



# Klima und Wald

Eine aktuelle Betrachtung  
zum Lebensraum Wald



Autoren: Martin Görner | Ernst-Detlef Schulze | Helmut Witticke





# Klima und Wald

Eine aktuelle Betrachtung  
zum Lebensraum Wald

Autoren:

Forst.-Ing. Martin Görner  
Prof. Dr. Ernst-Detlef Schulze  
Prof. Helmut Witticke



## **Waldspruch**

*Ich bin der Wald. Ich bin uralt.  
Ich hege den Hirsch, ich hege das Reh –  
Ich schütz Euch vor Sturm, ich schütz Euch vor Schnee.  
Ich wehre dem Frost, ich wahre die Quelle,  
ich hüte die Scholle – ich bin immer zur Stelle.  
Ich bau Euch das Haus, ich heiz Euch den Herd –  
Darum, Ihr Menschen, haltet mich wert!*

*Inschrift an einem Forsthaus*

# Vorwort



Sehr geehrte Bürgerinnen und Bürger, liebe Leser,

Erneuerbare Energien leisten einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Energieversorgung in Deutschland und sie werden angesichts eines spürbaren Klimawandels einen noch größeren Beitrag leisten müssen. Windenergie, Solarenergie, Wasserkraft, Bioenergie und Geothermie stehen für einen notwendigen Energiemix zur Verfügung. Streit entzündet sich vor allem am überproportionalen Ausbau von Windkraftanlagen. Sie prägen in weiten Teilen des Landes inzwischen das Landschaftsbild und sind hoch umstritten.

Aus gutem Grund, denn unabhängig von ihrem raumprägenden Charakter beeinträchtigen Schlagschatten und Infraschall das Wohlbefinden der Anwohner und viele Menschen haben Sorgen um ihre Gesundheit. Deshalb ist die Nähe der Windkraftanlagen zur Wohnbebauung ein großes politisches Thema. Ein weiteres Problem sind Versuche, mit den Anlagen in die Wälder auszuweichen, denn dort gefährden sie in massiver Weise die Ökosysteme. Zur Energieversorgung der Zukunft wird sicher auch die Windenergie gehören. Entscheidend ist aber dabei, diesen Weg nicht gegen Bürger und Natur zu gehen, sondern zu einem schonenden Interessenausgleich zu kommen. Denn nur so lässt sich die notwendige Akzeptanz für diese Energieform sichern.

Zur Meinungsbildung gibt die CDU-Fraktion Ihnen mit dieser Broschüre ein fachlich fundiertes Werk zum Thema Klima und Windkraftanlagen im Wald an die Hand. Wir haben dafür drei renommierte Thüringer Wissenschaftler gewinnen können: den Pflanzenökologen und ehemaligen Direktor des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie in Jena, Prof. Dr. Ernst-Detlef Schulze, den Forstwissenschaftler Prof. Helmut Witticke, Dozent an der früheren Fachhochschule für Forstwirtschaft in Schwarzburg, und Forstingenieur Martin Görner, den Leiter der Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen in Jena. Uns ist wichtig, dass Sie sich so mit der Bedeutung des Waldes und speziell mit den Problemen der Installation von Windkraftanlagen in einem der gefährdetsten heimischen Ökosysteme auseinandersetzen können.

Wir haben in der zu Ende gehenden Wahlperiode mit mehreren Vorschlägen im Landtag dafür gestritten, dass Windkraftanlagen nur dort errichtet werden, wo dies ohne Schaden für Menschen und Natur möglich ist. So halten wir die bisher zur Verfügung stehenden 0,3 Prozent der Landesfläche für ausreichend. Wir haben dafür geworben, die Privilegierung der Windenergie im Baugesetzbuch aufzuheben, damit die Mitspracherechte der Bürger und Kommunen nicht verkürzt werden. Schließlich haben wir uns aus ökologischen Gründen und des Landschaftsschutzes wegen klar gegen Windkraft im Wald positioniert. Die rot-rot-grüne Mehrheit ist dem aber nicht gefolgt und hat alle Vorschläge abgelehnt. Wir haben auch dafür gekämpft, die Abstandsflächen zur Wohnbebauung zu vergrößern.

Ich wünsche dieser Broschüre eine weite Verbreitung und möge sie dazu beitragen, unsere Wälder viel mehr als komplexes Ökosystem zu schätzen und sie als einen der wichtigsten Teile unserer Lebensgrundlagen zu begreifen. Unseren Wäldern geht es nicht gut, sie brauchen Unterstützung und sollten vor allen Zugriffen einer zunehmend technisierten Welt geschützt werden.

Mit freundlichen Grüßen  
Mike Mohring

Fraktionsvorsitzender

# Inhalt

Vorwort .....	3
1 Einleitung .....	5
<i>M. Görner, E.-D. Schulze, H. Witticke</i>	
2 Waldgeschichte .....	7
<i>H. Witticke</i>	
3 Wald und Kohlenstoffbilanz .....	26
<i>E.-D. Schulze</i>	
4 Wald und Artenvielfalt .....	30
<i>E.-D. Schulze</i>	
5 Wald und Erholung .....	33
<i>M. Görner</i>	
6 Wald und Windkraft .....	38
<i>M. Görner</i>	
7 Ausblick .....	58
<i>M. Görner, E.-D. Schulze, H. Witticke</i>	
Literatur .....	62
Dank .....	71

# 1. Einleitung

Der Wald gilt als die natürliche Vegetationsdecke in Mitteleuropa. Wälder sind viel zu komplex und für Menschen zu lebenswichtig und für die Biodiversität zu bedeutungsvoll, als dass sie zum Spielball von Interessenskonflikten werden sollten.

Wenn von der Gesellschaft anerkannt wird, dass Wälder vielfältige biologische Funktionen haben und einen speziellen Lebensraum für zahllose Tiere, Pflanzen und Pilze darstellen, dann müsste der Wald in der heutigen Kulturlandschaft als ein sehr hochwertiges Landschaftselement angesehen werden, das vielfältige Nutzungsmöglichkeiten bietet.

Der Begriff „Nachhaltigkeit“, heute in aller Munde, hat seinen Ursprung in der Forstwirtschaft. Er wurde von dem Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz im

Jahr 1713 geprägt. Er verlangte eine „continuerliche“, beständige Bereitstellung von Holzprodukten, ohne dass sich die Vorräte verringern. Somit wird deutlich, dass Wald und die Anliegen des Naturschutzes als Einheit gesehen werden können. In der heutigen Zeit ist der Nutzungsdruck so groß, dass ein Gleichgewicht geschaffen werden muss zwischen dem Bedarf an Holzprodukten, den Anliegen des Naturschutzes, dem Bedarf an Erholung und natürlich den Anforderungen des Klimaschutzes.

Es wird daran erinnert, dass um 1992 im internationalen Rahmen und zum gemeinsamen Handeln eine umfassende ökologisch ausgerichtete

- Konvention zum Klimaschutz,
- Konvention zum Schutz der biologischen Vielfalt,

- Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung und eine
- Deklaration zum Schutz der Wälder (bisher noch unverbindlich) verabschiedet wurde. Auf eine Waldkonvention konnten sich die Nationen nicht einigen.

Alle Landschaften in Europa, die – gleich zu welcher Zeit – eine durch den Menschen erfolgte Beeinflussung erfahren haben, müssen als Kulturlandschaft bezeichnet werden. Die europäischen Wälder erhalten – bis auf Reste in Ost- und Nordeuropa – keine Urwälder mehr.

Eine anspruchsvolle Kulturlandschaftsentwicklung ist Grundlage für den biologischen, ästhetischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Reichtum und bedarf einer begründeten und auf wissenschaftlichen Fakten basierenden Landesplanung. Da sich Landschaften mit



*Abb. 1 Blick auf den Kleinen Thüringer Wald bei Schleusingen mit seinen interessanten Waldstrukturen, die von hochwertigen Grünlandflächen umgeben sind (Aufn.: R. Müller)*

ihren Landschaftselementen in der heutigen Zeit schnell verändern können, gilt es, die vorgesehenen Wirtschaftsprozesse in der Landnutzung mit denen des ökologischen Potentials in Übereinstimmung zu bringen. In diesen Prozess sind auch die unterschiedlichen Wälder in ihrer Dichte und Verteilung mit einzubeziehen.

Ein besonderer Schwerpunkt ist bei der heutigen Diskussion um die Wälder ihre Geschichte mit den abzuleitenden Konsequenzen für den Schutz, die Nutzung und die Pflege .

Das Thema Klima ist, wie die Kohlenstoffbindung im Wald, eine Herausforderung für die gesamte Gesellschaft. Der Wert des Waldes im Sinne der Erholung und des Tourismus muss evaluiert werden. Die Wohlfahrtswirkungen von Wäldern werden bisher nicht bewertet.

Aus dem Bereich der Wirtschaft und der Finanzen heben deutsche Wissenschaftler hervor, dass auf die natürlichen Lebensräume und die gewachsenen Kulturlandschaften erhebliche Eingriffe zukommen. WEIMANN (2018) weist auch darauf hin, dass das Klimaziel mit dem Handel von Emissionszertifikaten, die kontinuierlich abnehmen, europäisch formuliert ist und damit die Gesamtmenge der Emissionen effektiv gesteuert wird. Daran sollte eine nationale Politik nichts

ändern. Die europäische Gesetzgebung wurde von Deutschland umgangen. Auch die CO<sub>2</sub>-Steuer ist unter Wirtschaftswissenschaftlern umstritten.

Eine Grundforderung der Gesellschaft ist die Erhaltung des Waldes. Dies bezieht sich nicht nur auf die Waldfläche, sondern auch auf den Wald als nachhaltiges, leistungsfähiges Ökosystem mit seinen vielfältigen Funktionen. So müssen die Böden, die Wasserbildung, die unterschiedlichen Gewässertypen der Wäldern ebenso betrachtet werden, wie die mannigfache Bodenvegetation mit ihren vielgestaltigen Waldgesellschaften, die Artenspektren der Tiere, Pflanzen und Pilze.

Das Vorhandensein oder Fehlen habitatwirksamer Kleinstrukturen in den Wäldern hängt entscheidend von den Standorten aber auch von der Bewirtschaftung und von der Verteilung des Eigentums ab.

Im Hinblick auf den Klimaschutz ist es notwendig, Reinbestände (auch die der Buche) in Mischwäldern umzuwandeln. Dazu gehört:

- eine standortgerechte Baumartenwahl
- Förderung der regional entstandenen Baumartenspektren
- Förderung der natürlichen Waldentwicklung sowie des Waldgefüges

- Erzielung eines natürlichen und gesunden Wildbestandes in den jeweiligen Waldgebieten und dessen Umland
- Einschränkungen bei der Nutzung für Erholung

Die dargelegten Gesichtspunkte gilt es, umgehend zu verwirklichen, ohne die wirtschaftlichen, ökologischen und umweltethischen Fragen innerhalb der Komplexität des Themas „Klima und Wald“ auszublenken. Möge die vorliegende Broschüre dazu einen Beitrag leisten.

*Martin Görner, Ernst-Detlef Schulze  
und Helmut Witticke*

## 2. Waldgeschichte

### 2.1 Einleitung

Auf Grund seiner natürlichen Bedingungen, geprägt durch die Klima- und Bodenentwicklung seit der Weichselvereisung, wäre Thüringen ohne menschlichen Einfluss und den von Großherbivoren weitgehend ein Waldland. Nur kleinflächig kämen andere Vegetationsformen, besonders an Gewässern, in Sümpfen und Moorgebieten vor. Vollkommen waldfrei wären nur wenige lokale Extremlagen, wie südexponierte Steilhänge des Zechsteins und des Unteren Muschelkalkes, Hochmoore im Thüringer Gebirge, einige Salzwiesen, Trockenbiotopetlicher Keuper-Kuppen und Gipskarsthügel, durch Eisgang baumfrei gehaltene Auen an Werra, Gera, Elster, Unstrut und Saale sowie Bereich mit Einfluss von Großherbivoren (HOFMANN 1990, HIEKEL et al. 2004, GERKEN & GÖRNER 2012). Einen Eindruck der Vegetation Europas vor ca. 6.000 Jahren vermittelt Abb. 2).

Auf etwa 95 % der Landesfläche würden sommergrüne Laubwälder wachsen. Nur im Thüringer Gebirge und in dessen benachbarten Buntsandsteingebieten wären Nadelholzbestände aus Gemeiner Fichte, Waldkiefer und Weißtanne mit wechselnden Mischungsanteilen von Laubbaumarten vorhanden (HOFMANN 1990, WESTHUS et al. 1993).

Der mitteldeutsche Raum liegt in der Zone der sommergrünen Laubwälder. Hier beherrscht die Rotbuche als Hauptbaumart großflächig die Waldungen seit dem späten

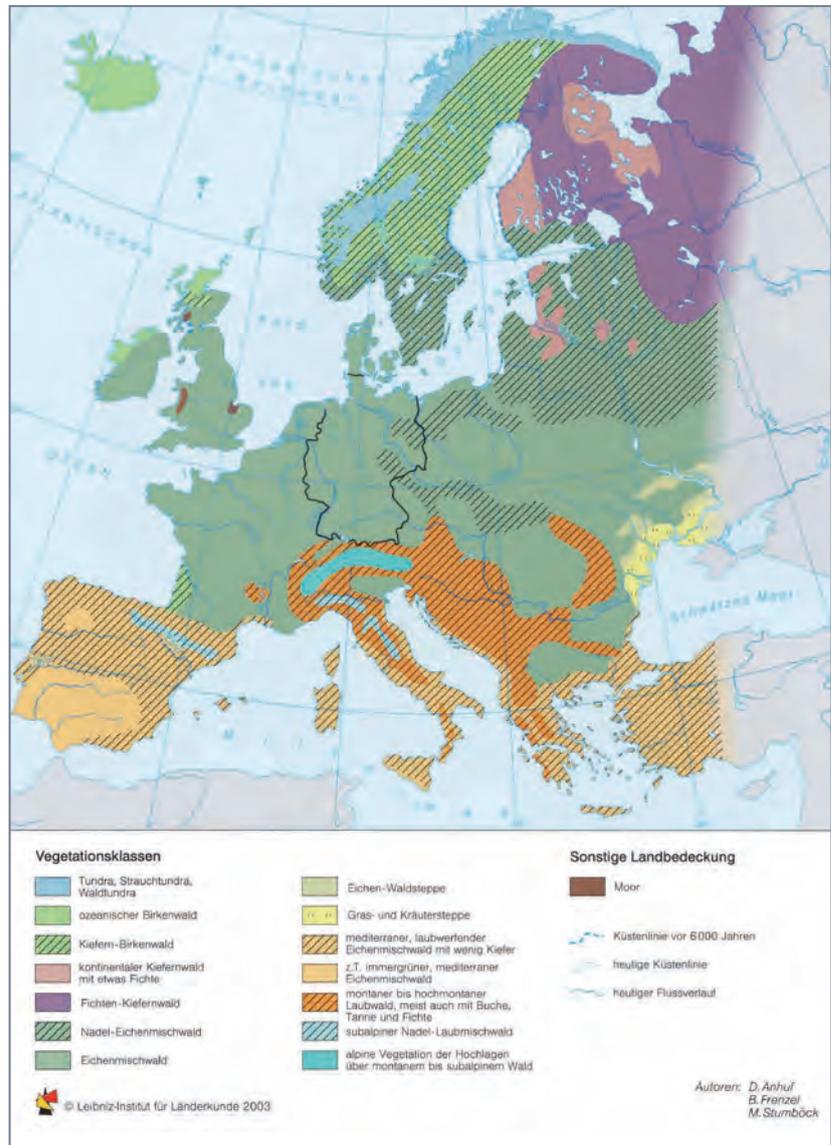


Abb. 2 Vegetation Europas vor 6.000 Jahren (Quelle: Nationalatlas der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3, S. 89)

Subboreal (vgl. Tab. 1). Die Buchenwälder (Fageten) lösten damals die Wälder der Eichenmischwaldzeit ab, die im warmen Atlantikum mehr als 3.000 Jahre ganz Mitteleuropa mit Ausnahme hoher Gebirgslagen bedeckten (ANHUF et al. 2012).

In der warmen Eichenmischwald-Zeit wanderten aus dem Süd-

osten Europas bandkeramische Siedler in die fruchtbaren Lößlandschaften Mitteldeutschlands ein. Als erste Ackerbauern und Viehzüchter revolutionierten diese Sippen nicht nur die Ernährungsweise, sondern sie beeinflussten mit Rodungen und Waldweide die hier vorgefundenen Naturgegebenheiten

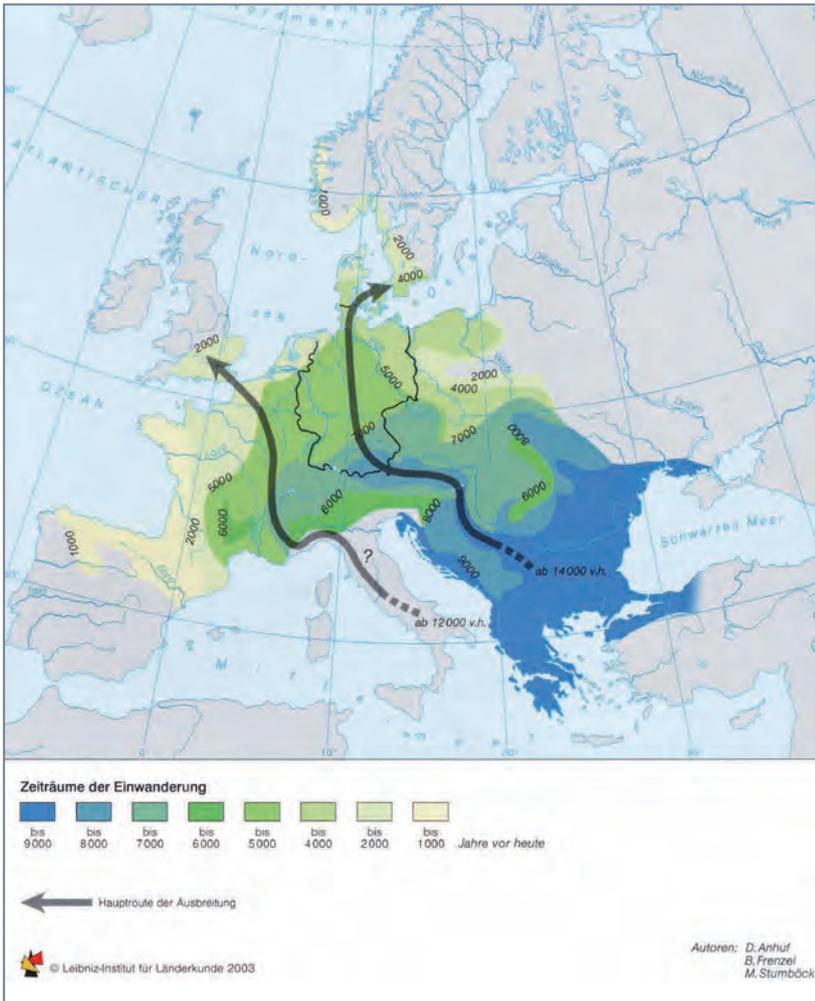


Abb. 3 Ausbreitung der Rotbuche seit der letzten Eiszeit (Quelle: Nationalatlas der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3, S. 90)

ten mit ihren damaligen Urwäldern erheblich und sie änderten die bis dahin einheimische Flora und Fauna. Sie leiteten somit Umgestaltungsprozesse ein, die in den nachfolgenden Jahrtausenden durch (Brand-)Rodung und Schwendwirtschaft den Wald zurückdrängten und somit zunehmend zu Kulturlandschaften in Thüringen führten (MANTEL 1990, LÜNING et al. 1997, KÜSTER 2008).

## 2.2 Holozäne Einwanderung der Baumarten

Die derzeitige Boden- und Waldentwicklung Deutschlands begann mit der Gletscherschmelze der Weichselvereisung vor etwa 12.000 Jahren. Aus ihren südlichen Rückzugsräumen am Mittel- und Schwarzen Meer wanderten zuerst Waldkiefer, Sand- und Moorbirke, auch die Aspe als hoch wachsende Baumarten über die Burgunder- und Donauforte in die Gebiete nördlich der Alpen ein. Ihre im Wind weit fliegenden Samen bil-

Tab. 1 Holozäne Vegetationsentwicklung im herzynischen Raum (nach FIRBAS 1949, SCHRETZENMAYR et al. 1973, BEHRINGER 2012, ANHUF et al. 2012)

Klimastufe:	Boreal	Atlantikum	Subboreal	Subatlantikum
Zeitraum:	8.690-7.270	7.270-3.710	3.710- 450 v. Chr.	450 v. Chr. -heute
Pollenzone:	Va und Vb	VI und VII	VIII	IX und X
Bewaldung:	Haselzeit	EMW-Zeit *	EMW, Buche	Buchenzeit
Kulturstufe:	Mesolithikum	Neolithikum	Bronzezeit	Eisenzeit
Klima:	warm, trocken	Klimaoptimum: warm, feucht	noch warm, feuchter	kühl, feucht, ozeanisch
Baumarten:	Kiefer, Birke, Hasel	Eiche, Ulme, Linde, Esche	Eiche, Rot- und Hainbuche	Rotbuche, Fichte; Hochmoorbildung

\* EMW = Eichenmischwald

deten erste boreale Wälder, welche die bislang vorhandenen niedrig kriechenden Tundragehölze aus Polarweide und Zwergbirke mit der Leitpflanze Silberwurz verdrängten. Nachfolgend füllte die Hasel als Unterholz diese ersten lichten Waldungen. Eine starke Temperaturerhöhung führte im Atlantikum zu einem sogenannten Klimaoptimum. Das ermöglichte wärme liebenden Baumarten eine rasche Einwanderung. Mit Ausnahme der Hochgebirge entwickelten sich im gesamten Mitteleuropa Eichenwälder, denen sich vor allem Ulmen- und Lindenarten sowie die Esche beimischten. Die Baumarten der Eichen-Mischwaldzeit verdrängten die bisher dominierenden Kiefern-Birkenwälder nach Nordosten (ANHUF et al. 2012).

Seit dem Subboreal ist das Klima in Mitteleuropa durch ständige Schwankungen gekennzeichnet. Das flächenmäßige Vordringen von Fichte und Weißtanne, vor allem aber der Rot- und Hainbuche erfolgte erst vor 5.700 Jahren (ANHUF et al. 2012, SCHNEIDER 2013, WITTICKE 2017), vgl. auch Abb. 3.

Das immer noch herrschende Subatlantikum hat natürliche Waldgesellschaften erwachsen lassen, die infolge der hochmittelalterlichen Wärmeperiode und der nachfolgenden „kleinen Eiszeit“ genetische Vielfalt und somit Anpassungsmöglichkeiten unter den einheimischen Baumarten aufweisen.

Das natürliche Waldbild Thüringens zeigt Abb. 4.

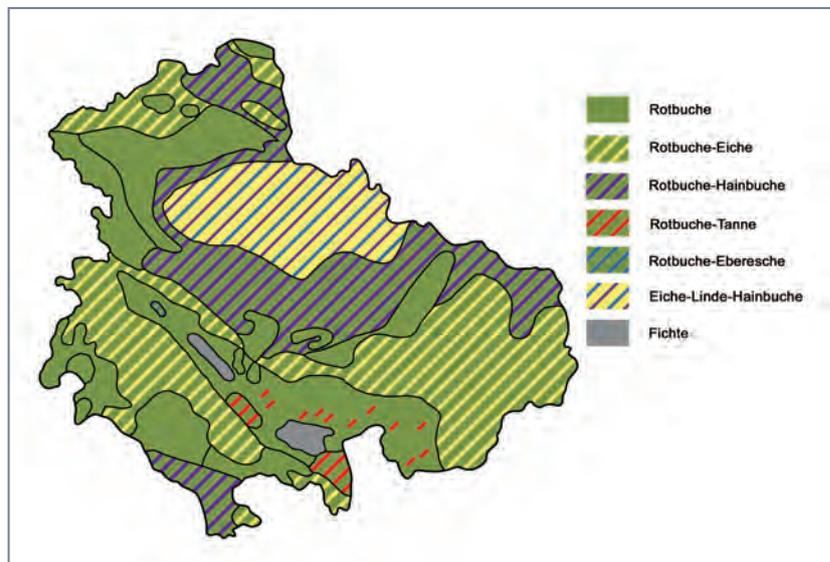


Abb. 4 Natürliches Waldbild Thüringens (Quelle: HOFMANN 1990; farblich gestaltet; damals ohne Altenburg)

### 2.3 Großflächen odungen und Bodenbewirtschaftung im Mittelalter

Die derzeitige Waldfläche Thüringens von etwa 550.000 ha (= 34 % der Landesfläche) ist vor allem ein gesellschaftlich bedingtes, historisch gewachsenes Ergebnis der letzten 1.500 Jahre.

Der germanische Stammesverband der Thüringer entstand durch Verschmelzung der seit dem 1. und 2. Jahrhundert hier ansässigen Hermunduren mit den während der Völkerwanderung aus nördlichen Küstenlandschaften hergezogenen Angeln und Warnen im 4. Jahrhundert. Das war mit größeren Rodungen von Wald verbunden. Diese „Thoringi“ und ihre Pferdezucht erwähnt erstmals der römische Militärhistoriker Publius Flavius Vege-

tius Renatus zwischen 380 / 400 in seiner Schrift „Ars veterinariae sive mulo-medicinae“, einer Anleitung zur Maultierheilkunde (JONSCHER 1993).

Seit der Bildung eines Thüringer Königreiches im 5. Jahrhundert und der Entstehung nunmehr dauerhaft ortsfester Siedlungen haben etwa 60 Generationen unserer Vorfahren die reiche Naturraumausstattung ihrer Heimat durch Nutzung abgewandelt und verändert, somit ökologisch noch vielseitiger gestaltet. Dörfer und Weiler entstanden nach Rodung in Siedlungskammern, deren Gemarkungen sich durch hohe Bodenfruchtbarkeit und dauerhaftes Wasserdargebot für Mensch und Vieh auszeichneten. Während Haus und Hof, Vieh, Ackergeräte, Waffen, Kleidung und Schmuck in der Regel persönliches oder Familieneigentum waren, gal-

ten Fluren, Wälder und Gewässer als Gemeingut (Allmende). Deren Nutzung wurde durch die Dorfgenossen gemeinschaftlich organisiert.

In germanischer und frühmittelalterlicher Zeit war eine Zweifelderwirtschaft mit dem Hakenpflug üblich. Die Wechselnutzung von Acker- und Grasland in der Flur sicherte die Ernährung und teilweise die Viehhaltung. Großvieh, das damals wichtigste Eigentum, hütete man zumeist im Wald. Die bäuerliche Tätigkeit war bei dieser Feld-Graswirtschaft besonders auf Erzeugung tierischer Produkte ausgerichtet (LÜNING et al. 1997).

Überall umgaben umfangreiche Wälder die Feldfluren der Dörfer, die in Ortsnähe durch Viehweide, Hackwirtschaft und andere Nutzungen zunehmend aufgelichtet wurden. In den Laubholzgebieten bestimmte vor allem Niederwald-

bewirtschaftung die Wälder. Sie beruhte auf Kahlschlag von Jungholz aller 7-15 (-20) Jahre nach festgelegten Abfolgen in Schlagreihen (Hackwälder, -wirtschaft), vgl. Abb. 5. Die kahl gehackten Flächen verjüngten sich danach natürlich über Stockausschlag und Wurzelbrut vegetativ. Das bevorteilte wegen ihres guten Ausschlagvermögens Eichen, Linden, Hainbuche, Hasel, Feldulme und Aspe in den Niederwäldern. Da die Rotbuche Kahlhiebs schlecht verträgt und Schösslinge treibt, deren Aufwuchs in Thüringen geringer als der anderen Baumarten ausfällt, verliert diese Hauptholzart wesentliche Anteile in den Schlagreihen (WITTICKE 2017a, b).

Die wegen ihrer großen Wurzelballen lang austreibenden Schösslinge hießen im 1. Wuchsjahr Sommerlatten. Der althochdeutsche

Ausdruck *sumarlota* ist Sprachbeleg für eine solche Waldnutzung seit dem Frühen Mittelalter (Deutsches Wörterbuch, Bd. 16, Sp. 1540).

Diese Waldbewirtschaftung diente zur Versorgung der Gehöfte mit eingebundenem Reisig (Wellreisig) als täglich gebrauchtes Küchenholz auf den damals offenen Herdstellen (Abb. 6). Jeder Hof brauchte im Jahr etwa 1.400 solcher Reisigwellen. „Wellerchen binden“ gehörte bis zum 20. Jahrhundert zu den jährlichen Arbeiten der bäuerlichen Bevölkerung in Thüringen. Die trockenen Reisigwellen erzeugten rasch Hitze und sorgten so für schnelles Kochen, Braten und Backen. Somit sind sie mit dem modernen Elektro- und Gasverbrauch vergleichbar. Niederwälder durften erst dann zur Waldweide genutzt werden, wenn die Wipfel der Stockausschläge dem Viehmaule entwachsen waren (WITTICKE 2015).

Die stärkeren Äste sowie das Stangenholz der Haue erbrachten Brennknüppel und Holzscheite als Heizholz für Wintertage. Jenseits des Niederwaldgürtels eines jeden Dorfes wachsender Wald lieferte Bau- und Werkholz oder wurde als Hutewald genutzt. Pferde, Rinder, Ziegen, Schafe und Schweine weideten bei normalem Witterungsablauf ganzjährig im Walde (KÜSTER 2008, WITTICKE 2015).

Die Bewaldungsprozente, die Baumartenanteile, die Struktur und der Zustand des Waldes werden seitdem weitgehend von menschlicher Nutzung beeinflusst und überformt (KÜSTER 2008).

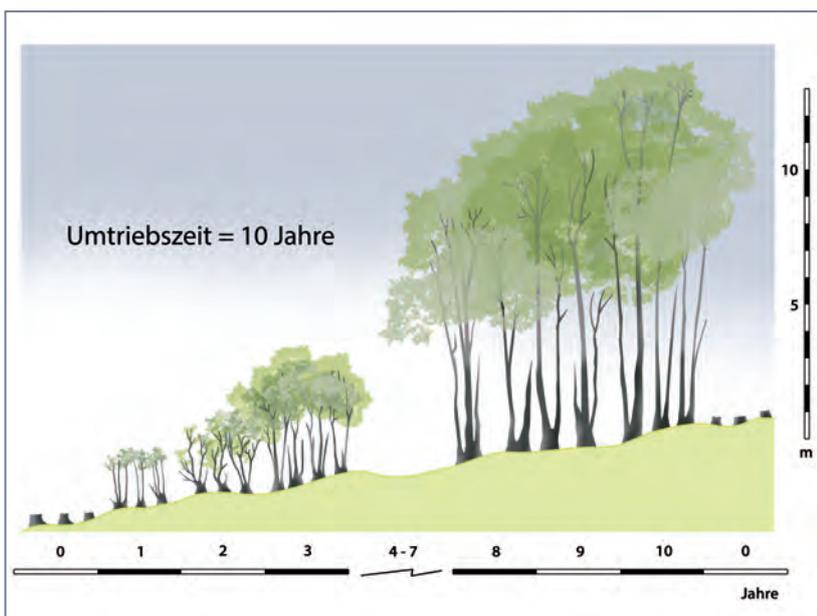


Abb. 5 Niederwald-Hiebsfolge (Grafik: Witticke / Maltzahn 2015)

Drei durch bäuerliche Siedlungstätigkeit geprägte Rodungsperioden bestimmten die Wald-Feld-Verteilung in Thüringen maßgeblich:

In der ersten Rodungsperiode blieb die bäuerliche Landnahme der germanischen Stämme der Hermunduren, Warnen und Angeln auf Lößböden oder auf Zechsteinkalke im Altsiedelgebiet zwischen Weser und der Saale-Elbe-Linie beschränkt.

Nach der Zerschlagung des Thüringer Königreiches 531 durch Franken und Sachsen siedelten fränkische Bauernkrieger und deren militärische Anführer von der Rhön und dem Thüringer Wald im Süden bis zum Harz im Norden mit der Saale als östlichen Grenzflus . Im Bereich zwischen Ilm und Saale verstärkten und ergänzten slawische Siedler die zweite Rodungsperiode. In dieser Fränkisch-Karolingischen Rodungsphase vom 7. bis 9. Jahrhundert sind die reichen bis kräftigen Braunerdeböden der einst ausgedehnten Buchenwälder des Hügel- und niederen Berglandes in Ackerfluren und Weiden umgewandelt worden. Die fränkische Kolonisierung änderte das Landschaftsbild erheblich. Nach anfangs schwächerem Landesausbau in der merowingischen Zeit entfaltete die fränkische Übersiedlung unter den karolingischen Herrschern, besonders in der Regierungszeit Karls des Großen (768-814), eine immer größere Wirkung. Das trifft sowohl auf die Umgestaltung der Naturverhältnisse, als auch bei gesellschaftlichen Entwicklungen zu. Neben und zwischen den Ge-



*Abb. 6 Einschlag und Transport von Reisigwellen und Brennknüppeln (Stundenbuch des Herzogs Jean de Berry; Kalenderbild Februar (Ausschnitt); gemalt von den Gebrüder Limburg um 1410)*

markungen thüringischer Bauern entstanden fränkische Ortschaften, die sich zumeist mit **-hausen**, **-dorf** und **-heim** in den Ortsbezeichnungen ausweisen. An den Grenzen, an Furten und anderen militärstrategisch wichtigen Geländeabschnitten legten die Franken entsprechende Warten und Befestigungen an, die sie mit Wegen verbanden. Solche Rennwege sind im Hainich, im Eichsfeld, in der Hainleite, in der Schrecke und Finne inmitten von Wäldern heute noch nachweisbar.

Die fränkische Kolonisierung war verknüpft mit aufgezwungener Fremdverwaltung, mit Feudalisierung und Christianisierung, mit Errichtung von Fronhofverbänden (Villikationen) und entsprechender Abhängigkeit, mit Abgaben und Steuern, vor allem aber mit Fronarbeit (PATZE 1962, PATZE & SCHLESINGER 1973/1974).

Schon die Schenkungsurkunde des fränkischen Herzogs Heden, der von Würzburg aus Thüringen verwaltete, bezeugt 704 für Arn-

stadt feudale Abhängigkeit, aber auch die große Bedeutung der Waldweide, da die Hirten gesondert aufgeführt werden. Die für die Geschichte Thüringens bedeutsame Regeste nennt erstmalig hiesige Ortschaften, nämlich Arnstati (Arnstadt), benachbart davon Mullenberg (Mühlberg) und weiter entfernt Monhore (Großmonra) nahe dem heutigen Kölleda. Diese drei Ortschaften sind somit die ältesten urkundlich nachgewiesenen Siedlungen in Thüringen. Heden und seine Gemahlin Theodrada schenkten zum Heil ihrer Seelen und zur Förderung des Christentums dem Bischof Willibrord einen großen Hof (Fronhofverband) bei Arnstadt:

*„ ... mit allen Zugehörungen, das ist mit Häusern, kleinen Gehöften, Feldern, Wiesen, Weideplätzen, Wäldern, Wassern, mit Beweglichem und Unbeweglichem, mit den Leibeigenen / Hörigen, dem Großvieh, den Kuhhirten, Schäfern, Schweinehirten und was sonst noch dazu gehört.“* (WERNER, M. 2004, Die Ersterwähnung Arnstadts im Jahre 704, S. 7).

Bedeutende Anteile am Landesausbau, aber auch an der Abhängigkeitsentwicklung bislang freier Dorfgemeinschaften in ihren Gemarkungen hatte das von Karl dem Großen 775 zur Reichsabtei erhobene Kloster Hersfeld, welches mit vielerlei Rechten in Thüringen ausgestattet wurde. Im südlichen Landesteil war außerdem das Kloster Fulda einflussreich wirksam.

Das fränkische Feudalsystem löste entsprechenden Widerstand aus. In Gegenwehr führte der Edeling Hartrat 785/86 einen folgen-

schweren Aufstand in Thüringen an, den Karl der Große blutig niederschlagen ließ. Die fränkischen Sieger enteigneten die Güter und befestigten Höfe der Rebellen und errichteten darauf Stützpunkte und Königshöfe, die sich später oft zu Pfalzen oder Adelssitzen entwickelten (PATZE 1962, JONSCHER 1993).

Betroffene Waldungen fielen im Aufstandsgebiet unter Königsbann. Ihre Beaufsichtigung und Nutzungsregelung leitete vermutlich ein Verwalter, meistens der Meier (lat. maior) des jeweils zuständigen Königshofes. Ob damals die mehrstufige Forstverwaltung der altfränkischen Gebiete mit Forstmeistern (magister forestarii) und Förstern (forestarii), denen als unfreie Hilfskräfte die Forstknechte (servi forestarii) zur Durchführung von Waldarbeiten unterstanden, auch in Thüringen wirkte, ist urkundlich nicht belegt (MANTEL 1990).

Mit dem zunehmenden karolingerischen Landesausbau im 8. Jahrhundert entwickelte sich die Dreifelderflur mit Gewannen, die in der Abfolge Brache, Wintergetreide und Sommersaat mit Flurzwang bewirtschaftet wurde. Jeder Berechtigte bearbeitete im Gewinn in nachbarlicher Abstimmung den zugewiesenen Ackerstreifen. Der neu eingeführte, rädergestützte Beet- oder Wendepflug mit Eisenschar ermöglichte eine bessere Bodenbearbeitung. Die Getreideerträge stiegen. Durch Einsatz des Kummets verdrängten Pferdegespanne die Ochsen als Zugtiere, erforderten aber Hafer als Kraftfutter (HENNING 1994).

In der durch Rodungsgrafen im Auftrag der Ottonen, Salier und Staufer sowie durch die berühmten Rodungsorden der Benediktiner und Zisterzienser auf Reichslehen organisierten 3. Rodungsepoche, griff die Entwaldung dann schließlich auf bodenschwache, saure Braunerden des höheren Hügellandes und der Mittelgebirge über. Es entstand somit landwirtschaftliche Nutzung am Rande oder sogar inmitten der nadelholzdominierten Bergmischwälder des Thüringer Gebirges. Auf der Leeseite des Schiefergebirges reichten die Rodungen bis in den Höhenbereich von 650 m ü. NN. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die hochmittelalterliche Wärmeperiode mit besseren klimatischen Bedingungen als derzeitiger Ackerbau und Viehzucht in solchen Berglandschaften begünstigte und folglich die damalige bäuerliche Landnahme in diesen höheren Lagen erst ermöglichte (BEHRINGER 2012, GLASER 2013).

Die Landnutzung der im Hochmittelalter neu entstehenden Dörfer im Vogtland, im Thüringer Gebirge und in den benachbarten Buntsandsteinlandschaften unterschied sich wesentlich von bisheriger Bodenbewirtschaftung im Hügel- und Flachland. Die von Nadelholz geprägten Waldungen rund um die jungen Rodungsdörfer hatten wegen geringerer Bodenfruchtbarkeit und völlig anderer Vegetationsverhältnisse eine grundlegende Umstellung der bäuerlichen Wirtschaftsweise zur Folge. Die dort wachsenden Nadelbaumarten Fichte, Tanne und Kiefer

lassen sich nämlich nur über Samen, also generativ verjüngen. Die entsprechenden Auf- oder Kernwüchse ergeben Hochwald. Damit mussten die Gebirgsbauern mit der althergebrachten Brennholzgewinnung im Niederwald brechen. In den rauen Mittelgebirgslagen fehlte die wichtige Mastbaumart Eiche, das führte zu einer starken Einschränkung der Schweinehaltung.

Die Höhenlagen über 400-500 m ü. NN erforderten wegen der kurzen Vegetationsperiode andere Feldbausysteme gegenüber den begünstigten unteren Landschaften mit der dort üblichen Dreifelderwirtschaft. Nur die Sommerfrüchte Hafer, Hirse, Buchweizen und Lein konnten erfolgreich angebaut werden, warfen aber zumeist geringe Erträge ab. Daher entstanden andere Flurstrukturen – den Höfen wurde ein langer Flurstreifen zugeteilt. Rodungsgrafen oder Vögte aus den Adelsgeschlechtern der Ludowinger, Henneberger, Schwarzbürger sowie Lobdeburger – die späteren Reußen – steuerten im Königsauftrag diese Landnahme. Örtlich leiteten sogenannte Lokatoren Flächenerkundung, Rodung, Hausbau und Fluraufteilung. Diese tatkräftigen Anführer von siedlungswilligen Bauernfamilien, welche zumeist aus dem Rhein-Maingebiet stammten, sind wegen ihrer Anerkennung und Tüchtigkeit häufig mit ihrem (Vor-)Namen in die Ortsbezeichnung der neu entstandenen Dörfer eingegangen, siehe z. B. Dietrich bei Dittersdorf (WITTICKE 2015).



Abb. 7 Dittersdorf/Saalfelder Höhe: Gelängsflur (Aufn.: H. Witticke, 2008)

Die Gemarkungen der neugeschaffenen Waldhufendörfer gliederten sich mit den streifenweisen Bewirtschaftungsflächen zu einer charakteristischen Gelängsflur (vgl. Abb. 7). Hinter der Hofstätte zog sich das Gelände, welches 1 Hufe umfasste, aus dem Bachgrund hangaufwärts. Dabei entsprach die alte Fränkische Landhufe 30 Acker (etwa 12 ha), während die Sächsische Landhufe rund 20 ha aufwies. Allgemein teilten die Bauern ihre bewirtschaftete Fläche hinter dem Gehöft in Acker (Wonne), Wiese am Mittelhang und Wald(-weide) im oberen Hangbereich. Trotzdem ihre Hufen durch eigene Rodungsarbeit entstanden, zählten sie nicht zum Familieneigentum wie ihr selbsterbautes Haus, die Ackergeräte und das Vieh. Rechtlich galt die bewirtschaftete Hufe als Lehen, war jährlich mit Abgaben belegt und konnte nur nach Zahlung von Erbzinns an die erbberechtigten Nachkommen

weiter gegeben werden. Um die soziale Lage der Familie zu bessern, strebten die Waldhufenbauern eine verstärkte Haltung von Rindern, Schafen und Ziegen an, ohne die Futtergrundlage auf der eigenbewirtschafteten Fläche sichern zu können. Das erforderte Waldweide in den angrenzenden Wäldern, die zumeist von örtlichen Lehnsherren im königlichen Auftrag verwaltet wurden. Gleichzeitig im Hohen Mittelalter ist in den bodensaurigen Kiefern-mischwäldern des Buntsandsteingürtels nördlich des Schiefergebirges im Holzland und bei Paulinzella sowie südwestlich des Thüringer Waldes auf Werra-buntsandstein gerodet worden (WITTICKE 2015).

Bei der Anfertigung von Gegenständen des täglichen Bedarfs standen Laubholzarten mit ihren sehr unterschiedlichen Gebrauchseigenschaften im „hohen Wald“ nur eingeschränkt zur Verfügung.

Dagegen boten die gut bearbeitbaren, langschäftigen Nadelhölzer völlig neue Verwendungsmöglichkeiten, besonders im Bauwesen und durch die Harznutzung. Zur Dacheindeckung war Stroh nicht einsetzbar, da die eingebrachten Strohmen gen in Gebirgslagen im Winter als Futterreserve dienten. Auch Schilf fand als Dachbedeckung kaum Verwendung, da Teichufer oder Nasswiesen mit ausreichendem Schilfwuchs um die Höhendörfer selten vorkamen. Die Dachs chindel, aus starken Tannens tämmen gespalten, stellte vom Schiefergebirge bis zum mittleren Thüringer Wald, dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Weißtanne, über Jahrhunderte das wichtigste Bedachungsmaterial. Die Übernutzung der Weißtanne resultiert zu einem Großteil aus der Schindelfertigung, die in ländlichen Gebieten erst im 19. Jahrhundert durch Herstellung von Dachschiefer oder Dachziegeln ersetzt werden konnte (WITTICKE 2013).

Die drei großen Rodungsperioden im Frühen und Hohen Mittelalter, welche den damals riesigen Waldanteil von vermutlich 80-85 % im 5. Jahrhundert auf etwa 25 % im 13. Jahrhundert drückten, bestimmten den Landschaftswandel und beeinflussen das Lokalklima erheblich. Die Waldrodungen führten zu einer erheblichen Veränderung der Landschaftsausstattung. Das neugeschaffene Offenland verschärfte über ungehinderte Ein- und Ausstrahlung die Temperaturgegensätze im Tageslauf und Jahresgang. Damit erhielten weite

Gebiete Thüringens ein Klima mit mehr kontinentalem Charakter. Ehemalige Waldböden trugen nun künstlich geschaffene Kultursteppenvegetation, die ihrerseits einer zugehörigen Steppentierwelt Lebensraum bot. Die Niederschläge fielen auf zeitweilig durch Pflugarbeit vegetationslose Äcker und lösten stärkere Erosionen in geneigten Geländeabschnitten aus. Der Oberflächenabfluss spülte die schwachen Lößdecken der Mittelgebirgsstandorte über die Bäche und Flüsse in die Niederungen, was dort zu übermäßigen Auebildungen führte. Im Verlaufe des Mittelalters verloren geneigte Bodenflächen mit ihren Lößauflagen auch ihre gute Pflurfähigkeit, ihre Oberbodenstruktur und ihre Ton-Humuskomplexe – sie wandelten sich allmählich zu flach ründigen, steinigen Ackerflächen um. Daher wuchsen über die Jahrhunderte zunehmend die Lesesteinwälle an den Ackerrainen (HENNING 1994, KÜSTER 2008).

Ab dem 13. Jh. sanken die Temperaturen wieder. Menschen, Vieh, Wald und Flur hatten im 14. Jahrhundert eine kalte Feuchtperiode zu überstehen. Gehäufte Witterungsunbilden mit ihren Missernten führten zu Hungersnöten und Seuchenzügen. Besonders die Pestepidemie 1347-52 hatte für das Land katastrophale Auswirkungen (JONSCHER 1993).

Die Bevölkerungsdichte sank somit im 14. Jahrhundert erheblich. Der für diese Zeit charakteristische Wüstungsprozess führt in Thüringen zur Aufgabe von etwa

30 % aller bisherigen Siedlungen, besonders auf schlechteren oder durch Erosion nicht mehr nutzbaren Böden. Aufzeichnungen lassen auf einen Bevölkerungsrückgang von mindestens einem Viertel, örtlich sogar einem Drittel gegenüber dem vorgehenden Jahrhundert schließen. Die nunmehr unbearbeiteten Fluren erobert sich der Wald zurück, auch siedlungsnah erholen sich die Bestandesvorräte infolge des stark gesunkenen Bedarfs an Holz aller Art. Die Waldungen können durch diese Nutzungsflaute die hohen Holzmassen anreichern, welche zu Beginn der Neuzeit als Rohstoff- und Energiegrundlage eine bedeutende Wirtschaftsentwicklung und auch kulturelle Blüte in Thüringen ermöglichten (JONSCHER 1993, WITTICKE 2015).

Schließlich setzten im Spätmittelalter größere Rodungen in bislang wenig zugänglichen Gebirgslagen des Landes ein, die einen ersten Höhepunkt im 16. Jahrhundert fanden, sich aber lokal bis weit in die Neuzeit erstreckten. Diese Rodungen waren nicht durch bäuerliche Landnahme, sondern industriell bedingt. Die energetische Grundlage dafür waren Wasserkraft und Holzkohle. Entstehende Montanbetriebe, wie Bergwerke, Pochanlagen, Eisenhämmer, Schmelz- und Saigerhütten sowie ab 1525 auch Glashütten, erforderten Flächen für die Wirtschaftsbauten und entsprechende Unterkünfte für Bergleute, Hüttenarbeiter, Holzhauer, Köhler, Aschebrenner und Fuhrleute.

Wegen der Erzvorkommen an Berghängen und der Wasserkraft-



Abb. 8 Rohrhammer bei Katzhütte (Aquarell um 1780 (?), Künstler unbekannt; Schlossmuseum Arnstadt, Sign. II-90-3)

potenzen entstanden diese Ortschaften meistens in hochgelegenen Tälern an Gebirgsflüssen, die sich durch großes Gefälle auszeichneten (vgl. Abb. 8). Um ihre Ernährungsprobleme zu lösen, legten die Montan- und Forstarbeiterfamilien schmale Terrassenäcker und Bergwiesen durch Rodung an. Die kleinen landwirtschaftlichen Nutzflächen, mühsam in Hackkultur bearbeitet, erbrachten nur geringe Erträge (WITTICKE 2015).

Jagdregale thüringischer Grafen, eingewiesene Köhler, Ausbau vieler Gebirgsflüsse für die Flößerei und konzentrierte Einschläge von Floßholz haben außerdem Kleinsiedlungen in den Flusstälern bis hoch in das Thüringer Gebirge im 16. Jh. entstehen lassen. Auch an alten Handelswegen, die als „Hohe

Straßen“ über die thüringischen Hügelländer und die Pässe der Mittelgebirge führten, sind kleine Siedlungsiseln entstanden, um bei Anstiegen den notwendigen Vorspann zu gewährleisten und Herberge zu bieten (WITTICKE 2015).

Im Spätmittelalter brachen (Eichen-)Hutewälder wegen Überalterung zusammen. Durch den kurzfristigen sich wiederholenden Kahlschlag erschöpfte sich auch das Ausschlagsvermögen der Niederwälder. Großflächig ersetzten die Bauern solche wenig produktiven Flächen durch Mittelwaldbestockung. Mittelwald ist nach Verjüngung und Struktur eine Kombination von Nieder- und Hochwald. Während der Oberbestand, auch Oberholz genannt, als Kernwuchs generativ aus Samen verjüngt



Abb. 9 Well(en)holz zur Küchenversorgung (Buch der Weisheit alter Meister, Holzschnitt 1483)

wird und ungleichartig aufwächst, entwickelt sich das gleichaltrige Unterholz, der Unterstand, vegetativ durch Stockausschläge und

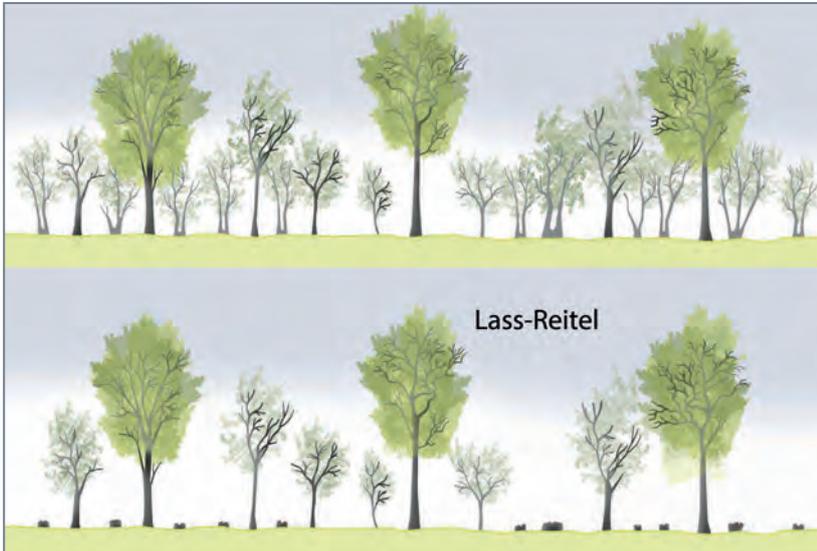


Abb. 10 Mittelwald vor und nach der Unterholznutzung (Grafik: Witticke / Maltzahn 2015)



Abb. 11 Mittelwald nach der Unterholznutzung (Aufn.: Fm. Erich Mahler, Arnstadt, um 1930)

Wurzelbrut. Sein Abtrieb erfolgte je nach Standortverhältnissen und Lichtgenuss zumeist in 20-40 Jahren. Der Schwerpunkt der Nutzung lag auf dem Unterstand, um vor allem Wellreisig zu erzeugen (Abb. 9).

Dem Oberholz entnahmen die Nutzer im Sortimentshieb ganz bestimmte Gebrauchsstämme für Werkzeuge und Geräte im bäuerlichen Bedarf sowie ihr Bauholz ohne Rücksicht auf den verbleibenden Bestand („wüste Plünderung“). Die ausgehauenen Stämme im Oberbestand mussten durch nachgezogene Lassreitel oder Hegebäume laufend ergänzt werden (vgl. Abb. 10).

Der Mittelwaldbetrieb war eine bäuerlich geprägte Naturalversorgungswirtschaft, die neben der Nutz- und Brennholzgewinnung (vgl. Abb. 11) auch Waldweide ermöglichte, wenn der Unterstand dem Viehmaule entwachsen war. Schafe konnten meist nach dem 5.-8. Jahr, Rindvieh nach dem 8.-12. Jahr in die entsprechenden Forstorte eingetrieben werden. Ökologisch betrachtet ist Mittelwald ein Dauerwald, der geschickt gesteuert, über lange Zeiträume genutzt werden konnte. Die entscheidende Kunst bestand in der ständigen Regulierung des Lichtbedarfs für das Unterholz und in der Sicherung einer genügenden Anzahl von Lassreiteln verschiedener Baumarten, um immer wieder den Einschlag von Nutzstämmen unterschiedlicher Abmessungen im lichten Oberholz auszugleichen (WITTICKE 2015).

Mittelwälder bestimmten in den Laubholzgebieten Thüringens etwa

500 Jahre Waldstrukturen, Waldnutzungen und Landschaftsbilder. Ihre durch Übernutzung erzwungene Ablösung erfolgte zögerlich in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts, vor allem aber im 19. Jahrhundert durch von Forstleuten geschaffene, leistungs-

fähige Hochwälder. Wenn die Naturverjüngung versagte, besonders auf devastierten Forstorten, erbrachten Waldarbeiter über künstliche Wiederaufforstung mit Saat und Pflanzung neue Kulturen (WITTICKE & BIEHL 2009, WITTICKE 2017b).

## 2.4 Waldfunktionen

Der Zustand der Waldungen wird weitgehend von der Form des Eigentums und damit von ihrer Nutzung bestimmt. Im Altsiedelgebiet Thüringens, gekennzeichnet durch

Tab. 2 Waldnutzungen vom Mittelalter bis zum 19. (20.) Jhd. in Thüringen (nach MANTEL 1990, WITTICKE 2015)

Nährwald		Nutzwald	
<b>Waldweide</b> (Hutewald)	Rinder, Pferde, Ziegen, Schafe; meist ganzjährig	<b>Brennholz</b> als Küchen- und Heizholz:	aus Nieder- /Ausschlagswald, aller 7-20 Jahre genutzt. vom Unterholz im Mittelwald, aller 10-25(-40) Jahre genutzt.
<b>Schweinemast</b> Untermast	mit wildschweinähnlichen Rassen. Mäuse, Schnecken, Würmer, Insekten, Pilze, Wurzeln	Wichtigstes Sortiment:  Kronenäste	<b>Reisigwellen</b> , daneben Brennknüppel. nach Nutzung im Oberholz
<b>Schweinemast</b> Obermast	mit wildschweinähnlichen Rassen. Eicheln, Eckern, Nüsse, Wildobst ab Michaeli (29. September)	<b>Nutzholz als Bau- und Werkholz</b>	Blochholz für Zimmerer. Werkholz für Tischler, Wagner, Drechsler, Böttcher, Kahnbauer, Mollenhauer. für Mühlräder. für Brunnen- und Wasserleitungsbau. Schnitzholz, Maltafeln.
<b>Laubheu, Laubfutter</b>	Futterlaubtrocknung um Johanni (Johannistriebe), Zweigschneideln	Wellenholz Röhrenbäume	für Mühlräder. für Brunnen- und Wasserleitungsbau. Schnitzholz, Maltafeln.
Waldgras, Laubfutter	Futtergrasgewinnung (Gräserei), Laubsträufeln an Jungbäumchen	Künstlerbedarf <b>Schindeln</b> Rebholz Reifstecken	aus Starktannen gefertigt Eichenpfähle für Weinbau Hasel und Weide für Kübel, Fässer, Wannen, Eimer. Holzkohle Besenbinderei Korbflöte Weide, Hasel, Hainbuche, grüne Fichtenäste.
<b>Pilze</b>	Frisch-, Trocken- und Gewürzpilze	<b>Meilerholz</b> Birkenreisig Weidenruten <b>Flechtwerk für Gefache</b>	Reisig vieler Baumarten. Eichenkoppelpfähle Weide, Hainbuche Scharrharz bei Fichte Pechöfen bei Kiefer
Heilkräuter	Tee, Heilpackungen	Faschinen Zaubauholz Flechtzäune <b>Harz, Ruß Pech, Kienöl</b>	
<b>Zeidlerei</b>	Honig als Nahrungsmittel, damals einzi- ger Süßstoff Wachs für Kirchenriten, auch zur Konservierung		
<b>Beeren Nüsse</b>	Mus, Säfte, Trockenbeeren Haselnüsse als Essvorräte	<b>Lohrinde</b> Farbrinden <b>Bast</b>	Eiche, Birke, Fichte Tuchfärberei von Linde aus Niederwald, auch von Weide Abbrennen von Ast- und Zweigmaterial aus Zunderschwämmen
<b>Jagd</b> <b>Vogelfang</b>	Wildbret, Leder, Pelze, Felle, Darmsaiten Wildgeflügel; Zie -, Bettfedern	<b>Pottasche</b> aus Aschewäldern <b>Zunder</b>	

die gut pflügbar, fruchtbaren Lößdecken, beeinflussten 1.500 Jahre bäuerliche Bewirtschaftung die dort vorkommenden Laubwälder. Dabei überwog fast den gesamten Zeitraum die Nutzung der Waldungen als Nährwald und als Energiequelle deren Funktion als Lieferant von Bau- und Werkholz.

In den später gerodeten Waldgebieten der höheren Lagen bekam die Waldweide mit Rindvieh, Schafen und Ziegen eine noch größere Bedeutung, da dort die Ackererträge viel geringer ausfielen. Die Brennholzgewinnung im Nadelholz gestaltete sich schwieriger, weil hochgewachsene und stärkere Bäume zum Einschlag kamen. Das war gefährlicher als der Abtrieb von Laubholzstangen im Niederwaldbetrieb und erforderte zusätzlich Spaltarbeit (WITTICKE 2015).

Eine enorme, heute kaum noch vorstellbare Bedeutung hatten Lohrinden-, Harz-, Pech- und Rußgewinnung, die Bast- und Zunderherstellung sowie die Pottaschen-siederei in entsprechend genutzten Waldgebieten (MANTEL 1990).

## 2.5 Waldentwicklungen im 18. und 19. Jahrhundert

Nach der gesellschaftlichen Katastrophe des Dreißigjährigen Krieges 1618-48 dauerten die allgemeine gesellschaftliche Erholung und der Ausgleich der Bevölkerungszahlen Jahrzehnte. In den entstehenden Kleinstaaten, die in Thüringen durch feudale Landesherren ab-

solut regiert wurden, setzte sich eine merkantilistische Wirtschaftspolitik (Kameralismus) durch. Die kameralistisch geführte Wirtschaft mit ihrem inneren Landesausbau und der Förderung der „fruchtbaren Stände“ Bergbau, Landwirtschaft und Forstwirtschaft ergab die Grundlagen für das Leben auf dem Lande und in den Städten sowie die Ausprägung von barocken Hofhaltungen in den Residenzen. Diese gesellschaftlichen Prozesse beanspruchten die Waldungen maßgeblich.

Manufakturproduktion für Metall-, Tuch-, Leder- und Glaswaren blühte auf. Zusätzlich entstanden nach 1760 auch Porzellanmanufakturen überall im Thüringer Gebirge. Brennholz und Holzkohle, auch Wasserkraft lieferten dazu die Energie. Holznutzung und Holzverkauf nahmen riesige Ausmaße an. Eine schrankenlose Ausplünderung der Wälder führte rasch zu holzlosen Lehden (kahle Berghänge) und Blößen. Diese größer werdenden Kahlfächen wiesen wegen der Verschlechterung kleinklimatischer Bedingungen nur spärliche Naturverjüngungen auf, die unter zunehmender Waldweide litten. Außerdem gewann die barocke Jagd als wichtiges Hofvergnügen den Vorrang vor einer ordnungsgemäßen forstlichen Bewirtschaftung der Wälder. Besonders die ökologisch und ökonomisch wichtigen Schattbaumarten Weißtanne, wesentliche Bau- und Schindelholzquelle, und Rotbuche, wichtigster Holzkohlelieferant, büßten somit Flächen und Vorräte ein.

Holz wurde knapper. Wegen Holzkohle- und Brennholz-mangel bahnte sich eine Energiekrise an, welche die allgemeine Entwicklung hemmte. Diese Situation erzwang im 18. Jahrhundert eine geordnete, nachhaltige Forstwirtschaft.

Holzgerechte Jäger in den Revieren und weitsichtige Kameralisten in den Finanzverwaltungen versuchten, mit neuen naturwissenschaftlich-technischen Erkenntnissen der Aufklärungszeit einen Ausweg aus der kritischen Lage zu finden. Sie erkundeten Standortbedingungen und Wuchsverhalten der Bäume, erhoben Holzvorräte der Forstorte, maßen Flächen und Zuwüchse, kalkulierten Erträge und fertigten dazu Forstkarten und -betriebswerke an. Vor allem erlernten sie Methoden zur künstlichen Verjüngung durch Saaten oder Pflanzung von Jungbäumchen (WITTICKE 2015).

*„Was das Forstwesen sey, weitläufig zu erklären, würde unnöthig seyn, denn wer nur einen Blick in die Wirthschaft gethan, wird einstimmig bekennen, daß eine wohl überlegte – pflegliche – doch nuzbahre – nachhaltige – und denen künftigen Zeiten ohn nachtheilige Einrichtung, die Waldung zu gebrauchen, darunter verstanden werde.“*

(Carl Christoph v. Lengefeld, Schwarzburg-Rudolstädter Oberforstmeister 1745. ThStA Rudolstadt, Akte A VIII 4d, Nr. 20: „Den Verlohrnen = Werth derer Jagd- und Forstwissenschaften“. Handschrift, S. 83).



Abb. 12 Forstarbeiten im Schwarzatal nahe Schwarzmühle, Detail: Bodenarbeiten, Pflanzungen, Köhlerei (Aquarell um 1790-1800 (?), Künstler unbekannt; Schlossmuseum Arnstadt, Sign. II-90-4)

Die neu eingeführte Forsteinrichtung versuchte über die Erfassung von Bestockungsverhältnissen, die Vorräte und Zuwüchse der Forsten langfristig mit den Nutzungen in Einklang zu bringen und somit das Nachhaltigkeitsprinzip in der Waldbewirtschaftung zunehmend durchzusetzen. Durch Aufforstungen über Saat und Pflanzung von Eiche sowie den Nadelbaumarten Fichte, Kiefer und Lärche auf Kahlfeldern wurden produktionslose Freiflächen wieder in Kultur gebracht (Abb. 12).

Drei Thüringer trieben diese Entwicklung maßgeblich voran

(vgl. Abb. 13-15): **Johann Matthäus Bechstein** (1757 Waltershausen – 1822 Dreißigacker bei Meiningen), **Heinrich Cotta** (1763 Forsthaus Kleine Zillbach bei Wasungen – 1844 Tharandt) und **Gottlob König** (1779 Hardisleben – 1849 Eisenach) begründeten forstliche Ausbildungsstätten, waren hervorragende Forsteinrichter, strebten nachhaltige Waldbewirtschaftung an, schrieben bedeutende Forstlehrbücher und befruchteten das praktische Forstwesen nicht nur in Thüringen. Cotta wirkte dabei ab 1811 in Sachsen. Ein ungeheurer Aufschwung in der thüringischen



Abb. 13  
Johann Matthäus Bechstein



Abb. 14 Heinrich Cotta



Abb. 15 Gottlob König

Forstwirtschaft setzte in ihrer Schaffenszeit ein (WITTICKE 2015).

Allerdings hemmten feudale Lasten, besonders die Fronarbeit, außerdem die überholte Dreifelderwirtschaft weiterhin die Entwicklung ländlicher Gebiete. Erst die Abschaffung der Lehnsverhältnisse und der feudalen Abhängigkeiten, anfänglich nach 1815 in den preußischen Regierungsbezirken, ab 1826 in einigen thüringischen Fürsten-

und Herzogtümern, allgemein nach der Revolution von 1848, führten zu bäuerlichem Landbesitz, zur Ablösung der Dreifelderwirtschaft, zur Aufteilung der Gewinnstrukturen und Allmendeflächen sowie darauf folgend zu Separationen in den Gemarkungen. Das Landschaftsbild, auch die Wald-Feldverteilungen hingen stark von diesen lokalpolitischen und sozialökonomischen Prozessen ab. Häufig entstanden dabei Feldfluren mit kleinteiligen „Handtuchwirtschaften“, aber auch Genossenschafts- und Kommunalwälder konnten rechtlich abgesichert werden. Die Ablösung von bäuerlichen Holzwerbe- und Waldweiderechten (Servituten) in herrschaftlichen Wäldern geschah selten durch Geldzahlungen. Die berechtigten Bauern erhielten als Entschädigung für wegfallende Nutzungsrechte ihren jetzigen kleinflächigen Privatwald vom Fiskus (WITTICKE 2004 und 2015).

Die kapitalistische Industrialisierung im 19. Jahrhundert erfasste besonders die Gebirgslagen wegen der dort vorhandenen Erze und energetischen Potenzen, die immer noch auf Holzkohle und Wasserkraft beruhten. Eine wesentliche Grundlage bildeten dabei die schnell aufwachsenden Nadelholzaufforstungen mit ihren hohen nutzbaren Vorräten. Das Straßen- und Wegesystem erfuhr Ausbau oder Modernisierung. Die Eisenbahn im Dampftrieb trat als Wirtschaftsfaktor mit ihren rationalen Massentransporten einen Siegeszug in Thüringen an. Der Bau der Thüringen Bahn (Halle-Wei-

mar-Erfurt-Gotha-Eisenach-Bebra) 1846-1849 stand am Beginn dieser Entwicklung. Die Umstellung der Energiegewinnung auf Steinkohle und Dampferzeugung setzte sich durch.

In der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts gewannen ökonomische Bestrebungen, besonders die Bodenreinertragslehre, die Oberhand in der forstlichen Bewirtschaftung. Der propagierte Waldbau des höchsten Ertrages richtete die Forstbetriebe zunehmend auf Gewinnmaximierung aus (PRESSLER 1858/1885).

Vorhandene Blößen und Lehden sowie herunter gewirtschaftete Mittel- und Niederwälder kommen nach deren Abnutzung zur Wiederaufforstung. Der Waldbau wird auf höchste Verzinsung des Boden- und Holzvorratskapitals ausgerichtet. Schnell wachsende Nadelholzarten warfen bei Umtriebszeiten von etwa 100 Jahren den höchsten Profit ab. Der Jahrhunderte übliche naturale Versorgungswald, der vor allem die Energiesicherung und Viehnahrung zu gewährleisten hatte, verwandelte sich endgültig in Erwerbswald und unterlag mit dem Anbau von Reinbeständen im Kahlschlagbetrieb Rentabilitäts Gesichtspunkten (THOMASIIUS 1999).

Viele Jahrhunderte vorherrschende Brennholzerzeugung wich einer steigenden Nutzholzproduktion. Die aufwachsenden Jungbestände erforderten Durchforstungen (Pflegehiebe) und erbrachten damit Faserholz-Sortimente für die aufstrebende Papierindustrie.

In den Laubholzgebieten werden aus besseren Mittelwäldern Hochwaldstrukturen entwickelt. Seitdem erobert die Rotbuche nach über tausendjähriger Niederhaltung infolge von Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung ökologisch zusagende Standorte zurück. Die Laubwaldbewirtschaftung wird besonders auf Wertholzsortimente ausgerichtet. Hierdurch entstanden auch die berühmten Buchenplenterwälder im Hainich und bei Keula sowie die beeindruckenden Eichenbestände um Ebeleben und in der Hainleite zum Ende des 19. Jahrhunderts (WITTICKE & BIEHL 2009, WITTICKE 2015 und 2017a).

Einige leitende Forstbeamte, besonders in Sachsen Coburg und Gotha, in Sachsen-Meiningen und im preußischen Regierungsbezirk Erfurt, versuchten mit Begründung von Mischbeständen dem allgemein üblichen Nadelholzanbau in Reinbeständen entgegenzutreten. Die eigentliche Gegenbewegung zu den Nadelholzforsten, die besonders unter Sturm- und Insektenschäden litten, leiteten die Professoren Karl Gayer (1822-1907), München, sowie Alfred Möller (1860-1922) und besonders Alfred Dengler (1874-1944), beide in Eberswalde, ein. Ihre Bücher „Der gemischte Wald“ (1886), „Der Dauerwaldgedanke“ (postum 1923) und „Waldbau auf ökologischer Grundlage“ (1930) regten viele Praktiker zur Gestaltung von naturgemäßen, standortsge rechten Wäldern an (THOMASIUS 1999).

## 2.6 Forstwirtschaft Thüringens im 20. Jahrhundert

Infolge der Novemberrevolution 1918 traten die thüringischen Landesfürsten ab. Nach Übergangslösungen entsteht 1920 der Freistaat Thüringen ohne die preußischen Gebiete. Die neugeschaffene Landesforstverwaltung in Weimar stützt sich auf erfahrene Beamte der aufgelösten fürstlichen Forstverwaltungen und auf Ergebnisse des 1922 geschaffenen Thüringischen Forsteinrichtungsamtes in Meiningen. Das große Thema der Zeit – der Dauerwald – steht auf der Tagesordnung. 1927 wird in Jena die Arbeitsstelle für forstliche Standortserkundung eingerichtet. Bis 1933 zeichnet sich eine ordentliche waldbauliche Arbeit ab, die in dem Richtwerk von Oberforstrat Robert Schaber „Waldbauliches aus Thüringen“ 1933 dargelegt wird.

Infolge der Kriegsvorbereitungen musste die Landesforstver-

waltung 1935/36 das Prinzip der Nachhaltigkeit aufgeben. Der geplante Hiebssatz der Einrichtungsperiode 1934/42 betrug jährlich durchschnittlich 718.130 Festmeter (fm), entsprach also ziemlich genau dem ermittelten Jahreszuwachs von 719.000 fm. Der wirkliche Jahreseinschlag lag aber bei 1.142.801 fm, also sind die Wälder mit 159 % übernutzt worden. Die nachfolgenden Kriegsjahre verschlimmerten die Übernutzung, die Hiebssätze steigerten sich auf 200 bis 250 % des Zuwachses (vgl. Tab. 3). Die Mehreinschläge betragen 3,8 Millionen fm Derbholz. Die Aufforstungen hinkten der starken Übernutzung hinterher. Die produktionslosen Kahlfelder wuchsen jährlich, folglich sanken die Vorräte und Zuwüchse entsprechend. Das alles ergab düstere Aussichten für die Zukunft des Landes und seiner Wälder (SCHABER & HASEL-HUHN 1944).

Nach dem verheerenden II. Weltkrieg 1939-45 regelten die Sieger-

Tab. 3 Derbholzeinschlag im Staats-, Körperschafts- und umlagepflichtigen Privatwald (nach SCHREIBER et al. 1996, S. 96)

Jahr	Insgesamt	Staatswald	Übriger Besitz
1939	2.016	1.563	453
1940	1.980	1.542	438
1941	1.923	1.490	433
1942	2.002	1.552	450
1943	2.006	1.555	451
1944	2.322	1.800	522
1945	2.281	1.768	513

Bemerkung:

Der Einschlag in preußischen Wäldern ist einbezogen. Angaben in 1.000 fm.

mächte in den vier Besatzungszo-  
nen die schwierigen Nachkriegs-  
jahre. In Thüringen leitete die  
Sowjetische Militäradministration  
(SMAD) mit Befehlen gesellschaft-  
liche und wirtschaftliche Abläufe.  
Das Land litt unter den Kriegsfol-  
gen. Energieversorgung, Indust-  
rie und Verkehr lagen darnieder,  
an allen lebenswichtigen Gütern  
herrschte Mangel. Hunger, Elend,  
Wohnungsnot und fehlendes Heiz-  
material bestimmten den Alltag.  
Außerdem waren Reparationslei-  
stungen zu erbringen. Das erfor-  
derte Reparationshiebe, riesige  
Holzeinschläge über die Eigenver-  
sorgung von Nutz- und Brennholz  
hinaus. Hinzu kamen Sturmschä-  
den 1946 und nachfolgend Bor-  
kenkäferkalamitäten im Thüringer  
Wald. Die Wälder befanden sich in  
einem katastrophalen Zustand. Die  
Wiederaufforstung der Blößen der  
Kriegs- und Nachkriegszeit dau-  
erte bis 1955. Langsam normalisierte  
sich die Waldbewirtschaftung. In  
der DDR wurde eine standortge-  
rechte Forstwirtschaft angestrebt,  
dazu entwickelten Eberswalder  
Forstwissenschaftler ein neues For-  
steinrichtungsverfahren. Vorlau-  
fend zur Forsteinrichtung fand in  
den Forstbetrieben eine systema-  
tische forstliche Standortserkun-  
dung statt (WAGENKNECHT et al.  
1956, BURSE 2018).

Die Wälder der DDR hatten den  
dringend gebrauchten Rohstoff  
Holz zu liefern, einen der weni-  
gen einheimischen Rohstoffe mit  
Schlüsselfunktion und vielseitigen  
Verwendungsmöglichkeiten.  
Die Entwicklung zu einer wieder

auf Nachhaltigkeit ausgerichteten  
Waldbewirtschaftung stieß da-  
her ständig an Grenzen. Erst um  
1965/66 konnten die Einschläge  
auf Grund von Holzimporten aus  
der Sowjetunion auf ein verträgliches  
Maß von etwa 7 Millionen  
Festmeter gesenkt werden.

Nach 1960 führten Schadstoff  
immissionen zu zunehmenden Ab-  
sterbeprozessen in den Wäldern.  
Das betraf nicht nur die Forstwirt-  
schaft, sondern bedrohte auch die  
Landeskultur. Anfangs verursach-  
ten Schwefeldioxidbelastungen  
aus Braunkohleverfeuerung die  
Schäden, später verstärkten Stick-  
oxide das „Waldsterben“. Das führ-  
te zu großflächigen Kalkungen in  
betroffenen Waldgebieten durch  
Flugzeuge und Hubschrauber des  
Agrarfluges und zu einer jährlichen  
Kontrolle des Gesundheitszustan-  
des der Wälder – der ökologischen  
Waldfondskontrolle (MILNIK & HEY-  
DE 1998).

Die damaligen Leistungen der  
Belegschaften der 1952 neu ge-  
gründeten Staatlichen Forstwirt-  
schaftsbetriebe (StFB), die Proble-  
me und Schwierigkeiten sowie die  
Erfolge bei der forstlichen Bewirt-  
schaftung sind in der neu erschie-  
nenen „Forstchronik“ von Thürin-  
genForst nachlesbar (WELLER et al.  
2018).

Im Zuge der Vereinigung  
Deutschlands 1990 wurde am 14.  
Oktober ein neuer Landtag gewählt  
und somit das Land Thüringen wie-  
der gebildet. Das Thüringer Wald-  
gesetz von 1993 ergibt den Rahmen  
für eine nachhaltige, naturnahe Be-  
wirtschaftung der einheimischen

Wälder unter Berücksichtigung der  
Allgemeinwohlbelange. Dieses Ge-  
setz bestimmte den gleichrangigen  
Dreiklang der Nutz-, Schutz- und Er-  
holungsfunktion der Wälder. Da nur  
die Nutzfunktion Geldeinnahmen  
bei der Betriebsführung erbringt,  
gesellschaftliche Anforderungen  
aber ständig höhere Ansprüche an  
die Wälder stellen, geraten Forst-  
verwaltungen an die Grenzen der  
befriedigenden Erfüllbarkeit einer  
allseitig multifunktionalen Forst-  
wirtschaft. Die Urbanisierung ent-  
fernt Großteile der Bevölkerung  
von Landleben und Waldnutzung,  
die in dem absurden Slogan „Baum  
ab – nein, danke!“ gipfelt. Öffent-  
lichkeitsarbeit und Waldpädagogik  
erhalten daher eine immer größe-  
re Bedeutung. Forderungen nach  
touristischer Erschließung von  
Waldgebieten (Waldparkplätze,  
Wander- und Radwege, Rasthütten,  
Informationstafeln u. a.) sind zu er-  
füllen.

Nach wie vor werden ökologi-  
sche und landeskulturelle Leis-  
tungen der forstlich bewirtschafteten  
Wälder ökonomisch nicht be-  
wertet, trotzdem sie wesentliche  
Lebensgrundlagen sichern, eine  
bedeutende CO<sub>2</sub>-Senke sind, dem  
Klimaschutz dienen und vielfältige  
Wohlfahrtswirkungen erbringen.  
Wälder haben unersetzbare Funk-  
tionen für die Erhaltung der Bio-  
diversität, den Schutz der Umwelt  
und die Aufrechterhaltung von  
Lebensqualität für uns Menschen  
(Schutzfunktion), vgl. Tab. 4. Sie  
sind wesentlich an Energie- und  
Stoff reisläufen der Biosphäre be-  
teiligt.

Der angestrebte naturnahe Waldbau und die bessere Anpassung an Witterungsextreme erzwingt eine Veränderung von Baumartenanteilen und Bestandsstrukturen. Der Abbau von einstufigen Reinbeständen ist dabei ein wichtiges Bewirtschaftungsziel (vgl. Abb. 16). Waldfunktions- und Biotopkartierung unterstützen eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder.

Beide Vorhaben sind wegen der Langfristigkeit der forstlichen Produktion eine Jahrhundertaufgabe. Um nur 1 % der Wälder in Thüringen zu verändern, ist Umbau auf etwa 5.500 ha erforderlich. Dabei sind ökonomische, technische, ökologische und schutzrechtliche Belange sachlich gegeneinander abzuwägen.

Europaweit müssen Lösungen zur Minderung von Schadstoffen aus der Luft erreicht werden. Stickoxide (NO<sub>x</sub>-Verbindungen) berühren nicht nur die biologische Produktivität von Bäumen, somit das Herzstück der Forstwirtschaft, sondern sie bedrohen auch die lebensentscheidenden Funktionen von Luftreinhaltung, Bodenfruchtbarkeit und Wassergüte im Land.

Derzeit ist der Stickstoffeintrag in die Waldökosysteme auf schwächeren Standorten noch eine willkommene Gratsdüngung, welche die Humus- und Nährstoffauslässe einstiger Streunutzung und Wellreisiggewinnung, auch den (Roh-) Humusabbau früherer Kahlschlagswirtschaft ausgleicht. Aber es zeigen sich erste Tendenzen von Ungleichgewichten der Nährstoffe im

Tab. 4 Schutzfunktionen der Wälder (Auswahl)

<b>Biotop- und Artenschutz</b>	Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Erhalt der Biodiversität, Totholzanteile im Wirtschaftswald, Wald-Naturschutzgebiete
<b>Bodenschutz</b>	Hemmung von Bodenerosion, Stabilisierung bodendynamischer Prozesse, Bildung von Ton-Humus-Komplexen und sekundärer Tonmineralien, Wandlung toter organischer Substanzen (Humifizierung, Mineralisierung)
<b>Klimaschutz</b>	Ausgleich von Temperatur-, Strahlungs-, Feuchte- und Windverhältnissen
<b>Wasserschutz</b>	Wasserspeicherung und -filtration, ständige Trinkwasserneubildung
<b>Luftreinigung</b>	Ausfiltration von Stäuben, Ruß und NO <sub>x</sub> . Durch Assimilation wird CO <sub>2</sub> organisch gebunden und langfristig als Holzbestandteil festgelegt, dabei wird Sauerstoff neu gebildet.
<b>Lärmschutz</b>	Waldbestände schlucken Schall und fungieren als natürliche Schutzwände gegenüber Lärmbelastung.

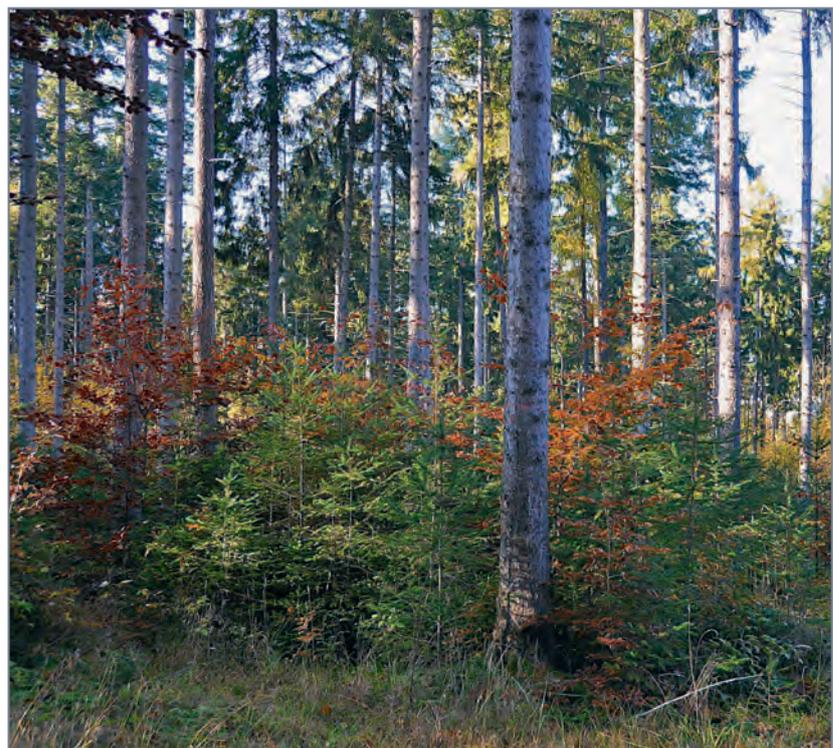


Abb. 16 Verjüngung von Rotbuche und Douglasie unter Fichte, Revier Nauendorf, Abt. VB 12a1 (Aufn.: A. Heyn, 2011).

Oberboden, die sich zu Vitalitätsbeeinträchtigungen der Waldbäume ausweiten können. Überwachung und Kontrolle von Böden und Waldbeständen sind ständig notwendig (WITTICKE 2015).

Im forstlichen Umweltmonitoring liefern die jährliche Waldzustandserhebung (WZE) im 4 x 4 km-Raster und die Bodenzustandserhebung (BZE) aller 10-15 Jahre

im 8 x 8 km-Raster entsprechende Daten. Für exakte wissenschaftliche Analysen wird ein Intensiv-Monitoring an 14 Messstationen in Thüringen betrieben, die alle Wuchsbezirke abdecken.

Der Waldschuttmeldedienst und spezielle Überwachungsverfahren liefern Daten zu Populationsbewegungen von Wühlmäusen und Hauptschadinsekten sowie

zum Auftreten von Pilzkrankheiten. All diese Aufgaben hat das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum (FFK) in Gotha zu gewährleisten. Die Ergebnisse sind im jährlichen Waldzustandsbericht dokumentiert (CHMARA et al. 2001, BAIER 2018).

In der Forstnutzung und Holzbringung hat sich ein rasanter Wechsel vollzogen. Forstliche Spe-

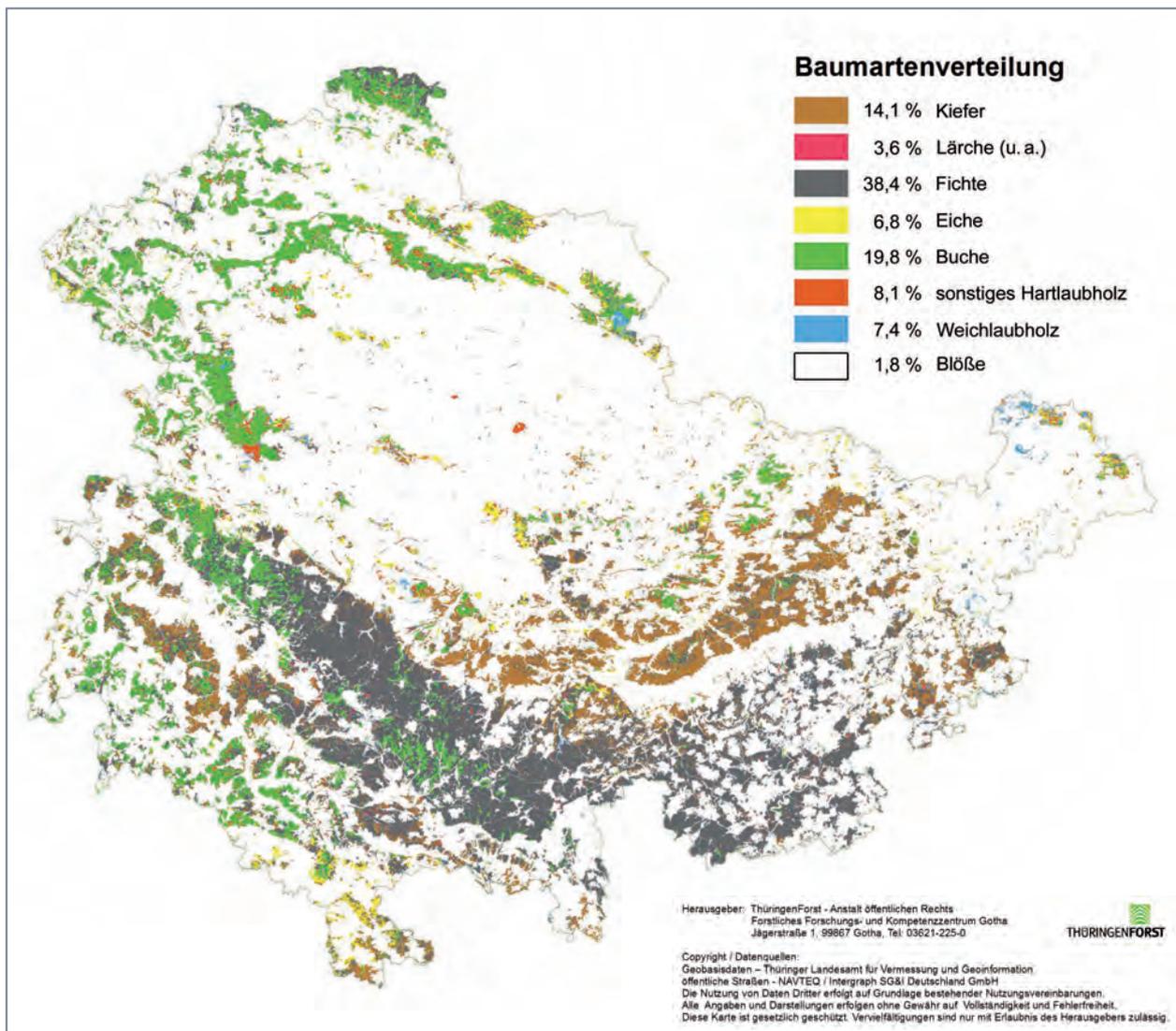


Abb. 17 Baumartenverteilung in Thüringen, Bundeswaldinventur 3, 2012 (Quelle: FFK Gotha, H. Hirschfeld 2015)

zialtechnik koppelt Baumfällung, Stammvermessung und Einschnitt sowie Rückung der eingeschnittenen Sortimente an Abfuhrwege miteinander. In schwierigem Gelände kommen Seilkräne zur Holzbringung nach motormanuellem Fällen zum Einsatz. Um mit den schweren Maschinen die Waldböden nicht überall zu schädigen, müssen vorausgewählte Arbeitsschneisen geschaffen sein, auf denen sich die Forsttechnik zu bewegen hat. Mit besonderen Reifen und Spezialkonstruktionen wird versucht den schädigenden Bodendruck zu mindern (WITTICKE 2015, WELLER et al. 2018).

Als eine Bedrohung für die Waldökosysteme, die natürlichsten Gebiete unseres Landes, erweisen sich zunehmend Errichtungen von Windkraftanlagen im Wald (vgl. auch Kapitel 6). Hierdurch entstehen großflächige Wegebauten, die sich wegen der Ausmaße der Transportteile, besonders der Rotorblätter, durch große Kurvenradien, enorme Lastaufnahme und überbreite Randstreifen „auszeichnen“. Das wird bislang unzerteilte Waldgebiete extrem zerschneiden. Für Fundamente, Kranstellplätze und Montageflächen sind Kahlschläge

und nachfolgende Planierungsarbeiten notwendig. Pro Anlage werden über Straßen und Stellplatzflächen etwa 2-3 ha Waldfläche geopfert.

Was an übrigen Opfern und Negativfolgen zu tragen ist, wird die Zukunft zeigen (ETSCHKEIT et al. 2016).

Die thüringischen Wälder mit einer Gesamtfläche von etwa 550.000 ha erbringen derzeit jährlich rund 5,8 Millionen Vorratsfestmeter (m<sup>3</sup> mit Rinde) an Zuwachs (Bundeswaldinventur 3).

Wegen der Baumartenverteilung und der Altersstruktur der Bestände sowie verschiedener Schutzbestimmungen werden davon nur 3,5 Millionen Kubikmeter (Erntefestmeter ohne Rinde) genutzt. Die Holzvorräte bauen sich daher weiter auf, die Nachhaltigkeit der forstlichen Produktion ist folglich gesichert. Dabei sind etwa 70 % aller Waldflächen naturschutzrechtlich in Ihrer Bewirtschaftung eingeschränkt und haben neben der Holzproduktion Schutzfunktionen zu gewährleisten (ThüringenForst – online).

Die Baumartenverteilung in Thüringen zeigt die Abb. 17.

Das extreme Trockenjahr 2018 und die Folgen der Sturmkatastro-

phen der vergangenen Jahrzehnte ergeben erhebliche Sonderaufwendungen bei der weiteren waldbaulichen Arbeit und in der zukünftigen Holznutzung. In der Landespolitik und bei der Öffentlichkeitsarbeit muss diese Katastrophensituation eine viel größere Beachtung finden <sup>1</sup>

## Fazit

Um die derzeitigen Waldstrukturen in Thüringen besser zu verstehen, ist es notwendig, einen tieferen Einblick in die Waldgeschichte der einzelnen Wuchsgebiete und Landschaften zu gewinnen.

Somit können Fehleinschätzungen für die zukünftige Arbeit sowohl im Waldbau als auch im Naturschutz vermieden werden.

*Helmut Witticke*

---

<sup>1</sup> Anmerkungen:

Lediglich die CDU-Fraktion hat bereits im November 2018 mit einem Antrag (Drucksache 6 / 6482) die Landesregierung zum Handeln aufgefordert und dargelegt, welche Konsequenzen aus der dramatischen Lage im Forst zu ziehen sind.

# 3. Wald und Kohlenstoffbilanz

## 3.1 Einführung

In der Diskussion über den Klimawandel, der durch den Anstieg klimawirksamer Gase in der Atmosphäre bedingt ist, wird nach Möglichkeiten gesucht, diesen Anstieg zu begrenzen oder auszugleichen. Dabei wird immer wieder die Bedeutung des Waldes herausgestellt, da im Wald die Vorräte an Holz erhebliche Mengen an Kohlenstoff binden. Damit unterscheidet sich der Wald von landwirtschaftlich genutzten Flächen, wo Feldfrüchte oder Grünland keine derartigen Kohlenstoffspeicher aufweisen. Aber auch der Wald ist ein Wirtschaftsgut, in dem der Zuwachs geerntet wird, um Bedürfnisse der Öffentlichkeit zu befriedigen. Die Palette an Produkten, die aus Holz gefertigt werden, reicht von Bauholz über Zeitungs- und Toilettenpapier bis hin zu Fasern für die Herstellung von Outdoor-Kleidung. In Zukunft, sofern in einer Bioökonomie Plastikprodukte aus Holz hergestellt werden, wird die Bedeutung von Wald als Holzlieferant steigen. Bei einer nachhaltigen Bewirtschaftung sollten die Vorräte im Wald trotz Nutzung konstant bleiben, und würden daher bei oberflächlicher Betrachtung keinen Beitrag zu Klimaschutz leisten. Daher wird von Seiten des Naturschutzes argumentiert, dass allein in einem Wald, in dem keine Nutzung erfolgt, die Klimaschutzwirkung des Waldes voll zur Geltung kommt. Dabei wird aber übersehen, dass die Öffentlichkeit Produkte aus Holz benötigt und in Anspruch nimmt.

Im Folgenden sollen nunmehr diese Fragen diskutiert werden:

- Wie unterscheidet sich die Kohlenstoffbilanz des Waldes im Vergleich zu anderen Landnutzungen?
- Wie ist die Leistung des Wirtschaftswaldes im Vergleich zu Waldnaturschutzgebieten zu bewerten?
- Mit welchen Risiken hat die Forstwirtschaft in einer Zeit des Klimawandels zu rechnen, um die bisherigen Leistungen aufrechtzuhalten?

## 3.2 Die Kohlenstoffbilanz des Waldes im Vergleich zu anderen Landnutzungen

Über die Leistung eines Ökosystems hinsichtlich der Klimawirksamkeit gibt es sehr unterschiedliche Vorstellungen. In dem EU-Projekt „CarboEurope“ (SCHULZE et al. 2009) wurden die Begriffe einheitlich definiert und in folgender Bilanzierung zusammengeführt (Abb. 18): Die Photosynthese ist der grundlegende Prozess der CO<sub>2</sub>-Fixierung. Durch Nutzung des Sonnenlichtes wird Kohlendioxid in Zucker umgewandelt. Dieser Zucker ist der Baustein für die Herstellung von Biomasse. Dabei benötigt die Pflanze einen Teil der Photosyntheseprodukte zum eigenen Leben, d.h. die Photosynthese repräsentiert nicht die Kohlenstoffbilanz. Über die „autotrophe Atmung“ (die Atmung der Pflanze) gelangt CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre. Nach Abzug aller Kosten repräsentiert

die Netto-Primärproduktion als Wachstum von Spross und Wurzel eine erste Bilanz auf der Ebene der Pflanze. Ein Teil dieses Wachstums wird durch den Menschen geerntet, ein Teil bleibt in der Vegetation und verändert die stehende Biomasse, ein Teil wird im Jahresverlauf wieder absterben (z. B. Laubfall), wodurch Biomasse auf den Boden kommt. Vor allem in landwirtschaftlichen Systemen kann organischer Dünger in das System hinzugefügt werden. Die tote Biomasse und Dünger werden von Bodenorganismen zum Leben genutzt, wobei durch die sogenannte heterotrophe Atmung CO<sub>2</sub> wieder freigesetzt wird. Feuer kann zusätzlich einen Teil der Vegetation vernichten und CO<sub>2</sub> freisetzen. Bei der Zersetzung toter Biomasse wird löslicher organischer und anorganischer Kohlenstoff freigesetzt und ans Grundwasser abgegeben. Am Ende dieser Kohlenstoffnutzung im Ökosystem steht die „Netto-Biomproduktion“, d. h. die Änderung in der Kohlenstoffmenge im Ökosystem. Dies ist aber noch nicht die Bilanz aller klimawirksamen Spurengase. Es gibt Quellen und Senken von Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O), um nur einige zu nennen, die je nach chemischen Eigenschaften ein Vielfaches an Klimawirksamkeit im Vergleich zu CO<sub>2</sub> haben. Zur Vergleichbarkeit werden sogenannte CO<sub>2</sub>-äquivalente Mengen berechnet. Erst nach Berücksichtigung aller dieser Umsetzungen bleibt die Netto-Treibhausgas-Bilanz, anhand derer man verschiedene Ökosysteme oder Nutzungen (einschließlich des Naturschutzes) vergleichen kann.

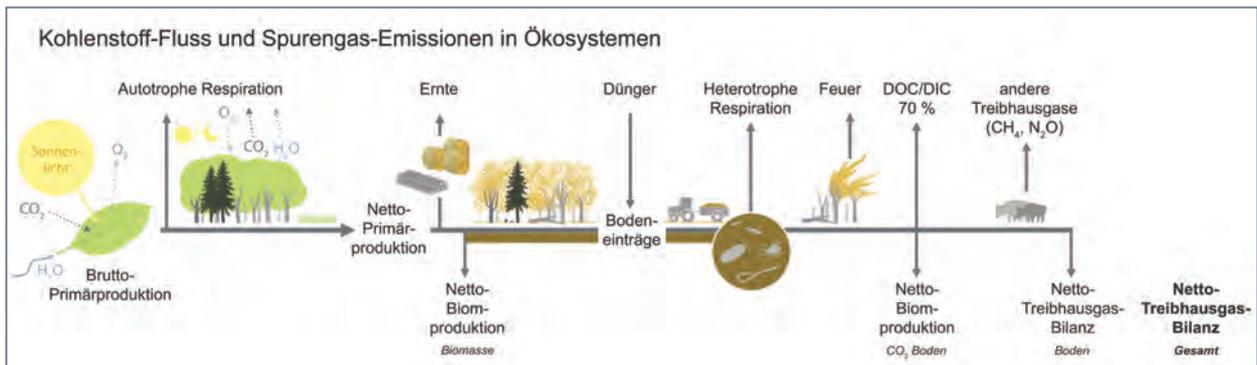


Abb. 18 Begriffe über Kohlenstoffbilanzen (SCHULZE et al. 2009)

In dem EU-Projekt CarboEurope wurden die wichtigsten Landnutzungen Europas verglichen und die Netto-Ökosystem-Bilanzen berechnet (Tabelle 5).

Es zeigt sich, dass im Vergleich aller Landnutzungen der Wald die einzige größere Senke für klimawirksame Gase ist. Grünland ist ebenfalls eine Senke, aber die Bilanz wird stark von wirtschaftsbedingten Emissionen bestimmt: Methan und Lachgas. Die agrarische Nutzung führt zu einer erheblichen Belastung der Atmosphäre.

Auf Landschaftsebene bestimmen die Anteile der Flächennutzung die Bilanz der Treibhausgase. Bezogen auf Europa ist diese Bilanz eine geringfügige Quelle klimawirksamer Gase (ca. 30 Tg Jahr<sup>-1</sup>), bedingt durch den größeren Anteil der Landwirtschaft an der Flächennutzung.

### 3.3 Die Anrechnung der klimawirksamen Leistung des Waldes

Durch die Berechnung der Kohlenstoffbilanz auf Landschaftsebene

Tab. 5 Die Netto-Ökosystem-Bilanzen unterschiedlicher Landnutzungen (SCHULZE et al. 2009). Senken von CO<sub>2</sub>, bei denen CO<sub>2</sub> von der Atmosphäre in die Vegetation aufgenommen wird, werden als negative Zahl dargestellt. Quellen von CO<sub>2</sub>, bei denen CO<sub>2</sub> von der Vegetation an die Atmosphäre abgegeben wird, werden als positive Zahl dargestellt.

Landnutzung	Netto-Ökosystem-Bilanz (gC-equ m <sup>-2</sup> Jahr <sup>-1</sup> )
Wald	-74
Günland	-14
Agrarnutzung	+40

geht die eigentliche Leistung des Waldes unter. Die fast ausgeglichene Treibhausgas-Bilanz über Europa führt auch dazu, dass von politischer Seite kein Anreiz besteht, etwas zu ändern. Um die eigentliche Leistung des Waldes für den Klimaschutz erkennbar zu machen, ist eine Einbeziehung der Holzprodukte in die Darstellung der Klimawirksamkeit von Wald erforderlich. Folgender Anrechnungsmodus wäre denkbar:

Nach Angaben der Bundeswaldinventur (BWI-3) nimmt der Vorrat des Waldes (bewirtschaftet und unbewirtschaftet) um ca. 15 Millio-

nen fm (1,4 fm ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) zu. Dies wäre die „Kohlenstoffsенке“, an die der Naturschutz denkt. Diese Vorratsänderung ergibt sich aus zwei Prozessen: (1) es ist der Anteil des Zuwachses, der nicht geerntet wurde, und (2) durch gute und nachhaltige Pflege gibt es eine positive Rückkopplung zwischen Zuwachs und Bewirtschaftung.

Beginnen wir bei dem zweiten Punkt: BOURIAUD et al. (2016) zeigen für Nadelwälder, dass der Zuwachs bei Bewirtschaftung um den Faktor 2 steigt, d. h. eine Ernte hat keine negative Wirkung auf den Vorrat. BOURIAUD et al.

(2019) zeigen diesen Sachverhalt für Buchenbestände. Der Vorrat ist unabhängig von der Bewirtschaftung. Dieser Sachverhalt fehlt in den Diskussionen über die Bedeutung von Flächenstilllegungen. Vergleicht man den mittleren Vorrat der Urwälder in der Slowakei (KORPEL 1995) mit den mittleren Vorräten im Altersklassenwald, so sind diese fast identisch. Dass die Bewirtschaftung des Waldes zu einer „Kohlenstoffschuld“ (HOLTMARK 2012) führt, ist für den Wald der temperaten Zone nicht korrekt. Auch die maximalen Vorräte sind im Wirtschaftswald eher höher als im von der forstlichen Nutzung ausgenommenen Wald (SCHULZE et al. 2019b).

Kommen wir zu dem ersten Punkt, so ist die Vorratssteigerung eine Senke, die aber vermutlich durch eine ungleichmäßige Altersklassenverteilung bedingt ist und sich langfristig abschwächt. In dieser Betrachtung fehlt aber die eigentliche Senke, die sich aus der Nutzung ergibt. In Deutschland werden etwa  $7 \text{ fm ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  aus dem Wald entnommen und in Produkte überführt. Nach einer primären Nutzung sollten diese Produkte entweder erneut genutzt werden oder in einer energetischen Nutzung wieder in  $\text{CO}_2$  überführt werden. Bei der Anrechnung einer Senke geht es aber nicht um den Produktspeicher, sondern darum wieviel Energie am Schluss einer Nutzungskette aus der Biomasse gewonnen werden kann. Unter Berücksichtigung aller energetischer Kosten in der Holzernte und Holz-

verarbeitung ersetzen die  $7 \text{ fm ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  etwa  $1 \text{ m}^3$  Heizöl. Es ist diese Substitution fossiler Brennstoffe, die klimawirksam ist. Addiert man den Kohlenstoffgehalt in der Vorratsänderung und den Kohlenstoffgehalt im eingesparten Heizöl, so ergibt sich eine Einsparung in den  $\text{CO}_2$ -Emissionen von  $3.200 \text{ kg CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  für den Wirtschaftswald, wobei  $1.232 \text{ kg CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  aus der Vorratsänderung und  $1.988 \text{ kg CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  aus der Substitution stammen.

Da die mittleren Vorräte im Wirtschaftswald und in Waldnaturschutzgebieten ähnlich sind, sehen wir keine besondere klimawirksame Leistung einer Stilllegung. Eher führt Stilllegung zu einer Absenkung der Zuwächse und es fehlt der Substitutionseffekt. Das bedeutet, das Waldnaturschutzgebiet müsste mit einer unterlassenen Klimavermeidung von  $1.988 \text{ kg CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  belastet werden. Dies sind die volkswirtschaftlichen Kosten und die Klimakosten des Naturschutzes.

### 3.4 Ungeklärte Probleme

Im Augenblick ist es nur möglich, auf der Basis der Bundeswaldinventur pauschale Mittelwerte anzugeben ohne Berücksichtigung von Unterschieden zwischen Baumarten und Standorten. Da es hier zunächst um das Prinzip geht, sind diese Unterschiede zweitrangig. Sie müssten aber in Zukunft quantifiziert werden, wenn es um die Anrechnung konkreter Flächen geht. Unzureichend bearbeitet ist dabei

die Rückkopplung zwischen Zuwachs und Bewirtschaftung.

Die Menge an Biomasse, die der Wald bereitstellen kann zur Verbesserung der deutschen  $\text{CO}_2$ -Bilanz, ist limitiert durch die begrenzte Zuwachseleistung der einheimischen Baumarten. Es muss überlegt werden, ob durch die Auswahl von Baumarten aus der temperaten Zone sowohl Zuwachs als auch Klimastabilität erhöht werden können.

### 3.5 Schlussfolgerungen

- Wälder und Grünland sind gleich hinsichtlich der Kohlenstoffbindung, aber, da im Grünland mehr Methan und Lachgas produziert wird, sind auf Landschaftsebene die Wälder die stärkste Treibhausgas-Senke und gleichen die Emissionen der Landwirtschaft weitgehend aus.
- Wenn man die tschechischen und slowakischen Urwaldreste zum Vergleich heranzieht, dann sind die mittleren Vorräte von Wirtschaftswald und Waldnaturschutzgebieten gleich. Die maximalen Vorräte kurz vor der Ernte sind für den Wirtschaftswald sogar höher als für Waldnaturschutzgebiete. Es gibt eine positive Rückkopplung zwischen Zuwachs und Bewirtschaftung, die bei der Klimawirkung des Waldes berücksichtigt werden muss.
- Die Ernte bedeutet keine Emission. Der klimawirksame Effekt des Waldes errechnet sich aus der Vorratsänderung und aus der Menge an Holz, die nach

einer Verwendung energetisch genutzt wird. Bei  $7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  Nutzung werden am Schluss etwa  $1 \text{ m}^3$  Heizöl ersetzt. Das  $\text{CO}_2$ , das bei der Verbrennung frei gesetzt wird, ist Teil des natürlichen Kohlenstoffreislaufs

und daher nicht anrechenbar. Die Substitution von fossilen Brennstoffen fehlt in Waldnaturschutzgebieten. Dies müsste als unterlassener Klimaschutz dem Naturschutz in Rechnung gestellt werden.

- Fremdländische Arten werden nötig sein, um in Zukunft ein stabiles Waldbild zu erhalten.

*Ernst-Detlef Schulze*

# 4. Wald und Artenvielfalt

## 4.1 Einführung

Die Konferenz „Tag der Artenvielfalt“ zum Stand der biologischen Vielfalt hat in Bonn im Mai 2019 empfohlen, dass bis 2030 insgesamt 30 % der Erdoberfläche unter Schutz zu stellen sind, um die Artenvielfalt der Erde zu erhalten. Die angestrebten 30 % sind weniger als die von Edward Wilson geforderten 50 %, aber es ist doch so viel, dass diese Unterschützstellung, sofern sie in Deutschland umgesetzt wird, erhebliche Auswirkungen auf die Versorgung mit landwirtschaftlichen und forstlichen Produkten haben wird. Die neuen Forderungen übertreffen die bisherigen Pläne für Naturschutzflächen, wo über 5 % Stilllegung im Wald und 2 % Wildnis auf der Landesfläche gesprochen wurde.

In dieser Situation ist es dringend erforderlich, den Zustand der Biodiversität in Deutschland zu überprüfen. Es ist unbestritten,

dass in den Tropen große Landnutzungsänderungen stattfinden und Auswirkungen auf die Artenvielfalt in den Tropen haben. Diese Landnutzungsänderungen reichen von der Umwandlung des tropischen Regenwaldes in Kurzumtriebsplantagen mit Eukalyptus bis hin zu Palmöl- und Soja-Feldern. Die Produkte, die auf diesen Plantagen erwirtschaftet werden dienen dem Export in Industrienationen, die nicht in der Lage sind, ihre Stoffbilanz auszugleichen, insbesondere Deutschland. Diese Änderungen in der Landnutzung erfolgen gleichzeitig zu einer nie zuvor erlebten Intensivierung der Landwirtschaft in der gemäßigten Zone, was ebenfalls Rückwirkungen auf die Artenvielfalt hat.

Unbenommen von diesen Prozessen ist die nachhaltige Nutzung des Waldes abzutrennen von den Änderungen in der Landnutzung, d.h. von der Umwandlung von Wald in agrarische Nutzung oder

Infrastrukturmaßnahmen. Im Folgenden soll daher geklärt werden:

- Wie sind die Arten in Deutschland auf Offenland und Wald verteilt?
- Wo leben die geschützten, gefährdeten und Verantwortungsarten?
- Welche Trends sind für den Wald erkennbar?
- Welche Anforderungen an die Nutzung des Waldes sind daraus abzuleiten?

## 4.2 Artenvielfalt in Offenland und Wald

Da die Vielfalt in der Pflanzwelt weitgehend die Vielfalt der anderen Organismen bestimmt (SCHERBER et al. 2010), wird im Folgenden die Verteilung der Artenvielfalt auf Offenland und Wald am Beispiel der Pflanzarten diskutiert. Die Tabelle 6 zeigt, dass der Wald in der gemäßigten Klimazone relativ artenarm ist. Er enthält nur ca. 10 % des Arteninventars. Darüber hinaus erkennt man, dass im Offenland eine erhebliche Neuentstehung von Arten im Gang ist. Die Apomikten und Hybriden machen fast ein Drittel der Flora aus, und diese Neubildung von Arten findet primär im Offenland statt. Die sogenannten indigenen Arten machen nur etwa die Hälfte der Gesamtfloa aus. Im Wald ist dieser Anteil größer.

Insgesamt ist in der Flora Deutschlands kein deutlicher Artenrückgang erkennbar. Nur etwa 30 Arten sind ausgestorben, wo-

*Tab. 6 Verteilung der Pflanzenarten auf verschiedene Gruppen: Apomikten sind selbstbestäubende Arten, Hybriden sind stabile Kreuzungen zwischen Arten, Neophyten sind Arten, die nach der Entdeckung Amerikas nach Deutschland gelangten, Archaeophyten sind Arten, die mit der Einführung der Landwirtschaft in der Jungsteinzeit nach Deutschland kamen und indigene Arten sind jene, die sich nach der Eiszeit ausbreiteten (SCHULZE et al. 2015).*

	Wald und Offenland	Offenland	Wald
Gesamtzahl	3.874	3.530	344
Apomikten	961	958	3
Hybriden	116	112	4
Neophyten	488	474	14
Archaeophyten	235	233	2
Indigene Arten	2.074	1.753	321

bei aber einige dieser Arten inzwischen wieder gefunden wurden. Nach derzeitiger Kenntnis ist im Wald keine walddtypische Pflanzart ausgestorben (*Rosa abietina* und *Carex depauperata* wurden wiedergefunden). Es wird weiterhin aus Tabelle 6 deutlich, dass der Wald nicht einen Artenrückgang bzw. eine Gefährdung von Arten im Offenland ausgleichen kann. Es handelt sich um unterschiedliche Artengruppen.

Die Auflistung der Gesamtzahl der Pflanzarten gibt noch keinen Einblick in den Gefährdungszustand. Dazu wird die Flora unterteilt in geschützte Arten, die per Gesetz einen Schutzstatus haben sowie in gefährdete Arten, die von Experten beobachtet und in der Roten Liste zusammengefasst werden. Darüber hinaus gibt es Arten, für deren Fortbestand Deutschland eine Verantwortung hat (SCHULZE & AMMER 2015). Diese Pflanzarten sind in Tabelle 7 aufgelistet.

Aus Tabelle 7 wird deutlich, dass nur etwa 10 % der naturschutzrelevanten Arten im Wald vorkommen. Da es sich um unterschiedliche Pflanzengesellschaften handelt, kann der Wald in keiner Weise die Gefährdung von Arten im Offenland kompensieren bzw. die Offenlandarten beherbergen. Die Gesamtzahl naturschutzrelevanter Arten ist niedriger als die Summe der einzelnen Gefährdungstypen, da es vielfältige Überschneidungen gibt.

Eine Möglichkeit, die Ausweisung von Naturschutzflächen an der Naturschutzrelevanz zu orientieren, wäre die, dass man sich

**Tab. 7 Zusammenfassung von geschützten, gefährdeten und Verantwortungsarten (SCHULZE & AMMER 2015)**

	Wald und Offenland	Offenland	Wald
Gesamtzahl	1.177	1.077	100
Geschützt	370	310	60
Gefährdet	712	660	52
Verantwortung	303	286	17

primär auf die Arten fokussiert, die sowohl geschützt als auch gefährdet sind und für die Deutschland eine Verantwortung übernommen hat. Im Wald wären dies drei Arten: das Hügel-Lungenkraut, das Dolden-Winterlieb und der blattlose Widerbart. Das Problem dabei wäre aber, dass das Lungenkraut und das Winterlieb an Bewirtschaftung gebunden sind. Der Widerbart kommt selten vor und ist nicht an Stilllegungsflächen gebunden. Alle drei Arten sind nur durch Bewirtschaftung zu erhalten.

### 4.3 Artenvielfalt im Wirtschaftswald und im Wald ohne forstliche Nutzung

Die vorangegangene Betrachtung bezog sich auf Pflanzarten als wesentlichem Ausgangspunkt für andere Organismen. Es wird befürchtet, dass andere Organismen einen Artenrückgang erleiden, der unabhängig ist von den Veränderungen bei den Pflanzen. SCHALL et al. (2017) untersuchten daher eine große Zahl von Organismengruppen für Waldhabitats, u.a. Fledermäuse, Vögel, Spinnen, We-

berknechte, Käfer, Hautflügler, Florfliegen, Wanzen, Gefäßpflanzen, Moose, Flechten, Pilze und Bakterien. Sie alle kamen im „klassischen“ Altersklassenwald mit größerer Häufigkeit vor, als im strukturierten Dauerwald und im Waldnaturschutzgebiet.

Das Verhalten der Vögel hat dabei besondere Bedeutung, denn Vögel sind das Endglied einer Nahrungskette. Sie werden daher als Indikator für den ökologischen Zustand in einem Ökosystem genutzt. Die Bundesanstalt für Naturschutz (BfN) hat eine repräsentative Gruppe von Vogelarten ausgewählt, die für den Wald als typisch angesehen werden. Es wurde festgestellt, dass bei dieser Gruppe von Vögeln seit dem Jahr 1970 keine Änderung in den Populationen beobachtet wurde (Abb. 19). In Erwartung darauf, dass sich durch massive Unterschutzstellung von Wald diese Situation in Zukunft verbessern könnte, hat man den Basiswert von 1970 auf 80 % skaliert. Nun zeigt aber SCHULZE et al. (2019), dass die vom BfN ausgewählte Gruppe heterogen aus nichtziehenden, aus regional ziehenden und aus kontinental ziehenden Vogelarten zusammengesetzt ist. Als Maß für den

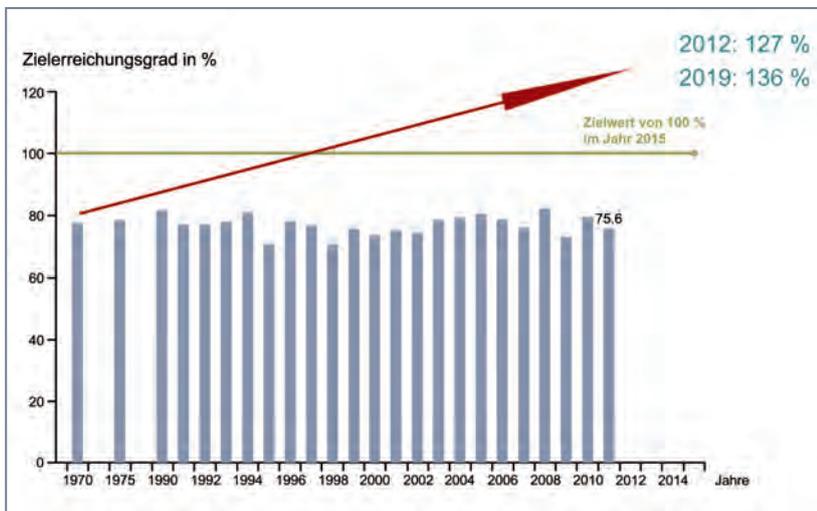


Abb. 19 Die Veränderung der vom BfN (2015) ausgewählten Vogelarten (vertikale Säulen: Grauspecht, Kleiber, Kleinspecht, Mittelspecht, Schreiadler, Schwarzspecht, Schwarzstorch, Sumpfmöwe, Tannenmöwe, Waldlaubsänger und Weidenmöwe) im Vergleich zu der Veränderung von typischen winterheimischen Waldarten (rote Linie: Blaumöwe, Kohlmeise, Sumpfmöwe, Grauspecht, Buntspecht, Schwarzspecht, Mittelspecht, Gimpel, Eichelhäher, Waldbaumläufer) (Grafik: BfN 2014, Daten: DDA 2013)

Zustand des Waldes in Deutschland kann man sich nur auf die nichtziehenden, winterheimischen Arten beziehen, und die zeigen eine erhebliche Zunahme.

Eine statistische Analyse zeigt, dass die typischen Waldarten bedingt durch Klimawandel (u.a. durch eine längere Vegetationsperiode) und Waldumbau (z. B. Mischwald) an Häufigkeit gewonnen haben. Der Wirtschaftswald hat das vom BfN gesetzte Planziel von 100 % bereits im Jahr 1997 erreicht und befindet sich 2019 bei etwa 130 % bezogen auf das Basisjahr 1970.

In der Kürze dieser Ausführungen kann leider nicht auf die Bedeutung des Mischwaldes und auf die Bedeutung von Straucharten eingegangen werden.

#### 4.4 Probleme, ungeklärte Fragen

Trotz aller positiven Befunde über die Artenvielfalt im Wald soll an dieser Stelle nur auf einige wenige Probleme hingewiesen werden.

**Jagd:** Die Regulierung des Abschusses ist ein bedeutsamer Faktor, der aber bisher nicht verhindert hat, dass die Wildbestände regional weiter anstiegen.

**UNESCO-Naturerbe Buche:** In der Begründung zur Anerkennung der Buche als UNESCO Naturerbe werden „Reinbestände“ von Buche gefordert. Dies widerspricht der Einsicht, dass die Artenvielfalt der Gehölzarten im Wald Ausgangspunkt der Artenvielfalt insgesamt ist. Bei

den Pilzen wurden entsprechende Modellrechnungen durchgeführt. Würde die Buche aussterben, würde sich an der Pilzflora nichts ändern. Andere Gehölzarten sind von größerer Wichtigkeit. Die hohe Zahl an Gehölzarten in Deutschland ist wirtschaftsbedingt.

**Erholung:** Die intensive Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen hat dazu geführt, dass sich die Erholungsnutzung auf den Wald konzentriert. Bei ungebremstem Betretungsrecht verschärft sich die Gefährdung der dort vorkommenden Biotope und Arten weiter.

#### 4.5 Schlussfolgerungen

- Der Wald kann nicht den Artenrückgang im Offenland kompensieren.
- Wirtschaftswald hat insbesondere bei kleinräumiger Eigentumsverteilung mehr weit verbreitete und geschützte Arten als Waldnaturschutzgebiete.
- Die Erhaltung der Vielfalt an Baum- und Straucharten ist Voraussetzung für den Artenreichtum im Wald.
- Eine Vielzahl von Problemen, die durch die zunehmende Nutzung des Waldes durch die Öffentlichkeit bedingt sind, könnte in Zukunft einen Artenrückgang auch im Wald in Gang setzen.

Ernst-Detlef Schulze

# 5. Wald und Erholung

## 5.1 Einleitung

Schon seit Jahrzehnten ist der Wald für die Menschen ein Ort des Wohlfühlens. Es gibt keinen Zweifel, und dies belegen auch Umfragen unter der Stadt- und Landbevölkerung, dass Wälder sehr stark als Erholungs- und Erlebnisraum wahrgenommen werden (vgl. Abb. 20). Im Wald kann man die „Natur“ mit allen Sinnen spüren, den Geruch des Bodens, die Waldluft, die Ruhe und die verschiedenen Tier- und Pflanzenarten kennen lernen. Das war nicht immer so. Der Osterspaziergang von Goethe ging durch ein Offenland, in dem man weit blicken konnte. Aber die Möglichkeiten zur Erholung in der offenen Landschaft sind in heutiger Zeit verloren gegangen. Wege, Hecken und Kleinstrukturen fehlen in der modernen Agrarlandschaft. Erholung kann man dort nicht suchen, und somit konzentriert sich die Suche nach Erholungsräumen auf den Wald. Der Wald wird touristisch und hinsichtlich der Erholungsaktivitäten von externen Interessenten vermarktet, ohne dass der eigentliche Eigentümer des Waldes an dem Prozess beteiligt ist. Daraus folgt, dass die meisten Menschen eine positive Einstellung und ebenso positive Vorstellungsbilder zum Wald haben und oft merken sie nicht, dass sie extern gesteuert werden. Auch Waldbesucher verlangen nach Ausblicken und fürchten sich im dichten Wald. Eine wohlgeordnete Parklandschaft wäre das Ideal.

Seit mehreren Jahren werden Wälder auch unter dem Blickwinkel

einer ökologischen Esoterik gesehen (Wald ist Natur, Vorstellung von dauerhaften Waldsystemen, der besondere Vorrang des Schutzes vor der Nutzung). Die Forstwirtschaft wird, auch mit ihrem wissenschaftlichen Potential, weitgehend bei diesen Betrachtungen ausgeblendet. Der Förster ist nicht mehr ein Mensch, der den Wald pflegt und erhält, sondern ein Mensch der „Bäume beseitigt“.

Die Bemühungen der Forstwirtschaft zur Erhaltung und Gestaltung der Waldflächen, zum Waldumbau in stabile Mischwälder, zur Vermeidung des Schädlingsbefalls, zur Abwendung von Sturmschäden, zur Erzielung eines ausgewogenen Verhältnisses von Wald und Wild sowie zur Regelung von Artenschutzmaßnahmen bei Pflanzen und Tieren werden in der Öffentlichkeit nicht wahrgenommen oder gar honoriert. Auch forstliche Investitionen, die dazu dienen, den Wald zu bewirtschaften (z. B. Wege), werden von der Öffentlichkeit als Anlagen für Erholungsaktivitäten angesehen.

Von Waldbesuchern benannte Konflikte kommen in den Stichworten Holzeinschlag, Bodenverdichtung durch Maschineneinsatz, zerfahrene Wege, Müll im Wald, Hunde, Reiter, Motorradfahrer und Radfahrer zum Ausdruck. In diesem Zusammenhang wird auch von „unordentlichen“ und „ungepflegten“ Wäldern gesprochen. Die Totholz-mengen, die im Wald stehen und liegen, sind dem Artenschutz gezollt.

Da im Vergleich zu früheren Jahrzehnten heute nur noch wenige



*Abb. 20 Spaziergänge im Wald sind zu allen Jahreszeiten ein Erlebnis (Aufn.: E. Titz).*

Menschen im Wald arbeiten, verliert der Wald als Produktionsraum in unserem Bewusstsein an Bedeutung. Weit verbreitet besteht die Idealvorstellung, dass der Wald einen ursprünglichen, vom Menschen unberührten Lebensraum, also „Wildnis“, darstellen soll, die aber an die exklusiven Ziele der Erholungs-suche angepasst werden muss.

Bei all diesen Betrachtungen spielt die wichtige Rohstoffgewinnung „Holz“ kaum eine Rolle, wobei die Bürger keine Hemmungen haben, ihre Papiertaschentücher (die aus Holz gefertigt werden) längs aller Wanderwege liegen zu lassen. Die Gesellschaft vergisst, dass das Holz für den Lebensstandard nach wie vor essentiell ist, von Hygieneartikeln (Toilettenpapier) über die Holzmöbel bis hin zur Outdoor-kleidung (Viskose) ist der Wald der Rohstofflieferant. Die stadtnahen



**Abb. 21** Geführte Wanderungen und das Erklären von ökologischen Zusammenhängen im Wald sind ein wesentlicher Teil der Öffentlichkeitsarbeit (Aufn.: H. R. Lange).

Wälder haben für die Bevölkerung einen besonderen Stellenwert, da sie zum Spaziergang (vgl. Abb. 21) oder für vielfältige sportliche Aktivitäten genutzt werden. Diese Naherholungsräume bedürfen einer gesonderten Betrachtung. Unser Fokus liegt auf den großen Waldgebieten, die bislang einem geringeren Druck durch die Bevölkerung unterlagen.

Will man den Bedürfnissen von Waldbesuchern gerecht werden, dann sind die Fakten um die Waldnutzung und die „Gratisleistungen“ der Wälder deutlicher zu vermitteln. Den meisten Menschen ist nicht einmal bewusst, dass es unterschiedliche Waldeigentümer gibt (Staats-, Kommunal-, Kirchen- und Privatwald) und dass der Erholungssuchende auch Pflichten gegenüber dem Eigentum hat.

Ein Schild, welches vom Thüringer Umweltministerium kurz nach der Wende am Rennsteig aufgestellt wurde, weist darauf hin:

*„Zum notwendig gewordenen Schutz der Wald- und Naturlandschaften werden alle Bürger, Erholungssuchende, naturbezogene Interessengemeinschaften, Vereine, Jagdgesellschaften, Landwirte und Anlieger eindringlich darauf hingewiesen, dass künftig verstärkte Kontrollen zur Einhaltung der Schutzbestimmungen des Forst- und Naturschutzes durchgeführt werden.“*

*Mit Bußgeld bzw. Strafanzeige hat zu rechnen, wer vorsätzlich:*

- *Wald und Naturlandschaften verunreinigt (auch Kleinstmengen, z.B. Zigarettenschachteln, Papier, Flaschen, Dosen).*

- *Müllentsorgung im Wald vornimmt.*
- *Mit motorgetriebenen Fahrzeugen gesperrte Waldwege bzw. Waldgebiete befährt (außer Nutzungsberechtigten und Rollstuhlfahrer).*
- *Mit Fahrzeugen außerhalb befestigter Straßen und Wege Landschaftsflächen befährt, Wiesen überquert oder sein Fahrzeug auf Wiesen parkt.*
- *Reiten oder Kutschfahrten außerhalb der zugelassenen Wege betreibt.*
- *Forst oder Naturschutz dienende Anlagen zerstört bzw. beschädigt.*
- *Eingriffe in Wald- und Naturlandschaften ohne fachliche Kompetenz vornimmt bzw. in Auftrag gibt (z. B. Entfernen von Bäumen und Hecken, Beschneiden von Hecken, Wegbegradigungen, Auffüllen natürlicher Bodenmulden, Höhlen, Entwässerungen von Feuchtbiotopen, Tümpeln u.s.w.).*
- *Nicht genehmigte Anlagen schafft bzw. betreibt (z. B. Schutzhütten, Zelte, Grillanlagen, Feuerstellen u.s.w.).*
- *Quellen, Quellanlagen und deren Bachläufe verunreinigt z.B. durch Fäkalien, Viehtrieb u.s.w.*
- *Straßen und Wege oder Naturlandschaften beschädigt und der Pflicht der Schadensbehebung nicht nachkommt.*
- *Durch Vereinsaktivitäten, jagdliche oder sonstige Aktivitäten die*

*Interessen des Allgemeinwohls unverhältnismäßig hoch beeinträchtigt, dem Schutz der Umwelt und Entwicklung von Tier und Pflanzen entgegenwirkt.*

*Der Bürger ist verpflichtet durch sein Verhalten dazu beizutragen, dass Natur und Landschaft pfleglich genutzt, nicht verunreinigt und vor Schaden bewahrt werden. [...]"*

## 5.2 Freizeit und Erholung

Die nachhaltige Entwicklung der Erholung im Wald setzt Menschen aus unterschiedlichen Bereichen in Aktion. Forstleute, Politiker, Ärzte, Regionalplaner, Landschaftspfleger, Naturschützer, Vertreter von Tourismus- und Sportverbänden müssten eng zusammenarbeiten,

um die gesundheitlichen Wirkungen im Wald in Verbindung mit dem Wirtschaftsraum „Wald“ zu nutzen.

Die hygienischen Wirkungen von Waldflächen werden bei der medizinischen Behandlung von Personen bewusst eingesetzt und sollen künftig von Kliniken und Rehaeinrichtungen sowie Kommunen therapeutisch genutzt werden (vgl. FRIEDMANN et al. 2019). Hier wird von einem „Heilklima“ gesprochen. Dabei sind die humanbiometeorologischen und hydrochemischen Wirkungen besonders zu erwähnen.

Stichworte wie Luftbestandteile, Strahlung, Schattenwirkung, Licht, Wärmeempfindungen, Niederschlag, Schall, Lärm, Ruhe, Windstille usw. belegen die Mannigfaltigkeit atmosphärischer Reize. All

diese gehen aber auch von blumenreichen Wildwiesen aus, nur sind diese verschwunden. Es ist die Vermarktung, die heute den Wald zu etwas Besonderem stilisiert.

Neben der individuellen Freizeitgestaltung im Wald nimmt die Anzahl kommerzieller Veranstaltungen mit hohen Teilnehmerzahlen verschiedener Art zu. Abgesehen von den rechtlichen Konsequenzen sei auch festgehalten, dass sich die Freizeit- sowie Erholungsnutzung zunehmend in die Abend- und Nachtstunden verlagern (vgl. Abb. 22). Diese Aktivitäten schließen nunmehr das gesamte Jahr und 24 Stunden am Tag ein. Somit wird eine Lenkung der Erholungssuchenden und Freizeitnutzer im Wald nötig.



**Abb. 22** Sonnenuntergänge über Wäldern können für viele Waldbesucher zu einem besonderen Erlebnis werden (Aufn.: H. R. Lange).

Es gibt mehrere Gründe und Belange zu berücksichtigen:

- Einhaltung der Wegegebote, auch im Winter
- Artenschutzgründe (seltene Pflanzen und Tiere)
- Forst und Jagd (forstliche Standorte, Ruhegebiete für Wildtiere)
- Naturschutzgebiete und Totalreservate sowie Forschungsflächen

Mit dem Aufkommen und den Aktivitäten von Mountainbikern und Reitern im Wald (Natursport) nehmen die Konflikte zwischen Erholungssuchenden, Naturschutz und Forstwirtschaft zu. Der Wald kann auch nicht als Auslauf für Hunde dienen. Die Menschheit schafft sich Geräte und Tiere an, die sie in ihrem privaten Bereich nicht mehr unterbringen bzw. pflegen kann und drängt nunmehr auf Flächen, die ihr nicht gehört, wo sie aber unerfüllbare Ansprüche stellt (mein Hund braucht am Wochenende Auslauf). Hier wird Umwelt- und Naturbewusstsein vorgeschoben, um eigene Vorteile zu gewinnen.

Bei all der Diskussion darf ein wichtiger Grundsatz nicht außer Kraft gesetzt werden: „Auch Wald benötigt Ruhe“.

Die Schutzwirkungen des Waldes sind sehr vielseitig und dürfen nicht durch klein- oder großflächiges Öffnen von Waldflächen für exorbitante Wünsche und Anlagen außer Kraft gesetzt oder wirkungslos werden.

Wald ist und sollte auch weiterhin als eine der wichtigsten Erho-

lungszonen für Menschen gelten, aber nicht als lärmgefüllter Sportplatz genutzt werden.

Die mit der Novellierung des Thüringer Waldgesetzes geplante Öffnung des Waldes zu weitreichenden Freizeitaktivitäten (z. B. Reit- und sonstige Sportveranstaltungen, Befahren mit E-Bikes, Kremserfahrten, Wandern) wird im Hinblick auf die ureigenen Funktionen des Waldes sehr kritisch gesehen. Der Wald kann nicht Freiraum zur Befriedigung aller Bedürfnisse werden.

So wie in der Medizin gilt auch für den Wald: „Die Dosis macht das Gift“. Eine begrenzte Zahl an Besuchern kann „der Wald vertragen“, aber ein Massenansturm an Menschen ist dem Wald-Ökosystem abträglich (z. B. 1.000 Pfadfinder auf einem Berggipfel im Thüringer Wald vor Ostern 2019). Man merkt an Pflanzen und Tieren, dass am Himmelfahrtstag oder Pfingsten schönes Wetter war.

### 5.3 Jagd

Die Jagd bleibt in dem Umfeld der Freizeitnutzung des Waldes ein umstrittenes Thema. Solange Spitzenprädatoren wie Wolf und Luchs nicht ausreichend vorhanden sind, um die Wildbestände auf ein waldverträgliches Maß zu begrenzen, wird Jagd notwendige Realität bleiben. Dabei geht es aber primär um die Regulation der Wildpopulationen und nicht um das „Erbeuten“ von Trophäen (den Gehörnen und Geweihen der männlichen Tiere). Zur Förderung einer modernen Jagd ist ein grundsätzliches Um-

denken nötig. In der gegenwärtigen Situation des Absterbens aller Baumbestände ist die Erhaltung des Waldes die zentrale Herausforderung. Hinsichtlich der Jagd sind sogenannte „Hegeringe“ für bestimmte Wildarten nicht mehr zeitgemäß. Ebenso ist die amtliche Trophäenschau, die historisch vorbelastet ist (GAUTSCHI 2010), abzuschaffen.

Bei aller Notwendigkeit einer Jagd, auch um das Ziel eines Waldumbaus zu erreichen, ist die Jagd in der Öffentlichkeit umstritten. Tierschützer wehren sich gegen das Töten von Wildtieren und laut Urteil des Europäischen Gerichtshofes können Eigentümer die Jagd auch in einer Jagdgenossenschaft untersagen.

Insofern spaltet die Jagd die Gesellschaft, wobei jeder der Beteiligten eigene Interessen zu verwirklichen sucht (Abb. 23). Steigende Wildbestände, die dem Wald als Ökosystem abträglich sind, gilt es, zu reduzieren. Der notwendige Waldumbau im Hinblick auf den Klimawandel ist zurzeit nicht ohne zusätzliche Investitionen (z. B. Zaunbau) umsetzbar.

### 5.4 Schlussfolgerungen

Waldbesuche steigern das menschliche Wohlbefinden und fördern die Gesundheit. Auch aus unterschiedlichen Gründen der Freizeitaktivitäten besuchen Menschen Wälder. Folgende Rangfolgen sind aus Umfragen unter Waldbesuchern bekannt: sie führen Hunde aus, beobachten die Natur, reiten, gehen

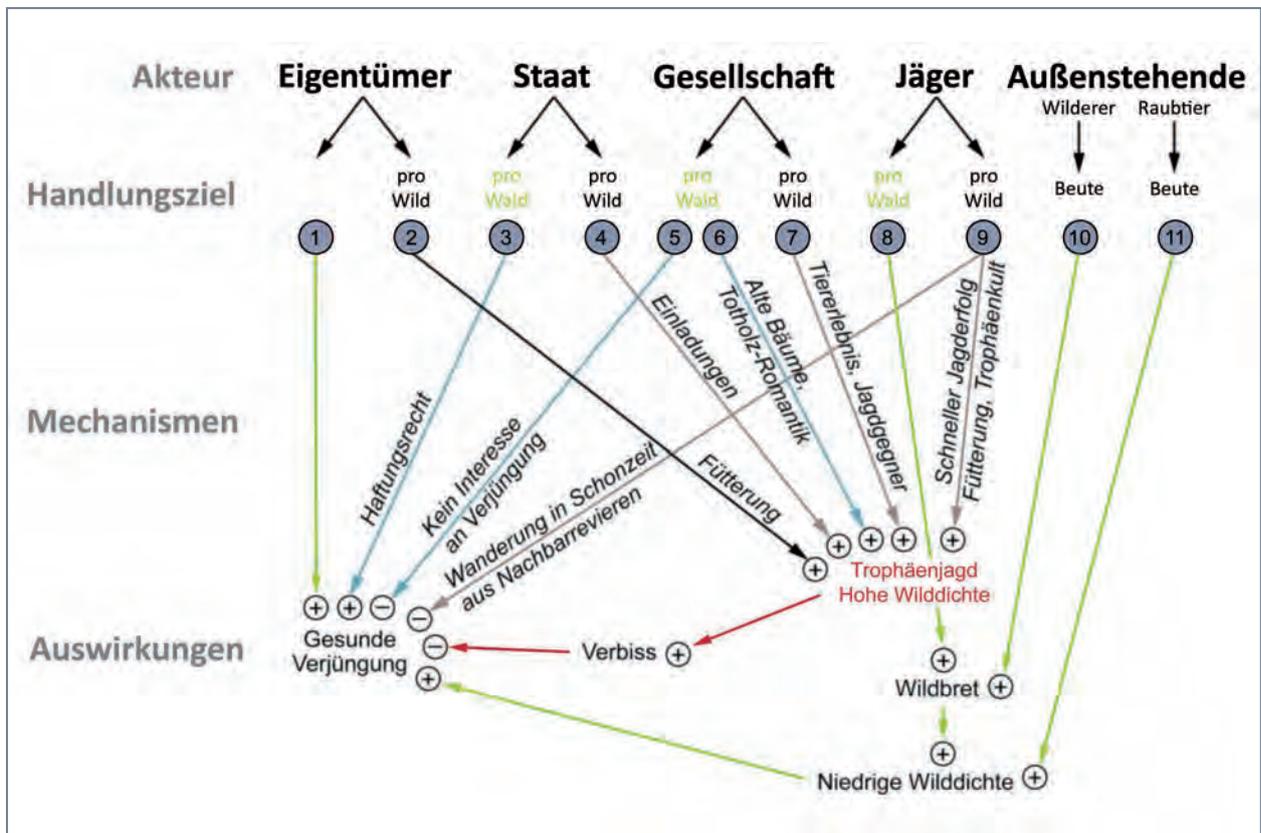


Abb. 23 Interessenlage der Bevölkerung bei der Frage „Wald vor Wild“ oder „Wild und Wald“

spazieren, joggen, wandern, betreiben Radsport, suchen Ruhe und Erholung, spielen mit Kindern, feiern oder sammeln (Pilze, Beeren usw.). An diesen Beispielen wird deutlich, dass der Wert des Waldes für die Öffentlichkeit sehr groß ist.

Jeder langzeitige menschliche Aufenthalt im Wald kann ein gesundheitlicher Gewinn sein, aber ein Massenansturm ist dem Wald abträglich, insbesondere wenn Haus- und Sporttiere mitgeführt werden.

Somit haben alle Waldbewirtschaftenden zwar eine Verpflichtung zur Pflege, zum Fortbestand und zur optimalen Gestaltung der

Wälder im Sinne der Wohlfahrtswirkung und Erholung für den Menschen, sie müssen aber den Wald als Eigentum auch bewirtschaften. Dabei haben sie auch auf Forderungen des Artenschutzes aller im Wald vorkommenden Tiere und Pflanzen zu achten. Insofern sind die Forderungen der Öffentlichkeit nach Erholung und Naturbeschaulichkeit ein signifikanter und unentgeltlicher Eingriff in das Eigentum. Dabei entstehen nicht unerhebliche Kosten, denn der „Spagat“ setzt für den wirtschaftenden Eigentümer umfassende forstliche Planungen und eine gute, durchdachte forstliche Praxis auf der Fläche vor-

aus und bedarf einer Präzisierung der Erholungs- und Freizeitaktivitäten im Wald.

Letztendlich bedeutet dies aber auch für die Gesellschaft, den Wald für Erholung und Freizeit in Wert zu setzen.

Martin Görner

## 6. Wald und Windkraft

### 6.1 Einleitung

Es gibt eine Reihe von Menschen, die mit formalen Betrachtungen die Windenergieanlagen im Wald (vgl. Abb. 24 und 26) verteidigt. So kann man Sätze wie: „Die Umweltverträglichkeit der Windenergie wird durch die Anwendung der bestehenden Gesetze gewährleistet“. Weitere Aussagen sind: „Wenn aus Energieertragsgründen Abstände von 250 bis 320 m zwischen den Anlagen eingehalten werden, verlieren Windparks weitgehend ihre „Riegelwirkung“, da die Vögel zwischen den Anlagen hindurch fliegen können. Von einer Beeinträchtigung der Vogelwelt kann daher eigentlich auch nicht mehr gesprochen werden.“ „Die meisten Insekten halten sich aber in einer Höhe von 0 bis 30 m auf. Damit ist auch der Insektenschlag an Windkraft-

anlagen nur noch von untergeordneter Bedeutung.“ Auch solche Behauptungen „Windenergie ist aktiver Umwelt- und Naturschutz“ werden dem eigentlichen Anliegen nicht gerecht, weil maßgebliche Details mit ihren Summenwirkungen ausgeblendet werden. So einfach ist die Welt eben nicht.

Ohne fachliche Begründung werden beispielsweise Aussagen getroffen: *„Vor dem Hintergrund der energiepolitischen Ziele werden in zunehmendem Maße auch Wälder in die Kulisse zur Nutzung von Flächen für die Gewinnung von Strom mittels Windkraftanlagen mit einbezogen“* (Bundesministerium Wirtschaft und Energie 2015).

Insbesondere der Ausbau der Windenergie ist mit erheblichen Eingriffen in die betreffenden Lebensräume der Kulturlandschaften verbunden. Hier geht es nicht nur

um Landschaftsverbrauch, Einschränkung der Biodiversität und Schallemissionen, sondern auch um eine Reihe von Wirkungen auf Menschen und Tiere, die nach wie vor noch unerforscht sind, obgleich generell bekannt ist, dass von Windkraftanlagen ein erhebliches Tötungsrisiko für Insekten, Vögel und Fledermäuse ausgeht.

Die Wälder mit ihren Flächenanteilen können den Artenrückgang, der durch den Biotopverlust im Offenland entstanden ist, nicht ausgleichen.

Die Errichtung von derzeit bis zu ca. 250 m hohen Windkraftanlagen in Wäldern (vgl. Abb. 25 und 26), selbst in geschützten Gebieten oder in Zugkorridoren von Vögeln (solche sind bei Fledermäusen oder Insekten noch weitgehend unbekannt), wird selbst von den dem Naturschutz verpflichteten Organisationen, Vereinen und Persönlichkeiten inzwischen mehr oder weniger akzeptiert. Ebenso sind die finanziellen Angebote nur einseitig; der Wertverlust an Waldfläche, für den Tourismus, an Gemeinwohl und den Gratisleistungen des Waldes werden nicht gegengerechnet.

Im Artikel 20a des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland steht: *„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.“*



Abb. 24 Windkraftanlage im Kaufunger Wald (Aufn.: J. Brauneis)

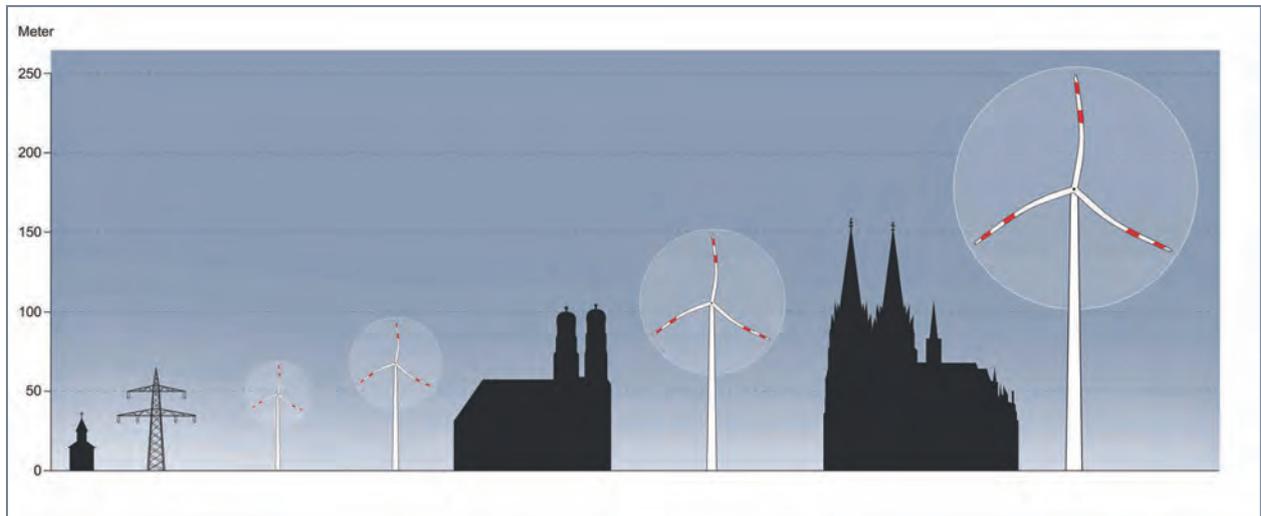


Abb. 25 Größenentwicklung von Windkraftanlagen innerhalb der letzten 20 Jahre im Verhältnis zu einem Kirchturm, einem Energieturm, zur Münchner Frauenkirche und zum Kölner Dom (Quelle: Deutsche Stiftung Kulturlandschaft 2013)

Der politische Wille ist die zweite Seite dieser Medaille. Die Politik ist gut beraten, wenn sie die naturwissenschaftlichen, technischen und wirtschaftspolitischen Erkenntnisse und Fakten nicht außer Acht lässt.

Dass in der Agrarlandschaft Mitteleuropas der besorgniserregende Artenrückgang festgestellt und derzeit heftig in der Bevölkerung diskutiert wird, reicht nicht aus. Hier ist gezieltes Handeln, art- und biotopbezogen, umgehend notwendig.

Die Tierarten, die in den Wäldern Mitteleuropas vorkommen, sind, wie nationale und internationale Studien belegen, in der Regel in ihren Beständen nicht rückläufig (vgl. Abb. 27). Sollen nun auch diese Tierarten, die bevorzugt in den letzten Rückzugsgebieten der Kulturlandschaft, den Wäldern, leben und vorkommen, durch die Öffnung von Waldflächen zur Errichtung von Windkraftanlagen und den damit verbundenen Störungen

eine ebensolche Entwicklung wie die des Offenlandes nehmen?

Auch wenn die Gefährdung von Insekten, Vögeln, Fledermäusen und anderen Arten wegen des Un-

tersuchungsaufwandes und der Komplexität wissenschaftlich noch nicht im Detail erforschter Zusammenhänge belastbar vorausgesagt werden kann, darf fehlendes Wis-

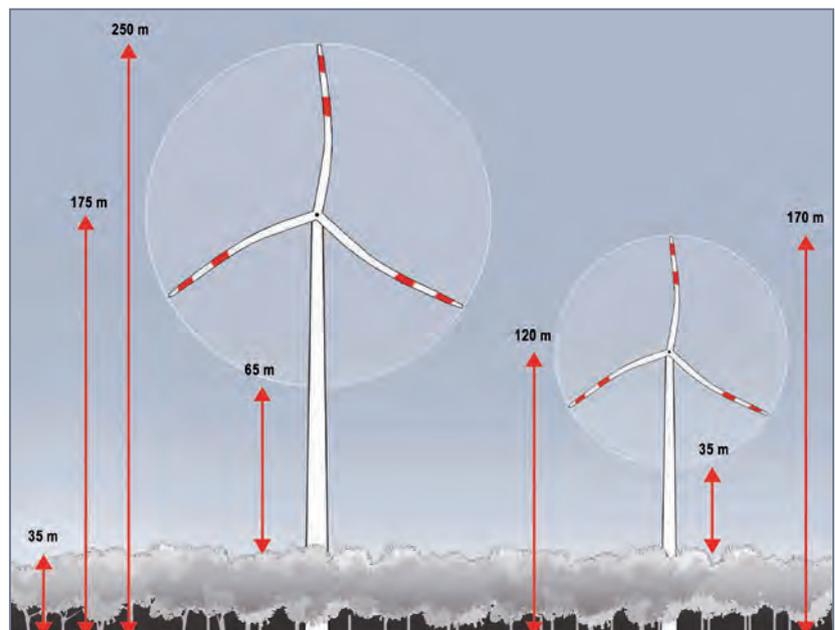


Abb. 26 Anlagenbauer empfehlen im Wald Windräder mit Nabenhöhen von über 120 m.



**Abb. 27** Schwarzspechte benötigen bevorzugt Alt- und Starkholz, um Höhlen anzulegen. Somit haben Spechte durch die Schaffung von Höhlen, die zahlreichen Tieren als Unterschlupf- und Fortpflanzungsstätte dienen, eine Schlüsselfunktion in Waldökosystemen (Aufn.: T. Horak).

sen kein Freibrief für die Installation derartiger Anlagen im Wald sein. Eine Fülle von biologischen Fragen, die Windkraftanlagen im Wald betreffen, sind noch nicht geklärt (siehe Kapitel 6.6).

Auf der einen Seite werden mit Hinweis auf den Artenschutz vom Menschen unbeeinflusste Wälder und große Wildnisgebiete gefordert. Auf der anderen Seite sollen seit Jahrhunderten bestehende Waldgebiete für Windkraftanlagenstandorte geopfert werden.

Oberstes Ziel müsste es doch sein, dass alle Negativfaktoren, die auf Tierpopulationen und Ökosysteme einwirken, weitgehend ausgeschlossen werden.

## 6.2 Lebensraum Wald

An die sehr unterschiedlichen Waldstrukturen haben sich im Verlauf von Jahrhunderten eine Viel-

zahl von Tieren, Pflanzen und Pilzen angepasst, die vielfältige Habitatstrukturen nutzen.

In der Regel ist die Schichtung der betreffenden Waldgesellschaften recht unterschiedlich. Typisch für die Schichtung des Laubwaldes sind die 1. und 2. Baumschicht, die Strauchschicht, die Krautschicht und die Mooschicht.

Nach THOMASIUS in SCHUBERT (1984) zeichnen sich Wälder gegenüber anderen Ökosystemen durch die Vorherrschaft von Bäumen aus, die so dicht beieinander stehen, dass sich ein spezifisches Waldinnenklima mit einem besonderen Waldbodenzustand einstellt.

Wissenschaftler haben ermittelt, dass in einem Buchenwald etwa 7.000 verschiedene Tierarten vorkommen. Die Insekten sind mit mehr als 5.000 Arten eine bedeutende Tiergruppe, dazu kommen Würmer, Schnecken und Spinnen. Die Gruppe der Wirbeltiere ist mit etwa 100 Arten überschaubar (vgl. SCHRÖDER 1979).

Zur Lebensraumsicherung der gesamten Artengarnitur eines Waldgebietes muss die Vielfalt der vollständigen Entwicklungsphasen aller Tierarten gesehen werden. STURM (1992/93) in SCHERZINGER (1996) hat eine Zusammenstellung von waldbewohnenden Tierarten für Deutschland vorgenommen (vgl. Tab. 8).

Die Erhaltung der Biodiversität ist eines der Ziele des modernen Naturschutzes.

An nur einem Beispiel kann verdeutlicht werden, wie zwiespältig die Belange des Artenschutzes der-

**Tab. 8** Beispiele von waldbewohnenden Tierarten (nach STURM 1992/93 in SCHERZINGER 1996)

Tiergruppe	Arten
Säugetiere	56
Vögel	211
Tagfalter	165
Nachtfalter	1.400
Kleinschmetterlinge	1.720
Bockkäfer	163
Buntkäfer	14
Kurzflügel-/ tutzkäfer	291
Ameisen	75
Landwanzen	680
Spinnen	746
Weberknechte	35

zeit gesehen werden. Es gibt klare Gefährdungsanalysen für Arten, die in Wäldern oder anderen Biotopen leben. Andererseits werden finanziell stark geförderte Artenschutzprojekte, die zu begrüßen sind, auf den Weg gebracht, um den Lebensraum von Tieren – hier den Wald – zu erhalten. Dass die Installation von Windkraftanlagen, eben in Wäldern, einen Eingriff in den Lebensraum der Arten darstellt, wird nicht in diesem Zusammenhang gesehen. Bei dieser Betrachtung, die weitgehend neutral formuliert ist, wird nicht unterlegt, ob es sich dabei um einen erheblichen oder nur einen Eingriff handelt.

Alles was über die Habitatanforderungen der Mopsfledermäuse bekannt ist, würde bei der Errichtung von Windkraftanlagen im Wald und den damit verbundenen Strukturveränderungen sowie dem Gefahrenpotential, das bei Betrieb der Anlage auf die Art selbst einwirkt, zu einer erheblichen Gefährdung dieser und weiterer Waldfledermäuse kommen.

In einer Pressemitteilung (OTZ vom 14.05.2019) wird mitgeteilt, dass Thüringen neben weiteren Bundesländern für sechs Jahre an einem Artenschutzprojekt „Lebensraum für Mopsfledermäuse“ beteiligt ist. Das Projekt wird insgesamt mit 5,4 Millionen Euro gefördert. *„Thüringen will dafür sorgen, dass der Lebensraum von Waldfledermäusen erhalten bleibt. Die intensive Waldbewirtschaftung der vergangenen Jahrzehnte und die Beseitigung von Totholz als natürlichem Lebensraum haben den Tieren stark zugesetzt.“*

Unter Gefährdung und Schutz der Art wird für Thüringen ausgeführt: *„Als Jäger im freien Luftraum ist die Mopsfledermaus potentiell durch Windenergieanlagen gefährdet. [...] Dennoch muss im Bereich der Schwerpunktorkommen der Mopsfledermaus in Thüringen bei der Planung und dem Betrieb von Windenergieanlagen auf die Art besonders geachtet werden.“* (TLUG 2012).

Abschließend kann festgehalten werden, dass Windräder weder Insekten, Vögel oder Fledermäuse schützen. Im Gegenteil – wir, die Planungen, Nutzungen und Naturschutz ernsthaft betreiben, sollten jegliche technische Anlagen aus den letzten Flächen der verbliebenen Oasen der Kulturlandschaften konsequent heraushalten. Heutzutage ist vieles technisch möglich, auch die Errichtung von Windparks in Wäldern.

Der Bundesverband WindEnergie hat im Dezember 2018 ein Papier vorgelegt, in welchem Gründe für die Windenergienutzung in Nutzwäldern dargelegt werden. So ist zu lesen *„Forstflächen sind weitestgehend unbesiedelt oder siedlungsfern und bieten somit naturgemäß Standorte mit hohem Anwohnerschutz. [...] Mit der Nutzung von Windenergie bleiben die wesentlichen forstlichen Funktionen erhalten: Waldökologie, Forstwirtschaft, Erholungsfunktion und Jagdbetrieb.“* An anderer Stelle ist ausgeführt: *„Waldgebiete mit besonders wertvollen Laubwäldern und Mischwäldern oder Schutzgebieten mit besonders hoher ökologischer Wertigkeit für*

*Mensch und Tier sind von der Windenergienutzung stets auszuschließen.“*

Aber was ist mit Formulierungen wie „Die Gesellschaft muss ihre Verantwortung für die nachkommenden Generationen wahrnehmen und mit Augenmaß eine nachhaltige Nutzung der Natur betreiben.“?

Hier steht die Politik in der Verantwortung. Gibt es von den vielen Lobbyisten, die versuchen auf die Politik Einfluss zu nehmen, ein tatsächlich faires Abwägen der Interessen von Ökologie und Ökonomie?

Es ist derzeit ein bewährtes Muster, die Erkenntnisse und Fakten der Wissenschaft nicht ernst zu nehmen und deren Aussagen in jeder Hinsicht zu relativieren oder noch besser: zu diskreditieren.

## 6.3 Insekten

Selbstverständlich gab es in der Vergangenheit auch indirekten Einfluss auf die Insektenfauna, wenn statt Laubhölzer großflächige Fichten- und Kiefernforste angelegt wurden. Somit änderte sich auch die Artengarnitur bei den Insekten.

Wälder werden weniger mit Dünger versorgt, was auch einen positiven Einfluss auf die dort lebenden Arten hat. Andererseits erfolgen im Wald auch lokale Insektenbekämpfungen mit toxischen Mitteln, die je nach Entwicklungsstand der Population in kürzeren oder längeren Zeitabständen stattfinden

WERMELINGER (2017) benennt die Artenanzahl der europäischen Waldinsekten mit ungefähr 30.000.



*Abb. 28 An Rotorblättern einer Windkraftanlage festgestellte Insektenreste, die bei weiterer Zunahme selbst einen Rückgang der Leistung bewirken können (Aufn.: BladeCleaning 2018 in TRIEB & HAUS 2019)*

Der Rückgang von Insekten in Deutschland wird in der Literatur schon seit Jahrzehnten diskutiert (vgl. z. B. URBAHN 1973, SEDLAG 1981). Die Ursachen sind vielfältiger Natur und bedürfen klarer Analysen.

Selbstverständlich müssen die vielgestaltigen Biotope der unterschiedlichen Insektengruppen in den Blick genommen werden. Sie zu gestalten, zu schützen und ordnungsgemäß zu pflegen sowohl in Agrarräumen als auch in Gärten, Siedlungen und Städten ist die aktuelle Herausforderung, an der jeder Einzelne sowie die Landnutzer aktiv mitarbeiten können. Wie wäre es beispielsweise, wenn wir sofort helle Beleuchtung während der Nacht abschalten würden?

Welchen prozentualen Anteil Windkraftanlagen am Rückgang von Insekten haben, kann derzeit

nicht seriös beantwortet werden. Andererseits darf dieser Tatbestand aber auch nicht kleingeredet werden.

Bereits seit den 1930er Jahren ist bekannt, dass flügellose Insekten im freien Luftraum (Verschleppung durch den Wind) nachgewiesen wurden. Diese Insekten, die auch als „Luftplankton“ bezeichnet werden, können über Land und Wasser festgestellt werden.

Inzwischen gibt es bestätigte Beobachtungen, dass das Luftplankton bis in Höhen von ca. 4.000 m über Grund nachgewiesen werden konnte (vgl. Abb. 29). Einige Insekten haben die Fähigkeit zur aktiven Ausbreitung und neigen zu einem regelrechten Wandertrieb (vgl. GATTER 1981). Aber die Individuendichte ist sehr gering (Hohe Türme: MPI BGC). Zu den wandernden Insekten zählen z.B. bestimmte Tag- und Nachtfalter, Schwebfliegen, Libellen, Marienkäfer und Heuschrecken.

Bereits von 1989 bis 1990 wurden in Niedersachsen und Schleswig-Holstein an verschiedenen Standorten von Windkraftanlagen im Offenland der Vogelschlag und Insektenanflug untersucht sowie Fledermauskontrollen durchgeführt. Hier muss berücksichtigt werden, dass es sich hierbei um kleinere Windkraftanlagen gehandelt hat, die mit den derzeit errichteten Anlagen bezüglich der Höhe nicht vergleichbar sind. Trotzdem bleibt festzuhalten, dass es einen Insektenanflug gab, wie die Bilder belegen. Es konnten vier Insektengruppen (Fliegen, Mücken, Fran-

senflügler, Schnabelkerfe) an den Rotorblättern identifiziert werden.

In jüngster Zeit haben dieses Thema, ausgelöst durch die Diskussion über das Insektensterben, Wissenschaftler des Instituts für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) aufgegriffen. Sie stellten fest, dass es an Rotorblättern einen Insektenschlag gibt (vgl. Abb. 28). Von dieser Tatsache ausgehend, legten sie eine Modellanalyse vor, die veröffentlicht wurde. Sofort setzte Kritik ein, ohne dass die Wechselwirkungen zwischen Windkraft und Insektenmigration tiefgründig untersucht wurde oder wird. Mit Präzision hat Dr. F. Trieb die Insektdichte und die Volumenströme der Luft an Windrädern analysiert. Danach wurde ein Modell erstellt. Nach einer Hochrechnung werden jeden Tag von April bis Oktober in Deutschland Milliarden Insekten an Windkraftanlagen getötet. Der Verlust summiert sich auf 1.200 Tonnen pro Jahr.

Natürlich ist die Frage, wie die Rotoren auf die Insektenpopulationen wirken, sehr berechtigt und kann in die Debatte um das Insektensterben nicht ausgeblendet werden. Viel wichtiger aber ist es, Gegenmaßnahmen zu entwickeln.

Dies bedeutet, dass die bisher vorherrschenden Meinungen

1. Insekten fliegen nur bis etwa 30 m über Grund und
2. Insekten fliegen nicht bei größeren Windgeschwindigkeiten oder Turbulenzen nicht haltbar sind.

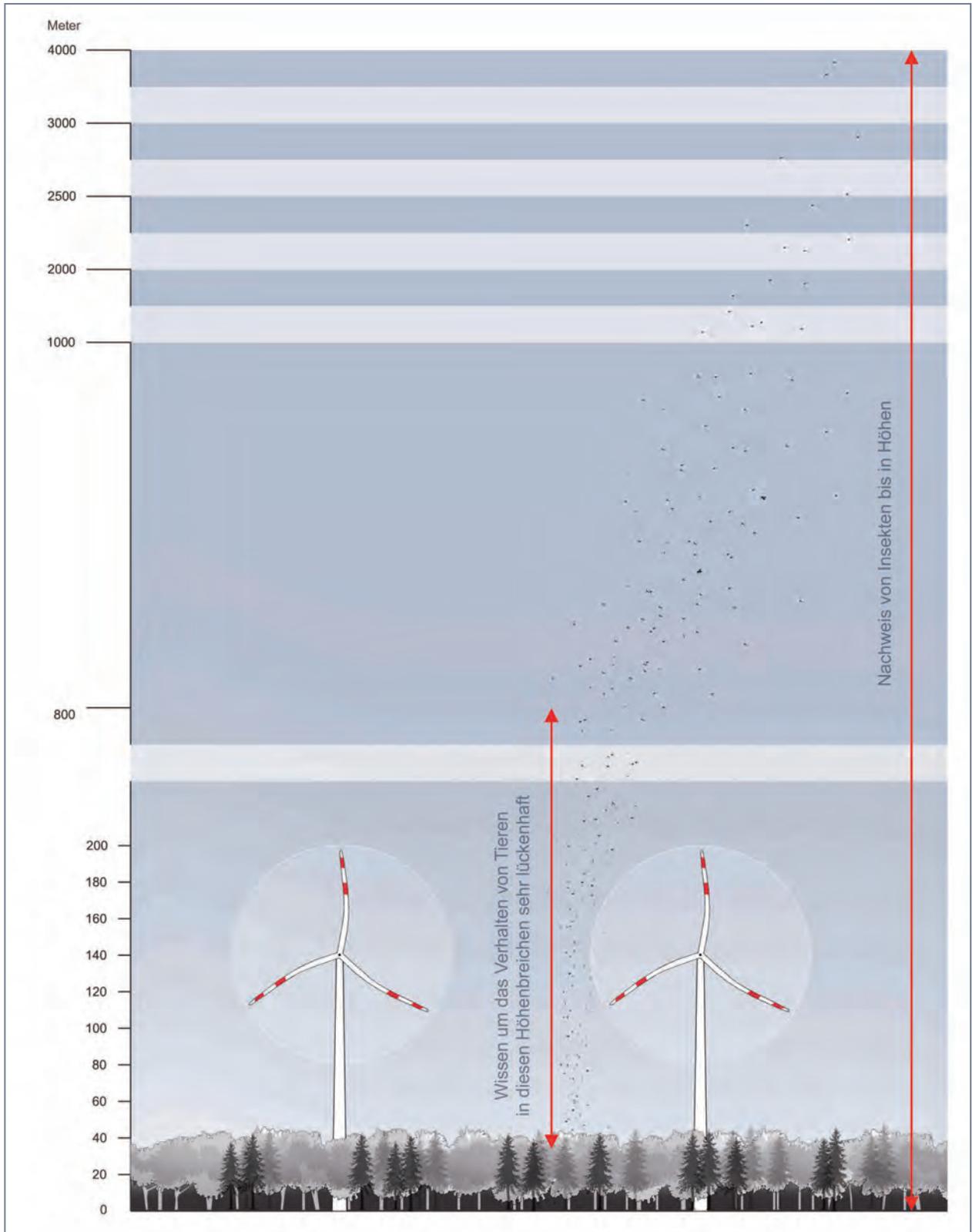


Abb. 29 Bis in etwa 4000 m Höhe wurden Insekten nachgewiesen (vgl. auch WEBER & WEIDNER 1974).

Offensichtlich ist die Dichte der Insekten in der Luft gering, die Volumenströme durch die Windkraftanlage sind aber gewaltig, wie die Untersuchungen des DLR ausweisen.

Die Forscher haben errechnet, dass von April bis Oktober etwa acht Millionen Kubikkilometer Luft durch die Anlagen wehen (Stand 2017 bei rund 31.000 Windkraftanlagen). Das entspricht etwa dem Zehnfachen des deutschen Luftraums bis 2.000 m Höhe. Ein Kubikkilometer Luft enthält ca. 9 kg Insekten. Etwa 5 % fallen nach den Rechnungen Windrädern zum Opfer. Dies entspräche, um es bildlich einzuordnen, umgerechnet 5 bis 6 Milliarden Heuschrecken, Bienen, Wespen, Zikaden und Käfern an jedem Tag während der warmen Mo-

nate, wobei diese Artengruppen in den betreffenden Höhen nicht nachgewiesen wurden.

Die oft diskutierten Hinweise, der Auto- und Zugverkehr töte ebenfalls zahllose Insekten, ist für jedermann überzeugend. Wenn noch vor Jahrzehnten die Auto-scheibe nach wenigen Stunden Fahrt gereinigt werden musste, spielt dies heute kaum noch eine Rolle. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Zugverkehr. Deutlich wird nur, dass die Abnahme der Insekten in den Lufthöhen bis etwa 3 m für jedermann ersichtlich spürbar ist.

WEIDEL (2008) hat in seiner Dissertation zum Thema „Die Verteilung des Aeroplanktons über Schleswig-Holstein“ Ergebnisse vorgelegt, die die durchschnitt-

lichen Individuendichten in den abgeflogenen Höhen (ohne Angaben zur gesamten Luftmenge) dokumentieren. Die prozentuale Zusammensetzung der dort im Aeroplankton nachgewiesenen Insektengruppen sind aus Abb. 30 zu entnehmen.

In der Abb. 31 werden die Prandtl-schicht (bis etwa 100 m Höhe), die kritischen Rotorbereiche und die Insektendichte von 0 bis 280 m Höhe dargestellt. Prandtl war Physiker und legte zahlreiche Arbeiten über Aero- und Hydrodynamik (Strömungsforschung) vor. Nach ihm wurde diese Luftschicht benannt. Aktuelle Untersuchungen von Technikern und Insektenforschern belegen, dass migrierende Fluginsekten und Windkraftanlagen den Wind oberhalb der Prandtl-schicht nutzen (TRIEB 2018). Somit befindet sich der kritische Rotorbereich, abhängig von der Höhe der Anlage, in einem Luftraum mit möglicher hoher Insektendichte. Dies mag jahreszeitlich unterschiedlich sein (vgl. Abb. 32).

Hier wird ein Problem sichtbar, das bisher in der Naturschutzpraxis noch keine Rolle gespielt hat. Die geringe Empfindlichkeit der nicht gesetzlich geschützten Insekten gegenüber Windkraftanlagen war der Grund, dass keine entsprechenden Untersuchungen stattfanden. Für den Naturschutz hatte es bisher nur Bedeutung, wenn Veränderungen von Lebensräumen einer gesetzlich geschützten Insektenart zu erwarten waren.

Offensichtlich bewegen sich viele Insektengruppen zur Migra-

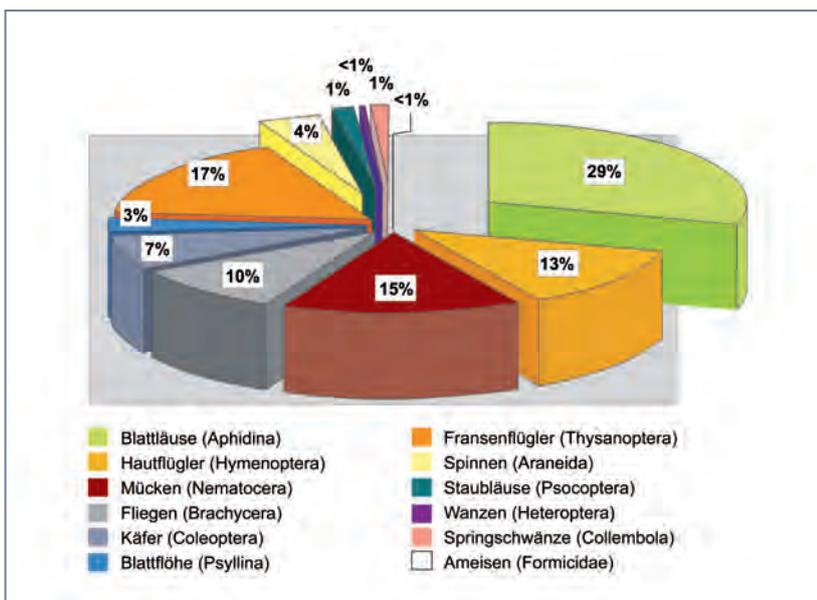


Abb. 30 Prozentuale Verteilung der Insektengruppen, die im Luftraum in Schleswig-Holstein bis in eine Höhe von 1750 m in den Jahren 1998 bis 2004 gefunden wurden (Grafik von WEIDEL 2008 aus TRIEB 2018)

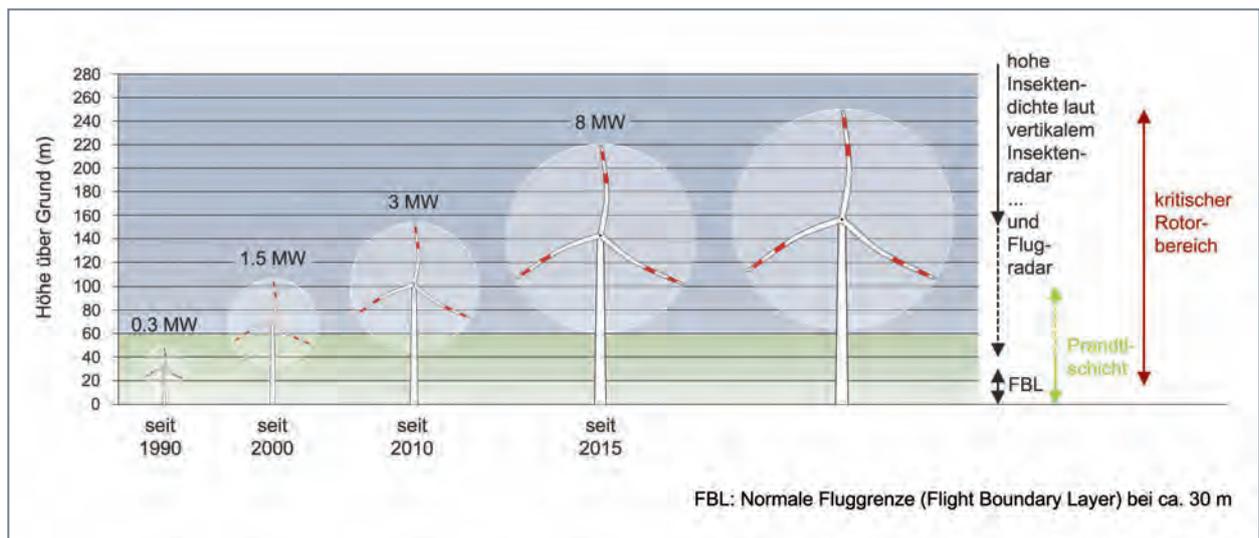


Abb. 31 Windkraftanlagen und migrierende Fluginsekten nutzen den Wind oberhalb der Prandtl-Schicht (Grafik aus TRIEB & HAUS 2019).

tion zu bestimmten Zeiten bis etwa 2.000 m und höher (vgl. auch JOHNSON 1969).

Unklar ist, ob Insekten beim Durchfliegen der Luftbereiche mit vorhandenem Unterdruck im Umfeld von Windkraftanlagen auch ein Barotrauma erleiden. Gibt es dann überhaupt sichtbare Beweise an den Rotorblättern?

Auch diese Unsicherheiten gilt es, so schnell wie möglich wissenschaftlich auszuräumen, damit die Diskussion sachliche Argumente erhält. Kritikern dieses aufgezeigten Sachverhaltes muss auch geantwortet werden, dass es ein beträchtlicher Unterschied ist, ob Insekten durch technische Anlagen reduziert oder ob sie als Nahrung beispielsweise von Vögeln, Fledermäusen, Insekten, Fischen oder Reptilien aufgenommen werden.

Nach wie vor haben Insekten im Rahmen der Nahrungspyramide in-

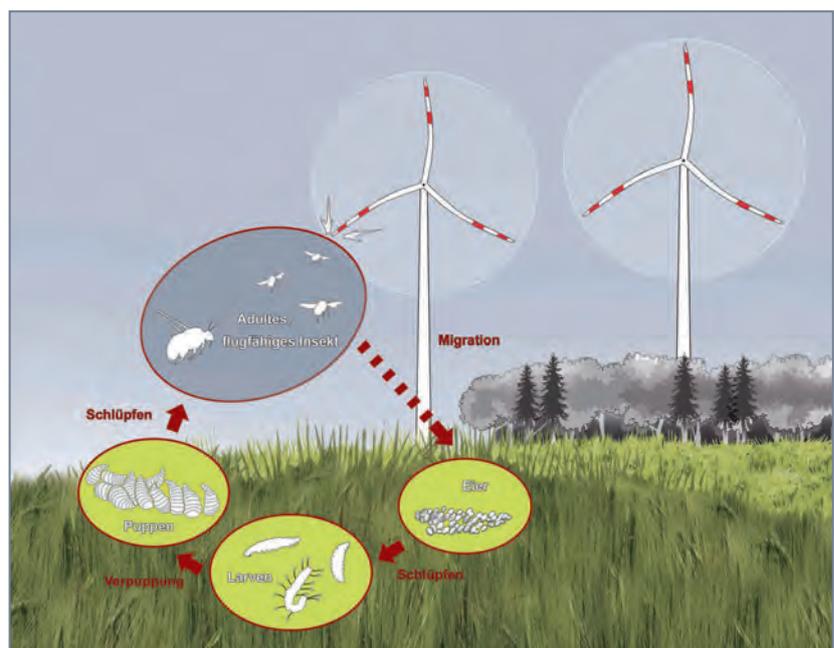


Abb. 32 Stadien der Insektenentwicklung (Grafik nach TRIEB 2018)

nerhalb der Tierwelt einen sehr hohen Stellenwert. Deren Abnahme oder ein spürbares Ausdünnen der Individuen hat unvorhergesehene

Konsequenzen für die Biodiversität in Europa.

Es gilt, den derzeit festgestellten Tiefstand der Insektenpopula-

tionen in den Kulturlandschaften und urbanen Bereichen, fußend auf einer eindeutigen Gefahrenanalyse, wieder zu beseitigen. Die Einengung der Lebensräume bewirkt in der Regel eine Verarmung der Insektenwelt; nun kommen noch technische Anlagen mit unterschiedlichen Wirkungen dazu.

## 6.4 Fledermäuse

Alle Waldtypen in Europa werden von Fledermäusen unterschiedlich genutzt. Sie dienen den lautlosen und bevorzugt nächtlichen Jägern als Fortpflanzungs- und Ruhestätte sowie als Nahrungshabitate. Selbst wenn Fledermäuse zeitweise am Waldrand oder im Wald Nahrung

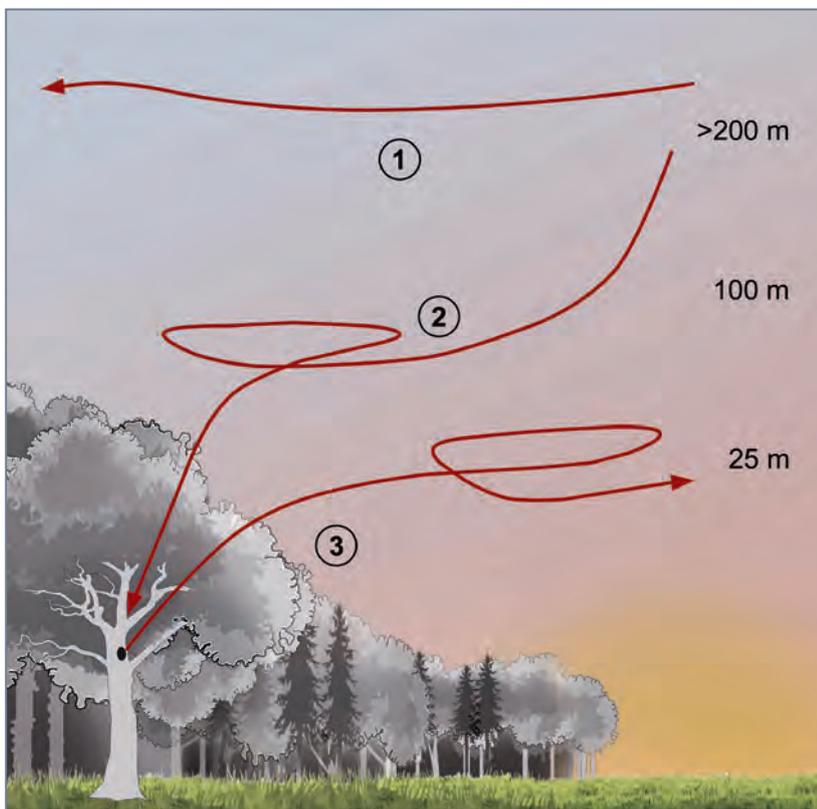
suchen oder auch nur Teilbereiche des Waldes mit Windkraftanlagen versehen werden, entsteht ein erhöhtes Kollisionsrisiko für die Tiere. Das Problem verschärft sich dadurch, dass mit den Anlagen im Wald direkt in die Funktionsräume der Fledermäuse (unabhängig von der Art) eingegriffen wird. Die Gründe für das Aufsuchen der Waldhabitate durch die Tiere sind vielfältiger Art (vgl. Tab. 9).

Fledermäuse haben einen komplizierten Lebenszyklus und sich im Verlauf des Jahres ändernde Habitatnutzungen, wenn man an die Paarungs- und Überwinterungsplätze, die unterschiedlichen Reproduktionsstätten sowie an die Rastörtlichkeiten und Zugwege

denkt (vgl. auch Abb. 33, 34 und 35). Ferner muss bedacht werden, dass in der Regel Fledermausweibchen nur ein Junges pro Jahr zur Welt bringen; anders ausgedrückt: die Nachwuchsrate bei Fledermäusen ist gering.

Ein Gesamtbild dieser Verhaltensmuster und der Habitatnutzungen bei den in Deutschland ständig vorkommenden Arten liegt noch nicht vollständig vor.

Laub- und Mischwälder bieten den Fledermäusen den besten Lebensraum (vgl. Abb. 36 und 37). Dies ist besonders dann der Fall, wenn sie älter und struktureicher sind. Mehrere Fledermausarten jagen an Waldrändern, über Forstwegen, Schneisen und in lichten



**Abb. 33** Stark schematisiertes Flugverhalten Großer Abendsegler am Tagesende in den Zugperioden. 1 = Durchzug ohne Verweilen; vor Sonnenuntergang meist in größerer Höhe. 2 = Nahrungssuche bei sinkender Flughöhe im Verlauf der Dämmerung (stationäre und eintröpfelnde Individuen), mit Einbruch der Dunkelheit Aufsuchen von Ruhequartieren (im Spätsommer/Frühherbst auch Kopulation), 3 = Ausflug stationärer Großer Abendsegler am Ende der Abenddämmerung. – Alle drei Aktivitäten können während der Zugperioden am selben Tag zur gleichen Zeit beobachtet werden (Grafik aus MEINIG 2015).

Tab. 9 Beispiele für Fledermausarten, die die unterschiedlichen Wälder im Jahresgang nutzen. Die Bedeutung der Spechthöhlen für die Arten ist dargestellt.

		Art								
		Großer Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> )	Kleiner Abendsegler ( <i>Nyctalus leisleri</i> )	Großes Mausohr ( <i>Myotis myotis</i> )	Bechsteinfledermaus ( <i>Myotis bechsteinii</i> )	Rauhautfledermaus ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )	Wasserfledermaus ( <i>Myotis daubentonii</i> )	Fransenfledermaus ( <i>Myotis nattereri</i> )	Braunes Langohr ( <i>Plecotus auritus</i> )	Mopsfledermaus ( <i>Barbastella barbastellus</i> )
Spechthöhlen	Schwarz-/Grünspecht	X		X			X			
	Bunt-/Mittelspecht	X	X		X	X	X			
Zeitliche Nutzung der Höhlen	Frühjahr	X	X			X				
	Sommer	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Herbst	X	X	X	?	X	X	X	X	X
	Winter	X	X		X	X	?		?	
Laubwald	Laubwald	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Parkanlagen	X	X		X		X	X	X	X
	Auewälder	X	X			X				X
	Buchenwälder	X		X	X					
	Buchenmischwälder			X	X					X
	Eichen-Hainbuchenwälder		X		X					
	Eichen-Buchenwälder			X	X			X		
	Eichenwälder			X						
Stieleichenwald				X						
Mischwald	Mischwald		X	X	X			X	X	X
	Eichen-Kiefernwälder				X					
	Eichen-Mischwälder				X					
	Bergmischwälder			X						
	Laub-Nadelwald				X					
Buchen-Tannenwälder										
Nadelwald	Nadelwald	X		X	X			X	X	X
	Fichtenforste		X					X	X	X
	Fichten-Kiefernforste							X		
	Kiefernwälder		X						X	X
	Kiefern-Fichtenwälder		X							
Fichten-Mischwälder									X	

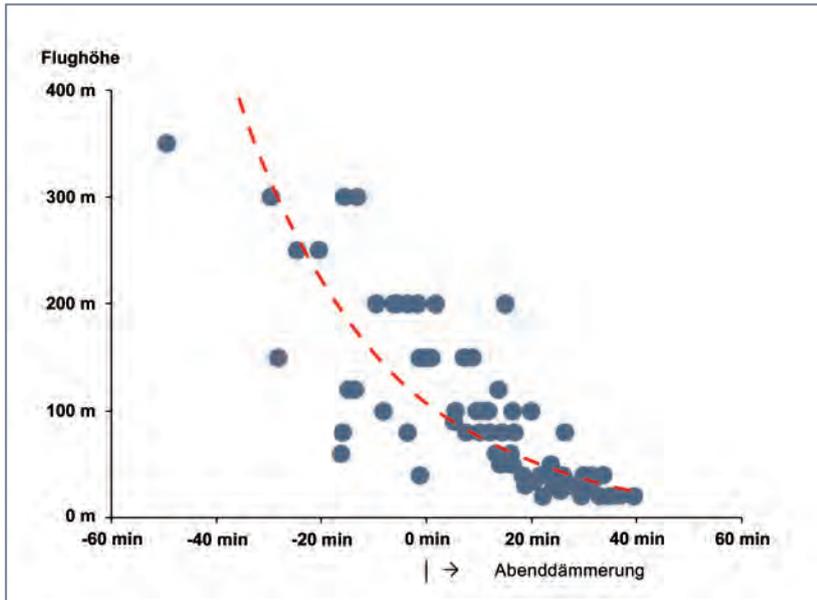


Abb. 34 Maximale Flughöhen Großer Abendsegler an Tagen mit individuenreichem Auftreten ( $\geq 100$ ). Stichprobenumfang: 18 Tage aus 10 Jahren (Mai, September und Oktober). „0 min“ markiert den Sonnenuntergang. Die Trendlinie deutet auf einen Zusammenhang zwischen Höhe und Tageszeit bzw. Lichtstärke hin (Grafik aus MEINIG 2015).



Abb. 35 Der Große Abendsegler ist eine wanderfreudige Art und nutzt mehrere geographisch weit voneinander entfernte Quartiere (Aufn.: C. Robiller / Naturlichter.de).

Deutlichkeit dargelegt, dass beispielsweise Großer und Kleiner Abendsegler, Zwerg-, Mücken-, Breitflügel-, Zweifarben- und Raufhautfledermaus wandernde Arten aus Nord- und Osteuropa sind, die über Deutschland hinwegziehen.

Die Ergebnisse von Isotopenanalysen an Fledermäusen, die Kollisionen an Windkraftanlagen wurden, deuten auf Tiere lokaler wie auf solche aus europäischen und länderübergreifenden Populationen hin (vgl. VOIGT et al. 2012, LEHNERT et al. 2014). Es gibt Berechnungen aus dem Jahr 2012, nach denen jährlich etwa 200.000 Fledermäuse aus Nordeuropa an deutschen Windrädern sterben. Zahlreiche Autoren weisen in diesem Zusammenhang auch berechtigt darauf hin, dass die Lebensstätten und die biologischen Funktionen der Fledermausarten im Ganzen

Waldbeständen, andere in Kronenräumen und über dem Wald.

Festzuhalten bleibt, dass mit der Installation von Windkraftanlagen im Wald ein Lebensraumverlust und eine negative Veränderung der

Jagdhabitats für Fledermäuse einsetzen.

Dieses Problem verschärft sich noch weiter, da es sich um europäische Populationen handelt. VOIGT et al. (2012) haben mit aller

gesehen werden müssen. Die meisten Fledermausarten sind in der FFH-Richtlinie gelistet, was bedeutet, dass für diese Arten ein „günstiger Erhaltungszustand“ zu erzielen oder wiederherzustellen ist.

Allein diese europäische Forderung ist in ihrer Aussage und Einhaltung nicht zu verwirklichen, wenn Windkraftanlagen in Wäldern gebaut werden. Hinzu kommt, auch dies gehört zur Realität, dass derzeit nahezu die meisten Fledermausarten in Deutschland hinsichtlich ihres Erhaltungszustandes bereits als „ungünstig“ eingestuft werden.

Die vielen Bemühungen, Fledermauskästen an geeigneten Stellen im Wald aufzuhängen, sind begrüßenswert, tragen aber kaum zur Lösung des Problems bei.

Es müssen auch die durch die Installation der Windkraftanlagen im Wald neu entstandenen Freiflächen und Wegführungen betrachtet werden. Diese könnten von den Fledermäusen bevorzugt genutzt werden und somit zusätzlich dazu beitragen, dass die Tiere direkten Zugang zu den Windkraftanlagen erlangen. Auch dieser Fakt ist noch nicht eingehend untersucht.

In diesem Zusammenhang muss hervorgehoben werden, dass der Zug der Fledermäuse keinesfalls mit denen des Vogelzuges verglichen werden kann. Fledermäuse nutzen wohl stets bei entsprechenden Wetterlagen die sich bewegenden Insekten als Nahrung, damit sie ständig Energie aufnehmen können (VOIGT et al. 2010).

Diese Tatsache lässt das Zugverhalten der Fledermäuse nicht



*Abb. 36* Einzeln lebendes Männchen der Bechsteinfledermaus in einer Buntspechthöhle (Aufn.: J. Wiesner)



*Abb. 37* Ansammlung von Fledermäusen in einer Schwarzspechthöhle (Aufn.: T. Horak)

einfach nach dem derzeitigen Wissensstand erklären.

Die ersten Ergebnisse von telemetrierten Individuen verschiedener Fledermausarten stimmen hoffnungsvoll und lassen noch manche Überraschung erwarten. Genau diese komplizierten Zusammenhänge des „Zuges“ oder besser der „Migration“ von Fledermäusen im lokalen und europäischen Raum ist eine Herausforderung an die Forschung.

Hier muss auch auf die Unterschiede der Geschlechter in Bezug auf ihr Verhalten und ihre reproduktiven Besonderheiten näher eingegangen werden, was die Untersuchungsmethodik nicht leichter gestaltet.

Solche Ergebnisse haben für den Natur- und Artenschutz mit Sicherheit weitreichende Konsequenzen. Auch aus dieser noch vorhandenen Wissenslücke kann der Errichtung von Windkraftanlagen im Wald

nicht zugestimmt werden, wenn man verantwortungsvoll mit den Wäldern und ihren Potentialen umgehen will.

Um das Tötungsverbot für geschützte Tiere zu minimieren, gibt es Vorschläge zur Abschaltung von Windkraftanlagen. Dies würde konsequent durchgeführt dazu dienen, dass kein Betrieb der Anlagen in der Nacht von April bis Oktober stattfinden dürfte. Damit stellt sich die Frage nach der Sinnhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit solcher Vorschläge.

Die bisher zur Anwendung gekommenen Vergrämungsmaßnahmen (einschließlich akustischer) haben noch nicht den entsprechenden Durchbruch gebracht. Hier sind auch die Unterschiede bei den jeweiligen Standorten zu beachten; die Ergebnisse einer Örtlichkeit sind keinesfalls auf andere übertragbar. Auch die Forderungen nach Begleituntersuchun-

gen könnten entfallen, wenn es Windkraftanlagen in Wäldern nicht gäbe. Dies bedeutet nicht, dass Monitoringprogramme zur Erfassung und Bestandsentwicklung von Fledermäusen nicht mehr gebraucht würden. Im Gegenteil, hier sind weitere Untersuchungen geradezu erwünscht.

Aus der Sicht des Fledermausschutzes halten es die Experten für geboten, auf Windkraftanlagen in Wäldern grundsätzlich zu verzichten (RICHARZ 2014).

## 6.5 Vögel

Wie umfangreiche Untersuchungen an den unterschiedlichen Standorten von Windkraftanlagen belegen, gehören Vögel auch zur Risikogruppe dieser technischen Anlagen.

Inwieweit davon alle Vogelarten betroffen sind, soll hier nicht weiter untersucht werden. Bei den Singvögeln scheint das Kollisionsrisiko, abgesehen vom Vogelzug, geringer zu sein. Dies trifft allerdings auf einzelne Arten der Rabenvögel, die ebenfalls zu den Singvögeln zählen, nicht zu.

Bezogen auf den Standort Wald, ist hier die Betrachtung besonders auf die in Wäldern lebenden und die im Offenland Nahrung suchenden Vogelarten gerichtet (vgl. Abb. 38).

In der Tab. 10 sind Vogelarten aufgeführt, die nach dem derzeitigen Wissensstand direkt durch die drehenden Rotoren und/oder durch die baubedingten Veränderungen der Waldstruktur gefährdet sind.



*Abb. 38 Uhus jagen bevorzugt in Offenländern, aber auch in Wäldern und in Stadtbereichen (Aufn.: T. Horak).*

Tab. 10 Ausgewählte Waldvögel, ihre Gefährdung durch Windkraftanlagen in Wäldern sowie die empfohlenen Abstandsregelungen (Stand April 2015)

**WKA – Windkraftanlagen**

- Gefährdung gering
- Gefährdung mittel
- Gefährdung hoch

**RLD – Rote Liste Deutschlands (2009)**

- 0 – Ausgestorben oder verschollen
- 3 – Gefährdet
- 1 – Vom Aussterben bedroht
- V – Vorwarnliste
- 2 – Stark gefährdet
- \* – Ungefährdet

**Bemerkungen**

Anhänge Richtlinie 79/409/EWG  
sowie 2009/147/EG:  
I, II/1, II/2, III/1, III/2

Helgoländer Papier:  
Mindestabstand der WKA zu Brutplatz (in Klammern: Prüfbereich ob Nahrungshabitate, Schlafplätze oder andere wichtige Habitate vorhanden sind)

1) gelegentlich auch Brutvogel in Wäldern

Art	Brutplatz im Wald	Nahrungsraum bevorzugt		Gefährdung durch WKA im Wald	RLD	Bemerkungen
		außerhalb des Waldes	im Wald			
<b>Hühnervögel</b>						
Haselhuhn <i>Tetrastes bonasia</i>	X		X		2	I, II/2; 1.000 m um die Vorkommensgebiete
Auerhuhn <i>Tetrao urogallus</i>	X		X		1	I, II/2, III/2; 1.000 m um die Vorkommensgebiete
<b>Reiher</b>						
Graureiher <i>Ardea cinerea</i>	X	X			*	1.000 m (3.000 m bei Koloniebrütern)
<b>Storchenvögel</b>						
Schwarzstorch <i>Ciconia nigra</i>	X	X	X		*	I; 3.000 m (10.000 m)
<b>Greifvögel</b>						
Fischadler <i>Pandion haliaetus</i>	X	X			3	I; 1.000 m (4.000 m)
Wespenbussard <i>Pernis apivorus</i>	X	X	X		V	I; 1.000 m
Schreiadler <i>Aquila pomarina</i>	X	X	X		1	I; 6.000 m
Habicht <i>Accipiter gentilis</i>	X	X	X		*	
Sperber <i>Accipiter nisus</i>	X	X	X		*	
Rotmilan <i>Milvus milvus</i>	X	X			*	I; 1.500 m (4.000 m)

Tab. 10 (Fortsetzung)

Art	Brutplatz im Wald	Nahrungsraum bevorzugt		Gefährdung durch WKA im Wald	RLD	Bemerkungen
		außerhalb des Waldes	im Wald			
Schwarzmilan <i>Milvus migrans</i>	X	X			*	I; 1.000 m (3.000 m)
Seeadler <i>Haliaeetus albicilla</i>	X	X			*	I; 3.000 m (6.000 m)
Mäusebussard <i>Buteo buteo</i>	X	X	X		*	
Baumfalke <i>Falco subbuteo</i>	X	X			3	500 m (3.000 m)
Wanderfalke <i>Falco peregrinus</i>	X	X			*	I; 1.000 m (3.000 m bei Baumbrütern)
Turmfalke <i>Falco tinnunculus</i>	X	X			*	
<b>Schnepfenverwandte</b>						
Waldschnepfe <i>Scolopax rusticola</i>	X	X	X		V	II/1, III/2; 500 m um Balzreviere
<b>Tauben</b>						
Hohltaube <i>Columba oenas</i>	X	X			*	II/2
Ringeltaube <i>Columba palumbus</i>	X	X	X		*	II/1, III/1
<b>Kuckucke</b>						
Kuckuck <i>Cuculus canorus</i>	X	X			V	
<b>Eulen</b>						
Raufußkauz <i>Aegolius funereus</i>	X		X		*	I
Sperlingskauz <i>Glaucidium passerinum</i>	X		X		*	I
Waldohreule <i>Asio otus</i>	X	X	X		*	
Uhu <i>Bubo bubo</i>	X	X	X		*	I; 1.000 m (3.000 m)
Waldkauz <i>Strix aluco</i>	X	X	X		*	
<b>Nachtschwalben</b>						
Ziegenmelker <i>Caprimulgus europaeus</i>	X	X			3	I; 500 m um regelmäßige Brutvorkommen
<b>Segler</b>						
Mauersegler <i>Apus apus</i>	X <sup>1)</sup>	X			*	

Art	Brutplatz im Wald	Nahrungsraum bevorzugt		Gefährdung durch WKA im Wald	RLD	Bemerkungen
		außerhalb des Waldes	im Wald			
<b>Spechte</b>						
Schwarzspecht <i>Dryocopus martius</i>	X		X		*	I
Mittelspecht <i>Dendrocopos medius</i>	X		X		*	I
<b>Krähenverwandte</b>						
Dohle <i>Coloeus monedula</i>	X <sup>1)</sup>	X			*	II/2
Kolkrabe <i>Corvus corax</i>	X	X	X		*	

Für die Vögel veröffentlichte die Länderarbeitsgemeinschaft der Staatlichen Vogelschutzwarten (LAG VSW) im Jahr 2007 die „Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten“ (auch als „Helgoländer Papier“ bekannt). Neue Erkenntnisse, die die Konflikte zwischen Vogelschutz und Windkraftanlagen hervorbrachten, führten zu einer Überarbeitung dieses Papiers mit gleichem Namen mit Stand vom April 2015. In diesem Papier wird ausgeführt: „Mit der Ausweitung der Windenergienutzung im Wald rückt ein bisher in der Windkraftdiskussion wenig relevanter Lebensraum verstärkt in den Fokus und damit Vogelarten, die in der bisherigen Diskussion kaum eine Rolle gespielt haben.“ (LAG VSW, Stand April 2015)

Die Festlegung, bei der Staatlichen Vogelschutzwarte Branden-

burg eine zentrale Funddatei über Schlagopfer an Windkraftanlagen seit 2002 zu führen, ist in jeder Hinsicht zu begrüßen. Hier gehen wohl bevorzugt Zufallsfunde ein, wobei bedacht werden muss, dass nur ein sehr kleiner Anteil von Kollisionsopfern (Vögel wie Fledermäuse) im Gelände gefunden und dann gemeldet wird. Hinzu kommt, dass Kollisionsopfer (Tierkörper gleich welcher Größe) recht schnell von vielen Prädatoren (auch bei Nacht) gefressen oder weggeschleppt und selbst von dafür beauftragten Menschen aufgesammelt und beseitigt werden.

Aus der Sicht des Vogelschutzes ist die Errichtung von Windkraftanlagen im Wald schon deshalb als sehr problematisch zu sehen,

- da die längeren Rotorblätter der jüngeren Generation der Windkraftanlagen erhebliche Luftdruckunterschiede und wohl auch Verwirbelungen bewirken.

- da die längeren Rotorblätter beim Transport zum Standort zwangsläufig bedingen, dass eine viel größere Waldfläche freigeschlagen werden muss.
- da der Transport von Rotorblättern, die eine Länge bis zu 56 m haben können, auf Straßen und offener Flur zu enormen zeitweisen Veränderungen in der Landschaft führen (Abbau von Schildern, elektrischen Anlagen, Schotterung von Feldflächen, Ausbau von Straßenrändern, Beseitigen von Bäumen und Gehölzen usw.), darf auch dies hinterfragt werden (Transportlängen von über 70 m und Gewicht von 70 t).
- da die dadurch entstandenen Freiflächen im Wald zu mehreren Sekundäreinflüssen bei Tieren und Pflanzen führen werden.

Die Vorstellungen der Länderarbeitsgemeinschaft sind, dass die fachlich empfohlenen Abstän-

de von Windkraftanlagen zu Vogellebensräumen (Europäische Vogelschutzgebiete, alle Schutzkategorien nach nationalem Naturschutzrecht) und zu den Brutplätzen oder Vorkommensgebieten der betreffenden Vogelarten (vgl. Tab.

10) eingehalten werden. Mit aller Deutlichkeit sei angemerkt, dass es sich hierbei um Empfehlungen handelt, die für Entscheidungen herangezogen werden, aber keine Gesetzeskraft haben. Die Firma ABO Wind hat eine Grafik (vgl. Abb. 39) mit der

Zunahme der Windkraftanlagen von 2000 bis 2013 in Deutschland sowie der Bestandsentwicklung von Uhu, Rotmilan und Schwarzstorch veröffentlicht. Daraus wird abgeleitet, dass Windkraftanlagen kaum eine Gefahr für die Vogelarten darstellen, was aber im Detail und langfristig noch bewiesen werden muss (vgl. Abb. 40-43).

Es wäre zu begrüßen, wenn Windkraftfirmen bei ihren Planungen direkt mit kompetenten Einrichtungen des Naturschutzes von Anfang an eng zusammenarbeiten würden. Jegliche Gefälligkeitsgutachten sind hier fehl am Platze und nicht hilfreich. Auf diese Problematik und auf die methodischen Besonderheiten bei den zu erfassenden Vogelarten, und hier besonders auf die erheblichen Defizite bei den Aussagen zu den durchziehenden Vögeln hat KRAFT (2019) eindeutig hingewiesen.

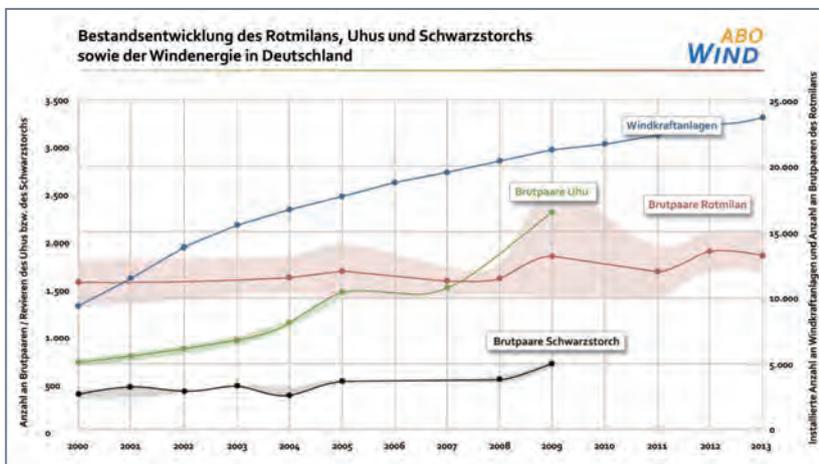


Abb. 39 Bestandsentwicklung des Rotmilans, Uhus und Schwarzstorchs in Deutschland von 2000 bis 2009 bzw. 2013 gegenüber der Entwicklung der Windenergie von 2000 bis 2013 (Quelle: ABO WIND)



Abb. 40 Rotmilan (Aufn.: T. Horak)



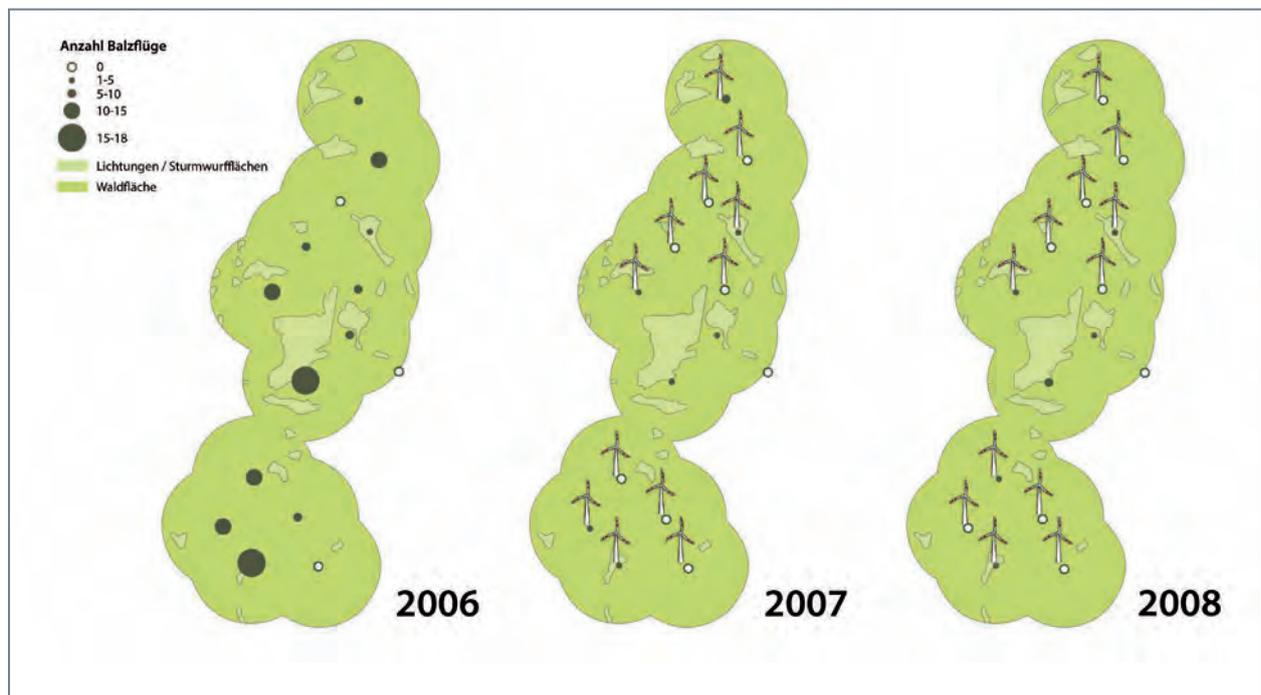
Abb. 41 Rotmilan am Horst mit Jungen (Aufn.: T. Horak)

Wie ist es möglich, dass, wie inzwischen vielfach erfolgt, von geschützten Vogelarten besetzte Horste oder sogar die vollständigen Horstbäume aus Wäldern völlig und unbemerkt entfernt werden? Diese unglaublichen Vorgänge lassen ein staunendes Publikum zurück, weil somit die möglichen Gründe (Reproduktionsstätten von hochbedrohten Vogelarten) für eine Ablehnung des Windkraftstandortes entfallen (vgl. z. B. Der Spiegel Heft 7/2018).

Der Naturschutz hat eine spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (saP) vorzunehmen sowie das Kollisionsrisiko, die Scheuchwirkung und die Störfähigkeit bei Tieren (hier besonders Vögel, Fledermäuse, Insekten) bei der Geneh-



**Abb. 42** Schwarzstörche sind Langstreckenzieher und somit auf ihrem Zug zahlreichen Gefahren ausgesetzt (Aufn.: T. Horak).



**Abb. 43** Räumliche Verteilung der registrierten Balzflüge von Waldschnepfen an den Zählstandorten in den Jahren 2006-2008 (Grafik aus DORKA et al. 2014)

mung von Windenergieanlagen einzuschätzen. Neben dem unterschiedlichen Verhalten der Tiere (z. B. Flughöhe, Zeitrahmen usw.) ist ferner zu prüfen, ob sie regelmäßig am vorgesehenen Standort der Windkraftanlage(n) oder nur zeitweise dort vorkommen.

Für Arten oder Artengruppen mit größeren Aktionsräumen (vgl. Tab. 10) werden neben der Abstandsregelung auch Prüfbereiche (diese stehen in Klammern) ausgewiesen. Inzwischen wurden in den einzelnen Bundesländern auch Dichtezentren von Greifvögeln und Eulen festgelegt. Sowohl die Abstandsregelungen und die für spezielle Arten erstellten Dichtezentren geben für Planer und Behördenmitarbeiter eine Richtschnur. Oft wird diese aber durch politische Entscheidungen übergangen.

Natürlich sind die genannten Regelungen von neuen Erkenntnissen

überholt. Die Dynamik bei den Arten belegt eindeutig, dass sie weit größere Nahrungsreviere in den Kulturlandschaften aufsuchen und immer weitere Strecken zwischen Brutplatz und Nahrungsraum überwinden müssen, um an geeignete und ausreichende Nahrung zu gelangen. Dabei über- oder durchfliegen sie oft mehrere Bereiche mit Windkraftanlagen, wie verschiedene Beispiele belegen (Rotmilan 11 km und weiter (STUBBE mdl. Mitt.), Uhu über 9 km (GÖRNER 2016), Schwarzstörche über 10 km, Weißstorch über Wald und Offenland bis zu 13 km (BENECKE 2015)).

Nicht selten wird davon ausgegangen, dass bei vielen Vogelarten auch Gewöhnungseffekte bezüglich der Windkraftanlagen zu erwarten sind. Wenn Greifvögel oder Eulen bei abgeschalteten Anlagen gelegentlich dort beim Ansitz gesehen oder ein Brüten von Vögeln

in Anlagennähe festgestellt wird, kann dies nicht als Beweis für eine Gewöhnung gesehen werden. Dies wäre erst der Fall, wenn sich das gleiche Brutpaar mehrere Jahre an solchen Stellen aufhalten oder gar dort brüten würde.

Grundsätzlich kann jede Vogelart durch Kollision an Windkraftanlagen, aber auch durch Lebensraumverlust, betroffen sein.

Windenergieanlagen mit blinkenden oder ständigen Lichtquellen können Vögel in Nebelnächten geradezu anziehen.

Es muss auch der Blick von den einzelnen Windkraftanlagen im regionalen Bereich auf die Anlagen in anderen Ländern geworfen werden. Zugvögel werden nicht nur mit den örtlichen Anlagen konfrontiert. Aus internationaler Sicht ist die Barrierewirkung von Windrädern für die Vögel weit größer als bisher bekannt.

Es sei auch auf die Zugvögel hingewiesen, die jährlich in schmaler oder breiter Front über die Wälder, oft auch in großen Schwärmen, ziehen. Wie sich die Vögel über Wäldern des Flachlandes oder des Mittelgebirges bei den verschiedenen Wetterlagen verhalten, ist kaum hinreichend bekannt.

Befürworter von Windkraftanlagen in Wäldern äußern oft die Meinung, dass die Verluste von Vögeln durch den Straßenverkehr viel größer seien als durch Windkraftanlagen. Dies ist eine Annahme. Welche Fakten können diesbezüglich tatsächlich vorgelegt werden? Auch aus diesen Äußerungen müsste die Erkenntnis gewachsen sein und

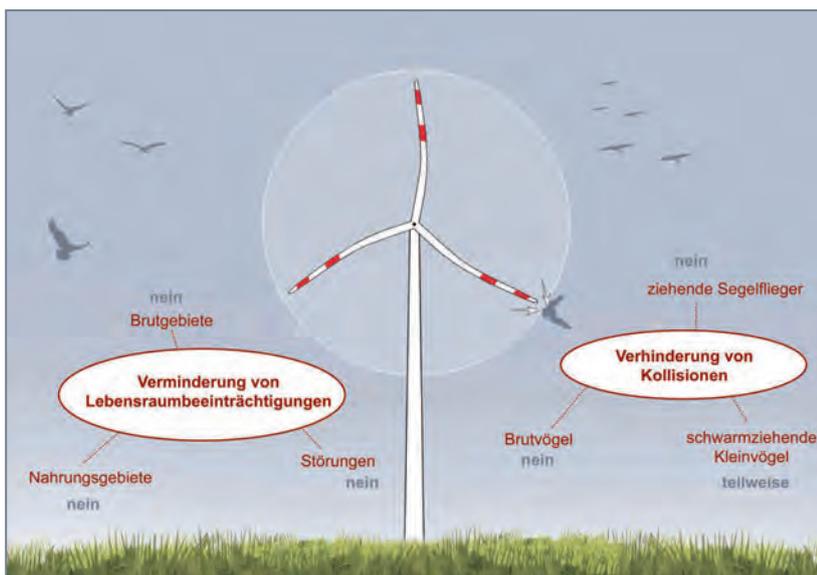


Abb. 44 Was bewirkt ein Abschalten der Windkraftanlagen für Vögel?

klar erkennbar werden, dass eben diese technischen Anlagen mit ihren Schallemissionen in hochsensiblen Lebensräumen wie Wäldern keinesfalls vertretbar sind.

## 6.6 Ungeklärte Probleme bei dem Betrieb von Windkraftanlagen im Wald

Mit jeder Bewirtschaftung (Eingriff in die jeweilige Waldstruktur) von Wäldern werden der Vegetationsaufbau sowie die Habitatstruktur verändert. Somit hat jeder Eingriff einen positiven oder negativen Einfluss auf die Tier- und Pflanzenwelt. Gesicherte Kenntnisse über diese Vorgänge, artbezogen sowie auf die Vielfalt der Arten ausgerichtet, stehen noch nicht ausreichend zur Verfügung.

- Wie kann durch gezielte Forschungen dazu nachhaltig beigetragen werden, dass das Tötungsrisiko (einschließlich Barotrauma) für Insekten, Vögel und Fledermäuse erheblich eingeschränkt wird?
- Die Errichtung von Windkraftanlagen im Wald stellt eine spezifische Gefährdungsursache für Tiere (Insekten, Vögel, Fledermäuse) im Sinne des Lebensraum- und Tierverlustes dar, deren Auswirkungen bisher völlig unbekannt sind.
- Abschaltungen von Windkraftanlagen zu bestimmten Zeiten im Sinne des Individuenschutzes müssen Wirksamkeit erbringen.

- Es liegen kaum belastbare wissenschaftliche Studien vor, die den Luftraum oberhalb der Baumkronen eingehend untersucht hätten. Befinden sich dort auch Nahrungshabitate für Tiere und wenn ja, wie werden diese genutzt?
- In welchen Höhen über dem Kronendach der Bäume jagen Vögel, Fledermäuse und Insekten?
- Erarbeitung und öffentliche Darstellung von bisher bekannten Wanderkorridoren von Vögeln, Fledermäusen und ausgewählten Insektenarten.
- Fehlende Kenntnisse über Sogwirkungen von Windkraftanlagen auf Tierarten und das Mikroklima.
- Welcher Abstand ist aus Artenschutzsicht zwischen unterer Rotorspitze und Baumkrone notwendig?
- Ermittlung der tatsächlichen Opfer von Wirbeltieren durch Windkraftanlagen. In Wäldern ist die Suche nach durch diese Anlagen getöteten oder verletzten Tieren aussichtslos.
- Es fehlen belegbare Fakten zu optischen und thermischen Lockwirkungen bei Insekten und Wirbeltieren durch Beleuchtung, Farbgebung und Wärme.

## 6.7 Schlussfolgerungen

- Die Argumentation, es sollen nur Flächen „entwerteter“ Fichtenbestände für die Errichtung

von Windkraftanlagen im Wald vorgesehen werden, muss scharf hinterfragt werden. Diese Diskussion lenkt vom Hauptproblem ab.

- Das Hauptproblem ist die Erhaltung der Wälder ohne deren Öffnung für Windkraftanlagen.
- Selbst wenn im Wald errichtete Windkraftanlagen nicht mehr, aus welchen Gründen auch immer, benötigt werden, bedeutet der Rückbau solcher Anlagen, der dann zu fordern ist, nicht nur hohe Kosten, sondern auch erneute Eingriffe und Störungen in die sie umgebenden Waldbereiche.

*Martin Görner*

## 7. Ausblick

Die Forstwirtschaft vermittelt ihre Leistung auf dem Gebiet des Klima- und Artenschutzes nicht ausreichend der breiten Öffentlichkeit. Die heimischen Wälder können nicht den aktuellen Rückgang der Biodiversität im Offenland kompensieren, da es sich um unterschiedliche Organismen handelt, die die Wälder und das Offenland besiedeln.

Der Wald ist die letzte Natureinheit in unserer Landschaft, die wegen einer nachhaltigen Bewirtschaftung weitgehend naturnah erhalten blieb. Dabei ist der Artenreichtum auch seltener und geschützter Waldarten im Wirtschaftswald höher als in waldbestandenem Naturschutzgebieten. Nach unserer Kenntnis gibt es keine Art, die nur in waldbestandenem Naturschutzgebieten vorkommt. Die Vielfalt der Waldeigentümer und der Standortverhältnisse sowie der walddeschichtlichen Nutzungen ist Grundlage der Strukturvielfalt. Mit dem derzeitigen flächenhaften, klimabedingten Absterben der Hauptbaumarten Buche, Fichte und Kiefer ist zu befürchten, dass der Wald seine ureigene Funktion nicht mehr erfüllt.

Über den Wald fehlen elementare Zahlen: Die Gesamtnutzung im Wald wird nicht korrekt erfasst. Übermaß und Selbstwerbung werden nicht abgerechnet. Rinden an verkauftem Holz ebenso wenig. Die derzeitige Abrechnungsmethodik über Länge und Mittendurchmesser (Försterformel) bevorteilt die Holzwirtschaft. Energieholz ist in der offiziellen Statistik nicht voll-

ständig erfasst. Die Angaben über den Gesamteinschlag schwanken zwischen 55 bis 76 Millionen m<sup>3</sup> (State of Europe's Forests 2015, BML 2015), und auch die höhere Zahl ist vermutlich falsch, da sie die Selbstwerbung von Brennholz, das Übermaß und die Rinde vernachlässigt. Die Gesamtleistungen des Waldes – besonders die Wohlfahrtswirkungen – werden in den offiziellen Statistiken nicht bewertet.

Der Primärenergiebedarf und die Nettostromerzeugung aus konventionellen und erneuerbaren Quellen Deutschlands in der Zeit von 2002 bis 2017 sind in den Abb. 45 bis 47 dargestellt. Die Abbildungen zeigen, dass die Energieerzeugung nur ca. 12 % des Bedarfs abdeckt. Es ist völlig unklar, wie diese Lücke in kurzer Zeit bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Braunkohle-Verstromung und zunehmender Elektromobilität geschlossen werden soll. Auch ist die Abbildung in gewisser Weise irreführend, denn sie enthält nicht den Energieimport (einschließlich der Energie in Produkten) und nicht den Energieexport. Die Suche nach akzeptablen und umfassenden Lösungen, für die der Mensch Verantwortung trägt, stellt uns als Gesellschaft vor gewaltige Herausforderungen.

Der Primärenergieverbrauch ist seit 1990 fast konstant bei 3.900 TWh; nur eine geringfügige Abnahme (9,5 %) auf 3.730 TWh seit 2007 ist erkennbar, wobei es bei den alljährlichen Schwankungen unsicher ist, ob diese Abnahme statistisch gesichert ist.

Die Nettoenergieerzeugung ist von 2002 bis 2006 geringfügig gestiegen, seither aber praktisch konstant bei ca. 640 TWh (14,47 % des Primärenergieverbrauchs).

Es fehlen 3.090 TWh (85,53 %) für eine ausgeglichene Energiebilanz. Bei Umsteigen auf Elektroenergie, z. B. für Elektromobilität, ist ein Ausbau um Faktor 7 bis 10 nötig.

Auch wenn wir alle Bäume in Windräder verwandeln, ist dieses Ziel ohne Einschränkungen im Energieverbrauch nicht zu erreichen.

Der sektorale Energieverbrauch (vgl. Abb. 48) verteilt sich zu 44,7 % auf die Industrie, die Elektroenergie zu einem bevorzugten Preis erhält), zu 26,4 % auf den privaten Verbrauch, zu 19,8 % auf die Energieerzeugung und zu 9,1 % auf den Verkehr. Das Problem lässt sich nicht lösen durch Auflagen beim privaten Verbrauch oder beim Verkehr, denn das hat Rückkopplungen auf einen noch höheren industriellen Verbrauch. Das Problem muss bei den Anfängen angegangen werden, d. h. die Industrie müsste den gleichen Strompreis zahlen, wie der Verbraucher. Nur so wäre eine Einschränkung möglich.

Die offiziellen Statistiken sind für den Bürger unverständlich wegen unterschiedlicher Einheiten (TWh, PJ). Kaum ein Bürger kann das umrechnen oder weiß, was „Tera“ und „Peta“ bedeutet. Wir haben den Sachverhalt erstmals mit gleichen Einheiten auf gleichen Achsen aufgetragen, um die Problematik zu verdeutlichen.

Abb. 45 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland nach Energieträgern mit politischen Zielen (Berechnungen auf Basis des Wirkungsgradansatzes; Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2017, Stand 07/2018).

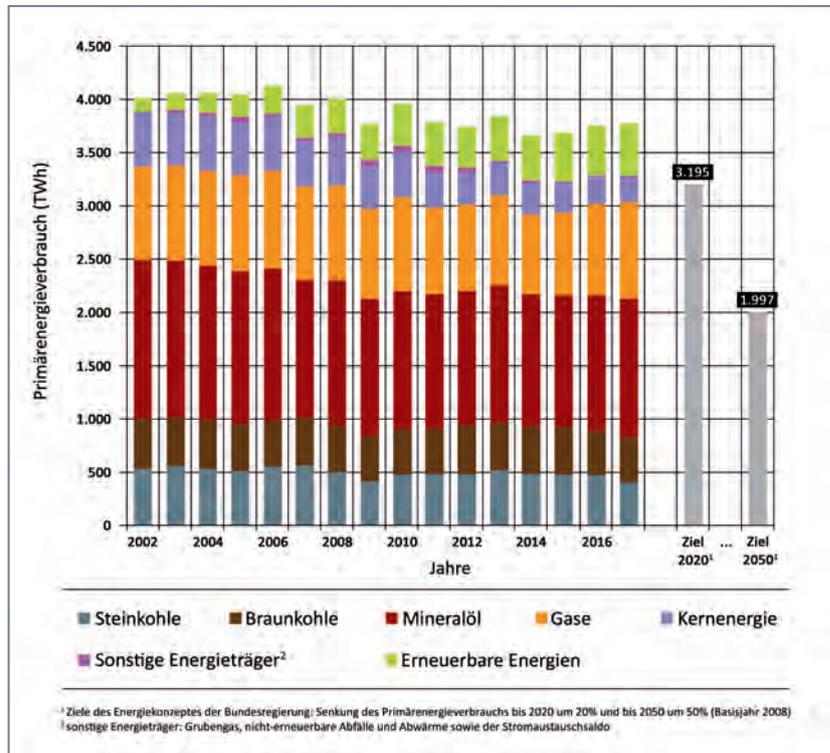
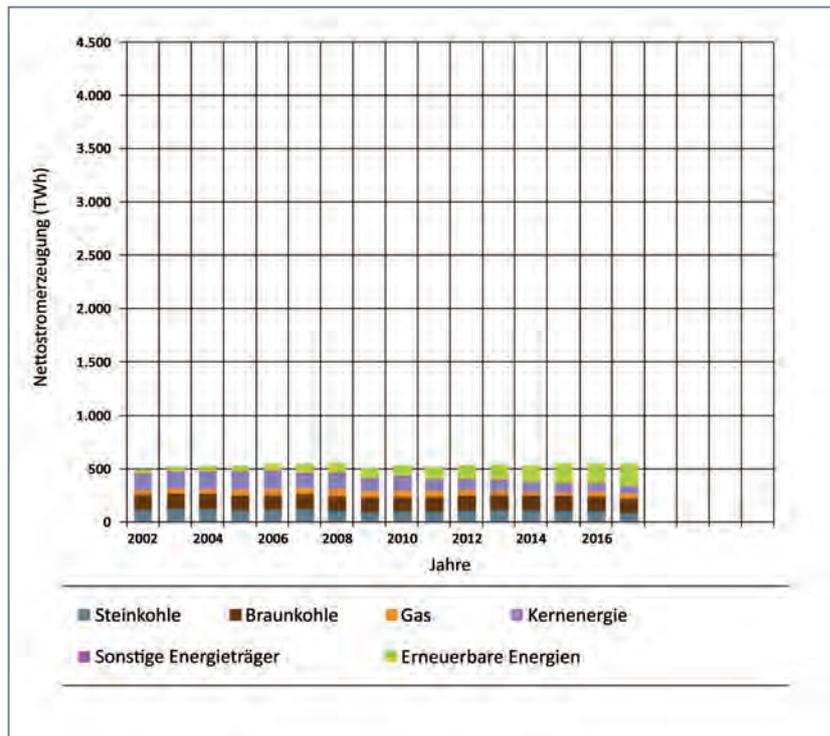


Abb. 46 Nettostromerzeugung aus konventionellen und erneuerbaren Quellen; Jahre 2002-2017 (Grafik: O. Blanck; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm), Fraunhofer ISE; verändert)



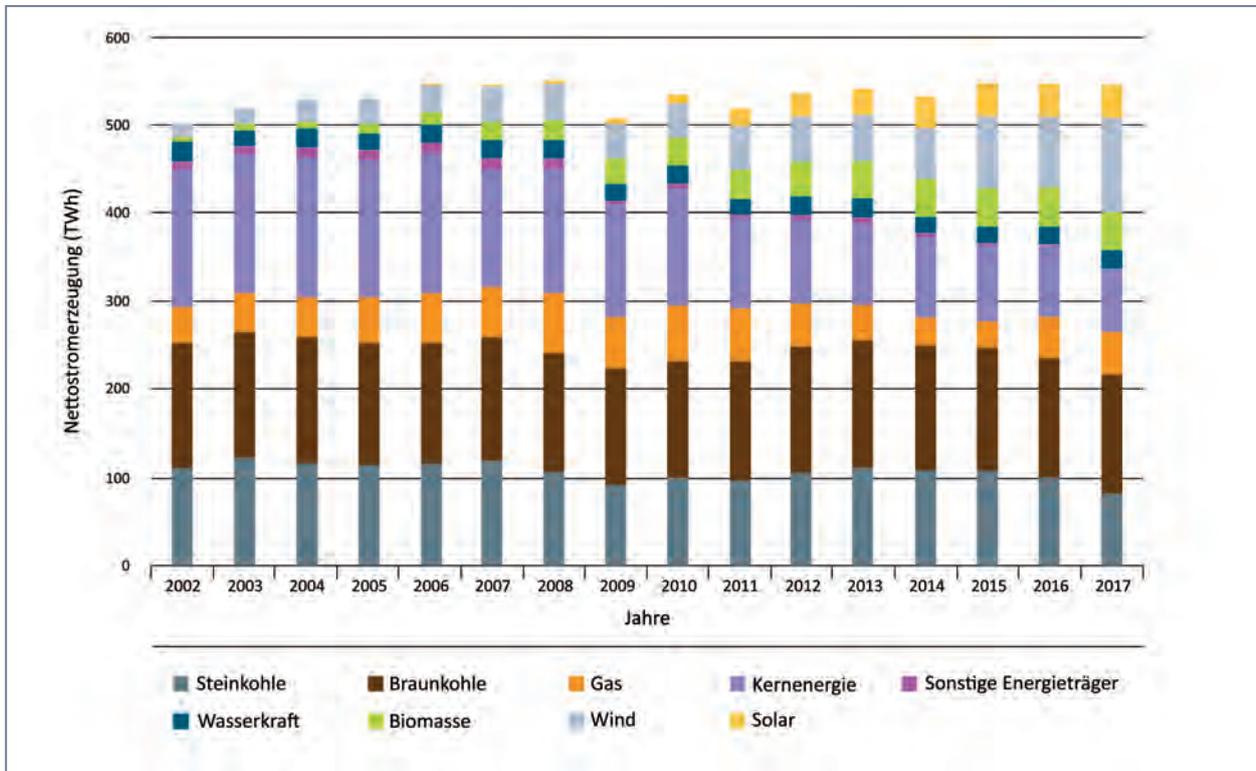


Abb. 47 Nettostromerzeugung aus konventionellen und erneuerbaren Quellen; Jahre 2002-2017 (vgl. Abb. 47, hier erneuerbare Quellen separat aufgeschlüsselt; Grafik: O. Blanck; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm), Fraunhofer ISE; verändert)

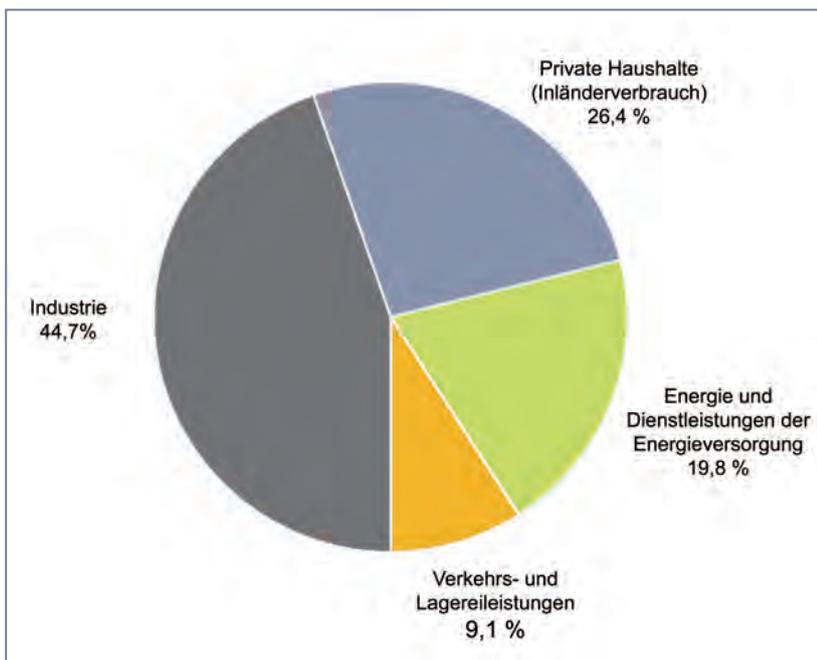


Abb. 48 Primärenergieverbrauch nach Sektoren in Deutschland 2016, verändert (Quelle: Statistisches Bundesamt 2018, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil2 Energie, Tabelle 3.3.4 „Primärenergieverbrauch im Inland -Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Energieerzeuger“ <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Publikationen/Umweltnutzung-Wirtschaft/umweltnutzung-und-wirtschaft-energie-xlsx-5850014.html>).

Die Statistiken nennen nicht den Import und Export an Energie. Die müsste auch die in Produkten „eingebauter“ Energie berücksichtigen. Wir decken unsere Energiebilanz auf Kosten von Importen fossiler Energieträger, durch den Import von Atomstrom aus Frankreich und der Tschechischen Republik und durch den Import von kohleproduziertem Strom aus Polen und der Tschechischen Republik, und durch den Import von energie- und rohstoffreichen Produkten. Dies müsste in den Statistiken genannt werden. Vielleicht könnte man die Klimabilanz Deutschlands nicht nur in CO<sub>2</sub>-Einheiten und CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ausdrücken, sondern physikalisch in Energieeinheiten berechnen.

Die Statistiken sind z. B. beim Holz unvollständig und berücksichtigen nicht den privaten Holzverbrauch.

Eine Lösung des Problems können wir nicht anbieten, aber aus der aktuellen gesellschaftlichen Situation ergeben sich folgende Schlussfolgerungen hinsichtlich der Nutzung des Waldes:

- Die heutige Landschaft kann für den Wohlstand nicht „aufgebraucht werden“.
- Die Elektrizität kommt nicht aus der Steckdose. Auch Elektroenergie muss erzeugt werden.
- Letztlich geht es darum, den Energieverbrauch insgesamt zu senken, d.h. unnötiger Energieverbrauch, der zusätzlich auch noch die Biologie von Arten stört, ist zu vermeiden (Windrä-



Abb. 49 Strukturreicher Bergmischwald im Thüringer Wald (Aufn.: H. R. Lange)

der im Wald, Werbung bei Nacht, Leuchten in Gärten und vieles andere).

- Auch ist die öffentliche Nutzung des Waldes nicht uneingeschränkt möglich, ohne ureigene Funktionen des Waldes zu verletzen (geplante Änderungen im Waldgesetz Thüringens).
- Der Import von Energie aus Nachbarländern ist ethisch nicht zu verantworten. Wir können nicht eine „heile Welt“ mit Wildnis und Natur vortäuschen und unseren Wohlstand auf Kosten anderer Länder ausleben.
- Eine Segregation von Waldnaturschutzgebieten und Wirtschaftswald ist nicht zielführend,

denn eine GPS-vermessene Fläche wird in absehbarer Zeit bei einem fortschreitenden Klimawandel anders aussehen als zur Zeit der Unterschutzstellung. Das Schutzziel wird damit verfehlt.

Die Frage „Wie viel Natur benötigt der Mensch?“ können wir ebenfalls nicht beantworten. Die Rechte und Bedürfnisse künftiger Generationen sollten aber gewahrt bleiben.

Der derzeit bestehende Konflikt zwischen Stadt- und Landbevölkerung in den unterschiedlichen Betrachtungen der Landnutzung muss abgebaut werden.

Martin Görner, Ernst-Detlef Schulze  
und Helmut Witticke

# Literatur

- AEBISCHER, A., NYFFELER, P. & R. ARLETTAZ (2010): Widerange dispersal in juvenile Eagle Owls (*Bubo bubo*) across the European Alps calls for transnational conservation. – J. Ornithol. 151, 1-9.
- AUGUSTIN, S. & S. SCHMID (2013): Bodenschutz im Wald – Beitrag der Waldpolitik 2020 des Bundes. – WSL Ber., Forum Wissen H. 6, 23-28. – Birmensdorf.
- AHLÉN, I. (2002): Fladderhöns och faglar dödade av vindkraftverk. – Fauna och flora 97 (3), 14-21.
- ANHUF, D. et al. (2012): Die Vegetationsentwicklung seit dem Höhepunkt der letzten Eiszeit. – In: Nationalatlas der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3: Natur und Umwelt II: Klima, Pflanzen, Tierwelt, 88-91. – Heidelberg.
- Anonymus (2010): Waldstandorte sind machbar. – BWE-Marktübersicht 2010.
- Anonymus (2015): Windkraft und Fledermäuse. – Natur NRW Nr. 2, 9.
- BACH, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Probleme oder Einbildung? – Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 33, 119-124.
- BAIER, U. (2018): Waldschutz und forstliches Umweltmonitoring. – In: WELLER, E. et al.: Forstchronik – Die Geschichte der Wälder und der Forstwirtschaft in Thüringen. – Hrsg. ThüringenForst Erfurt, 359-368.
- BAUMGÄRTNER, M. (2018): Das Kettensägen-Massaker. – Der Spiegel H. 7, 104-105.
- BEHRINGER, W. (2012): Kulturschichte des Klimas. (3. Aufl.) – München.
- BENECKE, H.-G. (2015): Bis zu 13 km lange Nahrungsflüge des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*). – Acta ornithoecol. 8, H. 2, 113-120.
- BIEDERMANN, P. H. W. & M. H. KÄRCHER (2009): Wetterabhängigkeit der Aktivität und Flughöhe von Rauchschnalben *Hirunda rustica* Linnaeus 1758 und Mehlschnalben *Delichon urbicum* (Linnaeus 1758). – Egretta 50, 76-81.
- BladeCleaning (2018): BladeCleaning – Limpieza de Palas, Quick Facts. Webseite aufgerufen 04.06.2019, [http://www.blade-cleaning.com/problematica\\_EN.htm](http://www.blade-cleaning.com/problematica_EN.htm)
- BLOHM, T., HEISE, G., HERMANN, U., MATTHES, H., POMMERANZ, H. & A. SCHMIDT (2001): Position zur Broschüre „Fledermäuse im Wald – Informationen und Empfehlungen für den Waldbewirtschaftler“. – Nyctalus (N. F.) Bd. 8, H. 1.
- BLUME, D. (1990): Die Bedeutung des Alt- und Totholzes für heimische Spechte – Folgerungen für die Forstwirtschaft. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 48-50.
- BOLDT, A. & S. HUMMEL (2013): Windenergieanlagen und Landsäugetiere. Literaturübersicht und Situation in der Schweiz. – Bericht (unveröff.), Bern.
- BOURIAUD, O., DON, A., JANSSENS, I. A., MARIN, G. & E.-D. SCHULZE (2019): Effects of forest management on biomass stocks in Romanian beech forests. – Forst Ecosystems DOI.org/10.1186/s40663-019-9180.4.
- BOURIAUD, O., MARIN, G., BOURIAUD, L., HESSENMÖLLER, D. & E.-D. SCHULZE (2016): Romanian legal management rules limit wood production in Norway spruce and beech forests. – Forst Ecosystems 3, 20.
- BRECHTEL, F. (1990): Zur Lebensweise und Bestandssituation holzbewohnender Wespenarten in Mitteleuropa und Konsequenzen für ihren Schutz. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 26-31.
- BREDE, H. et al. (2000): Habitatbäume und Totholz im Wald 2000. – Schr. Niedersächs. Landesforsten, Merkblatt 38.
- BRINKMANN, R. (2004): Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? – Tagungsführer der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Heft 15, „Windkraftanlagen – eine Bedrohung für Vögel und Fledermäuse?“.
- BRINKMANN, R. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen im Regierungsbezirk Freiburg. – Gutach-

- ten i. A. RP Freiburg – Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege, Gundelfingen
- BUER, F. (2012): Windräder töten Vögel und Fledermäuse, bringen Unfrieden ins Land, machen den Strom teurer und schaden der Wirtschaft. – Beitr. Naturk. Niedersachsens 65, 4-17.
- Bundesamt für Naturschutz, BfN (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. – Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz H. 53, Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesamt für Naturschutz, BfN (2009): Rote Liste. Band 1: Wirbeltiere. – Naturschutz u. Biol. Vielfalt H. 70 (1) – Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesamt für Naturschutz, BfN (2011): Windkraft über Wald. Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz. – Bonn.
- Bundesamt für Naturschutz, BfN (2015): Artenschutzreport 2015. Tiere und Pflanzen in Deutschland.
- Bundesverband WindEnergie, BWE (2018): Windenergie in Nutzwäldern. – Information, 8 Seiten. – Berlin.
- BURSE, K. (2018): 90 Jahre forstliche Standortserkundung in Thüringen (1927-2017). – Mitteilungsheft 36, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha.
- CHAPPUIS, U. v. (1942): Veränderungen in der Großschmetterlingswelt der Provinz Brandenburg bis zum Jahre 1938. – Deutsch. Entomol. Zeitschr. H. I-IV, 137-214.
- CHMARA, I. et al. (2001): Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen. – Mitt. der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft H. 19, Gotha.
- DANELZIK, M. & A. PLANK (2019): Fachdialog (Konsultationsphase) zur Qualitätssicherung von Fledermausgutachten für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen. – BfN-Skripten 533, Bonn-Bad Godesberg.
- DENNER, M. (2005): Vögel als Straßenverkehrsoffer – Ergebnisse einer gezielten Erfassung im Weinviertel in den Jahren 2003 und 2004. – Egretta 48, H. 1/2, 102-108.
- Deutsche Stiftung Kulturlandschaft (Hrsg.; 2013): Neue Energien – Neue Ideen für die Landschaft? – Dokumentation des gleichnamigen Interdisziplinären Forums am 18. September 2012 in der Neuen Mälzerei in Berlin.
- DEUTZ, A. & V. GRÜNSCHACHNER-BERGER (2006): Birkhahnverluste im Bereich einer Windkraftanlage. – Anblick H. 1, 16-17.
- DIETZ, M. (2007): Ergebnisse fl - dermauskundlicher Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten. – Mitt. Hess. Landesforstverwaltung Bd. 43.
- DIETZ, M. (2010): Fledermäuse als Leit- und Zielarten für Naturwald orientierte Waldbaukonzepte. – Forstarchiv 81, H. 2, 69-75.
- DÖRFEL, D. (2008): Windenergie und Vögel – Nahrungsfläche - monitoring des Frehner Weißstorchbrutpaares im zweiten Jahr nach Errichtung der Windkraftanlagen. – In: KAATZ, C. & M. KAATZ (Hrsg.): 3. Jubiläumsband Weißstorch. – Loburg, 278-283.
- DORKA, V., STRAUB, F. & J. TRAUTNER (2014): Windkraft über Wald – kritisch für die Waldschneppenbalz? Erkenntnisse aus einer Fallstudie in Baden-Württemberg (Nordschwarzwald). – Naturschutz Landschaftsplanung 46, 69-78.
- DÜRR, T. (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. – Nyctalus (N. F.) Bd. 8, H. 2, 115-118.
- DÜRR, T. (2009): Zur Gefährdung des Rotmilans *Milvus milvus* durch Windenergieanlagen in Deutschland. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen (29) 3, 185-191.
- DÜRR, T. (2011): Vogelverluste an Windradmasten. – Falke 58, 499-501.
- DÜRR, T. & T. LANGGEMACH (2006): Greifvögel als Opfer von Windkraftanlagen. – Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten 5, 483-490.
- EGE (2004): Immer häufiger Uhus tot unter Windkraftanlagen. – Naturschutz u. Landschaftsplan. 36, 26-27.
- Energiequelle GmbH (2017): Der Wald als Windenergiespender. – Thür. Waldbesitzer 12, Nr. 2, 4.

- ETSCHKEIT, G. et al. (2016): Geopferte Landschaften – wie die Energiewende unsere Umwelt zerstört. – München.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte nördlich der Alpen, 1. Band: Allgemeine Waldgeschichte. – Jena.
- FLADE, M. (2012): Von der Energiewende zum Biodiversitäts-Desaster – zur Lage des Vogelschutzes in Deutschland. – Vogelwelt 133, 149-158.
- FLECKENSTEIN, K. (Hrsg.; 1996): Aktuelle Probleme der Wirtschaft in Deutschland. – Essen.
- FRANK, R. & M. DIETZ (1999): Fledermäuse im Lebensraum Wald. – Schr. Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Merkblatt 37.
- FRIEDMANN, L., GAGGERMEIER, A. & M. SUDA (2019): Wälder in der Therapie. – LWF aktuell 2, Ausgabe 121, 6-10.
- FRITZE, M., LEHNERT, L. S., HEIM, O., LINDECKE, O., ROELEKE, M. & C. C. VOIGT (2019): Fledermausschutz im Schatten der Windenergie – Naturschutz u. Landschaftsplanung 51, H. 1, 20-27.
- GATTER, W. (1981): Insektenwanderungen. – Greven.
- GAUTSCHI, A. (2010): Der Reichsjägermeister (5. Aufl.).
- GERKEN, B. & M. GÖRNER (2012): Naturschutz und Landschaftsentwicklung. Über große Weidetiere, Biodiversität, Naturschutzpraxis und Naturverständnis. – Artenschutzreport 28, 1-42.
- GLASER, R. (2013): Klimageschichte Mitteleuropas. (3. Aufl.). – Darmstadt.
- GLUTZ von BLOTZHEIM, U. N. (Hrsg.; 1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas (Bd. 9). – Wiesbaden.
- GÖRNER, M. (2008): Uhu (*Bubo bubo*) und Windkraftanlage. – Acta ornithoecol. 6, H. 2/3, 157-159.
- GÖRNER, M. (2016): Zur Ökologie des Uhus (*Bubo bubo*) in Thüringen. Eine Langzeitstudie. – Acta ornithoecol. 8, H. 3-4, 146-320.
- GÖTTSCHE, P., GÖTTSCHE, M., MATTHES, H., MATERNOWSKI, H. W. & J. HAENSEL (2002): Fledermausschutz im Naturpark Barnim – Bilanz und Perspektive. – In: Biotop und Artenschutz im Naturpark Barnim. – Barnim-Report I.
- GRANDE, C. (2018): Unterscheidet sich das Kollisionsrisiko von Rohrweihen an Windenergieanlagen zwischen Männchen und Weibchen? – Vogelwarte 56, H. 4, 398-399.
- GRIMM, J. & W. GRIMM (ohne Jahr): Deutsches Wörterbuch, Bd. 16, Sp. 1540: Sommerlatte.
- GRÜNDONNER, D. (2019): Windenergieplanung im Naturpark. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 51, H. 4, 166-173.
- GRÜNKORN, T. & J. WELCKER (2018): Flugweise des Uhus an Windkraftanlagen. – Vogelwarte 56, H. 4, 390.
- GRÜNKORN, T., DIEDERICHS, A., POSZIG, D., DIEDERICHS, B. & G. NEHLS (2009): Wie viele Vögel kollidieren mit Windenergieanlagen? – Natur u. Landschaft 84, H. 7, 309-314.
- GRÜNSCHACHNER-BERGER, V. & M. KAINER (2011): Birkhühner *Tetrao tetrix* (Linnaeus 1758): Ein Leben zwischen Windrädern und Schilfluten. – Egretta 52, 46-54.
- GRUTTKE, H., LUDWIG, G., SCHNITTLER, M., BINOT-HAFKE, M., FRITZLAR, F., KUHN, J., ASSMANN, T., BRUNKEN, H., DENZ, O., DETZEL, P., HENLE, K., KUHLMANN, M., LAUFER, H., MATERN, A., MEINIG, H., MÜLLER-MOTZFELD, G., SCHÜTZ, P., VOITH, J. & E. WELK (2004): Memorandum: Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung von Arten. – In: GRUTTKE, H. (Bearb.): Ermittlung der Verantwortlichkeit für die Erhaltung mitteleuropäischer Arten. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 8, 273-280.
- GÜTTINGER, R. (1997): Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in der modernen Kulturlandschaft. – Schriftenreihe Umwelt Nr. 288 (BUWAL). – Bern.
- HADDAD, N. M., BRUDVIG, L. A., CLOBERT, J., DAVIES, K. F., GONZALEZ, A., HOLT, R. D., LOVEJOY, T. E., SEXTON, J. O., AUSTIN, M. P., COLLINS, C. D., COOK, W. M., DAMSCHEN, E. I., EWERS, R. M., FOSTER, B. L., JENKINS, C. N., KING, A. J., LAURANCE, W. F., LEVEY, D. J., MARGULES, C. R., MELBOURNE, B. A., NICHOLLS, A. O., ORROCK, J. L., SONG, D.-X. & J. R. TOWNSHEND (2015): Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. – Sci. Adv. 1, e1500052.

- HAENSEL, J. (2005): Fledermauskundliches Gutachten zur Errichtung von Windkraftanlagen im geplanten Windpark Hillmersdorf.
- HANDKE, K. (2000): Vögel und Windkraft im Nordwesten Deutschlands. – LÖBF-Mitt. 2, 47-55.
- HANDKE, K., ADENA, J., HANDKE, P. & M. SPRÖTGE (2004a): Räumliche Verteilung ausgewählter Brut- und Rastvogelarten in Bezug auf vorhandene Windenergieanlagen in einem Bereich der küstennahen Krummhörn (Groothusen/Ostfriesland). – Bremer Beitr. Naturkunde Naturschutz 7, 11-46.
- HANDKE, K., ADENA, J., HANDKE, P. & M. SPRÖTGE (2004b): Einfluss von Windenergieanlagen auf die Verteilung ausgewählter Brut- und Rastvogelarten in einem Bereich der Krummhörn (Jennelt/Ostfriesland). – Bremer Beitr. Naturkunde Naturschutz 7, 47-59.
- HEISE, G. & T. BLOHM (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – Nyctalus 9, H. 3, 249-258.
- HEIß, G. (1990): Notwendigkeiten und Bedeutung von Waldschutzgebieten für Arten- und Ökosystemschutz unter besonderer Berücksichtigung von Altholz- und Totholzzönosen. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflu. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 62-67.
- HENNING, F.-W. (1994): Deutsche Agrargeschichte des Mittelalters – 9.-15. Jahrhundert. – Stuttgart.
- HENSEN, F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. – Nyctalus (N. F.) Bd. 9, H. 5, 427-435.
- HERMES, B. (1995): Untersuchungen über Jagdgebiete und potentielle Quartiere von Fledermäusen im Forstbezirk Rumbeck als Beitrag zum Fledermausschutz. – Diplomarb. FH Hildenheim / Holzminden (unveröff.).
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012): Leitfaden Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Hessen. – Wiesbaden (unveröff. Gutachten).
- HIEKEL, W. et al. (2004): Die Naturräume Thüringens. Naturschutzreport, H. 21. – Jena.
- HOFMANN, G. (1990): Zur Ökologie der thüringischen Wälder. – Mitt. Thür. Forstverein 1/1990.
- HOFMANN, R. R. (2012): Über Wechselwirkungen von Wald und Wild – eine uralte Geschichte der Ko-Evolution. – Artenschutzreport 28, 42-50.
- HOLTSMARK, B. (2012): Harvesting in boreal forest and the biofuel carbon debt. – Climate Change 112, 415-428.
- HÖTKER, H., KRONE, O. & G. NEHLS (2013): Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. – Schlussbericht Gutachten (unveröff.). – Bergenhusen, Husum, Berlin.
- HURST, J., BIEDERMANN, M., DIETZ, C., DIETZ, M., KARST, I., KRANNICH, E., PETERMANN, R., SCHORCHT, W. & R. BRINKMANN (Hrsg.; 2016): Fledermäuse und Windkraft im Wald. – Naturschutz u. Biol. Vielfalt H. 153. – Bonn-Bad Godesberg.
- HUTH, E. & J. THIELE (2018): Windenergieanlagen als Teil unserer heutigen Kulturlandschaft. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 50, H. 6, 192-199.
- ILLNER, H. (2012): Kritik an den EU-Leitlinien „Windenergie-Entwicklung und NATURA 2000“, Herleitung vogelartspezifischer Kollisionsrisiken an Windenergieanlagen und Besprechung neuer Forschungsarbeiten. – Eulen-Rundblick 62, 83-100.
- JAEHNE, S. (2018): Vogelschutz und Windenergie im Wald. – Landschaftspfl. Naturschutz Thür. 55, H. 4, 171-174.
- JOHNSON, C. G. (1969): Migration and dispersal of insects by flight. – London.
- JONSCHER, R. (1993): Kleine thüringische Geschichte. – Jena.
- JÜDES, U. (1989): Erfassung von Fledermäusen im Freiland mittels Ultraschall-Detektor. – Myotis 27.
- JÜDES, U. (1990): Habitatgefüge und Habitatwahl der Waldfledermause – Folgerungen für die Forstwirtschaft. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflu. – NZ NRW

- Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 54-56.
- KAISER, M., KIEL, E.-F. & P. FEST (2014): Leitfaden hilft Windenergieanlagen artenschutzgerecht zu planen. – Natur NRW Nr. 2, 23-26.
- KAYSER, R. (2017): Windkraft und Greifvögel – eine Übersicht zu aktuellen Problemen. – Orn. Mitt. 69, Nr. 7/8, 205-230.
- KLEIN, T. (2017): Tierschutz? Artenschutz? Naturschutz? Werte im Konflikt. – In: OEHER, R. (Hrsg.): Biologie und Ethik: Natur im Griff. – Senckenberg Ges. Naturforsch., Senckenberg-Buch 81, 217-227.
- KNE (2017): Studien-Steckbrief „Untersuchungen und Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen von Windenergieanlagen im Wald“ (HURST et al. 2016).
- KÖNIG, H. & W. KÖNIG: Funde beringter Abendsegler (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774) in der Pfalz (Mammalia: Chiroptera). – Fauna u. Flora Rheinland-Pfalz 13, H. 3, 549-558.
- KÖPPEL, J., BIEHL, J., SPRONDEL, N., BITTNER, A. & V. WACHENDÖRFER (2018): Umwelt- und sozialverträgliche Windenergieentwicklung. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 50, H. 9, 330-339.
- KORPEL, S. (1995) Die Urwälder der Westkarpaten. – Stuttgart.
- KRAFT, M. (2017): Mitten durch, und dann peng! – Vögel H. 1, Nr. 44, 50-53.
- KRAFT, M. (2019): Fehlerhafte Methodik. – Vögel H. 1, 78-79.
- KRIEDEMANN, K., MEWES, W. & V. GÜNTHER (2003): Bewertung des Konfliktpotenzials zwischen Windenergieanlagen und Nahrungsräumen des Kranichs. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 35, H. 5, 143-150.
- KRUMENACKER, T. (2019): Energiewende bremst Naturschutz aus. – Falke 66, H. 5, 13-17.
- KÜSTER, H. (2008): Geschichte des Waldes. (2. Aufl.) – München. Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) (2014): Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu den bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. – Ber. Vogelschutz H. 51, 15-42.
- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., SCHÖNBORN, S., LINDECKE, O., NIERMANN, I. & C. C. VOIGT (2014): Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. – PloS One 9: e103106.
- LEIBUNDGUT, H. (1983): Der Wald. Eine Lebensgemeinschaft. (3. Aufl.). – Bern.
- LENGEFELD, C. C. v. (1745): Den Verlohrnen = Werth derer Jagd- und Forst-Wissenschaften Anno M:D:C:C:VL: Thüringisches Staatsarchiv Rudolstadt, Akte A VIII 4d, Nr. 20.
- LUCAS, M., GUYONNE, F. E. & M. FERRER (Hrsg.; 2007): Birds and Wind Farms. – Madrid.
- LÜNING, J. et al. (1997): Deutsche Agrargeschichte. Vor- und Frühgeschichte. – Stuttgart.
- MANTEL, K. (1990): Wald und Forst in der Geschichte. – Alfeld – Hannover.
- MATTHES, H. (2005): Inventar an potentiellen Quartierstrukturen und Fledermausfauna in den Wäldern des Naturparks Barnim. – Diplomarb. FH Eberswalde (unveröff.).
- MEINIG, T. (2015): Phänologie und Verhalten flugaktiver Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) im südlichen Niedersachsen in den Jahren 2000 bis 2014. – Säugetierkd. Informationen 9, H. 49, 403-428.
- MESCHÉDE, A. & K.-G. HELLER (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. – Schriftenr. Landschaftspflege u. Naturschutz 66.
- MESCHÉDE, A., SCHORCHT, W., KARST, J., BIEDERMANN, M., FUCHS, D. & F. BONTADINA (2017): Wanderrouten der Fledermäuse. – BfN-Skripten 453, Bonn-Bad Godesberg.
- MEYBURG, B.-U., MEYBURG, C., MATTHES, J. & H. MATTHES (2006): GPS-Satelliten-Telemetrie beim Schreiadler *Aquila pomarina*: Aktionsraum und Territorialverhalten im Brutgebiet. – Vogelwelt 127, 127-144.
- MILNIK, A. & V. HEYDE (1998): In Verantwortung für den Wald. – Potsdam. Brandenburgisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- MIOGA, O., BÄUMER, S., GERDES, S., KRÄMER, D., LUDESCHER, F.-B. & R. VOHWINKEL (2019): Telemetriestudien am Uhu. – Natur NRW 44, Nr. 1, 36-40.
- MÖCKEL, R. & T. WIESNER (2007): Zur Wirkung von Windkraftanlagen auf Brut- und Gastvögel in der Niederlausitz (Land Brandenburg). – Otis 15 (Sonderheft), 1-133.

- MÜLLER, D. & C. KOTTMEIER (1985): Meteorologische Aspekte des Streckensegelfluges – Thermik von A bis Z –. – Universität Hannover (Selbstverlag).
- NACHTIGALL, W., STUBBE, M. & S. HERRMANN (2010): Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans (*Milvus milvus*) während der Brutzeit – eine telemetrische Studie im Nordharzvorland. – Vogel u. Umwelt 18, 25-61.
- NICOLAI, B. (2017): Kolkrahe *Corvus corax* brütet unter Windenergieanlage. – Apus 22, 75-80.
- NIEMEYER-LÜLLWITZ, A. & B. KÖNIGS (2012): Artenschutz beim Ausbau der Windenergie berücksichtigen. – Natur NRW Nr. 4, 13-14.
- NOEKE, G. (1989): Baumhöhlen in Buchenbeständen – Welche Rolle spielt das Bestandsalter? – LÖLF-Mitt. H. 3, 20-22.
- NOEKE, G. (1990): Abhängigkeit der Dichte natürlicher Baumhöhlen von Bestandsalter und Totholzangebot. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflu. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 51-53.
- Norddeutsche Naturschutzakademie (Hrsg.; 1990): Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. – NNA-Ber. 3. Jg., Sonderheft.
- NUß, M. (2018): Das grosse Sterben. Woher wissen wir, dass der Bestand der Insekten in Deutschland zurückgeht? – Senckenberg Natur-Forschung-Museum 148, H. 10-12, 170-171.
- PATZE, H. (1962): Die Entstehung der Landesherrschaft in Thüringen. – Köln Graz.
- PATZE, H. & W. SCHLESINGER (1973/1974): Geschichte Thüringens – Hohes und spätes Mittelalter. – Köln Wien.
- PFALZER, G. (2017): Der Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri* KUHL, 1817) in der Pfalz – ein Opfer der Energiewende? (Mammalia: Chiroptera). – Fauna Flora Rheinland-Pfalz 13, H. 3, 761-777.
- PORSTENDÖRFER, D. (1994): Aktionsraum und Habitatnutzung beim Rotmilan *Milvus milvus* in Süd-Niedersachsen. – Vogelwelt 115, 293-298.
- PRESSLER, M. R. (1858/1885): Der rationelle Waldwirth und sein Waldbau des höchsten Ertrages. – Schriftenreihe. Dresden. Bei Tuerk.
- QUITTER, M. (2007): Einheimische Fledermausarten und der Einfluss von Windkraftanlagen auf waldbewohnende Fledermäuse am Beispiel des Revieres Wallhaus. – Diplomarb. FH Eberswalde (unveröff.).
- RABANSER, N. (2009): Windkraft im Wald: Rücken- oder Gegenwind? – Unser Wald H. 4, 21-22.
- REICHENBACH, M. & H. STEINBORN (2006): Windkraft, Vögel, Lebensräume – Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. – Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 32, 243-259.
- REICHENBACH, M. (2004): Langzeituntersuchungen zu Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel des Offenlandes – erste Zwischenergebnisse nach drei Jahren. – Bremer Beitr. Naturkunde Naturschutz 7, 107-135.
- REICHENBACH, M., HANDKE, K. & F. SINNING (2004): Der Stand des Wissens zur Empfindlichkeit von Vogelarten gegenüber Störungswirkungen von Windenergieanlagen. – Bremer Beitr. Naturkunde Naturschutz 7, 229-243.
- REINHARDT, K. (2018): Sind aktuelle Zahlen zur Abnahme der Biomasse fliegender Insekten falsch? – Entomol. Nachrichten u. Ber. 62, 33-36.
- RICHARZ, K. (2014): Energiewende und Naturschutz. Windenergie im Lebensraum Wald. – Deutsche Wildtier Stiftung. – Hamburg.
- RICHERT, A. (2019): Ein Beitrag zum Thema „Insektenschwund“: Anflugzahlen ausgewählter häufiger und allgemein verbreiteter Nachtfalterarten (Lepidoptera) bei regelmäßigen Hauslichtfängen im Eberswalder Tal (Nordostbrandenburg) in verschiedenen Zeiträumen (1963-1972 und 2009-2018) – Entomol. Nachrichten u. Ber. 63, 23-28.
- RICHTER, J. (1990): Probleme, Möglichkeiten und Bedeutung der Erhaltung eines größeren Totholzanteiles aus forstlicher Sicht. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflu. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 68-69.
- RIEDIGER, N. (2003): Vergleichende Untersuchung zu Fledermausfauna in zwei naturnahen

- Wäldern im Landkreis Barnim. – Diplomarb. FH Eberswalde (unveröff.).
- RUDOLPH, B.-U. & A. LIEGL (2001): Die Leitarten für den Waldnaturschutz? – Tierarten der FFH- und Vogelschutz-Richtlinie, LWF aktuell, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2018): Für einen flächeweisen Insektenschutz. – Berlin.
- SCHABER, R. (1933): Waldbauliches aus Thüringen. – Thüringische Hauptlandwirtschaftskammer Weimar, H. 16.
- SCHABER, R. & F. HASELHUHN (1944): Kurzer Überblick über die forstlichen Verhältnisse Thüringens. – Manuskript-Nachdruck. – Mitt. Thür. Forstverein. Sonderdruck 1997.
- SCHAEFER, M. & L. HAAS (1979): Untersuchungen zum Einfluss der Mahd auf die Arthropodenfauna einer Bergwiese. – *Drosera* 79, 17-40.
- SCHALL, P., GOSSNER, M. M., HEINRICH, S., FISCHER, M., BOCH, S., PRATI, D., JUNG, K., BAUMGARTNER, V., BLASER, S., BÖHM, S., BUSCOT, F., DANIEL, R., GOLDMANN, K., KAISER, K., KAHL, T., LANGE, M., MÜLLER, J., OVERMANN, J., RENNER, S. C., SCHULZE, E.-D., SIKORSKI, J., TSCHAPKA, M., TÜRKE, M., WEISSER, W. W., WERNHEUER, B., WUBET, T. & C. AMMER (2017): The impact of even-aged and uneven-aged forest management on regional biodiversity of multiple taxa in European beech forests. – *J Applied Ecology* 55, 267-278.
- SHELLER, W. & F. VÖKLER (2007): Zur Brutplatzwahl von Kranich *Grus grus* und Rohrweihe *Circus aeruginosus* in Abhängigkeit von Windenergieanlagen. – *Ornithol. Rundbr. Meckl.-Vorp.* 46, 1-24.
- SHELLER, W. (2007): Standortwahl von Windenergieanlagen und Auswirkungen auf die Schreiadlerbrutplätze in Mecklenburg-Vorpommern. – *Naturschutzarb. Mecklenburg-Vorp.* 50 (2), 12-22.
- SCHERBER, C., EISENHAEUER, N., WEISSER, W., SCHMID, B., VOIGT, W., FISCHER, M., SCHULZE, E.-D., ROSCHER, C., WEIGELT, A., ALLAN, E., BESSLER, H., BONKOWSKI, M., BUCHMANN, N., BUSCOT, C., CLEMENT, L. W., EBELING, A., ENGELS, C., HALLE, S., KERTSCHER, I., KLEIN, A. M., KOLLER, R., KOENIG, S., KOWALSKI, E., KUMMER, V., KUJAWA, A., LANGE, M., LAUTERBACH, D., MIDDELHOFF, C., MIGUNOVA, V. D., MILCU, A., MUELLER, R., PARTSCH, S., PETERMANN, J. S., RENKER, C., ROTTSTOCK, T., SABAI, A., SCHEU, S., SCHUMACHER, J., TEMPERTON, V. M. & T. TSCHARNKE (2010): Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. – *Nature* 468, 553-556.
- SCHERZINGER, W. (1996): *Naturschutz im Wald*. – Stuttgart.
- SCHMAL, G. (2015): Empfindlichkeit von Waldschneepfen gegenüber Windkraftanlagen. – *Naturschutz Landschaftsplanung* 47, 43-48.
- SCHNEIDER, H. (2013): Der Stand der palynologischen Forschung in Thüringen vor dem Hintergrund der Buchenausbreitung und deren Ursachen. – *Arten-schutzreport* H. 32, 44-48.
- SCHOPPENHORST, A. (2004): Graureiher und Windkraftanlagen. Ergebnisse einer Fallstudie in der Ochtumniederung bei Delmenhorst. – *Bremer Beitr. Naturkunde Naturschutz* 7, 151-156.
- SCHREIBER, A., ELMER, W. & G. ERLBECK (1996): Die Orkankatastrophe und die Borkenkäferkalamität im Thüringer Wald 1946-1954. – Mitt. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Gotha. Sonderdruck.
- SCHRETZENMAYER, M. et al. (1973): *Der Wald*. – Leipzig Jena Berlin.
- SCHRÖDER, W. (1979): Die Tiere des Waldes – Glieder im Ökosystem. – In: *Rettet den Wald*. – München.
- SCHUBERT, R. und Mitarbeiter (Hrsg.; 1984): *Lehrbuch der Ökologie*. – Jena.
- SCHULIN, R., MEYER, C. & P. LÜSCHER (2013): Bodenverdichtung und Bodenstruktur. – *WSL Ber., Forum Wissen* H. 6, 45-46. – Birmensdorf.
- SCHULZE, E.-D. & C. AMMER (2015): Konflikte um eine nachhaltige Entwicklung der Biodiversität: Spannungsfeld Naturschutz und Forstwirtschaft. – *BIUZ* 45, 304-314.
- SCHULZE, E.-D., AAS, G., GRIMM, G. W., GOSSNER, M. M., WALENTOWSKI, H., AMMER, C., KÜHN, I., BOURIAUD, O. & K. v. GADOW (2015) A review on plant diversity and forest management of Eu-

- ropean beech forest. – European Journal of Forest 135, 51-67.
- SCHULZE, E.-D., CRAVEN, D., DURSO, A., REIF, J., GUDERLE, M., KROIHER, F., HENNIG, P., WEISERBS, A., SCHALL, P., AMMER, C. & N. EISENHAEUER (2019a): Positive association between forest management, environmental change, and bird abundance. – Forst Ecosystems DOI: 10.1186/s40663-019-0160-8.
- SCHULZE, E.-D., LUySSAERT, S., CIAIS, P., FREIBAUER, A., JANNSENS, I. A., SOUSSANA, J. F., GRACE, J., LEVIN, I., THIRUCHITTAMPALAM, B., HEIMANN, M., DOLMAN, A. J., VALENTINI, R., BOUSQUET, P., PEYLIN, P., PETERS, W., RÖDENBECK, C., ETIOPE, G., VUICHARD, N., WATTENBACH, M., NABUURS, G. J., POUSSI, Z., NIESCHULZE, J. & J. H. GACH (2009): Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. – Nature Geoscience 2, 842-850.
- SCHULZE, E.-D., STUPAK, I. & D. HESSENMÖLLER (2019b): The climate mitigation potential of managed versus unmanaged spruce and beech forest in Central Europe. – In: PIRES, J. (ed.): Bioenergy with Carbon Capture and Storage. – Elsevier, Amsterdam, in press.
- SCHUSTER, E. & E. BRUNS (2018): Technische Ansätze zur bedarfsgerechten Betriebsregulierung. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 50, H. 7, 226-232.
- SCHWARZ, A. (2005): Wald in Gefahr: Der ländliche Raum im Spannungsfeld zwischen Stadtbewohnern und Waldbesitzern. – In: RIEGLER, J., POPP, H. W. & H. KROLL-SCHLÜTER: Land in Gefahr. – Graz-Stuttgart, 207-213.
- SEDLAG, U. (1981): Über das Aussterben von Tieren unter besonderer Berücksichtigung der Insekten. – Entomol. Nachr. 25, H. 1, 2-14.
- SERBES, H. (2012): Rechtliche Anforderungen an die Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen. – Recht der Natur, Sonderheft Nr. 67. – Frankfurt / M.
- SEUSER, K. U., KOCH, W., OCKENGA, J. & R. MÜLLER (2018): Kommunikation, Beteiligung und Naturschutz als Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von Windenergieanlagen. – Natur u. Landschaft 93, H. 11, 501-509.
- SIMON, H.-R. (1999): Diversität der Insekten in Kulturlandschaften. – Collurio Zeitschr. Vogel- u. Naturschutz Hessen 17, 135-149.
- SITKEWITZ, M. (2005): Telemetrische Untersuchung zur Raum- und Habitatnutzung des Uhus *Bubo bubo* im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen. – Ornithol. Anzeiger 44, 163-170.
- SITKEWITZ, M. (2007): Telemetrische Untersuchungen zur Raum- und Habitatnutzung des Uhus (*Bubo bubo*) in den Revieren Thüngersheim und Retzstadt im Landkreis Würzburg und Main-Spessart – mit Konflikteanalyse bezüglich des Windparks Steinhöhe. – Endbericht im Auftrag des LBV.
- SPRÖTGE, M., SELLMANN, E. & M. REICHENBACH (2018): Windkraft Vögel Artenschutz. – Norderstedt.
- STEINBORN, H. & M. REICHENBACH (2012): Einfluss von Windenergieanlagen auf den Ortolan *Emberiza hortulana* in Relation zu weiteren Habitatparametern. – Vogelwelt 133, 59-75.
- STEINBORN, H., REICHENBACH, M. & H. TIMMERMANN (2011): Windkraft – Vögel – Lebensräume. Books on Demand GmbH, Norderstedt.
- STRASSER, C. (2006): Totfundmonitoring und Untersuchung des artspezifischen Verhaltens von Greifvögeln in einem bestehenden Windpark in Sachsen-Anhalt. – Diplomarb. Trier.
- STRAUB, F., TRAUTNER, J. & U. DORKA (2015): Die Waldschnepfe ist „windkraftsensibel“ und artenschutzrechtlich relevant. – Naturschutz Landschaftsplanung 47, 49-58.
- STÜBING, S. (2011): Vögel und Windenergieanlagen im Mittelgebirge. – Falke 58, 495-498.
- STÜBING, S. & M. KORN (2018): Verhalten von Schwarzstörchen (*Ciconia nigra*) im Brutplatzumfeld gegenüber Windenergieanlagen – zwei Beispiele aus Hessen. – Vogel u. Umwelt 23, 107-114.
- TAAKE, K.-H. (1990): Zur Besiedlung von Althölzern und Fledermauskästen durch Waldfledermäuse. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10., 4. Jg., 57-58.
- THOMASIUS, H. (1978): Wald, Landeskultur und Gesellschaft. – Jena.

- THOMASIUS, H. (1999): Waldbauverfahren im Wandel – Lehren aus der Geschichte. – In: Deutscher Forstverein, 59. Jahrestagung in Schwerin: 100 Jahre Deutscher Forstverein. – Kongressbericht, 249-308.
- Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, TLUG (Hrsg; 2012): Fledermäuse in Thüringen. – Naturschutzreport H. 27.
- TISCHLER, P. (2013): Seeadler *Haliaeetus albicilla* – Kollisionopfer an einer Windenergieanlage. – Apus 18, H. 2, 133-137.
- TRIEB, F. (2018): Interference of Flying Insects and Wind Parks. – Study Report, Stuttgart 30.10.2018.
- TRIEB, F. & M. HAUS (2019): Wechselwirkungen von Fluginsekten und Windparks. – Power Point Präsentation Berlin, 06.03.2019.
- URBAHN, E. (1973): Beobachtungen über den Häufigkeitswechsel bei Schmetterlingen in Norddeutschland seit 1895. – Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierkunde Dresden 4, 45-60.
- VOIGT, C. C., POPA-LISSEANU, A. G., NIERMANN, I. & S. KRAMER-SCHADT (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. – Biological Conservation 153, 80-86.
- VOIGT, C., SÖRGEL, C. & D. K. N. DECHMANN (2010): Refueling while flying: Foraging bats combust food rapidly and directly to power flight. – Ecology 91, 2908-2917.
- WAGENKNECHT, E., SCAMONI, A., RICHTER, A. & J. LEHMANN (1956): Eberswalde 1953 – Wege zu standortgerechter Forstwirtschaft. – Radebeul und Berlin.
- WEBER, H. & H. WEIDNER (1974): Grundriß der Insektenkunde. – Stuttgart.
- WEIDEL, H. (2008): Die Verteilung des Aeroplanktons über Schleswig-Holstein. – Diss. Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- WELLER, E. et al. (2018): Forstchronik – Die Geschichte der Wälder und der Forstwirtschaft in Thüringen. – ThüringenForst (Hrsg.), Erfurt.
- WERMELINGER, B. (2017): Insekten im Wald. – Bern, Stuttgart, Wien.
- WERNER, M. (2004): Die Ersterwähnung Arnstadts im Jahre 704. – Frankfurt/M.
- WESTHUS, W. et al. (1993): Die Pflanzengesellschaften Thüringens. Gefährdung und Schutz. – Naturschutzreport, H. 6.
- WESTRICH, P. (1990): Wildbienen als Bewohner von Totholz. – In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur. – NZ NRW – Seminarberichte, H. 10, 4. Jg., 32-35.
- WITTICKE, H. (2004): Zur Geschichte des Forstwesens im Fürstentum Schwarzburg-Sondershausen. – Sondershäuser Beiträge – Püstrich. H. 8, 81-108.
- WITTICKE, H. (2013): Die Riesentannen auf dem Wurzelberg – Waldzustand und erste Naturschutzmaßnahmen um 1750 im Fürstentum Schwarzburg-Rudolstadt. – Artenschutzreport H. 31, 1-8.
- WITTICKE, H. (2015): Thüringens Wälder – ihr Werden, ihr Wachsen und ihre Nutzungsgeschichte. – In: GÖRNER, M. (Hrsg.): Thüringen – Wald und Wild, Gewässer und Fische, Landschaften und Arten. – Jena, 8-101.
- WITTICKE, H. (2017a): Beitrag zur Forstgeschichte der Beichlinger Schmücke sowie der Schrecke und Finne in Nordthüringen. – Artenschutzreport H. 37, 41-72.
- WITTICKE, H. (2017b): Zur Entwicklung und Nutzung von Buchenwäldern in der Triaslandschaft von Thüringen. – Artenschutzreport H. 37, 12-27.
- WITTICKE, H. & H. BIEHL (2009): Hainichwälder 1785 und einige Aspekte ihrer weiteren Entwicklung. – Artenschutzreport H. 23, 32-55.
- ZAHN, C. (2005): Wirken sich Windkraftanlagen auf unser Wild aus? – Unsere Jagd 56, H. 3, 11-13.
- ZAHNER, V. (1993): Höhlenbäume und Forstwirtschaft. – AFZ 11.
- ZIESEMER, F. (1997): Raumnutzung und Verhalten von Wespenbussarden (*Pernis apivorus*) während der Jungenaufzucht und zu Beginn des Wegzuges – eine telemetrische Untersuchung. – Corax 17, 19-34.
- ZIESEMER, F. (1999): Habicht (*Accipiter gentilis*) und Wespenbussard (*Pernis apivorus*) – zwei Jäger im Verborgenen: Was hat die Telemetrie Neues gebracht? – Egretta 42, 40-56.
- ZUB, P., FIEDLER, K. & W. A. NÄSSIG (1997): Zur Artenschutz-Problematik bei Insekten. – Natur u. Museum 127, H. 5, 147-152.



*Abb. 50 Fichtenbestand mit aufkommender Rotbuche, die das künftige Waldbild bestimmt (Aufn.: H. R. Lange).*

## Dank

Für die umfangreiche Recherchearbeit zu dieser Thematik haben wir Frau Anna Lena Kaufmann herzlich zu danken. Ebenso gilt unser Dank Frau K. Maltzahn für die Bearbeitung der Druckvorlagen und die Gestaltung der Broschüre. Auch den Bildautoren Jörg Brauneis, Udo Egerer, Alfred Heyn, Tom Horak, Harald R. Lange, Roland Müller, Christoph Robiller, Eckhard Titz, Jochen Wiesner und Helmut Witticke sei für die Bereitstellung der Bilder vielmals gedankt.

# Impressum

Herausgeber: Thüringer CDU-Fraktion

Zitiervorschlag: GÖRNER, M., SCHULZE, E.-D. & H. WITTICKE (2019): Klima und Wald. – Erfurt.

Druck: Druckhaus Gera GmbH

Layout: K. Maltzahn

Titellayout: Löwe Solutions GmbH, Erfurt

Titelbild: Blick über ein geschlossenes Waldgebiet in Mittelgebirgslage (Aufn.: Adobe Stock)

Rückseitenbild: Nadelholzbestand mit freigelegter Fläche zur Errichtung einer Windkraftanlage (Aufn.: Adobe Stock)

Bild Seite 2: Strukturreicher Buchenbestand mit vielfältigen Habitatstrukturen für die Tierwelt (Aufn.: H. R. Lange)

Stand: Juni 2019



**CDU-Fraktion im Thüringer Landtag**  
Jürgen-Fuchs-Straße 1 | 99096 Erfurt  
Telefon: 0361 3772-206 | Telefax: 0361 3772-520  
info@cdu-landtag.de  
www.cdu-landtag.de

Diese Broschüre darf nicht zu Wahlkampfzwecken verwendet werden!

