



CoAct Abschlussbericht – Zusammenfassung

Unser Abwasser ist zunehmend mit Mikroverunreinigungen wie Spuren von Arzneimitteln, Pflanzenschutzmitteln, Bioziden und anderen Chemikalien belastet. Diese Verunreinigungen können schon in geringer Konzentration nachteilige Wirkungen auf die Umwelt oder auf die menschliche Gesundheit haben. Die drei etablierten Klärstufen können diese Substanzen nicht bzw. nicht ausreichend entfernen. Eine zunehmend verbreitete Form der 4. Reinigungsstufe ist der Einsatz von **Aktivkohle** in pulverförmiger oder granulierter Form zur adsorptiven Entnahme der Mikroverunreinigungen. Aktivkohle wird derzeit größtenteils aus fossilen Rohstoffen hergestellt und hat damit auch einen hohen Primärenergieverbrauch. Der Großteil der in Deutschland verwendeten Aktivkohle wird importiert.

Gleichzeitig finden verschiedene regionale Restbiomassen, wie beispielsweise Landschaftspflegematerial, landwirtschaftliche Reststoffe oder Heckenschnitt keine oder zumindest keine hochwertige Verwertung. Nicht selten findet man „wilde Deponien“, um die Kosten für Verwertungswege wie Kompostierung einzusparen.

Im Forschungsprojekt „CoAct - Integriertes Stadt-Land-Konzept zur Erzeugung von Aktivkohle und Energieträgern aus Restbiomassen“ konnte die technische Machbarkeit und der ökologische Nutzen des CoAct-Technikkonzepts gezeigt werden, in dem mittels Pyrolyse mit anschließender Aktivierung aus Restbiomassen Aktivkohlen hergestellt wurden. In den Kohlen wird eine große Anzahl an Mikro-, Meso- und Makroporen gebildet, die eine große innere Oberfläche aufweisen, an der sich – wie in einem Schwamm – die verschiedenen Mikroschadstoffe anheften.

CoAct steht einerseits für *coal activation* (Kohleaktivierung) und zum anderen für zusammen Handeln (*co-act*). Der Titel hebt damit die Bedeutung der Zusammenarbeit der Region hervor, die nicht nur für den Erfolg des Projektes wichtig war, sondern auch viele Synergieeffekte heben kann, sei es personell, bei Infrastruktur, Kompetenzen oder beim Anfall und Management von Biomassen und Restbiomassen.

Als Projektregion wurde der Bodenseekreis ausgewählt. Aus der Lage entlang des Bodensees, Europas größtem Trinkwasserspeicher, erwächst eine Verantwortung, den Bodensee in seiner Reinheit zu erhalten. Verwaltungssitz des Bodenseekreises ist die Stadt Friedrichshafen, mit rund 63.000 Einwohnerinnen und Einwohnern die größte Stadt am Nordufer des Bodensees. Stadt Friedrichshafen und Bodenseekreis sind die Gebietskörperschaften im Stadt-Land-Gefüge.

Dem CoAct-Technikkonzept kann eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Biomassen zugeführt werden. Um jedoch sowohl Nutzungskonkurrenzen mit bestehenden Verwertungswegen zu vermeiden als auch einen ökologischen Mehrwert zu fördern, liegt der Fokus in dem CoAct-Technikkonzept auf der Verwertung von Restbiomassen. Nach einer Charakterisierung sowie einer Abschätzung der anfallenden Mengen in der Projektregion wurden die sieben Fokus-Restbiomassen Maisstroh, Hochstammschnitt, Strauch- und Heckenschnitt, Landschaftspflegematerial, Straßenbegleitgrün, Hopfenhäcksel und Weintrester näher betrachtet. Bei der Auswahl der Restbiomassen unterstützte eine im Projekt entwickelte Entscheidungsmatrix, die neben der stofflichen Eignung eine Nachhaltigkeitsbewertung der Restbiomassen sowie rechtliche Rahmenbedingungen zugrunde legt.

Im Gegensatz zu den holzigen Biomassen werden Restbiomassen mit einer geringen Trockensubstanz (TS)-Gehalt bzw. hohem Wassergehalt als grasartig/„grün“ zusammengefasst. Unter diesen Begriff fallen beispielsweise Landschaftspflegeschnitt oder landwirtschaftliche Restbiomassen, wie

Hopfenhäcksel oder Weintrester, die i. d. Regel mittels Silage konserviert und vor einer pyrolytischen Verwertung mittels IFBB-Technikkonzept aufbereitet werden. Beim IFBB-Verfahren werden die Biomassen in Wasser gelöst und anschließend abgepresst. Der Presskuchen kann pyrolysiert und das Presswasser in einer Biogasanlage oder einem Faulturm zur Energieerzeugung verwendet werden.

Alle Biomassen wurden mit einer Labor-Pyrolyseanlage durch eine Partialoxidation an der Kohlenoberfläche bei hohen Temperaturen (800°C bis 1000°C) und anschließender Oxidation mittels Wasserdampf zu Aktivkohlen aufbereitet. Die biogenen Aktivkohlen konnten mit einem realen Abwasser definierte Spurenstoffe eliminieren. Im Vergleich zu zwei marktüblichen Pulveraktivkohlen erreichen sie eine zufriedenstellende Reinigungsleistungen.

Bei einem Versuch auf der Kläranlage Kressbronn a. B.-Langenargen konnte erstmals der Einsatz biogener Aktivkohle im Praxisbetrieb einer Kläranlage untersucht werden. Dafür wurde mit fünf Probenahmestellen verteilt über die Kläranlage ein sehr gründliches Monitoring der Spurenstoffkonzentrationen durchgeführt. Die Reinigungsleistung übertraf jeweils die vom KomS empfohlene gemittelte Eliminationsraten von 80%.

Für die ökologische Bewertung werden für die Verwertungswege Status Quo und mögliches CoAct-Verfahren für jede Biomasse die Nutzen und Lasten der jeweiligen Verwertungswege gegenübergestellt und das Instrument der Ökobilanzierung herangezogen. Da die Verwertung der Restbiomassen als Aktivkohle fossile Pulveraktivkohle substituiert, schneiden die biogenen Aktivkohlen bei der Verrechnung von Lasten und Nutzen zu einem Nettowert durchweg positiv ab.

Die Anlagenplanung für die Verwertung biogener Reststoffe zu Aktivkohlen ist ein absolutes Novum. Einzelne Anlagenkomponenten sind aus dem Bau von beispielsweise Biogasanlagen bekannt. Die Planung „auf der grünen Wiese“ stellt den größten Bedarf an Komponenten dar. Eine Angliederung an bestehende Anlagen wie Verwertungszentren, Kläranlagen oder Biogasanlagen mit vorhandener Infrastruktur und Vorhandensein von Ressourcen wie Reststoffen und Wasser birgt deutliche Einsparpotentiale. Die größten Synergien ergeben sich durch die Kombination mit einer Kläranlage. Die betriebswirtschaftliche Betrachtung zeigt jedoch, dass diese neue, innovative Technik gegenüber globalen Wertschöpfungsketten derzeit nicht konkurrenzfähig ist.

Die Forschungsergebnisse von CoAct zeigen, dass aus ausgewählten regionalen Restbiomassen Aktivkohlen hergestellt werden können, die ausreichende bis gute Eliminationsleistungen von Spurenstoffen aus kommunalen Abwässern gewährleisten. Zusätzlich ermöglicht das IFBB-Verfahren auch die Nutzung von grasartigen Restbiomassen. Um die die Kosten für den Anlagenbau zu reduzieren, kann auf bestehende Infrastruktur bereits bestehender Anlagen zurückgegriffen werden. Im Projekt konnte auch herausgearbeitet werden, dass die Kombination mit einer Kläranlage über die Anlagentechnik hinaus Synergien bezüglich Wasserbedarf, Wärmeeinfall und IFBB-Presswasser genutzt werden könnten. Kläranlagen sind zudem die wesentlichen Verbraucher der produzierten Aktivkohlen. Eine vorzeitige freiwillige Einführung und ein EU-Gesetzesvorschlag zur Vorgabe der 4. Reinigungsstufe werden den Bedarf in Deutschland weiter erhöhen. Die Vulnerabilität der Logistikketten für die Versorgung mit Aktivkohle zeigte sich in der Projektlaufzeit während der Corona-Pandemie und der Blockade des Suezkanals. Neben steigenden Kosten ist die mangelnde Versorgungssicherheit also ein weiteres wichtiges Argument, die für eine Förderung der lokalen Aktivkohleproduktion sprechen.

Mit dem erfolgten Praxisversuch auf der Kläranlage in Kressbronn a. B.-Langenargen konnte schließlich die grundsätzliche Praxistauglichkeit von biogenen Aktivkohlen zur Spurenstoffelimination in kommunalem Abwasser erfolgreich unter Beweis gestellt werden. Für eine praxisreife Integration des CoAct-Verfahrens in eine Kläranlage muss die Entwicklung von Pyrolyseöfen mit Aktivierung vorangetrieben werden, die auch Biomassen und Restbiomassen verwerten können, die ein geringeres Gewicht aufweisen als fossile Kohlen.