

Energie

Das Thema »Energie« beschäftigt die Menschen seit Anbeginn ihrer Geschichte

Herbert Borchert

Zweifellos gilt die Entdeckung des Feuers als ein Wendepunkt in der Menschheitsgeschichte. Als die Menschen begannen, das Feuer zu nutzen, eröffneten sich ihnen ganz neue Möglichkeiten. Lange Zeit war Holz der wichtigste Energieträger. Erst Mitte des 19. Jahrhunderts verdrängten fossile Brennstoffe Holz von diesem Spitzenplatz. Seit sich die Phase billiger fossiler Energie dem Ende zuneigt, erlebt Holz als Energiequelle eine Renaissance. Auch andere erneuerbare Energien erlangen mehr und mehr Bedeutung. Das Thema »Energie« ist ein Dauerbrenner in LWF aktuell.

Über die Jahre wurden in LWF aktuell zahlreiche Aspekte des Themas »Energie« behandelt. Im Folgenden werden einzelne Gesichtspunkte aufgegriffen und ihre Entwicklung im Spiegel von LWF aktuell beleuchtet. Beispielsweise wird daran erinnert, dass die Flächenstilllegung in der Landwirtschaft den Impuls für die bayerische Politik zum Einsatz von erneuerbaren Energien gab, zu einer Zeit, als der dramatische Energiepreisanstieg noch weit entfernt war. Auch wird erläutert, wie sich die Feuerungstechnik bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) hin zu immer kleineren Anlagen veränderte. Zuletzt wird dargestellt, wie sich der sperrige Name »Kurzumtriebsplantage« im Sprachgebrauch durchsetzen konnte, obgleich es doch mit »Energiewald« eine anschauliche Alternative gegeben hätte.

Energiepolitik

Angesichts der Überproduktion in der Landwirtschaft änderte die Europäische Union Anfang der 1990er Jahre ihre Förderpolitik. Die Preisstützung wurde zugunsten flächengebundener Direktzahlungen an die Landwirte aufgegeben. Die Zahlungen wurden an einzuhaltende Quoten von Flächenstilllegungen geknüpft. Auf den stillgelegten Flächen durften nachwachsende Rohstoffe angebaut werden. Als nachwachsende Rohstoffe kamen auch Energiepflanzen in Frage. In Bayern beschloss die Staatsregierung das erste Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe. »Dieses startete 1990 und war zum damaligen Zeitpunkt ein Neubeginn der auf Naturstoffen basierenden Energie- und Rohstoffwirtschaft nach einer rund 45-jährigen Forschungs- und Entwicklungspause auf diesem Sektor« (Schäfer 2004).

Die Forstwirtschaft suchte damals ebenfalls nach alternativen Verwertungsmöglichkeiten für ihr Schwachholz, war doch das Potenzial weit größer als der Bedarf der Wirtschaft. »Mit einer verstärkten Holznutzung, gerade in jüngeren und mittelalten Beständen, könnte ein Beitrag zur notwendigen Waldpflege geleistet werden und vorhandene Durchforstungsrückstände abgebaut werden. Eine energetische Verwertung dieser Hölzer würde eine Alternative für die Waldbesitzer darstellen, denn die konventionellen Abnehmer von Industrieholz werden diese zusätzlichen Mengen an Durchforstungsholz nicht aufnehmen« (Remler 1995a).

Holzfeuerungen sind bei der Investition und teils auch im Betrieb teurer als Anlagen, die fossile Brennstoffe verwenden. Um die Mehrkosten zu kompensieren, wurden Zuschüsse gewährt (Remler 1995b). Nach dem Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe soll Holz als Energieträger vorrangig für die Erzeugung von Wärme eingesetzt werden, weil es dafür am besten geeignet ist (Schäfer 2004; Schäfer und Ortinger 2007). Entsprechend diesem Ziel wurde auch die Förderung ausgerichtet. Mit dem Erlass des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 wollte die Bundesregierung den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung erhöhen und gewährte damit auch den Betreibern von Kraftwerken Mindestvergütungen beim Einsatz von Biomasse. Erst bei der Novellierung des Gesetzes im Jahr 2004 wurde der Kraft-Wärme-Kopplung mehr Gewicht beigemessen. Bis dahin waren die wenigen großen Altholz verbrennenden Heizkraftwerke, bei denen der Fokus auf der Stromerzeugung liegt, bereits gebaut.



Abbildung 1: Der Beschluss zum Atomausstieg stellt die Energiepolitik vor große Herausforderungen.



Foto: B. Weinert

Abbildung 2: Fäller-Bündler-Aggregate wurden speziell für die Energieholzernte entwickelt: Hier bei der Ernte auf einer Kurzumtriebsplantage.

Hatte zunächst die Wasserkraft den größten Anteil unter den erneuerbaren Energien, wurde sie schon bald von der Bioenergie überholt (Schäfer und Ortinger 2007). Remler (1995a) hielt einen Beitrag von Holz zum Primärenergieverbrauch (PEV) von 2–3 % für möglich. Inzwischen hat Biomasse, und das ist ganz überwiegend Holz, in Bayern einen Anteil von 5 % erreicht.

Um die Energiewende zu bewältigen, beschloss die Bayerische Staatsregierung 2011 ein neues Energiekonzept, in dem es vorrangig um den Ersatz des Stroms aus den Kernkraftwerken ging. Neben der Steigerung der Effizienz und der Energieeinsparung stellte der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien einen der drei Eckpunkte des Konzepts dar (Schmidt et al. 2012). Für die Bioenergie wurde dabei allerdings nur noch ein moderater weiterer Anstieg geplant. Der Schwerpunkt sollte bei Windkraft und Fotovoltaik liegen. Inzwischen werden hier jedoch die politischen Weichen wieder neu gestellt.

Technik der Energieholzbereitstellung

Bei der Hackschnitzelerzeugung war anfangs nicht klar, an welchem Ort die Biomasse gehackt werden soll. Mögliche Orte sind die Rückegasse, der Forstweg oder das Heizwerk. Auf der Rückegasse zu hacken, mit einem händisch beschiekten Anbauhacker in einen landwirtschaftlichen Anhänger hinein, war im Kleinprivatwald durchaus üblich (Wittkopf 2005). Der ebenfalls auf der Rückegasse hackende Hackschnitzel-Harvester (Guglhör 1995) erwies sich als eine forsttechnische Eintagsfliege. Eine Komprimierung des Hackholzes für den Transport, z.B. mit der Bündelmaschine Fiberpac, hätte das Hacken am Heizwerk ermöglichen können. Eine Arbeitszeitstudie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zeigte aber, dass dies nicht wirtschaftlich und der Transport auf der öffentlichen Straße zu gefährlich wäre (Wittkopf

2004a). Auf der weltgrößten Messe für Forstmaschinen, der Elmia Wood, tauchte dieser Maschinentyp im Jahr 2009 auch nicht mehr auf (Volkamer und Zormaier 2009). Obgleich diese Maschine längst vom Markt verschwunden ist, werden ihre Bilder von Kritikern der Vollbaumnutzung weiterhin verwendet (Kölling et al. 2007; Weis und Göttlein 2012). Inzwischen hat sich das Hacken auf der Forststraße durchgesetzt. Einen Überblick über die verschiedenen Bauweisen von Hackern gibt Denkinger (2004). Der Trend geht inzwischen zu selbstfahrenden Trommelhackern auf LKW-Basis (Feist und Mergler 2013). Diese können große Distanzen zwischen den Einsatzorten rascher bewältigen. Die hohe Leistung dieser Hacker erfordert eine sehr gut organisierte Logistik. Ansonsten kann es zu langen Wartezeiten des teuren Hackers kommen (Zormaier 2010).

Eine speziell für die Energieholzernte entwickelte Technik sind Fäller-Bündler-Aggregate. Diese am Kran montierten Aggregate können Bäume abschneiden und mehrere davon sammeln, müssen also nicht jeden Baum einzeln an der Rückegasse ablegen. Die reduzierten Kranbewegungen ermöglichen eine schnellere Arbeit. Da Vorschubwalze und Entastungsmesser fehlen, sind die Aggregate leichter und billiger. Die Bauweisen dieser Aggregate sind sehr unterschiedlich, v.a. was die Schneidwerkzeuge betrifft (Eberhardinger 2010).

Inzwischen werden auch konventionelle Harvesteraggregate mit zusätzlichen Zangen ausgerüstet, die ein Sammeln ermöglichen. Die LWF stellte ein solches Aggregat der Firma Waratah auf der Interforst 2006 aus. Damals wurden sie noch als »Mehrbaumeinrichtung« bezeichnet. Auf der Elmia Wood 2009 präsentierten mehrere Hersteller solche Harvesteraggregate mit Sammelfunktion (Eberhardinger 2010) und 2013 nahezu alle Hersteller (Feist und Mergler 2013). Damit können Bäume im Bündel zumindest teilweise entastet werden. Weniger Nährstoffe werden entzogen und es kann eine Reisigmatratze zum Schutz des Bodens angelegt werden (Eberhardinger et al. 2012).

Für die Herstellung von Scheitholz lieferte eine gemeinsame Studie des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) und der LWF 2006 erstmals gute Kalkulationsgrundlagen (Höldrich et al. 2006). Mall (2004) verglich die Leistung und Wirtschaftlichkeit verschiedener Säge-Spalt-Automaten.

Feuerungstechnik

Die kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom (Kraft-Wärme-Kopplung) erforderte zunächst recht große Anlagen, deren Wärme zumindest im Sommer oft nicht genügend Abnehmer fand (vgl. Wittkopf 2004b). Die Marktreife von Organic-Rankine-Cycle-Anlagen (ORC) ermöglichte schließlich die Kraft-Wärme-Kopplung auch bei kleineren Anlagen. Bei dieser Technik werden die Turbinen statt mit Wasserdampf mit organischen Flüssigkeiten angetrieben, weshalb Temperatur und Druck niedriger sein können (Schäfer 2004). Die technischen Anforderungen sind geringer und es muss nicht ständig Personal während des Betriebs anwesend sein. Inzwischen arbeitet eine große Zahl von Heizkraftwerken mit ORC-Technik (Friedrich et al. 2012). Für den noch kleineren Leistungsbereich ruhten die Hoffnungen zeitweise auf dem Stirling-Motor (Schä-



Foto: H. Borchert

Abbildung 3: Der Wettbewerb um Holz nimmt zu. Geht der Holzpolter (li.) in die Papierindustrie oder wird er wie die Fichtengipfel (re.) in einem Biomasseheizkraftwerk verbrannt?

fer 2004), bisher allerdings vergeblich. Inzwischen wurde die Technik der Holzvergasung so weiterentwickelt, dass sie in Kombination mit einem Verbrennungsmotor eine Kraft-Wärme-Kopplung im kleinen Leistungsbereich ermöglicht. Schäfer und Ortinger bewerteten sie 2007 als noch nicht ausgereift. Huber beschrieb 2010 einen zuverlässig arbeitenden Holzvergaserstyp, von dem bereits 20 Anlagen installiert waren. Auch Friedrich et al. bewerteten die Technologie 2012 als erfolgsversprechend, obgleich noch keine großen Holz mengen von Holzvergäsern verbraucht wurden. Holzvergaseranlagen sind inzwischen auf dem Weg zu einer breiten Anwendung.

Bei den häuslichen Holzfeuerungen (Einzelöfen und Heizkessel) verbesserten die Hersteller sowohl die Effizienz als auch die Emissionswerte. Betreiben die Nutzer die Anlagen sachgemäß, können Emissionen erheblich verringert werden (Hartmann und Turowski 2010). Als neuer Brennstoff wurde Mitte der 1990er Jahre das Holzpellet eingeführt. Gab es im Jahr 2000 erst rund 3.000 Anlagen in Deutschland, waren es 2013 nach Angaben des Deutschen Energieholz- und Pellet-Verbandes 322.000 (DEPV 2014). Damit hat sich die Zahl der Pelletanlagen innerhalb von 13 Jahren verundertacht. »Die Technik der Pelletfeuerung hat sich etabliert, weil sie hohen Anwendungskomfort bietet. Sie ist deshalb das ›Top-Produkt‹ unter den Feststoff-Feuerungsanlagen geworden« (Schäfer und Ortinger 2007).

Energieholznutzung verspürt Gegenwind

Schon seit einigen Jahren boomt das Energieholz-Geschäft. Da ist es nicht verwunderlich, dass aus unterschiedlichen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen Kritik an einer weiter steigenden Energieholznutzung aufkommt.

(1) Für die Zellstoff-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie treibt die Energieholznutzung die Preise für Industrieholz in

die Höhe und bringt Wettbewerbsnachteile. Kühn und Krichbaum (2007) befürchteten Werksschließungen und empfahlen, insgesamt mehr Holz aus den Wäldern zu mobilisieren. Der Begriff der Kaskadennutzung wurde eingeführt (z.B. Richter 2012). Danach soll Holz zunächst erst stofflich und das möglichst mehrfach genutzt werden, bevor es energetisch verwendet wird. Allerdings ist eine energetische Verwendung am Ende dieser Kaskade eher in sehr großen Verbrennungsanlagen realisierbar, weil sich nur dort die Immissionsschutzvorgaben beim Verbrennen von Altholz umsetzen lassen. Um die im Holz steckende Energie bestmöglich auszunutzen, sind jedoch kleine, dezentrale Anlagen besser geeignet. Die möglichen Folgen der zunehmenden Konkurrenz um Holz werden derzeit in einem Forschungsprojekt untersucht (Weber-Blaschke 2013).

(2) Mit der Vollbaumnutzung werden auf manchen Standorten so viele Nährstoffe dem Waldökosystem entzogen, dass die Bodenfruchtbarkeit zurückgehen kann. Diese Risiken werden hauptsächlich in forstfachlichen Kreisen diskutiert. Auch die Experten der Forsttechnik haben sie nie verneint und von der Vollbaumnutzung auf armen Standorten abgeraten (Guglhör 1995; Wittkopf et al. 2003). Ettl (2007) kalkulierte die Kosten einer Nährstoffrückführung durch Düngung. Kölling et al. (2007) halten eine solche Nährstoffrückführung nach Vollbaumnutzung für problematisch und empfehlen, eine Nährstoffbilanz zu ziehen. Weis und Göttlein (2012) weisen darauf hin, dass die Nährstoffgehalte in der Biomasse sehr stark vom Standort abhängig sind, was die Bilanzierung erschwert. Derzeit werden von der Forstwissenschaft Hilfsmittel erarbeitet, die eine Entscheidung über das Ausmaß der Energieholznutzung im einzelnen Waldbestand unterstützen können.

(3) Nährstoffarme Standorte sind häufig Sonderbiotope, die seltenen Arten Lebensraum bieten. Für Vertreter naturschutzfachlicher Interessen wird eine Ausmagerung von Waldböden deshalb nicht als Problem gesehen. Aus naturschutzfachlicher Sicht werden bei vermehrter Energieholznutzung eher »negative Auswirkungen auf Schlüsselstrukturen wie Totholz, Biotopbäume und Altholzbestände« befürchtet (Pyttel et al. 2013).

(4) Die vermehrte Brennholznutzung in den häuslichen Feuerungen erhöht die Belastung der Luft durch Feinstaub. Nach zähem Ringen novellierte die Bundesregierung die 1. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (Hiendlmeier et al 2007; Hahn und Hiendlmeier 2010). Neue Anlagen müssen strengere Emissionsgrenzwerte einhalten. Sehr alte Einzelöfen müssen Ende 2014 so nachgerüstet sein, dass sie die Emissionsgrenzwerte einhalten, oder außer Betrieb genommen werden.

(5) Klimaforscher wie z. B. Graßl (2010) sehen den Beitrag von Holz zur Deckung unseres Energiebedarfs aufgrund der geringen Flächeneffizienz sehr skeptisch. Das Verhältnis von Energieertrag zu eingesetzter Fläche sei bei Fotovoltaik und Windkraft wesentlich besser als beim Energieholz. Diese Feststellung ist korrekt. Allerdings sollte ein Vergleich verschiedener erneuerbarer Energien auch das Verhältnis von Energie-Input zu Energie-Output sowie der Kosten der Energiegewinnung zu den Erträgen von Energie berücksichtigen, was wieder für die Energieholznutzung spricht. Außerdem ist Holz auch gleichzeitig ein Speichermedium für Energie.

Beratung im Bereich Holzenergie

Als Teil der Anfang der 1990er Jahre entfalteten politischen Aktivitäten zugunsten einer vielfältigeren Landnutzung und Rohstoffverwendung wurde 1994 an der LWF die Stelle eines Fachberaters für Holzenergie geschaffen. Dieser Fachberater musste zunächst das Fachwissen zusammentragen und Kontakte zu Kooperationspartnern aufbauen (Ohrner 2004). Schon bald entwickelte sich eine große Nachfrage nach Fachvorträgen zur Holzenergie, sodass eine zweite Fachberaterstelle an der LWF eingerichtet wurde. Messen und Ausstellungen wurden genutzt, um mehr interessierte Menschen zu erreichen (Baudisch und Wittkopf 2003 und 2004). »Aus der Arbeit und den sich daraus abzeichnenden offenen Fragen entwickelten sich einige Forschungsprojekte. Zahlreiche Veröffentlichungen in Form von Forschungsberichten, Fachartikeln und Merkblättern berichten über die Ergebnisse« (Ohrner 2004). Die Fachberater erarbeiteten eine Tafelausstellung, die an die Forstämter verliehen wurde (Günsche 2004). Ihr erster Titel »Holz – Energierohstoff des 21. Jahrhunderts« übertrieb die Möglichkeiten der Holzenergie und wurde später in »Holz – Energierohstoff mit Zukunft« geändert (Wauer 2007). Als die Beratungsnachfrage von der LWF bei weitem nicht mehr gedeckt werden konnte, benannte die Bayerische Forstverwaltung an den neu geschaffenen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie den forstlichen Sonderbehörden »Ansprechpartner für Holzenergie« (Völkl und Huber 2007), die von der LWF gesondert informiert und geschult werden und als Multiplikatoren wirken. Im Jahr 2012 wurde im Ressort Landwirtschaft des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten das 50-köpfige Expertenteam »LandSchafttEnergie« eingerichtet, mit zwei dieser Experten an der LWF. Die Fachleute sollen die nach der japanischen Reaktorkatastrophe in Fukushima beschlossene Energiewende unterstützen (Weinert und Gerlach 2013). Durch die Mitarbeiter von »LandSchafttEnergie« sind alle im Ressort bestehenden Aktivitäten im Bereich Energie miteinander vernetzt und der Austausch mit den anderen Ressorts wurde verbessert.

Windenergie

Die Bayerischen Staatsforsten erkannten schon bald nach ihrer Gründung in der Verpachtung von Standorten für Windkraftanlagen Möglichkeiten, ihr Geschäftsfeld »Erneuerbare Energien« auszubauen (Strobl und Neugebauer 2007). Die ersten Anlagen im Staatswald gingen 2010 ans Netz (Redaktion LWF aktuell 2011). Der technische Fortschritt hatte Windkraftanlagen im Wald möglich gemacht, deren Räder sich hoch über den Bäumen drehen. Nach der Reaktorkatastrophe in Japan war die Akzeptanz für Windräder deutlich gestiegen (Nüßlein und Becher 2012). Die Bayerische Staatsregierung beschloss in ihrem neuen Energiekonzept »Energie innovativ« einen erheblichen Ausbau der Windkraft (Schmidt et al. 2012). Durch transparente Kommunikation, Vorzeigen von guten Beispielen und Modellen zur Beteiligung der örtlich ansässigen Bürger oder Kommunen an den Investitionen sollte die Akzeptanz verbes-



Abbildung 4: Hoch über den Baumkronen drehen sich die Windräder – Eine neue Energiequelle in Wäldern.

sert werden (Nüßlein und Becher 2012). Standorte im Staatswald sind wegen des oft größeren Abstandes zur Bebauung häufig gut geeignet. Im Jahr 2012 drehten sich bereits 21 Windräder im Staatswald, bis zu 1.000 Anlagen sollten dort möglich sein (Strobl et al. 2012). Mitte 2013 waren es 30 Anlagen (BaySF 2013). Inzwischen hat die Bayerische Staatsregierung ihre energiepolitischen Ziele wieder revidiert und möchte die Nutzung der Windenergie in weit geringerem Umfang ausbauen.

Kurzumtriebsplantagen

Der Bayerische Landtag beschloss 1989, dass auch schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen als Anbauformen untersucht werden sollten. Das wichtigste Motiv dafür war die Suche nach alternativen Verwendungen für stillgelegte landwirtschaftliche Flächen (Sinner 1996a und b). Die LWF begründete 1992 ihre ersten KUP-Versuchsflächen. Allerdings war der Name »KUP« für diese Anbauform anfangs nicht gebräuchlich. Im Waldgesetz für Bayern tauchte 2005 erstmals der Begriff »Kurzumtriebskulturen« auf (GVBl 2005, S. 146). Zeitweise wurden die Bezeichnungen »Schnellwuchsplantagen«, »Kurzumtriebsflächen«, »Kurzumtriebswälder« und »Kurzumtriebsplantagen« sowie »Energiewälder« parallel verwendet (Burger 1996; Remler 1996; Schirmer 1996; Sinner 1996). Die LWF bevorzugte lange Zeit den Namen »Energiewälder« (Burger et al. 2006). Spätestens seitdem das Wort »Kurzumtriebsplantagen« 2010 in das Bundeswaldgesetz einging, hat sich dieser Begriff im allgemeinen Sprachgebrauch durchgesetzt. Der Grund dürfte die griffige Abkürzung »KUP« gewesen sein, die seit 2011 (Zacios et al. 2011) in LWF aktuell zumindest neben den anderen Begriffen ebenfalls benutzt wird.

Literatur

Die zitierte Literatur stammt vornehmlich aus LWF aktuell, außer die mit * gekennzeichneten Literaturstellen.

Baudisch, C.; Wittkopf, S. (2003): Bürgernahe Messeauftritte der LWF. LWF aktuell 43, S. 35

Baudisch, C.; Wittkopf, S. (2004): LWF vermittelt Wissenswertes rund um den Wald. LWF aktuell 45, S. 47

*BaySF – Bayerische Staatsforsten (2013): Statistikband 2013. 28 S.

*Burger, F. (1996): Praxiserfahrungen bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen. LWF-Wissen 8, S. 18–24

*Burger, F.; Sommer, W.; Ohrner, G. (2006): Anbau von Energiewäldern. LWF-Merkblatt Nr. 19

Denkinger, B. (2004): Wie forstliche Hacker arbeiten. LWF aktuell 48, S. 21–23

*DEPV – Deutscher Energieholz- und Pelletverband: Markt für Holzpellets in Deutschland wächst stetig. Pressemitteilung vom 29.01.2014. http://www.depi.de/media/filebase/files/Presse/Pressemitteilungen%20DEPV/PM_DEPV_aktuelle%20Marktzahlen%202013%202014.pdf

Eberhardinger, A. (2010): Energieholzernte innovativ. LWF aktuell 74, S. 16–18

*Eberhardinger, A.; Zormaier, S.; Schulmeyer, F.; Hüttl, K.; Deberling, T.; Mergler, F.; Lautenschlager, C. (2012): Bodenschonende Holzernte und Energieholzgewinnung. AFZ/Der Wald 10/11, S. 24–25

*Friedrich, S. Schumann, C.; Zormaier, F.; Schulmeyer, F.; Dietz, E.; Burger, F.; Hammerl, R.; Borchert, H.; Egner, J.-P. (2012): Energieholzmarkt Bayern 2010. LWF-Wissen 70. 91 S.

Ettl, R. (2007) in: Klessig, H.; Hamberger, J. (2007): Energie aus dem Wald/ Wald im Gebirge. LWF aktuell 59, S. 35–36

*Graßl, H. (2010): Wälder und Holz im Klimawandel. Vortrag beim 15. Münchner Holzkonferenz am 6.10.2010. http://www.holz.wzw.tum.de/fileadmin/user_upload/aktuelles/kolloquium/Grassl.pdf

Günsche, F. (2004): Information und Beratung zum Thema Holzenergie. LWF aktuell 48, S. 36–37

Guglhör, W. (1995): Der Hackschnitzelharvester – Ein Woll-Milch-Schwein für die Forstwirtschaft? LWF aktuell 3 S. 8–9

*Höldrach, A.; Hartmann, H.; Decker, T.; Reisinger, K.; Sommer, W.; Schardt, M.; Wittkopf, S.; Ohrner, G. (2006): Rationelle Scheitholzbe- reitstellungsverfahren. Berichte aus dem TFZ Nr. 11. 276 S.

Hahn, J.; Hiendlmeier, S. (2010): Aktueller Stand der Novellierung der 1. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung. LWF aktuell Nr. 74, 7–9

Hartmann, H.; Turowski, P. (2010): Feinstaubemissionen aus Holzhei- zungen. LWF aktuell 74, S. 10–12

Hiendlmeier, S.; Leuchtweis, C.; Hahn, J. (2007): Feinstaub aus Holz- feuerungen im Fokus des Gesetzgebers. LWF aktuell 61, S. 14–16

Huber, T. (2010): Holz gibt Gas. LWF aktuell 77, S. 23

Kölling, C.; Göttlein, A.; Rothe, A. (2007): Energieholz nachhaltig nut- zen. LWF aktuell 61, S. 32–36

Kühn, C.; Krichbaum, C. (2007): Schleifholz contra Brennholz. LWF ak- tuell 56, S. 26–28

Nüßlein, S.; Becher, R. (2012): Windkraft im Aufwind – auch im Wald. LWF aktuell 90, S. 8–10

Ohrner, G. (2004): Holzenergie an der LWF. LWF aktuell 48, S. 1–2

Pyttel, P.; Rothe, A.; Ewald, J. (2013): Energiewende und Waldbiodiver- sität. LWF aktuell 97, S. 21–23

Redaktion LWF aktuell (2011): Grüne Energie aus dem Staatswald?! LWF aktuell 84, S. 53

Remler, N. (1995a): Belastet der Brennstoff Holz die Umwelt? LWF ak- tuell 4, S. 1–7

Remler, N. (1995b): Ökonomische Aspekte der Energiegewinnung aus Holz. LWF aktuell 4, S. 8

*Remler, N. (1996): Holz aus Kurzumtriebsplantagen – ein nachwach- sender Energieträger. LWF-Wissen 8, S. 25–29

Richter, K. (2012): Der mit dem Holz forscht. Interview in LWF aktuell 89, S. 17–19

Schäfer, R. (2004): Mit Holz heizen und mit Öl fahren – nicht umge- kehrt. LWF aktuell 48 S. 17–20

Schäfer, R.; Ortinger, W. (2007): Holz – Rückgrat im Biomassemix Bay- erns. LWF aktuell 61, S. 4–6

*Schirmer, R. (1996): Aspekte der Pflanzenzüchtung schnellwachsen- der Baumarten für Energiewälder. LWF-Wissen 8, S. 7–17

Schmidt, M.; Schäfer, R.; Ortinger, W. (2012): Energiewende in Bayern und der Beitrag des ländlichen Raums. LWF aktuell 90, S. 3–7

*Sinner, H.-U. (1996a): Aufgaben und Ziele des Projektes »Anbau von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb«. LWF-Wissen 8, S. 4–6

*Sinner, H.-U. (1996b): Ökonomische, agrar- und forstpolitische Aspekte des Anbaus von schnellwachsenden Baumarten. LWF-Wissen 8, S. 30–35

Strobl, R.; Neugebauer, G. (2007): Dienstleistung, Energieversorgung, Pacht. LWF aktuell 56, S. 22–23

Stroble, R.; Baudisch, C.; Fangauer, J. (2012): Windenergienutzung im Bayerischen Staatswald. LWF aktuell 90, S. 11

Volkamer, A.; Zormaier, F. (2009): Trends und Neuigkeiten in Forsttech- nik und Energieholzbereitstellung. LWF aktuell 73, S. 52–55

Wauer, A. (2007): Neue Tafelausstellung Holzenergie. LWF aktuell 61, S. 16

Weis, W.; Göttlein, A. (2012): Nährstoffnachhaltige Biomassenutzung. LWF aktuell 90, S. 44–47

Weber-Blaschke, G. (2013): Holzmarkt unter Strom. LWF aktuell 96, S. 26–29

Weinert, B.; Gerlach, J. (2013): LandSchafftEnergie. LWF aktuell 96, S. 38–39

Wittkopf, S.; Krichbaum, C.; Baudisch, C. (2003): Energieholznutzung und Waldschutz im Einklang. LWF aktuell 39, S. 7–10

Wittkopf, S. (2004a): Einsatz der Bündelmaschine Fiberpac. LWF ak- tuell 48, S. 24–25

Wittkopf, S. (2004b): Kraft-Wärme-Kopplung mit Holz: Wohin nur mit der Wärme. LWF aktuell 48, S. 16

*Wittkopf, S. (2005): Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Ver- wertung durch Forstbetriebe in Bayern. Dissertation. 209 S.

Zacios, M.; Niederberger, J.; Schulz, C. (2011): Energiewald unter Dau- erbeobachtung. LWF aktuell 85, S. 34–36

Zormaier, F. (2010): Versorgung von Biomasseheiz(kraft)werken mit Waldhackschnitzeln. LWF aktuell 74, S. 19–21

Dr. Herbert Borchert leitet die Abteilung »Forsttechnik, Betriebs- wirtschaft und Holz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Herbert.Borchert@lwf.bayern.de