiedlichen Bestandesdichten in Deutschland und Frankreich: Die über den ausgezählten Verjüngungskreisen eingeschätzte Überschildung lag auf deutscher Seite durchschnittlich bei 99 %, also bei dicht, auf der französischen Seite nur bei durchschnittlich 71 %. Während in Deutschland durchschnittlich knapp 3.000 Pflanzen je Hektar gezählt wurden, waren es in Frankreich mehr als dreimal so viele (Tab. 2). Die beiden Lichtbaumarten Eiche und Kiefer haben dort von der besseren Lichtsituation mit dreimal so hohen Anteilen entsprechend profitiert, zusammen mit 27 % gegenüber 9 % auf deutscher Seite (Abb. 3).

Interessant ist auch, dass bestimmte Baumarten nur in wenigen Probekreisen, dort dafür aber dominant, vertreten sind: im französischen Teil ist es vor allem die Hainbuche, im deutschen Teil die Winterlinde im Bereich des Adelberges, außerdem auch Tanne und Douglasie. Neben standörtlichen Unterschieden liegen die Gründe auch in den früher unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen z.B. der Eiche zusammen mit Hainbuche auf französischer Seite im Gegensatz zu Eichen-Buchen-Wäldern auf der deutschen, oder in der Einbringung von Tanne und Douglasie im letzten Jahrhundert in Deutschland. Darüber hinaus bestehen auch Differenzen aufgrund untypischer Situationen z.B. im Bereich der Burgruine Lutzelhardt mit punktuellm Vorkommen an Eßkastanie, Faulbaum und Sommerlinde.

Hinweisen möchte ich außerdem auf das Vorkommen der Spätblühenden Traubenkirsche, die im 17. Jahrhundert aus Nordamerika nach Mitteleuropa eingebracht wurde und den Status eines invasiven Neophyts pflegt. Sie wandert in das Naturwaldreservat einerseits von der französischen Seite her, andererseits auch von Ortschaften wie z.B. Ludwigswinkel aus Gärten ein. Die Baumart ist sehr schattentolerant und kann zur enormen Konkurrenz gegenüber der Verjüngung heimischer Baumarten führen. Bisher tritt sie nur auf einem Stichprobenkreis dominant auf. Wir werden ihr künftig zunehmend Aufmerksamkeit schenken.

#### **4.3 Ergebnisse der Kernflächenaufnahmen**

Im Gegensatz zu Stichprobenkreisen werden in Kernflächen Waldstrukturen detaillierter aufgenommen und erlauben z.B. bessere Aussagen über Absterbe- und Verjüngungsprozesse, Lückenbildung oder Diversität. Sie werden in repräsentativen Bestandesteilen eingerichtet und sind Fallstudien zu Bestandesentwicklungen, für die Probekreise nicht repräsentativ bzw. zu klein sind. Die Abbildung 4 zeigt den aktuellen Bestandesaufriss einer der 3 im Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt eingerichteten Kernflächen.



Am Adelsberg ist seit über 30 Jahren ein kleines Naturwaldreservat eingerichtet bevor es zu weiteren Erweiterungen des Naturwaldreservates bis schließlich auf 400 ha kam. Dort wächst auf einer 1,38 ha großen gezäunten Kernfläche ein bis zu 210 Jahre alter Eichen-Linden-Buchenaltbestand, der in der Zwischenzeit zweimal aufgenommen wurde. Die Hauptergebnisse der beiden Aufnahmen von 1996 und 2006 sind in den beiden Tabellen 3 und 4 zusammengefasst.

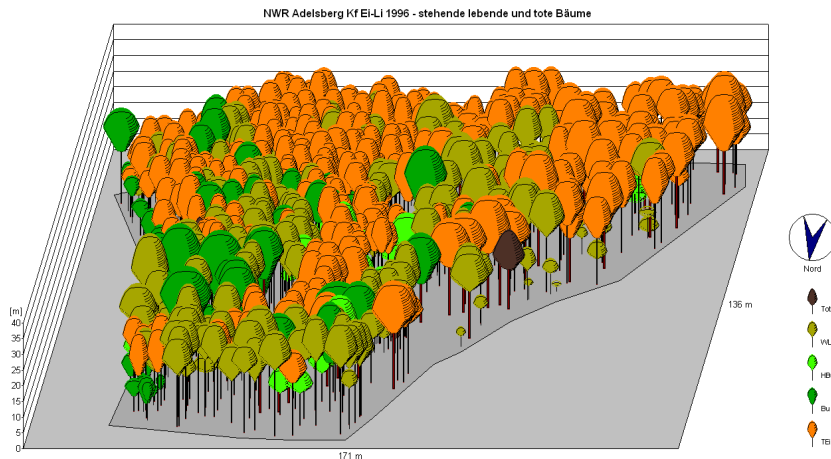


Abb. 4: Bestandesaufriss der Kernfläche am Adelsberg des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt (Tot = toter Baum; WLi = Winterlinde; Hbu = Hainbuche; Bu = Buche; Tei = Traubeneiche)

	1996	2006
<b>Baumbestand - Kernfläche</b>		
<b>Baumzahl (Anzahl/ha)</b>	<b>588</b>	<b>509</b>
<b>Bestandesdichte (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>42,1</b>	<b>42,3</b>
<b>Holzvorrat (m<sup>3</sup>/ha):</b>		
<b>lebend</b>	<b>611</b>	<b>650</b>
<b>Totholz</b>	<b>43</b>	<b>72</b>
<b>Summe</b>	<b>654</b>	<b>722</b>
<b>Baumartenanteile (%)</b>	Eiche 57%	Eiche 54%
	Winterlinde 30%	Winterlinde 30%
	Buche 12%	Buche 14%
	Hainbuche 1%	Hainbuche 2%

Tab. 3: Ergebnisse der Waldstrukturaufnahmen in der Kernfläche am Adelsberg des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt

	1996	2006
<b>Verjüngung - Kernfläche</b>		
<b>Pflanzenzahl (Anzahl/ha)</b>	<b>11.450</b>	<b>22.670</b>

<b>Baumartenanteile (%)</b>	<b>Eiche</b>	<b>55%</b>	<b>Eiche</b>	<b>75%</b>
	<b>Winterlinde</b>	<b>24%</b>	<b>Winterlinde</b>	<b>14%</b>
	<b>Buche</b>	<b>6%</b>	<b>Buche</b>	<b>5%</b>
	<b>Hainbuche</b>	<b>15%</b>	<b>Hainbuche</b>	<b>6%</b>

**Tab. 4: Ergebnisse der Verjüngungsaufnahmen in der Kernfläche am Adelsberg des Naturwaldreservates Adelsberg-Lutzelhardt**

### **4.3.1 Baumbestand**

Auffallend ist eine deutliche Abnahme der Baumzahl um fast ein Sechstel, vor allem durch dichteabhängiges Ausscheiden von Eichen und Linden, vereinzelt auch durch Windwürfe. Andere Bäume, ausschließlich Buchen, sind in diesem Zeitraum in das Waldgefüge neu eingewachsen, weshalb die Differenz der Baumzahl nur 79 Bäume = 13 % beträgt. Die Bestandesdichte hat sich im Zuge dessen kaum verändert. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass dieser Bestand schon seit längerer Zeit unbewirtschafteter ist und seine maximale Bestandesdichte erreicht hat; Lücken sind, bis auf eine bereits seit längerem vorhandene, nicht neu entstanden. Der Holzvorrat stieg insbesondere auch durch das angefallene Totholz von 650 auf über 720 m<sup>3</sup> je Hektar an. Die Baumartenanteile haben sich in diesem Zeitraum kaum verändert, in der Tendenz sind die Eichenanteile leicht rückläufig, Buchen- und Hainbuchenanteile leicht ansteigend.

### **4.3.2 Waldverjüngung**

Die Ergebnisse der 10 Jahre auseinander liegenden Aufnahmen der Verjüngung zeigen aktuell doppelt so hohe Pflanzenzahlen. Beide Hochrechnungen bestehen vorwiegend aus Eichen, mit mittleren Anteilen aus Winterlinden und eher zu bescheidenen Anteilen aus Buchen und Hainbuchen. Eine Interpretation dieser Ergebnisse pro Eichenzukunft ist jedoch nicht angesagt: in beiden Fällen handelt es sich um die Situation eines Eichenmast- bzw. eines Eichenmastfolgejahres. Die Zahl und Zusammensetzung der Verjüngung änderte sich anschließend aus verschiedenen Gründen dramatisch. Sie ist für den Verbleib junger Eichen aber schon auch deshalb ungünstig, weil mit Ausnahme der einen Lücke nicht genügend Licht am Boden ankommt. Hingegen erweist sich die Buche als Schattbaumart erfolgreicher, da sie es schafft, trotz deutlich geringerer Verjüngungsanteile, zumindest mit Einzelexemplaren, in den Hauptbestand einzuwachsen.

Besondere Aufmerksamkeit gebührt der Naturverjüngung und Weiterentwicklung der Winterlinde, da sie hier als autochthone Baumart und daher besonders gut angepasst gilt. Andererseits wurde der Eichen-Linden-Bestand gerade wegen der über längere Zeiträume ausgebliebenen Naturverjüngung vor 30 Jahren gezäunt. Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass Wildverbiss zumindest als ein Faktor dafür anzunehmen ist.

## **4.4 Entwicklungen von Buchenwäldern in verschiedenen Naturwaldreservaten des Pfälzerwaldes**

Im Pfälzerwald sind seit 40 Jahren Naturwaldreservate ausgewiesen und seitdem zum Teil auch tournusmäßig untersucht worden. Wie Bestandsentwicklungen in 170-250jährigen Buchenwäldern ablaufen können, zeigen beispielhaft Aufnahmen von 5

Naturwaldreservaten (NWR) auf sehr armen bis mittleren Sandstandorten, der Palette im Pfälzerwald (Abb. 5):

Nach Aufgabe der Bewirtschaftung ist zunehmender Bestandesschluss (Abb. 5: Grundflächenentwicklung) und Biomasseaufbau zu verzeichnen begleitet von Stammzahlerhöhung (Abb. 5). Stammzahlreduktion geschieht vor allem dichtebedingt in bereits stammzahlreichen Beständen (Abb. 5: Baumzahlentwicklung: NWR Blechkiefer) oder in Folge von Störereignissen wie Windwurf (Abb. 5: Baumzahlentwicklung: NWR Mummelskopf). Buche erweist sich bezüglich aller Parameter als die dominante Baumart (Grundflächenzuwachs, Volumenzuwachs, zunehmender Mischungsanteil, Gewinne bei horizontaler und vertikaler Struktur). Zwei Beispiele verdeutlichen die Anteilsgewinne der Buche, die meist auf Kosten der Eiche und vor allem der Kiefer verlaufen (Abb. 6). Dieser Tendenz wirken nur exogene Störeinflüsse, beispielsweise Windwürfe, entgegen, die je nach Intensität auf Lücken bis Freiflächen Strukturanreicherung (wie Totholz und Kleinstrukturen) sowie Baumartenvielfalt (vor allem an Pionierbaumarten in der Verjüngung) zu Folge haben. Detaillierte Ergebnisse zu diesem Fragenkomplex enthalten die Auswertungen von 20 Buchennaturwaldreservaten in Deutschland, die in gemeinsamer Auswertung ähnliche Entwicklungstendenzen belegen (MEYER et al. 2000).

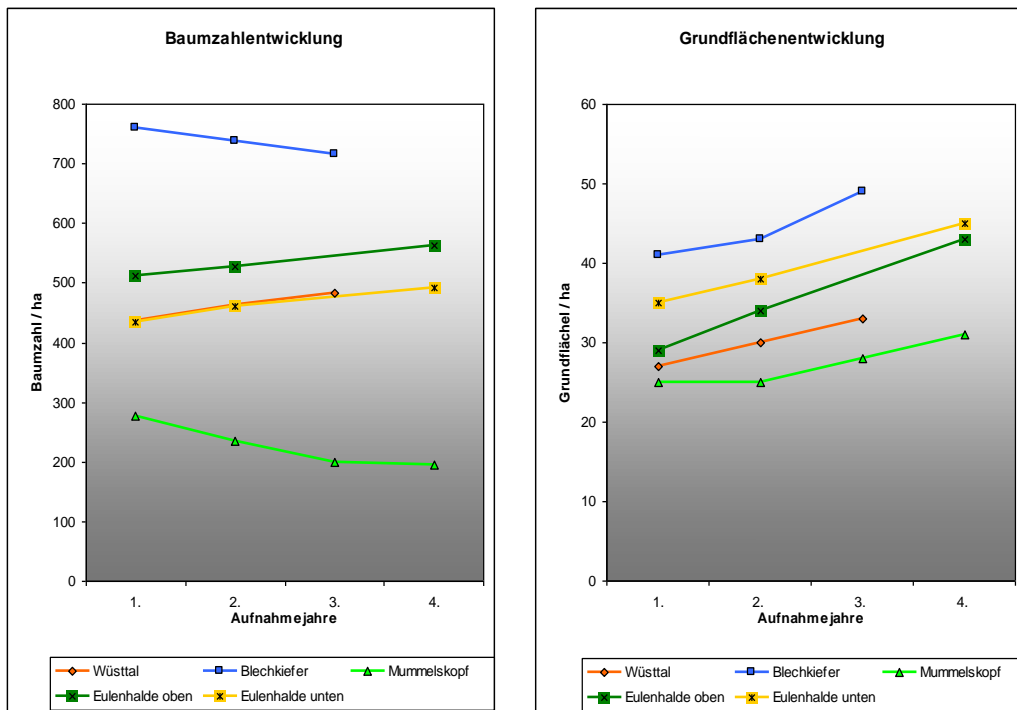
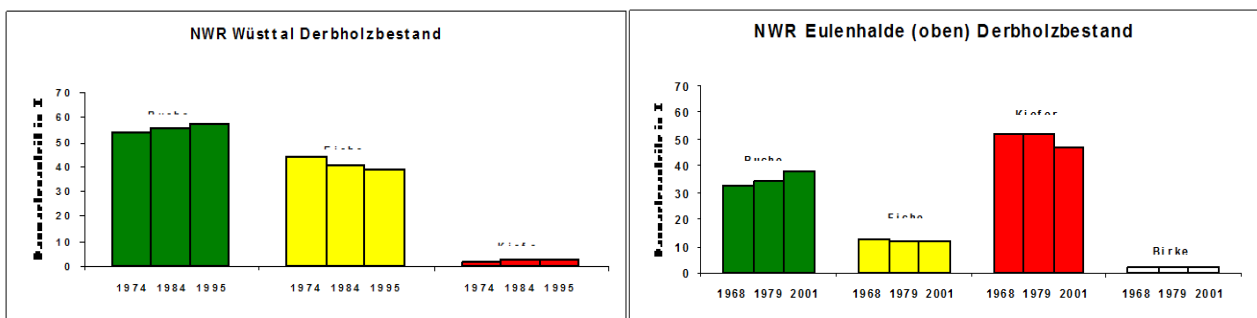
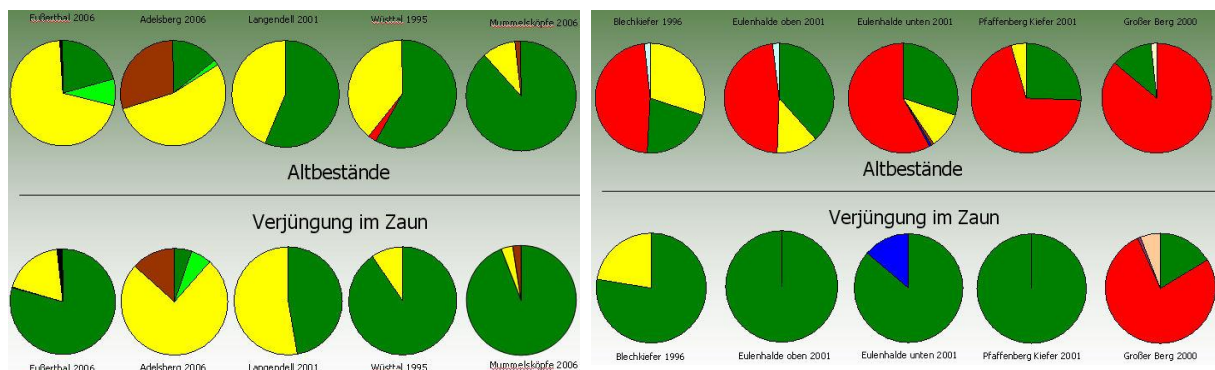


Abb. 5: Baumzahl- und Grundflächenentwicklung in 5 Buchennaturwaldreservaten im Pfälzerwald

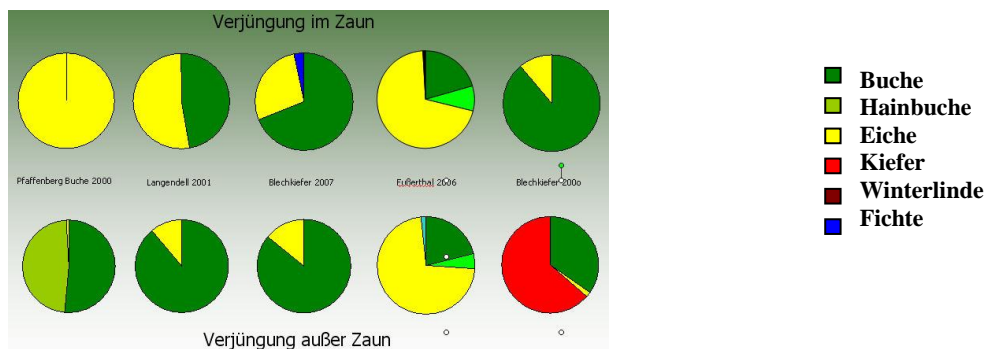


**Abb. 6: Entwicklung der Baumartenanteile in 2 Buchennaturwaldreservaten im Pfälzerwald**

Ein Vergleich der Baumartenzusammensetzung zwischen Altbeständen und dortiger Naturverjüngung unter Zaunschutz in 10 Naturwaldreservaten im Pfälzerwald zeigt folgende Tendenz auf (Abb. 7): Unabhängig davon, ob es sich um von Eichen, Buchen oder Kiefern dominierte Altbestände handelt, in der darunter stehenden Naturverjüngung finden sich mehrheitlich Buchen. Insbesondere die Kiefer kommt kaum mehr in der Verjüngung vor und wenn, dann allenfalls auf Lücken. Auch Eiche hat ohne Licht aber vor allem ohne Zaunschutz weit weniger Überlebenschancen, wie der Vergleich von Flächenaufnahmen innerhalb und außerhalb des Zaunes zeigt (Abb. 8).



**Abb. 7: Baumartenanteile von Altbeständen und darunter stehenden Naturverjüngungen in 10 Naturwaldreservaten im Pfälzerwald**



**Abb. 8: Baumartenanteile von Naturverjüngungen innerhalb und außerhalb des Zaunes jeweils derselben Fläche in 5 Naturwaldreservaten im Pfälzerwald**

## 5. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die aktuell ermittelten Bestandesstrukturen im Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt sind das Ergebnis verschiedener Einflüsse und Einwirkungen wie

Wachstums- und Absterbeprozesse, Windwurf, Schneebruch oder Insektenfraß aber auch früherer Waldbewirtschaftungen:

- Prägend erweisen sich vor allem die früheren Waldbewirtschaftungen. Sie hatten im Zuge der Holznutzung und Waldpflege zum Ziel, insbesondere Eichen und Kiefern in der Oberschicht zu fördern, die heute noch im Naturwaldreservat die Hauptanteile besitzen. Diese Baumarten hätten in den natürlichen Buchenwäldern des Pfälzerwaldes ansonsten nur eine geringe Verbreitung. Es ist heute noch deutlich sichtbar, dass in Frankreich und Deutschland früher verschiedene Wirtschaftsziele verfolgt wurden: während im französischen Teil vorwiegend auf Kiefer gewirtschaftet wurde, war es im deutschen Teil die Eiche. Daneben gab es auch Unterschiede in der Intensität der Holznutzungen und im Ausmaß von Schadereignissen wie Windwürfen, weshalb auf französischer Seite aktuell die Bestände baumzahl- und biomasseärmer sowie lichter sind.

- Buche setzt sich unter derzeitigen Verhältnissen gegen andere Baumarten sehr gut durch. Obwohl in der Vergangenheit häufig zurückgedrängt, profitiert sie am meisten von der Aufgabe der Bewirtschaftung mit wachsenden Anteilen im Hauptbestand und hoher Präsenz und Dominanz in der Naturverjüngung. Sie beweist damit ihre Potenz, den natürlichen Lebensraum (wieder) besiedeln zu können und künftig wieder stärker beteiligt zu sein. Das belegen auch die meisten Zeitreihenuntersuchungen von Kernflächen verschiedener Buchennaturwaldreservate im Pfälzerwald, wobei diese Entwicklungen vor allem auf Kosten der Kiefer und auch der Eiche ablaufen.

- Diese Aussage unterstützen auch die Aufnahmen der Naturverjüngung im Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt, die sich aktuell vorwiegend aus Buchen zusammensetzt. Andere Baumarten erhalten sich derzeit vor allem dort, wo sie in der Verjüngung dominieren, vorausgesetzt, sie sind ausreichend Schatten tolerant (Spätblühende Traubenkirsche) oder erhalten durch Verlichtung oder Lückenbildung entsprechende Unterstützung.

Nach bisherigen Untersuchungen von Naturwaldreservaten auch anderer Bundesländer hat in fast allen Flächen nach Aufgabe der Nutzung der Buchenanteil auf Kosten anderer Baumarten zugenommen, auf den meisten Standorten ist Buche als die konkurrenzkräftigste Baumart einzuschätzen. Sie steigert meist als einzige Baumart ihre Anteile und ihr Anteil am lebenden Bestand ist durchweg deutlich höher als am Totholz (MEYER 2008, STRAUßBERGER 2003). Schon rein äußerlich stehen unbewirtschaftete Buchenwälder im Kontrast zum umgebenden Wirtschaftswald: Auffallend ist der dichte Kronenschluss, unterbrochen von meist nur wenigen scharf abgegrenzten Lücken und Löchern. Diese haben Größen von meist nur 1 bis 3 Bäumen und schließen sich wieder rasch (MEYER 2008).

Sind oder werden natürliche bzw. unbewirtschaftete Buchenwälder also dicht, dunkel, feucht, einschichtig bzw. gering strukturiert und artenarm?

Als Schlüsselfaktoren zur Einschätzung von Waldentwicklungen, Waldverjüngung, biologischer Vielfalt oder gar Überlebenschancen in und von Buchenwäldern werden derzeit vor allem Fragen des Standorts, der Lückendynamik, des Alterns und des Klimawandels diskutiert:

Die Baumartenvielfalt steigt mit zunehmender Nährstoffausstattung. Das zeigt sich auch in der Zusammensetzung der Verjüngung, die auf den reichen Standorten eine Reihe verschiedener Baumarten unter anderem auch Edellaubhölzer enthält, die in rascher Reaktion auf eine Lückenbildung sich trupp- bis gruppenweise verjüngen (STRAUßBERGER 2003) bzw. aus einem ständigen Vorrat an jungen Bäumchen in die Lücke einwachsen (MEYER 2008). Auf mittleren bis armen Standorten ist die Verjüngung nicht nur deutlich artenärmer, sie setzt oft erst in erheblicher Zeitverzögerung nach Lückenbildung ein (MEYER 2008).

Lücken (-verteilung, -größe und -dynamik) sind Schlüsselfaktor für die Verjüngung, die Strukturentwicklung, die Totholzbildung und den Stoffhaushalt von Buchenwäldern (MEYER et al. 2003, MEYER und ACKERMANN 2004, DRÖBLER und MEYER 2006). Ergebnisse zur Lückendynamik nordwestdeutscher Buchen-Naturwaldreservate zeigen, dass sich Kronendachlücken in unterschiedlicher Weise weiterentwickeln, meist schließt sich der größte Teil rasch durch radiale Kronenausdehnung. Der zunehmende Dichtschluss dämpft das Wachstum oft üppig entwickelter Naturverjüngungen und nur wenige Buchen wachsen in das obere Kronendach ein (MEYER und ACKERMANN 2004). Im Gegensatz zu osteuropäischen Buchenurwäldern ist die natürliche Lückenbildungsrate aber so gering und der Lückenschluss so schnell, dass sich nur wenig Naturverjüngung dauerhaft entwickeln kann und sich wieder einschichtige Bestände ausbilden (MEYER et al. 2003, MEYER und ACKERMANN 2004). Die Erklärung liegt darin, dass Buchenurwälder auf kleiner Fläche alle Entwicklungsphasen aufweisen mit einem überwiegenden Flächenanteil an der Terminal- und Zerfallsphase (> 50%). Die Tendenz zur strukturellen Homogenisierung ist eher für die früheren bis mittleren Entwicklungsphasen typisch, in denen sich fast alle unseren mitteleuropäischen Buchenwälder, ob Wirtschaftswälder oder Naturwaldreservate, im Maximalalter bisher befinden (MEYER et al. 2003, MEYER und ACKERMANN 2004, DRÖBLER und MEYER 2006), die beiden letzten Phasen fehlen.

Altern bzw. Alterungsprozesse sind ein weiterer Schlüsselfaktor für die Entwicklung von Buchenwäldern und ihrer biologischen Vielfalt. Gemeint sind verschiedene Dimensionen des Alterns: Alter des Waldstandortes, Bestandes- und Baumalter, Auftreten von späten Waldentwicklungsphasen oder auch die Dauer der Bewirtschaftungsruhe (FLADE et al. 2007). Während Strukturvielfalt wesentlich durch Häufigkeit und Größe von natürlichen und anthropogenen Störungen bestimmt wird (BÖNSEL und MATTHES 2007), wird eine hohe Artenvielfalt der Buchenwälder vor allem durch Altbäume und Totholz gesteuert (MEYER und SCHMIDT 2008). Typische und spezialisierte Buchenwaldarten sind von Alterungsmerkmalen wie große Mengen und vielfältige Erscheinungsformen des Totholzes, raue Rindenoberflächen, Entwicklung von Sonderstrukturen/Mikrohabitaten an Bäumen abhängig, die in Wirtschaftswäldern bisher weitgehend fehlen (FLADE et al. 2007). Buchen können Alter von 300 bis 500 Jahren erreichen, 45 m hoch werden und fast 2 m Stammdurchmesser erreichen. Mit Werten zwischen 10 % und 20 % der Arten des regionalen Artenpools sind Buchenwälder für den Erhalt dieses Faunenteils in Mitteleuropa von herausragender Bedeutung (ASSMANN et al. 2007). Nach Untersuchungen aus 17 Jahren zoologischer Forschung in hessischen Naturwaldreservaten leben in mitteleuropäischen Buchenwäldern etwa 5.100 bis 6.200

Tierarten, was mehr als viermal so hoch ist, als bislang vermutet wurde (DOROW et al. 2007). Der Mythos von Artenarmut ist .

Die Rotbuche ist in weiten Teilen Mitteleuropas die mit großem Abstand wichtigste Baumart der natürlichen Waldgesellschaften (ELLENBERG 1996). Sie besitzt eine enorm hohe ökologische Amplitude und ist gegenüber anderen Baumarten besonders konkurrenzstark (KÖLLING et al. 2005). Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand bleibt die Rotbuche auch bei Berücksichtigung der prognostizierten Klimaänderung in unserer Region die bedeutsamste Laubbaumart (MANTHEY et al. 2007, BLOCK 2007/2008).

### **Ausblick:**

Die Ausgangssituation, die wir nach Aufgabe der Bewirtschaftung im Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt als einem mittleren Buchenwaldstandort angetroffen haben, ist durchaus sehr vielfältig, wenngleich wichtige Entwicklungsphasen eines Buchenurwaldes, die Terminal- und Zerfallsphase, bisher fehlen. Hier wird das natürliche Altern im Laufe der Zeit für Lösung sorgen.

Sollten die Einschätzungen bezüglich der Zukunft von Buche beim Klimawandel zutreffen, so wird sie die derzeitigen Entwicklungen in Richtung zunehmende Dominanz fortsetzen und es werden vermehrt von Buche stärker/stark geprägte Waldgesellschaften entstehen.

Daneben werden das Störungsregime, vor allem die Bildung von Lücken und Freiflächen, „Jahrhundertereignisse“ und auch das Wild darüber (mit)entscheiden wie arten- und struktureich die Buchenwälder hier werden. Die im Zuge dessen zunehmenden Alt- und Totholz mengen werden in jedem Fall zur Erhöhung an Vielfalt von Strukturen, Habitaten und spezialisierten Arten führen.

Das Naturwaldreservat und seine Erforschung leisten beide einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung mitteleuropäischer Buchenwälder.

### **Literatur:**

ASSMANN, T., DREES, C., SCHRÖDER, E. und SSYMANK, A. ( 2007): Mythos Artenarmut – Biodiversität von Buchenwäldern. Natur und Landschaft 82, Heft 9/10, S. 401 - 406.

AUFNAHMEANWEISUNG (2004-2006 a): Aufnahmeanweisung für die Aufnahme der Stichprobenkreise im grenzüberschreitenden Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt. 10 Seiten (deutsche Version).

AUFNAHMEANWEISUNG (2004-2006 b): Aufnahme und Vermessungsanweisung für die Aufnahme der Kernflächen im grenzüberschreitenden Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt. 36 Seiten (deutsche Version).

BALCAR, P. (2002): Forschung im grenzüberschreitenden Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt. Wissenschaftliches Jahrbuch des grenzüberschreitenden Biosphärenreservates Pfälzerwald-Vosges du Nord (10), S. 67 - 75.

BALCAR, P. (2004): Erkenntnisse aus der naturnahen Forschung für den naturnahen Waldbau. AFZ/Der Wald 59 (18), S. 983 - 985.

BALCAR, P. und ROSEN S. (2006/2007): Forschung im grenzüberschreitenden Naturwaldreservat Adelsberg-Lutzelhardt im Rahmen eines INTERREG IIIa-Projektes. Wissenschaftliches Jahrbuch des grenzüberschreitenden Biosphärenreservates Pfälzerwald-Vosges du Nord (13), S. 21 - 40.

BLOCK, J. (2007/2008): Buche – „Mutter des Waldes“ oder Problembaumart? Wissenschaftliches Jahrbuch des grenzüberschreitenden Biosphärenreservates Pfälzerwald-Vosges du Nord (14), S. 61-79.

BÖNSEL, A. und MATTHES, J. (2007): Prozessschutz und Störungsbiologie – Naturschutzthesen seit dem ökologischen Paradigmenwechsel vom Gleichgewicht zum Ungleichgewicht der Natur. Natur und Landschaft, 82, S. 323 – 327.

DOROW, W. H. O., KOPELKE, J.-P. und FLECHTNER, G. (2007): Wichtigste Ergebnisse aus 17 Jahre zoologischer Forschung in hessischen Naturwaldreservaten. Forstarchiv 78, Heft 6, S. 215 – 222.

DRÖBLER, L. und MEYER, P. (2006): Waldentwicklungsphasen in zwei Buchen-Urwaldreservaten in der Slowakei. Forstarchiv 77, S. 155 - 161.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart.

FLADE, M., WINTER, S., SCHUMACHER, H. und MÖLLER, G. (2007): Biologische Vielfalt und Alter von Tiefland-Buchenwäldern. Natur und Landschaft 82, Heft 9/10, S. 410 – 415.

EUROPEAN COMMISSION (2000): Cost action E4, Forest reserve research Network. Luxembourg. 377 Seiten.

KORPEL, S. (1992): Ergebnisse der Urwaldforschung für die Waldwirtschaft im Buchen-Ökosystem. AFZ 21, S. 1148 - 1152.

KÖLLING, CH.; WALENTOWSKI, H.; BORCHERT, H. (2005): Die Buche in Mitteleuropa - Eine Waldbaumart mit grandioser Vergangenheit und sicherer Zukunft. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 60, Heft 13, S. 696 - 701.

LEIBUNDGUT, H. (1993): Europäische Wälder. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart.



MANTHEY, M; LEUSCHNER, Ch.; HÄRDTLE, W. (2007): Buchenwälder und Klimawandel. Natur und Landschaft, 82, Heft9/10, S. 441 – 445.

MEYER, P., SCHULTE, U., BALCAR, P., KÖLBEL, M. (2000): Entwicklung der Baumarten- und Strukturdiversität in Buchennaturwaldreservaten. Beispiele aus Niedersachsen, Nordrheinwestfalen, Rheinland-Pfalz und Bayern. NUA-Seminarbericht, Band 4: Buchen-Naturwaldreservate – unsere Urwälder von morgen, S. 361.

MEYER, P., TABAKU, V. und v. LÜPKE, B. (2003): Die Struktur albanischer Rotbuchen-Urwälder – Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft. Forstwissenschaftliches Centralblatt 122. S. 47 - 58.

MEYER, P. und ACKERMANN, J. (2004): Lückendynamik in Buchen-Naturwäldern Nordwestdeutschlands. LWF Wissen 46, Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. S. 10 - 14.

MEYER, P. (2008): Naturwaldforschung in Nordwestdeutschland. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt zieht nach vier Jahrzehnten waldökologischer Forschung positive Zwischenbilanz. LWF aktuell 63, S. 37 - 39.

MEYER, P. und SCHMIDT, M. (2008): Aspekte der Biodiversität von Buchenwäldern – Konsequenzen für eine naturnahe Bewirtschaftung. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 3, S. 159 – 192.

STRAUßBERGER, R. (2003): Buchen-Naturwaldreservate – Perlen im Oberpfälzer Wald. LWF Wissen 43, Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. S. 47 - 78.