

Industriecluster progressLAUSITZ – innovative Wertschöpfung durch Kreislaufwirtschaft für einen nachhaltigen Strukturwandel

Andreas Herrmann, Ludwig Georg Seidl, Florian Keller,
Manja Tschöpe, Roh Pin Lee und Bernd Meyer

| | | |
|----|--|---|
| 1. | Einleitung | 1 |
| 2. | Innovationskonzept | 3 |
| 3. | Chancen der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft | 5 |
| 4. | Clusterstruktur | 6 |
| 5. | Quellen | 8 |

1. Einleitung

Seitdem in der Lausitz Braunkohle gefördert wird, steht die Region für industrielle Pionierleistungen in den Bereichen Bergbau, Energie, Chemie, Kunststofftechnik und Glasindustrie. Neuanfänge und Umbrüche prägen die Region wie kaum eine andere. In der Lausitz gibt es seit Jahrzehnten umfassende Erfahrungen mit Ressourcen sowie aufgrund des Strukturwandels Anfang der 90er Jahre auch mit Strukturbrüchen sowie industrie- und gesellschaftspolitischen Herausforderungen. Der Ausstieg aus der Kohleverstromung wirft für das Lausitzer Revier existenzielle Fragen in einer neuen Dimension auf. Gefragt ist eine ganzheitliche Strategie, die die bestehenden industriellen Stärken der Lausitz aufgreift und auf einer zukunftsfähigen Basis weiterentwickelt.

Um eine nachhaltige Energie- und Rohstoffversorgung mit und nach der Braunkohle zu erreichen, sollten Energie- und Rohstoffwirtschaft stärker verzahnt werden. Neue nachhaltige Wertschöpfungsketten mit deutlich verringertem Ressourcenverbrauch und drastisch gesenkten CO₂-Emissionen und Umweltbeeinflussungen sind zu etablieren. Der Ausstieg aus der derzeit noch dominierenden energetischen Nutzung von Kohlenstoffträgern bietet die Chance für die Gestaltung von neuen Wertschöpfungsketten durch das Zusammenführen der Sektoren Energie-, Chemie- und Recyclingwirtschaft. Das Interesse der Industrie an der Markteinführung neuer, nachhaltiger Technologien (z. B. chemisches Recycling von Abfällen, Nutzung von Wasserstoff als Energie- und Rohstoffspeicher, stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse) ist groß.

Für die brandenburgischen Landkreise Elbe-Elster und Spree-Neiße bestehen laut einer PROGNOSE-Studie aus dem Jahr 2016 ohnehin schon hohe bis sehr hohe Zukunftsrisiken und für die sächsischen Landkreise Bautzen und Görlitz geringe bzw. hohe Zukunftsrisiken [1]. Im Spree-Neiße Landkreis beträgt der Anteil des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung an der Bruttowertschöpfung mehr als 40 % [2]. Die Tendenz hin zu größeren Zukunftsrisiken wird durch den Kohleausstieg verschärft, sodass wirtschaftspolitische Maßnahmen notwendig sind, um die Zukunftsfähigkeit der Region zu erhalten.

In Abbildung 1 ist das Lausitzer Revier dargestellt. Schwerpunkte der Kohlegebiete sind der Nordosten Sachsens und der Südosten Brandenburgs [3].

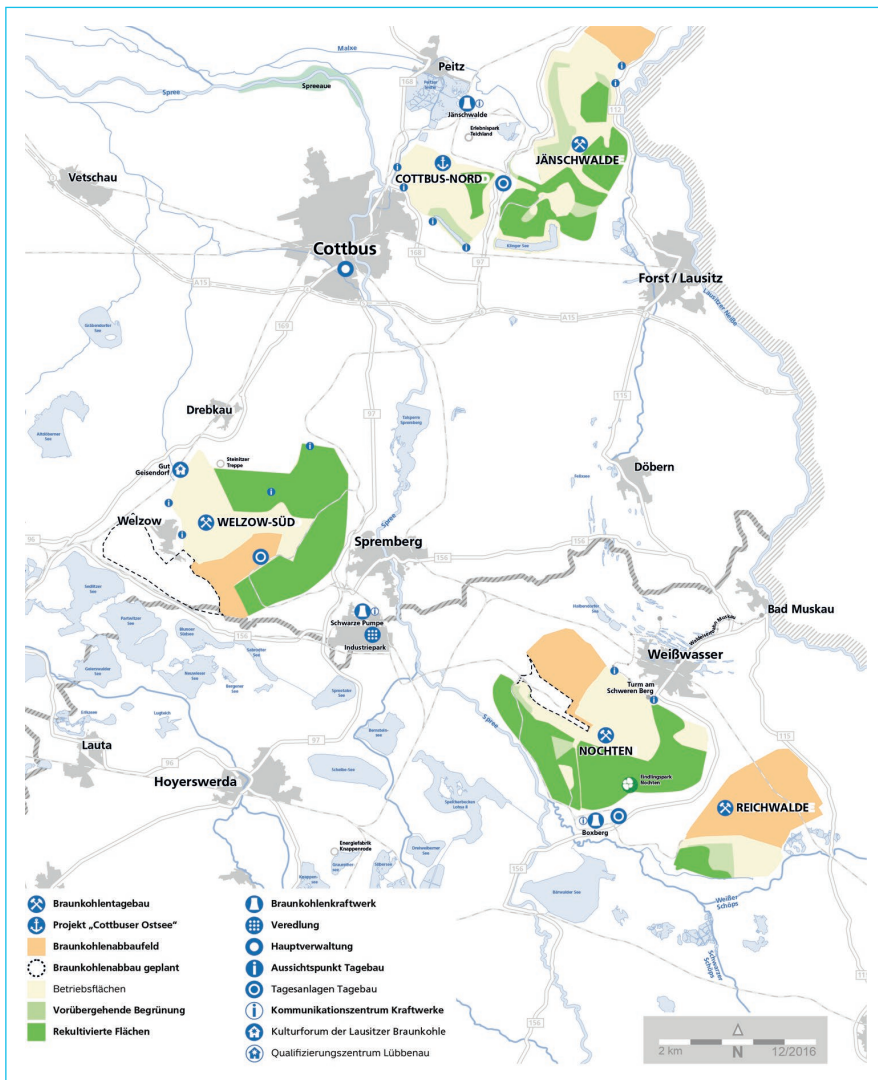


Abb. 1: Überblick über das Lausitzer Revier [4]

Das Lausitzer Revier hat im Vergleich zu den anderen deutschen Braunkohlerevieren (Rheinisches, Mitteldeutsches, Helmstädter Revier) strukturelle und wirtschaftspolitische Besonderheiten. Nachfolgend werden die wichtigsten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Herausforderungen kurz beschrieben [5]:

- Das Pro-Kopf-Einkommen ist mit ca. 27.000 € pro Jahr das Niedrigste aller deutschen Kohleregionen und beträgt nur ca. 70 % des durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommens in Deutschland.
- Der Anteil der im Braunkohlesektor tätigen SV-Beschäftigten ist mit 17,5 % aller Beschäftigten im produzierenden Gewerbe besonders hoch. Die Braunkohle hat derzeit in dem strukturschwachen Lausitzer Revier eine überragende wirtschaftliche Bedeutung.
- Die demografische Entwicklung ist aufgrund der Abwanderung in den 90er Jahren besonders ungünstig, was zukünftig zu Engpässen bei der Deckung des Fachkräftebedarfs führen kann. Der Anteil der Bevölkerung mit einem Alter von über 65 Jahren betrug 2016 mehr als 35 % und wird 2035 auf 45 % ansteigen. Damit liegt der Anteil der über 65-Jährigen ca. 10 % über dem deutschen Durchschnitt.
- Die Innovationsintensität beträgt 0,5 % des Bruttoinlandprodukts. Auch die FuE-Personalintensität ist sehr gering. Lediglich 0,34 % der SV-Beschäftigten arbeiten in Forschung und Entwicklung. Sowohl die Innovations- als auch die FuE-Personalintensität sind im Vergleich zu Deutschland ca. viermal kleiner und geringer als in den anderen deutschen Braunkohlerevieren.
- Die Entfernung zu den nächstgelegenen Oberzentren Berlin und Dresden ist weiter als die Entfernung zu vergleichbaren Städten in den anderen Kohleregionen. Alle Landkreise im Lausitzer Revier, einschließlich der Stadt Cottbus, gelten als ausgesprochen ländlich.

Eine durch den Kohleausstieg beschleunigte weitere Deindustrialisierung betrifft auch andere industriennahe Dienstleistungsbereiche. Das Lausitzer Revier wird stärker als die anderen Kohleregionen betroffen sein.

2. Innovationskonzept

Im Industriecluster **progressLAUSITZ** wird das in der Lausitz konzentrierte technische und wissenschaftliche Know-how genutzt und systematisch weiterentwickelt. Die industrielle Infrastruktur im Bereich der Energiewirtschaft, der chemischen Industrie und der Fertigungsindustrie wird zum Fundament für wirtschaftlich, ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltige Strukturen. Damit schafft progressLAUSITZ den Prototyp eines Wirtschaftskusters, das auf Basis der vorhandenen regionalen Stärken die wirtschaftlichen Chancen innovativer Konzepte für geschlossene Stoffkreisläufe aufzeigt (Abbildung 2).

Die Bundesländer Sachsen und Brandenburg haben ein detailliertes Leitbild zum Lausitzer Revier ausgearbeitet. Demnach soll die Lausitz zu einem fortschrittlichen Standort im Bereich der Kreislaufwirtschaft entwickelt werden. [6] [7]

Durch die progressLAUSITZ-Initiative werden zahlreiche Synergien erschlossen, welche den Aufbau einer nachhaltigen Wirtschaft ermöglichen, z. B.:

- CO₂ wird zum Rohstoff für CO₂-tolerante Synthesen (z. B. CO₂-basierte Synthese von Methanol und/oder höheren Alkoholen) für die Chemieindustrie. Aus Methanol und ggf. nachfolgend erzeugten Olefinen können weitere Energie- und Kohlenstoffträger, z. B. Diesel, Benzin, Kerosin und verschiedene Kunststoffe hergestellt werden.
- Abfall wird als Kohlenstoffträger stofflich genutzt. Das wird mit thermochemischen Konversionsverfahren, wie Vergasung und Pyrolyse, ermöglicht. Eine weitere Option ist die dezentrale Pyrolyse und die anschließende zentrale Vergasung.

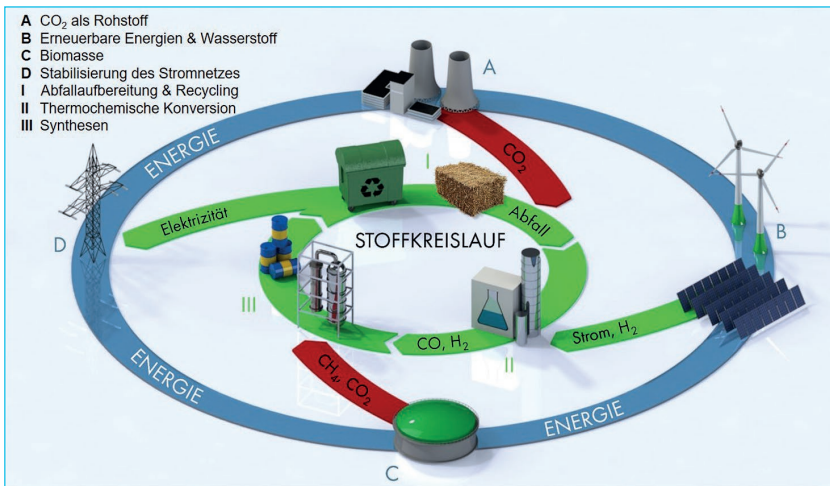


Abb. 2: Verbindung der Energie- mit der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft

- Leistungsüberschüsse der erneuerbaren Energien werden in Hochtemperaturprozessen (z. B. Pyrolyse, Vergasung, Metallschrottreycling, Dampfreformierung, Elektrolyse) eingekoppelt.
- Wasserstoff wird in Megalyseuren, die in der Lausitz hergestellt werden, erzeugt und sowohl als Endenergieträger als auch als Rohstoffträger (z. B. für Synthesen) genutzt. Auch der als Koppelprodukt entstehende Sauerstoff wird in Abfallvergasungsanlagen, Krankenhäusern oder Kläranlagen verwendet. Geeignete Großspeicher für die Speicherung von Elektroenergie, Wasserstoff und ggf. Wärme werden in das Gesamtsystem implementiert.
- Das für die Batterieherstellung benötigte Lithium (zentrale Stromspeicherung und Elektromobilität) wird in der Lausitz aufbereitet. Der Lithiumabbau erfolgt im Osterzgebirge in Altenberg. Entsprechende bergbaurechtliche Genehmigungen für die Deutsche Lithium GmbH sind vorhanden.
- Die Schadstofffrachten (z. B. Schwermetalle) der Tagebauhalden werden durch spezielle Bepflanzung und Einbindung in Biomasse reduziert (z. B. Phytomining), die stofflich und energetisch genutzt wird.

- Das vorhandene Abwärmepotential soll möglichst vor Ort genutzt werden. Es wird angestrebt, Abwärmequellen (z. B. T. A. Lauta 10 Mio. Liter Erdöl-Äquivalent) mit Unternehmen zu kombinieren, welche für technologische Prozesse (z. B. Torrefizierung, Mitteltemperatur-Pyrolyse) Abwärme benötigen.

Die geplante Stärkung der Verkehrsinfrastruktur wird die Region enger an die forschungsstarken Ballungsräume Berlin, Dresden oder Leipzig anbinden. Durch die Verzahnung des industriellen Know-how in der Region mit der Innovationskraft der mit der Lausitz verbundenen Wissenschaftszentren in Cottbus, Zittau, Freiberg und Dresden können neue Investitionen ausgelöst und nachhaltige Arbeitsplätze geschaffen werden. Eine zusätzliche Chance ergibt sich für die Lausitz durch die Kooperation mit den Aktivitäten in Mitteldeutschland rund um GreenHydroChem. Beide Regionen können zu Leuchttürmen für einen nachhaltigen Strukturwandel in Europas Kohleregionen werden.

3. Chancen der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft

Eine besonders aussichtsreiche technologische Option ist die Einführung der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft, welche die Schaffung neuer Geschäftsfelder in den bestehenden Wirtschaftsstrukturen ermöglicht.

Kunststoffe werden derzeit überwiegend aus Erdöl und Erdgas hergestellt. Mehr als die Hälfte der deutschen Kunststoffabfälle werden nach der Nutzung verbrannt. Die Möglichkeiten des stofflichen Recyclings sind aufgrund von Problemen mit Additiven (z. B. Flammschutzmittel, Weichmacher), Verbundwerkstoffen (insbesondere carbon- und glasfaserverstärkte Kunststoffe) sehr begrenzt. Darüber hinaus erreichen die recycelten Produkte nicht mehr die ursprüngliche Qualität wie bei der Primärherstellung vor dem Recyclingprozess. Man spricht daher auch vom *Downcycling*.

Eine nachhaltige Alternative zur linearen Kohlenstoffwirtschaft ist die zirkulare Kohlenstoffwirtschaft. Kohlenstoffträger wie Kunststoffabfälle und anderweitig nicht nutzbare Biomasse werden mittels Vergasung zu Synthesegas gewandelt und anschließend zu Methanol und leichten Olefinen synthetisiert. Auf diesem Wege wird eine neue nahezu CO₂-freie Rohstoffbasis für die Chemieindustrie erschlossen und dadurch ein signifikanter Beitrag zur Reduktion des Treibhausgasausstoßes in Deutschland geleistet. [8]

Wenn Abfälle als Ausgangsstoff eingesetzt werden, dann können die CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Olefinen (Ethylen und Propylen) im Vergleich zum Stand der Technik (Nutzung von Naphta als Ausgangsstoff) um bis zu 36 % reduziert werden. Die Integration von zusätzlichem *grünen* Wasserstoff ist technologisch leicht umsetzbar, da derzeit in der Chemieindustrie ohnehin häufig Wasserstoff für verschiedene Synthesen eingesetzt wird. Bei maximaler Einbindung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff können gegenüber der linearen Kohlenstoffwirtschaft Einsparungen von bis zu 95 % realisiert werden. [9]

Die chemische Industrie in Deutschland konnte ihre Treibhausgasemissionen seit 1990 um fast 50 % auf unter 50 Mio. Tonnen CO₂-eq. senken [10]. Mit den

zur Verfügung stehenden ca. 26 Mio. Tonnen aus den drei größten potenziell für die Vergasung geeigneten Abfallfraktionen (Hausmüll, Ersatzbrennstoffe sowie Alt- und Restholz) lassen sich fast zwei Drittel des in der Chemieindustrie benötigten Kohlenstoffs decken.

Detaillierte Untersuchungen im Rahmen des Projektes Nachhaltigkeitsbewertung von Konzepten für die Kohlenstoffkreislaufwirtschaft unter Einbindung der stofflichen Braunkohlenutzung machen deutlich, dass bei Berücksichtigung von CO₂-Zertifikatspreisen in Höhe von 37 € für 2030 bzw. 100 € für 2050 sowie Entsorgungserlösen von etwa 100 € pro Tonne Abfall die Wirtschaftlichkeit des vorgeschlagenen Verfahrens gegeben ist. [11]

Die seit 2014 am Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen in Betrieb befindliche Schlackebadvergasungs-Pilotanlage wurde 2018 für erste Vergasungsversuche mit 100 % Abfällen genutzt. Die durchgeführten Tests haben ergeben, dass eine Mono-Vergasung bei hohen Drücken von reinen Kunststoffabfällen möglich ist [12]. Allerdings ist eine weitere Vorlauforschung, insbesondere bzgl. der Mono-Vergasung von verschiedenen zusammengesetzten Abfällen, für die Weiterentwicklung des Verfahrens zwingend notwendig.

Die Vergasung von Abfällen hat im Vergleich zur derzeit üblichen Verbrennung signifikante Vorteile. Die gesetzlichen Anforderungen bzgl. Dioxine, Furane, Quecksilber und Schwermetalle werden um ca. eine Zehnerpotenz unterschritten. Außerdem kommt es im Gegensatz zur Müllverbrennung nicht zur Bildung von NO_x und SO_x. Bei der Vergasung werden Schwermetalle größtenteils in der verglasten nichtauslaugbaren Schlacke gebunden, die als Baustoff z. B. im Straßenbau eingesetzt werden kann. Im Gegensatz dazu müssen die bei der Abfallverbrennung anfallenden Aschen und Flugstäube als Sondermüll teuer entsorgt werden.

4. Clusterstruktur

Die in Abbildung 3 dargestellte Clusterstruktur des innovativen Industrieclusters progressLAUSITZ wird nachfolgend kurz beschrieben.



Abb. 3:
Clusterstruktur

- **Cluster 1: Recycling** – Bioökonomie, Ressourceneffizienz & Recycling

Schwerpunkte sind das Schließen von Stoffkreisläufen und die Etablierung einer effizienten Ressourcenwirtschaft und Bioökonomie. Das Cluster 1 beinhaltet folgende Branchen:

- Bioökonomie und Bioenergie
- Metall-, Aluminium-, Elektroschrott-Recycling und weitere Recycling-technologien
- Innovative Kohlenstoff-Produkte und Kohlenstoffkreislaufwirtschaft

- **Cluster 2: Energie** – Lithium, Wasserstoff- und Energiewirtschaft

mit dem Schwerpunkt der energetischen und stofflichen Nutzung sowie Speicherung erneuerbarer Energie. Das betrifft insbesondere:

- Wasserstoff-Erzeugung, -Speicherung, -Verteilung und -Nutzung (energetisch und stofflich)
- Herstellung von Lithiumprodukten für die E-Mobilität

- **Cluster 3: Chemie** – Maschinen-, Anlagen- und Leichtbau sowie Chemieindustrie

mit dem Schwerpunkt der Verknüpfung zur Nutzung von Synergien in den verschiedenen Branchen. Das betrifft insbesondere:

- Kohlendioxidchemie und CCU-Technologien
- Kunststoff- und Leichtbautechnologien

Eine der clusterübergreifenden Wertschöpfungsketten ist das Schließen der derzeit offenen Kohlenstoffkreisläufe bzw. der Übergang von der linearen zur zirkulären Kohlenstoffkreislaufwirtschaft. Dies ist beispielsweise möglich, wenn Unternehmen der Abfallindustrie mit Unternehmen der chemischen Industrie, Maschinen- bzw. Anlagenbauern und Energieversorgungsunternehmen, die *grünen* Wasserstoff herstellen, gemeinsam Geschäftsmodelle für neue, dezentrale, zirkulare Wertschöpfungsketten entwickeln.

Folgende Entwicklungsschwerpunkte stehen im Fokus der progressLAUSITZ-Initiative:

- Einführung der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft
- Entwicklung und Einsatz von CO₂-toleranten Synthesen zur Herstellung von Kraftstoffen und Kunststoffen
- Aufbau eines europäischen Recyclingzentrums als Inkubator für neue Wertschöpfungsketten im Rohstoff- und Recyclingbereich
- Schaffung einer Basis für Service-Zentren, z. B. in den Bereichen Recyclingwirtschaft, Wasserstoffherstellung und -versorgung, E-Mobilität sowie Bildung
- Wasserstoffproduktion für die Unterstützung einer nachhaltigen Chemie- und energieintensiven Grundstoffindustrie

Zielgerichtete, kurzfristige und industrienaher F & E-Arbeiten bzgl. der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft und weiterer Kreislauftechnologien sind die Voraussetzung für die Markteinführung neuer Technologien und Wertschöpfungsketten. Das innovative Industriecluster progressLAUSITZ unterstützt daher die enge Zusammenarbeit von Unternehmen sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen.

5. Quellen

- [1] Prognos AG: Das Ranking für Deutschlands Regionen. Der neue Prognos Zukunftsatlas. Berlin, 2016.
- [2] DIW Berlin, Wuppertal Institut und Eco Logic: Die Beendigung von energetischer Nutzung von Kohle in Deutschland, ein Überblick über Zusammenhänge, Herausforderungen und Lösungsoptionen. Berlin, 2018.
- [3] Kommission Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung: Abschlussbericht. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 2019.
- [4] DEBRIV (Deutsche Braunkohlen-Industrie-Verein e.V./Revierkarten: <https://braunkohle.de/101-0-Revierkarten.html/> (Stand: 15.07.2019).
- [5] Dehio, J.; Schmidt, T.: Gesamt- und regionalwirtschaftliche Bedeutung des Braunkohlesektors und Perspektiven für die deutschen Braunkohleregionen. In: RWI Materialien, Nr. 126, RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (2018), Essen.
- [6] Eckpunkte zur Umsetzung der strukturpolitischen Empfehlungen der Kommission Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung für ein Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2019, Berlin.
- [7] Wirtschaftsregion Lausitz GmbH: Regionales Investitionskonzept (RIK) – Strukturentwicklung in der Lausitz. Cottbus, 2018.
- [8] Meyer, B.; Schiffer, L.; Keller, F.; Lee, R. P.: Den Kohlenstoffkreislauf in Schwung bringen. In: Denkströme – Journal der Sächsischen Akademie der Wissenschaften, Leipziger Universitätsverlag (2018), H. 19, S. 83-93.
- [9] Meyer, B.; Keller, F.; Wolfersdorf C.; Lee R. P.: Ein Konzept für die Kohlenstoffkreislaufwirtschaft, In: Chemie Ingenieur Technik (2018), H. 1-2, S. 241-248.
- [10] Benzing, T.: Stoffliche Nutzung von Braunkohlen und Biomassen und deren Ausgestaltung der Energiewende, Berlin, DGMK/acatech – Workshop, Oktober 2016.
- [11] Seidl, L. G.; Keller F.; Lee R. P.; Meyer B.: Die thermochemische Konversion von primären und sekundären Kohlenstoffträgern – Szenarien für eine Kohlenstoffkreislaufwirtschaft. In: DGMK-Tagungsbericht Thermochemische Konversion – Schlüsselbaustein für zukünftige Energie- und Rohstoffsysteme, 2019.
- [12] Laugwitz, A.: Bilanzbericht zur Vergasung von Abfallpellets im Pilotvergaser FlexiSlag, Interner Bericht, Freiberg, 2018.