

Industrial Symbiosis

Nutzung von CO₂ aus einer Abwasserreinigungsanlage für die Einlagerung in Recyclingbeton

Student



Hansueli Halter

Ausgangslage: Zur Erreichung der schweizerischen Klimaziele bis 2050 sind neben der konsequenten Vermeidung von Treibhausgasemissionen auch Technologien erforderlich, die Kohlendioxid aktiv aus dem atmosphärischen Kohlenstoffkreislauf entfernen. Ein Teil der Emissionen, insbesondere in der Industrie und Landwirtschaft, gilt als technisch oder wirtschaftlich kaum vermeidbar. Zur Kompensation dieser Restemissionen werden sogenannte Negative-Emissionen-Technologien (NET) benötigt. Eine solche Technologie stellt die Mineralisierung von CO₂ in mineralischen Materialien dar, bei der Kohlendioxid chemisch stabil gebunden wird. Wird dieser Prozess auf Recyclingbeton angewendet, kann gleichzeitig ein bestehender Baustoffkreislauf genutzt und ein Abfallstrom aufgewertet werden.

Ziel der Arbeit: Diese Arbeit untersucht die Möglichkeit einer industriellen Symbiose am Rheinhafen Basel, bei der biogenes CO₂ aus der Abwasserreinigungsanlage (ARA) von ProReno zur Mineralisierung von Recyclinggranulat im Betonwerk der Vigier Holding AG eingesetzt wird. Das im Faulturm anfallende und mittels Membrantrennung abgeschiedene CO₂ weist eine hohe Reinheit auf und wird derzeit ungenutzt in die Atmosphäre emittiert. In räumlicher Nähe dazu verarbeitet das Betonwerk von Vigier jährlich grosse Mengen an Recyclinggranulat, das sich für eine beschleunigte Mineralisierung eignet. Die Kombination dieser beiden Stoffströme bietet die Grundlage für eine industrielle Symbiose mit potenziellen ökologischen und wirtschaftlichen Vorteilen.

Im Zentrum der Arbeit steht die Auslegung der CO₂-Wertschöpfungskette von der Quelle bis zur Senke. Dabei werden zwei alternative Transport- und Versorgungskonzepte untersucht: Eine direkte gasförmige CO₂-Pipeline zwischen ARA und Betonwerk sowie ein verflüssigungsbasierter Transport per Lastwagen. Beide Varianten werden hinsichtlich technischer Machbarkeit, Energiebedarf, Treibhausgasemissionen, Investitions- und Betriebskosten sowie betrieblicher Randbedingungen analysiert. Ergänzend wird die Mineralisierungsanlage grob dimensioniert und deren Betrieb unter verschiedenen Annahmen zu Batchgrösse und Automatisierungsgrad betrachtet.

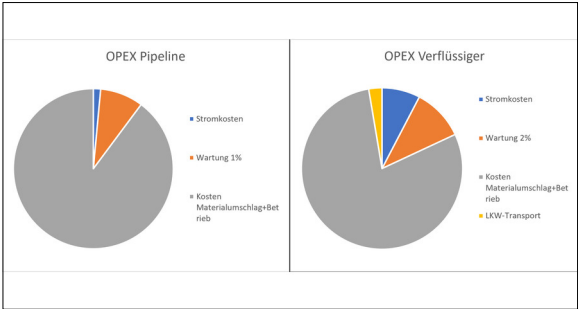
Fazit: Die techno-ökonomische Bewertung zeigt, dass beide Transportkonzepte grundsätzlich wirtschaftlich betrieben werden können, sofern eine ausreichende Nachfrage nach CO₂-reduziertem Beton besteht. Die Rentabilität der Anlage wird dabei nur in geringem Mass durch den Verkauf von CO₂-Zertifikaten bestimmt, sondern hauptsächlich durch die Vermarktung von Premiumbeton mit reduziertem CO₂-Fussabdruck. Zudem wird deutlich, dass betriebliche Faktoren wie die gewählte Batchingstrategie, der Automatisierungsgrad der Anlage sowie der Methanschlupf in der CO₂-Aufbereitung einen

erheblichen Einfluss auf die ökologische Gesamtwirkung und den wirtschaftlichen Erfolg haben. Insgesamt leistet die untersuchte industrielle Symbiose einen begrenzten, jedoch realisierbaren Beitrag zur CO₂-Reduktion und zeigt exemplarisch auf, unter welchen marktlichen und betrieblichen Bedingungen Mineralisierung von Recyclingbeton sinnvoll umgesetzt werden kann.

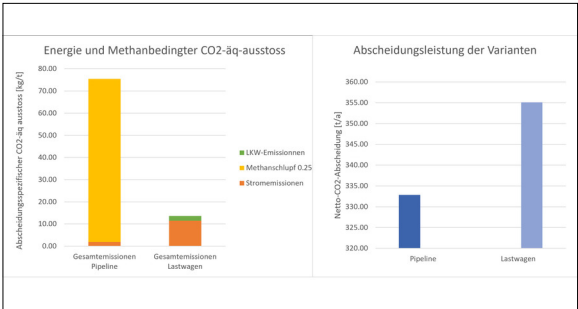
Satellitenaufnahme Rheinhafen Basel
Kleinhüningen, 47°35'08"N 7°35'58"E: Google, 2024.



Betriebskosten der beiden Anlagenkonzepte
Eigene Darstellung



Methanschlupf und Gesamtabscheidung
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Elimar Frank

Themengebiet

Umweltökonomie,
Luftreinhaltung,
Abfallaufbereitung und
Recycling,
Umwelttechnik
allgemein

Projektpartner

ProReno AG, 4019
Basel, Basel-Stadt /
Vigier Holding AG, 4534
Flumenthal, Solothurn