

# Altholzkraftwerke im Post-EEG-Zeitalter

Projekt »Altholz – Quo Vadis?« analysiert Altholzmarkt, Wirtschaftlichkeit und Perspektiven der Bestandsanlagen

Von Prof. Frank Baur\*, Cornelia Vogler\*\*, Frank Scholl\*\*\*

Das BMWi-geförderte Projekt „Altholz-Quo Vadis?“ beschäftigt sich mit Optionen zum wirtschaftlichen Weiterbetrieb der Altholz(heiz)kraftwerke, sobald die Anlagen nicht mehr von der EEG-Vergütung profitieren und damit eine wichtige Säule der Wirtschaftlichkeit wegfällt. Innerhalb des Projekts werden relevante Einflussgrößen wie Einschätzungen des Altholzmarktes, Übersicht zum Kraftwerkspark, wirtschaftliche Kenngrößen zum Kraftwerksbetrieb und zum Energiemarkt behandelt, analysiert und ausgewertet. In einem zweiten Schritt werden die gewonnenen Erkenntnisse mit den Marktoptionen verschnitten. Daraus resultieren Handlungsoptionen für Politik und Kraftwerksbetreiber, die es abschließend zu bewerten gilt. Das Resultat mit entsprechenden Empfehlungen wird Mitte dieses Jahres erwartet und veröffentlicht.

Die Bundesregierung hat mit der Verabschiedung der „Nationalen Politikstrategie Bioökonomie“ im Juli 2013 einen Weg hin zu einer modernen, nachhaltigen und bio-basierten Wirtschaft beschritten. Die Nutzung von Biomasse soll dabei aus Effizienzgründen möglichst in einer Kaskadennutzung stattfinden<sup>2</sup>. Die energetische Nutzung erfolgt dabei erst, nachdem qualitative Aspekte bzw. Schadstoffanreicherungen eine stoffliche Nutzung nicht mehr möglich machen. Energetische Nutzungstechniken sind daher ein elementarer Bestandteil von Kaskadenprozessen und müssen somit in einer effizienten Form vorgehalten werden. Im Altholzbereich findet die energetische Nutzung in (Heiz-)Kraftwerken statt, deren Ausbau seit dem Jahr 2000 über EEG-Anreize gefördert wurde. Ziel des Gesetzes war, den Anteil der erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung deutlich zu erhöhen (§1 EEG 2000). Die Nutzung der Biomasse – inklusive Altholz – stellte diesbezüglich ein bis dahin unzureichend erschlossenes Potenzial für eine klimaschonende Energieversorgung dar (Deutscher Bundestag 13. Dezember 1999, S. 9). Für die Einspeisung erneuerbaren Stromes wurden eine entsprechende Vergütung und das Recht zur vorrangigen Einspeisung festgelegt. Mit dieser Einspeisevergütung von aktuell durchschnittlich 92,84 Euro/MWh<sub>el</sub> (Quelle: BAV Marktintegrationsmodell für Altholzkraftwerke vom 12. November 2018, S.1) sollte der rationelle Betrieb von optimierten Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Strom wirtschaftlich ermöglicht werden, ohne die üblichen unternehmerischen Risiken der Anlagenbetreiber im Strommarkt zu übernehmen (Deutscher Bundestag 13. Dezember 1999, S. 7).

Im Jahr 2012 wurde über eine Änderung in der Biomasseverordnung (BiomasseV) die EEG-Förderung für neue Altholzanlagen eingestellt. Grund hierfür waren – gemäß der Untersuchung zum Erfahrungsbericht des EEG (DBFZ, 2011) – vermeintlich ausgeschöpfte Altholzpoteziale in Deutschland, weshalb keine zusätzlichen Anreize für eine Altholznutzung mehr gesetzt werden sollten.

Da Altholzkraftwerke somit im aktuellen EEG keine Berücksichtigung mehr finden, stellt sich die Frage, auf welcher ökonomischen und technischen Basis der Anlagenbestand erhalten werden kann und welche Effekte im Kontext potenzieller Bestandsentwicklungen zu berücksichtigenden sind. Durch

den Wegfall der EEG-Vergütungen für bestehende Anlagen drohen ab 2020 Anlagen unwirtschaftlich zu werden. Dies hat sowohl Folgen für die Anlagenbetreiber (Abschreibung Betriebsvermögen, Arbeitsplätze, usw.) als auch für die Energie- und Entsorgungsmärkte, die THG-Emissionen und die Volkswirtschaft. Bestehende Anlagen könnten grundsätzlich technisch weiterlaufen und – im Vergleich zu anderen Biomasseanlagen – günstig Energie erzeugen. Dies gilt v.a. für Anlagen, die schon jetzt eine Wärmenutzung haben. Entsprechende Möglichkeiten würden durch einen sukzessiven Wegfall von Altholzkraftwerken eingeschränkt, zudem werden im Hinblick auf den EE-Ausbau sowie die THG-Bilanzen Kompensationsleistungen durch andere EE erforderlich.

Ziel sollte es somit sein, Rahmenbedingungen, technische Optionen und Handlungsmodelle zu entwickeln, die den Weiterbetrieb eines angepassten und systemdienlichen Anlagenbestandes gewährleisten. Altholz soll dabei am Ende einer praktikablen und umweltverträglichen Holzkaskade möglichst optimal hinsichtlich (i) einzelökonomischer Erwägungen, (ii) ökologischer Erwägungen und (iii) hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen auf dem Strom- und Wärmemarkt in bestehenden bzw. angepassten Anlagen energetisch genutzt werden. Dabei ist vor dem Hintergrund potenzieller Fördermodelle und Marktsituationen zu untersuchen, inwiefern auch Geschäftsmodelle außerhalb des EEG tragfähig sind.

Das vom BMWi geförderte Projekt „Altholz – Quo Vadis?“ (FKZ: 03KB134K) der IZES gGmbH und der Steag New Energies GmbH fokussiert diese Fragestellungen vor dem Hintergrund technischer, stoffstromorientierter, energie-wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Dimensionen anhand von Altholz(heiz)kraftwerken, die vom Wegfall der EEG-Einspeisevergütung betroffen sind und unternehmerische Entscheidungen zum weiteren Vorgehen treffen müssen. Nachfolgend werden die im Rahmen des Projektes bislang erarbeiteten Ansätze und ersten Ergebnisse (Laufzeit des Vorhabens bis 07/2019) dargestellt.

## Vorgehensweise

### Altholz-Kraftwerke (technische Dimension)

Das hier vorgestellte Projekt fokussiert Kraftwerke, die Althölzer i.S.d. AltholzV thermisch verwerten und sich

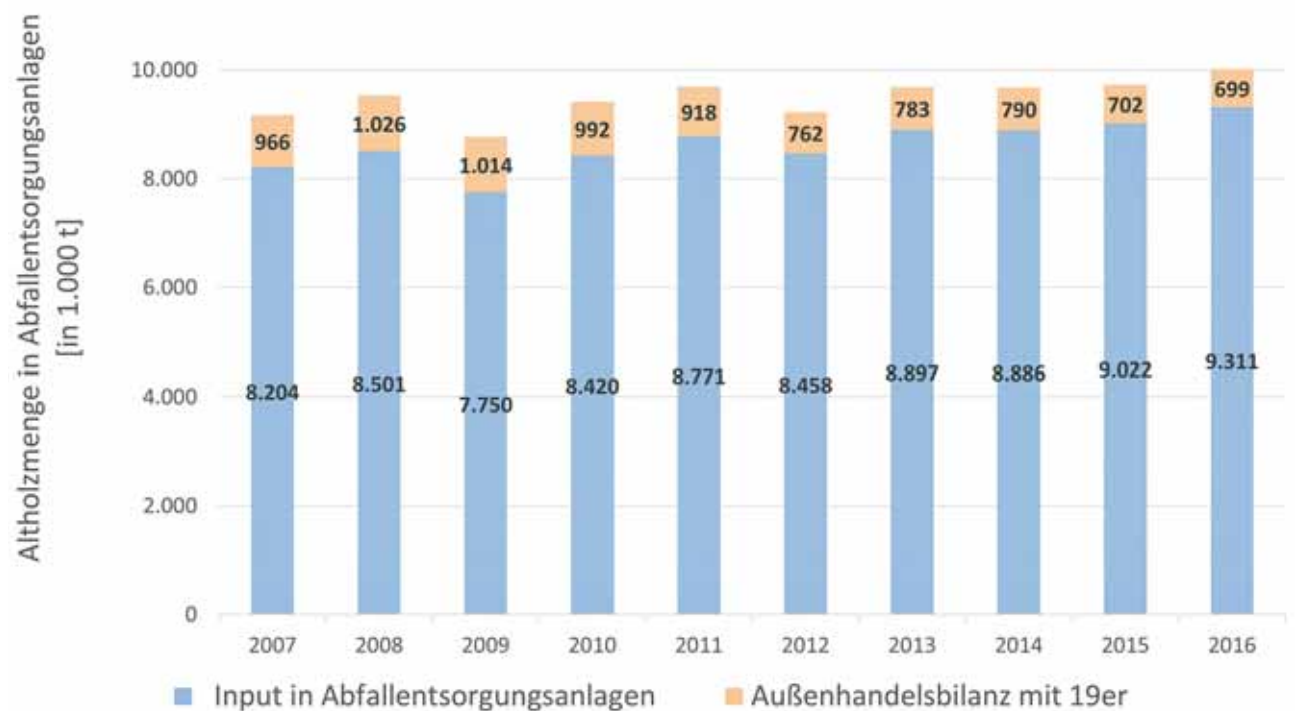


Abbildung 1 Gesamtvolumen Altholz (Im- und Exportbereinigt) in 1000 t zwischen 2007 und 2016  
Quelle: IZES – eigene Darstellung auf Basis der Destatis Sonderauswertung, 2018

– im Hinblick auf potenzielle Optimierungs- und Refinanzierungsoptionen – über eine EEG-basierte Stromvermarktung<sup>3</sup> sowie einen Wärmeverkauf und die Holzentsorgung finanzieren. Der Brennstoffbedarf wird dabei anteilig (Misch) bis 100% (Mono) durch Altholz gedeckt.

Grundlage der Kraftwerksliste ist dabei die Liste des Bundesverbandes der Altholzaufbereiter und -verwerter (BAV). Diese wurde auf Aktualität nachrecherchiert und um fehlende Daten erweitert. Hierbei wurde den Anlagen insbesondere die jeweilige EEG-Schlüsselnummer zugeordnet. Nicht-EEG-Anlagen wurden aus der Liste gestrichen. Parallel wurden anhand der EEG-Anlagenstammdaten und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber, den Informationen aus Energy-map.info und durch mathematische Verfahren weitere Anlagen mit Altholzeinsatz identifiziert.

### Altholzmengen im Markt (stoffliche Dimension)

Um den deutschen Altholzmarkt abzubilden, gibt es methodisch zwei, bisher in der Wissenschaft genutzte Wege:

- ◆ Auswertung statistischer Ist-Daten (Müller-Langer, Witt et al., 2003; Mantau und Bilitewski, 2005; Mantau und Bilitewski, 2010) und
- ◆ Umfragen bei Altholzverwertern („Mantau-Studien“: Mantau und Weimar, 2003; Weimar und Mantau, 2008; Mantau, Weimar und Klook, 2012; Döring, Cords, Mantau, 2018)

Im Rahmen des Projektes wurde die statistische Herangehensweise gewählt. Dazu wurde das Statistische Bundesamt (Destatis) mit einer Sonderauswertung beauftragt. Grundlage der entsprechenden Informationen sind dabei die Ergebnisse aus der Fachserie 19, Reihe 1 „Abfallentsorgung“. Folgende Schlüsselnummern wurden bei Destatis je Bundesland angefragt und entsprechend geliefert (Zeitraum 2006–2016):

- ◆ Abfälle der Holzbearbeitung und Herstellung von Platten, Möbeln, Zellstoff, Papier und Papp: 030101, 030104\*, 030105, 030301
- ◆ Verpackungsabfall: 150103, 150110\*
- ◆ Bau- und Abbruchabfälle: 170201, 170204\*, 170603\*, 170902\*
- ◆ Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen: 191206\*, 191207
- ◆ Siedlungsabfälle: 200137\*, 200138, 200307

Die Schlüsselnummern zu „Abfällen aus Abfallbehandlungsanlagen“ (191206\*; 191207) wurden im Rahmen der Destatis Sonderauswertung mit abgefragt. Sie liegen auf Bundeslandebene vor. Da es sich um aufbereitete Althölzer aus Abfallentsorgungsanlagen handelt, wurden diese Abfallschlüsselnummern bei den innerdeutschen Stoffstrombetrachtungen aus Gründen der Doppelzählung außer Acht gelassen.

## Tabelle 1 Definierte Anlagencluster

Cluster	Leistungsklasse MW <sub>el</sub>		
Bestandsanlage – nur Stromerzeugung			
Neuprojekt – nur Stromerzeugung			
Bestandsanlage mit Strom- und Wärmeenerzeugung	5	10	20
Neuprojekt mit Strom- und Wärmeenerzeugung			
Bestandsanlage mit Strom- und Prozessdampferzeugung			
Neuprojekt mit Strom- und Prozessdampferzeugung			

Quelle: Steag New Energies GmbH

Anders verhält es sich bei den grenzüberschreitenden Stoffstrombetrachtungen. Dort sind insbesondere diese Schlüsselnummern betrachtet worden, da nach Expertenmeinung diese Handelswege vorwiegend mit aufbereiteten Althölzern bedient werden.

Neben der Erhebung des innerdeutschen Aufkommens sind die Im- und Exportbewegungen von Altholz zu erfassen, um das außenhandelsbereinigte Altholzaufkommen auf dem deutschen Markt umfassend abzubilden. Die ins Ausland exportierten notifizierungspflichtigen Abfälle sowie die entsprechenden nach Deutschland importierten Mengen sind in der Fachserie 19, Reihe 1, 2015 nicht enthalten. Diese Mengen werden nach dem Basler Übereinkommen überwacht und für Deutschland vom Umweltbundesamt (UBA) statistisch ausgewertet. Das UBA hat neueste Zahlenreihen zu notifizierungspflichtigen Abfällen in Jahresberichten veröffentlicht. Diese fließen in die Aufkommensdarstellung als bereinigende Faktoren ein.

Die nicht-notifizierungspflichtigen Altholzmengen können im Rahmen des Projektes nicht fehlerfrei erhoben werden, da sie ohne öffentliche Genehmigung und Dokumentationspflicht über die Grenzen verbracht werden dürfen. Je Schlüsselnummer wurde zudem mit einem Reduktionsfaktor gearbeitet, der den realen Altholzanteil widerspiegeln soll.

### Kostenstruktur (energiewirtschaftliche Dimension)

Die Kostenstruktur von Biomasse-Energieanlagen ändert sich über die Anlagenlaufzeit erheblich. Während in der Anfangsphase kapitalgebundene Kosten einen wesentlichen Bestandteil der Gesamtkosten bilden, treten gegen Ende der Abschreibungsperiode im Hinblick auf Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen Instandhaltungskosten, Reparaturkosten, Brennstoff- und Entsorgungskosten sowie der Personalaufwand in den Vordergrund. Im Folgenden (siehe Kapitel Kosten der Kraftwerke) wird ein Einblick in die Kostenstruktur altholzgefeuerter Biomasse-Energieanlagen zum buchhalterischen Ende der Laufzeit – unter Nutzung definierter Anlagen-Cluster – gegeben. Dies wird durch die Kooperation mit dem Wirtschafts-

partner des Projektes „Altholz-Quo Vadis“, der Steag New Energies ermöglicht, die einen detaillierten Einblick in Realdaten unterschiedlicher Anlagen in Deutschland gewährt.

Im Rahmen der Untersuchungen zeigte sich, dass die in Deutschland betriebenen Altholzkraftwerke unterschiedlich konzipiert sind, was für die jeweiligen Kosten- und Erlöstreiber in den Anlagen wesentlich ist. Es gibt daher nicht das eine Kraftwerk, dessen Kostenstruktur repräsentativ für alle anderen Anlagen steht. Deshalb wurden auf der Basis der aus dem Anlagenbetrieb bekannten wirtschaftlichen Kennzahlen Modellanlagen im Sinne definierter Cluster kalkuliert (vgl. Tabelle 1).

### Energiemarkt

Metaanalysen langfristiger Klimaschutzszenarien zeigen, dass die zukünftige Stromerzeugung maßgeblich durch fluktuierende erneuerbare Energien (fEE), aus Wind- und Sonnenenergie geleistet wird. Dieser hohe variable Anteil der Stromerzeugung erfordert eine hohe Flexibilität des Stromsystems. Diese kann sich aus verschiedenen Flexibilitätsoptionen zusammensetzen (IZES gGmbH 2017, S. 22ff):

- ◆ Transferkapazitäten zu den Nachbarstaaten
- ◆ Verbraucher mit kurzfristigen Transferkapazitäten
- ◆ Sektorkopplung
- ◆ Stromspeicher
- ◆ optimiert ausgebaute nationale Netzinfrastruktur
- ◆ flexibel regelbaren Stromerzeugungsanlagen

Im Weißbuch des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) wurden Ansätze zur Sektorkopplung, zum europäischen Binnenmarkt sowie zur Flexibilisierung des Kraftwerksparks und der Nachfrage getroffen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015). Unter dem Titel Strommarkt 2.0 soll ein fairer Wettbewerb unter den Flexibilitätsoptionen geschaffen werden, in dem sich die flexiblen Kapazitäten über den Markt finanzieren können (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015, S. 3).

Nach politischem Wunsch sollte sich

\*Prof. Frank Baur ist wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Zukunfts-, Energie- und Stoffstromsysteme gGmbH in Saarbrücken (www.izes.de).

\*\*Cornelia Vogler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Arbeitsfeld Stoffströme der IZES gGmbH.

\*\*\*Frank Scholl ist Leiter des Kompetenzzentrum Biomassebeschaffung und Stoffstrommanagement der Steag New Energies GmbH (www.steag.com).

1) BMEL (2013). Nationale Politikstrategie Bioökonomie – Wachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie. Berlin: BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.

2) Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Neuaufgabe 2016 und das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm II (ProgRess II) sowie die Papiere der DG Umwelt und der EEA (2015) zur Circular Economy in Europa setzen den Begriff in den Kontext der Kreislaufwirtschaft mit einem Vorrang stofflicher Nutzungen.

3) Dies begrenzt den Umfang der Kraftwerke auf Anlagen mit einer max. installierten elektrischen Leistung von 20 MW<sub>el</sub>.

## Altholzkraftwerke im Post-EEG-Zeitalter

Fortsetzung von Seite 467

die Stromerzeugung der Altholz-Anlagen daher langfristig, analog zu den anderen Flexibilitätsoptionen, an die Einspeisung der fEE anpassen. Die Anpassung soll über ein Preissignal an den Strommärkten sichergestellt werden. Dieses Preissignal ist derzeit jedoch noch nicht sichtbar. Für den Bestand an Altholz-Anlagen bedeutet dies, auf jährlicher Basis die Situation an den Strommärkten neu zu bewerten und entsprechend neu über einen Weiterbetrieb zu entscheiden. Aus heutiger Sicht ist der Strommarkt mit seinen Flexibilisierungsmöglichkeiten daher keine alleinige Grundlage für ein zukünftiges Geschäftsmodell.

Interessant sind zukünftig die Wärmemärkte unter besonderer Berücksichtigung industrieller Abnehmer für Prozesswärme.

### Vorläufige Ergebnisse

#### Anlagenbestand

Es konnten 66 EEG-Altholzkraftwerke mit einer installierten Feuerungswärmeleistung von etwa 3,1 GW<sub>FWL</sub> und einem daraus hochgerechneten Holzverbrauch von etwa 6,2 Mio. t/a ermittelt werden. Zu einem Anteil von rund 5,1 Mio. t/a basiert dabei der Brennstoff auf Altholz. Die Kraftwerke besitzen eine installierte elektrische Leistung von 735 MW<sub>el</sub> bei mindestens 889 MW<sub>th</sub>. Von den 66 Anlagen koppeln 52 Anlagen (etwa 79%) Wärme für externe Nutzungen aus. In 41 Kraftwerken, mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 MW<sub>el</sub>, wird ausschließlich Altholz (etwa 4 Mio. t/a) als Brennstoff eingesetzt. Von diesen Anlagen verfügen 29 Anlagen (71%) über eine Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). 49 Kraftwerke mit 650 MW<sub>el</sub> sind Anlagen mit einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung nach der 17. BImSchV und dürfen neben AI und AII Althölzern (unter lokalspezifischen Einschränkungen) ebenfalls Hölzer der Kategorien AIII und AIV (aktuell etwa 4,6 Mio. t/a AI – AIV) verwerten. Die restlichen 17 Anlagen (115 MW<sub>el</sub>) sind nach TA Luft genehmigt und dürfen unbelastete und gering belastete Hölzer der Kategorien AI und AII verfeuern (etwa 0,8 Mio. t/a) (vgl. Tabelle 2).

Anzumerken ist, dass – im Hinblick auf die anlagenspezifisch unterschiedlichen Ausgangssituationen für Erlösperspektiven – hinsichtlich der letztendlich realisierten Wärmeauskopplung keine konkreten Aussagen gemacht werden können.

Es ist zu berücksichtigen, dass weitere Anlagen außerhalb des EEG sowie reine Heizanlagen (z. B. der Holzwerkstoffindustrie), Müllverbrennungsanlagen, Kohle- und Zementkraftwerke ebenfalls Altholzmengen mitverbrennen. Diese Anlagen werden im Rahmen des Projektes am Rande mitbetrachtet, um Potenzialverlagerungen und alternative Nutzungspfade zu analysieren. Der Projektfokus liegt jedoch auf EEG-Altholzanlagen.

#### Altholzmengen im Markt

Im- und exportbereinigt weist der deutsche Altholzmarkt ausgehend von den projektimmanenten Annahmen über die Jahre 2007 bis 2016 eine stetig steigende Altholzmengen auf (vgl. Abbildung 1). Lediglich die Jahre 2009 und 2012 weichen von der Regressionslinie nach unten ab. In der Darstellung des Außenhandels, werden – anders als bei der innerdeutschen Betrachtung – die

19er Schlüsselnummern, d. h. die „Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen“ mit in die Auswertung integriert (siehe in Abbildung 1 und 2 „mit 19er“).

Die in Abbildung 1 dargestellten Werte umfassen die ausgewiesenen Abfallschlüsselnummern unter Anwendung der Reduktionsfaktoren für den Altholzanteil sowie den Im- und Export notifizierungspflichtiger Altholzmengen.

In der Außenhandelsbilanz (Abbildung 2) ist über die Jahre 2007 bis 2016 immer ein Importüberhang zu konstatieren, der zwischen 770 000 t (im Jahr 2008) und 1,476 Mio. t (im Jahr 2014) liegt. Insgesamt verstärkt sich der Importüberhang über die betrachteten Jahre. In den letzten Jahren findet jedoch verstärkt ein Export von Altholz aus dem süddeutschen Raum in die ausländische Spanplattenindustrie statt.

### Kosten der Kraftwerke

#### Generelle Kalkulationsansätze

Hinsichtlich der definierten Anlagencluster (siehe Tabelle 1) wurden folgende kalkulatorischen Basis-Annahmen für die Altholz-Kraftwerke getroffen:

Die Volllastbetriebsstunden der Altholz-Heizkraftwerke belaufen sich auf 7500 h pro Jahr. Der Wärme- bzw. Dampfumsatz der Anlagen wird mit 40 000 MWh<sub>th</sub> pro Jahr angesetzt, da die Altholzanlagen i. d. R. außerhalb von Städten und großen Wohn- und Industriegebieten betrieben werden. Ein jährlicher Absatz von 40 000 MWh<sub>th</sub> hat sich unabhängig von der Größe und Leistungsfähigkeit des Altholzkraftwerkes als realistische Größe erwiesen. Viele Altholzanlagen liegen deutlich unterhalb dieses Wertes; in wenigen Einzelfällen konnten annähernd 60 000 MWh<sub>th</sub> festgestellt werden.

Die Absatzpreise für Wärme werden mit 50 Euro/MWh<sub>th</sub> und die für Dampf mit 40 Euro/MWh<sub>th</sub> veranschlagt; die dargestellten Preise sind nur bei Direktabsatz an den Wärmeverbraucher bzw. Industriekunden repräsentativ. In dem Fall, dass Verteilungsbetriebe wie z. B. Stadtwerke als Abnehmer auftreten, ist von niedrigeren Preisen auszugehen.

#### Einsatzkosten und Sachkosten

Die Einsatzkosten beinhalten alle variablen Kosten für die Erzeugung von Energie. Hierunter fallen im Wesentlichen die Kosten für Strom, Wasser, Entsorgung und Chemikalien.

Die Erlöse aus der Annahme von Altholz sind von wesentlicher Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit und damit für den Weiterbetrieb der Altholzkraftwerke. Für die ersten Berechnungen wurden die Erlöse aus der Annahme von Altholz auf 5 Euro/t gesetzt. Im weiteren Projektfortgang wird ermittelt, welche wirtschaftliche Auswirkung die Entwicklung des Altholzpreises auf den Betrieb des Kraftwerkes hat.

Die Sachkosten sind im Wesentlichen unabhängig von der jeweiligen Erzeugungsleistung des Kraftwerkes und deshalb als fixe Kosten anzusehen. Dies sind die Kosten für Personal, Instandhaltung, Kapitaldienst, Mieten, Verwaltung, Versicherung und Gebühren. Auch die Sachkosten sind entsprechend der Größe des Altholzkraftwerkes anlagenspezifisch degressiv.

#### Erlösbedarf

Im Verständnis des hier beschriebenen Projektes geht es darum darzustellen, welche spezifischen Kosten anfal-



Abbildung 2 Im- bzw. exportierte Altholzmengen in 1000 t

Quelle: IZES – eigene Darstellung auf Basis der Destatis Sonderauswertung, 2018

len, bzw. nach Abzug etwaiger Wärme-/Dampferlöse verbleiben, um elektrische Energie zu erzeugen. Das Ergebnis hieraus entspricht dann dem erforderlichen Erlösbedarf, den ein Altholzkraftwerk zur Bereitstellung dieser Energie im Volllastbetrieb von 7500 h/a hat.

Die entsprechenden Kalkulationen wurden für alle Anlagentypen der im definierten Cluster auf Basis der vorgeannten Kenngrößen durchgeführt. Abbildung 3 zeigt die resultierenden spezifischen Erlösbedarf für die gebildeten Anlagencluster auf. Der Erlösbedarf der Altholzkraftwerke liegt in der Post-EEG-Zeit (nach dem Verkauf von Wärme und Dampf) clusterspezifisch in einem Schwankungsbereich von 45 bis 100 Euro/MWh<sub>el</sub>. Die aktuellen Erlöse am Wärme-/Dampf- und Entsorgungsmarkt sind damit für die Anlagen nicht auskömmlich. Das heißt, ausgehend von den aktuellen Marktgegebenheiten und der Performance der Kraftwerke müssen für einen dauerhaften Fortbestand der Anlagen aus Sicht der Kraftwerke positive Preisentwicklungen an den Strom- und Entsorgungsmärkten greifen bzw. sich wirtschaftliche Vorteile aus einer Optimierung der Anlagen oder einem geänderten Anlagenbetrieb ergeben.

Einführend wurde erläutert, dass die hier gezeigten Erlösbedarfe auf Basis kalkulierter Modellanlagen entwickelt wurden. Es ist davon auszugehen, dass es Anlagen gibt, die sich zum Beispiel aufgrund eines besonders hohen Wärmeabsatzes oder aber einer günstigen logistischen Einbindung wirtschaftlicher darstellen. Doch die Vergangenheit hat auch gezeigt, dass einige Anlagen selbst mit EEG-Förderung nicht wirtschaftlich betrieben werden können.

Im weiteren Projektverlauf werden zukünftige Strom-, Wärme- und Brennstoffenergieerlöse im Kontext von Sensitivitätsanalysen dem Bedarf der Kraftwerke gegenübergestellt, um daraus Handlungsansätze in Form unterschiedlicher Geschäftsmodelle abzuleiten.

### Zukünftige Entwicklung

Kern dieses Kapitels ist die Verbindung des Altholzaufkommens mit den vorhandenen bzw. den potenziell zukünftig (bis 2035) noch verfügbaren EEG-basierten Verwertungskapazitäten. Für die Vergangenheit konnten die

### Grenzkosten Altholzkraftwerke Musteranlagen (in Euro/MWh<sub>el</sub>)

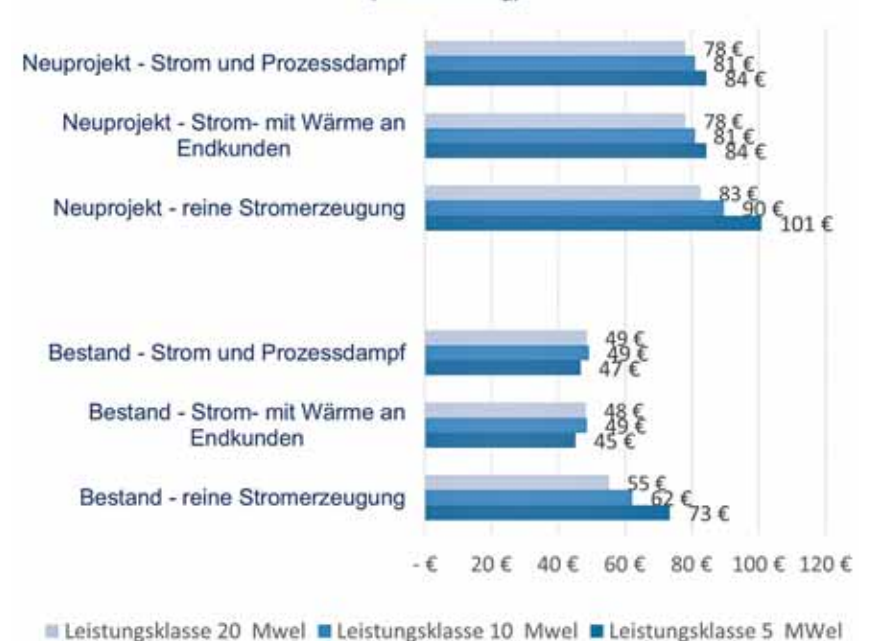


Abbildung 3 Darstellung des Erlösbedarfes bzw. der Grenzkosten der Anlagencluster in Euro/MWh<sub>el</sub>

Quelle: Steag New Energies

Aufkommenswerte valide recherchiert werden. Für die Fortschreibung wurden Korrelationsanalysen zur Hilfe genommen und anhand der erzielten Ergebnisse eine Aufkommensprognose erstellt. Abbildung 4 stellt das daraus abgeleitete Resultat grafisch dar. Neben der oberen Linie, die das Altholz-Aufkommen repräsentiert, ist der potenzielle Verbleib der Mengen dargestellt.

Für die stoffliche Nutzung wurde auf Basis der Diskussionen mit den entsprechenden Branchenverbänden<sup>4</sup> angenommen, dass aktuell 1,5 Mio. t/a Altholz stofflich eingesetzt werden und eine zusätzliche zukünftige Aufnahmekapazität von weiteren 0,5 Mio. t/a Altholz vorhanden ist (eingerechnet bis zum Jahr 2035).

Diesen Ansätzen wurde die Abnahmekapazität der bestehenden EEG-Altholzkraftwerke in Höhe von derzeit 5,1 Mio. t – im Zeitstrahl reduziert um die nach Auslaufen des 20-jährigen EEG-Vergütungszeitraums potenziell wegfallenden Kapazitäten – gegenübergestellt. Mantau (2016) beziffert die verbrauchten Altholzmengen in energetischen Verwertungsanlagen außerhalb des EEGs auf knapp 2 Mio. t im Jahr 2016. Diese hier übernommene pauschale Annahme soll in der Übersicht symbolisieren, dass weitere Mengen im Markt platziert sind. Sobald erste Kraftwerke aus dem EEG-Regime fallen, jedoch weiter auf Altholzbasis betrieben werden, steigt dieser Anteil.

Als mögliche Abnehmer von überschüssigen Altholzmengen wurden zudem Müllverbrennungs- und EBS-Anlagen identifiziert. Diese besitzen nach Mantau (2016) jedoch lediglich eine freie zusätzliche Aufnahmekapazität von maximal 1,3 Mio. t/a.

4) Verband deutscher Holzwerkstoffindustrie (VHI) und Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter (BAV)

Die verbleibende grau schraffierte Fläche zeigt die Altholzmengen, für die rückblickend keine direkte Marktzurückführung gefunden wurde. Darin beinhaltet sind auch schwer erschließbare Altholzmengen, die wahrscheinlich gar nicht auf dem Markt als Handelsgut erscheinen, da sie in Produkten wie Sofas oder anderen Abfallgemischen anfallen, deren Trennung nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung signalisiert die potenziell größer werdende Fläche einen Handlungsbedarf bezüglich der erforderlichen Bereitstellung eines effizienten Anlagenparks zur hochwertigen Verwertung der nicht stofflich nutzbaren Altholzmengen.

### Ausblick

In der Abbildung 4 wird unterstellt, dass die EEG-Kraftwerke nach dem Auslaufen des 20-jährigen Vergütungszeitraums nicht weiter mit Altholz betrieben und entsprechend abgewickelt werden. Unter dieser Prämisse könnte es – bei Wegfall der Verbrennungskapazitäten von Altholz am Ende der Nutzungskaskade – zu einer Entsorgungslücke kommen. Um unerwünschte Effekte – z. B. im Sinne einer Verlagerung von Stoffströmen ins europäische Ausland – zu vermeiden, ist daher der Fortbestand eines effizienten Anlagenparks zur energetischen Verwertung zu sichern.

Aus Sicht der Anlagenbetreiber sind daher Rahmenbedingungen zur Gewährleistung eines wirtschaftlichen Betriebes zu schaffen, zumal sich die Kraftwerke nach Wegfall der EEG-Vergütung selbstständig über den Stromverkauf, den Wärmeverkauf und über Einnahmen aus dem Brennstoff finanzieren müssen. Diesbezüglich sind

Tabelle 2 Gesamtübersicht EEG-Altholzkraftwerke

Genehmigung nach	Altholzkategorien	Anlagen ohne Hürth Knapsack	MW <sub>el</sub>	MW <sub>therm</sub>	MW <sub>FWL</sub> einsatz	Holz-KWK [Mio. t/a]	Anteil [%]
4. BImSchV+TA Luft	AI-AII	17	108	130	520	1,0	94
			Ø 6,3	Ø 7,6	Ø 30,6		
4. BImSchV+17. BImSchV	AI-AIII	10	90	124	387	0,8	80
			Ø 9,0	Ø 12,4	Ø 38,7		
4. BImSchV+17. BImSchV	AI-AIV	39	537	635	2449	4,4	72
			Ø 13,8	Ø 16,3	Ø 62,8		
Gesamt	AI-AIV	66	735	889	3155	6,2	79
			11,1	13,5	47,8		

Quelle: IZES eigene Darstellung, Basis 2.1

Fortsetzung auf Seite 469

## Altholzkraftwerke im Post-EEG-Zeitalter

Fortsetzung von Seite 468

(neue) Geschäftsmodelle zu entwickeln, welche im Rahmen des hier beschriebenen Projekts mit Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik diskutiert und hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Effekte bewertet werden.

Aus politischer Sicht geht es darum, auf nationaler Ebene einerseits im Sinne des KrWG hochwertige energetische Verwertungskapazitäten für die nicht stofflich nutzbaren Althölzer vorzuhalten und andererseits Verluste an Produktionskapazitäten für EE-Anlagen im Hinblick auf die energiewirtschaftlichen und klimapolitischen Zielsetzungen zu vermeiden. Dabei spielen ökologische und ökobilanzielle Bewertungen der energetischen Altholzverwertung eine bedeutende Rolle. So werden im weiteren Projektverlauf mögliche Effekte hinsichtlich der THG-Bilanzen sowie Themen wie die Subsidiarität diskutiert, in denen es darum geht, die Ressourcen-

bindung und Abfallverwertung im Inland – mit seinen weitgehenden abfallrechtlichen Leitplanken – zu behalten und den grenzüberschreitenden Handel zu beschränken. Hinsichtlich der THG-Effekte liegen u. a. aus öffentlichen Ausschreibungen gutachterlich ermittelte Bezugswerte vor, welche für Strom aus Altholzkraftwerken THG-Emissionen von etwa 18 kg CO<sub>2-äqui</sub>/MWh ausweisen (zum Vergleich Strommix D gemäß Gutachten: etwa 622 kg CO<sub>2-äqui</sub>/MWh).

Die im Projekt vorgesehene Entwicklung zukunftsfähiger Geschäftsmodelle geschieht unter der Prämisse, dass der Einspeisevorrang für erneuerbaren Strom aus Altholzkraftwerken auch weiterhin bestehen bleibt, auch wenn diese nicht mehr im EEG-Regime betrieben werden. Gemäß der derzeit in Diskussion befindlichen EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien – RED II – könnte der Einspeisevorrang der erneuerbaren Energien innerhalb

der EU jedoch aufgehoben werden. Dies gilt es, politisch zu verhindern, oder auszusetzen bis zur Erreichung eines „Regenerativen Zeitalters“, in dem kein Vorrang für einzelne Technologien mehr gewährt werden muss. Auch unter Bezugnahme auf die BiomasseV (2012) existiert ein Klärungsbedarf, da hinsichtlich des Anwendungsbereiches des EEG unter § 3 BiomasseV Altholz als Biomasse, die nicht im Sinne der Verordnung gilt, ausgewiesen und dabei mit fossilen Brennstoffen gleichgestellt wird. Würde der Einspeisevorrang nicht mehr bestehen, hätte dies hinsichtlich der erforderlichen Planungssicherheit gravierende Folgen für die Altholz(heiz)kraftwerke. Um die Einspeisevergütung zu sichern, wäre u. a. auch eine Kopplung an Parameter der Umweltverträglichkeit – wie z. B. die THG-Emissionen – denkbar.

Im Rahmen des laufenden, projektimmanenten Diskussionsprozesses zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik werden auf der Basis eines Referenzfalls aktuell verschiedene Geschäftsmodelle entwickelt und hinsichtlich der je-

weiligen Effekte untersucht. Dabei werden sowohl die spezifischen Auswirkungen auf das Entsorgungssystem als auch die entsprechenden Folgen für die Energiesysteme/-märkte hergeleitet.

Folgende Ansätze werden derzeit diskutiert:

- ◆ Weitergabe der Kosten der Altholzverwertung an die Abfall-Erzeuger als Referenzmodell.
  - ◆ Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer/Stärkung des CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandels als übergreifendes Instrument des Klimaschutzes.
  - ◆ Stärkung der Bioenergie in Wärmenetzen über Primärenergiefaktoren; hier insbesondere die Versorgung von bislang über Kohlekraftwerke bediente Fernwärmenetze mit regenerativer Wärme.
  - ◆ Quotaler Brennstoffeinsatz im Sinne einer Veränderung der Rohstoffbasis und Streckung des EEG Vergütungszeitraums. Dies setzt die Kraftwerke in die Lage, sich den neuen Anforderungen zu stellen und den Kraftwerkspark – z. B. im Kontext einer Erprobung neuer Brennstoffe – entsprechend umzubauen.
  - ◆ Innovative Neubauprojekte zur Besicherung der industriellen Wärmeerzeugung auf erneuerbarer Basis (förderungsunabhängig) als Zukunftsoption mit gesicherter, erprobter Technik.
  - ◆ Die Zuordnung der Altholzsortimente zu den Verwertungswegen nach dem Beispiel Großbritanniens, um die Konkurrenzen zwischen stofflicher und energetischer Verwertung zu reduzieren (getrennte, aber diffusionsoffene Märkte).
  - ◆ Aufbau und Etablierung regionaler und nationaler Verwertungsvorgaben, um die Altholz-Nutzung im Inland zu sichern.
  - ◆ Prüfung der Übertragung des Power-Purchase-Agreements (PPA; z. B. Direktvermarktung an Gewerbeparks) auf Altholzkraftwerke, gegebenenfalls auch im Zusammenhang mit einem „pooling“ der Kraftwerke und Streckung des EEG Zeitraums.
  - ◆ Erweiterung der Altholz(heiz)kraftwerke um Power-to-X-Technologien (z. B. Wasserstoffproduktion)
- Informationen aus einem parallel laufenden Vorhaben des Umweltbundesamtes zur Novellierung der Altholzverordnung (durchgeführt durch Iwaru/FH Münster) fließen in die Analysen ein.

Die abschließenden Ergebnisse des Vorhabens werden ab Mitte des Jahres veröffentlicht.

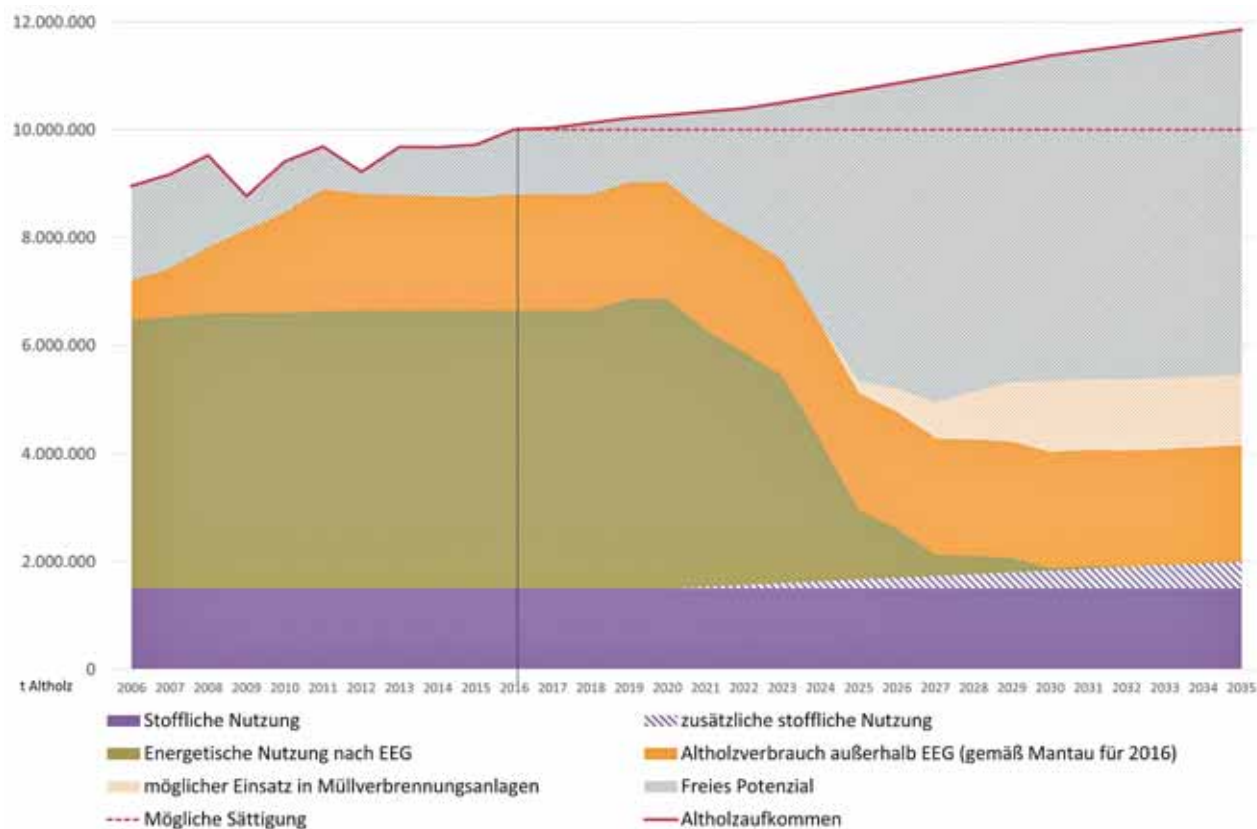


Abbildung 4 Zusammenstellung Aufkommen und Verbleib von Altholz – Vergangenheit und Zukunft

Quelle: eigene Darstellung, IZES