



Fischer (Hrsg.)

# Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf



WILEY-  
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Fischer (Hrsg.)

Die Entwicklung von Wald-Biozönosen  
nach Sturmwurf

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Fischer (Hrsg.)

# Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf



WILEY-  
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

Herausgeber: Anton Fischer

Endredaktion: Florian Deisenhofer

Titelbild: Sturmwurffläche bei Langenau (nicht geräumt), Sommer 1991

Foto: H. Bellmann

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 1999 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

**ISBN** 978-3-527-32177-3

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Abiotische Rahmenbedingungen</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Lage und Rechtsstatus der Sturmwurfllächen</b> .....	<b>7</b>
2.1.1 Lage der Sturmwurfllächen, regionale und klimatische Einordnung .....	7
2.1.2 Geomorphologie und Geologie .....	9
2.1.3 Zur langfristigen rechtlichen Sicherung der un gelenkten Sukzession von Sturmwurfllächen in Baden-Württemberg .....	11
Zusammenfassung .....	12
<b>2.2 Geoökologische Parameter</b> .....	<b>13</b>
2.2.1 Vorbemerkung .....	13
2.2.2 Untersuchungsfläche Bad Waldsee .....	13
2.2.3 Untersuchungsfläche Langenau .....	18
2.2.4 Untersuchungsfläche Bebenhausen .....	22
2.2.5 Oberflächennaher Untergrund, Böden und Wasserhaushalt .....	22
2.2.6 Veränderungen einiger geoökologischer Parameter im Zeitraum 1992 bis 1996 .....	28
2.2.7 Fazit und Ausblick .....	33
Zusammenfassung .....	33
<b>2.3 Standortkundliche Untersuchungen</b> .....	<b>35</b>
2.3.1 Einleitung .....	35
2.3.2 Methoden .....	35
2.3.3 Ergebnisse .....	36
Zusammenfassung .....	46
<b>2.4 Waldgeschichtliche Untersuchungen</b> .....	<b>47</b>
2.4.1 Einleitung .....	47
2.4.2 Waldnutzungen .....	47
2.4.3 Waldgeschichte der Untersuchungsfläche Bad Waldsee .....	53
2.4.4 Waldgeschichte der Untersuchungsfläche Langenau .....	57
2.4.5 Waldgeschichte der Untersuchungsfläche Bebenhausen .....	60
Zusammenfassung .....	63
<b>2.5 Totholz als ökosystemare Eingangsgröße</b> .....	<b>64</b>
2.5.1 Einleitung .....	64
2.5.2 Photogrammetrische Grundlagen .....	65
2.5.3 Material und Methode .....	65
2.5.4 Ergebnisse .....	67
2.5.5 Ausblick .....	72
Zusammenfassung .....	73
<b>3 Vegetation</b> .....	<b>75</b>
<b>3.1 Flächige Dokumentation der Struktur, Bodenvegetation und Verjüngung der Sturmwurfllächen</b> .....	<b>75</b>
3.1.1 Einführung .....	75
3.1.2 Methoden .....	75
3.1.3 Ergebnisse .....	76
3.1.4 Diskussion .....	83
Zusammenfassung .....	85

<b>3.2 Das Mykorrhizapotalential auf Sturmwurfllächen und seine Bedeutung für die Bestandessregeneration .....</b>	<b>94</b>
3.2.1 Einleitung .....	94
3.2.2 Material und Methoden .....	96
3.2.3 Ergebnisse .....	99
3.2.4 Diskussion .....	108
3.2.5 Schlußfolgerung .....	111
Zusammenfassung .....	112
<b>3.3 Das Mikroklima und seine Auswirkung auf den Wasserhaushalt von Test-Pflanzen (<i>Prunus avium</i>) .....</b>	<b>113</b>
3.3.1 Einführung .....	113
3.3.2 Methoden .....	114
3.3.3 Ergebnisse .....	116
3.3.4 Diskussion .....	125
Zusammenfassung .....	128
<b>3.4 Populationsbiologische Studien auf Sturmwurf- und Kahlschlagflächen .....</b>	<b>130</b>
3.4.1 Einführung .....	130
3.4.2 Syndynamisch wesentliche Prozesse auf Freiflächen im Walde - ein Überblick .....	131
3.4.3 Quantitative Fallbeispiele .....	133
Zusammenfassung .....	145
<b>3.5 Entwicklung der Vegetation im überregionalen Vergleich .....</b>	<b>146</b>
3.5.1 Einführung .....	146
3.5.2 Standort und Vegetation .....	147
3.5.3 Baumartenverjüngung im standörtlichen Vergleich .....	155
3.5.4 Pflanzensoziologische Zuordnung .....	158
Zusammenfassung .....	168
<b>3.6 Vegetationsdifferenzierung und Baumartenverjüngung von Sturmwurfllächen auf Kalkverwitterungslehmen der Schwäbischen Alb .....</b>	<b>169</b>
3.6.1 Einleitung .....	169
3.6.2 Die Untersuchungsgebiete auf der Schwäbischen Alb .....	170
3.6.3 Methodik .....	171
3.6.4 Ergebnisse .....	175
3.6.5 Waldentwicklung der Sturmwurfllächen .....	185
3.6.6 Forstwirtschaftliche Konsequenzen .....	186
Zusammenfassung .....	187
<b>3.7 Wiederbewaldung von Fichten-Sturmwurfllächen auf vernässenden Standorten mit Hilfe von Pioniergehölzen .....</b>	<b>188</b>
3.7.1 Problemstellung und Zielsetzung .....	188
3.7.2 Versuchsflächen und Untersuchungsschwerpunkte .....	190
3.7.3 Ergebnisse .....	191
3.7.4 Schlußfolgerungen .....	208
Zusammenfassung .....	210
<b>4 Pilze als Destruenten .....</b>	<b>213</b>
<b>4.1 Pilze im Totholz .....</b>	<b>214</b>
4.1.1 Einleitung .....	214
4.1.2 Pilze lebender Fichten .....	214
4.1.3 Pilze von Fichtentotholzstämmen .....	216
Zusammenfassung .....	226
<b>4.2 Streuzersetzende Pilze auf Sturmwurfllächen .....</b>	<b>227</b>
4.2.1 Einführung .....	227
4.2.2 Methoden .....	227
4.2.3 Ergebnisse und Diskussion .....	228
4.2.4 Schlußfolgerungen .....	236
Zusammenfassung .....	237

<b>5 Die Sukzession von Tiergesellschaften auf Fichten-Sturmwurfflächen .....</b>	<b>239</b>
<b>5.1 Vorbemerkungen .....</b>	<b>239</b>
<b>5.2 Mesofauna des Bodens .....</b>	<b>241</b>
5.2.1 Protura (Beintastler) .....	241
5.2.2 Collembola (Springschwänze) .....	244
5.2.3 Pauropoda (Wenigfüßer) und Symphyla (Zwergfüßer) .....	246
Zusammenfassung .....	248
<b>5.3 Makrofauna - Saprophage der Streu und der Bodenoberfläche .....</b>	<b>249</b>
5.3.1 Gastropoda (Schnecken) .....	249
5.3.2 Diplopoda (Doppelfüßer) .....	253
5.3.3 Isopoda (Asselein) .....	256
Zusammenfassung .....	258
<b>5.4 Makrofauna - Zoophage der Streu und der Bodenoberfläche .....</b>	<b>259</b>
5.4.1 Carabidae (Laufkäfer) .....	259
5.4.2 Staphylinidae (Kurzflügelkäfer) .....	269
5.4.3 Araneae (Spinnen) .....	271
5.4.4 Chilopoda (Hundertfüßer) .....	275
Zusammenfassung .....	278
<b>5.5 Arthropoden der Kraut- und Strauchschicht .....</b>	<b>280</b>
<b>5.6 Xylobionte Arthropoden .....</b>	<b>282</b>
5.6.1 Einleitung .....	282
5.6.2 Versuchsflächen und Arbeitsmethoden .....	283
5.6.3 Ergebnisse .....	283
Zusammenfassung .....	291
<b>5.7 Die Bedeutung der Sturmwurfflächen als „Borkenkäferquellen“ für umliegende   Wirtschaftswälder .....</b>	<b>292</b>
5.7.1 Problemstellung .....	292
5.7.2 Versuchsflächen und Arbeitsmethoden .....	292
5.7.3 Ergebnisse .....	294
5.7.4 Diskussion .....	310
Zusammenfassung .....	314
<b>5.8 Borkenkäfer und Borkenkäferfeinde .....</b>	<b>315</b>
5.8.1 Einleitung .....	315
5.8.2 Versuchsflächen und Arbeitsmethoden .....	316
5.8.3 Ergebnisse .....	316
5.8.4 Diskussion .....	318
Zusammenfassung .....	320
<b>5.9 Vögel .....</b>	<b>321</b>
5.9.1 Einleitung .....	321
5.9.2 Versuchsflächen und Arbeitsmethoden .....	321
5.9.3 Ergebnisse .....	322
5.9.4 Diskussion .....	324
Zusammenfassung .....	328
<b>5.10 Kleinsäuger .....</b>	<b>330</b>
5.10.1 Einleitung .....	330
5.10.2 Versuchsflächen und Arbeitsmethoden .....	330
5.10.3 Ergebnisse .....	331
5.10.4 Diskussion .....	332
Zusammenfassung .....	334
<b>5.11 Anhang .....</b>	<b>335</b>

<b>6 Die Sturmwurf-Biozönosen in der Startphase der Bestandesentwicklung .....</b>	<b>357</b>
<b>6.1 Biozöologische Verknüpfungen .....</b>	<b>358</b>
<b>6.2 Vergleich der Entwicklung auf geräumten bzw. belassenen Sturmwurfflächen .....</b>	<b>361</b>
<b>6.3 Gehölzentwicklung .....</b>	<b>365</b>
<b>6.4 Sturmholz - Gefahr oder Nutzen für den Wirtschaftswald? .....</b>	<b>368</b>
<b>6.5 Konsequenzen für Waldbau, forstliche Landnutzung und Naturschutz .....</b>	<b>370</b>
<b>Abstracts .....</b>	<b>375</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>390</b>
<b>Autoren .....</b>	<b>408</b>
<b>Anhang: Farbtafeln .....</b>	<b>411</b>

# Vorwort

Die Stürme, die Ende Februar 1990 über Mitteleuropa hinwegrasten, haben nicht nur "über Nacht" enorme Holzmengen zu Boden geworfen und große unmittelbare Schäden an Infrastruktur (z.B. Straßen, Stromleitungen, Fahrzeugen) und Immobilien verursacht, sondern sie haben insbesondere die Holzproduktion massiv gestört: Auf Jahre hinaus waren die Forstbetriebe vornehmlich mit dem Beseitigen des geworfenen Holzes, mit Aufräumarbeiten und vorbeugenden Pflegemaßnahmen befaßt, und das bei einem zeitweilig zusammengebrochenen Holzmarkt.

Auch die Wissenschaftler sahen sich unvermittelt einer neuen Situation gegenüber: Mit den Sturmwurfflächen waren Studienobjekte entstanden, wie sie in dieser Größe und flächigen Verteilung in den letzten Jahrzehnten in Mitteleuropa nicht vorgekommen und damit auch nicht untersucht worden waren, was wissenschaftliche Forschungsprojekte geradezu herausforderte. Aber während die Wissenschaftler Forschungsprogramme entwarfen und Anträge auf Mittelzuwendung stellten wurden die zukünftigen Studienobjekte, die Sturmwurfflächen, zügig geräumt und wieder in Bestockung gebracht. Zeit, einen weitblickenden, fachübergreifenden Forschungsplan zu entwickeln, ein optimales Flächendesign festzusetzen und dann die notwendigen Finanzmittel zu beantragen blieb kaum. So auch in Baden-Württemberg. Mehrere Arbeitsgruppen setzten, teilweise in Absprache miteinander, teilweise aber auch mehr oder weniger unabhängig voneinander, mit Forschungsarbeiten ein. Schritt für Schritt - unter der Förderung des „Projektes Angewandte Ökologie“ (PAÖ) - ließen sich im Laufe der Zeit die notwendigen Abstimmungen optimieren. Die Einzelprojekte wurden, soweit möglich, auf drei Sturmwurfbereiche in Baden-Württemberg konzentriert, offensichtliche Fehlbereiche teilweise gezielt gefüllt; zur vertieften Abstimmung der Einzelprojekte wurde 1995 ein Koordinator bestimmt.

Im Sturmwurfflächenprogramm Baden-Württembergs haben Wissenschaftler der verschiedenen Disziplinen (z.B. Botaniker, Zoologen, Mykologen, Forstwissenschaftler, Bodenkundler, Geographen) zu einer mitteleuropaweit brennenden Problemstellung eng zusammengearbeitet. Da das auslösende Ereignis so unvorbereitet eintrat und die biozöologische Entwicklung sofort einsetzte mußten Projektentwicklung und Erhebungsbeginn zunächst parallel stattfinden. Trotz dieser Einschränkungen zeigt der vorliegende Band, daß die Entwicklung der Biozönosen auf Sturmwurfflächen während der ersten Jahre nach dem Sturmereignis von den betreffenden Wissenschaftlern facettenreich analysiert wurde, und daß wichtige Ergebnisse nicht nur für die Ökosystemforschung sondern gerade auch für die forstliche Landnutzung erarbeitet worden sind.

Mittlerweile sind die Sturmwurfflächen europaweit geräumt und längst wieder in Bestockung gebracht, auch der Holzmarkt hat sich weitgehend erholt. Das „Problem Sturmwurf“ scheint sich erledigt zu haben. In der öffentlichen Diskussion spielt das Thema keine Rolle mehr. Mittel

## Fischer

für eine gezielte experimentelle Forschung zu dieser Thematik sind kaum noch zu bekommen. Hier scheint mir ein eklatanter forschungspolitischer Fehler gemacht zu werden: Die Sturmwurfproblematik hat sich eben *nicht* erübrigt! Auch zukünftig wird es Stürme geben, die zu hohen forstwirtschaftlichen und damit gesellschaftlichen Kosten führen werden; den derzeitigen Vorstellungen über Veränderungen des Klimas entsprechend werden sie sogar häufiger und heftiger auftreten als bisher. Aber statt den durch die Stürme von 1990 offensichtlich gewordenen Mangel an Vorstellungen, wie unter landeskulturellen und forstökologischen Gesichtspunkten mit derartigen Sturmwurfflächen zu verfahren ist, durch gezielte intensive wissenschaftliche Arbeit zu beseitigen wird das Problem *ad acta* gelegt. Benötigt wird eine *langfristige* Analyse der Entwicklungsprozesse in Sturmwurf-Ökosystemen, benötigt wird ein Forschungsprogramm, welches in Form gezielt im Gelände angelegter Experimente (definierter Ausgangszustand, definierte Eingriffe, genügende Zahl von Wiederholungen usw.) einzelne Prozesse simuliert und analysiert, die bei Sturmwürfen und entsprechenden Naturereignissen großflächig ablaufen. Ausgezeichnete Kenntnisse der Prozesse, die einen natürlichen Wald charakterisieren, der daran beteiligten Arten und deren ökologischen Potentials ist Voraussetzung für einen naturnahen Waldbau und eine nachhaltige Landnutzung, gerade in Zeiten sich global ändernder ökologischer Rahmenbedingungen. Insofern markiert das vorliegende Buch den Beginn und nicht den Abschluß einer Forschungsaufgabe.

Acht Jahre nach den Sturmereignissen vom Februar 1990 soll das in der Anfangsphase der Bestandesentwicklung erarbeitete Wissen der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt werden. Gleichzeitig soll belegt werden, daß von den beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern forstökologisch und landeskulturell zur Sturmwurfproblematik praxisrelevante Arbeit geleistet worden ist. Gewisse thematische Lücken, eine stellenweise eingeschränkte Flächenrepräsentanz, ein z.T. stichprobenartiger Charakter und damit in einigen Fällen noch nicht ganz widerspruchsfreie Resultate der einzelnen Arbeitsgruppen ergaben sich aus den eingangs dargestellten schwierigen Startbedingungen dieser Forschung und der äußerst komplexen Materie; sie sollen keinesfalls verheimlicht werden. Die Wissenschaftler, die das vorliegende Buch zusammengestellt haben, wünschen sich, daß ihre Ergebnisse und Schlußfolgerungen bei den Fachkollegen, besonders aber bei den Praktikern in Landschaftsplanung und Forstwirtschaft sowie bei Politikern auf Interesse stoßen. Es bedarf eines Diskussionsprozesses zur Frage: Wie will, wie kann bzw. wie soll die Gesellschaft mit großflächigen Störstellen in unserer vielfältig genutzten Kulturlandschaft umgehen? Beim nächsten Sturmereignis sollten wir besser als 1990 wissen, wie, wo, in welchem Maß und mit welchen Methoden unter Gesichtspunkten wie Holzproduktion, Biodiversität, Nachhaltigkeit und Landschaftshaushalt mit derartigen Sturmwurfflächen zu verfahren ist. Das vorliegende Buch kann dazu - „nur“ oder „immerhin“ - einen ersten Beitrag leisten.

Zum Aufbau des Buches: Ihm liegt das Ziel zu Grunde, die im Rahmen des PAÖ seit 1991 durchgeführten Einzelstudien an Sturmwurf-Ökosystemen *zusammenzuführen*. Es handelt sich deshalb absichtlich nicht um eine Sammlung von Einzelbeiträgen sondern um ein durchgehend konzipiertes Gesamtwerk. In Kapitel 2 wird der abiotische Rahmen der untersuchten Sturmwurfflächen skizziert, wobei besonders auf die drei Hauptuntersuchungsgebiete bei Bebenhausen, Langenau und Bad Waldsee eingegangen wird. In den Kapiteln 3 bis 5 werden die biozönologischen Hauptgruppen, die Produzenten, die Destruenten und die Konsumenten behandelt. In Kapitel 6 wird eine inhaltliche Verknüpfung der Einzelergebnisse versucht und werden Schlußfolgerungen hinsichtlich der landeskulturellen Bedeutung von Sturmwurfflächen gezogen. Jedes Teilkapitel schließt mit einer Zusammenfassung ab. Eine englischsprachige Gesamtübersicht steht am Schluß des Buches.

Die Projektteilnehmer haben einer Vielzahl von Behörden und Einzelpersonen zu danken, die entscheidend zum Erfolg der PAÖ-Sturmwurforschung beigetragen haben. Die Initiative zu einer interdisziplinären Forschung ging von der Forstdirektion Tübingen aus (Ltd. FD S. Palmer, FOR W. Jäger). Die Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe übernahm die organisatorische Betreuung im Rahmen des Projektes Angewandte Ökologie. Die Finanzierung erfolgte durch das Umweltministerium Baden-Württemberg (später Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg) sowie über das Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg. Die Universitäten Tübingen, Freiburg und Ulm steuerten Personal-, Sach- und Finanzmittel bei. Forstamtsleiter und Revierleiter der drei Schwerpunkt-Forschungsgebiete Bebenhausen, Langenau und Bad Waldsee standen mit Rat und Tat zur Seite, desgleichen Forstleute der Forstämter Bad Rippoldsau, Breisach, Comburg, Ellwangen, Emmendingen, Enzklösterle, Kenzingen, Rosenberg, Tuttlingen und Villingen sowie der Forstämter Entenpfuhl und Kirchberg in Rheinland-Pfalz und der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz in Trippstadt. Der ecomed-Verlag nahm die Studie gerne und hilfsbereit in die Reihe „Umweltforschung in Baden-Württemberg“ auf. Zahlreiche Wissenschaftler und technische Mitarbeiter waren in den einzelnen Arbeitsgruppen mit Bestimmungen von Pflanzen und Tieren, Freilandmessungen, chemischen Analysen sowie Auswertungs- und Schreibebeiten befaßt. Auf Namensnennung wird im einzelnen verzichtet, um bei der Vielzahl der Personen, die dankenswerterweise im Projekt mitarbeiteten, nicht einzelne zu übersehen. - Wir danken allen am Forschungsverbund „Sturmwurfflächen in Baden-Württemberg“ Beteiligten für die engagierte, oft uneigennützigte Mitarbeit und Unterstützung!

A. Fischer

Koordinator und Herausgeber

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

# 1 Einführung

von A. Fischer

Die Wälder Mitteleuropas werden seit mehr als zwei Jahrtausenden intensiv genutzt. Spätestens im Mittelalter ging diese "Nutzung" großflächig in eine "Übernutzung" über. Holz war zentrale Ressource in allen Lebensbereichen des Menschen: als Energieträger, als Baumaterial, als universeller Werkstoff; und Holz lieferte wichtige "non wood products" wie Harz, Pottasche, Gerbstoffe. Dieser lang andauernden und tiefgehenden anthropogenen Beeinflussung wegen kommen ungenutzte, „ursprüngliche“ Wälder nur noch als kleine Restbestände in entlegenen Gebirgstälern und entlang einiger Fließgewässer vor.

Die flächenhafte Devastierung der Wälder und die Verknappung der Ressource Holz führte den Menschen Mitteleuropas die äußerst simple, doch entscheidende Tatsache drastisch vor Augen: Was man langfristig besitzen will, muß man erhalten (nach RIEDER 1997). Niederschlag fand diese Erkenntnis in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft. Im Jahre 1713 formulierte der Freiburger Berghauptmann Hanns von CARLOWITZ in seiner „Sylvicultura oeconomica“ erstmals den *Nachhaltigkeitsgedanken*: „Wird derhalben die größte Kunst/Wissenschaft/Fleiß und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen/ wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen/ daß es eine continuirliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe/ weils eine unentberliche Sache ist/ ohne welche das Land in einem Effe nicht bleiben mag“ (Zitat aus KURTH 1994, S. 39). Seit diesem Zeitpunkt ist Nachhaltigkeit ein Leitgedanke der mitteleuropäischen Forstwirtschaft, der in aktualisierter Fassung als "sustainable development" (zu Recht!) zu einem zentralen Begriff in der heutigen globalen Umweltdiskussion wurde.

Als Ergebnis der waldbaulichen Bemühungen der letzten 200 bis 250 Jahre in Mitteleuropa besitzen wir heute wieder Wälder in beachtlichem Umfang und von hoher forstlicher Qualität. In der Bundesrepublik beispielsweise liegt der Waldanteil knapp über 30 % mit einem Vorrat von rund 300 Festmetern pro Hektar (BUNDESWALDINVENTUR 1986 bis 1990); in Baden-Württemberg liegt sowohl der Waldanteil als auch der Vorrat etwas über dem Durchschnitt (37,8 %; 361 Vfm/ha; FVA Bad.-Württ. 1993). Viele dieser Wälder sind - wieder - in einem mehr oder weniger naturnahen Zustand.

Im Gefolge des Wald-Wiederaufbaues bildete sich aber auch die Anspruchshaltung heraus, daß das, was der Mensch im Zuge der forstlichen Arbeiten wiedererschaffen hat, in dieser Form nun auch dauerhaft erhalten bleiben müßte. Tatsächlich wurde aber manche forstliche Bemühung "von außen" wieder zu Nichte gemacht: Sei es durch (hier nicht weiter behandelte) Insektenkalamitäten wie z.B. im Harz (1773 bis 1785/87) und im Nürnberger Reichswald (1892 bis 1896) oder eben durch großflächige Sturmwürfe.

## Fischer

Heftige Stürme, bei denen Waldbestände großflächig geworfen oder gebrochen werden, sind nur im Rahmen von Wahrscheinlichkeiten prognostizierbar; konkrete Sturmwurfereignisse treffen den Menschen immer überfallartig und unvorbereitet. Aus der Sicht des wirtschaftenden Menschen stellt ein solches Ereignis, bei dem binnen weniger Tage, Stunden oder gar Minuten die Arbeit und der Ertrag vieler Jahre oder - im Wald - sogar Jahrzehnte zu Nichte gemacht wird, selbstverständlich eine "Katastrophe" dar. - Zwei Fragen erheben sich:

- Inwieweit stellen Sturmwürfe in mitteleuropäischen Wald-Ökosystemen eine natürliche Umweltkomponente dar bzw. inwieweit sind sie vom Menschen induziert?
- Handelt es sich auch aus der Sicht "der Natur", aus der Sicht des Ökosystems um "Katastrophen"?

### *Zur Natürlichkeit von Sturmwürfen in mitteleuropäischen Wald-Ökosystemen*

Heftige Stürme, die zu mehr oder weniger großflächigen Sturmwürfen bzw. Sturmbrüchen im Wald führen, sind weltweit und auch in Mitteleuropa altbekannt, und sie sind keineswegs auf Wirtschaftswälder beschränkt. Beispielsweise ist noch heute in der Bevölkerung des Bayerischen Waldes das Sturmereignis von 1870 (!) in Erinnerung, dem alleine auf dem rund 13.000 Hektar großen Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald (ohne Erweiterungsgebiet) einschließlich des folgenden Borkenkäferbefalls mehr als 600.000 Kubikmeter Holz zum Opfer fielen (ELLING et al. 1987), ein Ausmaß, in dessen Vergleich die Folgen des Sturmes vom 1. August 1983 im gleichen Gebiet (zusammen mit kleineren Sturmwürfen aus 1984 rund 70.000 Kubikmeter) eher unbedeutend erscheinen. Aus dem Harz ist ein Sturmereignis vom 9. November 1800 (!) dokumentiert, dessen unmittelbare Schäden und deren Folgen für die Forstwirtschaft als „verheerend“ eingestuft wurden (JÄGER, unpubl. Forschungsbericht 1970). Auch Urwälder bleiben von Sturmwürfen nicht verschont. So stellte FALINSKI (1976) im Tiefland-Wald von Bialowieza (Ost-Polen) die große Bedeutung von Sturmwürfen für das dortige Waldökosystem heraus. Im besterhaltenen, am wenigsten vom Menschen beeinflussten Urwaldbestand Mitteleuropas, dem Rothwald bei Lunz (Niederösterreich; ZUKRIGL et al. 1963) ist die Bedeutung der Sturmwürfe für die Walderneuerung unmittelbar anschaulich. Im nordostchinesischen Chang Bai Shan (Changbai-Gebirge) mit überwiegend naturnahen Wäldern wurden am 27. August 1986 auf 9.800 Hektar rund zwei Millionen Festmetern Holz geworfen (HAN JINXUAN et al. 1995). In Wyoming fielen 1987 im „Teton Wilderness“ auf 6.000 Hektar Fläche sämtliche Bäume dem Sturm zum Opfer (KNIGHT 1994).

Diese wenigen Beispiele sollen klarstellen, daß in Mitteleuropa wie auch in anderen Gebieten der Erde Waldökosysteme *von Natur aus* durch Sturmwurfereignisse und die von ihnen ausgelösten Prozesse entscheidend geprägt werden („disturbance regime“). Offen bleibt, inwieweit sich

Sturmintensität und Sturmhäufigkeit als Folge der Einflußnahme des Menschen auf Klimaabläufe verändern (d.h. verstärken) werden bzw. bereits verstärkt haben. Die beste Baumartenwahl und Waldstrukturpflege nutzen nichts, wenn Windböen eine Stärke erreichen, welche die Widerstandskraft der einzelnen Baumindividuen und Baumbestände übersteigen. Jüngste Weltklima-Reports (ICPP 1990, 1992, 1996a, 1996b) legen die Annahme nahe, daß die Atmosphäre durch die nachgewiesene Veränderung ihrer chemischen Zusammensetzung "instabiler" wird, was sich u.a. in *heftigeren* und *häufigeren* Stürmen äußern sollte.

Wie dem auch sei: Sturmwurf und Sturmbruch gehören trotz aller bisherigen forstlichen Maßnahmen nicht der Vergangenheit an. Forstwirtschaft und Landnutzungsplanung sollten auf kommende Stürme besser vorbereitet sein als auf die Stürme „Vivian“ und „Wiebke“. Konzepte werden benötigt, wie sinnvoller Weise mit entstehenden Sturmwurfflächen zu verfahren ist.

### *Zum Stichwort "Katastrophe"*

Plötzliche und einschneidende Verknappungen von Ressourcen gelten als "Katastrophe". Selbstverständlich stellt ein Sturmwurf für den Waldbesitzer, der unter unerwartetem Holzanfall und schlagartigem Preisverfall zu leiden hat, eine wirtschaftliche Katastrophe dar; ebenso ist beispielsweise der epiphytischen Flechte, deren Trägerbaum vom Sturm geworfen wurde, im wörtlichen Sinne die Lebensgrundlage entzogen. Andere Teile des (Öko-)Systems können aber von derartigen Veränderungen durchaus profitieren. So zeigten ROMME et al. (1986) u.a. im Yellowstone Nationalpark, daß in Beständen von *Pinus contorta* nach Borkenkäferbefall (Ausdünnung der Baumschicht z.T. auf weniger als 50 %) die überlebenden und die jungen Bäume immense Zuwächse hatten, und die jährliche Gesamt(!)-Holzproduktion des Bestandes nach dem Befall z.T. die Werte aus der Zeit vor dem Käferbefall übertraf!

Die Baumschicht eines natürlichen mitteleuropäischen Waldes - das zeigen die letzten (winzigen) Urwaldbestände, die wir in Mitteleuropa noch besitzen und z.T. auch bereits die sogenannten "Urwälder von morgen", die in Form der Naturwaldreservate im Entstehen sind - ist nicht auf großer Fläche einheitlich strukturiert (s. dazu z.B. die Darstellung der Mosaik-Struktur des Fichten-Tannen-Buchen-Urwaldes Corkova Uvala/Plitvicer Seen von MAYER et al. 1980)! Neben gleichaltrigen, hochwaldartigen Teilbeständen gibt es zahlreiche Lücken unterschiedlicher Größe, entstanden durch stehendes Absterben von Einzelindividuen oder durch gleichzeitigen Tod von Individuengruppen, z.B. wegen Sturmwurfs, in denen Jungpflanzen der Schlußwaldarten leben und heranwachsen („gap dynamics“). Die spezielle Struktur einer Sturmwurffläche, die speziellen bestandesklimatischen Bedingungen in der Zerstörungs- und anschließenden Verjüngungsphase des Waldes sind untrennbar mit dem „Wald“-Ökosystem verbunden, sind untrennbar Teil eines natürlichen Waldökosystems.

Für das bewertende Wort "Katastrophe" gibt es im ökosystemaren Sprachgebrauch also keinen Platz; der englische Begriff "disturbance" ist geeignet, das Phänomen des gravierenden Eingriffes in den üblichen Prozessablauf wertungsfrei zu benennen: „Disturbance is a change in conditions which interferes with the normal functioning of a given biological system“ (VAN ANDEL & VAN DEN BERGH 1987, S. 5). In einem natürlichen mitteleuropäischen Wald können gerade solche "disturbances", z.B. Sturmwürfe, Auslöser der Verjüngung und wichtiger Motor einer hohen Struktur- und Biodiversität sein.

### *Die Stürme vom Februar 1990 und ihre Folgen*

Ende Februar 1990 überquerten mehrere Stürme Mitteleuropa, von denen "Vivian" (26./27.2.) und "Wiebke" (28.2. bis 1.3.) die heftigsten waren. Farbtafel 1 zeigt das Sturmtief "Vivian" aus Satellitenperspektive am 26. Februar 1990 über Mitteleuropa. Alleine in der Bundesrepublik Deutschland fiel schlagartig eine Holzmenge von rund 60 Millionen Kubikmetern an, in West- und Mitteleuropa insgesamt ca. 100 Millionen Kubikmeter (HUSS 1991). Schwerpunktartig waren der mittlere und südliche Teil Deutschlands, die Schweiz und Österreich betroffen. In Baden-Württemberg entstanden rund 20.000 Hektar Sturmwurflläche, auf der 14,9 Millionen Festmeter Holz anfielen (183 % des normalen jährlichen Einschlages); Zentren der Stürme in Baden-Württemberg waren der Odenwald, der Schwäbisch-Fränkische Wald einschließlich Ostalb, der Nördliche Schwarzwald und das östliche Oberschwaben (MLR 1994). Die durchschnittliche Größe der Sturmwurfllächen lag bei gut zwei Hektar; 75 % der Flächen waren kleiner als zwei Hektar; die größte Fläche hatte eine Ausdehnung von 73,8 Hektar (SCHREINER et al. 1996). Die Forstwirtschaft wurde vor enorme Aufgaben gestellt.

In Bayern beispielsweise legte eine eingehende Untersuchung (BAYER. LWF 1995) die spezielle Witterungskonstellation vor und während des Sturmes offen: (1) Vorausgegangen war eine überwiegend frostfreie Periode, weshalb die Böden vielerorts aufgetaut, durchfeuchtet und damit plastisch waren. (2) Reichliche Niederschläge in Form von Regen hatten zu einer zusätzlichen Durchfeuchtung und Aufweichung der Böden geführt. (3) Es hatte bereits im Vorfeld Stürme gegeben, durch welche die Baumwurzeln im Boden gelockert worden waren. (4) Die Stürme hatten Böen mit besonders hohen Spitzengeschwindigkeiten (bis 180 km/h, vereinzelt sogar darüber).

Das zeitliche Zusammentreffen von durchnässten (eben nicht gefrorenen!), plastischen Böden und hohen Windgeschwindigkeiten paßt durchaus in eine mitteleuropäische Spätwinter-Witterungssituation; unter der Maßgabe der prognostizierten Klimaveränderungen sollte diese Konstellation in Zukunft aber häufiger auftreten als bisher.

Aufschlußreich ist eine ebenfalls in Bayern durchgeführte detaillierte Analyse der *Wirkung* der Stürme "Vivian" und "Wiebke" (BAYER. LWF 1995). Bezogen auf den jeweiligen Gesamtvorrat

der einzelnen Baumart waren zwar 3,3 % des Fichtenvorrates und immerhin noch 1,4 % des Kiefern- und Lärchenvorrates (sowie 2,2 % des Vorrates an sonstigen Nadelholzarten außer Tanne), aber nur 0,7 % des Vorrates an Buche und Tanne und sogar nur 0,4 % des Vorrates von Eiche und sonstigen Laubbaumarten betroffen. In Baden-Württemberg ergab sich ein im wesentlichen gleicher Sturmwurfgefährdungsgrad (SCHREINER et al. 1996): Während die Fichte vom Sturmwurf etwa doppelt so stark betroffen war wie es ihrem Mischungsanteil entspricht war die Buche nur zur Hälfte ihres Mischungsanteiles betroffen. Anders als in Bayern verhielt sich in Baden-Württemberg nur die Kiefer: relativ zum Mischungsverhältnis hatte sie weniger stark unter dem Sturmwurf zu leiden als in Bayern. - Es liegt auf der Hand, diese Daten mit dem Grad der Natürlichkeit der Baumartenzusammensetzung der Wirtschaftswälder Mitteleuropas in Verbindung zu bringen.

### *Zielsetzung der PAÖ-Sturmwurforschung*

Mitteleuropaweit setzten im Anschluß an die Winterstürme 1990 wissenschaftliche Studien zur ablaufenden Waldentwicklung auf den neu entstandenen Sturmwurfflächen ein. Da vornehmlich Fichtenbestände ("Fichtenforste") betroffen waren, beziehen sich diese Studien überwiegend auf Fichten-Ökosysteme. Räumliche Schwerpunkte dieser Forschungen bilden die *Schweiz* (Organisation und wissenschaftliche Betreuung durch die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft: LÄSSIG & SCHÖNENBERGER 1994, SCHÖNENBERGER et al. 1995), *Bayern* (organisiert und wissenschaftlich betreut durch die BAYER. LWF in Zusammenarbeit mit dem Lehrbereich Geobotanik der Forstwissenschaftlichen Fakultät/LMU München: FISCHER 1992, 1996) und *Österreich* (GOSSOW 1992). Desweiteren wurden entsprechende Studien in Rheinland-Pfalz (FVA Rheinland-Pfalz 1996), Niedersachsen und Hessen (WILLIG 1994) durchgeführt.

Ein wichtiges Zentrum der mitteleuropäischen Sturmwurforschung hat sich in Baden-Württemberg etabliert; über die dort durchgeführten Untersuchungen berichtet der vorliegende Band der ecomed-Reihe. Im Rahmen des "Projektes Angewandte Ökologie" (PAÖ; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) wurden sie schrittweise organisatorisch zusammengefaßt und auf drei Forschungsräume, die Sturmwurfflächen bei Bebenhausen, Langenau und Bad Waldsee fokussiert. Im Vordergrund steht die *Biozönose* von Sturmwurfflächen und ihre Entwicklung nach dem Sturmereignis. Mit 9 Arbeitsgruppen und mehr als 30 Wissenschaftlern und Forst-Fachleuten war es möglich, die Entwicklung eines breiten biozönotischen Spektrums von den Produzenten über die Konsumenten bis zu den Destruenten zu behandeln und zusätzlich die wesentlichsten Standortsfaktoren (Boden, Klima) sowie die Nutzungsgeschichte der Bestände zu analysieren. Im Rahmen des „Projektes Angewandte Ökologie“ (PAÖ) läuft das naturwissenschaftliche Programm auf dem Hintergrund der *forstlich-waldbaulichen*

## Fischer

*Relevanz* und der Landnutzungspraxis ab; denn zentrales Ziel des Gesamtprojektes ist es, auf eine neues Sturmwurfereignis besser vorbereitet zu sein als bisher.

Fragen, die einer Klärung zugeführt werden sollen sind z.B.:

- In welchem Umfang tragen solche Sturmwurfflächen zur Steigerung der Biodiversität im Wirtschaftswald bei?
- Haben nicht-geräumte Sturmwurfflächen auch (oder gerade sie?) einen positiven Einfluß hinsichtlich Biodiversität auf die Umgebung?
- In welchem Maße gehen von forstlich nicht aufgearbeiteten Sturmwurfflächen im Fichtenbestand Gefahren für den umgebenden Wald aus?
- Können aus der langfristigen Beobachtung der Wald-Entwicklungsprozesse Hinweise für eine naturnahe Forstbewirtschaftung (Waldbau) abgeleitet werden?
- Welche Vorteile bieten die nicht aufgearbeiteten Sturmwurfflächen hinsichtlich Landschaftshaushalt, forstlicher Landnutzung und Naturschutz?
- Wie sind Sturmwurfflächen - geräumt oder auch sich selbst überlassen - im Gesamthaushalt einer Landschaft zu beurteilen?

In einem siebenjährigen Untersuchungszeitraum (1991 bis 1997) ist es unmöglich, die angeschnittenen Fragen - bezogen auf Waldökosysteme, deren Entwicklungsabläufe nach Jahrzehnten und Jahrhunderten (!) rechnen - vollständig zu beantworten. Aber es zeichnen sich bereits nach diesem relativ kurzen Zeitraum wichtige Ergebnis-Grundlinien ab. Sie herauszuarbeiten und der Öffentlichkeit vorzustellen ist Aufgabe des vorliegenden Buches. Einerseits versteht es sich als Abschluß einer intensiven wissenschaftlichen Untersuchung der Biozönose auf Sturmwurfflächen während der *Startphase* der Entwicklung nach Sturmwurf, andererseits aber auch als Basis für ein dringend benötigtes, den wissenschaftlichen Anforderungen und den finanziellen Rahmenbedingungen angepaßtes Monitoring der zukünftigen Entwicklung auf diesen Flächen.

Zentrales Anliegen der Studie ist es, der Forstwirtschaft und allen mit Landschaftsgestaltung und Landschaftsplanung befaßten Organisationen und Personen Informationen bereitzustellen, die zu einer *langfristig nachhaltigen forstlichen Landnutzung* beitragen, und zwar insbesondere vor dem Hintergrund eines erhöhten Sturmwurftrisikos und gesellschaftlich gestellter Anforderungen an Naturnähe und Biodiversität (Umweltgipfel von Rio). Damit kann die in Baden-Württemberg durchgeführte Sturmwurforschung einen Beitrag zur Nachhaltigkeit sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer Sicht liefern.

## 2 Abiotische Rahmenbedingungen

### 2.1 Lage und Rechtsstatus der Sturmwurfflächen

von W. Bücking

#### 2.1.1 Lage der Sturmwurfflächen, regionale und klimatische Einordnung

Die Untersuchungen zur Entwicklung von Biozönosen auf Sturmwurfflächen konzentrieren sich auf drei Beobachtungsgebiete im Verwaltungsbereich der Forstdirektion Tübingen. Sie sind den drei Großlandschaften (Wuchsgebieten im Sinne der Forstlichen Standortskartierung) Neckarland, Schwäbische Alb bzw. Südwestdeutsches Alpenvorland zugeordnet. Die Zuordnung zu den Regionalen Einheiten (Wuchsbezirken und gleichrangige Gliederungskategorien) gibt Tab. 2.1-1 wieder. Die Kennzeichnung der Wuchsverhältnisse innerhalb der Regionalen Einheiten erfolgt durch den Regionalwald (regionale natürliche Baumartenzusammensetzung).

Im Sturmflächenprojekt wurden dementsprechend Standorte innerhalb des Regionalwaldes "Submontaner Buchen-Eichen-Wald" (Bebenhausen) im Wuchsgebiet Neckarland, "Kontinental-submontaner Buchenwald mit Eiche" (Langenau) im Wuchsgebiet Schwäbische Alb und "Submontaner Buchen-Tannen-Wald mit Eiche" (Bad Waldsee) vergleichend untersucht (Tab. 2.1-1, s. Abb. 2.1-1).

Zur klimatischen Einordnung der Regionalen Einheiten werden neben pollenanalytischen, vegetationskundlichen und waldwachstumskundlichen Kriterien vor allem Klimadaten herangezogen (SCHLENKER & MÜLLER 1973, 1974; Auswertungsperiode 1931 bis 1960). Zur Charakterisierung der im Sturmwurfflächenprojekt untersuchten Einzelflächen sind darüber hinaus vor allem die Klima- und Witterungsdaten nahegelegener Klimastationen von Belang (Tab. 2.1-1).

#### *Bebenhausen*

Zur klimatischen Kennzeichnung kann am ehesten die im Wuchsbezirk höchstgelegene (allerdings inzwischen aufgelöste) Station Böblingen (432 m NN, damit mehr als 100 m unter dem Sturmwurfflächenniveau) herangezogen werden. Als Jahresdurchschnitt des Wuchsbezirks wurden 8,4°C berechnet. Bei Korrektur um den Höhengradienten (0,8 K/100 m) zwischen Sturmwurffläche und Klimastation ergibt sich ziemlich genau der Mittelwert von Böblingen. Die Niederschlagswerte dieser Station sind allerdings deutlich geringer als in der benachbarten Schön-

## Bücking

Tab. 2.1-1: Regionale Zuordnung, Regionalwald und Klimadaten\* / 1951-1990\*\*.

	Temperaturen				Niederschläge		
	Jahr	Jan.	Juli	10°C Dauer in Tagen	Jahr	Mai bis Juli	Sommer: Winter
	°C	°C	°C		mm	mm	%
<b>Bebenhausen (540-560 m NN)</b> <b>Wuchsgebiet Neckarland</b> 4/13a Wuchsbezirk Schönbuch und Keuperhöhen in Stuttgart (Bezugsstation Böblingen 432 m NN) Regionalwald: Submontaner Buchen-Eichen-Wald	7,8	-1,4	17,1	154	665	226	157
<b>Langenau (545-570 m NN)</b> <b>Wuchsgebiet Schwäbische Alb</b> 6/03 Einzelwuchsbezirk Lone- und Egaulb (Bezugsstation Nieder- stotzingen 451 m NN) Regionalwald: Kontinental- submontaner Buchen-Wald mit Eiche	7,5 (1951-1990 7,4)	-2,5	16,8	154	673 (1951- 1990 728)	250	194
<b>Bad Waldsee (535-545 m NN)</b> <b>Wuchsgebiet Südwestdeutsches Al- penvorland</b> 7/06 Einzelwuchsbezirk Südwest- (vorher liches Oberschwaben 7/06b) (Bezugsstation Aulendorf 571 m NN) Regionalwald: Submontaner Buchen-Tannen-Wald mit Eiche	7,3 (1951-1990 7,6)	-2,5	16,7	151	858 (1951- 1990 885)	319	186

\* Schlenker & Müller 1973, 1975 (Auswertungsperiode 1931-1960)

\*\* DWD, Auswertungszeitraum 1951-1990

buch-Station (700 bis 740 mm). Als Mittelwert des Wuchsbezirks wird 726 mm angesehen. Benachbarte Stationen hatten 1957 bis 1990 etwas geringere Jahresmitteltemperaturen und tendenziell geringere Niederschläge. Andererseits verweist Kumpf (unveröff. Mitt.) darauf, daß im Verlauf der letzten 110 Jahre die Jahresmitteltemperaturen der Station Hohenheim von 7,9°C (1881 bis 1890) auf 9,3°C (1981 bis 1990) zunahmen, wobei Urbanisierungseffekte wohl nicht auszuschließen sind.

### Bad Waldsee

Die klimatischen Verhältnisse der Sturmwurffläche Bad Waldsee werden am ehesten durch die nördlich gelegene Station Aulendorf (571 m NN), der Höhenlage der Sturmfläche nahezu entsprechend, gekennzeichnet. Nach Süden steigen die Temperaturen an, bis Weingarten (495 m) im Jahresmittel um 1 K. Die Niederschläge nehmen nach Süden und Osten deutlich zu (Weingarten im Jahresdurchschnitt 965 mm, Bad Waldsee 851 mm). Die Klimatönung ist in landes-

weiter Sicht submontan. Der Auswertungszeitraum 1951 bis 1990 läßt eine Tendenz zu wärmerem und niederschlagsreicherem Klima erkennen.

### *Langenau*

Als Bezugsstation kann Niederstotzingen (451 m NN), allerdings um mehr als 100 m tiefer gelegen als die Sturmwurffläche, herangezogen werden. Für das nördlich gelegene Heidenheim gelten die gleichen Jahresmitteltemperaturen (7,5°C) und die gleiche Dauer der Tage über 10°C (154). Die Niederschläge der beiden benachbarten Stationen erreichen (nahezu übereinstimmend) 673 bzw. 681 mm. Die Niederschlagshöhe ist im Sommer eineinhalbmal bis doppelt so hoch wie im Winter. Die Klimatönung ist kontinental-submontan. Der Auswertungszeitraum 1951 bis 1990 ergibt eine etwas geringere Jahresmitteltemperatur und deutlich höhere Niederschläge.

In allen drei Fällen handelt es sich um submontane Wuchsbezirke. Am wärmsten und ausgeglicheneren ist Bebenhausen; besonders die Wintertemperaturen sind in Langenau und Bad Waldsee um 1 K niedriger. In der gleichen Folge steigen die Niederschläge von 665 mm auf 858 (885 in der Periode 1961 bis 1990) mm an. Im Regionalwald findet die Klimatönung Ausdruck im abnehmenden Eichenanteil und im Hinzutreten der Tanne. In Langenau bleibt die Niederschlagssumme jedoch im unteren Bereich, auch wenn man eine höhere Summe im Auswertungszeitraum 1951 bis 1990 berücksichtigt.

### **2.1.2 Geomorphologie und Geologie**

Die Großlandschaften sind auch durch unterschiedliche erd- und landschaftsgeschichtliche Ausgangslagen und -entwicklungen geprägt. Geologisch wird das Neckarland durch die Formationen des Muschelkalks und des Keupers, die Schwäbische Alb durch die Jura-Formationen und das Alpenvorland durch die quartären Ablagerungen der Eiszeit geprägt. Auch Neckarland und Schwäbische Alb wurden durch quartäre Prozesse und Sedimentationen überformt, mit nachhaltigen Folgen für Bodenentwicklung und Bodenqualität.

In allen drei Landschaften wurden Sturmwurfflächen vorwiegend in ebener Lage ausgewählt, die typische Standortkomplexe repräsentieren (vgl. Kap. 2.3). Während Langenau und Bad Waldsee weitverbreitete Landschaftsausschnitte darstellen, ist die Rät-(ko-)Formation des Keupers zwar selten in Baden-Württemberg, die sehr nährstoffarmen Ausgangssubstrate mit teilweiser „Lößverbesserung“ sind aber charakteristisch für viele Waldstandorte auf basenarmem Ausgangssubstrat.

# Bücking

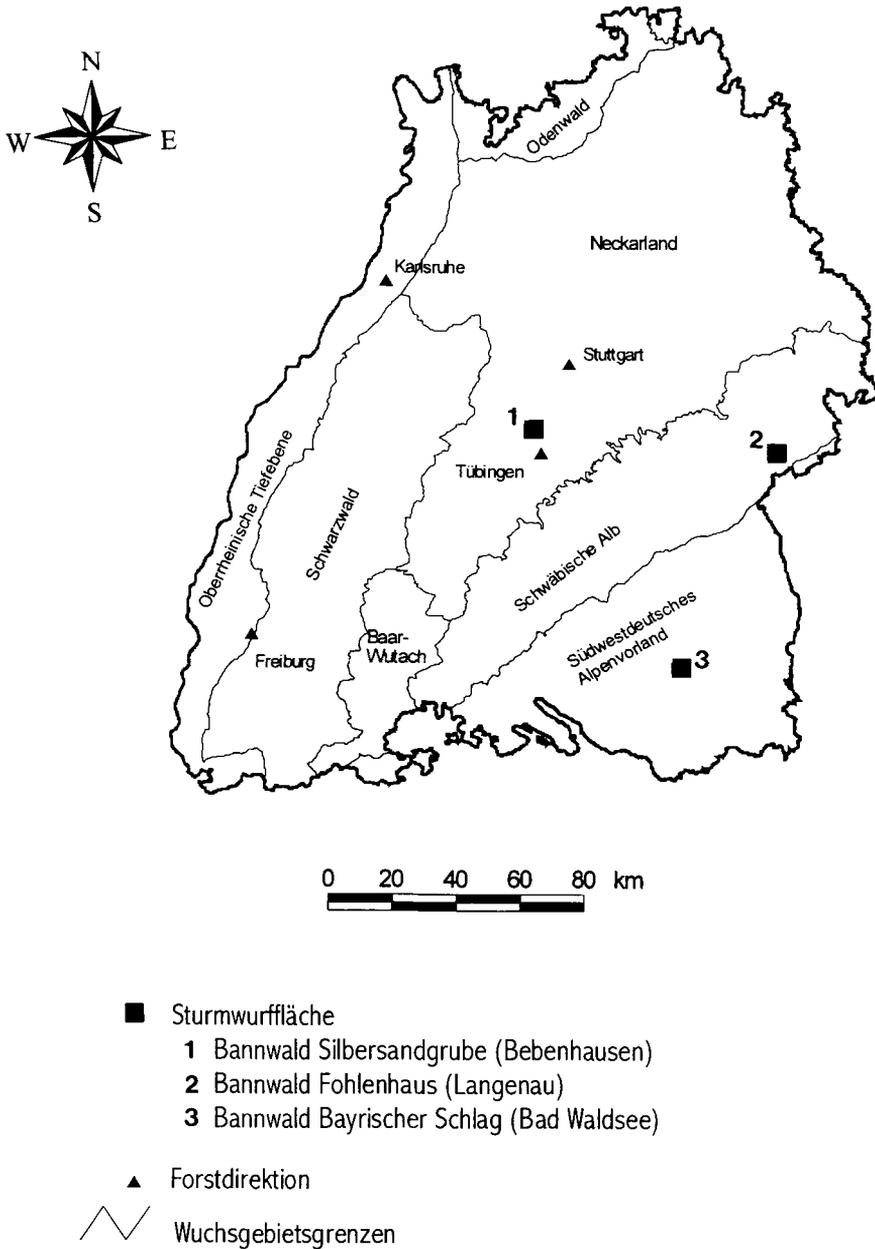


Abb. 2.1-1: Lage der untersuchten Sturmwurfflächen Bebenhausen, Langenau und Bad Waldsee.

### 2.1.3 Zur langfristigen rechtlichen Sicherung der un gelenkten Sukzession von Sturmwurf flächen in Baden-Württemberg

Nach den forstwirtschaftlich katastrophalen Sturmwürfen vom Februar 1990 wurde die Forderung erhoben, wenigstens einzelne geworfene Waldflächen unbehandelt ihrer spontanen Entwicklung zu überlassen. Wie in Österreich (GOSSOW 1992), der Schweiz (SCHÖNENBERGER et al. 1992), Bayern (FISCHER et al. 1990, FISCHER 1992), Hessen (WILLIG 1994), Rheinland-Pfalz (FVA Rheinland Pfalz 1996) und anderen Bundesländern, wurden auch in Baden-Württemberg solche Schutzgebiete mit insgesamt 130 ha Fläche ausgewiesen [fünf in der Flächengröße von je 18 bis 39 ha (BÜCKING 1993)]; in Baden-Württemberg handelt es sich allerdings ausschließlich um Fichten-Sturmwürfe. Wesentliches Motiv hierfür war, spontane Prozesse der Wiederbewaldung in ausreichender regionaler und örtlicher Differenzierung zu beobachten, also an mehreren Lokalitäten im Gegensatz zu wenigen Großschutzgebieten (FISCHER et al. 1990). Solche Flächen sind als Vergleichsgebiete für lokale und standortsbezogene waldbauliche Fragen in Wirtschaftswäldern unersetzlich. Zur Sicherung bot sich der rechtliche Status des "Bannwaldes" an, da in dieser Schutzgebietskategorie nach LWaldG § 32 ein dauerhafter, von jeglichen vermeidbaren Eingriffen gesetzlich freigestellter Prozeßschutz gewährleistet ist. Bereits vorhandene Bannwälder wurden nicht von größerflächigen Sturmereignissen getroffen und waren deshalb für diese aktuelle Fragestellung im Augenblick nicht geeignet.

Die Initiative für die Sturmwurf bannwälder im Bereich der Forstdirektion Tübingen ging - im Gegensatz zu den Sturmwurf bannwäldern Stimpfach (FD Stuttgart) und Teufelsries (FD Karlsruhe) - von biologischen, mykologischen und zoologischen Forschungsansätzen der gebietsnahen Universitäten Tübingen und Ulm aus. Aus den zunächst sehr kleinflächig auf die jeweilige Fragestellung zugeschnittenen, nicht vom Wurfholz geräumten Kernflächen entstanden die heutigen größer geschnittenen Bannwälder "Silbersandgrube" (Bebenhausen), "Bayrischer Schlag" (Bad Waldsee) und "Fohlenhaus" (Langenau). Auch diese Prozeßschutzgebiete sind im Hinblick auf die Entwicklung von Wäldern recht klein; zudem sind sie in sich standörtlich uneinheitlich (BÜCKING 1997). Die Umgebung der nicht geräumten Wurf flächen war meist aus Forstschutzgründen geräumt worden, wurde vor Unterschutzstellung geräumt oder fiel alsbald der Ausbreitung der Borkenkäfer zum Opfer; einige Bestände verblieben auch bisher ohne Schaden. Hinzu kam, daß die ursprünglichen Kernflächen in behandlungsgeschichtlich uneinheitlichen Beständen liegen (Althölzer, Baumhölzer, Kulturflächen, Vorbauten, frühere Sturmwürfe, Versuchsflächen). Die durch vorausgehende Bestandesbehandlung gegebene Ausgangssituation ist im Detail nicht bekannt, insbesondere liegen keine flächenscharfen Angaben über spontane oder vollzogene Vorverjüngung vor. Diese Grundinformationen konnten auch nachträglich nicht mehr in der erforderlichen Genauigkeit ermittelt werden (vgl. Kap. 3.1, 3.4).

## **Bücking**

### **Zusammenfassung**

Im Sturmwurfprojekt in Baden-Württemberg wurden drei Flächen besonders intensiv untersucht. Es handelt sich um ehemalige Fichtenbestände anstelle ursprünglicher Laubwälder in den Forstlichen Wuchsgebieten Neckarland, Schwäbische Alb und Alpenvorland. Die entsprechenden Regionalwälder, die die klimabedingten regionalen natürlichen Baumartenzusammensetzungen widerspiegeln, sind: der Submontane Buchen-Eichen-Wald (Bebenhausen), der Kontinental-Submontane Buchenwald mit Eiche (Langenau) und der Submontane Buchen-Tannen-Wald mit Eiche (Bad Waldsee). Die Sturmwurfflächen bleiben als Bannwälder (Naturwaldreservate) auf Dauer unbewirtschaftet und stehen somit für die langfristige Beobachtung der Sukzession zur Verfügung.

## 2.2 Geoökologische Parameter

von K.-H. Pfeffer

### 2.2.1 Vorbemerkung

Die Forstdirektion Tübingen stellte für das PAÖ-Sturmwurfflächenprojekt drei Versuchsflächen zur Verfügung. Alle Flächen wiesen vor dem Sturmwurf des Winters 1990 eine hohe Fichtenbestockung auf und wurden nach dem Sturmwurfereignis nicht geräumt.

Im Rahmen der Sukzessionsforschung wurden 1992 wesentliche Standortparameter analysiert und eventuelle Veränderungen durch Kontrolluntersuchungen 1994 und 1996 überprüft. Grundlegende geoökologische Daten zu den Sturmwurfflächen sowie Veränderungen von einzelnen Parametern im Laufe der Entwicklung sind im folgenden exemplarisch aufgezeigt.

Die Untersuchungssturmwurfflächen liegen in drei für das Gebiet der Forstdirektion Tübingen typischen Naturräumen, deren Kenngrößen in Tab. 2.2-1 aufgezeigt sind:

- BAD WALDSEE - im Jungmoränengebiet des oberschwäbischen Hügellandes.
- LANGENAU - auf der verkarsteten Schwäbischen Alb im Gebiet der Flächenalb.
- BEBENHAUSEN - im Keuperbergland des Naturparkes Schönbuch.

### 2.2.2 Untersuchungsfläche Bad Waldsee

Diese Untersuchungsfläche liegt ca. 6 km südlich von Aulendorf, westlich der Schussen und oberhalb des Bahnhofes Durlesbach, unmittelbar südlich des inneren würmeiszeitlichen Endmoränenwalles. Das Gelände in etwa 540 m NN Höhe wird durch ein kuppiges Kleinrelief mit feuchten, vermoorten Hohlformen geprägt.

Aufschlüsse, Geländebegehungen und Bohrungen ergaben, daß über den würmeiszeitlichen glazialen Ablagerungen eine periglaziale Lage mit hohem Schluffanteil den oberflächennahen Untergrund prägt und daß auf den höheren Reliefteilen flache Dünen aufsitzen (SCHNEIDER 1993). Befunde, die durch die Arbeiten von SEMMEL (1973) und HORNIG et al. (1991) für Oberschwaben lokal bekannt waren und die flächenhaft durch die Arbeit von KÖSEL (1996) bestätigt wurden.

Die Ergebnisse sind in den Abb. 2.2-1 bis Abb. 2.2-3 dokumentiert.

**Pfeffer**

Tab. 2.2-1: Daten zu den Sturmwurfflächen.

	<b>BEBENHAUSEN</b>	<b>LANGENAU</b>	<b>BAD WALDSEE</b>
Forstbezirk Abteilung Sturmfläche 90	Bebenhausen Abt. 65 und 68 3 ha	Langenau Abt. 24 und 25 6 ha	Bad Waldsee Abt. 9 und 25 11 ha betroffen, Ne- ster-/Einzelwürfe
Distrikt	Distr. IV Bromberg	Distr. XXIV En- gelghäu	Distr. VII u. VIII Mochenwanger Wald und Röschenwald
Bannwaldbezeichnung	Silbersandgrube	Fohlenhaus	Bayrischer Schlag
Top. Karte 1 : 50 000	L 7520 Reutlingen	L 7526 Günzburg	L 8122 Weingarten
Koordinaten Rechtswert Hochwert	35 01 - 35 02 53 82 - 53 84	35 77 - 35 78 53 75 - 53 77	35 48 53 06 - 53 08
Meereshöhe (m NN)	540 - 560	550 - 565	535 - 540
Bezeichnung nach Forstliche Standorts- kartierung	Neckarland	Schwäbische Alb	Südwestdeutsches Alpenvorland
Klimabedingter Waldtyp	submontaner Buchen-Eichen- Wald mit Tanne	submontaner Buchenwald z.T. mit Eiche	submontaner Buchenwald z.T. mit Eiche (örtlich mit Tanne)
Naturräumliche Einordnung nach HUTTENLOCHER (1953)	Schönbuch und Glemswald	Mittlere Flächenalb	Oberschwäbisches Hügelland

Es wurden an Referenzstandorten Profilgruben angelegt, deren exakte Lage in den Tab. 2.2-2, 2.2-3 und 2.2-4 angegeben ist. Die Profilgruben wurden 1992, 1994 und 1996 beprobt und gemäß den bodenkundlichen Methoden (BECK, BURGER & PFEFFER 1995) analysiert.

Es wurden nach den Bewertungstabellen der AG BODEN (1995) und SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) Zuordnungen vorgenommen und Bewertungsdiagramme erstellt, wie sie in den Abb. 2.2-2, 2.2-3, 2.2-5, 2.2-6, 2.2-8 und 2.2-9 dokumentiert sind.

