

DorfZukunft

Dorf mit Zukunft - Energie in Bürgerhand

Die Zukunft der Dörfer wird intensiv diskutiert: Haben sie eine Chance im Wettbewerb mit den pulsierenden Metropolen? Oder erleben sie eine Wiedererstarkung? Letzteres ist keine Phantasie, denn die Energiewende wird kommen, und sie hängt vom ländlichen Bereich sehr stark ab. Nur profitiert die dort lebende Bevölkerung bislang kaum von der Umstellung des Energiesystems. Das muss sich ändern. Um die regionale Wertschöpfung durch die Nutzung erneuerbarer Energien zu ermöglichen, engagieren sich Energiegenossenschaften durch die Realisierung von Energieprojekten, an denen sich die Bürger der Region beteiligen können. In der Altmark sind solche Projekte noch viel zu selten. Das will die *Helionat eG* (Magdeburg), eine langjährig in diesem Bereich aktive Genossenschaft, nun ändern: Durch das Projekt *DorfEnergie / Dorf mit Zukunft – Energie aus Bürgerhand* soll ein Referenzprojekt geschaffen werden, dass die Bürger der Altmark und auch des ländlichen Bereichs jenseits der Altmark ermutigt, von der Energiewende zu profitieren. Das Projekt setzt sich aus mehreren Teilprojekten zusammen, die unterschiedliche Innovationsgrade aufweisen, die aber im Kern als Projektentwicklungen ausgelegt sind, die zur konkreten großtechnischen Umsetzung führen sollen: durch die Nutzung der Solarenergie (Teilprojekt 1) oder bisher ungenutzter Holzfraktionen (Teilprojekte 2-4). Die Projektrealisierung unter Einbindung verschiedenster Akteure der Region, die Energieversorgung unterschiedlicher Abnehmer und das Stoffstrommanagement (Holzheizwerk) führt zu einer intensiven Vernetzung auch mit Nachbarregionen (Stadt/Land). In allen Fällen geht es darum, die Bürgerenergie zu einem Faktor zu machen, der die ländliche Wirtschaft stärkt.

Teilprojekt 1: Bürgersolaroffensive im ländlichen Raum

Ein wesentlicher Faktor zur Erreichung der Klimaschutz- und EE-Ausbauziele stellt der Ausbau der Solarstromanlagen als Aufdach- und Freiflächenanlagen dar. Sachsen-Anhalt weist trotz der positiven Entwicklungen der letzten Jahre immer noch ein enormes ungehobenes Solarpotenzial auf, welches die Agentur für Erneuerbare Energien für 2018 auf 75% beziffert ¹ Ein wesentlicher Vorteil der Solarenergie besteht in der hohen Akzeptanz in der Bevölkerung, der breiten Skalierbarkeit der Leistungsgröße und der geringen Flächenversiegelung. Auch für die Biodiversität und den Artenschutz ist sie mit großen Chancen verbunden. Im Mix mit anderen Erneuerbaren Energien ergänzt sie sich saisonal sehr gut mit der Windenergie.

Gerade für den ländlichen Raum ergeben sich durch hohe Flächenverfügbarkeit mit den Erneuerbaren Energien und der Photovoltaik im Besonderen unter der Voraussetzung der Bürgerbeteiligung neue Wertschöpfungschancen. Im Windanlagen- und PV-Freiflächenbereich war bislang eher das Gegenteil der Fall. So ergab z.B. eine Analyse der IHK im Kammerbezirk Magdeburg aus dem Jahr 2013, dass lediglich rund 9% der Firmengeschafter, die Windkraftanlagen betreiben, aus Sachsen-Anhalt stammen. Im Solarbereich muss dabei zwischen Aufdachanlagen, die sich mehrheitlich im Eigentum der vor Ort lebenden Menschen befinden und Freiflächenanlagen unterschieden werden, die sich hinsichtlich der Eigentümerstruktur der der Windenergie ähnelt. Der geringe Grad der Bürgerbeteiligung führt zu sinkender Akzeptanz und zum Abfluss der Wertschöpfung aus der Region.

Die 2013 veröffentlichte Studie „100 % Erneuerbare Energien aus der Region für die Region – ZUKUNFTSFÄHIGE ENERGIEVERSORGUNG FÜR DIE ALTMARK²“ geht von einer Steigerung der Solarnutzung um den Faktor 40 aus, wenn eine Versorgung zu 100% auf Basis der Erneuerbaren erreicht werden soll. Dies macht den enormen Handlungsbedarf deutlich. Projektziel des Maßnahmenpaketes Photovoltaik ist es, die Potenziale in der Zielregion zu analysieren und unter Einbeziehung und Beteiligung

1 https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/ST/kategorie/solar/auswahl/183-installierte_leistun/#goto_183

2 http://gruene-fraktion-sachsen-anhalt.de/fileadmin/images/downloads/publikationen/Energieszenario_Altmark.pdf

der vor Ort lebenden Menschen in die Nutzung zu bringen. Hierzu sollen zum einen Eigentümer von privaten Wohnhäusern, Gewerbetreibende und landwirtschaftliche Betriebe motiviert werden, die ihnen zur Verfügung stehenden Dächer mit einer Solaranlage auszustatten. Dies soll mittels Durchführung von Workshops und unter Zuhilfenahme eines zu erstellenden Solarkatasters erreicht werden. Das Solarkataster zeigt webbasiert die Energiepotenziale der Dächer in Siedlungsstrukturen auf. Mit Hilfe der genauen Ermittlung der Dachflächen sowie Neigungswinkel und der Verschattungsanalyse werden die Solarleistung und die jährlich erzeugte Solarstrommenge berechnet. Dadurch können einfach nachvollziehbare Rückschlüsse zur Wirtschaftlichkeit und zur CO₂-Einsparung gezogen werden. Der niedrighschwellige Einstieg des Solarkatasters führt zu einem besseren Verständnis des mittlerweile recht komplexen Sachverhaltes (Solarenergie & Eigenverbrauch) und der Befähigung eine gute Entscheidung über ein Investment mit mehreren tausend Euro zu treffen. Ein Netzwerk aus regionalen Solarinstallateuren, Anlagenherstellern und Finanzierungsinstituten bietet maßgeschneiderte Angebote für die Kunden.

Daneben ist geplant, die Potenziale für PV-Freiflächenanlagen auf Konversions- und Brachflächen bzw. ungenutzten Gewerbegebieten und im 110-m-Randstreifen von Autobahnen und Bahnlinien über eine GIS-basierte Raumanalyse sowie Befragung der Akteure wie regionale Planungsgemeinschaft und kommunalen Bau-/ Stadtentwicklungsabteilungen zu ermitteln. Zur Sicherstellung der Bürgerbeteiligung sollen diese Solarprojekte von Bürgerenergiegenossenschaften weiterentwickelt und unter der Maßgabe einer bevorzugten Beteiligung der vor Ort lebenden Menschen umgesetzt werden.

Hintergrund Helionat eG: Seit der Gründung im Jahr 2009 haben sich in der Bürgerenergiegenossenschaft Helionat eG mehr als 100 Bürgerinnen und Bürger aus der Region zusammengeschlossen, um gemeinschaftlich die dezentrale Energiewende und den Klimaschutz in Sachsen-Anhalt aktiv voran zu treiben. Hauptanliegen der Helionat eG ist die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürgern an den genossenschaftlich organisierten EE-Anlagen - 100% der Anlagen befinden sich im Eigentum der Mitglieder. Bislang konnten in der Helionat eG mehrere Solarstromaufdachanlagen und eine größere Solarfreiflächenanlage mit einer Gesamtleistung von 1,24 MWp, einer Gesamtinvestition von 1,4 Mio € und einer jährlichen CO₂-Einsparung von 870 t umgesetzt werden. Neben ökologischen Gesichtspunkten wird auch ein persönlicher wirtschaftlicher Vorteil für die Mitglieder erzielt - in den letzten Jahren wurden 3% p.a. Dividende an die Mitglieder ausgeschüttet. Somit verbleibt ein Großteil der Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen in der Region und kommt den Menschen in den Orten zugute, in denen die EE-Anlagen installiert sind. Die Motivation für das 10-jährige Wirken resultiert aus dem Willen, die Erde zukunftsfähig und enkeltauglich zu gestalten. Einer der entscheidenden Faktoren stellt dabei die Transformation des heutigen Energiemixes hin zu 100% Erneuerbaren Energien dar. Zahlreiche Preise auf Landes- und Stadtebene zeigen die hohe Wertschätzung, die die Kommunal- und Landespolitik der umgesetzten Bürgerenergieidee der Helionat eG entgegenbringt. Als progressivste Bürgerenergiegenossenschaft in Sachsen-Anhalt wurde die Helionat eG in 2018 von der Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt mit der Durchführung eines Projektes zur Stärkung der Bürgerenergie beauftragt.

Teilprojekt 2: Genossenschaftliche Wärmeversorgung: Heizwerk und Holzhof

Dörfliche Zukunft, ein multiplizierbarer Baustein der Energiewende, Bürgerbeteiligung mit regionaler Wertschöpfung und Multiplizierbarkeit der Projektidee können kombiniert werden: durch ein genossenschaftlich betriebenes Heizwerk auf Basis bislang kaum genutzter, heterogener Holzfraktionen aus der ländlichen Region.

Idee und Motiv: energetische Nutzung bislang ungenutzter Holzpotenziale mit sehr guter Klimaschutzbilanz

Die Entscheidung, in Deutschland die Energiewende als große gesellschaftliche Aufgabe innerhalb weniger Jahrzehnte umzusetzen, hat den Blick – zumindest momentan – auf die Frage gelenkt, ob und wie ein solches Projekt überhaupt gelingen kann. Dabei sind diejenigen Aspekte, die eher den

regionalen Stoff- und Energieflüssen zuzuordnen sind, in den Hintergrund getreten. Sie sind jedoch nicht weniger bedeutsam. So wird z. B. über die energetische Nutzung von Waldrestholz in ländlichen Räumen ein erheblicher Anteil der Wärmeversorgung sichergestellt. Dieser Nutzungspfad ist durch eine sehr gute Klimaschutz- und Ökobilanz gekennzeichnet.

Neben Waldrestholz fallen jedoch weitere Stoffströme an, die aufgrund einer heterogeneren Zusammensetzung und einer kleinteiligeren Struktur bis heute nur in Ausnahmefällen energetisch genutzt werden und die stofflich nicht nutzbar sind: **Landschaftspflegeholz, Straßenbegleitgrün, „Schwarzholz“ aus der Kompostierung** und Holz aus Kurzumtriebsplantagen. Erfahrung zur geeigneten Aufbereitung dieser Stoffströme liegen, vor allem in Deutschland und Österreich, vor. Auch die Heizwerkstechnologie zu ihrer energetischen Verwertung ist am Markt verfügbar.

In der Altmark hat es Ansätze gegeben, Projekte zur Nutzung dieser Stoffströme umzusetzen, z. B. im Rahmen der Programme „Regionen aktiv“ und „Bioenergieregionen“ des BMEL. Eine der wichtigsten Ursachen für die ausgebliebene Umsetzung lag im Fehlen geeigneter Investoren: Großunternehmen der Energiebranche schieden aufgrund überhöhter Renditeerwartungen aus, und regionale Handwerksbetriebe bezogen die Aspekte des Klima- und Umweltschutzes nicht in ihre Überlegungen ein. Eine Energiegenossenschaft dagegen betrachtet die energetische Nutzung der bislang weitgehend ungenutzten Stoffströme als Chance des Klima- und Umweltschutzes sowie der regionalen Wertschöpfung.

Heterogene Holzfraktionen: hohe Potentiale, geringer Nutzungsgrad

Die Stoffgruppen Landschaftspflegeholz, Straßenbegleitgrün, „Schwarzholz“ aus der Kompostierung werden im Folgenden als „heterogene Holzfraktionen“ bezeichnet. Ihr energetisches Potenzial ist in der Altmark erheblich: Die Energie- und Klimaschutzstrategie Altmark (BIC 2015) ordnet diesen Stoffgruppen ein Leistungspotenzial von 300 GWh im Jahr 2035 zu (zum Vergleich: Leistung der Stromeinspeisung der Biogasanlagen der Altmark im Jahr 2014: 469 GW). Dieses Leistungspotenzial wurde im Jahr 2014 nicht in nennenswertem Umfang genutzt (BIC 2016), und das ist auch heute noch so. Nur einzelne Heizwerke der Altmark nutzen diese heterogenen Holzfraktionen (z. B. Gemeindewerke Iden, Stadtwerke Osterburg). Außerhalb der Altmark gibt es prominente Vorzeigeprojekte, z. B. in der Stadt Simmern (Rhein-Hunsrück-Kreis). Bedeutend ist, dass Wärmebedarf und regionales Holzaufkommen aufeinander abgestimmt werden: lange Holztransportwege verschlechtern die ökonomischen und die ökologischen Wirkungen.

Ziel: Projektentwicklung zur Vorbereitung der Projektumsetzung

Das hier beantragte Teilprojekt setzt auf die Kombination zweier bislang selten genutzter Optionen: die regionale Wärmeversorgung auf Basis bislang kaum genutzter heterogener Holzfraktionen und der Finanzierung des Projekts über eine Genossenschaft.

Das Teilprojekt 3 stützt sich auf jahrelange Vorarbeiten, die für die Region von verschiedenen Akteuren durchgeführt wurden, vor allem auf die Energie- und Klimaschutzstrategie Altmark (BIC 2015). Der übergeordneten Orientierung dienen das Klima- und Energiekonzept Sachsen-Anhalt (MULE 2019) und die längerfristigen Planungen bzw. Szenarien für die Bundesebene (BMWI 2010, BMU 2019, Acatech 2019). Das beantragte Projekt erfüllt die dort definierten Anforderungen ohne Einschränkungen.

Das Potenzial nutzbarer Stoffströme lässt sich erweitern, wenn sich **Kurzumtriebsplantagen** (KUP) in der Region etablieren lassen (s. Teilprojekt 3).

Die Projektbearbeitung soll wie folgt ablaufen (AP: Arbeitspaket):

AP 2.1: Dokumentation der aktuellen Nutzungs- bzw. Entsorgungspfade der heterogenen Holzfraktionen in der Altmark (6 Monate); einzelne vorhandene Studien sollen durch weitergehende Recherchen zu einer Übersicht für die Altmark vervollständigt werden.

AP 2.2: Screening der Altmark nach geeigneten Kommunen und Abgleich mit entsprechenden Arbeiten der Teilprojekte 1 und 2 (6 Monate, parallel zu AP 1). Diese Arbeiten stützen sich auf die regionalen Kenntnisse der Antragsteller und ihrer Netzwerkpartner in der Altmark (z. B. Energieagentur Altmark, Regionale Planungsgemeinschaft Altmark). Zu einzelnen Kommunen, die bereits heute als interessiert gelten können, werden bereits Sondierungsgespräche geführt. Das AP wird durch die **Auswahl einer Kommune** geschlossen.

AP 2.3: Projektentwicklung. Die komplexe Projektentwicklung wird bewusst als eine sukzessive Abfolge einzelner, jeweils separat realisierbarer Teilschritte angelegt. So soll das Projekt zum Beginn möglichst schlank gehalten werden, indem es sich auf das Holzheizwerk konzentriert. Dessen Versorgung kann zunächst mit Holzhackschnitzeln erfolgen, die am freien Markt beschafft werden. Die regionale Wertschöpfung steht also zunächst im Hintergrund.

Sukzessiv kann dann die Versorgung des Heizwerks auf Holz der näheren Umgebung, auch aus kommunalen Wäldern, umgestellt werden. Der Aufbau einer regionalen Holzlogistik, die teilweise auf Eigenleistungen beruht, kann dann im nächsten Schritt erfolgen. Dies setzt die Erweiterung der Infrastruktur des Heizwerks um überdachte Lagerflächen voraus. Ist in der Region ein Holzlager eingerichtet worden, können weitere regionale Stoffströme nutzbar gemacht werden: Landschaftspflegeholz, Verkehrswegebegleitholz, Holz aus der Park- und Friedhof-Pflege und die Holzfraktion der Grüngutsammelplätze kann dem Lager zugeführt werden und dort weiterverarbeitet werden. So wird das Lager zum Holzhof. Die Voraussetzung dafür ist die vorausschauende Installation einer Kesselanlage, deren Brennstoffzuführung, Kesselauslegung, Rauchgasreinigung und Ascheaustragung die Verarbeitung dieser heterogenen, oft feuchten und verschmutzten, rindenreichen Holzfraktionen gestattet. Am Ende der skizzierten Entwicklung steht die weitgehende Nutzung der stofflich nicht sinnvoll nutzbaren Holzfraktionen der Region, wie sie die aktuelle Bundes- und Landespolitik vorsieht und wie sie in verschiedenen Regionen bereits realisiert ist.

Das Arbeitspaket umfasst Projektentwicklung, Grundlagenermittlung, Erfahrungsaustausch mit Betreibern vergleichbarer Anlagen, Wirtschaftlichkeitsbewertung und Vorplanung.

AP 2.4: Grundlagenermittlung und Vorplanung (HOAI-Leistungsphasen 1+2)

AP 2.5: Projektfinanzierung und Einbindung in die Helionat eG

AP 2.6: Dienstreisen

AP 2.7: Öffentlichkeitsarbeit

Nach Abschluss der beschriebenen Arbeiten soll sich mit der Entwurfs- und Genehmigungsplanung der Anlagen die Umsetzung des Projekts anschließen können.

Das Projekt wird in mehrfacher Hinsicht vorbildlich sein:

- Die Wärmeversorgung der angebundenen Objekte erfolgt auf Basis erneuerbarer Rohstoffe, die stofflich nicht nutzbar sind.
- Die Öko- und Klimabilanz der ausgewählten Technologie ist sehr gut.
- Die Akzeptanz dieses Energiewende-Bausteins ist hoch, da die Wertschöpfung in der Region erfolgt.
- Das Projekt ist multiplizierbar und kann als Referenz („Leuchtturm“) für zahlreiche weitere Kommunen dienen.

Teilprojekt 3: KUP-Streifenanlage

Für das Dorf und die betreffende Region sollen die Potentiale von schnellwachsenden Gehölzen als KUP-Streifenanlage analysiert und bewertet werden. Anzustreben sind grundsätzlich standortgerechte

Gehölze mit hohem Brennwert und geringem Ascheanteil sowie Toleranz gegenüber Trockenheit und Hitze.

Basierend auf diesen Grundüberlegungen steht insbesondere der integrierte und nachhaltige Landnutzungscharakter dieses Systems im Fokus. Daher soll im Rahmen von Studien näher beleuchtet werden, i) welche Standorte für die KUP-Anlage grundsätzlich geeignet und vorteilhaft erscheinen, ii) welche Baumarten für den Standort günstige Eigenschaften aufweisen, iii) welche positiven Umwelt- und Klimaeffekte generiert werden können, iv) welche Wertschöpfungspotentiale und ökonomische Vorteile von KUP-Streifen für das Dorf oder die Region ausgehen können, v) welche Firmen und Ansprechpartner aus der Region zu diesem Bereich bereits tätig sind und zur Projektumsetzung ggf. beitragen können.

Im Hinblick auf den Umweltaspekt sind KUP vor allem interessant, wenn sie – als Gewässerbegleitstreifen angepflanzt – die Nährstoffeinträge von Ackerflächen in Gewässer reduzieren, um die Anforderungen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie erfüllen zu können. Der Nährstoffeintrag in Gewässer hat viele negative Aspekte wie Algenblüte, Sauerstoffmangel und Veränderung des Lebensraumes in Gewässern. Um die ökologische Funktion der KUP-Anlagen, Randstreifen und Hecken zu optimieren, sollte die Artenauswahl nach Möglichkeit auch anhand des Blühaspekts getroffen werden, um Insekten über einen weiten Bereich des Jahres Nahrung in Form von Nektar und Pollen zur Verfügung zu stellen. So können KUP-Anlagen ebenfalls einen Beitrag zur Biodiversität der Agrarlandschaft leisten. Aufgrund der hohen aktuellen Relevanz sollen diese beiden Umweltaspekte in einer separaten Studie behandelt werden.

Teilprojekt 4: Innovationsbaustein regionale Pflanzenkohleerzeugung

Dieses Arbeitspaket bündelt auf innovative Weise wichtige Schlüsselbereiche für die nachhaltige Entwicklung des ländlichen Raums wie Landnutzung, Klimaschutz, Bodenverbesserung sowie Ressourceneffizienz.

Hierfür sollen zunächst biogene Ausgangsstoffe aus regionaler Herkunft in einer modernen, effizienten und emissionsarmen Pyrolyse- oder Holzvergaseranlage in hochwertige Pflanzenkohle umgewandelt und veredelt werden. Ähnlich wie beim Heizwerk und Holzhof können hier verschiedene Biomassequellen auf flexible Weise als Input verwendet werden, wobei ökonomisch und ökologisch betrachtet der Einsatz von Dendrobiomasse aus KUP-Streifen voraussichtlich besonders vorteilhaft wäre. Je nach Bedarf und Verfügbarkeit könnte aber auch auf bislang nicht optimal genutzte Reststoffe wie Hecken- und Grünschnitt, Material aus der Landschaftspflege oder Schwachholz aus dem Wald zurückgegriffen werden.

Die erzeugte Kohle soll letztendlich wiederum als hochwertiges und wirksames Additiv dem landwirtschaftlichen Betriebskreislauf zugeführt werden, z.B. bei der Behandlung von Gärresten, Wirtschaftsdüngern und/oder organischen Abfällen. Wissenschaftliche Studien belegen zudem ein deutliches Treibhausgasreduzierungspotential durch den Pflanzenkohleeinsatz für viele landwirtschaftliche Anwendungsfelder wie der Kompostierung, der Gärrestbehandlung oder der Tierhaltung (Steiner et al., 2010; Sánchez-García et al., 2015; Kammann et al., 2016). Aufgrund dieser Tatsachen, der hohen bodenchemischen, -physikalischen und biologischen Wirksamkeit von Pflanzenkohle (Lehmann & Joseph, 2010) sowie ihrer Bedeutung für die Akkumulation von Dauerhumus im Boden wird von führenden Fachexperten und Wissenschaftlern auf diesem Gebiet - u.a. auch aus Sachsen-Anhalt (MLU 2020) - dieser Bereich als eine zukünftige Schlüsselinnovation betrachtet. Hiervon könnte auch das Dorf der Zukunft durch die positiven Umwelt- und Klimaeffekte sowie durch die generierten Wertschöpfungspotentiale und Möglichkeiten zur Einkommensdiversifizierung enorm profitieren. Neben der Pflanzenkohle kann außerdem die Abwärme beim Pyrolyseprozess in ein Nahwärmenetzwerk eingespeist oder zur elektrischen Stromgewinnung genutzt werden.

Das AP ist auf die Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie ausgelegt, die auf einer intensiven Literaturrecherche und Auswertung von wissenschaftlichen Publikationen, Fachartikeln und Meta-Analysen beruht. Ergänzt werden die zusammengetragenen Inhalte durch Erfahrungswerte und einen intensiven Gesprächsaustausch mit Praktikern aus dem Bereichen Pflanzenkohleerzeugung, Anlagenherstellung und Anwendung.

Anlage:

Informationsquellen Teilprojekt 2

BIC 2015	Böker H (IGZ BIC Altmark): Energie- und Klimaschutzstrategie des Landkreises Stendal und des Altmarkkreises Salzwedel. Landkreis Stendal (Hrsg.), Stendal 2015
Acatech 2019	acatech/Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. u. a.: Expertise bündeln, Politik gestalten – Energiewende jetzt! München 2019 https://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/impulspapier-studienvergleich/ Zugriff am 30.01.2020
BMU 2019	Bundesministerium für Umwelt: Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Bundesregierung (Hrsg.), Berlin 2019
BMWI 2010	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt (Hrsg.): Energiekonzept, Berlin 2010
MULE 2019	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Ernährung Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Klima- und Energiekonzept Sachsen-Anhalt (KEK), Magdeburg 2019

Informationsquellen Teilprojekte 3 und 4

Kammann, C., Glaser, B., Schmidt, H.-P., 2016. Combining biochar and organic amendments Chapter 6, ISBN 0415711665. In: Shackley, S., Ruyschaert, G., Zwar, K., Glaser, B. (Eds.), Biochar in European Soils and Agriculture – Science and Practice. Routledge, London, pp. 136–164.

Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), 2010. Biochar for Environmental Management: Science and Technology. first ed. Earthscan, London.

MLU 2020 Lehrstuhl für Bodenbiogeochemie im Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften an der Martin Luther Universität Halle-Wittenberg
<https://www.landw.uni-halle.de/prof/bodenbiogeochemie/?lang=de>

Sánchez-García, M., Albuquerque, J.A., Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., Cayuela, M.L., 2015. Biochar accelerates organic matter degradation and enhances N mineralisation during composting of poultry manure without a relevant impact on gas emissions. Bioresour. Technol. 192, 272–279.

Steiner, C., Das, K.C., Melear, N., Lakly, D., 2010. Reducing nitrogen loss during poultry litter composting using biochar. J. Environ. Qual. 39 (4), 1236–1242.



Wissenschaftshafen
W.-Heisenberg-Str. 3
39106 Magdeburg

fon 0391 / 557 6002-0

fax 0391 / 557 6002-3

info@helionat.de

www.helionat.de