

Waldbäche – Morphologische Strukturen und Fauna

Von Heiko Rinderspacher und
Gerhard Bönecke

Qualität des Lebensraums ,Waldbach‘

Anthropogene Einflüsse durch Wegebau und forstliche Nutzung des Umlandes wirken sich direkt auf die Gewässerstruktur und Lebensgemeinschaften in Fließgewässern aus. Vor allem in Skandinavien und Nordamerika wird seit einigen Jahren versucht, den Effekt der Waldbewirtschaftung auf angrenzende Bachläufe zu dokumentieren. In Deutschland wird der Fließgewässerzustand durch die gesetzliche Verpflichtung aus der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) und dem Wasser-gesetz erfasst und, wo notwendig, verbessert. Zwei Indikatoren sind für die ökologische Funktion der Gewässerläufe von großer Bedeutung: die Morphologie (Struktur) des Gewässerbettes und seines Umfeldes sowie die Durchgängigkeit für wandernde Organismen und die mitgeführte Sedimentfracht.

Die Arbeit, die Wasser durch seine Reibung am Gerinne leistet, verändert kontinuierlich dessen Gestalt. Auswaschungen und Ablagerungen von feinerem Bettmaterial kommen in naturnahen Ge-



wässern durch vielfältige Strömungsverhältnisse zustande. Überall dort, wo dem Wasserfluss ein Widerstand entgegengesetzt

wird, kommt es zu Turbulenzen und alternative Fließwege wer-



den erschlossen. Gehölze, die der seitlichen Verlagerung eines Bachlaufs im Wege stehen, werden umspült und bilden kleine Inseln im Gewässerlauf. Verliert das Wurzelwerk den Halt, findet man sog. Sturzbäume, deren Stamm oder Krone teilweise in den Bachlauf ragen. All diese Elemente (Totholz, Substratdiversität, Beweglichkeit des Gewässerlaufs etc.), die aus dem Kontakt mit der fließenden Welle hervorgehen und gleichzeitig den Wasserstrom beeinflussen, zählen zu den natürlichen Gewässerstrukturen. Sie sind Lebensraum für zahlreiche aquatische Organismen. Je höher die Zahl an unterschiedlichen Strukturen in einem Gewässer, desto vielfältiger ist dessen Spektrum an Tier- und Pflanzenarten. Dabei bezieht sich eine moderne Definition des „Gewässers“ auf alle Bereiche, die bei unterschiedlichen Wasserständen durchflossen werden. Dies

schließt das derzeitige Bachbett, das Gewässerumfeld (Aue) und den von außen nicht sichtbaren Wasserfluss im Kieskörper unter dem Bachbett mit ein.

Die EU-WRRRL und das Wassergesetz nutzen die zentralen Parameter Gewässerstruktur und Durchgängigkeit als Kriterien, wonach bis zum Jahr 2015 ein „guter ökologischer Zustand“ der Oberflächengewässer hergestellt werden muss. Um den derzeitigen Zustand der Fließgewässer im Wald abzubilden, wurden im Rahmen eines zweijährigen Projektes der Abt. Landespflege der FVA die Gewässerstruktur und -fauna von 11 Waldbächen in verschiedenen Naturräumen Baden-Württembergs untersucht.

Kartierungsverfahren im Vergleich

Als standardisiertes Maß für die naturraumtypische Vielfalt von Fließgewässerstrukturen dient seit Ende der 90er Jahre das Verfahren zur Strukturkartierung nach LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser). Grundlage für die Bewertung der kartierten Strukturen ist ein sog. Leitbild. Das Leitbild ist eine umfassende Beschreibung des Gewässerkörpers, der Ufer und des Umlandes, wie sie im menschlich unveränderten Zustand im jeweiligen Naturraum anzutreffen wären. So ist ein gestreckter Gewässerlauf in einer tiefen Klinge im Keuper-Lias durchaus als naturnah anzusehen, während ein gestreckter Bachlauf entlang eines Weges in einer weiten Talsohle mit geringem Gefälle auf die künstliche Festlegung des Ufers zurückzuführen ist.

Das LAWA-Kartierverfahren bezieht sich, je nach Gewässerbreite, auf Abschnitte von 50 bis 100 m Länge. Zu jedem Abschnitt werden 25 Einzelparameter erhoben und im Bezug auf das Leitbild bewertet. Das Ergebnis sind farbige Bänder, die, über dem

Gewässer aufgetragen, die jeweilige Strukturgröße in sieben Stufen widerspiegeln (1 unverändert bis 7 vollständig verändert).

Auf dem LAWA Kartierverfahren aufbauend wurde eine Kartiermethode entwickelt, die auf die besonderen Belange von Gewässern im Wald zugeschnitten ist. Dieses Verfahren zur Aufnahme von Einzelstrukturen bezieht sich im Gegensatz zum LAWA-Verfahren nicht auf einen vordefinierten Gewässerabschnitt, sondern beschränkt sich auf die Aufnahme von Einzelobjekten, die die Durchgängigkeit oder Lebensraumqualität an Waldbächen beeinflussen. Die Positionsbestimmung der Objekte am Gewässer erfolgt dabei durch ein DGPS (Differential Global Positioning System). Die Aufnahme der Daten und deren Bewertung wird durch einen Feldcomputer unterstützt.

Das Verfahren zur Strukturkartierung ermöglicht es, Gewässern mit hoher Reproduzierbarkeit zu erfassen und zu bewerten. Es erwies sich jedoch im Wald als sehr zeitaufwändig. Dies lag mitunter an der Bestimmung der 100-Meter-Abschnitte, die in dichten Beständen selbst für geübte Kartierer schwierig ist. Die Einzelstrukturkartierung nach dem FVA-Verfahren erlaubt eine sehr effiziente Abbildung der angetroffenen Gewässerstrukturen. Vor allem die Lagebestimmung über DGPS ermöglicht eine zügige Erfassung und Aufbereitung der erhobenen Daten. Die gewonnenen Informationen können bei Bedarf gezielt abgerufen werden und stehen bspw. für die Planung von Unterhaltungs- und Gewässerentwicklungsmaßnahmen zur Verfügung.

Morphologischer Zustand der Gewässer

Eine Vielzahl gewässertypischer Strukturen und naturnahe Gewässernähe wurden an vier der

Themen dieser Ausgabe:

- | | |
|-----------|---|
| 1 | Waldbäche – Morphologische Strukturen und Fauna |
| 6 | Die Wasserrahmenrichtlinie der EU – neue Ansätze beim Gewässerschutz mit Auswirkungen auf die Forstwirtschaft? |
| 8 | Forstbetriebliche Optionen zur Sicherung der Wassergüte |
| 11 | Die Ökosystemforschungsfäche Conventwald |
| 12 | Wuchshüllen als Minigewächshäuser |
| 15 | Förster als 'Europaparlamentarier' zum Thema Dürre 2003 |

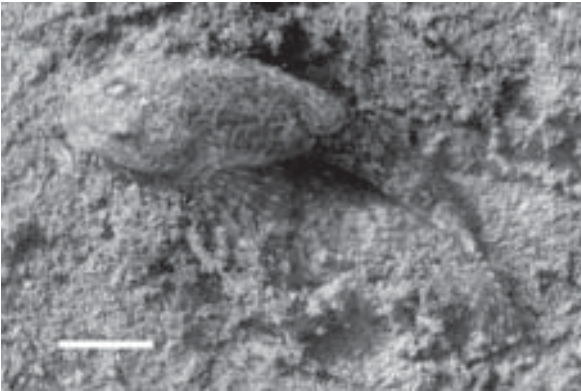


Abb. 1: Durch ihre Zeichnung getarnte Groppe (*Cottus gobio*, Marke entspricht 1 cm) am Bachgrund

sechs untersuchten Waldbäche angetroffen. Entsprechend ihrem naturraumtypischen Leitbild verfügen sie über Sohl- und Uferstrukturen, die als Lebensraum für heimische Tier und Pflanzenarten dienen. In den meisten der untersuchten Gewässern wurde Totholz in den Bachbetten und im Uferbereich belassen. Hier übernehmen abgestorbene Holzreste eine wichtige Funktion als Unterschlupf für Kleintiere und schaffen vielfältige Strömungsverhältnisse im Gewässer.

Zwei der Untersuchungsgewässer erhielten im Mittel Strukturgütebewertungen, die schlechter als 3 ausfielen. Dies lag hauptsächlich an der hohen Zahl von Gewässerquerungen und des damit verbundenen Verbaus der Ufer und der Gewässersohle. Auch die intensive forstliche Bewirtschaftung und die Bestockung mit standortfremden Fichtenbeständen bis an den Gewässerrand trug zur mangelhaften Ausbildung naturnaher Gewässerstrukturen bei. Reine Fichtenbestände erfüllen nicht die Anforderungen eines Gewässerrandstreifens: Gut strukturierte und standorttypische Auwälder verfügen über eine Strauch- und Krautvegetation, die zur Fixierung von Bodenmaterial im Uferbereich beiträgt. Dadurch wird der Eintrag von Feinsedimenten und Nährstoffen in die Gewässerläufe verringert.

Leben im Waldbach

Begleitend zur Kartierung von Gewässerstrukturen wurden im Rahmen des Projektes die Lebensgemeinschaften in den Waldgewässern untersucht.

Die durchgeführten Elektrofischungen gaben Aufschluss über Vorkommen und Alters-

zusammensetzung von Fischbeständen in fünf Waldgebieten. Selbst kleinste Gewässer, kaum breiter als einen Meter, verfügen über einen ausgewogenen und gesunden Bestand an Bachforellen und Groppen (Abb. 1). Dies war jedoch nur der Fall, solange die Gewässer nicht durch Abstürze in ihrer Durchgängigkeit unterbrochen wurden. Eine Zerteilung des Gewässers führte zum Ausfall der Fischpopulationen oberhalb des Wanderungshindernisses (Abb. 2). Am Beispiel des Trauzenbachs bei Murrhardt wurde deutlich, welche Rolle der Bach als Laichgewässer für die heimischen Bachforellen hat. In einem naturnahen Abschnitt mit wechselnden Lichtverhältnissen wurden bis zu 25.000 juvenile Bachforellen pro Hektar Bachfläche ermittelt.

Auch die Zusammensetzung der wirbellosen Kleinlebewesen, das sog. Makrozoobenthon, wurde intensiv untersucht. Viele dieser Organismen sind Zeiger

für eine bestimmte Wasserqualität. Bis auf wenige Ausnahmen, bei denen Kleinkläranlagen und Fischteiche die Gewässer mit ihren Einleitungen belasten, sind die untersuchten Waldbäche durch eine sehr hohe Wasserqualität ausgezeichnet. Ihr intaktes System an Makro- und Mikroorganismen ist oft in der Lage, die erwähnten Verunreinigungen auf wenigen hundert Metern Fließstrecke abzubauen. Insgesamt wurden in den untersuchten Waldgewässern 221 Arten und Artengruppen nachgewiesen. 24 Zoobenthonarten werden in der Roten Listen Baden-Württembergs und Deutschlands geführt und gelten somit als selten oder in ihrem Bestand gefährdet.

Einheimische Krebspopulationen wurden in den letzten Jahrzehnten meist Opfer der „Krebspest“. Diese Pilzerkrankung wurde

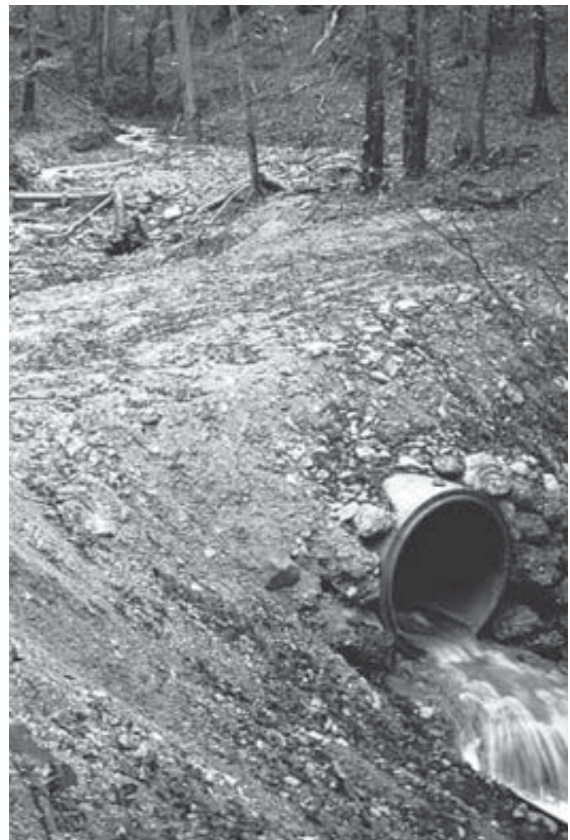


Abb. 2: Rohr wurde nicht in die Gewässersohle eingebaut, dadurch kein Geschiebetransport, aber Kolkbildung



Abb. 3: ARMCO-Thyssen-Profil

zusammen mit amerikanischen Flusskrebse Ende des 19. Jahrhunderts eingeschleppt und führte zu einem dramatischen Rückgang europäischer Krebsarten. Die verzweigten Waldbachsysteme im Einzugsgebiet des Tiefenbachs (bei Nürtingen) dienen dem heimischen Steinkrebs als Rückzugsort. In diesem speziellen Fall führen natürliche und künstliche Wanderungshindernisse in den Gewässern zu einer schützenden Isolation der heimischen Krebsbestände und verhindern das Eindringen pilzinfizierter Tiere aus den Unterläufen. Auch der seltene Feuersalamander profitiert in einzelnen Fällen von Querverbauungen in Bachoberläufen. Abschnitte, die für Forellen und Groppen unzugänglich waren, zeigten außergewöhnlich hohe Dichten von Larven des Feuersalamanders.

Im Mühlbach, bei Ravensburg, konnten leider nur noch die Schalen einer erloschenen Bachmuschelpopulation (*Unio crassus*) aufgenommen werden. Wahrscheinlich ist die wiederholte Einleitung von Feinsedimenten durch die Bewirtschaftung eines Fischteichs im Oberlauf des Mühlbachs für das Absterben der Muschelpopulation verantwortlich. Diese

filtrierenden Muscheln sind nicht nur auf einen gesunden Fischbestand in ihrem Lebensraum angewiesen – die Larvalstadien der Muscheln leben für einige Wochen als Parasiten auf den Fischkiemen – sondern benötigen klares und nährstoffarmes Wasser. Die Art ist in Baden-Württemberg vom Aussterben bedroht und findet u.a. in Waldbächen der kollinen Stufe letzte Rückzugsräume.

Einfluss der Waldzusammensetzung

Aus den Daten, die mit Hilfe der FVA-Kartierungsmethode erhoben wurden, ließ sich die Zusammensetzung der uferbegleitenden Waldbestände ermitteln. Am Trauzenbach und am Gewässersystem des Tiefenbachs wurden rund 57 km Waldbestand kartiert. 84% des Baumbestandes in Ufernähe setzen sich an den untersuchten Bächen aus naturnahen oder seltenen naturnahen Waldgesellschaften (Waldbiotopen) zusammen.

In den nährstoffarmen Oberläufen von Fließgewässern ist eingetragenes Pflanzenmaterial die wichtigste Energiequelle für viele Bachbewohner. Je nach ihrer Er-

nährungsweise werden die Zoobenthonorganismen in Gruppen (sog. Gilden) zusammengefasst: Zerkleinerer, Weidegänger, Filtrierer, Räuber etc. Aufgrund der unterschiedlichen Qualität von eingetragenen Laub oder Nadelstreu als Nahrungsgrundlage wurde vermutet, dass der Anteil von Nadelgehölzen Einfluss auf die Zusammensetzung der Ernährungstypen des Makrozoobenthons hat. Zerkleinerer, die sich größtenteils von Blattmaterial ernähren, wären demnach durch den Eintrag von Nadelstreu in ihrer Nahrungsaufnahme limitiert und würden in dichten Nadelholzbeständen zurückgehen. Eine statistische Auswertung der gewonnenen Untersuchungsdaten zeigte jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Waldzusammensetzung im Uferbereich und dem Anteil der Ernährungstypen. Aus vergleichbaren Untersuchungen geht jedoch hervor, dass dichte Nadelholzbestände durch die geringe Licht- und Wärmedurchlässigkeit zum Gewässer deren Sekundärproduktion reduzieren.

Gewässerquerungen

Rund ein Drittel der Fläche Baden-Württembergs ist von Wald bedeckt. Trotz des deutlich geringeren Waldanteils liegen hier ca. 36% der gesamten Fließgewässerslänge des Bundeslandes. Ein verzweigtes Netz aus Quellbächen und Kleingewässern sammelt die Niederschläge aus den Waldflächen, bevor sie in die Talgewässer des Offenlands münden. Im Wald herrscht nicht nur eine hohe Fließgewässerdichte – auch das Wegenetz ist im Wald engmaschiger als im Offenland. Aus digitalen Karten ließ sich für acht untersuchte Forstbezirke ableiten, dass man auf 10 km Fließgewässerslänge im Durchschnitt 38 Gewässerquerungen antrifft (Min. 5, Max. 65). Wo Betonröhren ohne die nötige Sedimentauflage das natürli-

che Gewässerbett unterbrechen, werden sie zu einem Wanderungshindernis für Kleinlebewesen (Abb. 2).

Die glattwandigen Röhren bieten ihnen keine Möglichkeit, sich stromaufwärts fortzubewegen. Richtig eingebaut, zu einem Drittel in die Gewässersohle eingelassen, werden Verrohrungen in beiden Richtungen durchgängig: stromaufwärts für wandernde Organismen und in Fließrichtung kann das mitgeführte Geschiebe durch die Röhren transportiert werden (Abb. 3).

Handlungsbedarf und Schulung der Forstämter

Um den wertvollen und zum großen Teil intakten Lebensraum ‚Waldbach‘ zu erhalten, ist es notwendig, die Erkenntnisse aus dem Projekt ‚Gewässerentwicklung im Wald‘ in die forstliche Praxis zu

transportieren. Häufigstes Defizit an den Untersuchungsgewässern sind die Lebensraumzerteilung durch Wanderungshindernisse und Ufersicherungen durch den forstlichen Wegebau (Abb. 4). Durch eine angepasste Bewirtschaftung und Unterhaltungsmaßnahmen von gewässerbegleitenden Waldbeständen ist es möglich, diese Defizite zu beheben oder zu vermeiden.

Im Rahmen des „Ökologischer Fortbildungstags“ werden die Forstamtsmitarbeiter über die Einflüsse der forstlichen Nutzung auf Fließgewässerlebensräume informiert. Durch Exkursionen und Demonstrationen vor Ort werden die theoretischen Inhalte vertieft. Ein erster Fortbildungstag im Forstamt Nürtingen stieß auf großen Zuspruch. Die wachsende Zahl von Terminen für weitere Fortbildungstage zeigt die Motivation aller Beteiligten, Fließgewässer als Teil des

Ökosystem Wald zu fördern.

Aktuell findet hierzu am 11. Mai 2004 die Fachtagung „Gewässerentwicklung im Wald“ statt. Der Tagungsband mit Untersuchungsergebnissen und Beispielen zur ökologisch verträglichen Sanierung von Bauwerken in Gewässern ist über die FVA, Abt. Landespflege zu beziehen.

Weitere Informationen und das Programm zur Tagung unter: www.fva-bw.de/gewaesser.

Heiko Rinderspacher
Verein für Forstl. Standortskunde
Tel.: (07 61) 40 18 - 1 71
heiko.rinderspacher@forst.bwl.de

Gerhard Bönecke
FVA, Abt. Landespflege
Tel.: (07 61) 40 18 - 1 67
gerhard.boenecke@forst.bwl.de

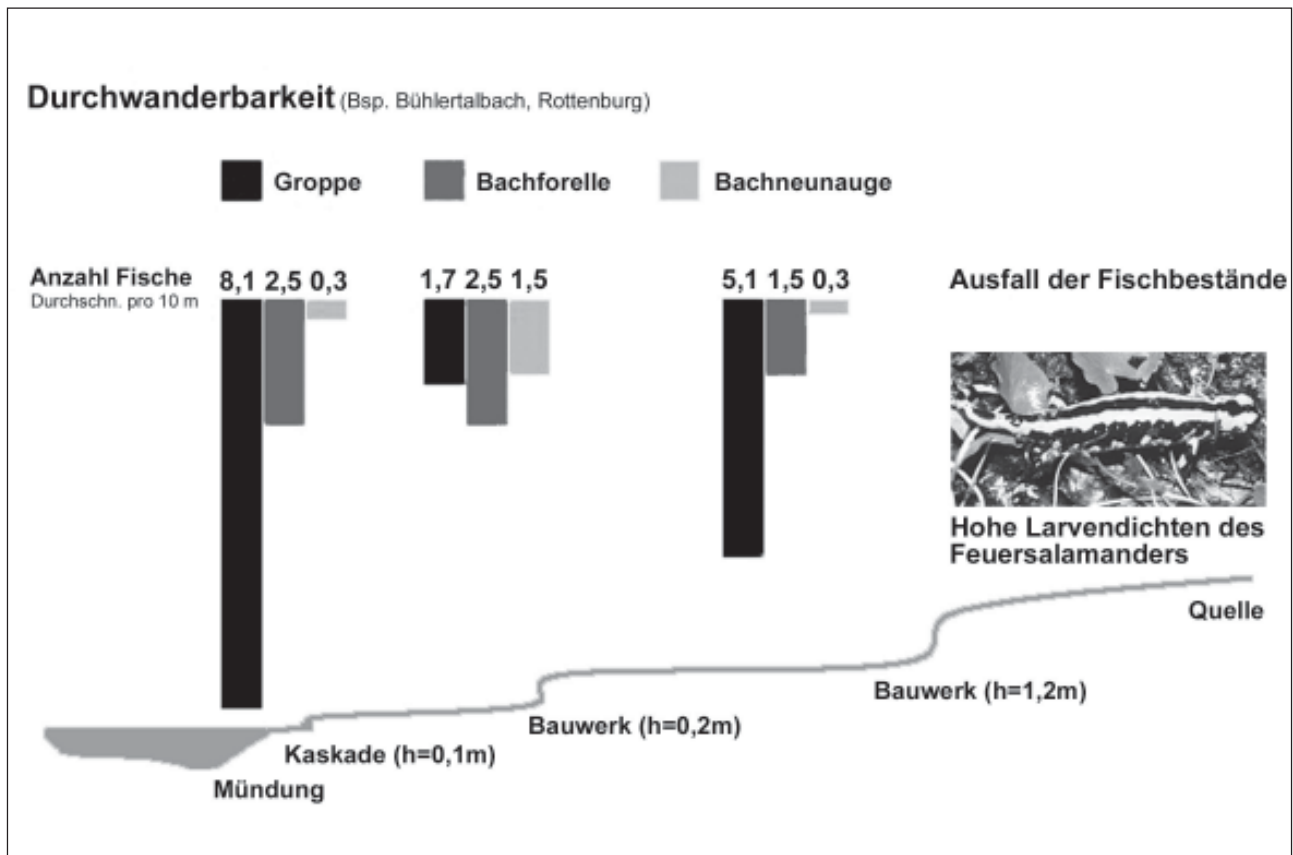


Abb. 4: Abnahme des Fischbestands oberhalb von Querbauwerken

Die Wasserrahmenrichtlinie der EU – neue Ansätze beim Gewässerschutz mit Auswirkungen auf die Forstwirtschaft?

von Gerhard Bönecke

Neue Ansätze für den Gewässerschutz

Die Richtlinie 2000/60 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 (EU-WRRL) schafft einen Ordnungsrahmen für Maßnahmen der Europäischen Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Sie ist am 22.12.2000 veröffentlicht worden und in Kraft getreten. Seit ihrem Inkrafttreten läuft ein eng gestecktes Fristenkonzept:

- bis Ende 2003 ist die EU-WRRL in nationales Recht umzusetzen (ist in Deutschland bereits erfolgt)
- bis Ende 2004 ist eine Bestandsaufnahme aller Gewässer durchzuführen
- 2005 ist der EU ein Bericht mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme vorzulegen
- bis Ende 2006 muss der Aufbau eines Messnetzes für ein Gewässermonitoring zur Überwachung der Einhaltung aller Vorgaben der EU-WRRL erfolgen
- bis Ende 2009 sind Bewirtschaftungspläne mit Maßnahmenprogramme aufzustellen
- bis Ende 2015 ist in allen Gewässern ein von der EU-WRRL näher definierter guter Gewässerzustand zu erreichen (diese Frist kann um maximal 12 Jahre verlängert werden).

Die EU-WRRL enthält neue Gesichtspunkte und Ansätze, die zukünftig die Gewässerbewirtschaftung prägen werden. So wird ein Flussgebiet, d.h. ein Gewässer mit allen seinen Zuflüssen und dem dazugehörigen Einzugsgebiet,

entsprechend den hydrogeographischen Bedingungen als eine räumliche Einheit gehandhabt, auf die sich die künftigen Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme beziehen. Das zwingt die einzelnen Nationalstaaten beim Gewässerschutz zu einer engen, grenzüberschreitenden Zusammenarbeit.

Gewässerökologie immer wichtiger

Grundlage für die Beurteilung des Gewässerzustands ist in Zukunft vor allem die Gewässerökologie, die nach einem fachlich integrativen Ansatz überprüft und bewertet wird, vor allem anhand der Gewässerfauna und -flora. Bisher wird der Gewässerzustand überwiegend mittels chemischer und physikalischer Parameter beurteilt. Neu ist auch der Schutz der direkt von Grund- und Oberflächenwasser abhängenden *Land-Ökosysteme*, also von Bach- und Flussauen, Mooren und Feuchtgebieten, die damit zu einem weiteren zentralen Gegenstand der Gewässerbewirtschaftung werden.

Als Ziele einer nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung, die im Rahmen des genannten Fristenkonzepts bis zum Jahre 2015 zu erreichen sind, nennt die EU-WRRL:

- guter ökologischer und chemischer Zustand der oberirdischen Gewässer und der Küstengewässer
- gutes ökologisches Potenzial und guter chemischer Zustand für die künstlichen und erheblich veränderten Gewässer

(Ausnahmetatbestand der EU-WRRL)

- guter mengenmäßiger und chemischer Zustand des Grundwassers.

Was bedeutet guter Zustand?

Was der *gute Zustand* ist, soll am Beispiel der Fließgewässer erklärt werden. Der gute Zustand leitet sich aus dem *sehr guten Zustand* ab. Den sehr guten Zustand sollen Referenzgewässer, die sich noch in einem natürlichen Zustand befinden, repräsentieren. Bundesweit wurden für die Fließgewässer 20 Gewässertypen definiert, für die geeignete Referenzgewässer ausgewählt werden sollen, um ein Bezugssystem für die Bewertung zu bekommen. Der gute Zustand darf nur geringfügig vom Referenzzustand abweichen.

Die Bewertung des einzelnen Fließgewässers wird anhand biologischer, hydromorphologischer und chemisch-physikalischer Parameter durchgeführt. Nach dem Bewertungsergebnis wird das Gewässer einer von fünf Bewertungsklassen für den ökologischen Zustand (*von sehr gut bis schlecht*) zugeordnet. Nach der Zuordnung richtet sich der Bedarf an Verbesserungsmaßnahmen, die mit dem Ziel, den guten Zustand zu erreichen, umgesetzt werden müssen.

Bedeutung der EU-WRRL für den Gewässerschutz

Die EU-WRRL wird positive Auswirkungen auf den Gewässerschutz haben, da sie als „Umsetzungs-Richtlinie“ konkrete Maß-

nahmen zur Verbesserung der Gewässer verlangt, die generell zum Ziel haben, überall einen guten ökologischen und chemischen Zustand der Gewässer bzw. einen guten mengenmäßigen und chemischen Zustand des Grundwassers herzustellen oder zu erhalten. Darüberhinaus beinhaltet sie, ganz ähnlich wie die FFH-Richtlinie, auch ein Verschlechterungsverbot.

Der Ansatz, die Fließgewässer vor allem anhand biologischer und hydromorphologischer Kriterien zu bewerten bzw. künftig zu überwachen ist von hoher Aktualität. Dies trägt der zurückgehenden Bedeutung von Gewässerverunreinigungen durch schädliche Einleitungen Rechnung, während die Bedeutung morphologischer Veränderungen der Gewässer z.B. durch Ausbau und Aufstau als Ursache für Störungen und Schäden in jüngerer Zeit zunehmende Bedeutung erlangte.



Strukturelemente im Trauzenbach bei Murrhardt

Bedeutung der EU-WRRL für die Forstwirtschaft

In welchem Umfang Regelungen die Forstwirtschaft berühren, die zum Schutz und der Verbesserung von Fließgewässern und von grund- oder oberflächenwasserabhängigen Land-Ökosystemen im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL auf nationaler Ebene getroffen werden müssen, lässt sich derzeit nur umreißen. Auf jeden Fall werden die Wälder als Teil der sog. Bodennutzungsstrukturen durch die Rahmenrichtlinie erfasst.

Bei den Bodennutzungsstrukturen geht es, so die derzeitige Interpretation, um eine *grobe Orientierung über die umweltrelevanten Aktivitäten (driving forces) des betrachteten Einzugsgebietes* im Hinblick auf signifikante Belastungen, die erwähnenswert dazu beitragen, dass die allgemeinen Umweltziele der WRRL verfehlt werden oder das Erreichen dieser Ziele gefährdet ist. Zu ermitteln sind Belastungen durch Punktquellen und durch diffuse Quellen durch im Anhang der Richtlinie aufgeführte Stoffe, durch Wasserentnahmen, durch Abflussregulierungen, morphologische Veränderungen und andere signifikante anthropogene Auswirkungen.

Im Zusammenhang mit morphologischen Veränderungen ist im Fall der Fließgewässer klar, dass durch den Waldwegebau Eingriffe mit erheblichen Auswirkungen auf die Durchgängigkeit bzw. Durchwanderbarkeit von Wasserläufen im Wald stattgefunden haben (vergleiche Beitrag „Waldbäche - Morphologische Struk-

turen und Fauna“). Da diese dem angestrebten guten Gewässerzustand entgegen stehen, werden fallweise Verbesserungen verlangt werden. Offen ist, wem die Kosten für Verbesserungsmaßnahmen bezüglich der Durchgängigkeit, z.B. für die Umgestaltung einer Dole in einen Durchlass, aufgebürdet werden. Den für die Gewässerunterhaltung zuständigen Kommunen oder dem jeweiligen Forstbetrieb, als Verursacher bzw. Betreiber des Bauwerks?

Grundwasser im Fokus der Betrachtung

In Verbindung mit dem qualitativen Zustand des Grundwassers werden die Wälder mit Sicherheit näher betrachtet. So bei Verschmutzung des Grundwassers aus diffusen Quellen, z.B. über Luftschadstoffe, in erster Linie Schwefel- und Stickstoffverbindungen. Hier sind Regionen mit geringer Pufferwirkung der Böden, die zu einer Versauerung des Grundwassers geführt haben, im Blick. Bei den grundwasserabhängigen Land-Ökosystemen mit einem Grenzflurabstand von in der Regel bis zu 3 m, also z.B. alle Bach- und Flussauen, wird nach derzeitiger Auslegung der Richtlinie vor allem auf Beeinträchtigungen dieser Lebensräume durch Grundwasserentnahme oder durch Anlage von Drainagegräben abgehoben. Aber auch Absenkungen des Grundwasserflurabstands infolge Eintiefung der Gewässersohle durch verstärkte Sohlenerosion nach Gewässerbegradigung kommen als signifikante Beeinträchtigungen in Betracht. Eine direkte Betroffenheit der Forstwirtschaft ist außer bei den Drainagegräben nicht gegeben.

Gerhard Bönecke
FVA, Abteilung Landespflege
(0761) 4018-167
gerhard.boenecke@forst.bwl.de

Forstbetriebliche Optionen zur Sicherung der Wassergüte

von Jörg Niederberger

Bewaldete Einzugsgebiete gelten als Lieferant für hochwertiges Grundwasser. Nicht umsonst befinden sich in der Bundesrepublik Deutschland über 2/3 der Trinkwassereinzugsgebiete in Wäldern.

Durch Stoffaufnahme sowie die Puffer- und Filterwirkung der Waldböden werden Schadstoffe (Stickstoff, Säureeinträge, Schwermetalle) in der Biomasse oder im Boden festgelegt bzw. neutralisiert. Durch die vielfältigen Einflüsse, denen die Wälder in den letzten Jahrzehnten ausgesetzt waren, sind diese Eigenschaften nachhaltig gestört. Es stellt sich die Frage, wie lange der Wald seine Eigenschaft als Lieferant für hochwertiges Trinkwasser noch erfüllen kann?

Bestandeszusammensetzung bestimmt den Austrag

Der Stoffhaushalt von Wäldern und damit letztlich auch der Austrag von potenziell wassergefährdenden Stoffen wie Nitrat, Aluminium, gelösten organischen Kohlenstoffen und Schwermetallen wird maßgeblich durch die Bestandeszusammensetzung sowie deren räumliche Struktur bestimmt. Daneben spielen Säure- und Stickstoffdepositionen über die Luft und den Niederschlag eine bedeutende Rolle.

Im einem Forschungsprojekt, welches im Rahmen des BW-Plus Programmes gefördert wird, soll der Einfluss von forstbetrieblichen Steuerungsmöglichkeiten auf die Grundwasserqualität und damit letztlich auf das zur Wasseraufbereitung gewonnene Rohwasser untersucht werden. Die bodenchemischen Eigenschaften können zum einen durch spezifische forstbetriebliche Maßnahmen gesteu-

ert werden. Zu diesen zählen die Baumartenzusammensetzung (Nadelholz- bzw. Laubholzanteile) sowie die Größe und Dauer der Unterbrechung des überschirmenden Kronendaches (Kahlschlag- bzw. Dauerwaldwirtschaft, Vorhandensein von Verjüngung zum Nutzungszeitpunkt). Der Bodenversauerung auf Grund von Depositionen wird in der Forstpraxis durch Bodenschutzkalkungen entgegengewirkt.

Fallstudie Conventwald

In der Studie wird der Einfluss unterschiedlicher Baumarten und Bestandesstrukturen auf den Stoffhaushalt von Wäldern untersucht. Die Untersuchungsflächen liegen am Westabhang des Mittleren Schwarzwaldes in submontaner Höhenlage (ca. 750 m ü. NN). Seit 1991 werden die Auswirkungen unterschiedlicher Waldbaustrategien und Hiebsmaßnahmen auf die Sickerwasserqualität untersucht. Aufgrund der Lage in einem 9,3 ha großen Wassereinzugsgebiet ist das Datenmaterial der Studie hervorragend für die modellhafte Beschreibung der Wirkung von Bodenprozessen auf die Hydrosphäre geeignet. Darüber hinaus ist es möglich, anhand der 6 Messorte des Level II-Stoffflussmessnetzes bei standardisierter Bestandessituation (60-80 jährige Fichtenbestände) den Effekt unterschiedlicher Depositionsbelastungen auf die Puffer- und Filtereigenschaften des Waldbodens zu isolieren. Anhand dieses Datenpools soll der Eintrag von Nitrat, Aluminium, Mangan und gelösten organischen Säuren aus der Bodenzone in die Hydrosphäre abgeschätzt werden. Dies geschieht in Abhängigkeit von einfach ermit-

telbaren Boden- und Witterungsparametern, Kenngrößen des Waldbestandes sowie der Höhe und Zusammensetzung der Depositionsbelastung. Auf der Basis dieser Abschätzung sollen Ansätze zu einer Regionalisierung entwickelt werden.

Das Einzugsgebiet „Conventwald“ ist bodenkundlich und -hydrologisch sehr gut untersucht. Es hat Modellcharakter für die durch Hangschuttauquifere gekennzeichneten Wassereinzugsgebiete des Mittleren Schwarzwaldes. An diesem Ort soll neben der bodenchemischen Entwicklung die Verweildauer des Wassers im Aquifer und dessen chemische Veränderung während der Fließpassage zum Vorfluter untersucht werden. Durch die langjährigen Datenreihen ist es möglich, unterschiedliche Bestandessituationen zu charakterisieren und vergleichend auszuwerten. Neben dem Baumarteneffekt kann der Einfluss der Altersstruktur auf die Bodenwasserchemie während der lateralen Bodenpassage ermittelt werden. Durch den strukturbezogenen Untersuchungsansatz kann zusätzlich dargestellt werden, wie sich die chemischen Eigenschaften von lateral abfließendem Bodenwasser in den Übergangszonen von Freiflächen oder Kleinstkahlschlägen in voll bestockte Areale ändern.

Untersuchungsgebiet Kleine Kinzig

In diesem Gebiet wird schwerpunktmäßig die Wirkung von Bodenschutzkalkungen auf die chemische Wasserqualität untersucht. Es umfasst die zwei Teileinzugsgebiete Teufelsbächle und Huttenbächle. Die Talsperre Kleine Kin-

zig wurde von 1978 bis 1982 gebaut. Der Damm hat eine Höhe von 71 m über der Talsohle und ist im Bereich der Dammkrone 380 m lang und 8 m breit. Bei Vollstau hat der Stausee bei einer maximalen Tiefe von 65 m und einer Oberfläche von 56 ha ein Volumen von 13 Mio. m³ Wasser. Die zugehörige Wasseraufbereitungsanlage liefert aktuell ca. 5,5 Mio. m³ Trinkwasser pro Jahr (maximal 11,7 Mio. m³/a) für 250.000 Menschen.

Die beiden Einzugsgebiete Teufelsbächle und Huttenbächle sind in ihren morphologischen Eigenschaften vergleichbar. Sie liegen im submontanen Bereich des Nordschwarzwaldes (550 – 850 m ü. NN), 7 km südlich von Freudenstadt. In einer Diplomarbeit am Institut für Hydrologie der Universität Freiburg wurden die hydrologischen Eigenschaften der beiden Einzugsgebiete untersucht. Die Arbeit hat gezeigt, dass die beiden Teilgebiete in ihren hydrologischen Abflussbildungsprozessen sehr gut vergleichbar sind. Der größte Unterschied resultiert aus der unterschiedlichen Größe der Einzugsgebiete (Huttenbächle 4,02 km², Teufelsbächle 2,14 km²)

Die beiden Einzugsgebiete bieten daher sehr gute Rahmenbedingungen für die Untersuchung der Wirkung von Waldkalkungen auf die Grundwasserqualität. Das Einzugsgebiet des Huttenbächle wurde vor und nach 1985 nahezu vollständig (über 80%) gekalkt. In Teilbereichen wurde bereits eine Wiederholungskalkung durchgeführt, wobei lediglich einige Vernässungsflächen im höher gelegenen Teil des Einzugsgebietes ausgespart blieben. Unmittelbar nach Beginn dieses Projektes im November 2003 wurde die gesamte Fläche des Einzugsgebietes Huttenbächle nochmals gekalkt. Im Einzugsgebiet Teufelsbächle dagegen wurde nur 50% der Fläche in einer einmaligen Maßnahme 1988 behandelt. Die östlich des Hauptbaches gelegenen Flächen sind



Talsperre Kleine Kinzig

noch nicht gekalkt.

Profile dokumentieren den Zustand

Die Projektarbeiten wurden im August 2003 aufgenommen. In einem ersten Arbeitsschritt wurden im Untersuchungsgebiet Kleine Kinzig in beiden Teileinzugsgebieten in einem Raster von 200x200 m Bodenprofile angelegt und bodenchemisch untersucht. Aufgrund der geplanten Wiederholungskalkung im Oktober 2003 stand die Profilaufnahme und -beprobung unter einem hohen Zeitdruck. Innerhalb von zwei Monaten wurden 149 Profile angelegt und damit der bodenchemische Status vor der Durchführung der Wiederholungskalkung dokumentiert. Durch die Vielzahl der so gewonnenen Punktdaten kann in einem nächsten Schritt eine Regionalisierung der bodenchemischen Zustandsgrößen durchgeführt werden. In einem multiplen linearen Modell werden als Vorhersagegrößen die morphologischen Eigenschaften, die Bestandescharakteristik sowie bodenphysikalische Kenngrößen verwendet. Die Reliefgliederung soll mit einem neuen, im Zentimeterbereich auflösenden digitalen

Höhenmodell (DHM) dargestellt werden.

In Verbindung mit der in der Diplomarbeit von Scheel bereits erarbeiteten Hydrotoppgliederung sollen die regionalisierten bodenchemischen Daten mit Prozessen der Abflussbildung verknüpft werden. Grundlage für diese Verknüpfung ist die Ableitung von Quantitäts-/Intensitäts-Beziehungen zwischen austauschbaren Ionenvorräten im Boden und korrespondierenden Ionenkonzentrationen in einer gleichgewichtsnahen Bodenlösung. Diese werden durch Perkolationsversuche an natürlich gelagerten Bodenproben gewonnen (Gleichgewichtsbodenporenlösungen). Außerdem werden an bis zu 3 Punkten in den beiden Teileinzugsgebieten des Trinkwasserspeichers Kleine Kinzig Unterdrucklysimeterplots für die Gewinnung von Sickerwasser im oberen und unteren Mineralboden installiert. Mittels der Lyssimeterwässer wird die Gleichgewichtsnähe der Ionenkonzentrationen im Sickerwasser abgeschätzt.

Die bisherigen Aufnahmen im Bereich der Kleinen Kinzig haben gezeigt, dass die gesättigte oder teilgesättigte Zone an den Hängen der Untersuchungsgebiete uner-



Vorfluter Kleine Kinzig

wartet oberflächennah liegt und so Zwischenabflüsse wahrscheinlich als wesentliche Abflussbildungsprozesse anzusehen sind. Damit ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass Veränderungen des bodenchemischen Zustandes in die Hydrosphäre „durchschlagen“ und so durch vorsorgenden chemischen Bodenschutz auch gleichzeitig ein langfristiger Gewässer- und Grundwasserschutz möglich ist. Zur direkten Beobachtung der Menge, der zeitlichen Dynamik und der chemischen Eigenschaften des Zwischenabflusses sollen im Frühjahr 2004 entlang je eines Hangtransektes pro Teileinzugsgebiet je 30 bis 60 Pegelrohre im Boden bis in eine maximale Tiefe von 3-4 m eingebaut werden. Für die zeitlich hoch auflösende Registrierung des Wasserstandes in diesen Pegeln wurde eine Sensortechnik entwickelt, die eine Registrierung von Grundwasserstandsänderungen im Minutentakt bei einer räumlichen Auflösung im Bereich von wenigen cm erlaubt. Mit dieser Technik ist eine direkte Beobachtung von Zwischenabflusswellen möglich. Neben der zeitlich hoch aufgelösten Grundwasserstandsbeobachtung wird in regelmäßigen Abständen die Leit-

fähigkeit und die Temperatur des Grundwassers über entsprechende Sensoren aufgenommen.

An verschiedenen Punkten entlang der Bachläufe, an ausgewählten Quellen und an einer Untermenge der Pegeltransekte wird in regelmäßigen Abständen die chemische Zusammensetzung und Leitfähigkeit von Wasserproben untersucht. Als Summenparameter der Ionenstärke in den Wasserproben gibt die Leitfähigkeit Hinweise über die Herkunft des Wassers. An einigen Messpunkten wurde mit der Probenahme bereits im Dezember 2003 begonnen. Da die Finanzierung des Projektes mittlerweile für die gesamte Laufzeit gesichert ist, kann in diesem Frühjahr mit der Einrichtung der Untersuchungsflächen bei der Fallstudie Conventwald begonnen werden.

Ziele des Projekts und Ausblick

Bei der Aufbereitung von Grund- bzw. Oberflächenwasser zu Trinkwasser müssen die vorgeschriebenen gesetzlichen Qualitätskriterien eingehalten und Belastungen eliminiert werden. Aluminium ist vergleichsweise ein-

fach aus dem Trinkwasser zu entfernen. Schwierigkeiten bei der Trinkwasseraufbereitung bereiten Nitrat, gelöste organische Kohlenstoffverbindungen und Schwefelverbindungen im Rohwasser. Eine stärkere Belastung des Rohwassers bedeutet einen erhöhten Aufwand bei der Trinkwasseraufbereitung, der sich nach ökonomischen Gesichtspunkten beziffern lässt.

Ziel dieses Projektes ist es, die Bedeutung forstbetrieblicher Steuerungsmaßnahmen auf die chemischen Eigenschaften des Bodens im Bereich der einzelnen Hydrotopareale und ihre Wirkung auf die chemische Zusammensetzung des Grundwassers und des Bachwassers zu identifizieren. Dadurch können Strategien entwickelt werden, wie durch forstbetriebliche Eingriffe die Stabilität der Puffer- und Filterwirkung der Böden erhalten und gesteigert werden kann, um den Austrag von gewässerbelastenden Stoffen zu verhindern. Auf diese Weise kann die Leistung des Waldes für den Trinkwasserschutz direkt ökonomisch bewertet werden und so die finanzielle Mehrbelastung von Waldbesitzern durch z.B. waldbauliche Maßnahmen oder Bodenschutzkalkungen ausgeglichen werden, wie es in der Landwirtschaft schon seit langem üblich ist.

In der EU-Wasserrechtsrahmenrichtlinie wird die Aufstellung regionaler Gewässerentwicklungspläne gefordert. Diese sollen gleichrangig wasserbauliche, gewässerbiologische und gewässerchemische Aspekte mit einbeziehen. Dabei spielen letztere eine herausragende Rolle, da sie die entscheidenden Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Stabilität aquatischer Biozönosen darstellen.

*Jörg Niederberger
FVA, Abt. Bodenkunde
Tel.: (07 61) 40 18 – 2 76
joerg.niederberger@forst.bwl.de*

Die Ökosystemforschungsfläche Conventwald

von Klaus von Wilpert

Versuchsanlage und Ziele

In der Fallstudie Conventwald wird der Stoff- und Wasserhaushalt von Waldökosystemen untersucht, die sich hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung und Bestandesstruktur unterscheiden. Damit ist eine Bewertung der Auswirkungen unterschiedlicher waldbaulicher Strategien auf funktionale Eigenschaften von Waldböden unter sonst gleichen Bedingungen (Freilanddeposition und Standort) möglich. Eine Untersuchungsvariante liegt in einem 9,3 ha großen Wassereinzugsgebiet, so dass für diese Variante Stoffausträge und ihre Auswirkungen auf die Wasserqualität im Bachwasser direkt erfasst werden können.

Depositionsbedingte Stoffausträge vermindern den Bestand an puffernden und für die Waldernährung essenziellen Vorräten von Neutralkationen im Wurzelraum. Dies bedeutet eine Standortdrift. Die aktuelle Driftrate wird auf der Grundlage der Stoffflussmessungen berechnet und modellhaft formuliert. Es werden vorsichtige Prognosen der zukünftigen Standortentwicklungen unter der Voraussetzung der mittel- bis langfristigen Fortdauer der heutigen Immissionsbelastungen aufgestellt. Durch den Vergleich von Baumarten- und Strukturvarianten wird der durch das waldbauliche Verfahren (Erziehung naturnaher Laubholz- und Mischbestände, kahlschlagfreie Wirtschaft) erzielbare Stabilitätsgewinn abgeschätzt. Die Berechnung aktueller und zukünftiger Stoffausträge erlaubt eine Beurteilung des Risikos für die Rohwasserqualität. Diese auf Stoffhaushalt und Standortnachhaltigkeit bezogene „Ökobilanz“ kann der

betriebswirtschaftlichen Bilanz dieser Verfahren gegenübergestellt werden. Sie liefert dem Praktiker objektive Kriterien zur Beurteilung der Ökosystemverträglichkeit der untersuchten Waldbauverfahren.

Die Ökosystemforschungsfläche Conventwald ist in mehrere landes- und EU-weite Umweltüberwachungsmessnetze einbezogen. So ist eine Versuchsvariante Teil des EU-weiten Level II-Stoffflussmessnetzes, in dem Stoffeinträge mit dem Regen sowie Stofftransporte im Sickerwasser und meteorologische Daten zeitlich hochauflösend erhoben werden. Außerdem werden dort Baumernährung und Zuwachs erfasst. Gleichzeitig ist diese Fläche Teil des landesweiten Dauerbeobachtungsflächen-Netzes, in dem jährlich der Kronenzustand an allen Bäumen eine 0,25 ha großen Fläche eingeschätzt wird. Außerdem ist der Standort in das landesweite Depositionsmessnetz integriert, in dem 14-tägig die



Totalisatoren im Conventwald

Einträge von Stoffen mit dem Niederschlag erfasst werden. Durch die Kumulation unterschiedlicher Untersuchungen am gleichen Standort können im Sinne der Forschungsökonomie Synergieeffekte genutzt werden.

Konsequenzen für die Praxis

Die Messungen zeigen, dass auch auf silikatischen Standorten mit guter Basenversorgung und auch unter laubholzreichen Beständen die depositionsbedingte Reduktion des austauschbaren Basenvorrates in wenigen Jahrzehnten zu einem weitgehenden Verlust standortstypischer Regelfunktionen des Bodens führen kann. Es ist zu prüfen, ob der drohende Verlust von Standortpotenzialen gerade auf diesen „besseren Substraten“ durch gezielte, vergleichsweise schwach dosierte Kalkungsmaßnahmen in Verbindung mit einem waldbaulichen Umsteuern in Richtung Laubholz aufgehalten werden kann. Wenn aus der Inventur des chemischen Bodenzustandes (BZE) abgeleitet wird, in welchem Flächenumfang im Land Baden-Württemberg vergleichbare standörtliche Bedingungen wie im Conventwald herrschen, erscheint es möglich, die auf geogen gut basenversorgten Standorten offensichtlich aktuell sehr schnellen Standortveränderungen aufhalten zu können. Dies ist als ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung der natürlichen Standortdiversität zu sehen.

Dr. Klaus von Wilpert
FVA, Abt. Bodenkunde
Tel.: (07 61) 40 18 – 1 73
klaus.wilpert@forst.bwl.de

Wuchshüllen als Minigewächshäuser

von Georg Kenk

Wuchshüllen wurden bereits ab dem Jahre 1979 in Großbritannien erprobt und dort innerhalb eines knappen Jahrzehnts zum Standard und zur wichtigsten Innovation bei der Pflanzung von Laubbäumen. Im früheren Forstbezirk Güglingen hat die Abteilung Waldwachstum der FVA im Jahre 1987 erstmals Wuchshüllen bei einem Pflanzversuchsversuch mit Eichen in modifizierten „Nestern“ eingesetzt. Die Nester im Abstand 10x5 m und 5x5 m bestanden aus jeweils drei wuchshüllengeschützten Eichen, was Pflanzanzahlen von 600 bzw. 1200 Stück je ha entspricht. Die damals hohen Kosten für die Wuchshüllen und das Aufstellen ließen neben spontanen negativen Reaktionen von Fachkollegen zur Ästhetik solcher Kulturen (Abb. 1) von vornherein nur eine sehr eingeschränkte Verwendung erwarten, z.B. bei der Pflanzung von wertvollen Laubbäumen.

Zur gleichen Zeit wurden vor allem in Frankreich, aber auch in

Österreich und Norddeutschland Untersuchungen zum Mikroklima, zu den Ausfällen und zum Wachstum verschiedener Laubbaumarten in Wuchshüllen angelegt und zum Teil über ein Jahrzehnt betrieben. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt.

Mehrere Typen in der Prüfung

Bei den Wuchshüllen kann zwischen sogenannten „Minigewächshäusern“ (Akyplant, Sheltatree, Tubex, Ecotub, Sylvitub) und perforierten, netzartigen Schutzhüllen (Samex, Nortene) unterschieden werden (Abb. 2). Das verwendete Material ist Polypropylen oder Polyäthylen, mehr oder weniger UV-stabil, weiß bis braun oder grün und meist doppelwandig. Die 0,6-1,8 m hohen Wuchshüllen sind viereckig, achteckig, dreieckig oder rund, mit und ohne Belüftungslöcher bzw. Perforierung, und sie haben einen Innendurchmesser von 5-21 cm, im Mit-

tel 10 cm. Farbe und Form bestimmen die Lichtdurchlässigkeit und den Strahlungshaushalt. Die Befestigung ist meist ein Stab aus Kastanien-, Robinien- oder Eichenholz, vereinzelt auch aus Metall. Bambus sollte wegen seiner geringen Haltbarkeit nicht verwendet werden. Die Lebensdauer bis zum Zerfall betrug anfänglich 6 bis 8 Jahre, heute noch 3 bis 5 Jahre, wobei die sich zersetzenden Plastikreste länger in den Kulturen sichtbar bleiben.

Wirkungen auf das Mikroklima

Wuchshüllen schaffen ein spezielles Mikroklima mit Auswirkungen auf die Temperatur, die Luftfeuchte, die Einstrahlung, die Photosynthese und damit auch auf das Wachstum. Die Temperaturerhöhung in Wuchshüllen mit Perforation beträgt im Mittel ca. 3,8°C, ohne Perforation ca. 6,9°C (gemessen um 14 Uhr). Dadurch werden die Brutto-Photosynthese und die Respiration gesteigert, aber die Netto-Photosynthese vermindert. Die Luftfeuchtigkeit in nicht perforierten Röhren ist konstant um etwa 21% höher als außerhalb. Dies bewirkte bei Waldkirschen und Nussbäumen eine um etwa 1/6 bis 1/10 verminderte Transpiration der Pflanzen. Der Einsatz von Wuchshüllen spart somit Wasser. Einen zusätzlichen Vorteil für die Pflanzen bot der Herbizideinsatz, weil dadurch auch das Wasserangebot von außerhalb der Wuchshülle nutzbar wurde. Eine Perforation oder Löcher verhindern durch den besseren Luftaustausch eine Überhitzung, sie vermindern aber Temperatur und Luftfeuchte und nähern sie derjenigen der Umgebung an.



Abb. 1: Wuchshüllenkultur im Fbz. Güglingen

Die Einstrahlung im Innern der Wuchshülle wird im Tagesmittel um etwa 20-55% vermindert. Sie wird auch, abhängig von der Farbe der Wuchshülle, in ihrer Qualität verändert: Dunkle Farben reduzieren die photosynthetisch aktive Strahlung stärker als helle bzw. transparente und beeinträchtigen damit die Photosynthese der Pflanzen. Der CO_2 -Gehalt in Wuchshüllen wird gegenüber der Umgebung stark vermindert. Dies erfolgt in Abhängigkeit vom Rauminhalt und von dem Anteil, den die Pflanze dabei einnimmt. Mit zunehmender Bodennähe steigt die CO_2 -Konzentration. Bei nicht perforierten Wuchshüllen erneuert sich die Luft nur sehr langsam. Als Folge wird das CO_2 rasch verbraucht und die Photosynthese stark vermindert. Die Pflanze verbraucht am Anfang des Tages in kurzer Zeit sämtliches CO_2 .

Unterschiede beim Höhen- und Durchmesserwachstum

94 von 99 Versuchen in Frankreich zeigten, dass das besondere Mikroklima den Höhenzuwachs in den ersten Jahren zwar begünstigt, aber um den Preis eines signifikant um 20-30% verminderten Durchmesserzuwachses. Bei Hybridnüssen, die rasch wachsen und deren Terminalknospen daher nur kurze Zeit in der Wuchshülle bleiben, waren die Höhenunterschiede zwischen geschützten und frei erwachsenen Pflanzen nur während drei Jahren gegeben. Dagegen waren die Durchmesser der Pflanzen in den Wuchshüllen im Vergleich zu den freiwachsenden für etwa sieben Jahre geringer.

Der Vorsprung im Höhenwachstum ist nur temporär. Dies gilt generell auch für andere Laubbäume mit raschem Jugendwachstum, z. B. Kirschen. Auch Versuche mit Eschen auf gut wasserversorgten Standorten zeigten, dass die Wuchshüllen den Höhen-

zuwachs steigern, den Durchmesserzuwachs aber vermindern und damit labile Pflanzen erzeugen. Dies trifft im Ergebnis auch für andere Baumarten zu. Bei Baumarten mit langsamem Jugendwachstum sind die Gewinne an Höhen- und die Defizite am Durchmesserwachstum zwar weniger stark, aber für längere Zeit wirksam.

Ohne Wuchshüllen mehr Wurzeln und mehr Biomasse

Beim Wachstum der ober- und unterirdischen Biomasse sind die Vergleichspflanzen ohne Wuchshüllen den geschützten Pflanzen um 18-52% überlegen. Die Vergleichspflanzen hatten insbesondere einen höheren Anteil an Wurzelbiomasse. Die Begrenzung des Biomassewachstums im Innern nicht perforierter Wuchshüllen scheint auch das Wurzelwachstum stark zu beeinträchtigen. Das oben beschriebene Ungleichgewicht zwischen Durchmesser- und Höhenwachstum macht die Pflanzen empfindlicher gegen Wind, wenn sie aus der Wuchshülle herauswachsen. Die anschließend erfolgende Stabilisierung über ein stärkeres Durchmesser- und Wurzelwachstum kann über ein reduziertes Höhenwachstum zu einer starken Vermehrung der Seitenzweige und damit zu einer (eventuell vorübergehenden) Verbuschung führen. Die Kombination von Wuchshüllen mit Mulchscheiben oder der in Frankreich praktizierte Herbizideinsatz kompensieren ungünstige Effekte, die ansonsten durch die Wuchshülle entstehen.

Kosten

Für Baden-Württemberg fehlen abgesicherte Daten für das gesamte Verfahren. Nach einem Bulletin des französischen Office Nationale des Forêts aus dem Jahre 2000 ist bei 1,2 m hohen Wuchs-



Abb. 2: Netzartige Wuchshülle

hüllen mit einem Aufwand von 2,00-3,50 EUR pro Wuchshülle zu rechnen (Wuchshülle, Befestigung, Ausbringen), bei 1,8 m hohen Wuchshüllen mit einem Aufwand von 2,50-5,00 EUR. Der Abbau ist in diesen Zahlen jedoch nicht enthalten.

Nachteile von Wuchshüllen

Die Pflanzen in den Wuchshüllen werden erwärmt, was gelegentlich die Mortalität erhöht; empfindlich ist hier vor allem die Buche. Das Risiko von Schimmelbildung und Fäule steigt mit zunehmender Feuchtigkeit in der Röhre und mit dem Anteil, den die Pflanze am Wuchsraum einnimmt. Wuchshüllen sind nicht bestimmt für Nadelbäume.

Die Wachstumsbeschleunigung in Wuchshüllen ist vorübergehend. Wenn die Pflanze aus dem Schutz herauswächst, verlangsamt sie ihr Höhenwachstum, um das Gleichgewicht zwischen Spross und Wurzelsystem wieder zu finden. Nach einem Jahrzehnt haben Pflanzen mit oder ohne Wuchshüllen dieselbe Höhe erreicht. Für perforierte (netzartige) Wuchshüllen ist der Gewächshauseffekt

geringer, Zweige können seitlich herauswachsen. Das Eindringen von unerwünschter Vegetation (Gras etc.) in die Wuchshülle kann die Gefährdung durch Mäuse erhöhen.

Eine weitere Gefahr ist, dass Wuchshüllen samt Pflanzen umgedrückt werden können. Meist geschieht dies durch Wind, besonders häufig bei rechteckigen Hüllen, zuweilen auch durch Wild. Eine geringe Standfestigkeit kann auch durch mangelnde Qualität der Stäbe verursacht sein. Einzelne Waldbesucher empfinden enge Verbände mit Wuchshüllen als unästhetisch. Andererseits werden Wuchshüllen oft auch als positiv wahrgenommen, denn sie zeigen, dass „die Förster etwas tun“.

Vorteile von Wuchshüllen

Wuchshüllen sind ein sicherer Wildschutz für alle Laubbäume, auch für solche mit starker Verzweigung (Esche, Nussbaum). Sie wirken sich günstig auf das Anwachsen aus, so dass die Ausfälle selten über 10 % betragen. Zusätzlich wird bis zum Herauswachsen aus der Hülle das Höhenwachstum beschleunigt. Nicht zu unterschätzen ist auch, dass sie in einer üppigen Begleitvegetation leichter aufgefunden werden können.

Das Ausbringen von Schutzhüllen ist einfacher und billiger als eine Zäunung, zumindest bei den im Staatswald heute empfohlenen Pflanzanzahlen. Eventuell notwendige Reinigungen können punktu-

ell, ohne großen Suchaufwand, ohne Risiko für die Pflanzen (versehentliches Mähen) und mit einem insgesamt deutlich verringerten Zeitaufwand durchgeführt werden. Von finanzieller Bedeutung ist auch, dass nach neueren Erfahrungen Wuchshüllen unter Umständen mehrfach verwendet werden können (z.B. 2 x 4 Jahre).

Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Wuchshülle ist eine technische Innovation bei der Begründung von Laubbaumbeständen bei starkem Wilddruck und/oder bei starker Konkurrenzvegetation. Ihr Einsatz, d.h. die Anzahl und das Schutzziel, bedarf in jedem Einzelfall sorgfältiger Abwägung der Kosten und möglicher Alternativen bei der Regulierung der Konkurrenzvegetation und des Wilddrucks.

Gemäß aktuellen Forschungsergebnissen aus Frankreich (INRA) ist das optimale Mikroklima in den Röhren der Schlüssel für den Erfolg mit Wuchshüllen. Die negativen Effekte auf das Biomassewachstum können durch eine Optimierung des kontrollierten Luftzutritts (ohne Kamineffekt) und in einer lokalen Vegetationskontrolle um die Pflanzen mit Herbiziden oder Mulchscheiben gemindert werden. Die besten Ergebnisse zeigen derzeit röhrenförmige Wuchshüllen aus hellem Material mit einer oder mehreren Öffnungen an der Basis. Sie bewirken den notwendigen Luftaustausch. Ihr positiver Effekt auf das Höhen-

wachstum (im Vergleich zu Pflanzen im Freiland) dauert an, bis die Pflanze aus der Wuchshülle herausgewachsen ist.

Wuchshüllen sind im Vergleich zu den Pflanzenkosten teuer. In die betriebswirtschaftliche Kalkulation muss neben dem Kauf und der Ausbringung auch die regelmäßige Kontrolle auf z.B. Schiefstand, ein eventueller Unterhalt und ein eventueller späterer Abbau samt Entsorgung einbezogen werden.

Anwendung in besonderen Verjüngungssituationen

Wuchshüllen kommen in erster Linie in Frage bei Laubbaumarten mit langsamem Jugendwachstum, bei Kleinpflanzen in üppiger sonstiger Naturverjüngung oder bei starker Vegetationskonkurrenz. Die Vorteile kommen auf Kleinflächen unter 4 ha oder/und bei Pflanzverbänden mit weniger als 1.000 Pflanzen pro ha zum Tragen. Die bevorzugten Anwendungsgebiete sind daher „Anreicherungsplantagen“ mit seltenen Laubbäumen in Naturverjüngungen, sukzessionsgestützte baumzahlarne Begründungskonzepte und Nesterpflanzungen. Im Ausland werden sie auch in Agroforst-Systemen und bei der Aufforstung ehemals landwirtschaftlicher Flächen eingesetzt.

*Georg Kenk
FVA, Abt. Waldwachstum
Tel.: (07 61) 40 18 – 2 49
georg.kenk@forst.bwl.de*

Impressum

Herausgeber:

Der Direktor der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Prof. Konstantin Frhr. von Teuffel

Adresse:

Wonnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg
Telefon: (07 61) 40 18 – 0

Fax: (07 61) 40 18 – 3 33
E-Mail: fva-bw@forst.bwl.de
Internet: www.fva-bw.de

Redaktion:

Norbert Bär, Thomas Fillbrandt,
Marc Hanewinkel, Elli Mindnich, Marco Reimann, Jürgen Schäffer, Bernd Textor,
Thomas Weidner

Auflage:

2500 Exemplare

Die Redaktion behält sich die sinnwahrende Kürzung, das Einsetzen von Titeln und Hervorhebungen vor. Die Beiträge müssen nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wiedergeben.

Freiburg i. Brsg., Mai 2004

Förster als 'Europaparlamentarier' zum Thema Dürre 2003

von Kaisu Makkonen-Spiecker

Direkte Auswirkungen der Sommerdürre 2003 und später erkennbare Folgen machen dem Wald und der Forstwirtschaft zu schaffen: Die Borkenkäfer attackieren die geschwächten Bäume, der Holzmarkt ist übersättigt und die Holzpreise purzeln.

Mehr als hundert Vertreter der Forstwissenschaft und -wirtschaft waren am 25. März zu einer Deutsch-Französischen Konferenz ins Europaparlament nach Straßburg gekommen, um die Auswirkungen der Trockenheit auf die Wälder in Frankreich und Deutschland zu diskutieren. Veranstalter waren das Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg, die FVA sowie ECOFOR, Paris. Die finanzielle Unterstützung kam vom französischen Ministerium für Land- und Forstwirtschaft.

Steigende Temperaturen, abnehmende Niederschläge

Eine lange anhaltende Hochdruckwetterlage bescherte 2003 vielen Regionen Europas einen trocken-heißen Sommer. Träfen frühere Beobachtungen auch heute zu, folgte nach einem Dürresommer häufig ein nasser Sommer, der dem Wald Linderung bringt, wie Hans-Joachim Schellnhuber vom Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung vortrug. Mithilfe von Klimamodellen prognostizierte er europaweit kontinuierlich steigende Temperaturen und abnehmende Niederschläge.

Ausfälle in Pflanzungen und Naturverjüngungen

Die unmittelbaren Auswirkungen der Dürre auf die Wälder äußerten sich auf beiden Seiten des

Rheins in Gelb- oder Rotfärbungen der Nadeln bzw. frühem Abfallen der Blätter. In Frankreich sind die Laubbäume (Buchen, Eichen) stärker betroffen als die Nadelbäume. Bei der Fichte sind die Symptome nicht so eindeutig, sie zeigt jedoch erneut einen starken Borkenkäferbefall. So liegt der Einschlag an befallenen Fichten 2003 in der Größenordnung des Rekordjahres 2001. Auch die Douglasie ist unterhalb von 200 m ü.NN von der extremen Witterung betroffen.

In Baden-Württemberg mussten im Jahr 2003 1,87 Mio. m³ Käferholz eingeschlagen werden - soviel wie in keinem anderen Bundesland. Nach einem Sturm erfolgt ein Befall der geschwächten Bäume durch Borkenkäfer erst im darauf folgenden Jahr, bei Dürre dagegen schon im selben Jahr, stellte Hans-Jochen Schröter, FVA, Freiburg fest. Auch viele andere Schädlinge fanden günstige Bedingungen für ihre Vermehrung. Verstärkt wurde die Disposition schließlich durch Vorschädigungen, starke Fruktifikation bei der Fichte, hohe Ozonwerte sowie vorausgegangene Sturm-, Schneebruch- und Hagelschäden. Auf beiden Seiten des Rheins ist es vor allem in Pflanzungen und Naturverjüngungen zu beträchtlichen dürrebedingten Ausfällen gekommen. Dass viele Laubbäume, besonders Buchen, bereits ab Juli zum Teil ihr gesamtes Laub abwarfen ohne abzusterben, interpretierte Schröter als einen Schutz gegenüber weiteren Schädigungen.

In der Tat reagieren Nadelbäume auf einen defizitären Bodenwassergehalt früher und anhaltender als die Laubbäume mit einer Schließung der Spaltöffnungen, berichtete Nathalie Bréda, INRA,

Nancy. Dies bedeutet für die Nadelbäume zunächst einen sparsameren Umgang mit dem Wasser. Aus ökophysiologischer Sicht war die Dürre 2003 für die Bäume in Frankreich eine der schlimmsten Trockenperioden seit 50 Jahren.

Drastischer Einbruch der Holzpreise

Der explosionsartige Anfall von Kalamitätsholz in Baden-Württemberg ab Ende August 2003 traf auf einen Holzmarkt mit begrenzter Aufnahmefähigkeit, berichtete Martin Strittmatter, MLR, Stuttgart: Es gab kaum Exportmöglichkeiten und aus Osteuropa wurde Holz eingeführt, der Schnittholzabsatz war schwierig. Das große Holzangebot und die begrenzte Aufnahmefähigkeit führten schließlich zu einem drastischen Preiseinbruch von rund 25 % für einzelne Sortimente. Bezogen auf die Zeit vor Sturm „Lothar“ sind die Holzpreise sogar um 40-50 % zurückgegangen.

Zu den forstpolitischen Maßnahmen bei der Bewältigung außergewöhnlicher Holzanfälle gehören die überbetriebliche Planung, Steuerung der Aufarbeitung, Vermarktung, Wiederbewaldung, gemeinsamer Holzverkauf für Kleinprivatwald, Verkaufszurückhaltung im Staatswald, Liquiditätshilfen durch Zinsverbilligung sowie finanzielle Förderung der Holzkonservierung und Wiederbewaldung, so Werner Erb, MLR, Stuttgart. Um Klimaveränderungen langfristig zu begegnen, gibt es seit Anfang der neunziger Jahre zahlreiche Aktivitäten auf verschiedenen politischen Ebenen. In Baden-Württemberg wurde im Rahmen des Waldprogramms eine Einschätzung der Dynamik des Klimawan-



dels auf regionaler Ebene vorgenommen. Die Ergebnisse bedeuten derzeit keinen grundlegenden Strategiewechsel beim Waldbau. Mehr Biodiversität und Naturnähe seien jedoch Richtungweisend.

Waldbesitzer finanziell unter Druck

Die Aufarbeitung des Käferholzes und die Wiederholung der vertrockneten Kulturen bringen Waldbesitzer finanziell unter Druck, beteuerten sowohl französische als auch deutsche Vertreter der Waldbesitzer. Die privaten und kommunalen Forstbetriebe befänden sich schon heute in einer ä-

ßerst kritischen wirtschaftlichen Situation. Vonnöten wären nun eine optimale überbetriebliche Koordination der gesamten Logistikkette, finanzielle Förderungen bei der Holzbereitstellung, Zurückhaltung beim Frischholzeinschlag im Staatswald, steuerliche Begünstigungen beim Verkauf des Käferholzes, ein Verzicht auf die Rückzahlung von Fördermitteln für die jetzt vertrockneten Kulturen sowie die Förderung der Neuanlage.

Die Wissenschaft wurde auf dem Podium durch François Houllier, INRA, Montpellier und Hermann Spellmann, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen, vertreten. Beide setzten sich für eine multidisziplinäre Forschung bei der Identifizierung und Analyse der Schäden sowie für die Umsetzung der Erkenntnisse durch verschiedene Institutionen ein. Wichtig dabei ist eine möglichst schnelle Einschaltung der Forschung in Krisensituationen. Nicht Witterungsereignisse, sondern die prognostizierte Klimaänderung stellt schließlich die eigentliche wissenschaftliche Herausforderung dar.

Die Folgen des Sommers 2003 werden für die Wälder noch mehrere Jahre spürbar sein, prognostizierte Fridolin Wangler, Landesforstpräsident Baden-Württemberg, Stuttgart. Wegen der ungünstigen Struktur des Waldbesitzes ist es eine große Herausforderung für die Dienststellen der Landesforstverwaltung, die notwendigen Überwachungs-, Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen sowie den Absatz der Schadhölzer zu koordinieren und sicherzustellen. Langfristig soll dazu beigetragen werden, dass die Wälder Trocken- und Hitzeperioden besser überstehen und die Folgen weniger gravierend ausfallen. Eine sachgerechte und praxisorientierte Forschung soll daher weiterhin gewährleistet sein.

Resümee

Übereinstimmend resümierten Heinrich Spiecker, IWW, Freiburg und Michel Badré, ECOFOR, Paris, dass der Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis in Gang gekommen sei, offene Fragen identifiziert, Hinweise für das praktische Handeln im Bereich der Forstwirtschaft gegeben und notwendige Schritte für solide Forschungsansätze aufgezeigt wurden. Es konnten auch Informationen vermittelt werden, die für die Öffentlichkeitsarbeit des Forstsektors hilfreich sind. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die lokal variierenden, schwer vorhersehbaren Folgen der Trockenheit und Hitze für die örtlich zuständigen Wirtschaftler eine große Herausforderung darstellen, die nur durch gut ausgebildete, vor Ort präsente, schlagkräftige Forstorganisationen bewältigt werden können.

Internationale Tagung

Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests, 17. - 19.11.2004, Freiburg

Nach dem Dürresommer 2003 wurde das Projekt „Drought 2003“ initiiert, in dem Wissenschaftler aus Frankreich und Deutschland fachübergreifend den Verlauf und die Auswirkungen der Dürre auf Wälder untersuchen. Hierzu wird eine Tagung veranstaltet, auf der die Auswirkungen der Witterungsextreme diskutiert, in Exkursionen vertieft sowie Strategien zur künftigen Vorbeugung und Bewältigung entwickelt werden. Die englischsprachige Tagung richtet sich an Wissenschaftler, Vertreter der Forstwirtschaft sowie an alle interessierte Personen.

Veranstalter: Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg (IWW), FVA, Groupement d'Intérêt Public ECOFOR, Paris. Mitveranstalter: European Forest Institute (EFI), International Union of Forest Research Organisations (IUFRO).

Weitere Informationen unter: http://www.ffu.uni-freiburg.de/Waldwachstum/Drought2003_Nov2004.htm

*Kaisu Makkonen-Spiecker
kaisu.makkonen-spiecker@iww.uni-freiburg.de*