
***Integriertes Stadt-Land-Konzept zur Erzeugung von
Aktivkohle und Energieträgern aus Restbiomassen
(CoAct)***

Inhalt

1	Ziele	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Gesamtziel des Vorhabens	5
1.3	Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen	5
1.4	Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens	6

1 Ziele

1.1 Ausgangssituation

Kommunen und Landkreise stehen aufgrund ihrer Klimaschutzziele vor der Herausforderung, zunehmend erneuerbare Energieträger zu erschließen und aus fossilen Rohstoffen erzeugte Produkte zu ersetzen. Während nachwachsende Rohstoffe aus Forst- und Landwirtschaft in großem Umfang energetisch bzw. stofflich genutzt werden, finden städtische (z.B. Grünschnitt, Laub) und ländliche Restbiomassen (z.B. Landschaftspflegematerial, Obstbaumschnitt) kaum oder gar keine Verwertung. Vielmehr erfolgt häufig eine mehr oder weniger geordnete Entsorgung.

Gleichzeitig nehmen die Ansprüche an die Abwasserreinigung (hpts. hinsichtlich unterschiedlicher Mikroschadstoffe) immer mehr zu. Die Etablierung einer 4. Klärstufe in kommunalen Kläranlagen wird in absehbarer Zeit Standard, eine entsprechende Gesetzgebung ist auf nationaler und europäischer Ebene bereits in Diskussion. Bisher wird hierzu neben der Ozonierung vorrangig importierte Aktivkohle eingesetzt, die aufgrund geringer Umwelt- und Produktionsstandards im EU-Ausland unter ökologischen und sozialen Aspekten erhebliche Nachhaltigkeitsdefizite aufweist.

Integriertes Biomassekonzept

Die Universität Kassel (UniKS) beforscht und erprobt seit einigen Jahren ein Konzept zur Integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB-Verfahren), dessen erste großtechnische Anwendung seit 2013 vom Eigenbetrieb der Stadt Baden-Baden betrieben und in enger Kooperation mit der UniKS weiterentwickelt und optimiert wird. Im IFBB-Prozess wird aus Restbiomasse (z.B. Rasenschnitt, Laub, Landschaftspflegematerial) durch Maischung und mechanische Separierung ein faserreicher Presskuchen erzeugt, der getrocknet und kompaktiert als hochqualitativer Festbrennstoff marktfähig ist. Besonderer Vorteil des Festbrennstoffes ist dessen Lager- und Transportfähigkeit, was einen flexiblen Einsatz ermöglicht. Zweites Produkt der Separierung ist ein Presssaft, der der Biogasproduktion zugeführt werden kann. Die aus dem Biogas gewinnbare Energie kann zum Ausgleich des internen Wärmeenergiebedarfs genutzt werden (Abbildung 1). In verschiedenen Studien konnten die positiven Wirkungen dieses Verfahrens nachgewiesen werden:

Wirtschaftlich rentable Veredelung von kaum oder nicht genutzter Biomasse sowie Einsparung von Entsorgungskosten (Blumenstein et al., 2012)

Effiziente und klimaschonende Energieerzeugung in Kommunen und Regionen durch Substitution fossiler Brennstoffe (Piepenschneider et al., 2016; Bühle et al., 2012)

Förderung der Habitatqualität städtischer Grünflächen sowie von Naturschutzflächen im ländlichen Raum (Hensgen et al., 2016; Piepenschneider et al., 2016)

Das CoAct-Technikkonzept

Die konzeptionelle Weiterentwicklung des IFBB-Verfahrens zielt neben der Energieproduktion auf die Erzeugung von aktivierter Pflanzkohle als höherwertiges Produkt. So erfolgt nach der entmineralisierenden und faseranreichernden IFBB-Vorbehandlung eine Pyrolyse des Presskuchens mit anschließender Aktivierung der Pflanzkohle mittels der integrierten PYREG®-Technologie (Pyreg, 2016). Mit einer kombinierten Anlage (im weiteren „CoAct-Technikkonzept“ genannt) werden mit der Erzeugung von Aktivkohle die genannten positiven Wirkungen des IFBB-Verfahrens durch eine zusätzliche Wertschöpfungskette erweitert. Lediglich die Biomassen, die keine ausreichende Aktivkohlequalität erwarten lassen, werden im implementierten CoAct-Technikkonzept energetisch verwertet.

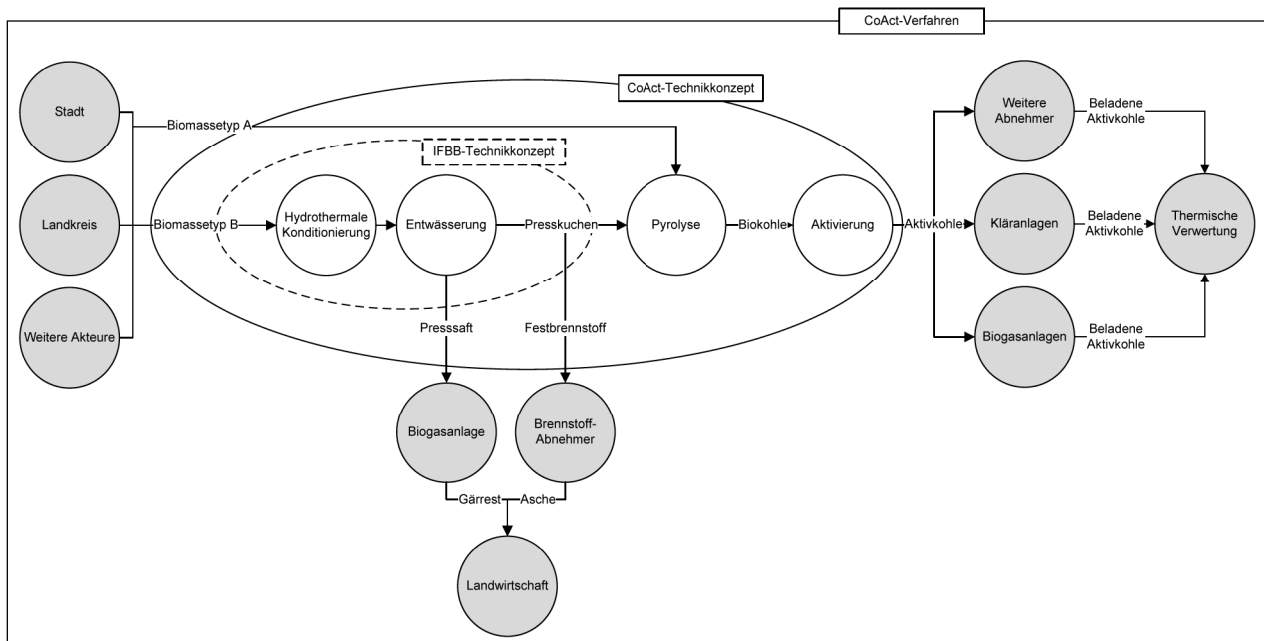


Abbildung 1: Graphische Darstellung des CoAct-Technikkonzeptes als technische Phase im CoAct-Verfahren

Der Biomasse-Energie-Wasserreinigungs-Nexus

Durch das CoAct-Technikkonzept können die im städtischen und ländlichen Raum verfügbaren Restbiomassen, die bisher aufgrund ihrer Beschaffenheit für herkömmliche Verfahren der energetischen Nutzung nicht in Frage kamen, in einen speicherbaren Energieträger (Festbrennstoff) bzw. in Aktivkohle gewandelt werden. Durch die Nutzung beider Produkte zur Substitution fossiler Brennstoffe, zur Abwasserreinigung aber auch Trinkwasseraufbereitung sowie Deponiesickerwasserreinigung sind erhebliche positive Effekte bezogen auf regionale Wertschöpfung, Umwelt und nicht zuletzt soziale Aspekte zu erwarten. Da das kaskadische CoAct-Technikkonzept nicht singulär, sondern nur im Kontext der vorgelagerten Ernte-, Transport- und Lagerlogistik der Biomassen sowie unter Berücksichtigung der nachgelagerten Verwendungen der CoAct-Produkte, etwa zur Abwasserreinigung bzw. Energiebereitstellung, betrachtet werden kann, wird die resultierende Verfahrens- und Wertschöpfungskette im Folgenden als CoAct-Verfahren bezeichnet (Abbildung 1).

Funktionsbeziehungen Stadt-Land

Den erwarteten positiven Wirkungen des CoAct-Verfahrens stehen die Herausforderungen bei der Realisierung gegenüber. Für einen rentablen Anlagenbetrieb (Blumenstein et al., 2012) müssen neben dem städtischen Aufkommen an Restbiomassen zwingend größere Mengen geeigneter Biomassen aus dem Umland (z.B. Landschaftspflegematerial, Obstbaumschnitt) einbezogen werden. Umgekehrt gewinnen IFBB-Anlagen in Verbindung mit einer Kläranlage (Add on-Konzept) mit biologischer Reinigungsstufe maßgeblich an Rentabilität und Konversionseffizienz. Diese Infrastrukturen sind vorwiegend im städtischen bzw. stadtnahen Raum entwickelt.

Die Erschließung der Potenziale, die in der Kombination der ungleich verteilten biologischen und technischen Ressourcen liegen, erfordert funktionale Beziehungen zwischen Stadt und Umland. Diese Beziehungen mit einem hohen Maß an Verflechtung auf verschiedenen Ebenen zu entwickeln, ist das Anliegen des CoAct-Projektes. Forschungsbedarfe liegen hierbei vor allem in den ausgeprägten Governance-Herausforderungen, aber auch in der Entwicklung der komplexen Wertschöpfungskette, die sich in dem CoAct-Verfahren widerspiegelt.

Komplexe institutionelle Rahmenbedingungen und Governance

Die starken Verflechtungen zwischen städtischen und ländlichen Räumen, insbesondere in Hinblick auf Landnutzung und Stoffströme, sind in den institutionellen Rahmenbedingungen und den bestehenden Governance-Ansätzen zumeist unzureichend abgebildet. Rechtlich normierte Steuerungsinstrumente unterschiedlicher räumlich-administrativer Ebenen mit jeweils sektoralen Zuständigkeiten treffen aufeinander. Informelle und anreizbasierte Steuerungsinstrumente haben das Potenzial, diese Abgrenzungen zu überwinden, es fehlt ihnen jedoch oft an Durchsetzungskraft und Verstetigung (Repp et al., 2012). Als Konsequenz daraus bieten problembezogene Governance-Instrumente und -prozesse im funktionsräumlichen Zusammenhang Lösungsmöglichkeiten an. Diese können in gegebenen Strukturen etabliert werden (Artmann et al., 2012) und sollten die gemeinsame Entwicklung von Zielen und Handlungsstrategien, die Koordinierung zwischen sektoralen oder territorialen Verwaltungsstrukturen sowie die Einbeziehung von unterschiedlichen Akteuren gewährleisten. Dabei sind die Gestaltungsspielräume öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger durch eine Vielzahl von EU-, bundes- und landesrechtlicher Regelungen geprägt. Besondere Relevanz haben dabei das Kreislaufwirtschaftsrecht, das Immissionsschutzrecht sowie das Kommunalrecht.

Projektregion Friedrichshafen-Bodenseekreis

Die Bodenseeregion ist dynamischer Wirtschaftsstandort und Siedlungsraum, renommierte Tourismusdestination und sensibler Naturraum zugleich.

Die Stadt Friedrichshafen (FN) (59.108 Einwohner, 69,94 km²) und der umliegende Bodenseekreis (BSK) (212.201 Einwohner, 664,81 km²) sind Prototypen zweier Gebietskörperschaften, die nur gemeinsam die Herausforderungen des Biomasse-Energie-Wasserreinigungs-Nexus meistern können. Die vom Europäischen Forum European Energy Award e.V. (EEA) für ihr besonderes Engagement im Klimaschutz mit der „EEA-Auszeichnung in Gold“ zertifizierten Stadt verfolgt ehrgeizige Ziele im Klima- und Energiebereich und entwickelt mit dem „Grünen Bauhof“ wichtige Infrastrukturen im Be-

reich Biomasseerfassung und Logistik. Die nahegelegene Kläranlage ermöglicht die Verwertung des CoAct-Presssaftes. Ein umfassendes energetisches Verwertungskonzept für die städtischen Restbiomassen besteht derzeit nicht. Auch der BSK verfügt über große Mengen unterschiedlicher Biomassen, die bislang keiner nennenswerten Verwertung zugeführt werden. Neben verholztem Material aus der Pflege der großflächigen Obstbaumkulturen gehört dazu Landschaftspflegematerial aus den zahlreichen Schutzgebieten entlang des Sees und in dessen Hinterland. Bereits während der Antragstellung wurden die im BSK anfallenden Mengen und Stoffströme skizziert und deren ausreichende Verfügbarkeit festgestellt (siehe AB 1 und Anhang).

Ferner nimmt das Land Baden-Württemberg bei der Umsetzung der 4. Reinigungsstufe auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung unter den deutschen Bundesländern eine Vorreiterrolle ein. Speziell im BSK weist die Kläranlage Kressbronn-Langenargen bereits eine Adsorptionsstufe mit Pulverkohle auf und ist somit ein potenzieller Konsument der CoAct-Aktivkohle. Darüber hinaus tragen die im Einzugsgebiet des Bodensees gelegenen Kommunen eine besondere Verantwortung für die Reinigung ihrer Abwässer, da der See die Wasserversorgung für ca. 4 Mio. Menschen sicherstellt. Schließlich besteht ein großes Interesse der Gebietskörperschaften, im Rahmen der Bearbeitung von CoAct einen neuen Ansatz der Stadt-Land-Kooperation zur Lösung übergreifender Probleme zu verfolgen und die für die Abwasserreinigung benötigte Aktivkohle aus einer nachhaltigen und regionalen Produktion zu beziehen.

Zusammenfassend ergibt sich die Auswahl der Projektregion Friedrichshafen-Bodenseekreis für die Entwicklung eines CoAct-Verfahrens aus:

- den differenzierten Raum- und Siedlungsstrukturen;
- den vorhandenen Restbiomassefraktionen und deren grundsätzlicher Verfügbarkeit (v.a. Landschaftspflegematerial und Obstschnittholz);
- der Notwendigkeit, nachhaltige Nutzungskonzepte in der sensiblen Umwelt zu etablieren (v.a. Landschaftspflege und Wasserschutz);
- dem Vorhandensein etablierter Bioenergiestrukturen (als potenzielle Abnehmer für IFBB-Festbrennstoff und -Presssaft);
- der besonderen Verantwortung für die Reinigung der Abwässer, da der Bodensee die Wasserversorgung für ca. 4 Mio. Menschen (u.a. im Neckarraum) sicherstellt;
- der Nachfrage nach regional produzierter Aktivkohle durch Kläranlagen im Umkreis von Friedrichshafen wie z.B. die Kläranlage Kressbronn-Langenargen;
- einem aktiven Akteursnetzwerk mit Erfahrungen in der erfolgreichen Umsetzung von Nachhaltigkeits-Projekten in der Region und Offenheit gegenüber innovativen Ansätzen;
- dem ausdrücklichen Kooperationsinteresse der Gebietskörperschaften;
- der Eingliederung des CoAct-Ansatzes in bestehende Energie-/Klima- und Naturschutzstrategien, darunter das Abfallwirtschaftskonzept „Grüner Bauhof“ der Stadt Friedrichshafen;
- dem Potenzial, das Projekt als Leuchtturm für interdisziplinäre Lösungsansätze im Stadt-Land-Kontext mit überregionaler Strahlkraft zu etablieren.

1.2 Gesamtziel des Vorhabens

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, durch die Stärkung der Stadt-Land-Beziehungen eine integrierte nachhaltige Entwicklung der FN und des BSK zu erreichen. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Aufgaben, Ressourcen und Interessen der Stadt und der umgebenden ländlichen Räume soll im Rahmen interkommunaler Zusammenarbeit das CoAct-Verfahren zur gemeinsamen Inwertsetzung von Restbiomassen entwickelt und dauerhaft etabliert werden. Durch das CoAct-Verfahren können im städtischen und regionalen Kontext verfügbare Restbiomassen, die bisher aufgrund ihrer Beschaffenheit für herkömmliche Verfahren der energetischen Nutzung nicht in Frage kamen, in einen speicherbaren Festbrennstoff bzw. in Aktivkohle gewandelt und in der Region verwertet werden.

Um das übergeordnete Ziel zu erreichen, wird das Projekt in der Forschungs- und Entwicklungsphase zum einen die notwendigen technischen, ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Wissensgrundlagen ermitteln, die der Entwicklung nachhaltiger CoAct-Verfahrensvarianten dienen. Zum anderen werden die betroffenen Akteure, ihre Beziehungen und Interessen analysiert und innovative Strategien und Instrumente zur Gestaltung des Entscheidungs- und Umsetzungsprozesses für das CoAct-Verfahren entwickelt, der gemeinsam durch Stadt und Landkreis erfolgen soll.

In der zweiten Projektphase (Umsetzung und Verstetigung) wird das Projekt unter Rückgriff auf die Erkenntnisse der ersten Projektphase den Entscheidungsprozess für eine CoAct-Verfahrensvariante und die Erarbeitung des Realisierungskonzeptes durch die Gebietskörperschaften mit innovativen Instrumenten unterstützen, moderieren und begleiten.

Die Erkenntnisse zur quantitativen und qualitativen Charakteristik der CoAct-Produkte aus verschiedenen Restbiomassen, sowie die Erkenntnisse über die Energie- und Stoffflüsse und die Wertschöpfungseffekte unterschiedlicher Verwertungsvarianten, können auch in anderen Regionen zur interkommunalen Realisierung des CoAct-Verfahrens und in anderen Anwendungsbereichen genutzt werden. Aufgrund einer methodisch strengen Vorgehensweise lassen sich die Erkenntnisse zur Unterstützung von komplexen Stadt-Land-Entscheidungsprozessen durch innovative Governance-Lösungen sowohl in andere fachliche Zusammenhänge als auch in andere Stadt-Land-Umgebungen transferieren.

1.3 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen

Mit dem Vorhaben wird durch einen transdisziplinären Verbund – bestehend aus den Gebietskörperschaften, führenden KMU sowie zahlreichen Forschungseinrichtungen und -instituten – untersucht, wie im Rahmen interkommunaler Zusammenarbeit die im städtischen und regionalen Kontext verfügbaren Restbiomassen, die bisher aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht oder nicht nachhaltig verwertet werden, mit Hilfe des CoAct-Verfahrens in einen speicherbaren Energieträger bzw. in Aktivkohle gewandelt und in der Region verwertet werden können. Das Vorhaben greift aktuelle Herausforderungen wie etwa den Nutzungsdruck auf die Ressource Land, die Notwendigkeit einer CO₂-neutralen Energiebereitstellung und die Gewährleistung ausreichender Klärwasserqualitäten auf und entwickelt mit Hilfe ingenieurs- und gesellschaftswissenschaftlicher Disziplinen und unter Einbezug

von Erkenntnissen und Problemstellungen von Unternehmen und Verwaltung konkrete Lösungsoptionen zur gemeinsamen nachhaltigen Entwicklung von Städten und ihrem ländlichem Umland.

Die Erzeugung von Festbrennstoffen aus bislang weitgehend ungenutzten Restbiomassen führt zur Entlastung der Ressource Land sowie zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und der damit verbundenen Reduktion von CO₂-Emissionen. Insbesondere durch die Nutzung von Landschaftspflegematerial trägt das Projekt zudem zur Erhaltung der Kulturlandschaft sowie zur Erhöhung deren Ökosystemleistung bei. Zudem kann durch die hochwertige, stoffliche Verwertung von Restbiomassen zur Erzeugung von CoAct-Aktivkohle ein nachhaltiger Rohstoff zur Spurenstoffentfernung mittels der 4. Reinigungsklärstufe produziert und schließlich eine deutlich verbesserte Klärwasserqualität erzielt werden. Durch die Inwertsetzung von Restbiomassen können bisherige Entsorgungskosten vermieden und durch die Nutzung eigener CoAct-Aktivkohle und regenerativer Brennstoffe Kosten eingespart werden. Schließlich sind durch das integrierte Stadt-Land-Konzept eine Steigerung der Wertschöpfung, die Schaffung neuer Arbeitsplätze, sowie eine Steigerung der Kommunikations- und Kooperationskompetenzen aller Beteiligten zu erwarten.

Das Vorhaben leistet einen wesentlichen Beitrag zur Stärkung der Stadt-Land-Beziehungen sowie zur nachhaltigen Entwicklung der Region. Es steht mit Blick auf die Verbesserung der Gewässergüte, die nachhaltige Energieversorgung, nachhaltiges Wirtschaften, nachhaltige Siedlungsentwicklung und Klimaschutz im Einklang mit den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (SDG).

1.4 Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens

Zur Erreichung des Gesamtprojektziels verfolgt das Projekt folgende spezifische Arbeitsziele:

- Erfassung der regional verfügbaren Potenziale an Restbiomassen im Hinblick auf die Quantität, die Qualität und die gegenwärtigen Verwertungs- oder Entsorgungslogistiken.
- Ermittlung der quantitativen und qualitativen Charakteristik der intermediären Produkte nach IFBB-Vorbehandlung sowie der resultierenden CoAct-Produkte bezüglich verschiedener Restbiomassetypen.
- Ermittlung der Energie- und Stoffflüsse sowie der Wertschöpfungseffekte unterschiedlicher Verwertungsvarianten und deren Ökobilanz und Energiekonversionseffizienz.
- Konzeptionierung der Anlagenkomponenten für die Biomasseaufbereitung, die Pyrolyse und Kohleaktivierung unter Berücksichtigung der Schnittstellen.
- Analyse der betriebswirtschaftlichen Tragfähigkeit des CoAct-Verfahrens und Abschätzung der Wirkung auf die regionale Wertschöpfung.
- Entwicklung von unterschiedlichen CoAct-Verfahrensvarianten sowie von Kriterien für die Auswahlentscheidung.
- Analyse der regionalen Akteurslandschaft und -interessen hinsichtlich der Verwertung von Restbiomassen.
- Analyse der institutionellen und rechtlichen Rahmenbedingungen und Steuerungsansätze für interkommunale Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse.

- Entwicklung von Empfehlungen und Vorschlägen zur Weiterentwicklung institutioneller und rechtlicher Rahmenbedingungen.
- Entwicklung und Etablierung von innovativen Governance-Arrangements, die Interessenausgleich und die dauerhafte Koordinierung der relevanten Stadt-Land-Akteure ermöglichen.
- Erarbeitung eines Konzepts zur Realisierung des CoAct-Verfahrens sowie zum Monitoring von dessen Wirkungen auf die nachhaltige Entwicklung der Region.