

# ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

ISSN 0002-5852

## INHALTSVERZEICHNIS

### AUFSATZE

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| L. Leinemann<br>und H. H. Hattemer | Genetic variation and mating pattern in a stand of yew<br>( <i>Taxus baccata</i> L.) ..... 217<br>(Genetische Variation und Paarungssystem in einem Eiben-<br>bestand ( <i>Taxus baccata</i> ))            |
| C. Mann<br>und U. Schraml          | Anwendung und Test eines Analysemodells zur Erklärung<br>von Störeffekten in Erholungsräumen ..... 224<br>(Application and test of an analysis model to explain impact<br>perceptions in recreation areas) |

BUCHBESPRECHUNGEN ..... 234

**177. JAHRGANG 2006 HEFT 12 DEZEMBER**

**J. D. SAUERLANDER'S VERLAG • FRANKFURT AM MAIN**

# ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

Unter Mitwirkung der  
Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten  
von Freiburg i. Br. und Göttingen

herausgegeben von

**Dr. K.-R. Volz**  
o. Professor  
der Forstwissenschaft an der  
Universität Freiburg i. Br.

**Dr. Dr. h.c. K. von Gadow**  
o. Professor  
der Forstwissenschaft an der  
Universität Göttingen

ISSN 0002-5852

**Erscheinungsweise:** Jährlich 12 Hefte, bei Bedarf Doppelhefte (zweimonatlich).

**Bezugspreis:** Jährlich € 148,- zuzüglich Zustellgebühr; Studenten und in Ausbildung befindliche Forstreferendare € 118,40 (empfl. Richtpreis). Preis der Einzelhefte je nach Umfang verschieden.

**Bezug:** Durch den Buchhandel oder direkt vom Verlag. Das Abonnement gilt jeweils für einen Jahrgang. Es läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach Lieferung des Schlussheftes eines Jahrgangs eine Abbestellung erfolgt.

**Manuskripte** (es werden nur Erstarbeiten veröffentlicht) sind nach vorheriger Anfrage an die Herausgeber einzusenden. Für unverlangt eingegangene Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Rücksendung erfolgt nur, wenn Rückporto beiliegt.

Entsprechend dem international weit verbreiteten Review-Verfahren wird jeder Beitrag von zwei Fachgutachtern (vor allem Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten der Universitäten in Freiburg i. Br. und Göttingen) hinsichtlich Inhalt und Form geprüft.

Die Manuskripte sind möglichst auf Diskette und in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Sie sollten 3 bis 4 (maximal 6 Druckseiten) umfassen. Hierbei entspricht eine Druckseite ungefähr einem zweiseitigen Text mit 12-Punkt-Schrift in Times New Roman. Neben einem möglichst kurz gehaltenen Titel der Arbeit sind bis zu maximal 10 Schlagwörter und key words anzugeben. Manuskripte mit Tabellen und Abbildungen werden nur angenommen, wenn die Tabellen-Überschriften und die Abbildungsunterschriften in deutscher und englischer Sprache abgefasst sind. Der Beitrag soll neben einer deutschen Zusammenfassung eine Zusammenfassung in englischer Sprache (Summary mit Title of the paper) enthalten. Die Übersetzung ins Französische (Résumé) erfolgt i. Allg. durch den Verlag.

Um unnötige Korrespondenz zu vermeiden, werden die Autoren gebeten, bei Abfassung ihres Manuskriptes eine neuere Ausgabe der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung sowie die beim Verlag und bei den Herausgebern erhältlichen „Hinweise für die Autoren“ zu beachten.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernseh-sendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – bleiben vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Teilen von ihnen einzelne Vervielfältigungsstücke im

Rahmen des § 54 UrhG hergestellt und dienen diese gewerblichen Zwecken, ist dafür eine Vergütung gem. den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wort, Abt. Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e. V., in die VG Wissenschaft zu entrichten. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der VG Wissenschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Wert von € 0,20 zu verwenden.

**Anzeigenannahme:** J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main.

**Anzeigenpreis:** Die 43 mm breite mm-Zeile € 0,44. Für Geschäftsanzeigen gilt die Preisliste Nr. 8. Anfragen an Verlag erbeten.

**Verlag:** J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main, Telefon (069) 55 52 17, Telefax (069) 5 96 43 44. eMail: aulbach@sauerlaender-verlag.com. Internet: www.sauerlaender-verlag.com. **Bankkonten:** Commerzbank, Frankfurt a. M. 5 408 075; Frankfurter Sparkasse (Girokonto 96 958); Postbankkonto: Frankfurt a. M. Nr. 896-607.

This journal is covered by ELFIS, EURECO, CAB Forestry Abstracts, Chemical Abstracts, by Current Contents Series Agriculture, Biology and Environmental Sciences (CC/AB) and by the Science Citation Index® (SCI®) of Institute for Scientific Information.

## Die Anschriften der Herausgeber:

Prof. Dr. K.-R. VOLZ, Institut für Forst- und Umweltpolitik der Universität Freiburg, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg

Prof. Dr. Dr. h. c. KLAUS VON GADOW, Institut für Waldinventur und Waldwachstum der Universität Göttingen, Büsingenweg 5, D-37077 Göttingen

## Die Anschriften der Mitarbeiter von Heft 12 des 177. Jahrgangs:

Prof. Dr. HANS H. HATTEMER, Universität Göttingen, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Büsingenweg 2, D-37077 Göttingen

Dr. LUDGER LEINEMANN, Universität Göttingen, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Büsingenweg 2, D-37077 Göttingen. E-Mail: lleinem@gwdg.de

Dr. CARSTEN MANN, Universität Freiburg, Institut für Forst- und Umweltpolitik, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg. E-Mail: carsten.mann@ifp.uni-freiburg.de

PD Dr. ULRICH SCHRAML, Universität Freiburg, Institut für Forst- und Umweltpolitik, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg

## Verfasser der Buchbesprechungen:

Dr. TOBIAS PLIENINGER, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Jägerstr. 22/23, D-10117 Berlin

Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. ULRIKE PRÖBSTL, Universität für Bodenkultur, Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Peter Jordan-Str. 82, A-1190 Wien. E-Mail: ulrike.proebstl@boku.ac.at

## Übersetzung der Résumés,

soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt werden:

J. MAHEUT, 25 Av. du Gal Leclerc, F-54600 Villers-les-Nancy



Aufsätze der Allgem. Forst- und Jagdzeitung seit 1949 in einem exklusiven Recherche-Modul auf dieser CD von EURECO: 26.279 Publikationen, 930.000 Keywords, zweisprachige Recherche Deutsch-Englisch, virtuelle Bibliothek, Ausdrucke und Datenport in Profiversion; ab € 49,- aid, Konstantinstraße 124, Stichwort 'ÖKOWALD', D-53179 Bonn  
<http://www.fh-rottenburg.de/greenlink/oekowald/index.html>

# Genetic variation and mating pattern in a stand of yew (*Taxus baccata* L.)

(With 3 Figures and 3 Tables)

By L. LEINEMANN<sup>\*)</sup> and H. H. HATTEMER

(Received February 2006)

## KEY WORDS – SCHLAGWORTER

*Taxus baccata*; allozymes; paternity analysis; pollen dispersal; gene flow.

*Taxus baccata*; Alloenzyme; Vaterschaftsanalyse; Pollenverbreitung; Genfluss.

## 1. INTRODUCTION

Yew has a disjunct distribution, occurring in Europe, Asia Minor, Caucasus and North Africa. It extends northward up to 61° N latitude in Norway and Sweden and southward to Portugal, Spain, the mountains of Algeria, Greece, Crimea and Caucasus. Eastward it spreads to the Baltic Sea, Estonia and the Carpathians and westward to England and Ireland. Its vertical distribution reaches up to 2000 m elevation in Spain and 1200 m in the Alps (VIDAKOVIĆ, 1991).

In Germany yew is considered as a rare declining species. Yew populations often consist of only a few individuals distributed in forests dominated by other tree species such as beech. Theoretically, such population structures lead to an erosion of genetic variation through increased random genetic drift, especially if pollen dispersal is restricted. On the other hand, transport of pollen and seeds between genetically differentiated populations is able to counteract these forces due to increased reproduction effective population size. Hence, knowledge about pollen dispersal and gene flow is of evolutionary interest for this rare species with a scattered distribution and of fundamental importance for the elaboration of conservation measures and strategies.

Previous studies on the basis of allozyme polymorphisms dealt mainly with inheritance analysis (LEWANDOWSKI et al., 1992; THOMA, 1992; HERTEL, 1995; RAJEWSKI et al., 1999) and genetic differentiation within and among yew stands (LEWANDOWSKI et al., 1992; THOMA, 1992; HERTEL, 1995; RAJEWSKI and LANGE, 1997; RAJEWSKI et al., 2000).

Yew is a dioecious gymnosperm. Since there is access to haploid tissue of maternal origin in seeds, it is possible to distinguish the alleles of the embryo by gametic sex. Thus it is possible to analyse pollen dispersal without considering rates of self-fertilization and without making assumptions concerning regular Mendelian 1:1 segregation ratios of the egg cells. Supposedly due to enormous problems with insufficient staining activity in zymograms of the extremely small embryo, up to now, only two studies analysed pollen dispersal in a yew population. These used one (RAJEWSKI and LANGE, 1997; RAJEWSKI et al., 2000) or three (LEWANDOWSKI et al., 1995) allozyme gene loci, respectively.

In the present study it was possible to survey six polymorphic isozyme gene loci in buds, macrogametophytes and their corresponding embryos. It is the first investigation which uses multilocus data from ordered genotypes for paternity analysis in order to determine the pollen flow pattern in yew. The study addresses the analysis of mating pattern, i.e. of the description of local pollen dispersal within a stand of yew with emphasis on the importance of proximity between male and female trees.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Material

The study stand is located in central Germany in the forest district of Reichensachsen near the town of Sontra (Longitude 51°4', Latitude 9°56'). Within a large and dense stand dominated by beech the yew population comprises fifteen female and ten male trees scattered over an area of approximately 700 m x 300 m (Fig. 1). A search for other yews in the surroundings of the stand yielded no positive result. There is obviously no conspecific stand within several kilometers distance.

Buds of the 25 trees were sampled in spring 1999. Due to low seed production in some of the trees only seven single tree progenies with a minimum sample size of fifty seeds could be harvested in autumn of the same year.

In total, buds of 25 trees and about 40 seeds from each of seven trees were analysed by means of horizontal starch gel electrophoresis. In order to infer the ordered genotype of each seed, both macrogametophyte and embryo were analysed.

### 2.2. Methods of electrophoresis

Because of the small size of the embryo, the analyses had to be restricted to six enzyme systems that were resolved in both bud and seed tissues (macrogametophyte/embryo). The following enzyme systems were analysed: alcohol dehydrogenase (E.C.-No. 1.1.1.1, ADH), aspartate-amino-transferase (E.C.-No. 2.6.1.1, AAT), phosphoglucose-isomerase (E.C.-No. 5.1.3.9, PGI), phosphoglucomutase (E.C.-No. 2.7.5.1, PGM), shikimic-acid-dehydrogenase (E.C.-No. 1.1.1.25, SKDH) and isocitrate-dehydrogenase (E.C.-No. 1.1.1.42, IDH). Genetic variation was detected at the allozyme gene loci Adh-A, Pgi-B, Aat-B, Pgm-A, Idh-B and Skdh-B. The mode of inheritance of the observed isozyme phenotypes was previously studied by LEWANDOWSKI et al. (1992) and HERTEL (1996).

Horizontal starch gel electrophoresis was conducted using a Lithium-Borate buffer system (pH 8.1) for the enzyme systems ADH, PGI and AAT, and a Tris-Citro buffer system (pH 7.4) for PGM, IDH and SKDH.

### 2.3. Data analysis

#### 2.3.1. Genetic variation parameters

Genetic variation within and differentiation among samples were calculated using the GSED program (GILLET, 1994). The following variation measures were used: average number of alleles  $A/L$ , effective number of alleles (CROW and KIMURA, 1970), defined as the diversity  $v$  (GREGORIUS, 1978), and observed heterozygosity  $H_o$ . Allelic differentiation  $D_j$  among samples was calculated according to GREGORIUS and ROBERDS (1986).  $D_j$  measures differences between genetic structures of a single sample and pooled genetic structures of the remaining samples (complement) and varies between 0 and 1. If these genetic structures are equal,  $D_j$  is 0 and if a sample does not share any allele with the complement,  $D_j$  reaches the maximum value of 1.

#### 2.3.2. Paternity exclusion

Paternity was assessed by simple exclusion based on multi-locus genotypes. This technique uses inconsistencies between parents and offspring for rejecting particular parent-offspring hypotheses

<sup>\*)</sup> Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Universität Göttingen, Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen, Germany. Telephone: 0049-551-399512, Fax: 0049-551-398367. Email: lleinem@gwdg.de

(HAMRICK and SCHNABEL, 1985; ADAMS, 1992; STREIFF, 1995; DOW and ASHLEY, 1998; SCHNABEL, 1998; JONES and ARDREN, 2003). Since the macrogametophyte is haploid and genetically identical to the macrogamete, its comparison with the embryo genotype allows unambiguous determination of the alleles contributed by the respective male parent (MÜLLER, 1976). Therefore, male trees not possessing a given allele can easily be excluded as potential pollen donors. Each progeny can be assigned to one of the following cases: 1) If all male trees in the stand are excluded, fertilization is attributed to pollen influx from outside the study area (immigrant pollen). 2) If only one single tree is not excluded from paternity the origin of a particular pollen, i.e. the pollen donor, is considered to be identified and the distance between pollen donor and seed tree is known. The fraction of pollen with "identified" origin was used to estimate maximum and average pollen dispersal distances within the study stand (LIAN et al., 2001). As usual, immigrant pollen with the same allele combination may have become effective. 3) If two or more parental trees are not excluded, each is a potential pollen donor and further paternity analysis was conducted based on likelihood scores.

### 2.3.3. Likelihood scores

If two or more parental trees are not excluded, progeny is assigned to non-excluded males on the basis of likelihood scores derived from their genotypes (JONES and ARDREN, 2003). Likelihood scores were calculated by use of the program PAPA (package for the analysis of parental allocation, DUCHESNE et al., 2002) using multilocus data of a particular female tree (seed parent), its offspring and all potential males in the stand. In order to allocate an

offspring, the likelihood of paternity is computed for each potential parental pair. If the highest likelihood belongs to a single male, the offspring is allocated to it. If more than one male gets highest likelihood score, it is referred to as an ambiguity. In the case of ambiguity, the offspring is not allocated (DUCHESNE et al., 2002).

### 2.3.4. Determination of predominant neighbor mating

Assuming that a close male has contributed a considerable amount of pollen to a particular pollen cloud, it can be expected that all possible gamete types of this pollen parent are equally frequent, if linkage between the observed gene loci and selection prior to census are absent. However, linkage between gene loci leads to different segregation probabilities of the gametes, since potential pollen donors that are heterozygous for at least two linked gene loci do not segregate their gametes with equal frequencies.

In both cases the observed gamete segregation of a potential predominant pollen donor is tested against the theoretical segregation ratios of its gametes expected under random segregation or linkage between particular gene loci, respectively. If observed and expected frequencies differ significantly according to a  $\chi^2$ -test, a potential pollen parent can be ruled out at least as the predominant pollen donor.

## 3. RESULTS

The electrophoretic methods used in this study revealed clear banding patterns. Observed segregation ratios of macrogametophytes from heterozygous seed parents are in agreement with the results of former studies (LEWANDOWSKI et al., 1992; HERTEL, 1996).

Table 1

Allele frequencies and variation measures in the stand (male/female), the seeds and in the observed effective pollen clouds.												
– = Observations are missing because of weak staining. * = Values are calculated without Adh-A and Skdh-B.												
Allelhäufigkeiten und Variationsmaße im Bestand (männlich und weiblich), in den Samen und in den beobachteten effektiven Pollenwolken.												
– = fehlende Beobachtungen infolge schwacher Anfärbung, * = Berechnung ohne Adh-A und Skdh-B.												
Loci and alleles	Stand	Male	Female	Seeds	Effective pollen cloud of tree							G-test on pollen allele frequencies
					4	8	10	11	12	14	17	
Adh-A												***
A <sub>1</sub>	0.040	0.100	0	0.015	0	0	0.050	0.075	-	0.025	0.026	
A <sub>2</sub>	0	0	0	0.063	0	0	0.350	0.225	-	0.175	0	
A <sub>3</sub>	0.960	0.900	1	0.923	1	1	0.600	0.700	-	0.800	0.974	
Aat-B												***
B <sub>1</sub>	0.457	0.500	0.423	0.315	0.725	0	0.050	0.075	0.125	0.200	0.179	
B <sub>2</sub>	0.543	0.500	0.577	0.685	0.275	1	0.950	0.925	0.875	0.800	0.821	
Idh-B												**
B <sub>2</sub>	0.240	0.350	0.133	0.243	0.075	0.45	0.200	0.225	0.125	0.200	0.385	
B <sub>3</sub>	0.760	0.650	0.867	0.756	0.925	0.55	0.800	0.775	0.875	0.800	0.615	
Pgi-B												***
B <sub>1</sub>	0.420	0.450	0.400	0.344	0.950	0.400	0.300	0.175	0.150	0.325	0.051	
B <sub>2</sub>	0.200	0.200	0.200	0.211	0	0.600	0.325	0.325	0.425	0.225	0.179	
B <sub>3</sub>	0.240	0.200	0.267	0.310	0.050	0	0.125	0.225	0.200	0.125	0.769	
B <sub>4</sub>	0.140	0.150	0.133	0.135	0	0	0.25	0.275	0.225	0.325	0	
Pgm-A												***
A <sub>1</sub>	0.160	0.200	0.133	0.303	0	0	0.450	0.425	0.375	0.525	0.897	
A <sub>2</sub>	0.240	0.150	0.300	0.194	0.025	0.525	0.125	0.125	0.125	0.075	0	
A <sub>3</sub>	0.600	0.650	0.567	0.504	0.975	0.475	0.425	0.450	0.500	0.400	0.103	
Skdh-B												***
B <sub>2</sub>	1	1	1	0.945	1	1	0.800	0.850	-	0.800	1	
B <sub>3</sub>	0	0	0	0.046	0	0	0.200	0.150	-	0.200	0	
v	1.579	1.642	1.501	1.656	1.128	1.326	1.753	1.737	1.776*	1.754	1.297	
H <sub>0</sub>	0.406	0.411	0.346	0.399	-	-	-	-	-	-	-	
A/L	2.3	2.3	2.2	2.7	1.6	1.5	2.7	2.7	2.8*	2.7	2.0	



### 3.1. Genetic variation in the stand and observed pollen clouds

In Table 1, allele frequencies and variation parameters of all trees, male and female trees, the seeds and the effective pollen clouds of the seven seed trees are presented.

The effective number,  $v$ , of alleles was 1.58 for the stand, 1.64 in the group of male trees, and 1.50 in the female trees. Higher variation is encountered in the seeds with an effective number of 1.66 alleles and a mean number of 2.7 alleles per locus. Observed heterozygosity ( $H_o$ ) was 0.406 for the stand and  $A/L$  amounted to 2.3. Contrary to the effective pollen clouds, the alleles  $Adh-A_2$  and  $Skdh-B_3$  are absent in the study stand. These alleles must originate from an external pollen source leading to an increase of  $A/L$  in the seeds and some (10, 11, 12, 14) of the pollen clouds.

The allele frequency distributions and variation measures of the seven effective pollen clouds reveal significant differences (G-Test). Especially the effective pollen contributions to the progenies of trees 4, 8 and 17 differ extremely from the more or less homogeneous group of the pollen clouds of trees 10, 11, 12 and 14. The diversities of the pollen clouds of trees 4, 8 and 17 (1.128 to 1.326) are considerably lower than those of trees 10, 11, 12 and 14 (1.737 to 1.776).

### 3.2. Mating patterns

#### 3.2.1. Genic differentiation among observed pollen clouds

To analyse the genic differentiation among the effective pollen contributions,  $D_j$  and  $\delta$  (GREGORIUS and ROBERDS, 1984) are computed on the basis of the gene loci  $Aat-B$ ,  $Pgm-A$ ,  $Pgi-B$  and  $Idh-B$ . Data for  $Adh$  and  $Skdh-B$  were excluded, since progeny of tree No. 12 could not be analysed at these loci. The result is illustrated in Figure 2.

The genic structures of the pollen contributions of the progenies of trees 8, 17 and 4 are highly differentiated from their complements with  $D_j$ -values of 34, 36 and 53 per cent, respectively. The pollen contributions of the remaining trees showed considerably lower  $D_j$ -values between 10 and 12 per cent. Mean differentiation  $\delta$  among all pollen clouds (full circle) is 23.9 per cent. This result shows that mating in the stand is not random and that especially the pollen clouds of female trees no. 4, 8 and 17 with close male neighbors are highly differentiated.

### 3.3. Paternity analysis using the exclusion procedure and likelihood scores

The number of different pollen types which can be produced by given male trees is the basis for paternity analysis. In Table 2, the genotypes of the potential pollen parents are shown together with the potential number of their different gamete types. According to the individual heterozygosity of the pollen parents, the number of male gametes that they can segregate varies from 1 to 16.

The results of paternity assignment are summarized in Figure 3. For 200 out of 279 offspring analysed, potential male parents were identified in the study stand. Among these, 54 had a single and 146 had two or more potential male parents. In contrast, 79 effective pollen grains must have originated from an external pollen source. Therefore, a minimum of 28% of immigrant pollen is involved in the observed matings.

Based on pollen types with identified male origin, the maximum pollen transport distance within the stand was observed between male tree no. 19 and female tree no. 12 with 320 m. Mean pollen dispersal distance was estimated to be 142.6 m.

Across the pollen clouds, the number of observed pollen types and the number of identified immigrant pollen revealed considerable differences. Overall, there are two groups. The first group (No. 10, 11, 12, 14) shows high numbers of different pollen types

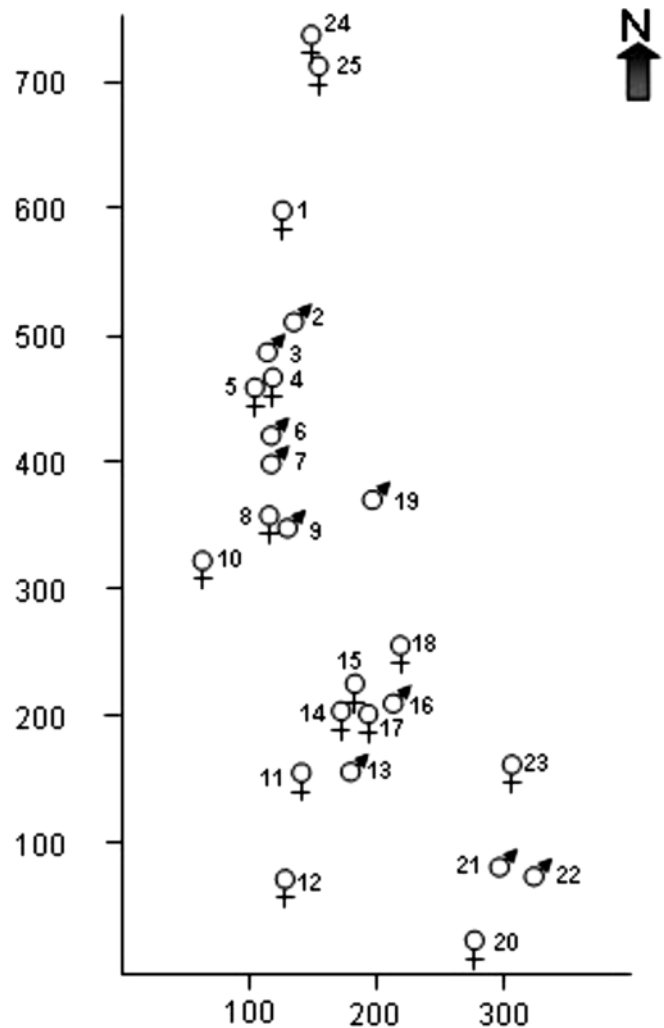


Fig. 1

Positions of male and female trees in the study stand.

Position der männlichen und weiblichen Bäume im Untersuchungsbestand.

(20 to 32) and immigrant pollen (9 to 24), while in the second group (No. 4, 8 and 17) only 6 to 8 pollen types and up to only 2 immigrant pollen were identified. In the first group a dominating effectivity of the nearest male tree is not detectable. In the second group, potential contributions of single males could explain a substantial amount of the observed pollen clouds. The maximum-likelihood procedure reveals that predominant most-likely pollen donors for the effective pollen clouds of trees no. 4 and 17 were their nearest male neighbors (see Fig. 1) no. 3, and 16, respectively. In the effective pollen cloud of no. 4 one pollen type was observed 28 times and the most-likely pollen donor is tree no. 3 with a lod score of 2.1. In the pollen cloud no. 17 two pollen types were observed in high proportions (13 and 17 times). For both types male no. 16 is the most-likely pollen donor with a lod score of 7.1.

Regarding the effective pollen cloud of tree no. 8 the situation is somewhat different. The nearest pollen parent no. 9 could have contributed 100 percent of the observed gametes. Since this tree produces 8 different gametes with low expected frequencies, its paternity is not supported by high likelihood scores. On the other hand, the assumption that tree no. 9 was a predominant pollen donor is supported by the fact that it was identified as the only possible pollen source of 13 gametes belonging to three different pollen types. Considering the multi-locus genotype of male no. 9

(Table 2), it is likely that also all other pollen types originate from that tree.

### 3.4. Considering segregation ratios to determine predominant mating partners

If a single male is assumed to be a predominant pollinator contributing a considerable fraction of the observed pollen types to a particular pollen cloud, it is possible to confirm this assumption on the basis of the expected pollen type frequencies. These expected frequencies are a function of the individual heterozygosity and of structural linkage between the observed gene loci.

Table 2 shows that pollen parent no. 3 is homozygous for all investigated gene loci producing only one pollen type. Male tree no. 16 is heterozygous at one gene locus and is able to segregate two equally frequent pollen types, while male no. 9 is heterozygous at the gene loci Pgi-B, Pgm-A and Idh-B. In the absence of linkage all of the 8 pollen types would be expected with 12.5% frequency. However, HERTEL (1996) found that the gene loci Pgm-A and Pgi-B are closely linked with a recombination rate of 24%. Linkage analysis based on the progenies in our study indicates a recombination rate of 17%. In this case, it is necessary to consider linkage between these two gene loci when computing the expected distribution of different pollen types for this tree. In order to test the hypothesis that male tree no. 9 contributed 100% of the observed gametes in the pollen cloud of female tree no. 8, a mean recombination rate of 20% was assumed.

The results in Table 3 show that the observed distributions are in close agreement with the expected ones. The  $\chi^2$ -test revealed no significant deviations between the expected gamete output and the observed pollen contributions of the respective males. In particular, the hypothesis that pollen parent no. 9 contributed all gametes to the effective pollen cloud of tree no. 8 is not rejected.

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Genetic variation in the stand and in observed pollen clouds

As other studies based on allozymes (THOMA, 1995; LEWANDOWSKI et al., 1995; HERTEL and KOHLSTOCK, 1996), this study revealed a high level of genetic variation (effective numbers of alleles ranging from 1.58 to 1.66) in *Taxus baccata*. In comparison to other gymnospermous tree species (LEDIG, 1986), this species of yew appears to be one of the most variable. Accounting for the usually disjunct distribution of yew stands and the low population size in the studied stand, this result is somewhat unexpected, because it is generally assumed that under the given conditions

drift processes and genetic isolation result in low genetic variation within populations. A common explanation for the high levels of genetic variation within extant yew stands is that they are remnants of a once widespread progenitor population (LEWANDOWSKI et al., 1995). In addition, yew displays characteristics such as dioecy, anemophily, longevity and a wide environmental adaptability that are typical properties for plants exhibiting high levels of genetic variation (HAMRICK and GODT, 1989).

Besides these conditions, the present study showed that the extent of  $\geq 28$  percent immigrant pollen detected in the surveyed stand is a further likely explanation for the maintenance of high genetic variation in yew stands. Studies measuring gene flow into sinks usually show that populations isolated by hundreds to thousands of meters are not entirely isolated genetically (ELLSTRAND, 1992; HARJU and MUONA, 1989). In spatially isolated conifer seed orchards estimates of pollen contamination showed that gene flow rates are potentially high. Rates ranging from 21% to 75% in pine and 1% to 89% in Douglas-fir have been observed (WHEELER and JECH, 1992). Based on the results of this study, long distance transport of moderate amounts of pollen is potentially able to considerably increase the reproduction-effective population size in yew, thereby counteracting genetic drift. This is particularly reflected by the high genetic variation ( $v = 1.656$  and  $A/L = 2.7$ ) of the seeds.

### 4.2. Mating pattern

The exclusion principle is most powerful if there are relatively few candidate parents and highly polymorphic genetic markers are available. The exclusion probability, i.e. the probability to exclude males for a particular seed, increases with the number of polymorphic loci used in the analysis, the number of alleles and the evenness of allele frequencies at each locus (ADAMS, 1992). In this respect allozyme gene loci are less suitable if compared to more variable molecular markers such as SSRs that provide for high exclusion probabilities in paternity analysis (DOW and ASHLEY, 1998; STREIFF et al., 1999; GERBER et al., 2000; LIAN et al., 2000). However, up to now nuclear SSRs are not available in common yew and investigations based on chloroplast SSRs and PCR-RFLPs showed no variation (CAO et al., 2004).

With a comparably low number of potential males allozymes were sufficient to assign approximately 20% of the surveyed pollen to single males.

Problems arise if stands are not isolated and sources of foreign pollen cannot be explicitly defined, as is the case in the vast majority of studies in species occurring in contiguous populations (BUR-

Table 2  
Multilocus genotypes of the pollen parents together with the potential number of different types of gametes.  
Multilocus-Genotypen der Polleneltern und potentielle Anzahl verschiedener Typen von Gameten.

male tree #	Adh-A	Pgi-B	Aat-B	Pgm-A	Idh-B	Skdh-B	number of different gamete types
2	33	14	11	33	23	22	4
3	33	11	11	33	33	22	1
6	33	11	12	33	23	22	4
7	33	13	12	33	22	22	4
9	33	12	22	23	23	22	8
13	13	12	11	13	33	22	8
16	33	33	22	11	23	22	2
19	33	34	12	13	23	22	16
21	13	24	22	23	33	22	8
22	33	12	12	23	33	22	8

Table 3

Test of expected and observed frequency distributions of effective pollen types, produced by three males under the hypothesis of predominant fertilisation by males in close proximity.  
 \* Expected frequencies for one heterozygous locus. \*\* Expected frequencies with three heterozygous loci from which two are linked with a recombination rate of 20 %. n.t. = not testable, n.s. = not significant.  
 Test der Verteilung der Pollentypen in den von drei männlichen Bäumen erzeugten Pollenwolken unter der Hypothese überwiegender Befruchtung durch nächststehende männliche Bäume. \* Erwartete Häufigkeiten für einen heterozygoten Genlocus. \*\* Erwartete Häufigkeiten für drei heterozygote Genloci, von denen zwei mit einer Rekombinationsrate von 20 % gekoppelt sind. n.t. nicht prüfbar, n.s. nicht signifikant.

Pollen cloud #	Pollen contributors	Gamete types	Observed gamete frequencies	Expected gamete frequencies.	p
4	male # 3	311332	28	28	n.t.
17	male # 16*	332122 332132	13 17	15 15	n.s., 0.47
8	male # 9 **	312222 312232 312322 312332 322222 322232 322322 322332	2 1 5 8 10 8 1 5	2 2 8 8 8 8 2 2	n.s., 0.42

CZYK et al., 2002). Even in the supposedly isolated study population the minimum rate of immigrant pollen was estimated to be 28%, so that inference on pollen transfer distances within the stand may be affected also here.

On the other hand, this study reveals high differentiation ( $\delta = 23.9\%$ ) among genetically effective pollen clouds of single seed trees within the stand. Effective pollen clouds of certain seed parents predominantly comprise contributions of the nearest male, while other pollen clouds presumably consist of contributions of several (internal and/or external) pollen sources. It seems unlikely that just these findings were subject to strong bias due to background pollination of external pollen sources, although the proportion of foreign effective pollen varied widely between the seed trees.

In yew, evidence of matings among neighboring trees, such as heterogeneous genetic structures of individual pollen clouds and slightly positive fixation coefficients ( $F = 0.049$ ) were observed by LEWANDOWSKI et al. (1995) as well. In *Araucaria angustifolia*, a dioecious conifer, the effective number of pollen parents of individual seed lots was estimated to be only 2 to 3 (SOUSA et al., 2005). This small number of mates went along with remarkable differentiation of individual effective pollen clouds.

Usually such phenomena have been explained by spatial and temporal variation of both flowering phenology and male fertility of the trees, leading to heterogeneity of the effective pollen pool (MITTON, 1992). Comparing the effective pollen clouds received by trees no. 14 and 17, an influence of a temporal variation of flowering on the mating pattern in yew is indicated. For both seed parents tree no. 16 is the nearest pollen parent, but substantial pollen contributions of this tree were only observed in the effective pollen cloud of the seed parent no. 17.

In the present study, the heterogeneous spatial distribution of mates in a stand of low density and proximity between certain males and females seems to be a crucial determinant of the mating patterns. It is evident that seed trees, for which a predominant

pollen parent was found, are located very close to the pollen parents. Other seed trees do not have such close male neighbors. Possibly reduced turbulence within the forest is responsible for short transport distances of effective pollen, although the light yew pollen has very low sedimentation speed (DYAKOWSKA, 1936).

In contrast to immigrant pollen flow, non-random mating among nearest neighbors reduces the effective population size in the study stand. This could lead to micro-geographic differentiation (MONTE et al., 1982) of the population causing the formation of family sub-structures, if it was not counteracted by efficient seed dispersal. In

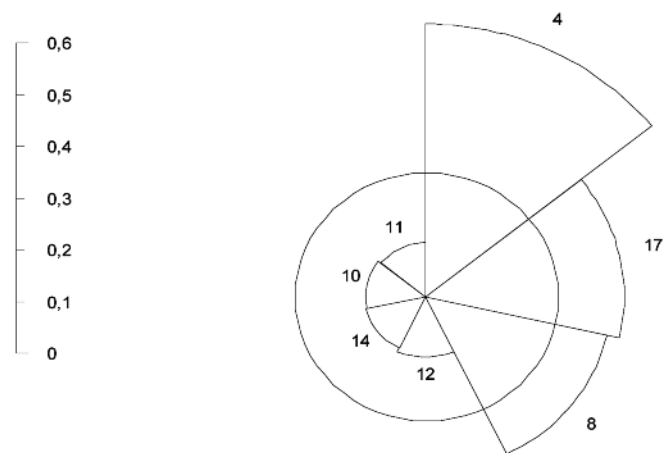


Fig. 2

Genic differentiation among 7 individual effective pollen clouds based on the gene loci Aat-B, Idh-B, Pgi-B, and Pgm-A. The radius of the sectors refers to the  $D_j$  values of single pollen clouds. The full circle refers to the mean differentiation  $\delta$ .

Genetische Differenzierung der 7 individuellen effektiven Pollenwolken auf Grundlage der Genloci Aat-B, Idh-B, Pgi-B und Pgm-A. Der Radius der Sektoren bezieht sich auf die Werte für  $D_j$ , der Vollkreis bezeichnet deren Mittelwert  $\delta$ .

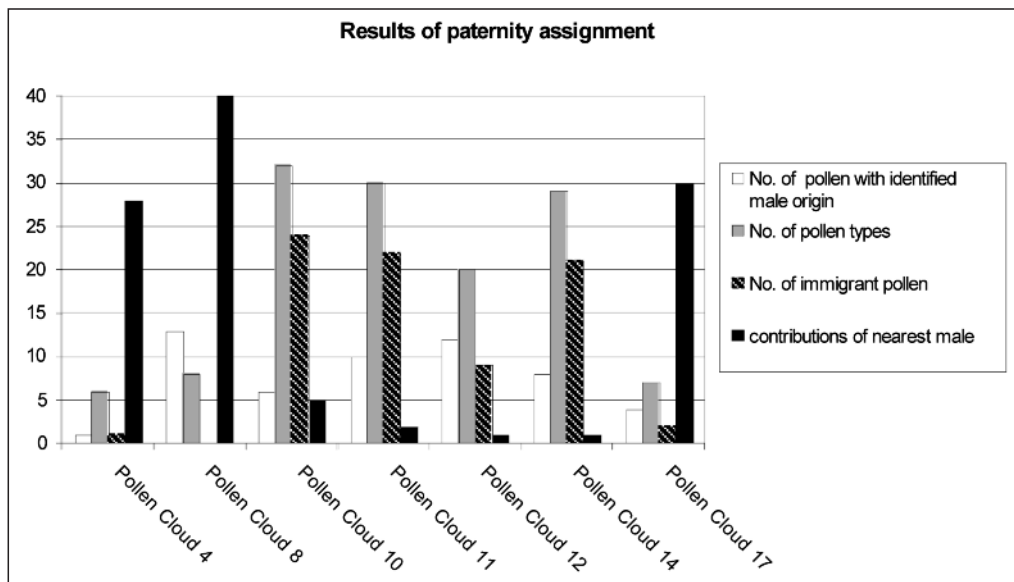


Fig. 3

Summarized results of paternity assignment. For each individual pollen cloud (trees: 4, 8, 10, 11, 12, 14, 17) absolute values for pollen with "identified" male origin, for different observed pollen types, for identified immigrant pollen and the number of observed pollen types which are potentially contributed by the nearest male individual are shown.

Zusammenstellung der Ergebnisse der Vaterschaftsanalyse. Die Tabelle zeigt für jede individuelle Pollenwolke (Bäume 4, 8, 10, 11, 12, 14, 17) die Anzahl der Pollen mit einem „identifizierten“ Erzeuger, die der beobachteten Pollentypen, die der Fernpollen sowie die der Pollentypen, welche möglicherweise vom nächststehenden männlichen Baum stammen.

the long term, this family sub-structuring might induce a certain level of inbreeding with the consequence of reduced viability of the offspring.

In summary, the results of this study reveal pronounced local variation in mating patterns. Three out of seven pollen clouds showed predominant mating patterns between males and females in direct neighborhood. The number of observed male gamete types and the identified immigrant pollen (Fig. 3) show a strong relationship to the observed mating patterns, because effective pollen clouds dominated by single males showed less external pollen and a considerably lower number of gamete types than effective pollen clouds that probably consist of a more or less homogeneous mixture of contributions from several donors. The results of paternity analysis are in close agreement with the observed differentiation patterns (Fig. 2), because the most strongly differentiated pollen clouds are dominated by contributions of unique pollen parents. Similarly, it seems that predominant fertilization by only one male leads to lower variation in pollen clouds. This is reflected by comparably low values for  $A/L$  and  $v$  (Table 1) for the pollen clouds 4, 8 and 17.

It appears that the breeding structure consists of a considerable portion of matings between males and females in close proximity coupled with substantial long-distance pollen movement. In contrast, studies of wind-pollinated conifer species indicate no excess of matings between neighbors (ADAMS and BIRKES, 1991; SCHUSTER and MITTON, 2000) but investigations in *Pinus densiflora* based on microsatellites revealed an excess of matings between nearby trees (LIAN et al., 2001). Results from several paternity analyses in insect-pollinated species have reported an excess of near-neighbor matings if compared to random-mating expectations (DEVLIN and ELLSTRAND, 1990; GODT and HAMRICK, 1993; SCHNABEL and HAMRICK, 1995). It has been speculated that such a breeding structure could be responsible for the maintenance of high levels of genetic

diversity within stands of tropical tree species occurring at low density (MURAWSKI and HAMRICK, 1990). Considering the results of the present study, it seems to be possible that also the high genetic diversity in yew stands is maintained on the basis of such a breeding system.

Previous studies in different tree species showed that levels of pollen dispersal vary greatly between years (HAMRICK and MURAWSKI, 1990), among populations (ELLSTRAND et al., 1989), and among individuals (ELLSTRAND and MARSHALL, 1985; GODT and HAMRICK, 1993). Thus, it is evident that the results of this study mirror only part of the breeding system in *Taxus baccata*, and it is to be hoped that this species will attract more interest among researchers in forest genetics. Furthermore, the impact of topology and physical stand structure are unknown. Consequently, increasing the number of independent studies in typical small scattered populations with scarce seed production will greatly add to our knowledge. Concerning needs of gene conservation and breeding, the findings of this study indicate that harvesting of yew seeds has an impact on the level of diversity and relatedness within seed samples. In this dioecious species, seed collected from trees somewhat distant from males may possess greater genetic diversity than seed produced by females with close male neighbors. The offspring of the latter represent mostly full-sibs that should be used for restoring populations only with caution. Given this, the genetic differentiation of the individual effective pollen clouds adds to the heterogeneity of seed lots produced by female trees with only few male mates (RAJEWSKI et al., 2000; SOUSA et al., 2005). This must be accounted for in seed collection.

The census number of this stand is very small. However, due to highly efficient gene flow, it represents part of an eventually much larger population. This has certainly some bearing on the conservation of genetic resources in this species. Small resources may receive much external effective pollen greatly enhancing their vari-



ation. On the other hand, they are exposed to substantial influx of pollen possibly produced by undesirable horticultural forms.

## 5. ABSTRACT

Genetic structures and mating pattern were studied in a typically small stand of *Taxus baccata* L. in Germany using six variable allozyme loci (*Adh-A*, *Pgi-B*, *Aat-B*, *Pgm-A*, *Idh-B* and *Skdh-B*) as genetic markers. The stand exhibits a high level of genetic variation. The effective number of alleles was 1.58 in the totality of the stand, 1.64 in the group of male trees, 1.50 in the female trees and 1.66 in the progeny.

Since gymnosperm seeds provide access to haploid tissue of maternal origin, it is possible to recognize gametic sex of the embryo alleles. Methods of paternity analysis were applied to determine the pollen contributions to the progeny of female trees using multilocus genotypes. Besides exclusion techniques and maximum-likelihood estimates, multilocus gametic segregation ratios among the potential pollen contributions of potential pollen parents and linkage relationships between gene loci were considered. Immigrant pollen flow is postulated for all male gametes that contain alleles or multilocus combinations of alleles that could not originate from the study stand. The detectable and thus minimum total proportion of immigrant pollen amounted to 28%. Mean and maximum pollen dispersal distances within the stand were estimated with 143 m and 320 m, respectively. Extreme differences among individual mating patterns were observed as quantified by a mean differentiation of 24% among single pollen clouds. Three pollen clouds are dominated by contributions of the nearest male neighbor amounting up to 100%. It thus appears that the breeding structure consists of a considerable proportion of pollination between neighboring males and females coupled with substantial long-distance pollen movement.

## 6. Zusammenfassung

Titel des Beitrages: *Genetische Variation und Paarungssystem in einem Eibenbestand (Taxus baccata)*.

In einem für die Eibe (*Taxus baccata* L.) typischen Kleinvorkommen wurden genetische Strukturen und Paarungsmuster mit Hilfe sechs variabler Alloenzym-Genorte (*Adh-A*, *Pgi-B*, *Aat-B*, *Pgm-A*, *Idh-B* und *Skdh-B*) untersucht. Das Vorkommen zeigte ein hohes Niveau genetischer Variation. Im Vorkommen selbst beträgt die effektive Anzahl von Allelen 1,58, in der Gruppe der männlichen Bäume 1,64, in der Gruppe der weiblichen Bäume 1,50 und in den Nachkommen 1,66.

Da Samen von Gymnospermen auch haploides Gewebe mütterlichen Ursprungs enthalten, ist es für jeden Samen möglich, maternale und paternale Beiträge zum Embryo zu identifizieren. Um die Pollenbeiträge zu den Nachkommen der Sameneltern zu bestimmen, wurden Vaterschaftsanalysen durchgeführt. Neben dem Vaterschaftsausschluss-Verfahren und Maximum-Likelihood-Schätzungen wurden die Segregationsverhältnisse unter den Pollenbeiträgen potentieller Pollenspenden und die strukturelle Kopplung von Genorten berücksichtigt. Auf Fremdpolleneintrag in den Untersuchungsbestand wurde dann geschlossen, wenn Pollen Allele oder Multi-Locus-Kombinationen von Allelen aufwies, die im Bestand selbst von keinem der männlichen Bäume erzeugt werden konnten. Der beobachtete minimale Anteil von Fremdpollen lag danach bei 28%. Mittlere und maximale Distanzen der Pollenverbreitung wurden auf 143 m beziehungsweise 320 m geschätzt. Mit 24% nicht gemeinsamer Allele wurde zwischen den individuellen Pollenwolken eine ausgeprägte genetische Differenzierung beobachtet. Drei von sieben untersuchten Pollenwolken waren wesentlich durch den Pollenbeitrag des jeweils nächsten männlichen Nachbarbaums geprägt. In einem Fall konnten bis zu 100% der Pollenbeiträge zu

einer Pollenwolke auf den nächsten männlichen Nachbarbaum zurückgeführt werden. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass Paarungsmuster in diesem Bestand wesentlich von Paarungen zwischen direkt benachbarten Bäumen und einem beträchtlichen Eintrag von Fremdpollen aus größeren Entfernungen geprägt sind.

## 7. Résumé

Titre de l'article: *Variabilité génétique et types de fécondation dans une ascendance d'ifs.*

Dans une petite ascendance caractéristique de l'if (*Taxus baccata* L.) on a étudié des structures génétiques et des types de fécondation en se basant sur six différents loci géniques d'alloenzymes (*Adh-A*, *Pgi-B*, *Aat-B*, *Pgm-A*, *Idh-B* et *Skdh-B*). L'ascendance présente un haut niveau de variabilité génétique. Le nombre effectif des allèles ressort à: 1,58 pour l'ascendance elle-même; 1,64 pour le groupe des arbres mâles; 1,50 pour le groupe des arbres femelles et 1,66 dans la descendance. Comme les graines de gymnospermes contiennent également des tissus haploïdes d'origine maternelle il est possible d'identifier pour chaque graine quels furent les apports paternels et maternels à l'embryon. Pour déterminer l'apport à la descendance des parents des graines, on a procédé à des analyses du patrimoine paternel. En plus des procédés d'exclusion de ce patrimoine paternel et des estimations de la «likelihood» (– probabilité –) maximale, on a pris en considération les conditions de ségrégation selon les apports polliniques des donneurs potentiels et le couplage structurel des loci. On a conclu à l'introduction de pollen étranger dans le peuplement étudié lorsque le pollen présente des allèles ou des combinaisons multiples de loci qui, dans le peuplement, n'ont pu être engendrés par aucun des arbres mâles. Le pourcentage minimal de pollen étranger observé s'établit ainsi à 28%. Les distances moyenne et maximale de dispersion du pollen ont été respectivement déterminées à 143 m et 320 m. On observe entre les différents nuages de pollen une différenciation génétique très marquée, 24% des allèles n'étant pas communs. Trois des sept nuages de pollen étudiés étaient très largement caractérisés par le pollen provenant des arbres mâles les plus proches dans chaque cas. Dans l'un deux, ce sont 100% des apports de pollen qui ont pu être attribués à un nuage de pollen émanant des arbres mâles les plus proches. Globalement on a pu montrer que dans ce peuplement les types de fécondation se caractérisent essentiellement par des fécondations entre arbres directement voisins et par le transfert de pollen sur d'assez longues distances importantes. J.M.

## 8. Acknowledgements

The authors are grateful to the colleagues at the institute for valuable comments on the manuscript. The study was supported by a grant (Ha 501/28-1) from the DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft).

## 9. References

- ADAMS, W. T. (1992): Gene dispersal within forest tree populations. *New Forests* **6**: 217–240.
- ADAMS, W. T. and D. S. BIRKES (1991): Estimating mating patterns in forest tree populations. In: Fineschi S, Malvolti ME, Cannata F, Hattmer HH (eds.) *Biochemical Markers in Population Genetics of Forest Trees*. SPB Academic Publishing, The Hague, pp. 157–172.
- BURCZYK, J., W. T. ADAMS, F. MORAN and A. R. GRIFFIN (2002): Complex patterns of mating revealed in a *Eucalyptus regnans* seed orchard using allozyme markers and the neighborhood model. *Mol. Ecol.* **11**: 2379–2391.
- CAO, C. P., L. LEINEMANN, M. ZIEHE and R. FINKELDEY (2004): Untersuchungen zur genetischen Variation und Differenzierung von Eibenbeständen mit Hilfe von Isoenzym- und DNS-Markern. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* **175**: 21–28.
- CROW, J. F. and M. KIMURA (1970): *Introduction to Population Genetics Theory*. Harper and Row, New York, Evanston and London.
- DEVLIN, B. and N. C. ELLSTRAND (1990): The development and application of a refined method for estimating gene flow from angiosperm paternity analysis. *Evolution* **44**: 248–259.
- DOW, B. D. and M. V. ASHLEY (1998): High levels of gene flow in bur oak revealed by paternity analysis using microsatellites. *Journal of Heredity* **89**: 62–70.

- DUCHESNE, P., M. H. GODBOUT and L. BERNATCHEZ (2002): PAPA (Package for the Analysis of Parental Allocation): a computer program for simulated and real parental allocation. *Mol. Ecol. Notes* **2**: 191–193.
- DYAKOWSKA, J. (1936): Researches on the rapidity of the falling down of pollen of some trees. *Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences* **1**, 155–168.
- ELLSTRAND, N. C. (1992): Gene flow among seed plant populations. *New Forests* **6**: 241–256.
- ELLSTRAND, N. C. and D. L. MARSHALL (1985): Interpopulation gene flow by pollen in wild radish, *Raphanus sativus*. *American Naturalist* **126**: 606–616.
- ELLSTRAND, N. C., B. DEVLIN and D. L. MARSHALL (1989): Gene flow by pollen into small populations: data from experimental and natural stands of wild radish. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **86**: 9044–9047.
- GERBER, S., S. MARIETTE, R. STREIFF, C. BODÉNÉS and A. KREMER (2000): A comparison of microsatellites and amplified fragment length polymorphism markers for parentage analysis. *Molecular Ecology* **9**: 1037–1048.
- GILLET, E. (1994): GSED – Genetic Structures from Electrophoresis Data. Version 1.1a. Abt. für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Universität Göttingen, Germany, <http://www.uni-forst.gwdg.de/forst/fg/index.htm>.
- GODT, M. J. W. and J. L. HAMRICK (1993): Patterns and levels of pollen-mediated gene flow in *Lathyrus latifolius*. *Evolution* **47**: 98–110.
- GREGORIUS, H. R. (1978): The concept of genetic diversity and its formal relationship to heterozygosity and genetic distance. *Math. Biosci.* **41**: 253–271.
- GREGORIUS, H. R. and J. H. ROBERDS (1986): Measurement of genetical differentiation among subpopulations. *Theor. Appl. Genet.* **71**: 413–422.
- HAMRICK, J. L. and M. J. W. GODT (1989): Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A. H. D., CLEGG, M. T., KAHLER, A. L., WEIR, B. S. (eds.). *Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources*: Sinauer Associates, Sunderland Mass, pp. 43–63.
- HAMRICK, J. L. and D. MURAWSKI (1990): The breeding structure of tropical tree populations. *Plant Species Biology* **5**: 157–165.
- HAMRICK, J. L. and A. SCHNABEL (1985): Understanding the genetic structure of plant populations: Some old problems and a new approach. In: GREGORIUS, H. R. (ed). *Population Genetics in Forestry*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo, pp. 50–70.
- HARJU, A. and O. MUONA (1989): Background pollination in *Pinus sylvestris* seed orchards. *Scand. J. For. Res.* **4**: 513–520.
- HERTEL, H. (1996): Vererbung von Isoenzymgenmarkern bei Eibe (*Taxus baccata* L.). *Silv. Genet.* **45**: 284–290.
- HERTEL, H. and N. KOHLSTOCK (1996): Genetische Variation und geographische Struktur von Eibenvorkommen (*Taxus baccata* L.) in Mecklenburg-Vorpommern. *Silv. Genet.* **45**: 290–294.
- JONES, A. G. and W. R. ARDREN (2003): Methods of parentage analysis in natural populations. *Mol. Ecol.* **12**: 2511–2523.
- LEDIG, F. T. (1986): Heterozygosity, heterosis, and fitness in outbreeding plants. In: SOULÉ, M. E. (ed). *Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland pp 77–104.
- LEWANDOWSKI, A., J. BURCZYK and L. MEJNARTOWICZ (1992): Inheritance and linkage in some allozymes in *Taxus baccata* L. *Silv. Genet.* **41**: 342–347.
- LEWANDOWSKI, A., J. BURCZYK and L. MEJNARTOWICZ (1995) Genetic structure of English yew (*Taxus baccata* L.) in the Wierzchlas Reserve: implications for genetic conservation. *Forest. Ecology and Management* **73**: 221–227.
- LIAN, C., M. MAKOTO and T. HOGETSU (2001): Outcrossing and paternity analysis of *Pinus densiflora* (Japanese red pine) by microsatellite polymorphism. *Heredity* **87**: 88–98.
- MITTON, J. B. (1992): The dynamic mating systems of conifers. *New Forests* **6**: 197–216.
- MONTE, E., J. TURNER, C. STEPHENS and W. W. ANDERSON (1982): Homozygosity and patch structure in plant populations as a result of nearest-neighbour pollination. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **79**: 203–207.
- MÜLLER, G. (1976): A simple method of estimating rates of self-fertilization by analyzing isozymes in tree seeds. *Silv. Genet.* **25**: 15–17.
- MURAWSKI, D. A. and J. L. HAMRICK (1990): The effect of the density of flowering individuals on the mating systems of nine tropical tree species. *Heredity* **67**: 167–174.
- NEALE, D. B. and W. T. ADAMS (1985): The mating system in natural and shelterwood stands of Douglas-fir. *Theor. Appl. Genet.* **71**: 201–207.
- RAJEWSKI, M., and S. LANGE (1997): Genetische Strukturen in verschiedenen ontogenetischen Stadien der Eibe (*Taxus baccata* L.) Forstwiss. Diplomarb. Univ. Göttingen.
- RAJEWSKI, M., S. LANGE and H. H. HATTEMER (1999): Genetic inference on the embryo of yew (*Taxus Baccata* L.) *For. Genet.* **6**: 55–58.
- RAJEWSKI, M., S. LANGE and H. H. HATTEMER (2000): Reproduktion bei der Generhaltung seltener Baumarten – Das Beispiel der Eibe (*Taxus baccata* L.). *For. Snow Landsc. Res.* **75**: 251–266.
- SCHUSTER, W. S. F. and J. B. MITTON (2000): Paternity and gene dispersal in limber pine (*Pinus flexilis* James). *Heredity* **84**: 348–361.
- SCHNABEL, A. (1998): Parentage analysis in plants: mating systems, gene flow, and relative fertilities. In: CARVALHO, G. R. (ed.). *Advances in Molecular Ecology*. IOS Press Oxford pp. 173–189.
- SCHNABEL, A. and J. L. HAMRICK (1995): Understanding the population genetic structure of *Gleditsia triacanthos* L.: The scale and pattern of gene flow. *Evolution* **49**: 921–931.
- SOUSA, V. A., A. M. SEBBENN, H. H. HATTEMER and M. ZIEHE (2005): Correlated mating in populations of a Brazilian dioecious conifer, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Forest Genetics* **12**, 107–119.
- STREIFF, R., A. DUCOUSOU, C. LEXER, H. STEINKELLNER, J. GLOESSL and A. KREMER (1999): Pollen dispersal inferred from paternity analysis in a mixed oak stand of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Mol. Ecol.* **8**: 831–842.
- THOMA, S. (1995): Genetische Unterschiede zwischen vier Reliktbeständen der Eibe (*Taxus baccata* L.). *Forst und Holz* **50**, 19–24.
- VIDAKOVIĆ, M. (1991): Conifers. Grafički Zavod Hrvatske.
- WHEELER, N. C. and K. S. JECH (1992): The use of electrophoretic markers in seed orchard research. *New Forests* **6**: 311–329.

## Anwendung und Test eines Analysemodells zur Erklärung von Störeffekten in Erholungsräumen

Institut für Forst- und Umweltpolitik Freiburg<sup>1)</sup>

(Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen)

Von C. MANN<sup>2)</sup> und U. SCHRAML<sup>3)</sup>

(Angenommen Juni 2006)

### SCHLAGWORTER – KEY WORDS

*Erholungsmanagement; Störungen; Konfliktanalyse; Natursportgruppen; soziales Profil; Erholungssystem; Methoden-Triangulation.*

*Recreation management; impacts; conflict analysis; nature sport groups; social profile; recreation system; methodological triangulation.*

<sup>1)</sup> Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg i. Br., Tel. +49-(0)761-203-3713.

<sup>2)</sup> E-Mail: [carsten.mann@ifp.uni-freiburg.de](mailto:carsten.mann@ifp.uni-freiburg.de)

<sup>3)</sup> E-Mail: [ulrich.schraml@ifp.uni-freiburg.de](mailto:ulrich.schraml@ifp.uni-freiburg.de)

### 1. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG DER UNTERSUCHUNG

Der Aufenthalt in Natur und Landschaft zum Zwecke der Erholung ist ein wichtiges Element im Leben vieler Menschen. Er wirkt ausgleichend, regenerierend und bietet Abwechslung zum alltäglichen Leben. Tatsächlich erlangte der Bereich der naturbezogenen Freizeit und Erholung in den letzten Jahrzehnten zunehmende gesellschaftliche Bedeutung: nicht nur als Ausgleich zur Arbeitswelt, sondern auch als sinnstiftender Lebensinhalt für die persönliche Identifikation. Trendprognosen sagen dem Natursport ein weiterhin starkes Wachstum voraus (OPASCHOWSKI, 2001). Der hieraus

entstehende, zum Teil hohe Erholungsdruck und die Vielfalt der Aktivitätsansprüche können jedoch bei einem begrenzten Raumangebot zu Belastungen von Mensch und Natur führen.

Die ökologischen Auswirkungen der Erholungsnutzung werden seit gut 30 Jahren im deutschsprachigen Raum thematisiert und ihre Folgen untersucht. Demzufolge beeinträchtigen naturbezogene Freizeitaktivitäten die Umwelt durch die Beanspruchung von Flächen für Infrastruktur (u.a. SCHEMEL und ERBGUTH, 2000; PETERMANN, 1998), für bauliche Anlagen, deren Bau und Betrieb sich auf die Landschaft auswirken (u.a. WEIGER, 1982) sowie durch die Ausübung der Freizeitaktivitäten selbst (u.a. OPASCHOWSKI, 1999). Allgemeine Folgen der Erholungsnutzung wie Landschaftverschmutzung (u.a. SCHMIED et al., 2002), Luftverschmutzung durch den Individualverkehr (u.a. BMVBW, 2000; MEIER, 2000), Wasserverschmutzung (u.a. SCHMIED et al., 2002; BFN, 1997) oder die Gefährdung von Flora (u.a. RUSTERHOLZ et al., 2000; KORNECK und SUKOPP, 1998; SEIBERT, 1983) und Fauna (u.a. FISCHER und HAHNKE, 1994; FECKER et al., 1982) wurden beschrieben. Die Auswirkungen von Freizeitaktivitäten wie z.B. Wandern (u.a. BRÄMER, 2000; VOLK et al., 1995; ELSASSER, 1992), Mountainbiken (u.a. JAKOB et al., 2002; SRU, 1998; INGOLD et al., 1996; WÖHRSTEIN, 1998), Skifahren (u.a. PETERMANN, 1998; JOB, 1991; VOLK, 1986) oder Reiten (u.a. HUSSMANN, 1999; DICKMANN, 1985; AMMER und TIETZE, 1985; VOLK, 1979) wurden untersucht und quantifiziert. Fazit der meisten Studien ist, dass Natur und Landschaft nur begrenzt belastbar sind. Trotz dieses generellen Befundes werden die ökologischen Folgen von Natursportaktivitäten im Vergleich zu anderen Landnutzungsformen grundsätzlich als eher gering eingestuft. In der Regel werden vorhandene und infrastrukturell erschlossene Landschaftsräume genutzt, die in Teilbereichen an geforderte Standards angeglichen werden (ROTH, 2000).

Eine solche Bündelung und Mehrfachnutzung auf z.B. land- und forstwirtschaftlich genutzten Wegen reduziert zwar ökologische Belastungen, sie führt jedoch zu sozialen Belastungen der Erholungsnutzer untereinander, die sich Infrastrukturen vor dem Hintergrund der quantitativen und qualitativen Zunahme der Nutzungen teilen (DSB, 2001: 30). Konflikte treten dann häufig zwischen Personen mit unterschiedlichen Erholungsorientierungen auf, d.h. zwischen Personen, die sich in ihren Motiven für einen Freizeitaufenthalt unterscheiden und entsprechend verschiedene Ansprüche an ein Erholungserlebnis stellen. So berichten im Durchschnitt 25% der Wanderer und Mountainbiker von gelegentlichen Konflikten, andere Studien sprechen von 40% und mehr Erholungssuchenden, die sich gestört fühlen (AUBE, 2002; BRÄMER, 2002; OPASCHOWSKI 1999; 1994). Weitere Beispiele sind Konflikte beim Wintersport, etwa zwischen Skifahrern und Snowboardern oder Wanderern und Skilangläufern (PRÖBSTL, 2000). Die intensive Erholungsnutzung der Wälder führt zudem zu Konflikten zwischen Jägern und Erholungssuchenden (u.a. AMMER und PRÖBSTL, 1991; REVERMANN und PETERMANN, 2003). Es scheint, dass ein großes Konfliktpotenzial im sozialen Bereich abscheidet ist und zu Problemen bei der Besucherlenkung führt (AUBE, 2002). Erholungssuchende weichen auf attraktiver erscheinende, meist geringer frequentierte Landschaftsräume aus, um ihre Bedürfnisse zu befriedigen. Dabei werden aus sozialen Belastungen ökologische Probleme. Der Anteil ungestörter Landschaftsräume nimmt darüber ab und eine unkontrollierte Nutzung vieler Naturräume ist die Folge.

Die Planung und Gestaltung von Erholungsgebieten konnte in den letzten 40 Jahren diesen Schwierigkeiten nicht ausreichend begegnen. Herkömmliche Konzepte scheinen nicht geeignet zu sein, die heute diversen Freizeitansprüche auf Dauer zu berücksichtigen und Konflikte zu reduzieren (AMMER und PRÖBSTL, 1991: 116; MAYER und WILDBURG, 1998; OPASCHOWSKI, 1999: 198). Eine engere Kooperation zwischen Natursport, Naturschutz und landschaftsverwaltenden Behörden wird daher von vielen Seiten gefor-

dert (z.B. ROTH et al., 2004: 7 f.; LANA, 1999: 5; FEIGE und FEIL, 1997: 94). Da die Entwicklung im landschaftsgebundenen Freizeitbereich sowohl eine Zunahme der aktiven Natursportler als auch eine weitere Differenzierung von Aktivitäten erwarten lässt, ist mit einer wachsenden Zahl von Nutzungskonflikten zu rechnen (SPLITTER, 2002: 51 f.). Es wäre daher wünschenswert, Modelle und Steuerungsinstrumente zu entwickeln, welche die Bedürfnisse und Wahrnehmungen von Erholungssuchenden ermitteln und die damit gewonnen Erkenntnisse bei der Landschafts- und Angebotsgestaltung für ein nachhaltiges Miteinander berücksichtigen.

Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit den Möglichkeiten Erholungskonflikte zu analysieren. Anhand von sechs Aktivitätsgruppen im Naturpark Schwarzwald Mitte/Nord werden Bedürfnisse, Ansprüche und Störfestfindungen aufgezeigt. Die Übertragung, Modifizierung und Anwendung eines Analysemodells aus dem Schutzgebietsmanagement der USA soll zeigen, wie verschieden Erholungsnutzer Störungen in einem Erholungsraum wahrnehmen und sich Störungsursachen und -wirkungen unterscheiden. Eine sozialwissenschaftliche Betrachtungsweise soll helfen, Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Nutzergruppen zu ermitteln, um angepasste Maßnahmen der Konfliktreduzierung in Erholungsräumen anwenden zu können (MANN, 2006).

## 2. THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN

Wichtige Ziele der Untersuchung sind somit die Entwicklung und Anwendung eines Analysemodells, mit dem Störeffekte der Erholung in ihren Ursachen und Wirkungen beschrieben werden können. Da im Bereich der Freizeit- und Erholungsforschung bis dato kein geschlossenes Theoriegebäude existiert, wird eine Kombination von theoretischen Zugängen genutzt, die ein vorläufiges Verständnis von Störfestfindungen, hier auch als Konfliktpotenziale gekennzeichnet, in Erholungsräumen ermöglichen sollen (vgl. PRAHL, 2002). Erholung in der freien Landschaft kann als ein System verstanden werden, in dem die Landschaft den ökologischen Faktor und der Mensch als Bewirtschafter (Management) und die sozialen Attribute der Erholungssuchen, den sozialen Faktor bilden (Abb. 1). Soziale und ökologische Faktoren zusammen bilden ein Spannungsfeld. Sie beeinflussen sich gegenseitig mit unterschiedlich ausgeprägten Wechselwirkungen und stellen in ihrer Einheit Erholungsmöglichkeiten im Sinne von möglichen

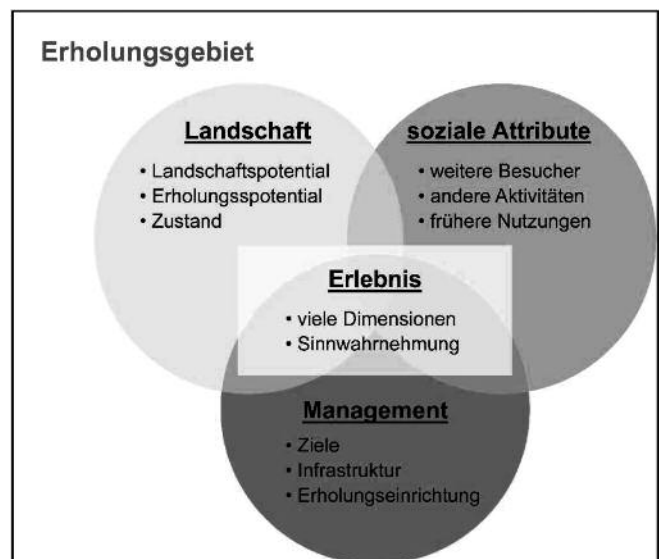


Abb. 1

Modell eines Erholungssystems.  
Model of a recreation system.



Erholungserlebnissen dar. Eine Konsequenz dieser Wechselwirkungen ist, dass jede Erholungsnutzung Auswirkungen auf das gesamte Erholungssystem hat und seinen Charakter verändern kann (FEDERAL INTERAGENCY TASK FORCE ON VISITOR CAPACITY, 2002).

Während eines Erholungsaufenthaltes kann es zu Störungen kommen, die innerhalb der verschiedenen Elemente des Erholungssystems lokalisiert sind. Für eine Annäherung an Störungsursachen und Wirkungen liefert die Erholungskonflikttheorie von JACOB und SCHREYER (1980) eine erste Grundlage. Sie basiert auf der Idee, dass Konflikte wahrscheinlich dann auftreten, wenn das Verhalten von Erholungssuchenden andere Erholungssuchende in der Ausübung ihrer Freizeitaktivität so beeinträchtigt, dass Unzufriedenheit entsteht. Das Modell umfasst vier Faktoren, mit denen eine Annäherung an Störimpfindungen erfolgen kann.

Jeder dieser Faktoren wird durch eine Kombination von Determinanten bestimmt: Der Faktor „Ressourcenbindung“ beschreibt die persönliche Bedeutung des Ortes und die Notwendigkeit, die Erholungsaktivität in genau diesem Gebiet auszuüben. Die „Aktivitätsbindung“ kennzeichnet, welche individuelle Bedeutung der Aktivität beigemessen und welcher Status innerhalb der Aktivität eingenommen wird. Der Faktor „Erfahrungen“ dient als Indikator für die individuelle Wahrnehmung der Umwelt. „Lebensstil/Toleranz“ als vierter Faktor beschreibt schließlich die Tendenz Einzelner, Verhaltensmuster anderer zu akzeptieren, die sich von den eigenen unterscheiden. JACOB und SCHREYER's Konfliktmodell bezieht sich in erster Linie auf soziale Konflikte, die interpersoneller oder sozialer Art sein können und durch direkte oder indirekte Begegnungen mit anderen Besuchern bzw. aus „unerwünschten“ Situationen heraus entstehen.

Für die konkrete Analyse wurde das Modell im Zuge der Untersuchung erweitert und verändert. Zum einen wurde als Ergebnis der vorliegenden crowding-Forschung ein weiterer Faktor „Erwartungen“ ergänzt, der als Referenzpunkt für den Vergleich einer angetroffenen mit einer bereits bekannten Erholungssituation dienen soll (vgl. FREDMAN und HÖRNSTEN, 2001; BUDRUK et al., 2002). Entscheidend für die Bewertung einer Erholungssituation und möglicher Störungen scheinen zum anderen Werteorientierungen und Motive zu sein (s. OPASCHOWSKI, 1997).

Für das Freizeitverhalten sind insbesondere die persönlichkeitsbezogenen Selbstentfaltungswerte hedonistischer und idealistischer Prägung von Bedeutung (PETERMANN, 1998). Menschen wollen sich in ihrer Freizeit verwirklichen, sofern dies im Alltag durch die Lebensbedingungen und Arbeitswelten zurückgedrängt wurde. Im Gegensatz zu Werten gelten Motive als unmittelbare Beweggründe von Verhaltensweisen und Aktivitäten (SCHWARZ, 2000). In der freien Landschaft ausgeübte Natursportaktivitäten können durch die Grundmotive „Weg-von“ und „Hin-zu“ beschrieben werden (OPASCHOWSKI, 1996). Während die „Weg-von“ – Haltung eine Fluchtbewegung aus dem Alltag und die gleichzeitige Suche nach einer Gegenwelt charakterisiert (z.B. dem Alltag entfliehen), steht „Hin-zu“ für das Entdecken und Interesse an Aktivitäten, Orten und Menschen (z.B. in der Natur sein). Auf diesen Grundmotiven aufbauend lassen sich feiner unterteilte Motivationsgruppen herausdifferenzieren (KASPAR, 1993). 19 Einzelmotive wurden im Rahmen der Untersuchung zu vier Motivbündeln zusammengefasst, die die Bandbreite erholungsrelevanter Motivationen repräsentieren (RUSTERHOLZ und BAUR, 2003; BRAUN, 1998; FEIGE und FEIL, 1997 u.a.): Meditation/Ausgleich; Sozial/Aktivität; Natur/Körper und Entdecken/Genießen (Abb. 2).

Motive und Faktoren formen zusammen die soziale Welt eines Erholungssuchenden, die bereits vor einem Erholungsaufenthalt existiert (Prä-Erlebnis). Nach einem Erholungsaufenthalt werden von den Erholungssuchenden Störpotenziale bewertet und Aussagen über die Akzeptanz einer Störung gewonnen (Post-Erlebnis). Durch ergänzende Fragen zu Besucherreaktionen und für notwendig erachtete Managementmaßnahmen, die mit angegebenen Störimpfindungen korreliert werden sollen, wird die Aussagekraft des Modells zusätzlich überprüft.

### 3. METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Für die Anwendung des Modells wurde der Naturpark Schwarzwald Mitte/Nord als Untersuchungsraum gewählt. Aufgrund seiner primären Erholungsfunktion, der diversen Erholungs- und Nutzungsansprüche und andauernder Planungsaktivitäten ist er für die Studie gut geeignet. Ausgehend von der Zielsetzung der Arbeit fällt die Wahl auf ein integriertes Forschungsdesign, das sich in einen

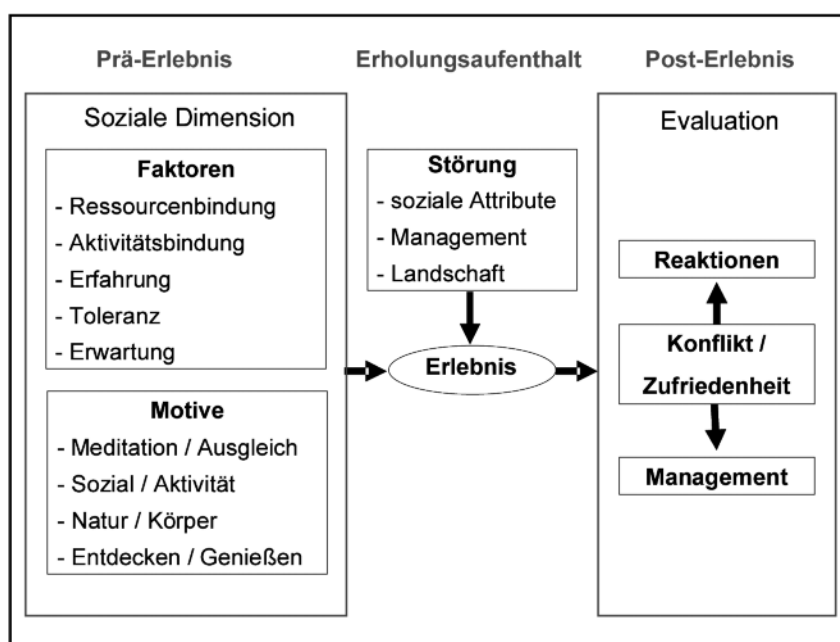


Abb. 2  
Das Konfliktanalysemodell.  
The conflict analysis model.



quantitativen und einen qualitativen Teil untergliedern lässt. Das zunächst quantitative Vorgehen dient der Darstellung von Nutzer- und Nutzungsstrukturen sowie der Analyse der Störimpfindungen. Im Anschluss wurden die Ergebnisse der quantitativen Erhebung zusätzlich qualitativ validiert. Der gewählte triangulative Ansatz soll helfen, zu einem umfassenden Bild von Störeffekten bei der naturbezogenen Erholung zu gelangen (vgl. KELLE, 1999). Die quantitative Befragung fand im Zeitraum Juli bis November 2003 statt. Im Herbst 2004 folgten problemzentrierte Experteninterviews mit Verbandsvertretern bzw. Aktivitätsexperten aus dem Bereich Natursport.

Der Aufbau des Fragebogens ist deduktiv auf das Konfliktanalysemodell ausgerichtet. Er besteht zu großen Teilen aus Fragen zu den fünf Konfliktfaktoren und vier Motivgruppen, mit denen die Störungssensibilität erfasst werden soll. In dem Fragebogen wurden weiter sechs Störungsmessungen verwendet. Neben zwei Fragen zu crowding (Evaluierung der Besucherichte beim letzten Aufenthalt und als Durchschnittswert des Gebietes), störenden Verhaltensweisen und der Zufriedenheit mit dem Erholungsaufenthalt, wurden drei kumulative Störungsmessungen mithilfe von Fragebatterien durchgeführt. Sie bestanden aus Items zu potenziellen Störungen aus den Bereichen Infrastruktur, Waldbewirtschaftung und andere Besuchergruppen. Antwortmöglichkeit auf einer 4-Punkte-Likert-Skala von „sehr gestört“ bis „gar nicht gestört“ war gegeben.

Die Items basierten auf Elementen, die sowohl in der deutschsprachigen als auch in der amerikanischen Literatur über Konflikte in Erholungsgebieten beschrieben werden (u.a. SCHEMEL und ERBGUTH, 2000; SCHMIED et al., 2002; OPASCHOWSKI, 1999; AUBE, 2002; FROITZHEIM, 2002; SCHUSTER und HAMMITT, 2001; WATSON, 2001; COLE et al., 1997). Fragen zu Reaktionen und Managementmaßnahmen sowie zum sozialen Profil der Nutzer, ihrer Aktivitätsausübung und ihren Aufenthaltscharakteristika runden das Bild der Erholungsnutzung ab.

Für die Untersuchung wurden organisierte Erholungssuchende der Aktivitäten Wandern, Radfahren, Mountainbiken, Reiten, Jogging/Walking und Gleitschirm/Drachenfliegen befragt. Die Aus-

wahl der Aktivitäten umfasst sowohl traditionell ruhige Erholungsformen, als auch neue Freizeittrends. Die Zahl der zu befragenden Personen wurde dabei von den Erfordernissen einer differenzierten statistischen Auswertung festgelegt (theoretical sampling). In Abhängigkeit zu den Gewohnheiten der Mediennutzung der Aktivitätsgruppen und ihrem Organisationsgrad, d.h. der Erreichbarkeit der Natursportler, wurde drei unterschiedliche Befragungsmedien verwandt: Die Beantwortung des Fragebogens erfolgte wahlweise postalisch, als Onlineversion oder als Beilage in einer Mitglierzeitschrift der Reiter.

Die anschließende Datenanalyse war auf die Feststellung von Unterschieden beim Störimpfinden zwischen den Aktivitätsgruppen ausgerichtet. Die Störungsmessungen wurden dabei als abhängige Variable mit den Faktoren und Motivgruppen korreliert. Die Faktoren waren hierfür zu Indizes zusammengefügt, die Einzelmotive mit Hilfe einer Faktoranalyse auf vier Dimensionen reduziert und aus den kumulativen Störungsmessungen Summenskalen gebildet worden. Um die Stärke ihrer Zusammenhänge sowie die Störungswirkungen zu untersuchen, wurde eine Pfadanalyse nach WRIGHT (1921) durchgeführt und die im Analysemodell angenommenen Beziehungen mit Hilfe von SPSS™ im linearen Regressionsmodell geschätzt. Als Kennwert wird der standardisierte Regressionskoeffizient Beta betrachtet, der den Einfluss eines Pfades auf die zu untersuchende Störimpfindung misst. Die Aussagekraft des Modells wird durch den  $R^2$  Wert ausgedrückt, der den Anteil erklärter Varianz wiedergibt. Insgesamt nahmen Mitglieder von 200 Vereinen aus den sechs Natursportverbänden an der Studie teil. Von den 845 eingegangenen Fragebögen erwiesen sich 805 als auswertbar. Sie setzen sich zu 85% aus postalischen, 10% aus der Reitermitglierzeitschrift und 5% aus Antworten des Onlinefragebogens zusammen.

Die quantitativen Ergebnisse wurden in dem anschließenden qualitativen Untersuchungsteil in Form von Fragevorgaben in die Interviews eingebracht. Die Experteninterviews dienten zum einen der Überprüfung der deskriptiven Daten auf ihre Validität (soziodemografische Charakteristika, Merkmale der Aktivitätsausübung sowie Störimpfindungen). Zum anderen sollten die Ergebnisse der

Tab. 1  
Soziodemografische Merkmale der untersuchten Aktivitätsgruppen.  
Sociodemographic characteristics of the sampled nature sport groups.

Aktivitätsgruppen n (% Kollektiv)	Gesamt 805 (100)	Wan 406 (50)	Rad 82 (10)	MTB 53 (7)	Reit 119 (15)	Jg/Wlk 122 (15)	Gl/Df 23 (3)
<b>Geschlecht (%)</b>							
männlich	55	62	59	86	24	38	83
weiblich	45	38	41	14	76	62	17
<b>Alter (%)</b>							
< 18 Jahre	0	0	0	0	2	0	0
18-30 Jahre	6	2	2	19	10	8	22
31-40 Jahre	13	4	13	17	40	12	26
41-50 Jahre	20	9	32	28	25	38	35
51-60 Jahre	22	25	21	23	10	30	9
>61 Jahre	39	61	32	13	14	12	9
<b>Schulabschluss (%)</b>							
Hauptschule	38	50	45	34	13	24	13
Realschule	29	28	34	19	26	38	26
Abitur	23	13	15	36	51	24	48
anderer Abschluss	9	8	6	11	9	13	13

Wan = Wandern; Rad = Radfahren; MTB = Mountainbiken; Reit = Reiten; Jg/Wlk = Joggen/Walken; Gl/Df = Gleitschirm/Drachenfliegen.

Wan = hiker; Rad = cyclist; MTB = mountain-biker; Reit = horse-back rider; Jg/Wlk = jogger/walker; Gl/Df = hang-glider.

Analyse, d.h. die Aussagekraft der Faktoren und Motivgruppen für die einzelnen Teilkollektive durch die Experten interpretiert werden (vgl. BORTZ und DÖRING, 1995). Abhängig von den Rahmenbedingungen wurden die acht problemzentrierten Experteninterviews überwiegend in persönlichen Einzelinterviews geführt, in zwei Fällen als Telefoninterviews und im Falle der Gleitschirm- und Drachenflieger als ein Gruppeninterview im Rahmen einer Vereinsleitersitzung. Die Auswertung erfolgte elektronisch unterstützt mit dem Programm MAXqda.

#### 4. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG

Für die Analyse der Wirkungszusammenhänge zwischen Störungsmessungen, Faktoren und Motivgruppen ist es zunächst notwendig, die Natursportgruppen in ihrer Soziodemografie zu beschreiben, um erste Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen ihnen kenntlich zu machen. Im Anschluss daran werden beispielhaft identifizierte Störungen aufgezeigt, und Ergebnisse der Analyse dargestellt.

##### 4.1 Soziodemografische Merkmale der Aktivitätsgruppen

Den größten Teil des Befragungskollektivs bilden mit knapp 50% die Wanderer, den geringsten Anteil haben mit 3% die Gleitschirm/Drachenflieger (Tab. 1).

Die Geschlechterverteilung erscheint im Gesamtkollektiv ausgeglichen, doch weisen die Teilkollektive Unterschiede auf. So sind die Aktivitäten Reiten und Joggen/Walken von Frauen dominiert, während Wandern und die mechanisierten bzw. technisierten Aktivitätsformen überwiegend von Männern ausgeübt werden. Die rechtsschiefe Gesamtaltersverteilung findet sich nur bei den befragten Wanderern wieder. Insbesondere Mountainbiken, Reiten und Gleitschirm/Drachenfliegen werden auch von Mitgliedern ausgeübt, die jünger als 40 Jahre sind.

Die Unterschiede in der Altersverteilung spiegeln sich im Bildungsniveau wieder. Der prozentuale Anteil der Befragten mit Abitur ist bei den Aktivitäten mit einem geringeren Durchschnittsalter stärker vertreten.

##### 4.2 Identifizierte Störungen

Aus dem Bereich der Erholungseinrichtung werden „Müll“ (43%) und „Vandalismus“ (32%) als Störungen von allen befragten Aktivitätsgruppen am häufigsten genannt. Der „eintönige Wegeverlauf“ (7%) oder „zu wenig Parkmöglichkeiten“ (7%) erfahren die geringsten Nennungen. Innerhalb der Beantwortung der einzelnen Items gibt es Unterschiede zwischen den einzelnen Aktivitätsgruppen: so wird der „unangenehme Wegebelaag“ von 60% der Reiter häufiger angegeben, als von anderen Kollektiven (9–27%). Es handelt sich hier insbesondere um Probleme mit asphaltierten Forstwegen oder zu grobem Schotter und Steine auf Maschinenwegen. Die „unzureichende Wegebeschilderung“ kritisieren Radfahrer (32%) und Mountainbiker (28%) stärker als beispielsweise Jogger/Walker (20%) oder Reiter (21%). Über alle Aktivitätsgruppen hinweg zeigt sich als Antworttrend, dass eher qualitative Verbesserungen der Infrastruktur gewünscht werden als quantitative Erweiterungen. Mit Ausnahme der Gleitschirm- und Drachenflieger, von denen sich 22% mehr Parkmöglichkeiten und ebenso viele mehr „Hütten, Bänke und Mülleimer“ wünschen, wird dies von den anderen Aktivitätsgruppen nur mit Nennungen von insgesamt 7% unterstützt. Ebenso gefällt der Wegeverlauf überproportional vielen so, wie er vorgefunden wurde. Eine Ausnahme bilden die Reiter, von denen sich 19% einen anderen Wegeverlauf wünschen.

Im Gegensatz zur Erholungseinrichtung ist es bei den Störungen durch die Waldbewirtschaftung schwerer einen Antworttrend zu erkennen. Insbesondere Reiter und Gleitschirm/Drachenflieger zeigen ein im Vergleich zu den anderen Gruppen auffälliges Ant-

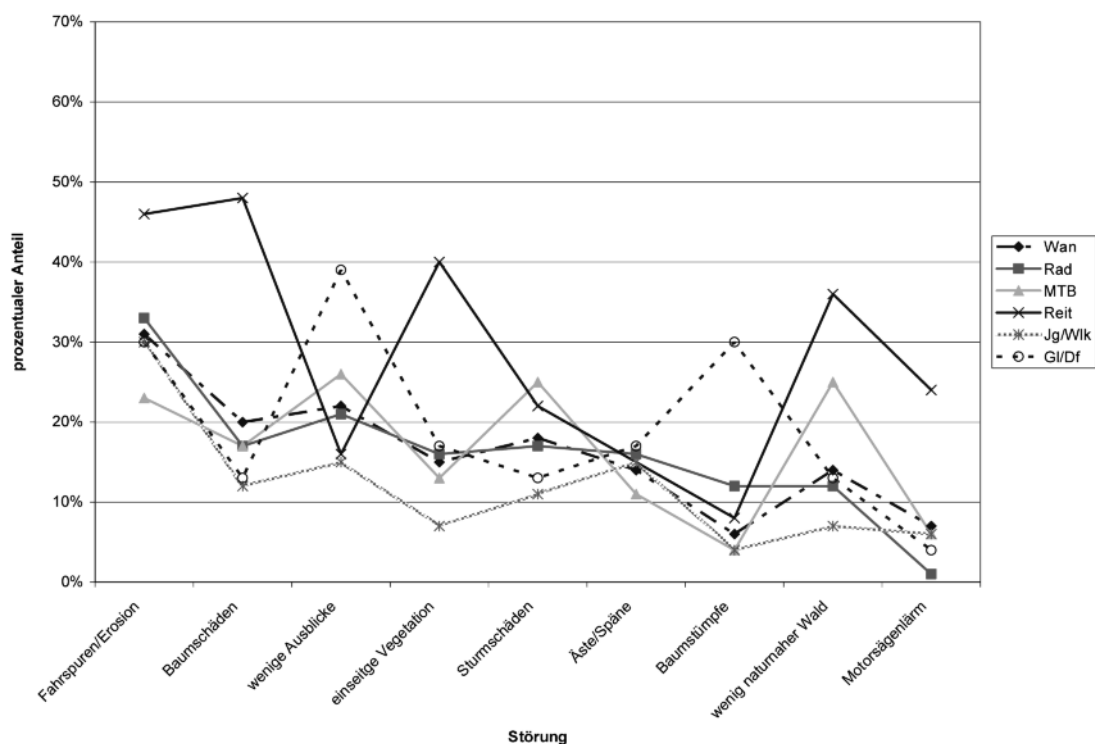


Abb. 3

Bewertung (in %) von Störungen aus dem Bereich Waldbewirtschaftung durch die untersuchten Natursportgruppen (n = 760).

Impacts from forestry rated (in %) by the six surveyed nature-sport groups (n = 760).

Tab. 2

Signifikante Ergebnisse der Analyse für die Wanderer (n = 406).  
Significant results from the analysis for the group hikers (n = 406).

Störungs- messung	Med/A	Soz/A	Nat/K	Ent/G	Ress.	Aktiv.	Erfahr.	Toler.	Erwar.	R <sup>2</sup>
<b>crowding- Aufenthalt</b>	.058	-.024	-.030	.063	.085	.093	.008	-.060	-.046	.036
<b>crowding-Ø</b>	-.070	.052	.026	.124	<b>.138*</b>	.002	.020	.008	.074	.057
<b>Verhalten</b>	.093	-.102	.005	.046	.117	-.020	.050	-.001	.028	.042
<b>Infrastruktur</b>	-.037	.011	<b>-.132*</b>	.080	<b>.185**</b>	.016	<b>.163**</b>	.019	.084	.070
<b>Andere</b>	.064	-.068	<b>-.120*</b>	<b>.168**</b>	.077	-.114	.064	.027	.084	.071
<b>Wald</b>	-.051	-.010	<b>-.143*</b>	<b>.127*</b>	.075	-.043	.017	.043	.085	.047

Med/A = Meditation/Ausgleich; Soz/A = Sozial/Aktivität; Nat/K = Natur/Körper; Ent/G = Entdecken/Genießen; Ress. = Ressourcenbindung; Aktiv. = Aktivitätsbindung; Erfahr. = Erfahrung; Toler. = Toleranz; Erwar. = Erwartung.

Med/A = meditation/balance; Soz/A = social/activity; Nat/K = nature/body; Ent/G = enjoy/explore; Ress. = resource-specificity; Aktiv. = activity-style; Erfahr. = experience; Toler. = tolerance; Erwar. = expectation.

wortverhalten: Es sind vor allem ökologisch relevante Items, die von den Reitern bemängelt werden: „Baumschäden durch Forstarbeiten“ (48%), „einseitige Vegetation“ (40%) und „wenig naturnaher Wald“ (36%) (Abb. 3).

Ähnlich ist das Antwortverhalten der Mountainbiker, die neben „wenig naturnaher Wald“ (25%) auch „Sturmschäden“ (25%) bemängeln. Die Gleitschirm- und Drachenflieger geben „wenige Landschaftsausblicke“ (39%) und „viele Baumstümpfe“ (30%) als hauptsächliche Störungen ihres Erholungserlebnisses an. Spuren der forstwirtschaftlichen Nutzung wie „herumliegende Äste und Späne“ (14%), „Motorsägenlärm von Forstarbeiten“ (9%) oder „viele Baumstümpfe“ (8%) werden allgemein als eher gering störend empfunden, „Fahrspuren, Fahrrinnen und Erosion“, dagegen von allen Gruppen als störend bewertet (23–46%). Im Hinblick auf andere Besuchergruppen sind es vor allem „Besucher mit frei laufenden Hunden“ an denen sich die Befragten aller Aktivitätsgruppen stören (35%). „Zu viele Mountainbiker“ werden hauptsächlich von Reitern (35%) und Wanderern (34%) als soziale Störung genannt. Sie kritisieren auch die Verhaltensweisen von Mountainbikern in einer angehängten offenen Frage.

#### 4.3 Die Analyse der Störepfindungen

Nach den Störungsmessungen war es ein weiteres Ziel der Analyse, die Faktoren und Motive zu untersuchen, die einen Einfluss auf das Störepfinden und somit auf das Erholungserlebnis haben. Hierfür gilt es, Unterschiede der beeinflussenden Faktoren und Motive bei den Natursportgruppen festzustellen. Ihre Einflussstärke wird zuerst im Rahmen der Pfadanalyse statistisch und dann durch die nachfolgenden Experteninterviews qualitativ geprüft. Die Analyse zeigt für die sechs Gruppen signifikante Unterschiede der abgefragten Einflussvariablen auf ihre Störepfindungen. Im Folgenden werden die Ergebnisse für Wanderer und Mountainbiker als Beispiele für eine naturorientierte und eine aktivitätsorientierte Gruppe beispielhaft erläutert.

Bei den Wanderern beeinflussen die Faktoren „Ressourcenbindung“ und „Erfahrungen“ Störepfindungen durch die Infrastruktur und Besuchermenge signifikant (Tab. 2). Für beide Variablen gilt ein positiver Zusammenhang, d.h. je stärker die Befragten mit der heimatischen Landschaft verbunden sind bzw. je größer ihre Erfahrungen mit dem Wandern ist, desto wahrscheinlicher stören die angegebenen Items ihr Erholungserlebnis.

Die Motivgruppen „Natur/Körper“ und „Entdecken/Genießen“ stellen zusätzliche Einflussgrößen für ihre Störepfindlichkeit dar. Je mehr natur- und körperbezogene Motive verfolgt werden, desto

weniger werden infrastrukturbedingte und soziale Störungen benannt. Umgekehrt gilt, dass je stärker Motive der Gruppe Entdecken/Genießen erfüllt werden sollen, desto sensibler reagieren die befragten Wanderer auf andere Besucher und Spuren der Forstwirtschaft. Trotz signifikanter Zusammenhänge ist die Erklärungskraft der jeweiligen Pfade gering (5–7%).

Im Rahmen der Analyse wurden in einem zweiten methodischen Schritt die quantitativen Ergebnisse den Wanderexperten präsentiert und um Kommentierung und Interpretation gebeten. Sie erläuterten, dass Wandervereine i.d.R. Vereine der älteren Menschen sind, die sich der Region und seinen Traditionen verbunden fühlen. Die Wandervereinsmitglieder kümmern sich freiwillig um die Instandsetzung und Pflege der Wanderinfrastruktur. Insbesondere diejenigen, die verantwortlich für die Pflege von Wegeabschnitten sind, weisen demzufolge häufig eine große Verbundenheit mit ihrer Arbeit auf und fühlen sich persönlich für die Infrastruktur verantwortlich. Dies führt zu einer Sensibilisierung gegenüber dem Zustand aber auch der Nutzung der Infrastruktur. Dies deckt sich mit dem quantitativen Befund, dass sich 20% der Wanderer durch die wahrgenommene Besuchermenge (crowding) gestört fühlen. Die Experten vermuten hierzu, dass nicht die Besuchermenge ein Problem darstellt, sondern die Gruppe der Mountainbiker, die von 34% der befragten Wanderer als störend bewertet wurden. Beide Interpretationen deuten auf einen Einfluss der „Ressourcenbindung“ anderen Nutzergruppen gegenüber hin, unabhängig, ob es „zu viele“ sind oder es sich um eine bestimmte Aktivitätsgruppe handelt. Unterstützung für diese Interpretationsweise liefert der zweite Einflussfaktor „Erfahrungen“. Die meisten befragten Wanderer sind älter als 60 Jahre (61%), im Durchschnitt seit 29 Jahren aktiv und Vereinsmitglied. Im Vergleich zu den anderen Aktivitätsgruppen sind sie das Kollektiv mit den längsten Erfahrungen im Umgang mit ihrer Aktivität. Sie sind mit den Infrastrukturen vertraut und können die Erholungsnutzung heute mit der von früher vergleichen. Beide Faktoren können als wichtige Einflussgrößen für das Störepfinden der Wanderer bestätigt werden.

Die Einflussgrößen im Modell der Mountainbiker zeigen andere Ergebnisse. Es werden dieselben Störungen durch die Infrastrukturgestaltung und crowding-Empfindungen gemessen. Sie werden jedoch von anderen Faktoren beeinflusst: der Faktor „Aktivitätsbindung“ zeigt einen negativen Einfluss auf Infrastrukturstörungen und der Faktor „Erwartungen“ wirkt positiv auf infrastrukturelle und soziale Störungen. Bei den Mountainbikern scheinen insbesondere „Erwartungen“ einen großen Einfluss auszuüben. Wie zuvor haben die Motivgruppen „Natur/Körper“ und „Soziale/Aktivität“ einen negativen Einfluss (Tab. 3).

Tab. 3

Signifikante Ergebnisse der Analyse für die Mountainbiker (n = 53).  
Significant results from the analysis of the group mountain biking (n = 53).

Störungs- messung	Med/A	Soz/A	Nat/K	Ent/G	Ress.	Aktiv.	Erfahr.	Toler.	Erwar.	R <sup>2</sup>
crowding- Aufenthalt	-.046	-.040	-.211	.344*	-.017	-.270	.005	-.045	-.062	.214
crowding-Ø	-.201	-.327*	-.365*	-.121	-.192	-.133	.022	.029	.429**	.335
Verhalten	.238	-.262	-.203	.169	-.190	-.001	-.065	.116	.160	.271
Infrastruktur	.029	.120	-.022	.057	.198	-.346*	-.199	.268	.405**	.358
Andere	.124	-.115	-.385*	.048	.178	-.247	-.168	.159	.371*	.281
Wald	.172	-.343*	-.030	.113	.256	.031	.100	.262	-.066	.329

Med/A = Meditation/Ausgleich; Soz/A = Sozial/Aktivität; Nat/K = Natur/Körper; Ent/G = Entdecken/Genießen; Ress. = Ressourcenbindung; Aktiv. = Aktivitätsbindung; Erfahr. = Erfahrung; Toler. = Toleranz; Erwar. = Erwartung.

Med/A = meditation/balance; Soz/A = social/activity; Nat/K = nature/body; Ent/G = enjoy/explore; Ress. = resource-specificity; Aktiv. = activity-style; Erfahr. = experience; Toler. = tolerance; Erwar. = expectation.

Wieder kommentierten Mountainbikeexperten im Anschluss an die Datenanalyse die quantitativen Ergebnisse: Sie erklärten, dass sich auch viele Mountainbiker mit der Region verbunden fühlen, vor allem weil die Reliefenergie des Mittelgebirges gute Bedingungen für das Mountainbiken bietet. Es existiert allerdings kaum eine Identität mit der Landschaft. Somit sei es zu erwarten, dass kein Einfluss des Faktors „Ressourcenbindung“ gemessen wird, stattdessen wirkte ihre „Aktivitätsbindung“. Es wurde weiter erklärt, dass die Gruppe der Mountainbiker heterogen strukturiert ist. Dies drückt sich durch unterschiedliche Fahrstile und Identifikationen aus. Die Masse der Mountainbiker bewegt sich um die Altersgruppe 40+ und fährt für Trainingszwecke bzw. für das Konditionstraining. Wenige, zumeist jüngere Biker, finden sich in den Gruppen „Freeride“ und „Downhill“ wieder, die innerhalb der Szene als risikofreudiger gelten. Jede Subgruppe weist unterschiedliche Bindungen zum Mountainbiken auf. Dies ist abhängig von dem Lebensstil, der mit der Ausübung verbunden wird. Die Analyse zeigt, dass je weniger ein Sportler mit dem Mountainbiken verbunden ist, desto sensibler scheint er auf Störungen zu reagieren. Für die Interviewpartner ist dies ein bekannter Effekt: Sie erklärten, dass Mountainbiker, die regelmäßig trainieren, die Erholungssituation kennen und in der Regel dorthin gehen, wo es ihren Bedürfnissen entspricht. Das individuelle Training steht im Vordergrund des Aufenthaltes und es wird i.d.R. routiniert und gelassen mit der Erholungssituation und mit Störungen umgegangen. Entscheidend für ihre Störimpfindungen ist die Kombination aus einer geringen Bindung zur Aktivität und die mit einem Erholungserlebnis verbundenen Erwartungen: Jemand der seltener fährt, weist eine höhere Erwartungshaltung an das Erholungserlebnis auf, als jemand der regelmäßig trainiert. Je fokussierter und präziser Erwartungen sind, desto größer ist die Gefahr, dass Störungen ein erwartetes Erholungserlebnis verhindern. Für die Interpretation der für die Mountainbiker erzielten Analyseergebnisse können die Wirkungsweisen beider Einflussfaktoren mit Hilfe der Experteninterviews geprüft werden.

## 5. DISKUSSION

Die Störungen, die von den Aktivitätsgruppen genannt werden, lassen sich in zwei Störbereiche zusammenfassen; infrastruktur- bzw. bewirtschaftungsbedingte- und soziale Störungen.

Zu dem ersten Bereich gehören Störungen, die Merkmale einer reduzierten Infrastruktur- bzw. Landschaftsqualität darstellen. Angaben hierzu erfolgen deutlich und sind über alle Kollektive ähnlich verteilt. Der zweite Störbereich entsteht aufgrund von Begegnungen mit anderen Menschen oder durch Wertedifferenzen. Auch hier werden Störungen von allen Aktivitätsgruppen angegeben, doch kristallisieren sich störanfälligere und störtolerantere

Kollektive heraus. Beide Störbereiche haben mit den Werteeinstellungen der Erholungssuchenden und den hiermit verbundenen Motiven zu tun, die wichtige Bestandteile des individuellen Erwartungshorizontes ausmachen.

Die in dem Analysemodell abgefragten Faktoren und Motivgruppen haben die Störimpfindungen der Natursportkollektive signifikant beeinflusst. Während die „Ressourcenbindung“ bei den aktivitäts-orientierten Mountainbikern keinen Einfluss auf ihre Störimpfindungen hat, beeinflusst sie die Wahrnehmung der natur-orientierten Wanderer in signifikanter Weise (vgl. CONFER et al., 2000). Auch der Faktor „Erfahrungen“ übt in diesem Zusammenhang einen positiv signifikanten Einfluss aus. Dagegen ist die Bindung zur Aktivität entscheidend für das Störimpfinden der Mountainbiker. Es haben jene Mountainbiker Störungen geltend gemacht, die sich geringer mit ihrer Aktivität identifizieren und sie vergleichsweise unregelmäßig ausüben. RAMTHUM (1995) kommt zu einem ähnlichen Ergebnis und vermutet, dass hier weitere subjektive Einflüsse entscheidend sind, die die persönliche Bindung zur Aktivität zusätzlich beschreiben können. Dies hat sich bestätigt: Je ausgeprägter ihre „Erwartung“ hinsichtlich eines Erholungserlebnisses waren, desto sensibler reagierten die befragten Mountainbiker auf Störungen. Ein ähnlicher Einfluss von Erwartungen wurde auch bei Kanuten (IVY et al., 1992) sowie Wanderern und Reitern festgestellt (WATSON et al., 1993: 381).

In Bezug auf soziale Störungen zeigen sowohl die beeinflussenden Faktoren als auch ihre Einflusskombination ähnliche Muster wie bei Infrastruktur- und Bewirtschaftungsstörungen. Bei den Wanderern ist es die „Ressourcenbindung“ die sensibel gegenüber sozialen Störungen macht, bei den Mountainbikern dagegen die Erwartungshaltung.

Vor dem Hintergrund, dass Störungen Stress auslösen können, bedeutet eine bekannte und somit einschätzbare Situation ein vorhersagbares Maß an Stress, auf das sich Erholungssuchende vorbereiten können. Dagegen sind in einer unbekannten Situation nur spontane Reaktionen möglich (vgl. SCHUSTER und HAMMITT, 2000: 173).

Die erhobenen Motivgruppen wirken in gleicher Weise wie die Faktoren bei Störimpfindungen. Natur- und körperbezogene Motive sind für die Hälfte des Befragungskollektivs der Hauptgrund eines Naturaufenthaltes. Einen signifikanten Einfluss auf Störimpfindungen üben sie allerdings nur auf die Wanderer und Mountainbiker aus: Für beide gilt, je mehr eine Motivgruppe das Handeln bestimmt, desto weniger reagieren die Befragten auf Störungen. STEWART und COLE (2001) vermuten, dass überwiegend die Motive „Einsamkeit“ und „Ruhe“, die beide in der genannten Motivgruppe enthalten sind, Störungen verstärken. Dies kann anhand des Unter-



suchungskollektivs nicht bestätigt werden. Nur wenige Motive haben einen Einfluss auf das Störungsempfinden und diese müssen nicht notwendigerweise die für eine Natursportgruppe kennzeichnenden sein. Beispielsweise liegen die Hauptmotive der aktivitätsorientierten Mountainbiker im Bereich Sozial/Aktivität. Hierzu zählen beispielsweise „mit Freunden zusammen sein“, „Spannung, Abenteuer“, „etwas erleben“ oder „neue Sportarten ausprobieren“. Je mehr Motive dieser Gruppe von Bedeutung sind, desto unempfindlicher reagieren jedoch die befragten Mountainbiker auf Störungen. Die Motivgruppe Entdecken/Genießen beeinflusst als einzige die Störungswahrnehmungen der Kollektive. Je mehr diese Motive gegeben sind, desto eher fühlen sich die Wanderer durch die Waldbewirtschaftung bzw. andere Nutzergruppen, und die Mountainbiker durch zu viele Besucher (crowding) signifikant gestört. Informationen über Motive können die Kausalzusammenhänge zwischen den beeinflussenden Faktoren und den gemessenen Störungen ergänzen. „Neue Landschaften sehen“ ist sowohl für einen Großteil der Mountainbiker als auch der Wanderer von Bedeutung. Für beide Kollektive ist es das bedeutendste Einzelmotiv der Motivgruppe „Entdecken/Genießen“. Entsprechend positiv wirkt es auf die Störsensibilität beider Gruppen, doch in Verbindung mit verschiedenen Faktoren. Entspricht die Erholungssituation nicht den Erwartungen der Mountainbiker, weil die aufgesuchte Landschaft ihren Bedürfnissen widerspricht, reagieren sie sensibel. Die Wanderer vergleichen dagegen aufgrund ihrer Erfahrungen und der emotionalen Bindung zur heimischen Landschaft die Erholungssituation neuer Landschaften mit der ihnen bekannten und reagieren empfindlich auf Veränderungen.

Bei den mit dem Analysemodell gewonnenen Ergebnissen fällt auf, dass die Einflüsse der Faktoren und Motivgruppen auf Störungssensibilitäten zwar häufig signifikant messbar, doch bei den einzelnen Natursportgruppen sehr unterschiedlich ausgeprägt waren. Für manche der Teilkollektive wie die hier vorgestellten Wanderer und Mountainbiker sind viele signifikante Zusammenhänge nachweisbar, während dies bei anderen Gruppen wie bei den Joggern und Walkern oder den Radfahrern kaum zutrifft. Die Aussagekraft der einzelnen Pfade des Modells schwankt somit stark. Bereiche erklärter Varianz zwischen 3–10% haben kaum Aussagekraft, andere Pfade dagegen erklären bis zu 85% der Varianz. Dies ist für eine sozialwissenschaftliche Untersuchung sehr hoch. Es stellt sich die Frage, wann das Analysemodell eingesetzt werden kann, um Störungsempfindungen valide erklären zu können. Im Rahmen der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die Aussagekraft des Modells zunimmt, je homogener sich ein Kollektiv darstellt, was bei den Mountainbikern der Fall ist. Bei heterogenen Kollektiven wie z.B. den Wanderern ist die Aussagekraft geringer. Auch bei amerikanischen Konfliktstudien werden solche unterschiedlichen Einflussstärken bei Aktivitätsgruppen festgestellt (z.B. MANFREDO et al., 2004; THAPA und GRAFE, 1999; 2003; GIBBONS und RUDELL, 1995). Betrachtet man die Spannweite der Antworten zu den einzelnen Faktoren, so fällt auf, dass diese bei den befragten Wanderern größer sind als bei den Mountainbikern. Bei letzterem Kollektiv ähneln sich die Mitglieder, die auf die Befragung geantwortet haben. Es bestätigt sich der Eindruck, dass bei einigen Natursportaktivitäten die Mitglieder enger in ihren Einstellungen zur Aktivität und Landschaft beieinander liegen als bei anderen. Einige amerikanische Autoren vermuten, dass je spezialisierter, d.h. eindeutiger Erholungssuchende in ihren Absichten sind, desto eher können Aussagen hinsichtlich ihrer Störungssensibilität gemacht werden (RAMTHUM, 1995; SHAFER und HAMMITT, 1994; RUDELL und GRAMANN, 1994).

Für die Anwendung des Analysemodells bedeutet dies, dass es sich gut eignet, Mitglieder einer homogenen Gruppe zu beschreiben und diese mit anderen, auch heterogenen Gruppen hinsichtlich ihrer Sensibilität gegenüber Störungen oder auch der Identifikation

mit der Landschaft oder der Aktivität etc. vergleichen zu können. Die Begrenzung des Modells stellen Kollektive dar, bei denen sehr unterschiedliche Menschen ein Kollektiv bilden, die eine Aktivität nicht mehr hinreichend genau charakterisiert.

Die Anwendung des Modells hilft, über die Bedürfnisse der Erholungsnutzer und die passenden Leistungen eines Erholungssystems Informationen zu generieren. Es können Störungen und Lücken des Gebietsmanagements eines Erholungsraumes identifiziert werden. Über deren Ursache- und Wirkungsmechanismen liefert die vorliegende Untersuchung neue Erkenntnisse. Im Bereich der Konfliktanalyse ist das Modell eine reliable Möglichkeit, Störungen eines Gebietes zu analysieren und mehr über ihre Entstehungsgründe und Wirkungsweisen zu erfahren. Dies ist eine notwendige Voraussetzung, um konfliktreduzierende Maßnahmen möglichst angepasst einzusetzen und so bedarfsgerechte Angebots- und Infrastrukturen zu schaffen.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangspunkt der Untersuchung sind quantitative und qualitative Nutzungsänderungen im Bereich der naturbezogenen Erholung, die zu Belastungen für Mensch und Umwelt führen. Die Ursachen und Wirkungen von Störeffekten auf das Erholungserleben von Natursportgruppen zu analysieren, war das Ziel der Untersuchung. Mit einem modellhaften Erholungssystem wurden zunächst die Wirkungsmechanismen zwischen Landschaft, Management und sozialen Attributen der Erholungsnutzung dargestellt (Abb. 1). Inwiefern Veränderungen eines Erholungssystems bei einem Erholungsaufenthalt störend wirkten, ließ sich mit Hilfe der Erholungskonflikttheorie systematisieren. Die Qualität eines Erholungserlebnisses wurde individuell bewertet und in Beziehung zu den vier Faktoren „Ressourcenbindung“, „Aktivitätsbindung“, „Erfahrungen“ und „Toleranz“ gesetzt. Diesem Ansatz wurden im Laufe der Untersuchung der Faktor „Erwartungen“ und vier Motivgruppen hinzugefügt (Abb. 2).

Als Untersuchungsraum wurde der Naturpark Schwarzwald Mitte/Nord gewählt. Ein quantitativ-empirischer Teil diente der Erstellung eines „sozialen Profils“, in dem exemplarisch die Verschiedenartigkeit der Aktivitätsgruppen und ihre Störeffindungen erfasst wurden. Hierfür wurden 825 organisierte Erholungssuchende aus 200 Vereinen im Zeitraum Juli bis November 2003 mittels eines Fragebogens befragt und ihre Daten mit einer explorativen Pfadanalyse ausgewertet. Untersucht wurden die Aktivitäten Wandern, Radfahren und Reiten als traditionelle Erholungsformen und Joggen/Walken, Mountainbiken und Gleitschirm- bzw. Drachenfliegen als neuere Trends. In einem zweiten Schritt, wurden die Ergebnisse mithilfe von problemzentrierten Experteninterviews aus dem Bereich Natursport validiert.

Die Befragungskollektive der sechs Natursportdisziplinen unterschieden sich sowohl in ihren soziodemografischen Strukturen als auch in ihren Störeffindungen (Tab. 1). Hinsichtlich möglicher Störeffekte aus den Bereichen „Erholungseinrichtung“, „Waldbewirtschaftung“ (Abb. 3) und „andere Besucher“ zeigten sich Antwortmuster, die Störungen der Wegegestaltung, Infrastrukturausstattung, Landschaftsästhetik, Hunde und Mountainbiker identifizieren und auf Managementdefizite schließen lassen. In der Regel reagierten die infrastruktur-abhängigen Gruppen Mountainbiken, Reiten und Gleitschirm- bzw. Drachenfliegen sensibler auf Störungen. Im Rahmen der Analyse konnten daraufhin Unterschiede zwischen den beeinflussenden Faktoren und Motivgruppen festgestellt werden. Während eine ausgeprägte Bindung zur Landschaft insbesondere die Störeffindungen natur-orientierter Erholungssuchender wie den Wanderern signifikant beeinflusste (Tab. 2), wurden die mechanisierten bzw. technisierten Kollektive wie die Mountainbiker von ihrer Aktivitätsbindung geprägt (Tab. 3). Neben

den Faktoren „Ressourcenbindung“ und „Aktivitätsbindung“ wirkten auch die Faktoren „Erfahrungen“ und „Erwartungen“ auf die Kollektive ein. Unabhängig von den Natursportgruppen übte Entdecken/Genießen als einzige der vier abgefragten Motivgruppen einen positiven Einfluss auf ihre Störungsempfindungen aus.

## 7. Summary

Title of the paper: *Application and test of an analysis model to explain impact perceptions in recreation areas.*

The recreational situation in Germany has changed. Through new leisure and recreational trends, the spectrum of nature sport activities has expanded and the number of recreationists increased. A more mechanized recreational use is to be observed, which often conflicts with the traditionally quiet forms of recreation. Scientists believe that management concepts ignore the current recreational situation. A greater integration of social dimensions in planning processes and management concepts seems necessary.

The objectives of the study were to explore interactions between recreational use and impact-based visitor perceptions and reactions in the northern/central Black Forest Nature Park for integration into visitor-flow-management concepts. The analysis of impact-situations of six different nature sport groups in relation to their recreational experience is thereby of central interest. Organized recreationists, which are hikers, cyclists and horseback-riders as examples for traditional recreation activities, and joggers/walkers, hang-gliders and mountain-bikers as new leisure trends, evaluate their recreational experience and give explanation of the various recreational impacts of nature and other users, as well as of individual recreational needs and expectations that will be tied together with the recreational experience within a recreation system (Fig. 1). Central themes of the research include questions on crowding and disturbing recreational factors (infrastructure, forest management and other users). The study of recreation impacts is rooted in the theoretical field of recreation conflicts. For the analysis, a conflict model from the US recreation management, based on the recreation conflict theory by JACOB and SCHREYER (1980), was further developed, transferred to the Black Forest and tested (Fig. 2).

Methodically, a triangulation was carried out. In view of the mass phenomenon of "nature sports," the choice of a chiefly quantitative investigation appeared to be appropriate in order to generate a widest possible portrait of opinions in the nature park and to show a cross-sectional profile of the different uses. Therefore, a theoretical sampling was carried out and 825 recreationists belonging to 200 nature sport organizations in the northern and central Black Forest were contacted in the summer and autumn of 2003. The Nature Park boundaries served as boundaries of the recreation system to be studied. In addition, the quantitative results were qualitatively validated and interpreted as a second methodological step. Through problem-centred expert interviews, more should be learned about the self-perception of nature sport organizations and their impact perceptions.

As result it was found that the six sampled groups show differences in their socio-demographic structures (table 1) as well as impact perceptions. The main impact potentials found were disturbances caused by the infrastructure (paving, signing, erosion) and resulting norm conflicts by the type of use and landscape aesthetics (Fig. 3). The analysis model was useful to identify impact potentials, factors and influencing motives in the Nature Park. While a strong emotional attachment to the resource together with their long hiking experience mainly influences the nature-oriented hiker's impact perception (table 2), the activity-oriented mountain-bikers were significantly influenced by their activity-style in combination with their expectations (table 3). The less attached to the activity and higher the expectations of the recreation experience

were, the more they felt disturbed. Independently from the activity type, out of the four motive groups, only "explore/enjoy" influences the group's impact perceptions in a positive manner.

The principles of the model are mostly substantiated in the field of individual and social psychology and therefore transferable to a German recreational context. The model works well with homogeneous groups like the mountain-bikers, but less with heterogeneous groups. Most results could be interpreted by the interviews while gaining insight in the activity-groups social worlds. It is the combination of quantitative and qualitative results that can help establish a planning framework for quality recreation management, depending on the social-political objectives of the Nature Park. The study presents an overview of the recreational situation in the light of social changes and their consequences for today's recreation planning and management.

## 8. Résumé

Titre de l'article: *Utilisation et test d'un modèle d'analyse pour élucider des effets perturbateurs dans des zones de délassement.*

Le point de départ de cette étude réside dans les modifications qualitatives et quantitatives des exploitations dans les zones vouées au délassement lié à la nature, modifications qui entraînent des charges pour l'homme et pour l'environnement. L'objectif de cette recherche était d'analyser les causes et les conséquences des effets perturbateurs sur la manière de se délasser des groupes pratiquant un sport de nature. À l'aide d'un système de délassement modélisé on a d'abord établi quels étaient les mécanismes d'interactions entre paysage, management et attributs sociaux lors d'une utilisation pour le délassement (Fig. 1). Déterminer dans quelle mesure des modifications d'un système de délassement ont des conséquences perturbatrices lors d'une suspension de ce délassement peut être systématisé en ayant recours à la «théorie des conflits lors d'une utilisation pour le délassement». La qualité d'un type de délassement a été évaluée individuellement et on a établi les corrélations avec les quatre facteurs suivants =

- «lien avec les ressources»
- «lien avec l'activité»
- «usages»
- «tolérance».

En outre, lors de l'avancement de la recherche, a été ajouté le facteur «espérances» et 4 groupes de motifs (Fig. 2). Comme lieu de recherches on a choisi les parties Nord et Centre du Parc naturel de la forêt Noire. Une partie – quantitativement empirique – sert à établir un «profil social» qui concerne, à titre d'exemple, l'hétérogénéité des groupes d'activité et la manière dont est ressentie la gêne qui peut être apportée. Pour ce faire on a interrogé par questionnaire 825 amateurs de délassement organisés, appartenant à 200 unions, lors de la période de juillet à novembre 2003; les données collectées ont été exploitées statistiquement. On a étudié les promenades à pied, à bicyclette et à cheval en tant que formes de délassement traditionnelles et pour les tendances nouvelles, le jogging, le VTT, le deltaplane, parapente etc. Dans une deuxième étape les résultats ont été validés par des interviews portant sur les sports de nature.

J. M.

## 9. Literatur

- AMMER, U. und U. PRÖBSTL (1991): Freizeit und Natur, Probleme und Lösungsmöglichkeiten einer ökologisch verträglichen Freizeitnutzung. Pareys Stud.texte 72, Hamburg/Berlin, 228 S.
- AMMER, U. und H. TIETZE (1980): Reiten in der offenen Landschaft. Eine Studie zur Verdeutlichung der Konfliktsituation. Reiten und Fahren, Heft 2: 10–15.
- ANDERHECK, K. L., C. A. VOGT, K. LARKIN und K. FREYE (2001): Differences between motorized and non-motorized trail users. Journal of Park and Recreation Administration, 2001, Vol. 19 (3): 62–77.

- AUBE, E. V. und AKADEMIE FÜR UMWELTFORSCHUNG UND -BILDUNG IN EUROPA (2002): Konflikte und Kooperationen im Wander-/Radwanderbereich: Natur- und sozialverträgliche Lösungsansätze und Strategien. Dokumentation der Fachtagung, 13.–14. 09. 2002, Winterberg/Sauerland, 96 S.
- BfN (Hrsg.): Bundesamt für Naturschutz (1997): Biodiversität und Tourismus – Konflikte und Lösungsansätze an den Küsten der Weltmeere, Berlin, 1997.
- BLAHNA, D. J., K. S. SMITH and J. A. ANDERSON (1995): The effects of goal orientation and place dependence on select goal interference among winter backcountry users. *Leisure Sciences* 17: 185–204.
- BMVBW (2000): Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Verkehr in Zahlen 2000, Bonn.
- BRÄMER, R. (2002): Koalition der Genießer: Wanderer und Radler zwischen Konflikt und Kooperation. In: AUBE e.V., Akademie für Umweltforschung und -bildung in Europa (2002): Konflikte und Kooperationen im Wander-/Radwanderbereich: Natur- und sozialverträgliche Lösungsansätze und Strategien. Dokumentation der gleichnamigen Fachtagung, 13.–14. 09. 2002, Winterberg/Sauerland, S. 35–45.
- BRÄMER, R. (2000): Profilstudie Wandern '99 – Wohnheiten und Vorlieben von Wandertouristen, 1. Grundausswertung. Aus: *Wanderwelt Studien zum sanften Natursport*; Forschungsgruppe Wandern, Nr. 80a, Universität Marburg, 44 S.
- BRAUN, A. (1998): Walderholung im Spiegel der Sozialwissenschaften. *Forstwiss. CBL*, 117(1): 44–62.
- BUDRUK, M., I. E. SCHNEIDER, K. L. ANDRECK and R. J. VIRDEN (2002): Crowding and satisfaction among visitors to a built desert attraction. *Journal of Park and Recreation Administration* 20(3): 1–17.
- CAROTHERS, P., J. J. VASKE and M. P. DONNELL (2001): Social values versus interpersonal conflict among hikers and mountain bikers. *Leisure Sciences*, 23: 47–61.
- COLE, D. N., A. E. WATSON, T. E. HALL and D. R. SPILIDIE (1997): High-use destinations in wilderness: Social and biophysical impacts, visitor responses, and management options. USDA, Forest Service, Research Paper INT-RP-496.
- CONFER, J. J., A. R. GRAEFE, J. D. ABSHER and B. THAPA (2000): Differences in place attachment among Allegheny National Forest users. USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Gen. Tech. Rep. NE-269: 323–331.
- DICKMANN, J. (1985): Schäden durch Reiten im Wald. In: *Natur und Landschaft*, H5, 1985.
- DEUTSCHER SPORT BUND (2001): Natura 2000 und Sport. Ein Leitfadens zur Anwendung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie: Frankfurt/Main 2001, 64 S.
- ELSASSER, H. (1992): Durch den Wandertourismus verursachte Schäden dargestellt am Tourismus im Schweizerischen Nationalpark. In: IGU (Internationale Gesellschaft für Umweltschutz (Hrsg.): Tagungsband ENVIROTOUR, Wien, 1992.
- FECKER, J., N. VELTEN und K. WAGENFÜHRER (1982): Auswirkungen des Freizeitverkehrs und der kommerziellen Nutzung des Steinhuder Meeres auf die Wasservögel in den Naturschutzgebieten am Ost- und am Westufer. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Hannover, Obere Naturschutzbehörde, 1992; Technische Universität Braunschweig, 60 S.
- FEDERAL INTERAGENCY TASK FORCE ON VISITOR CAPACITY ON PUBLIC LANDS (2002): Visitor Capacity on Public Lands and Water – making better decisions. Published by the National Recreation and Park Association, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C., 2002, 43 S.
- FEIGE, M. und T. FEIL (1997): Projektbericht Tourismus. Sozioökonomie unter besonderer Berücksichtigung des Tourismus in den Großschutzgebieten Mecklenburg-Vorpommerns und ihren Randgebieten. Umweltbundesamt 51/97, 132 S.
- FISCHER, S. und H. HAHNKE (1994): Zum Einfluss menschlichen Freizeitverhaltens auf die Bruvogelgemeinschaft Südostberliner Seen. *Artenschutzreport* Nr. 4, 1994.
- FREDMAN, P. and L. HÖRNSTEN (2001): Perceived crowding, visitor satisfaction and trail design in Fulufjäll National Park Sweden. European Tourism Research Institute, ETOUR, Östersund, Sweden, 2001.
- FROITZHEIM, T. (2002): Radler und Wanderer auf einer Linie: Gemeinsame Ziele – getrennte Wege? In: AUBE e.V., Akademie für Umweltforschung und -bildung in Europa (2002): 15–20.
- FUSS E.V. FACHVERBAND FUSSVERKEHR DEUTSCHLAND (2005): Empfehlungen: Spazierwege und Fahrradnutzung. Diskussionsstand 2005, Berlin, 4 S.
- GIBBONS, S. and J. E. RUDDLE (1995): The effect of goal orientation and place dependence on select goal interferences among winter backcountry users. *Leisure Sciences* 17, 171–181.
- GRAEFE, A. R. and B. THAPA (2004): Conflict in natural resource recreation. In: *Society and Natural Resources*, a summary of knowledge. Prepared for the 10<sup>th</sup> International Symposium on Society and Natural Resource Management, 2004, 361 S.
- GRAEFE, A. R., F. R. KUSS and J. J. VASKE (1990): Visitor impact management: The planning framework. Washington D.C.: National Parks and Conservation Association, 105 S.
- HUSSMANN, L. (1999): Der Einfluß von Störwirkungen auf das Verhalten der Vogelfauna in den Batauwiens (Kreis Minden-Lübbecke), Examensarbeit Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Zoologie, 1999, 160 S.
- INGOLD, P., R. SCHNIDRIG-PETRIG, H. MARBACHER, U. PFISTER und R. ZELLER (1996): Tourismus/Freizeitsport und Wildtiere im Schweizer Alpenraum – Kurzbericht Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schriftenreihe Umwelt, Bern, 50 S.
- IVY, M. I., W. P. STEWART and C. LUE (1992): Exploring the role of tolerance in recreational conflict. *Journal of Leisure Research* 24: 348–360.
- JACOB, G. R. and R. SCHREYER (1980): Conflict in outdoor recreation: a theoretical perspective. *Journal of Leisure Research* 12 (4): 368–380.
- JAKOB, E., S. TÜRK und R. ROTH (2002): Ökologisch bewusste Durchführung von Großveranstaltungen – Teilbereich Mountainbiken. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 29994123, Umweltbundesamt, Berlin 2002, 79 S.
- JOB, H. (1991): Tourismus versus Naturschutz: „sanfte“ Besucherlenkung in (Nah-) Erholungsgebieten. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 1/91: 28–34.
- KASPAR, C. (1993): Das System Tourismus im Überblick. In: HAEDRICH, G., KASPAR, C., KREILKAMP, E., KLEMM, K.: *Tourismus-Management, Tourismus-Marketing und Fremdenverkehrsplanung*, Berlin, S. 13–30.
- KELLE, U. (1999): Integration qualitativer und quantitativer Methoden. Beitrag für die CAQD 1999 – Computergestützte Analyse qualitativer Daten am 7. und 8. Oktober 1999 in Marburg. Verfügbar über: <http://www.maxqda.de/maxqda/downloads/VTKelle.pdf> [Zugriff: Mai 2003].
- KORNECK, D. und H. SUKOPP (1998): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farne und Blütenpflanzen, Bonn.
- LANA, Länderarbeitsgemeinschaft für Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (1999): Beschlüsse – Naturschutz und Erholung. Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg, 2. Auflage, 1999, 17 S.
- LI, C. C. (1977): *Path Analysis-a primer*. Boxwood Press, Pacific Grove, California, 1977, 343 S.
- MANFREDO, M. J., J. J. VASKE, B. BRUYERE, D. R. FIELD and P. L. BROWN (2004): Society and Natural Resources – A summary of knowledge. 10<sup>th</sup> International Symposium on Society and Resource Management, Jefferson, Missouri, Modern Litho, 2004, 361 S.
- MANN, C. (2006): Konflikte in Erholungsgebieten – Ursachen, Wirkungen und Lösungsansätze. *Freiburger Schriften zur Forst- und Umweltpolitik*, Band 12, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter, 256 S.
- MANNING, R. E. (1999): *Studies in Outdoor Recreation- Search and research for satisfaction*. Second edition, Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, 374 S.
- MAYER, P. und C. WILDBURGER (1998): Erholung und Naturschutz im österreichischen Wald: Fluch oder Segen? Eine forstpolitische Situationsanalyse. Wien: Eigenverl. des Inst. für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft, 1998, 122 S.
- MEIER, R. (2000): *Nachhaltiger Freizeitverkehr*. Chur; Zürich: Rüegger, 2000, 143 S.
- MOORE, R. L., D. SCOTT and A. R. GRAEFE (1998): The effects of activity differences on recreation experiences along a suburban greenway trail. *Journal of Park and Recreation Administration* 16(2): 35–53.
- NATIONAL PARK SERVICE (1997): *The Visitor Experience and Resource Protection (VERP) Framework: A Handbook for Managers*. U.S. Department of Interior, National Park Service, Denver Service Center, 102 S.
- NOHL, W. und U. RICHTER (1986): Monetäre Folgen des Waldsterbens für Freizeit und Erholung. In: *Landschaft und Stadt*, 18. Jg. 4/1986.
- OPASCHOWSKI, H. W. (2001): *Deutschland 2010: wie wir morgen arbeiten und leben – Voraussagen der Wissenschaft zur Zukunft unserer Gesellschaft*, 2. Auflage, Hamburg: Germa Press, 2001, 357 S.
- OPASCHOWSKI, H. W. (1999): *Umwelt, Freizeit, Mobilität. Konflikte und Konzepte*. 2. Auflage, Opladen: Leske + Budrich, 1999, 272 S.
- OPASCHOWSKI, H. W. (1997): *Einführung in die Freizeitwissenschaft*. 3. erw. u. aktualisierte Auflage, Opladen: Leske + Budrich, 1997, 333 S.
- OPASCHOWSKI, H. W. (1996): *Tourismus: systematische Einführung ; Analysen und Prognosen*. 2. Auflage, Opladen: Leske + Budrich, 1996, S. 300.
- OPASCHOWSKI, H. W. (1994): *Einführung in die Freizeitwissenschaft*. 2., völlig neu bearb. Aufl., Opladen: Leske + Budrich, 1994, 305 S.
- PETERMANN, T. (1998): *Folgen des Tourismus*, Band 1: Gesellschaftliche, ökologische und technische Dimensionen, Studien des Büros für Technikfolgenabschätzungen; 5, Rainer Bohn Verlag, Berlin, 1998, 190 S.
- PRAHL, H.-W. (2002): *Soziologie der Freizeit*. Ferdinand Schöningh, Paderborn, 2002, 360 S.
- PRÖBSTL, U. (2000): Ökologische Skigebietsuntersuchungen als Beitrag zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie in Bayern. In: *Landnutzungsplanung und Naturschutz, Aktuelle Forschungsberichte, Lehrstuhl f. Landnutzungspl. und Naturschutz* (Hrsg.): 143–153.
- RAMTHUM, R. (1995): Factors in user group conflict between hikers and mountain bikers. *Leisure Sciences* 17(3): 159–169.
- REVERMANN, C. und T. PETERMANN (2003): *Tourismus in Großschutzgebieten – Impulse für eine nachhaltige Regionalentwicklung*. Büro für Technikfolge-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Edition Sigma, Berlin, 185 S.



- ROTH, R., E. JACOB und A. KRÄMER (2004): Neue Entwicklungen bei Natursportarten – Konfliktpotenziale und Lösungsmöglichkeiten. Zusammenfassung der Ergebnisse des „F&E-Vorhaben Nr. 80187050“ im Auftrag des BfN, 2004, 110 S.
- ROTH, R. (2000): Das Ende der Vernunft? – Entwicklungen im Natursport am Beispiel des Alpenraums. In: Trends im Sport. Dokumentation des 7. Symposiums zur ökologischen Zukunft des Sports, 23.–24.09.1999, Bodenheim/Rhein, DSB, 2000, 53 S.
- RUDELL, E. J. und J. H. GRAMANN (1994): Goal orientation, norms, and norm-induced conflict among recreation area users. *Leisure Sciences* **16**, 93–104.
- RUSTERHOLZ, H.-P. und B. BAUR (2003): Charakterisierung und Vorlieben der Besucher in drei Gebieten eines Erholungswaldes: Ergebnisse einer Umfrage im Allschwiler Wald. Schweiz. Z. Forstwes. **154**: 397–404.
- RUSTERHOLZ, H.-P., K. STINGELIN und B. BAUR (2000): Freizeitnutzung des Allschwiler Waldes: Einfluss auf Bodenvegetation, Strauchschicht und wirbellose Tiere. Schweiz. Z. Forstwes. **151**: 117–126.
- SEIBERT, P. (1983): Die Belastung der Pflanzendecke durch den Erholungsverkehr, Forstwissenschaftliches Centralblatt **102(4)**: 36–43.
- SCHEMEL, H.-J. und W. ERBGUTH (2000): Handbuch Sport und Umwelt, 3. Auflage, Aachen: Meyer und Meyer, 2000, 719 S.
- SCHMIED, M., M. BUCHERT, C. HOCHFELD und B. SCHMITT (2002): Umwelt und Tourismus, Daten, Fakten, Perspektiven. Umweltforschungsplan, Forschungsbericht 200 87 112 im Auftrag des Bundesumweltamtes, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2002, 163 S.
- SCHUSTER, R. und W. E. HAMMITT (2001): Visitor experiences of stress and reported hassles in the Shining Rock Wilderness Area. *International Journal of Wilderness*, Vol. **7(2)**: 26–28.
- SCHUSTER, R. und W. E. HAMMITT (2000): Effective coping strategies in stressful outdoor recreation situations: conflict on the Ocoee River. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15-Vol. 4*: 167–174.
- SHAFFER, C. S. und W. E. HAMMITT (1994): Purism Revisited: Specifying Recreational Conditions of Concern According to Resource Intent, *Leisure Sciences*, Vol. **17**: 13–30.
- SPLITTER, R. (2002): Lenkungsmöglichkeiten und -modelle zur Konfliktschärfung und Angebotsschaffung. In: AÜB e.V., Akademie für Umweltforschung und -bildung in Europa (2002): Konflikte und Kooperationen im Wander-/Radwanderbereich: Natur- und sozialverträgliche Lösungsansätze und Strategien. Fachtagung, 13.–14.09.2002, Winterberg/Sauerland, S. 47–53; 91–92.
- SRU – DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1998): Umweltgutachten 1998, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Drucksache 13/10195 vom 03.03.1998, Bonn.
- STANKEY, G. H., D. N. COLE, R. C. LUCAS, M. E. PETERSEN und S. S. FRISSEL (1985): The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning (Report INT-176). Ogden, Utah: US Department of Agriculture, Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station, 37 S.
- STEWART, W. P. und D. N. COLE (2001): Number of encounters and experience quality in Grand Canyon Backcountry: consistently negative and weak relationships. *Journal of Leisure Research* **33(1)**: 102–120.
- SCHWARZ, G. (2000): Qualität statt Quantität – Motivforschung im 21. Jahrhundert. Leske + Budrich, Opladen, 2000, S. 256.
- THAPA, B. und A. R. GRAEFE (1999): Gender and age group differences in recreational conflict and tolerance among adult skiers and snowboarders. In: VOGELSANG, H.G. (comp.ed.), Proceedings of the 1998 Northeastern Recreation Research Symposium, Gen. Tech. Rep. NE-241: 219–226. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.
- Thapa, B. und A. R. GRAEF (2003): Level of skill and its relationship to recreation conflict and tolerance among skiers and snowboarders. *World Leisure*, **45(1)**, 15–27..
- VASKE, J. J., M. P. DONNELLY und X. LEHTO (2002): Visitor crowding and normative tolerances at congested areas of Rocky Mountain National Park. HDNR Unit Report 50, Colorado State University, Colorado, 2002, 50 S.
- VASKE, J. J., M. P. DONNELLY, K. WITTMANN und S. LAIDLAW (1995): Interpersonal vs. social value conflict. *Leisure Sciences* **17**: 205–222.
- VOLK, H. (1986): Zur Belastung von Natur und Landschaft durch den Wintersport. *Allg. Forst- u. Jagdzeitung*, H. 12: 238–243.
- VOLK, H. (1979): Ansichten zu Reiten und Radfahren im Wald – Ergebnisse für Baden-Württemberg. In: *Forstwiss. Cbl*, 98 Jg, H 4: 210–222.
- VOLK, H., R. SUCHANT, R. ROTH und R. WOSSIDLO (1995): Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg **187**, 68 S.
- WATSON, A. E. (2001): Goal interference and social value differences: understanding wilderness conflicts and implications for managing social density. *USDA Forest Service Proceedings, RMRS-P-20*: 62–66.
- WATSON, A. E., M. J. NICCOLUCCI und D. R. WILLIAMS (1993): The nature of conflict between hikers and recreational stock users in the John Muir Wilderness. *Journal of Leisure Research* **26**: 372–385.
- WEIGER, H. (1982): Schutz der Natur vor dem erholungssuchenden Menschen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* **102(4)**: 252–267.
- WÖHRSTEIN, T. (1998): Mountainbike und Umwelt; ökologische Auswirkungen und Nutzungskonflikte. Dissertation der Universität des Saarlandes, Saarbrücken: Pirrot Verlag, S. 206.
- WRIGHT, S. (1921): Correlation and causation. *Journal of Agric. Res.* No. **20**: 557–585.

## Buchbesprechungen

**Konflikte in Erholungsgebieten – Ursachen, Wirkungen und Lösungsansätze.** Von CARSTEN MANN. Freiburger Schriften zur Forst- und Umweltpolitik, Bd. 12. Dr. Kessel-Verlag, Remagen-Oberwinter.

Das in den Freiburger-Schriften zur Forst- und Umweltpolitik erschienene Buch von CARSTEN MANN „Konflikte in Erholungsgebieten – Ursachen, Wirkungen und Lösungsansätze“ beschäftigt sich mit neuen Modellen eines zukunftsorientierten Erholungsmanagements.

Am Beispiel des Naturparks Schwarzwald Mitte/Nord werden anhand von sechs Aktivitätsgruppen traditionelle und neu entstandene Bedürfnisse, Ansprüche und Konflikte aufgezeigt. Anstelle traditioneller Planungs- und Konfliktlösungsmodelle setzt sich MANN mit der nordamerikanischen Forschung im Bereich der sozialen Tragfähigkeit auseinander.

Vor dem Hintergrund dieser Diskussion stellt das Buch ein adaptiertes Konfliktanalysemodell vor, das die Motive und Erwartungen der Besucher, das Angebot und die Konfliktempfindlichkeit mit einschließt. In der Testregion im Schwarzwald wurde mit Hilfe von Befragungen und Experteninterviews dieses Modell getestet. Wanderer, Radfahrer, Mountainbiker, Reiter, Jogger, Drachen- und Gleitschirmflieger kommen zu Wort.

Zur aktuellen Diskussion im Bereich der Erholungsplanung trägt das Buch vor allem dadurch bei, dass der Versuch unternommen wurde, Standards und Indikatoren für die Erholungsqualität zu entwickeln und am Beispiel zu diskutieren. Weiterhin wird – allerdings mehr auf theoretischer als auf räumlicher Ebene – aufgezeigt, wie das soziale Tragfähigkeitsmodell dazu beitragen könnte, die Qualität von Erholungserlebnissen in einem Landschaftsraum zu definieren und Managementmaßnahmen aktivitäts- und störungsspezifisch zu entwickeln.



Sehr lesenswert ist die Auseinandersetzung mit der nordamerikanischen Literatur und Sichtweise. Zu den erstaunlichen Ergebnissen dabei gehört die Tatsache, dass die in den USA gängigsten Indikatoren wie „crowding als zentrales Kriterium der Nutzungsintensität“ wie auch die „Zufriedenheit als Gesamtevaluation des Erholungsaufenthalts“ im Naturpark Schwarzwald Mitte/Nord nicht geeignet waren.

Für all diejenigen, die sich mit der Rolle der empirischen Sozialforschung in der Erholungsplanung, mit modernen Managementkonzepten und benutzergerechter Planung auseinander setzen, ist dieses Buch zu empfehlen.

U. PRÖBSTL

**Ebersberg oder das Ende der Wildnis. Eine Landschaftsgeschichte.** Von RAINER BECK, 2003. Verlag C. H. Beck, München, 303 Seiten. ISBN 3-406-51000-0. Gebundene Ausgabe, 29,90 €.

Vermutlich ist es der vom Europarat initiierten Europäischen Landschaftskonvention zu verdanken, dass das Thema Landschaft auf dem Feld wissenschaftlicher Publikationen derzeit große Popularität genießt. Ein daraus herausragendes Werk ist RAINER BECKs regionale Landschaftsgeschichte, in der er den tief greifenden Umbau von Landschaft und Landnutzung seit dem Ende des 18. Jahrhunderts rekonstruiert. Das Buch ist fokussiert auf einen überschaubaren Mikrokosmos im bayerischen Voralpenland, das vormalige „Landgericht Schwaben“, heute Landkreis Ebersberg.

„Ebersberg oder das Ende der Wildnis“ beginnt mit einer umfassenden Darstellung der vormodernen bäuerlichen Nutzung von Äckern, Weiden, Wäldern und „Ödland“, wie sie relativ unverändert über die Jahrhunderte hinweg verbreitet war. Für Forstwissenschaftler besonders interessant ist dabei ein ausführliches Teilkapitel über die vielfältigen Waldnutzungen. Er ordnet die „traditionellen“ bäuerlichen Einzelnutzungen entlang eines Extensitäts-/Intensitätsgradienten und beschreibt auch das geographische Arrangement dieser Nutzungen in Form konzentrischer Kreise: angefangen von einem Ring kleinflächiger, intensiver Wirtschaftsweisen unmittelbar um die Dörfer herum hin zu großflächigen, extensiven Nutzungen in der Peripherie der Gemarkungen. Eingehend beschäftigt sich BECK auch mit den herrschaftlichen und genossenschaftlichen Institutionen, die das vormoderne Nutzungssystem steuerten. Ganz ausgezeichnet ist das Teilkapitel über die landschaftsökologischen Wirkungen dieses Nutzungssystems. Dabei zeigt BECK auf, dass „traditionelle“ Landnutzung nicht unbedingt mit Nachhaltigkeit gleichzusetzen ist. Paradoxerweise entstanden durch vormoderne „Übernutzung“ von Standorten häufig vielfältige Lebensräume, deren ökologischer Wert heute hoch geschätzt wird, etwa die aus der Esch- und Plaggenwirtschaft hervorgegangenen Dünenlandschaften in der Lüneburger Heide.

Das zweite Kapitel beschreibt die „agrarische Bewegung“ im Zeitalter der Aufklärung. Angeregt wurde diese von Modernisierern aus Verwaltung und Wissenschaft, die eine verbesserte Nutzung der natürlichen und sozialen Ressourcen bezweckten. Eine reiche Quelle für Zitate, die die Programmatik dieser Reformer veranschaulichen, sind die Beschreibungen des bayerischen Staatsbeamten JOSEF HAZZI, dem die bäuerlich geprägte Landschaft im „Landgericht Schwaben“ ein Graus war:

*„Dis Gericht verschafft dem Reisenden einen düsteren Anblick: Die vielen Schwarzwaldungen, Möser (= Moore), öden Strecken; die kleinen hölzernen Häuser mit hölzernen Legschindeln oder bemießten (=moosigem) Stroh bedeckt – und vor Holz und Dunghaufen unzugänglich –, bilden im Ganzen eine traurige Landschaft...“*

Vorrangig ging es den Modernisierern um eine Steigerung der Tier- und Pflanzenproduktion, was sie mit der Verhinderung von Hungersnöten, theoretischen Konzepten des Kameralismus und anthropologischen sowie moral- und staatsphilosophischen Überlegungen begründeten. So propagierten sie etwa die Erschließung und Intensivierung der Nutzung von Heiden, Mooren, Weiden und

Wäldern, den Anbau neuer Ackerkulturen und die Bekämpfung von Viehkrankheiten und Schädlingen. Dabei setzten sie auf die Einführung der ganzjährigen Stallfütterung des Viehs, die „verbesserte“ Dreifelderwirtschaft mit einer Bestellung der Brachfelder und die Melioration von Wiesen. Doch auch die bäuerliche Gesinnung selbst, der „Trägheit“, „Stupidität“ und „Liederlichkeit“ unterstellt wurde, sollte verändert werden. Gleichzeitig war die Modernisierung landschaftsästhetisches Programm. Die lineare, rechteckige Anordnung der Landschaftselemente, die in der Geometrie des Schachbretts ihre Vollendung findet, wurde zum Idealbild des neuen Geistes, der in der Landnutzung herrschen sollte.

Im dritten Teil des Buches geht BECK auf die Umsetzung der Modernisierungsvorhaben ein. Meist erlebten die Reformer den Erfolg ihrer Ideen nicht mehr, da diese erst gegen Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts flächendeckend realisiert wurden. Doch setzten die Modernisierer einen atemberaubenden Entwicklungsschub in Gang, dessen Ausmaße HAZZI und die anderen Reformer nicht erahnen konnten. Schließlich konnte sich die Landwirtschaft durch Einführung von Pestiziden, Mineräldünger und Kraftfutter von ihren eigenen Grundlagen in der Energie- und Nährstoffversorgung emanzipieren. So wurden die geistigen Grundlagen für die gewaltigen Naturveränderungen unserer technisch-industrialisierten Gesellschaft in der Aufklärung Ende des 18. Jahrhunderts gelegt. Seine bislang effizienteste Ausprägung fand das „Projekt des Fortschritts“ in den agroindustriellen Farmen Nordamerikas, die fordistische Prinzipien aus der Industrie, die Mechanisierung von Produktionsprozessen und Standardisierung von Massenprodukten, mit größter Effizienz in der Landwirtschaft verwirklichten. Die nächste Stufe in diesem Prozess der Homogenisierung ist gegenwärtig die genetische Manipulation des Erbguts von Nutztieren und -pflanzen durch die Agrobiotechnologie. So lässt sich aus der Lektüre erschließen: Das Modernisierungsprojekt war von einzigartigem Erfolg. Allerdings sind die vielen Umweltprobleme in der Landnutzung der Gegenwart die Kehrseite genau dieses Erfolges, ob der Verlust von Artenvielfalt, Tierschutzprobleme in der Viehhaltung oder die Belastung der Ökosysteme mit Müll und Schadstoffemissionen.

BECK ist ein kritischer, sachlicher Analyst, der sich weder auf die Seite der Modernisierer, noch auf die der vormodernen Landnutzer schlägt. So betont er: Etwas anderes als eine Vervielfachung der landwirtschaftlichen Erträge hatten die Modernisierer auch nie versprochen – Naturnähe oder Naturschutz waren gerade nicht ihr Anliegen. Unsere Bilder von Landschaft und Natürlichkeit sind soziale Konstrukte; was den Modernisierern ein Dorn im Auge war, fehlt den Menschen heute – die wilde, vom Menschen ungebändigte Natur in ihren ursprünglichen Ausprägungen. War die standardisierte, schachbrettartige Aufteilung der Landschaft für HAZZI ökonomische und ästhetische Wohltat, so empfinden wir diese heute als eintönig, geistlos und technisiert. Die Wahrnehmung von Landschaft ist zeitgebunden; ästhetische wie betriebstechnische Ideale sind hochdynamisch.

Die Frage, was sich daraus für das heutige Landschaftsmanagement lernen lässt, spricht BECK nur am Rande an. Aus seinen Erkenntnissen lässt sich jedoch eine generelle Skepsis ableiten gegenüber generalisierten Entwürfen zur Gestaltung der Landnutzung, die nicht den kulturellen Wertvorstellungen der Betroffenen entsprechen. Stattdessen sollten zukünftige Kulturlandschaften Traditionen aufgreifen und aus diesen heraus weiterentwickelt werden. Die Bewahrung von Traditionen und gleichzeitige Offenheit gegenüber Innovationen in der Landnutzung ist jedoch eine Gratwanderung, die bislang nur selten gelungen ist.

„Ebersberg oder das Ende der Wildnis“ stellt einen wichtigen Beitrag zur Landschafts- und Umweltgeschichte dar. Die Verknüpfung von historischen, nutzungstechnischen und ökologischen Befunden ist beeindruckend und spricht eine breite Leserschaft an. Dazu tragen auch die liebevolle Aufmachung, der Detailreichtum, der sehr gute Schreibstil und die umfangreiche Illustration mit zeitgenössischen Landschaftsbildern bei. Die Lektüre sei allen, die sich für Landnutzung und den ländlichen Raum interessieren, ans Herz gelegt.

T. PLIENINGER

**Landschaftselemente aus Menschenhand. Biotop und Strukturen als Ergebnis extensiver Nutzung.** Von JOHANNES MÜLLER, 2005. Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, München, 272 Seiten. ISBN 3-8274-1554-3. Gebundene Ausgabe, 50,00 €.

Ein Grundsatz des Raumordnungsgesetzes lautet: „Die gewachsenen Kulturlandschaften sind in ihren prägenden Merkmalen sowie mit ihren Kultur- und Naturdenkmälern zu erhalten“ (§2 Abs. 2 Nr. 13 Satz 2 ROG). Angesichts eines sich immer stärker beschleunigenden Wandels der Kulturlandschaften in Europa, scheint dieses Ziel dringend geboten, seinem Erreichen stehen jedoch zahlreiche politische, wirtschaftliche und soziale Hemmnisse entgegen. Unter anderem fehlt weiten Teilen der Gesellschaft die Kenntnis, woran denn eine „gewachsene Kulturlandschaft“ in der modernen Agrarlandschaft überhaupt zu erkennen ist. Daher ist es sehr verdienstvoll, dass JOHANNES MÜLLER eine umfangreiche Übersicht vermittelt über die Vielfalt der Landschaftselemente, die das Ergebnis historischer, extensiver Landnutzungen sind.

Das Grundgerüst des Buches liegt in dem Begriffspaar „intensive Landnutzungen“/„extensive Landnutzungen“, das im ersten Kapitel definiert und in seinen vielfältigen Dimensionen beschreiben wird. Im zweiten Kapitel erfolgt die Darstellung der historischen Siedlungsentwicklung und der Bodennutzungssysteme, die die heute so geschätzten Landschaftselemente hervorgebracht haben.

In den nächsten vier Kapiteln erfolgt eine systematische Beschreibung von Landschaftselementen. Kapitel 3 umfasst alle Landschaftselemente, die hervorgegangen sind aus Landnutzungen, die einstmalig als intensiv, heute aber als extensiv gelten, etwa Streuobstbau und Teichwirtschaft. Dadurch wird die Zeitbindung und Relativität des Adjektivs „intensiv“ sehr anschaulich. Kapitel 4 stellt diejenigen Landschaftselemente dar, die das Ergebnis von schon in der Vergangenheit extensiven Nutzungen sind, etwa Heiden, Magerrasen und Streuwiesen. Kapitel 5 ist den Elementen gewidmet, die nicht bewusst vom Menschen gestaltet wurden, sondern nebenbei, auf „passive“ Weise entstanden sind. Triebkräfte der Entstehung dieser Elemente, etwa von Stufenrainen (Stufen zwischen terrassierten Äckern am Hang) oder von Hohlwegen, sind

insbesondere Prozesse der Bodenerosion. Kapitel 6 schließlich beschäftigt sich mit kleinen Restflächen, die schon immer aus der großflächigen Nutzung heraus fielen, also Wegraine, Tümpel und Feldgehölze.

Im letzten Kapitel wird die Aktualität, die die Erhaltung des „Archivs der gewachsenen Kulturlandschaft“ hat, hervorgehoben, ob zur Erfüllung von ökologischen Ausgleichsfunktionen oder zur Bewahrung einer regionalen Identität. Auch werden Beispiele zur modernen Erhaltung und Inwertsetzung von Kulturlandschaftselementen durch deren Integration in regionale Wirtschaftskreisläufe gegeben, z.B. die Erhaltung von Magerrasen durch die Vermarktung von regional produziertem Lammfleisch.

MÜLLER beschränkt sich im Wesentlichen auf landwirtschaftliche Nutzungen und lässt andere Elemente aus, die etwa aus dem Abbau von Bodenschätzen oder dem Bau von Verkehrsinfrastruktur hervorgehen. Wünschenswert wäre ein Einbezug der Wälder, die ein fundamentaler, aber vielfach vernachlässigter Bestandteil der gewachsenen Kulturlandschaft sind. Doch immerhin informiert ein kurzer Exkurs über die wichtigsten vorindustriellen forstlichen Nutzungen. Aus der Sicht der Landschaftspflege fällt das Schlussplädoyer für die Bewahrung der Landschaftselemente etwas knapp und visionsarm aus. Dabei bedarf es dringend neuer Ideen, sei es zu möglichen Synergien zwischen Landschaftspflege und Denkmalschutz, zu Möglichkeiten der Einkommenskombination in ländlichen Räumen durch die Landschaftspflege oder zur Aufwertung extensiver Landnutzungen durch die zukünftige europäische Agrarpolitik.

Das Buch hat (im positiven Sinne) populärwissenschaftlichen Charakter und richtet sich an eine breite Zielgruppe von Studierenden, Dozenten, Praktikern und Interessierten im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege. Es ist mit fast 200 überwiegend farbigen Abbildungen aufwändig gestaltet und zeugt von einer gründlichen Recherche und klaren Strukturierung. Insbesondere eignet es sich als Nachschlagewerk zu Formenvielfalt und Nutzungsgeschichte der Kulturlandschaftselemente in Deutschland.

T. PLIENINGER

*Neuerscheinung:*

# **The ecological and silvicultural bases for underplanting beech (*Fagus sylvatica* L.) below Norway spruce shelterwood (*Picea abies* L. Karst.)**

Von GUNILLA OLESKOG und MAGNUS LÖF

**Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen  
und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 139**

94 Seiten mit 42 Abbildungen und 11 Tabellen. Kartoniert € 12,00.  
ISBN 3-7939-5139-1

The SUSTMAN (Introduction of broadleaved species for SUSTainable forest MANagement) Guideline, an EU 5<sup>th</sup> Framework Project, focuses on the conversion of spruce stands to beech stands. It describes how this might be done using underplanting from seedling establishment through canopy closure of the new beech stand and the final harvest of the spruce. The results target both forestry experts and practitioners involved in the process of future forest conversions. The Guideline is intended as a tool in the conversion planning process.

It is based on the results of field experiments on seedling growth affected by above- and below-ground competition for resources, in the SUSTMAN countries, Austria, the Czech Republic, Germany, Slovenia and Sweden. Current literature, together with the insights of experienced practitioners have both been incorporated into the Guideline.

Chapter One sets the stage for the Guideline in which the scope and context of the Guideline is presented together with the background of the “underplanting” activities. Chapter Two compiles the experiences from underplanting in the SUSTMAN countries. Chapter Three evaluates risk factors for Norway spruce. The suitability of beech, based mainly on locally extant climatic and soil conditions, forms the core of Chapter Four. Root distribution and below-ground competition between the spruce shelter and the underplanted beech are discussed in detail in Chapter Five, while above-ground competition for light and the reaction of the underplanted beech is presented in Chapter Six. The methods section of the Guideline emphasizes seedling establishment, plant type, spacing and site preparation. Canopy management, plant quality and harvesting regimes are presented in Chapter Seven and Eight, respectively.

**J. D. Sauerländer's Verlag · Frankfurt am Main**

Neuerscheinung:

# Waldbauliche Behandlung der Auenwälder am Oberrhein unter besonderer Berücksichtigung der Stieleiche (*Quercus robur* L.)

Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen  
und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 140

Von CHRISTIAN KÜHNE, NORBERT BARTSCH und ERNST RÖHRIG

ISBN 3-7939-5140-5. Kartoniert € 18,00  
138 Seiten mit 15 Abbildungen und 43 Tabellen

Der vorliegende Band stellt die Ergebnisse umfangreicher Versuche zur Verjüngung der Stieleiche in den Auenwäldern am Oberrhein vor. Daraus werden Empfehlungen für die künftige waldbauliche Behandlung dieser Standorte abgeleitet. Berücksichtigt werden hierbei auch die aktuellen Diskussionen und Planungen zum Hochwasserschutz.

Auenwälder sind in ihrer Artenzusammensetzung, Struktur und Dynamik abhängig von Dauer, Häufigkeit, Stärke und zeitlichem Auftreten von Hoch- und Niedrigwasser. Sie haben für den Landschaftshaushalt eine nicht zu ersetzende Bedeutung. Wegen des Nährstoff- und Humusreichtums bieten die Auenwälder vielen Baumarten die Möglichkeit zu hoher Produktion auch von wertvollen Holzsortimenten. Ihre Biodiversität ist so hoch wie in keinem anderen mitteleuropäischen Waldtyp. Durch vielfache wasserbauliche Eingriffe zum Ausbau des Rheins wurde die ehemalige Aue in ihrem Landschaftsgefüge fast völlig umgewandelt und die Wälder stark zurückgedrängt. Die Stieleiche war neben den Ulmenarten die dominierende Baumart der Auenwälder. Ihr Vorkommen in den Beständen ist im vergangenen Jahrhundert stark zurückgegangen. Waldbauliche Anstrengungen ihren Anteil wieder zu erhöhen, waren wenig erfolgreich.

Um den Gründen hierfür nachzugehen, wurde im Jahr 1997 durch das Institut für Waldbau der Universität Göttingen und die Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz ein Forschungsvorhaben zur natürlichen und künstlichen Verjüngung der Stiel-

eiche in den Pfälzer Rheinauen begonnen. Ziel des Forschungsprojektes war es, in Zusammenarbeit mit der forstlichen Praxis waldbauliche Verfahren zu entwickeln, mit denen sich der Stieleichenanteil unter den gegenwärtigen Standorts- und Bestockungsverhältnissen der Rheinauenwälder erhöhen, zumindest aber erhalten lässt. Die Kulturversuche in der Überflutungsauere ergaben, dass sich die Stieleiche durch Naturverjüngung und Saat nicht verjüngen lässt. Die Stieleiche kann nur durch sehr sorgfältige Pflanzung von Großpflanzen eingebracht werden. Auch hierbei können je nach Hochwassersituation im Pflanzjahr hohe Ausfälle auftreten. Unter den derzeitigen Standortverhältnissen lassen sich auch andere Baumarten nur unzureichend verjüngen oder weisen nach Hochwasser Schäden auf.

Daraus ergibt sich die Folgerung, die Standorte der Überflutungsauere forstlich extensiv zu bewirtschaften und die Stieleiche nur sehr begrenzt als Mischbaumart einzubringen. In den pfälzischen Rheinauen ist die Anlage von Hochwasser-Rückhalteräumen (Polder) im Planungs- oder Baustadium. Eine regelmäßige „Ökologische Flutung“ der beabsichtigten Retentionsräume wird zweifellos zu einer Veränderung der Hochwassersituation führen. Die in diesem Band vorgestellten Untersuchungen zeigen, dass eine Verkürzung der Hochwasserdauer in der Vegetationszeit und eine Verminderung der Überflutungshöhe die Verjüngungs- und Aufwuchsbedingungen für die typischen Laubbaumarten des Hartholzauenwaldes verbessern könnten.

J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG · FRANKFURT AM MAIN