

Boden – die sensible Mutter des Waldes

Anmerkung zum internationalen Jahr des Bodens

Rudolf Malkmus

Böden überziehen wie eine dünne Haut weite Teile der Kontinente und Inseln unseres Planeten. Sie bilden die Grundlage der Nahrungsproduktion, liefern nachwachsende Rohstoffe, sind Wasserfilter und ermöglichen unsere eigene Existenz und die zahlloser Pflanzen und Tiere. Global binden Böden mehr CO₂ als sämtliche Wälder. Statt diese Dienstleistungen zu würdigen und mit diesem hohen Gut sorgsam umzugehen, werden Böden weltweit zunehmend ihrer natürlichen Funktionen beraubt, unter Beton und Asphalt begraben (in Deutschland täglich 70 – 80 ha), vermüllt, durch die industrialisierte Landwirtschaft überdüngt und vergiftet, durch großflächige Entwaldungen den erosiven Kräften von Wind und Wasser preisgegeben, durch Maschineneinsatz in der vollmechanisierten Forstwirtschaft verdichtet.

2015 – internationales Jahr der Böden

Um auf die Gefährdung dieses wertvollen, nur begrenzt vorhandenen und sich nur über lange Zeiträume hinweg regenerierenden Gutes aufmerksam zu machen, verbunden mit dem Appell, dieses im Interesse künftiger Generationen sorgsamer und nachhaltiger zu verwalten, beschloss am 20.12.2013 die Generalversammlung der Vereinten Nationen (UN) das Jahr 2015 als »Internationales Jahr der Böden« auszurufen.

Mit zahlreichen Aktionen stellte z. B. Bayern den Aufruf unter das Motto »Boden kennen – nutzen – schätzen – schützen«. Im Pavillon des Bayerischen Umweltministeriums bei der Landesgartenschau »Natur in Alzenau 2015« bildete die Bodenthematik einen fachlichen Schwerpunkt.

Ein Einfluss des unverbindlichen UN-Appells auf das bisherige Gebaren der



Foto: Petra Reith

Rudolf Malkmus

Wiesthal

Der ehemalige Volksschullehrer, Jahrgang 1940, ist ehrenamtlicher Mitarbeiter des Frankfurter Senckenberg-Instituts. Er hat 450 Beiträge zu Amphibien, Reptilien und Libellen geschrieben.

Abb. 1
Um die walddtypische Artenvielfalt im und über dem Boden zu erhalten und zu fördern, sind nutzungsfreie Wälder unverzichtbar (hier: Szene aus dem NSG Metzger zwischen Weibersbrunn und Rothenbuch).



Von links nach rechts

Abb. 2: Ein enges Raster von Rückegassen ist die Voraussetzung für die vollmechanisierte Holzernte mit dem computergesteuerten Maschinenduo Harvester und Forwarder. Der Lebensraum Boden wird dadurch in zahllose Segmente fragmentiert (hier: Baierskopf 2012).

Abb. 3: Schützen durch nutzen-Idylle: extreme Bodenverformung; im Hintergrund Materialstapel zur Verarbeitung für die Hackschnitzelindustrie

Abb. 4: Auf Lagerplätzen, wie hier zwischen Heinrichsthal und Wiesen, türmen sich abholbereit ganze Berge von Hackschnitzel

marktbestimmend agierenden, renditeorientierten Player der Bodennutzung und -bearbeitung war natürlich nicht zu erwarten.

Da im Spessart die forstwirtschaftliche Nutzung dominiert und die Fruchtbarkeit und Unversehrtheit der Böden neben klimatischen Bedingungen elementare Voraussetzung für einen gesunden Wald und seinen Holzerträgen darstellen, wollen wir uns nachfolgend kurz auf die Problematik beschränken, mit der die vollmechanisierte Holzernte den Boden, die »Mutter des Waldes« konfrontiert.

Maximale Rendite durch das integrative Konzept

Im Zusammenhang mit der Forstreform des Freistaates Bayern wurden 2005 die Bayerischen Staatsforsten (BaySf) als Anstalt öffentlichen Rechts mit Sitz in Regensburg begründet. Ziel war es, durch Personaleinsparung (Verminde rung der Zahl der Förster und Forstämter bei Vergrößerung der Revierflächen) Kosten zu reduzieren und durch vollmechanisierte Holzernte die Gewinne für den Staatshaushalt zu erhöhen. Von den 2,6 Millionen ha Wald in Bayern, mit 987 Millionen Festmeter Holz, die 300 Millionen t Kohlenstoff speichern, werden ca. 800 000 ha durch die BaySf bewirtschaftet. Der Jahresumsatz liegt bei rund 420 Mill. Euro, bei 75–80 Millionen Euro Überschuss für die Staatskas-

se. Die Branche ist heute ein durchorga nisiertes Business im globalen Verbund, wo sich das Produkt Holz auf dem inter nationalen Markt behaupten muss.

Um die gesamte Waldfläche nutzen zu können, verwirft der Freistaat den se gregativen Ansatz der Bundesregierung und propagiert ein eigenes, integratives Konzept (siehe Kasten 1).

Das wechselvolle Schicksal der Mutter des Waldes im Lauf der Jahrhunderte

Unter der Schutzdecke der Baumkronen steht das natürliche Bodengefüge im Gleichgewicht mit den im Boden und auf den Boden wirkenden Kräften (siehe Kasten 2). In diese Gefügedynamik greift der Mensch seit Jahrtausenden ein: im Spessart durch Rodungen für Siedlungen und den Gewinn von Agrarflächen; durch Aushagerung und Degradation der Böden infolge beständigen Nährstoffentzugs: verursacht durch die Deckung des enormen Holzbedarfs der Glasbläser und Köhler, des Bergbaus und Orber Salinenbetriebs, der Aufbesse rung der kurfürstlichen Kassen, des Bau- und Brennholzbedarfs der ansäs sigen Bevölkerung, sowie durch Wald weide und die besonders die Böden schädigende Streunutzung (Malkmus 2014). Wo einst Wälder standen, deckten Ende des 18. Jahrhunderts oft nur noch Zwergstrauch- und Ginsterheiden die Flächen.

Seit 2 Jahrhunderten laufen nun – über den Umweg großflächig angebauter schnellwüchsiger Nadelholzmonokultu ren - Bemühungen der Forstwirtschaft, eine Regeneration der Wälder zu er wirken. Und es ist unbestreitbar und anzuerkennen, dass vornehmlich in den letzten Jahrzehnten durch Erhöhung des Laub- und Totholzanteils und durch den Erhalt sog. Biotopbäume sich viele Waldbestände in einem ökologisch sta bileren und naturnäheren Zustand befin den als im gesamten Zeitraum seit der mittelalterlichen Rodungsphase.

Bodenschäden durch Holzernte

Bodenschäden im Zusammenhang mit der Holzernte traten bis in die 1950er Jahre kaum auf. Die Bäume wurden ma nuell gefällt; Pferde zogen sie aus den Revieren. Erst vor 60 Jahren setzte eine moderate Mechanisierung ein: Zugtie re wurden zunehmend durch landwirt schaftliche Traktoren ersetzt, die wegen ihrer geringen Geländegängigkeit nur bei Frost, Trockenheit und geringer Hangnei gung zum Einsatz kamen, sodass sich Bodenverletzungen in Grenzen hielten. Ab den 1960er Jahren erleichterten Mo torsäge und Seilwinde die Arbeiten; im folgenden Jahrzehnt begann man, um flächiges Befahren des Waldbodens zu vermeiden, mit dem Ausbau eines Rückegassennetzes. In den 1980er Jahren tauchten erstmals die in Schweden ent wickelten Fortspezialschlepper auf. Zur

Aufarbeitung der Holzmassen nach den Orkanen Vivian und Wiebke kamen 1990 die ersten Harvester zum Einsatz. In ihrer heutigen Version bewerkstel ligen sie sämtliche Arbeitsschritte der Holzernte computergesteuert und vollmechanisiert: Rad-, Raupen- und Schreitharvester in verschiedenen Größenklassen fällen, entasten und schneiden die Stämme; der Forwarder (Rückeschlepper) übernimmt die Rücke arbeiten und deponiert das Stammholz auf Lagerplätzen, wo es mit Holztrans portern vom Käufer abgeholt wird.

Die Auswirkungen der statischen und dynamischen Kräfte während des Ma schineneinsatzes wurden in langjährigen Untersuchungen in forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalten ermittelt. Die Ergebnisse sind ernüchternd:

Von der Verformung besonders betrof fen sind die sensiblen oberen Schichten des Bodens, in dem sich das Porensys tem befinden. Gewicht und Bewegung der Maschinen pressen die Hohlräume zusammen und zerstören dieses Poren netz. Da der Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre über die Boden oberfläche verläuft, hat die Zerstörung der Porenstrukturen nachhaltig negati ve Folgen für die Bodenbelüftung und Ausbreitungsmöglichkeit von Wurzeln. Die Versorgung der atmungsaktiven Wurzelspitzen mit Sauerstoff und die Entsorgung des bei der Atmung gebilde ten Kohlendioxids werden weitgehend blockiert; zugleich sind Wasserhaushalt

und Nährstoffversorgung erheblich be einträchtigt und die strukturschaffende Aktivität der Bodenorganismen zum Teil völlig unterbunden. Die für die Nähr stoffversorgung der Bäume wichtigen Mikorrhizapilze verschwinden fast ganz. Dafür breiten sich an sauerstoffarme Verhältnisse angepasste, Lachgas und Methan produzierende und das Baum wachstum hemmende anaerobe Bakte rien häufig zu Pilzinfektionen, einer der Hauptursachen für Stammfäule.

Eine Reduktion der Feinwurzeldichte ist nicht nur in den Fahrspuren, sondern in der gesamten Fahrtrasse und seitlich in den nicht befahrenen Boden hinein zu beobachten. Eine Regeneration der verdichteten Böden erfolgt selbst un ter günstigen Bedingungen und je nach Bodenart erst nach einigen Jahrzehnten (siehe Literatur).

Bei den BaySf ist diese Problema tik sehr wohl bekannt und es soll nicht verhehlt werden, dass sie sich – wenn gleich mit bescheidenem Erfolg – be müht, die Blessuren, die sie der Mutter ihres geschätzten Produkts zufügt, zu minimieren.

Rückegassen

Um zu vermeiden, dass die Holzernter flächenhaft in den Beständen herum fahren, wurden die Reviere im Rahmen einer Feinerschließung durch sogenann te Rückegassen strukturiert. Sie sind durchschnittlich 4 – 5 m breit, gekenn zeichnet und werden dauerhaft genutzt. Ausschließlich auf ihnen bewegen sich die Maschinen. In Abhängigkeit von der Bodenempfindlichkeit und Hangneigung (maximal 35 – 40%) sollte der Abstand der Rückegassen zwischen 20 und 40 m betragen. Ihre intensive Vernetzung beansprucht ca. 20% der gesamten Forstfläche und ist dauerhaft einer Wie derbewaldung entzogen. Um auf ihnen Bodenschäden einzudämmen, sollte der



Abb. 5 Harvester (links) und Forwarder bewerkstelligen die vollmechanisierte Holzernte. Auch erfahrene Maschinenführer können nicht verhindern, dass die sensiblen Waldböden nachhaltig geschädigt werden.

Forstwirtschaft segregativ – integrativ

2007 verabschiedete die Bundesregierung die sogenannte »Nationale Biodiversitätsstrategie« zum Schutz und zur Regeneration der walddtypischen Artenvielfalt. Zu diesem Zweck sollen 5% der gesamten Waldfläche und 10% der öffentlichen Wälder der Nutzung entzogen und der natürlichen Entwicklung überlassen werden (segregatives Konzept).

Da es sich dabei um eine keine verbindliche Rechtsvorschrift handelt, hat der bayerische Ministerrat 2008 eine eigene Strategie entwickelt, wonach auf möglichst großer Fläche durch punktuellm Nutzungsverzicht Naturschutzmaßnahmen – etwa Totholz oder Biotopbäume – in die Nutzfläche integriert werden sollen (integratives Konzept das »schützen und nutzen« zu vereinbaren versucht).

Boden – verletzliche Folie unter unseren Füßen

Die meisten Menschen verbinden mit dem Begriff »Boden« Baugrund oder land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen. Nur wenigen ist bewusst dass der Boden eine Schlüsselrolle für die Existenz der das Festland unseres Planeten bewohnenden Lebewesen einnimmt: ohne Boden keine Vegetationsdecke; ohne diese keine Tiere und keine Menschen.

Je nach Alter, geologischem Untergrund, klimatischen Bedingungen, der Zusammensetzung aus abgestor benem organischem Material (Blätter, Totholz, tote Tiere und Pilze) treffen wir auf die unterschiedlichsten Bodentypen. Von herausragender Bedeutung für die Böden ist die Zusammensetzung der sie besiedelnden Mikroorganismen; denn Böden sind Biotope mit einer unvorstellbaren Dichte an Lebewesen. Man bezeichnet dieses Ökosystem als Edaphon. Stehen wir z. B. in einem Buchenwald, so tummeln sich unter der Fläche nur einer unserer Schuhsohlen durchschnittlich »10 Billionen Bakterien, 1 Billion Strahlenpilze, 10 Milliarden Pilze, 10 Millionen Algen und Einzeller, 500 000 Fadenwürmer, 5 000 Milben und Springschwänze, 10 Asseln, Spinnen, Schnecken und 5 Regenwürmer« (Xylander et al. 2015). Dieses Heer an Lebewesen ist unentwegt damit beschäftigt, über komplexe Nahrungsnetze abgestorbenes organisches Material mechanisch und chemisch ab- und umzubauen, umzuschichten, in seine Grundbausteine aufzulösen und den Wurzel fasern der Pflanzen als Nährstoffe zur Verfügung zu stellen: ein unterirdischer Recyclingprozess ohne Rückstände, der nahezu alle oberirdischen Ökosysteme der Erde am Leben erhält.

Bewegungen in dieser mikrobiologischen Fabrik erfol gen in einem sich ständig wandelnden feinporigen Gangsystem, das von den Tunnelröhren der Regenwürmer (innerhalb eines halben Jahres können Regenwürmer auf 1 ha Waldboden bis zu 10 t Blätter in den Boden einarbeiten) durchzogen wird. Über dieses Porensystem werden die tieferen Schichten des Bo dens mit Sauerstoff und gefiltertem Wasser versorgt. Das Endprodukt des Verarbeitungsprozesses ist jedem als Humus bekannt: krümelige, duftende Erde. Ihre Fruchtbarkeit hängt davon ab, welche Elemente orga nischen und mineralischen Ursprungs (z. B. Stickstoff, Phosphor, Magnesium, Calcium, Kalium) in welchem Mengenanteil sie beinhaltet. Die Mineralstoffe werden vor allem aus dem Festgestein, auf dem die Böden auflagern, gelöst. Der im Spessart dominante Buntsandstein ist zwar relativ arm an Mineralien und wurde deshalb von Freiherr von Gelmersdorf (1774 – 1853), einem der frühesten geologischen Feldforscher, als »das nationale Unglück Deutschlands« bezeichnet; doch wird dieser Mangel in unserem Mittelgebir ge durch eingewehten Löss aus den eiszeitlichen Schotterfluren der Rhein-Maintalauen zum Teil deutlich abgemildert.

Böden bilden das Fundament aller Land- und Forstwirtschaft und die Grundlage unseres Daseins.



Abb. 6
Bis in die 1950er Jahre war das Fällen einer solch starken Eiche eine Tagesarbeit. Vor der Fällung erklimmen Steiger (hier: die Brüder Emil und Hermann aus Rechtenbach, auf dem Stamm stehend) den Baum und sägten die starken Äste ab, damit der Baumriese beim Sturz nicht andere Bäume mitriss (Aufnahme um 1920).

Erntebetrieb in Niederschlagsperioden eingestellt, bzw. reduziert und durch Aufbringen von Reisigmatten (besonders in Hanglagen zur Vermeidung von Erosion) eine Druckentlastung erreicht werden.

Technische Optimierung der Erntemaschinen

Seit langem wird an der technischen Optimierung der schweren Maschinen mit dem Ziel der Druckverringerung gearbeitet: durch Erhöhung der Radzahl und Reifenbreite, durch Minderung des Reifendrucks, durch Einsatz von Traktions- und Moorbändern auf Bogieachsen, sowie Street-Rubberbändern und durch hydrostatische Fahrtriebe mit Grenzlastregelung. Um einer nachhaltigen Bodenverseuchung bei Pannen vorzubeugen, werden biologisch rasch abbaubare Hydrauliköle eingesetzt.

Eine entscheidende Rolle für das Ausmaß der Bodenschäden spielen allerdings Qualität und Mentalität des Maschinenführers.

Der tatsächliche Arbeitsvorgang weicht jedoch oft erheblich von diesen Vorgaben ab. Einerseits steht der Forstbetrieb unter politischem (Forderung nach möglichst hoher Rendite), andererseits unter marktwirtschaftlichem Druck

(just-in-time-Bereitstellung der Holzlieferungen bei knapp kalkulierten Preisen; optimale Auslastung der teuren Maschinen). Unter solchen Voraussetzungen wird der Bodenschutz häufig sträflich vernachlässigt: der Rückegassenabstand wird reduziert, die zeitaufwendige Aufbringung von Reisigmatten ebenso unterlassen wie eine witterungsabhängige Einsatzplanung.

Zur Steigerung der Rendite wird zudem immer mehr Astholz, das als Nährstofflieferant in den Wäldern verbleiben sollte, verwertet. Ganze Gebirge von Hackschnitzel warten auf Lagerplätzen auf ihren Abtransport. Durch die Hackschnitzel- und Pelletindustrie ist es inzwischen möglich, neben dem Astholz alle Bäume, unabhängig von ihrer Wuchsform zu vermarkten.

Optimierung der Selbstwerbung

Vor allem unter dem Druck von Naturschutzorganisationen und der Öffentlichkeit in der Sorge um das Wohlergehen des Waldes – einem der Deutschen Lieblingskinder – werden die BaySf nicht müde, auf Schautafeln und in zahlreichen Faltblättern und Broschüren, sowie im Internet ihre Tätigkeit als angewandten Naturschutz darzustellen.

Sollten beim einen oder anderen angesichts eines frisch der Ernte unterzogenen »nachhaltig genutzten« und im Verständnis der BaySf dadurch geschützten Bestandes kurz das Empfinden überwältigen, hier würde vielleicht doch Ausbeutung und Barbarei an der Natur betrieben und die auf dem Papier beschworene schöne heile Welt sei nur Camouflage und Feigenblatt, den beschwichtigt flugs eine der grünen »Viel Waldvergnügen«-Täfelchen: »Durch die Feinerschließung erreichen wir den maximalen Schutz für unsere empfindlichen Waldböden und gewinnen den wertvollen Rohstoff nachhaltig für uns alle.«

Und überhaupt sollte man zur Kenntnis nehmen, dass der heutige Wald »Ergebnis regelmäßiger und erfolgreicher Maximen von Nachhaltigkeit und Achtsamkeit im Umgang mit Mensch, Material und Natur« sei und dass allein »das integrative Konzept des Schützens durch nachhaltiges Nutzen der Forderung, Artenvielfalt zu erhalten und zu fördern, gerecht werde.«

Geradezu ideale, nachhaltigkeitsstrebende Verhältnisse, wären da nicht die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen, die – sofern es sich nicht um Auftragsarbeiten handelt – die Berechtigung dieser fröhlich optimistischen Selbsteinschätzung deutlich relativieren.

Artenvielfalt in nutzungsfreien Wäldern

Wie es außer Zweifel steht, dass die durch Erhöhung des Laubwaldanteils und durch Belassen »kleinflächiger Störmuster« (welch verräterische Sprachregelung für Totholz und Biotopbäume) ökologisch deutlich aufgebosserten Wälder artenreicher als Fichten- und Douglasienplantagen sind, bleibt ebenso unbestreitbar, dass die Artenvielfalt – besonders die der seltenen, zum Teil vom Aussterben bedrohten Organismen – ihr Maximum nur in Wäldern erreicht, die der Nutzung entzogen sind; in denen die Bodendecke großflächig unversehrt und



Abb. 7 (oben): Um die Bodenschäden zu mindern, sollten Rückegassen mit Reisigmatten abgedeckt werden.

Abb. 8 (unten) In Ermangelung derselben, bzw. aus Zeitgründen geschieht dies oft nicht, wie hier an einem ersosionsgefährdeten Steilhang am Pollasch.

hochaktiv bleibt und der Baumbestand ungestört alle Phasen der Entwicklung durchlaufen kann. Es sind eben diese hier massenhaft vorhandenen »Störmuster«, die Schlüssel für die hohe Artendiversität sind: Habitalelemente, wie Mulm-, Faul- und Spechthöhlen, Rindentaschen, Stammrisse (Blitz- und Frostrinnen), stehendes und liegendes Stammtotholz, starkes Ast- und Kronentotholz etc. Jedes dieser Habitats bildet den Lebensraum für eine ganz spezifische Lebensgemeinschaft an Pilzen, Insekten und ihren Larven, Spinnen, Schnecken und Höhlenbrütern. Mit dem Alter eines Waldes wächst die Zahl dieser Biotopnischen und die der assoziierten Arten. In hessischen Buchenwaldreservaten wurden über 5000 Tierarten (Bodenorganismen nicht eingeschlossen) registriert. Sie alle sind daran beteiligt, absterbendes Holz abzubauen und die Inhaltsstoffe in Nährstoffkreisläufe und bodenbildende Prozesse überzuführen.

Beispiele für solche urwaldartige Bestände finden wir im Spessart in den NSG Rohrberg und Metzger, sowie im Naturwaldreservat Eichhall.

Schützen und nutzen – Versuch einer Quadratur des Kreises

Die Übererschließung und Totalfragmentierung der Böden durch Wege und Rückegassen, die in Bayern mit ca. 120 000 ha etwa 20% der Waldfläche beanspruchen, im Zusammenhang mit dem vollmechanisierten Holzerntebetrieb sind ein gravierendes Beispiel für die Unvereinbarkeit des Duos »Schützen und nutzen«. Auch die redlichsten Bemühungen naturnahen Waldbaus, die diesem konträren Anspruch gerecht zu werden versuchen, sind so vergeblich, wie der Versuch, einen Kreis quadrieren zu wollen. Erfolgreich gelingt dies nur in Broschüren und auf Schautafeln, wo die der Wachstumsökonomie verpflichtete und zunehmendem Nutzungsdruck (Holz als Alternative zu fossilen Energieträgern; Holzverwertung in der chemischen Industrie zur Herstellung von

Karbonfasern und Kunstharzen) unterworfenen Forstwirtschaft als »nachhaltig multifunktional« arbeitende Organisation die Vorgaben des Naturschutzes in »idealer Weise« meistert. Das wusste bereits Max Endres, der Begründer der modernen Forstwirtschaft besser, als er die Problematik in einer Rede 1907 auf den Punkt brachte: »Wo der Forstmann wirtschaften will, muß der Urwald erst entfernt werden... Er ist der größte Feind einer geordneten Waldwirtschaft.«

Um das gesamte Spektrum der walddtypischen Artenvielfalt im und über dem Boden zu erhalten, sind nutzungsfreie Wälder mit einer Mindestgröße von 100 ha im Sinne des segregativen Modells unverzichtbar.

Der Forstökologe Jörg Müller vom Nationalpark Bayerischer Wald schlägt vor, Teile des Forstes auf »maximale Holzernte zu trimmen«, um im »Gegenzug an geeigneten Orten Reservate, in denen sich unberührte Wildnis entfalten kann« – die Urwälder von morgen – einzurichten. Ein durchaus diskutierwürdiges Konzept.

Literatur

Dorow, W., Blick, T. & J.P. Kopelke (2010): Zoologische Forschung in hessischen Naturwaldreservaten. – Forstarchiv 81: 61 – 68
Frey, B. & P. Lüscher (2008): Mikrobiologische Untersuchungen in Rückegassen. – LWF 15: 5 – 7
Lüscher, P. & S. Sciacca (2009): Bodenbeeinträchtigungen im Wald. – Freiburger Forstl. Forschung 79: 11 – 18
Malkmus, R. (2013): Der Bauer im Wald. – Spessart 107 (9): 3 – 19
Wilpert, K. v. & J. Schäffer (2012): Bodenverdichtung in der Forstwirtschaft. –Bodendiskussionsforum Bodenwissenschaften Osnabrück 12: 16 – 27
Xylander, W., Lehmitz, R. & B. Lang (2015): Unsere Böden. – Natur. Forschung. Museum 145 (3/4): 74 – 77
Zierl, B. (2013): Wie schwere Forstmaschinen das Leben im Waldboden verändern. – Eidgen. Forschungsanstalt WSL, Merkblatt Oktober 2013
www. Spessartwald.de, www.waldwissen.net

Bildautoren

Archiv Linus Kunkel/Neuhütten: 6, Michael Kunkel: 2, 3, 1, 5, Rudolf Malkmus: 7, 8, 4