

# **Umweltinnovationsprogramm**

## **Abschlussbericht**

### **Zum Vorhaben**

Bauschuttwaschanlage mit integrierter Prozesswasserregeneration  
OSe4-3753

### **Zuwendungsempfänger**

OTTO DÖRNER Kies und Deponien GmbH & Co. KG

### **Umweltbereich**

Abfallverwertung und -beseitigung; Circular Economy;  
Ressourceneinsparung und -effizienz

### **Laufzeit**

25.10.2023 – 31.08.2025

### **Autor**

Simon Gühlstorf

**Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz**

### **Datum der Erstellung**

*14. Oktober 2025*

## **Berichts-Kennblatt**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Aktenzeichen UBA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Projekt-Nr.: OSe4-3753                |
| Titel des Vorhabens:<br>Bauschuttwaschanlage mit integrierter Prozesswasserregeneration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |
| Autor:<br>Gühlstorf, Simon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Vorhabenbeginn:<br>25.10.2023         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vorhabenende:<br>31.08.2025           |
| Zuwendungsempfänger:<br>Otto Dörner Kies und Deponien GmbH & Co KG<br>Lederstraße 24<br>22525 Hamburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Veröffentlichungsdatum:<br>30.10.2025 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Seitenzahl:<br>25                     |
| Gefördert im Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       |
| <p>Kurzfassung:</p> <p>Das Projekt zielt darauf ab, mineralische Bauabfälle durch ein neuartiges nassmechanisches Verfahren aufzubereiten. In Deutschland fallen jährlich über 200 Millionen Tonnen solcher Abfälle an, davon sind 60mio Tonnen Bauschutt. Nur ein kleiner Teil wird für Zuschlagstoffe für Beton und Hochbauanwendungen genutzt. Das Projekt kombiniert Wasch-, Sortier- und Trennverfahren, um hochwertige RC-Sande und RC-Splitte zu gewinnen, die Primärrohstoffe im Hochbau ersetzen können. Die Anlage wird rund 150.000 Tonnen Material pro Jahr verarbeiten. Durch ein geschlossenes Wassersystem entstehen keine Abwässer, Schadstoffe werden aus dem Kreislauf entfernt und in Filterkuchen gebunden. Das Verfahren ermöglicht erstmals die hochwertige Nutzung von Abfallfraktionen wie Bauschuttgemische, welche aufgrund ihrer Beschaffenheit nur schwer zu nutzbaren Fraktionen aufzutrennen waren. Damit leistet das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft, reduziert den Bedarf an Deponien und Primärrohstoffen.</p> |                                       |
| <p>Schlagwörter:</p> <p>Otto Dörner, Baustoffrecycling, Kreislaufwirtschaft, nassmechanische Aufbereitung, mineralische Bauabfälle, Ressourcenschonung, Primärrohstoffsubstitution, nachhaltiges Bauen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       |

## Report Coversheet

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Reference-No.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Project-No.: OSe4-3753                 |
| Report Title:<br>Construction waste washing plant with integrated process water regeneration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                        |
| Author:<br>Gühlstorf, Simon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Start of project:<br>25.10.2023        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | End of project:<br>31.08.2025          |
| Performing Organisation:<br>Otto Dörner Kies und Deponien GmbH & Co KG<br>Lederstraße 24<br>22525 Hamburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Publication Date:<br><b>30.10.2025</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | No. of Pages:<br>25                    |
| Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |
| <p>Summary:</p> <p>The project aims to process mineral construction waste using a novel wet mechanical process. In Germany, over 200 million tons of such waste are generated annually in total, 60 million tons of which is building rubble. Only a small portion is used as aggregate for concrete and building construction applications. The project combines washing, sorting, and separation processes to obtain high-quality RC sand and RC gravel that can replace primary raw materials in building construction. The plant will process around 150,000 tons of material per year. A closed water system means that no wastewater is produced, and pollutants are removed from the cycle and bound in filter cakes. For the first time, the process enables the high-quality use of waste fractions such as mixed construction waste, which were previously difficult to separate into usable fractions due to their composition. The project thus makes an important contribution to the circular economy and reduces the need for landfills and primary raw materials.</p> |                                        |
| <p>Keywords:</p> <p>Otto Dörner, construction material recycling, circular economy, wet-mechanical processing, mineral construction waste, resource conservation, substitution of primary raw materials, sustainable construction</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <b>Einleitung</b> .....                                          | 5  |
| 1. Kurzbeschreibung des Unternehmens .....                          | 5  |
| 2. Ausgangssituation .....                                          | 5  |
| 2. <b>Vorhabensumsetzung</b> .....                                  | 8  |
| 2.1 Ziel des Vorhabens .....                                        | 8  |
| 2.2 Technische Lösung .....                                         | 9  |
| 2.3 Umsetzung des Vorhabens .....                                   | 10 |
| 2.4 Behördliche Anforderungen .....                                 | 12 |
| 2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten .....              | 13 |
| 2.6 Konzeption der Durchführung des Messprogramms .....             | 13 |
| 3. <b>Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung</b> ..... | 15 |
| 3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung .....                        | 15 |
| 3.2 Stoff- und Energiebilanz .....                                  | 15 |
| 3.3 Umweltbilanz .....                                              | 22 |
| 3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse .....                                | 23 |
| 3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren .....        | 25 |
| 4. <b>Übertragbarkeit</b> .....                                     | 26 |
| 4.1 Erfahrungen aus der Praxis .....                                | 26 |
| 4.2 Modellcharakter/ Übertragbarkeit .....                          | 26 |
| 4.3 Kommunikation der Projektergebnisse .....                       | 27 |
| 5. <b>Zusammenfassung/ Summary</b> .....                            | 29 |
| 6. <b>Literatur</b> .....                                           | 31 |
| 7. <b>Anhang</b> .....                                              | 32 |

# **1. Einleitung**

## **1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens**

Otto Dörner ist ein traditionsreiches, familiengeführtes norddeutsches Unternehmen mit Sitz in Hamburg und zählt zu den führenden privaten Dienstleistern in den Bereichen Entsorgung, Recycling, Kies- und Sandproduktion sowie Deponiebetrieb. Seit seiner Gründung 1925 hat sich das Unternehmen kontinuierlich weiterentwickelt. Heute beschäftigt es 1250 Mitarbeitende und erzielte im Jahr 2023 einen Umsatz von etwa 275 Mio. €.

Mit etwa 35 Standorten zwischen Nord- und Ostsee bedient Otto Dörner jährlich über Tausend Kunden aus der Bauwirtschaft, Kommunen und Industrie. Das Leistungsspektrum umfasst umfangreiche Dienstleistungen in den Bereichen Abfallentsorgung, Containerdienst, Spezialabfalllogistik, Bodensanierung, Deponien sowie Sand-, Splitt- und Kieslieferung.

Otto Dörner versteht sich als Vorreiter in der Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung. Mit neuen und innovativen Projekten möchte das Unternehmen die technologische Infrastruktur für nachhaltiges Bau- und Entsorgungsmanagement schaffen.

## **1.2 Ausgangssituation**

In Deutschland fallen jährlich über 200 Millionen Tonnen mineralischer Bauabfälle an, davon sind knapp 60 Millionen Tonnen Bauschutt [1]. Trotz einer formal hohen Verwertungsquote wird der größte Teil dieser Abfälle nicht hochwertig recycelt. Vielmehr verbleibt der meiste aufbereitete Bauschutt im Straßen- oder Erdbau, was einem Downcycling entspricht, da hier auch geringerwertige Produkte eingesetzt werden könnten. Nur ein sehr geringer Anteil von etwa 1-2% wird tatsächlich als Zuschlagstoff in der Betonproduktion eingesetzt, obwohl gerade diese Anwendungen einen hohen Bedarf an Gesteinskörnungen haben.

Der Materialbedarf aus Straßen- und Erdbau sollte weiterhin Teile seines Bedarfes aus Sekundärquellen decken können. Im folgenden Diagramm sind die aktuellen Stoffströme aufgezeigt. Um sowohl das Recycling im Beton- und Hochbau zu stärken als auch das bisherige Recycling zu erhalten, stehen als Potential vor allem die nicht rezyklierten Bauschuttfraktionen mit 13,3 mio.t zur Verfügung.

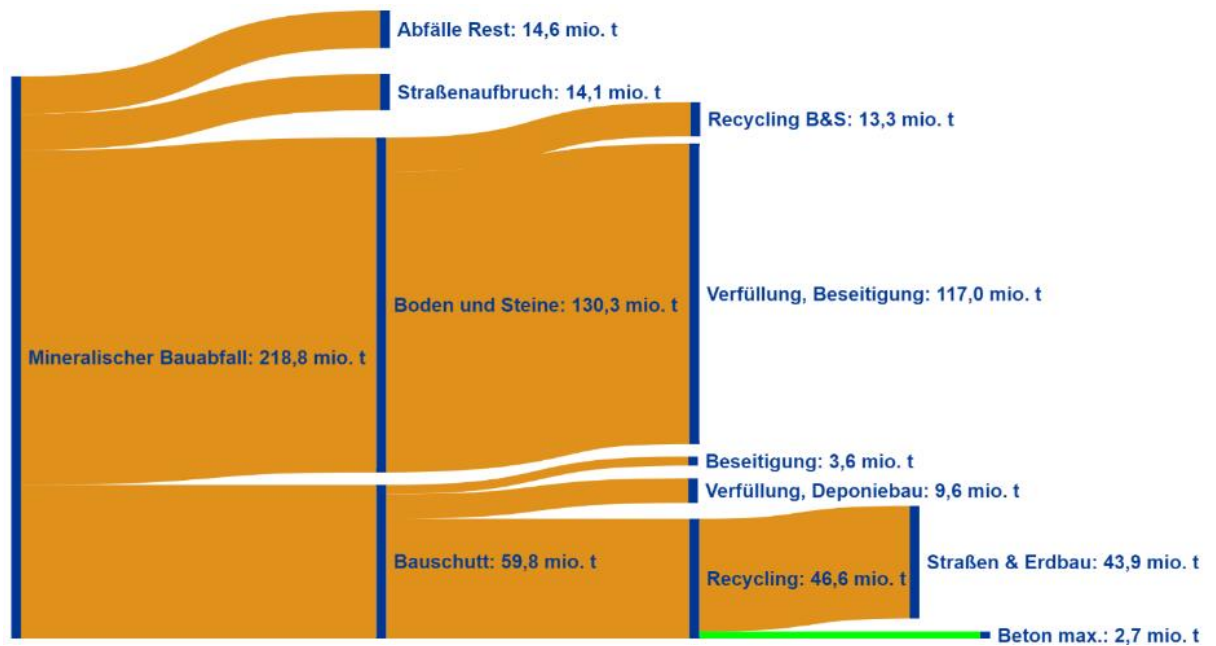


Abbildung 1 Überblick Stoffströme mineralische Abfälle [1]

Ein weiterer hier zu nennender Anteil sind auch die Stoffströme die als Boden und Steine geführt werden, jedoch eher Boden-Bauschutt-Gemische bzw. mit Boden verunreinigter Bauschutt sind. Zur Veranschaulichung sind zwei dieser Materialien in Abbildung 2 und 3 gezeigt. Die Menge der nicht recycelten Fraktion der Boden und Steine beläuft sich auf eine Menge von 117 mio.t. Auch wenn nicht alle dieser Mengen zum Recycling geeignet sind, ist allgemein von einem vorhandenen Potential auszugehen. Für die Firma Otto Dörner zeigt sich in der betrieblichen Praxis an den Standorten, dass dieses Potential erheblich ist. Gleichzeitig fehlten bislang technische Lösungen, um stark vermischte schwer trennbare Fraktionen wie Boden-Bauschutt-Gemische in hochwertiger Weise aufzubereiten. Zudem ist die Entfernung von Schadstoffen aus den Stoffströmen nur eingeschränkt möglich.



*Abbildung 2 Boden-Bauschutt Beispiel 1*



*Abbildung 3 Boden-Bauschutt Beispiel 2*

Am Standort in Hittfeld-Seevetal betreibt Otto Dörner bereits eine trockene Recyclinganlage, die mit klassischer Technik wie Brechern, Windsichtern, Magnetabscheidern und Siebanlagen arbeitet. Diese Technik ist zwar etabliert, jedoch

nicht in der Lage, eine für den Hochbau geeignete Qualität zu liefern, insbesondere nicht bei Fraktionen mit hohem Feinanteil oder stark heterogenen Mischungen.

Ein zusätzlicher Treiber ist die begrenzte regionale Rohstoffverfügbarkeit: Im Raum Hamburg gibt es kaum natürliche Vorkommen an Felsgestein oder hochwertigen Kiessanden. Viele Rohstoffe mussten daher importiert werden, teils aus dem Inland, teils aus dem Ausland, was zu hohen Transportkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen führte. Dies bezieht sich vorrangig auf die Körnung.

## **2. Vorhabensumsetzung**

### **2.1 Ziel des Vorhabens**

Ziel des Projektes ist es, die Aufbereitung mineralischer Bauabfälle auf ein neues technisches und qualitatives Niveau zu heben, um einen echten Beitrag zur Kreislaufwirtschaft im Bausektor zu leisten. Durch den Bau einer stationären, nassmechanischen Recyclinganlage soll es möglich werden, auch stark vermischte, feinkörnige oder bislang nur niederwertig verwertbare Abfallfraktionen, wie etwa Bauschutt mit Boden, so aufzubereiten, dass daraus hochwertige Sekundärrohstoffe entstehen. Diese Rezyklate, insbesondere RC-Sande und RC-Splitle, sollen gleichwertig zu Primärmaterialien als Zuschläge in der Betonproduktion oder im Hochbau eingesetzt werden können.

Der Anlage aus diesem Projekt wird der Name ORCA für Otto Dörner Recyclinganlage gegeben.

Neben der reinen Materialrückgewinnung verfolgt das Projekt das Ziel, eine geschlossene Wasserführung zu realisieren, in der Prozesswasser aufbereitet und wiederverwendet wird, sodass kein Abwasser entsteht. Zudem soll die Anlage in der Lage sein, Schadstoffe aktiv aus dem Materialstrom zu entfernen und diese als konzentrierte Fraktionen sicher abzuscheiden.

Insgesamt soll ORCA den Ressourceneinsatz in der Bauwirtschaft effizienter, nachhaltiger und umweltschonender gestalten, indem natürliche Rohstoffe ersetzt, Abfälle vermieden, Transportwege verkürzt und Flächenverbrauch sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden.

## 2.2 Technische Lösung

Kern der technischen Lösung ist ein mehrstufiges Verfahren aus Trennen, Sortieren, und Waschen, was durch verschiedene Komponenten wie Siebe, Brecher, Sortierer, mechanische Trennmaschinen und hydraulischen Klassierern. Das Aufgabematerial wird zunächst über eine Vorzerkleinerung und Siebung in eine einheitliche Korngrößenfraktion gebracht, um die Prozesssicherheit zu gewährleisten. Im Anschluss erfolgt eine intensive Materialwäsche, bei der feinkörnige Störstoffe, Anhaftungen und leichte Fraktionen abgelöst und entfernt werden. Besonders hervorzuheben ist die Attrition des abgeschiedenen Sandes, wodurch auch feinste Partikel gezielt gereinigt werden können dies ist ein entscheidender Schritt zur Herstellung qualitätsgesicherter RC-Sande.

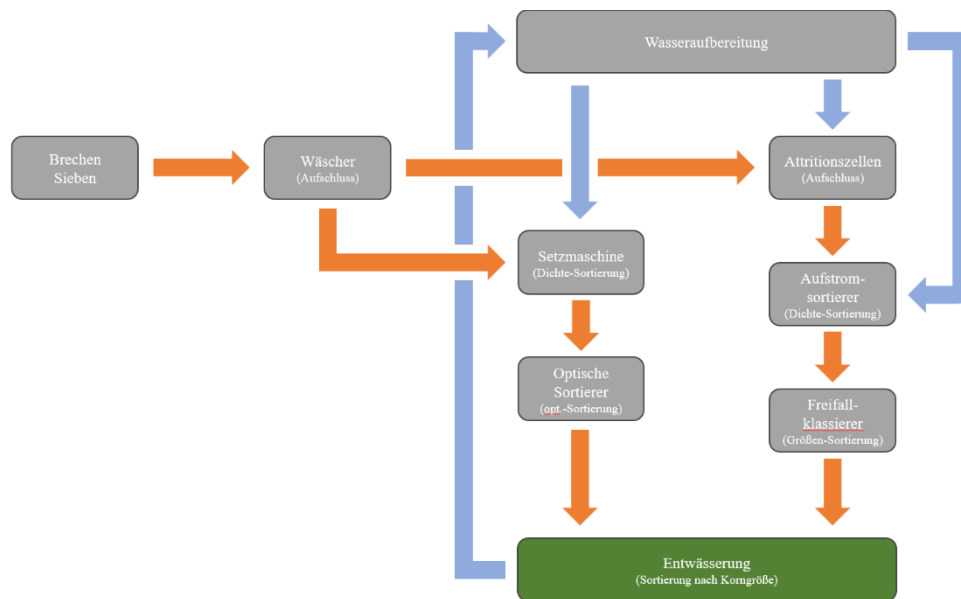


Abbildung 4 Prozess der Aufbereitungsanlage

Nach der mechanischen Reinigung durchläuft das Material eine mehrstufige Separation nach Dichte und Korngröße. Hierbei kommen u. a. Aufstromsortierer und klassierende Siebe zum Einsatz. Die gereinigten Fraktionen werden anschließend entwässert und in ihre Korngruppen (z. B. 0/1, 0/2, 2/8, 8/16, 16/32 mm) aufgeteilt. Die Klassierung des RC-Sandes erfolgt über einen Freifallklassierer, der eine exakte Sieblinie ermöglicht.

Ein zentrales Element zur Erreichung der Umweltziele ist das vollständig geschlossene Wassersystem. Das anfallende Washwasser wird über eine chemisch-physikalische Aufbereitung mit in einem chemischen Prozess mit Klärern und Kammerfilterpressen gereinigt und vollständig in den Kreislauf zurückgeführt. Dadurch entstehen keine Abwässer, Schadstoffe werden stattdessen im Filterkuchen konzentriert gebunden.

Die Anlage ist auf einen Jahresdurchsatz von 150.000 Tonnen ausgelegt. Aus dem Eingangsmaterial können rund 120.000 Tonnen verwertbare Produkte generiert werden davon etwa zur Hälfte Grobkorn (>2 mm) und zur Hälfte Sand. Diese Produkte erfüllen die Anforderungen an Zuschlagstoffe gemäß DIN-Normen und eignen sich somit für Beton, Hochbau, GaLa-Bau und Tragschichten.

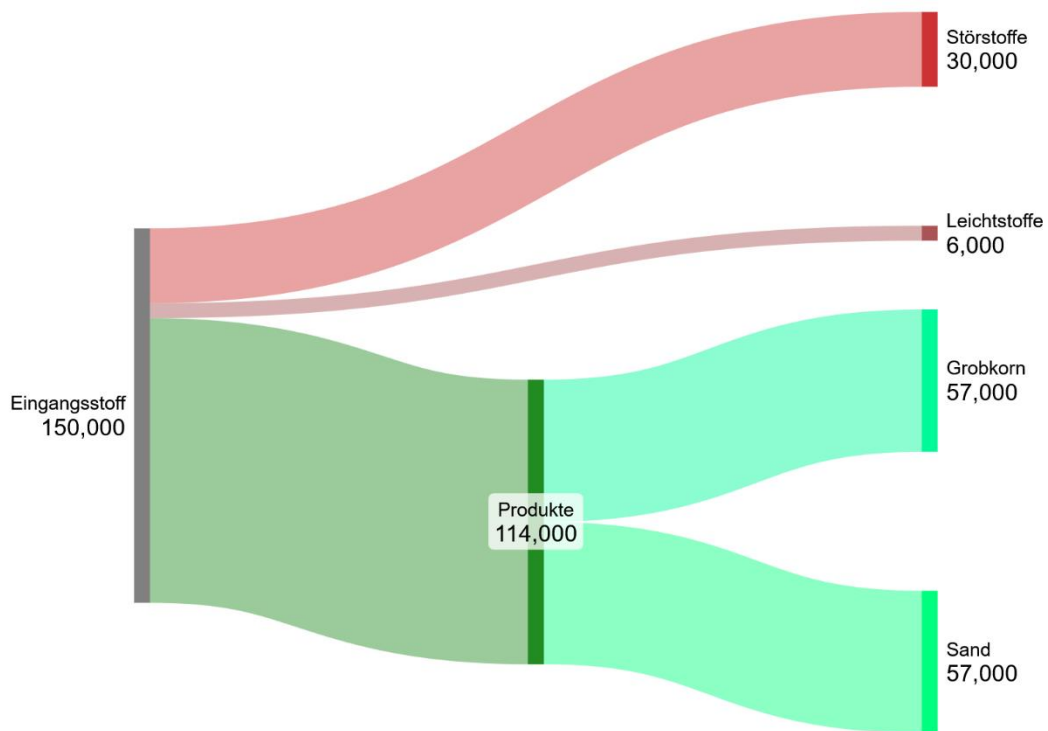


Abbildung 5 Stoffstrom um die Anlage in t

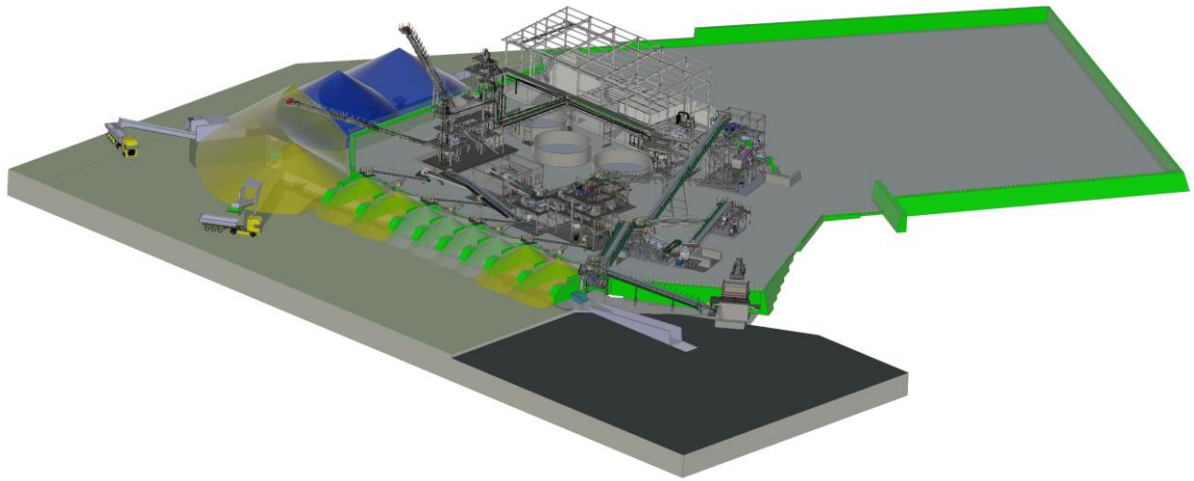
Von den Eingangs 150.000 Tonnen bleiben jährlich 4.500–7.500 Tonnen Leichtstoffe sowie etwa 30.000 Tonnen Störstoffe und Schluffe übrig, die stofflich verwertet oder fachgerecht entsorgt werden müssen.

## 2.3 Umsetzung des Vorhabens

Das Projekt begann im Jahr 2023 mit der Entwicklung eines Konzepts zur hochwertigen Aufbereitung mineralischer Bauabfälle. Im ersten Schritt wurde ein geeigneter Standort identifiziert, der die infrastrukturellen und genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen erfüllt. Parallel dazu wurde ein grundlegendes Prozessschema erarbeitet, dass den technischen Ablauf der Aufbereitung beschreibt und als Basis für die weitere Planung diente.

Auf dieser Grundlage konnten anschließend Angebote von potenziellen Anlagenbauern und Zulieferern eingeholt werden, um eine belastbare Kostenschätzung zu erhalten. Die gesammelten Daten ermöglichten eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse, deren positive Ergebnisse den Weg für die weitere Projektentwicklung freimachten.

Es folgte die Erstellung von Übersichtsplänen, die den groben Aufbau und die Flächenanforderungen der Anlage abbildeten. In einem nächsten Schritt wurden diese in detaillierte Ausführungs- und Aufstellungspläne überführt, die als Grundlage für die Genehmigungsunterlagen dienen. Nach Einreichung und Prüfung durch die zuständigen Behörden konnten die erforderlichen Genehmigungen erteilt werden.



*Abbildung 6 Skizze der Anlage*

Mit Abschluss der Planungs- und Genehmigungsphase begann die bauliche Umsetzung des Projekts. Die Baustelle wurde eingerichtet und die schrittweise Errichtung der Anlagenteile eingeleitet. Während der gesamten Bauphase wurden technische Anpassungen bei Bedarf umgesetzt. Des Weiteren wurde sich mit der Erstellung einer Konformitätserklärung befasst und dieses Verfahren eingeleitet.



*Abbildung 7 Drohnenbild der Baustelle*

Nach der baulichen Fertigstellung folgt die Inbetriebnahme der Anlage, bei der alle Aggregate getestet, die Prozesse feinjustiert und erste Materialläufe durchgeführt werden. Damit wird der Übergang in den regulären Betrieb vorbereitet, mit dem Ziel, ab Ende 2025 hochwertige Recyclingprodukte im industriellen Maßstab herzustellen.



Abbildung 8 Baustelle

## 2.4 Behördliche Anforderungen

Für die Umsetzung des Projekts waren verschiedene behördliche Genehmigungen erforderlich, die im Rahmen der Planungs- und Vorbereitungsphase identifiziert, beantragt und eingeholt wurden. Neben den baurechtlichen Genehmigungen, die für die Errichtung von Bauwerken notwendig sind, mussten aufgrund der besonderen Ausgestaltung des Projekts auch weitere fachrechtliche Anforderungen berücksichtigt werden.

Insbesondere war eine Genehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz erforderlich, da bei Anlagen zur Behandlung von Abfällen die Beeinträchtigung der Umwelt und Umgebung zu vermeiden ist. Hierbei wurden neben z.B. Lärm- und Staubimmissionen insbesondere Anforderungen an den Schutz des Grundwassers geprüft und dem Wasserhaushaltsgesetz und der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen Rechnung getragen. Die Anlagenfläche ist als Konsequenz vollständig gedichtet, sodass jegliches Wasser, dass in Kontakt mit Abfällen kommt, erfasst und behandelt werden kann.

Für den Bau der Anlage wurden entsprechende Kompensationsleistungen auf naheliegenden Flächen erbracht.

Darüber hinaus mussten weitere Eigenschaften der Anlage festgeschrieben werden. Neben dem Layout, der Festlegung von Lage, Ausdehnung und Durchsätzen sind auch Abfallrechtliche Festlegungen getroffen worden. So wurden die behandelbaren Abfälle gemäß AVV festgeschrieben sowie die Beschaffenheit des Inputs gemäß einschlägigen Verordnungen festgehalten.

Alle erforderlichen Genehmigungen wurden im Vorfeld der baulichen Umsetzung beantragt und im Laufe des Projekts erteilt. Damit waren alle rechtlichen und behördlichen Voraussetzungen zur Realisierung der Anlage erfüllt. Die erfolgreiche Genehmigungsphase stellt somit einen zentralen Meilenstein im Projektverlauf dar.

## **2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten**

Für die Erfolgskontrolle und die betriebliche Überwachung der Anlage werden umfassende Betriebsdaten unter verschiedenen Betriebsbedingungen systematisch erfasst, ausgewertet und dokumentiert. Die Erhebung dieser Daten dient der Kontrolle der Ressourceneffizienz, der Prozessstabilität sowie der ökologischen Wirkung der Anlage. Die wesentlichen Messgrößen, Messverfahren und deren Erfassung lassen sich wie folgt darstellen:

Der Stromverbrauch sämtlicher elektrischer Verbraucher wie Pumpen, Förderbänder, Aggregate und Trenntechnik wird über fest installierte Stromzähler erfasst. Diese befinden sich zentral im Schaltschrank bzw. in den Unterverteilungen der jeweiligen Anlagensegmente. Die Daten werden kontinuierlich erfasst, um sowohl den Gesamtenergieverbrauch als auch den spezifischen Verbrauch je Betriebszustand zu analysieren.

Der Kraftstoffverbrauch, etwa für mobile Einheiten wie Radlader oder Bagger auf dem Gelände, wird über Kraftstoffzähler an den Betankungsstellen erfasst. Die Messwerte werden regelmäßig, in der Regel nach dem Tankvorgang, dokumentiert.

Der Durchsatz des Eingangsmaterials wird über Bandwaagen oder Radladerwaagen ermittelt, die an den Hauptförderlinien der Anlage installiert sind. Die Erfassung erfolgt laufend im Betrieb, die Daten werden nach Abfallart (z. B. Bauschutt, Boden, Ziegel) kategorisiert, gewogen und in Tonnen ausgewertet. Diese Werte ermöglichen eine differenzierte Analyse der Materialarten und deren Einfluss auf die Anlagenleistung.

Auch die Ausgangsströme, also die produzierten Fraktionen, werden über Bandwaagen messtechnisch erfasst. Dazu zählen insbesondere Stahlschrott, die verschiedenen Gesteinskörnungen (z. B. 2/8, 8/16, 16/32 mm), klassifizierter RC-Sand (0/2) sowie unklassifizierter Sand. Die Messung erfolgt kontinuierlich, Auswertung und Abgleich mit dem Inputmaterial finden in regelmäßigen Tages- oder Wochenschemata statt.

Der Anfall an Filterkuchen aus der Kammerfilterpresse wird über Schaufelwaagen bestimmt. Diese befinden sich an Radlader und erlauben eine chargenweise Erfassung bei jedem Verladevorgang.

Die Qualität der Ein und Ausgangsströme wird über entsprechende Materialanalysen überwacht. So werden sowohl Materialparameter für die chemische Beladung als auch hinsichtlich der (bau)physikalischen Eigenschaften geprüft. Hierbei werden die entsprechenden produkt- bzw. abfallspezifischen Regelwerke befolgt. Zu nennen sind: LAGA (auslaufend), Ersatzbaustoffverordnung, DIN 12620, DIN 1045, DIN 42260-101 sowie diverse technische Lieferbedingungen (TL Gestein, TL Bube, TL Sob..).

## **2.6 Konzeption der Durchführung des Messprogramms**

Das Messprogramm für die ORCA-Anlage ist darauf ausgerichtet, die ökologische und technische Leistungsfähigkeit der Anlage systematisch zu überwachen, zu bewerten und

zu optimieren. Es umfasst alle relevanten Stoff- und Energieflüsse und ist inhaltlich so konzipiert, dass sowohl der Normalbetrieb als auch unterschiedliche Betriebszustände (z. B. bei wechselnder Inputqualität, Wartungen oder Teillastbetrieb) analysiert werden können. Ziel ist es, die Ressourceneffizienz, Umweltwirkung sowie die Wirtschaftlichkeit belastbar zu erfassen.

Das Messprogramm gliedert sich in folgende Hauptbereiche:

#### Energieverbrauch

- Parameter: Stromverbrauch (kWh), Kraftstoffverbrauch (Liter)
- Messmittel: Elektrische Stromzähler (Anlagenebene), Kraftstoffzähler an Betankungsstellen
- Intervalle: kontinuierliche Erfassung (Strom), tägliche oder wöchentliche Auslesung (Kraftstoff)
- Zeitraum: gesamte Betriebsphase, Vergleich unterschiedlicher Betriebszustände

#### Materialdurchsatz

- Parameter: Eingangsmaterial nach Abfallart (t), Ausgänge nach Fraktionen (z. B. RC-Sand, Splitt, Schrott)
- Messmittel: Bandwaagen an zentralen Förderstrecken und an Ausgängen, Radladerwaagen
- Intervalle: kontinuierlich während des Betriebs, Tages- und Monatsauswertung
- Zeitraum: durchgehend ab Inbetriebnahme

#### Reststofferfassung

- Parameter: Masse des Filterkuchens (t)
- Messmittel: Radladerwaagen bei Verladung an Kammerfilterpresse
- Intervalle: chargenweise, wöchentliche Auswertung
- Zeitraum: durchgehend

#### Qualitätssicherung

- Parameter: Chemische und physikalische Stoffeigenschaften
- Messmittel: Laboranalysen
- Intervalle: chargenweise nach Haufwerksbeprobung
- Zeitraum: durchgehend

Die Durchführung erfolgt durch das technische Betriebsteam der Anlage in Kombination mit automatischer digitaler Erfassung und Auswertung über ein zentrales Datenmanagementsystem. Die Daten werden automatisiert erfasst, auf Plausibilität geprüft und in Berichtsform zusammengeführt. Für die Datenauswertung sind monatliche Betriebsberichte sowie eine jährliche Gesamtbewertung vorgesehen. Darüber hinaus werden bei besonderen Ereignissen (z. B. Störungen, Extremwetter, Wartung) zusätzliche Messungen oder Auswertungen durchgeführt, um die Anlagenleistung unter abweichenden Bedingungen zu analysieren.

Das Messprogramm bildet die Grundlage für die ökologische Bewertung der Anlage und unterstützt die kontinuierliche Optimierung der Betriebsweise.

### **3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung**

#### **3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung**

Das Vorhaben konnte insgesamt erfolgreich und planmäßig umgesetzt werden. Die technische und organisatorische Umsetzung der Anlage verlief im vorgesehenen Zeitrahmen und ohne schwerwiegende Verzögerungen. Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte ab dem 22. August 2025.

Im Verlauf des Projekts traten keine gravierenden oder sicherheitsrelevanten Probleme auf. Einziger nennenswerter Engpass war das Fehlen eines einzelnen Subunternehmers für die Lieferung und Montage der Vorbehandlung und Körnungsaufbereitung. Diese Lücke führte zu einem erhöhten internen Koordinations- und Arbeitsaufwand, insbesondere in der Bauleitung und technischen Abstimmung der betroffenen Gewerke. Die Schnittstellenbetreuung forderte allgemein viele Ressourcen. Durch den Einsatz eigener Ressourcen sowie die kurzfristige Umverteilung von Aufgaben innerhalb des Projektteams konnte dieser Engpass jedoch erfolgreich kompensiert werden. Der Fertigstellungstermin wurde dennoch einmal um 5 Monate verschoben. (Siehe zweiter Zwischenbericht)

Die ergriffenen Gegenmaßnahmen unter anderem die interne Übernahme von Planungs- und Schnittstellenaufgaben sowie die Nachakquise einzelner Gewerke haben sich als wirksam erwiesen und ermöglichten eine im zweiten Anlauf termingerechte Fertigstellung der betroffenen Anlagensegmente. Die Funktionsfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Körnungsaufbereitung konnte vollständig hergestellt werden, sodass keine bleibenden Einschränkungen oder Verzögerungen im Gesamtbetrieb resultierten.

Während der Errichtung und Ausführungsplanung haben sich zusätzliche konstruktive und verfahrenstechnische Erfordernisse, sowie sinnvolle Optionen ergeben, die die Projektkosten erhöht haben (Siehe Mehrkostenerklärung). Da die Ausführungsplanung z.T. nicht vor Vorhabensbeginn erfolgen darf, konnte diese Entwicklung nicht vorweggenommen werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Projekt trotz Verlängerung und Mehrkostens ohne grundlegende Störungen realisiert wurde. Die Anlage konnte wie geplant errichtet werden. Zeit und Kostenrahmen konnten immer noch in zufriedenstellendem Maße eingehalten werden. Die gesetzten technischen, ökologischen und betrieblichen Ziele können vorraussichtlich erreicht werden.

#### **3.2 Stoff- und Energiebilanz**

Im Zuge der Inbetriebnahme konnten erste Testläufe erfolgreich abgeschlossen und die prinzipielle Funktionsfähigkeit gezeigt werden. Bei dem verwendeten Aufgabegut handelt es sich um repräsentatives Material. Die Ansprache zeigt eine Vielzahl von verschiedenen Bestandteilen und stofflichen Fraktionen. Es ist ein Material verwendet worden, bei dem verschiedene mögliche Störursachen geprüft werden können, um diese frühzeitig zu identifizieren. Zu nennen sind folgende Aufgaben: Große

Metallgegenstände, Fasern/Teppiche, Holz und Wurzeln, Kunststoffe, leichte mineralische Fraktion (porige Schlacke, Porenbeton), Mutterbodenanteile.

Bei den folgenden Zahlen muss beachtet werden, dass es Prognosen auf der Basis der Testläufe sind. Die Anlage trennt die aufgegebenen Materialien in ihre Bestandteile auf. Der Fokus liegt dabei auf der Gesteinskörnung. Werden anteilig mehr Leichtstoffe, Störstoffe oder Schluff aufgegeben, sinkt dementsprechend der Produktanteil.

Die Ergebnisse der betrieblichen Erfolgskontrolle nach den Testläufen der Anlage zeigen, dass die wesentlichen Ziele des Projekts erreicht werden können. Die Anlage ist in der Lage im Regelbetrieb bis 650 t am Tag zu verarbeiten. Damit wird nahezu exakt der geplante Jahresdurchsatz von 150.000 Tonnen erreicht, bezogen auf etwa 230 Betriebstage pro Jahr.

Die Aufbereitung eines Testlaufes wird in den folgenden Abbildungen gezeigt. Es handelt sich um einen gezielten Versuch, bei dem alle Materialien beprobt und analysiert wurden. Die ersten Analyseergebnisse dieses Versuches bestätigen den Aufbereitungserfolg. Die Abbildungen zeigen die gewaschenen, sortenreinen Fraktionen in Körnung und Sand. Die Produkte zeigen gewünschte Kornverteilungen und stoffliche Analysen. Die stoffliche Analyse des Aufgabematerials ist zu hinterfragen. Es sind für belastbare Ergebnisse weitere Versuchsreihen notwendig. Die Untersuchungen werden aktuell entsprechend fortgesetzt und ausgeweitet. Die vorliegenden Analysen sind dem Bericht angehängt.



Aufgabematerial (Probe R0-1)



Körnung 2-8mm (Probe R0-1)



Körnung 8-16mm (Probe R0-1)



Körnung 16-32mm (Probe R0-1)



Sand Nebenprodukt 0/1 (Probe R0-1)



Sand Hauptprodukt 0/2 (Probe R0-1)



Aussortierter Leichtstoff (Probe R0-1)

Von der täglichen Inputmenge werden durchschnittlich etwa 500 Tonnen als verwertbares Produkt in Form von RC-Sanden und RC-Splitten gewonnen. Dies entspricht einem jährlichen Output von rund 118.000 Tonnen Recyclingmaterial. Relativ zum Input ergibt sich daraus ein Produktanteil von etwa 78 % – ein Wert, der bestätigt, dass die Anlage in der Lage ist, auch aus heterogenem Materialstrom wirtschaftlich und technisch verwertbare Sekundärrohstoffe zu erzeugen.

Gleichzeitig fallen täglich etwa 23 Tonnen Leichtstoffe sowie rund 120 Tonnen Störstoffe und feinkörnige Restfraktionen an. Dies entspricht jährlichen Mengen von etwa 5.290 Tonnen Leichtstoffen und 27.600 Tonnen Störstoffen. Der Anteil der Stör- und Leichtstoffe zusammen liegt bei rund 21 % des Inputmaterials. Auch dies liegt im Bereich der erwarteten Größenordnung und belegt die effektive Stofftrennung der Anlage.

Die Trennung basiert hauptsächlich auf den stoffspezifischen Größen: Dichte, Größe (Abmessung/Durchmesser), Magnetismus und Farbe. Die Herkunft der Abfälle spielt daher allgemein eine untergeordnete Rolle, solange die Bestandteile der Gemische sich in diesen Größen unterscheiden. Das tatsächlich sinnvolle Einsatzspektrum der Anlage kann im laufenden Betrieb weiter erschlossen werden. Auf Grund der Zielkenngröße sinkt die Effizienz des Prozesses, wenn mehr Schluff und Leichtstoffe im Aufgabematerial enthalten sind. Die Auslegungsgrenze für den Schluffanteil liegt bei ca. 20% im Aufgabematerial.

Das anfallende Niederschlagswasser konnte vollständig dem Prozess zugeführt werden.

Auch die Rückgewinnung von Metallen ist zu beachten. Täglich können etwa 10 Tonnen Stahlschrott separiert und dem Recycling zugeführt werden. Dies ergibt eine jährliche Menge von rund 2.300 Tonnen, die stofflich verwertet werden. Das aufgegebene Material ist auf Grund der Bodenanteile nicht für eine effektive Trockenaufbereitung geeignet. Da der Aufschluss im Brecher und die richtige Größe des Gutes für die Eisenabscheidung jedoch entscheidend ist, kann davon ausgegangen werden, dass große Anteile des hier gewonnenen Metalls andernfalls verloren gegangen wären.

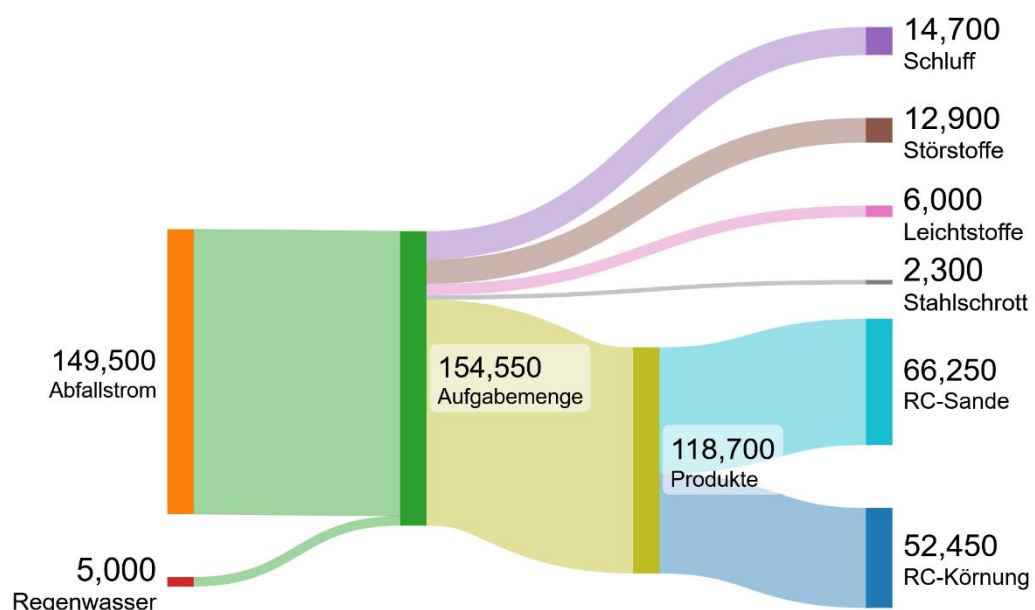


Abbildung 9 Prognostizierte Massenbilanz der Anlage in t pro Jahr

Ein wichtiger Bestandteil der Erfolgskontrolle betrifft den Energieverbrauch. Auf Grund der noch nicht über einen längeren Zeitraum stetig laufenden Produktion können hier bisher nur Werte abgeschätzt werden. Das betrifft sowohl Strom als auch Diesel. Die belastbareren Zahlen werden die kontinuierlich laufenden Messungen über die Zeit ergeben.

Der tägliche Stromverbrauch der Anlage liegt voraussichtlich bei rund 13.912 kWh, was bei 230 Betriebstagen einem Jahresverbrauch von etwa 3,2 Mio. kWh entspricht. Bezogen auf den Output von 115.000 Tonnen Produkten ergibt sich ein spezifischer Stromverbrauch von etwa 27,8 kWh pro Tonne Produkt.

Der Dieserverbrauch des eingesetzten Radladers liegt bei etwa 150 Liter pro Tag, entsprechend rund 34.500 Litern pro Jahr. Dieser Wert stellt im Verhältnis zum gesamten Materialumschlag (rund 150.000 Tonnen) einen spezifischen Verbrauch von etwa 0,23 Liter pro Tonne dar, was ca. 0,6 kg CO<sub>2</sub> äquivalent pro Tonne entspricht [2].

In der Gesamtbewertung bestätigen die Messergebnisse die ursprünglich definierten Projektziele sowohl quantitativ als auch qualitativ. Die Anlage erreicht eine hohe Rückgewinnungsquote, reduziert den Bedarf an Primärrohstoffen signifikant und erzeugt verwertbare Nebenprodukte. Damit erfüllt sie die Anforderungen an eine moderne, ressourcenschonende Recyclinginfrastruktur im Sinne der Kreislaufwirtschaft.

### **3.3 Umweltbilanz**

Auf Grundlage der ermittelten Stoff- und Energiebilanzen kann die Anlage einen erheblichen Beitrag zur Umweltentlastung, zum Ressourcenschutz und zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten. Im Fokus steht dabei insbesondere die hochwertige Verwertung mineralischer Bauabfälle zu gleichwertigen Ersatzbaustoffen, wodurch der Abbau natürlicher Ressourcen wie Sand und Kies signifikant verringert werden kann.

Im Folgenden wird angenommen, dass der eingesetzte Stoffstrom alternativ komplett verfüllt bzw. deponiert wird und die Produkte durch Primärrohstoff ersetzt wird. Diese Vereinfachung, dass der Abfall im konventionellen Verbleib ohne Nutzen ist, wird gemacht, da der tatsächliche Nutzen fallspezifisch und schwer zu erfassen ist. Im Falle einer Deponierung wäre er sogar „negativ“, da Aufwände für die Entsorgung entstehen, im Falle einer geringerwertigen Verwertung wäre ein (geringer) Nutzen vorhanden.

Die Anlage produziert jährlich rund 120.000 Tonnen RC-Sand und RC-Splitt, die konventionelle Primärmaterialien ersetzen können. Dies entspricht zum einen einer Einsparung natürlicher Gesteinskörnung, insbesondere Sanden und Kiesen. Damit wird der Abbau wertvoller, endlicher Rohstoffe vermieden, was nicht nur Ressourcen schont, sondern auch Eingriffe in die Umwelt, insbesondere in ökologisch sensible Flächen, überflüssig macht. Je nach Referenzwert entspricht dies der Nichtinanspruchnahme von ca. 1-2 Hektar Rohstoffabbaufläche pro Jahr.

Im Hinblick auf den Klimaschutz ergibt sich der größte Vorteil aus der Möglichkeit des vollständigen Betriebs der Anlage mit 100 % Ökostrom. Gemäß des Informationsblatt

CO<sub>2</sub>-Faktoren der Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft könnten damit die CO<sub>2</sub>-Äquivalente der Produktion als neutral bewertet werden [3]. In der folgenden Betrachtung werden dem Ökostrom ca. 0,02kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro kWh zugeschrieben [4]. Bei einem Verbrauch von 3,2 Millionen kWh pro Jahr ergeben sich damit jährliche Emission von 64t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Weitere Emissionen entstehen durch den verwendeten Radlader, welcher gemäß Prognose. 72t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr ausstößt. Hieraus ergeben sich Gesamtemissionen von 136t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr.

Im Vergleich dazu arbeiten klassische Kieswerke in der Regel mit dieselbetriebenen Baggern, Förderfahrzeugen und Anlagen, die hohe direkte Emissionen verursachen. Basierend auf Literaturdaten verursacht die Gewinnung und Aufbereitung einer Tonne Primärsand rund 5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente [3,5]. Bei einer Produktion von 120.000 Tonnen jährlich ergibt sich daraus eine jährliche Emission von rund 600 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Wenn man die Emissionen aus dem Nassverfahren der ORCA abzieht, bleiben Einsparungen von 464Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten allein durch die Substitution des Primärrohstoffs.

Zu den Produktionsemissionen kann für den spezifischen Fall der ORCA auch ein Vorteil im Bereich der Transporte ausgemacht werden. Da es im Hamburger Markt auf Grund der Geologie einen Mangel an Gesteinskörnung gibt, werden fehlende Mengen aus weit entfernten Quellen bezogen (Kieswerke in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, Steinbrüche im Harz und Skandinavien). Eine zusätzliche stadtnahe Bezugsquelle für Körnung hat hier geringere Transportwege zu verzeichnen. Basierend auf einem Vergleich von Körnung aus Hittfeld (Standort ORCA, 25km bis Hamburg) mit Körnung aus Schweden (Anlieferung mit dem Schiff, Umschlag im Hafen) können für diesen Fall ca. 100 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente als Vorteil abgeschätzt werden [6].

Pro Tonne erzeugtem Recyclingprodukt ergibt sich vor dem Hintergrund der getroffenen Annahmen ein Klimavorteil von rund 5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

Im Vordergrund des Projektes steht jedoch der Ressourcenschutz. Das erreichte Ziel hier ist eine vollständige Vermeidung des Primärrohstoffeinsatzes.

Der funktionierende Wasserkreislauf inklusive Aufbereitung ist ein projektinterner Erfolg, der gewährleistet, dass Schadstoffe aus den mineralischen Abfällen nicht an anderer Stelle auftreten und Nachteile bringen. Schadstoffe aus dem Waschwasser werden gezielt im Filterkuchen gebunden und einer kontrollierten Entsorgung zugeführt. Dies entfernt Sie aus der Wertschöpfungskette und folgt damit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz. Das Abscheiden dieser Schadstoffe ist auch im Sinne der Umwelt.

### **3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse**

Das durchgeführte Projekt zeigt sich auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten als tragfähig und zukunftsweisend. Die Investition in die Anlage amortisiert sich

voraussichtlich innerhalb von 12 Jahren, was für ein großtechnisches Umweltprojekt mit hoher technologischer Tiefe einen sehr soliden Wert darstellt.

Im Vergleich zur konventionellen Recyclingtechnik bietet das Verfahren entscheidende Vorteile: Durch die Produktion hochwertiger Recyclingbaustoffe, anstelle minderwertiger Materialien für den Straßen- oder Erdbau, können bessere Absatzpreise erzielt und neue Märkte erschlossen werden. Die Wertschöpfung pro Tonne Inputmaterial ist deutlich höher, da Downcycling vermieden und gleichwertige Primärrohstoffe ersetzt werden. Allerdings ist die hierfür nötige Aufbereitung auch teurer als die in herkömmlichen trockenen Anlagen.

Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil liegt in der Unabhängigkeit von natürlichen Ressourcen wie Sand und Kies. Die Anlage ermöglicht es, dauerhaft aus dem vorhandenen Bauabfallstrom zu schöpfen, wodurch Preisschwankungen, Transportkosten und Verfügbarkeitsrisiken bei Primärrohstoffen umgangen werden. Gleichzeitig wird durch die effiziente Verwertung der Inputmaterialien die Belastung von Deponiekapazitäten reduziert, was nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich von Bedeutung ist.

Die Anlage zeigt zudem ein hohes Skalierungspotenzial: Sie ist modular konzipiert und lässt sich an anderen urbanen Standorten mit ähnlichem Abfallaufkommen wirtschaftlich betreiben. Dadurch ergeben sich langfristig neue Geschäftsmodelle und Wachstumsmöglichkeiten in einem stark wachsenden Marktsegment der urbanen Kreislaufwirtschaft.

### 3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Das im Rahmen des Projekts umgesetzte Verfahren stellt einen deutlichen technologischen Fortschritt gegenüber konventionellen Methoden der Bauabfallaufbereitung dar. Während in der Branche bislang überwiegend trockentechnische Verfahren eingesetzt werden, bestehend aus Brechern, Siebanlagen, Magnetabscheidern und Windsichtern, geht diese Anlage einen neuen Weg mit einem vollständig nassmechanischen, mehrstufigen Konzept. Dieses basiert auf einer Kombination aus Waschen, Attrition, hydrozyklonischer Trennung, optischer Sortierung sowie einer geschlossenen Wasseraufbereitung. Technisch gesehen handelt es sich dabei nicht um ein vollständig neuartiges Einzelverfahren, wohl aber um eine innovative Kombination bewährter Komponenten, die in dieser Form bislang nicht industriell in der Bauabfallaufbereitung umgesetzt wurde.

Im Unterschied zu konventionellen Anlagen, die vorrangig grobe mineralische Fraktionen für den Straßen- und Erdbau liefern, ermöglicht das neue Verfahren eine deutlich tiefere Trennung und Reinigung des Materials. Auch die Integration eines chemisch-physikalischen Wasserkreislaufs, der ohne Abwasser auskommt und Schadstoffe als Filterkuchen bindet, stellt einen entscheidenden technischen Innovationsbaustein dar.

Im Vergleich zu trockenen Verfahren kann mit der projektierten Anlage gezielt Recyclingzuschlagstoff für Hochbauanwendungen hergestellt werden. Dabei kommt Ausgangsmaterial in Frage, dass mit trockenen Verfahren nicht zu Produkten im Sinne einer Norm verarbeitet werden kann. Die Aufbereitung solcher Abfallmaterialien mit konventionellen Nassverfahren (Kieswäschen) ist nicht umweltverträglich und nicht zulässig. Außerdem führen die Störstoffe ohne entsprechende Abscheidung hier zu technischen Problemen.

Insgesamt zeigt sich, dass das Verfahren durch die gezielte Kombination nasser Trenn- und Reinigungstechnik mit intelligenter Stoffstromführung sowie geschlossener Wasserkreislauftechnik eine qualitativ neue Aufbereitungsstufe darstellt. Auch wenn dies zu gestiegenen Prozesskosten führt, geht es über bestehende Systeme hinaus und ermöglicht erstmals die industrielle Produktion hochwertiger Sekundärrohstoffe aus gemischtem Bauschutt in einer Form, die eine direkte Substitution von Primärmaterialien im Hochbau erlaubt. Der innovative Kern des Projekts liegt somit nicht in der Erfindung einzelner Technologien, sondern in deren wirkungsvoller Systemintegration zu einem industriell skalierbaren, umweltverträglichen Gesamtkonzept.

## **4. Übertragbarkeit**

### **4.1 Erfahrungen aus der Praxis**

Die Erfahrungen aus der Umsetzung des Projekts waren insgesamt sehr positiv. Die technische Vorplanung erwies sich als tragfähig und bildete eine verlässliche Grundlage für die spätere Ausführung. Auch die kalkulierten Projektkosten konnten nach einmaliger Korrektur gehalten werden, was für die Qualität der initialen Planung spricht. Die Zusammenarbeit mit den Projektbeteiligten, sowohl intern als auch extern, verlief über weite Strecken konstruktiv und lösungsorientiert.

Dennoch haben sich im Projektverlauf auch einige Punkte gezeigt, bei denen Optimierungspotenzial besteht. So war rückblickend die Auswahl einzelner Zulieferer nicht in allen Fällen ideal. Einige Partner hatten Schwierigkeiten, ihren Leistungsumfang termingerecht und in der erwarteten Qualität zu erbringen. Für zukünftige Projekte wäre es daher sinnvoll, entweder geeignetere Zulieferer auszuwählen oder den Leistungsumfang einzelner Gewerke auf ein für das jeweilige Unternehmen realistisch handhabbares Maß zu begrenzen. Ebenfalls hat sich gezeigt, dass es sinnvoll gewesen wäre, Detailfragen frühzeitig im Planungsprozess vollständig zu durchdenken und bereits im Angebotsstadium mit zu berücksichtigen. Dies hätte den Abstimmungsaufwand und die Kosten während der Ausführungsphase reduziert.

Ein weiterer Punkt betrifft das Projektmanagement: Für ein Vorhaben dieser Komplexität wäre es rückblickend hilfreich gewesen, das Projektteam frühzeitig zu verstärken oder ein externes Projektmanagement mit umfassender Verantwortung zu beauftragen, um Schnittstellen und Zeitpläne noch konsequenter steuern zu können.

Die positiven Erfahrungen überwiegen jedoch deutlich. Die Anlage konnte wie geplant realisiert werden, ohne gravierende Verzögerungen oder Budgetüberschreitungen. Die technische Funktionalität und Leistungsfähigkeit der Anlage bestätigt die getroffenen Entscheidungen in der Planung und Umsetzung. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten eine solide Grundlage, um vergleichbare Projekte künftig noch effizienter zu gestalten.

### **4.2 Modellcharakter/ Übertragbarkeit**

Das in diesem Projekt umgesetzte Verfahren besitzt einen ausgeprägten Modellcharakter und ist auf eine Vielzahl von Unternehmen und Anlagen innerhalb der Baustoff- und Recyclingbranche übertragbar. Die eingesetzte Technik basiert auf typischen, in der Branche etablierten Maschinen, wie Waschtrommeln, Hydrozyklonen, Attritionszellen und Siebtechnik, und erfordert keine speziellen Neuentwicklungen. Dadurch ist das Verfahren nicht nur technologisch robust, sondern auch ohne große Hürden kurzfristig auf andere Standorte und Betriebe anwendbar. Die Umsetzung beschränkt sich im Wesentlichen auf die Bauzeit, die je nach Standort und Genehmigungslage bei etwa zwei bis drei Jahren liegt.

Förderlich für die Übertragbarkeit ist insbesondere der Umstand, dass das Verfahren ohne komplexe Spezialtechnik auskommt. Auch die zunehmende Rohstoffknappheit, steigende Umweltanforderungen und politische Förderprogramme zur

Kreislaufwirtschaft schaffen ein positives Umfeld für die Nachahmung. Ein wesentlicher wirtschaftlicher Anreiz liegt zudem in der Regionalität: Sand und Kies sind schwer transportierbar, weshalb eine ortsnahe, ressourcenschonende Gewinnung aus Bauabfällen für viele Städte attraktiv ist.

Im Berg- und Tagebau werden endliche Ressourcen aus der Erde entnommen und verarbeitet. Dies kann nicht unbegrenzt weitergeführt werden, auch mit steigenden Umweltauflagen und einem zunehmenden Interessenskonflikt in der Flächennutzung zwischen Menschen, Natur und Industrie, müssen Kieswerke sich Gedanken um die Zukunft machen. Die Möglichkeit Produkte verkaufen zu können ohne auf einen ständigen Erwerb von neuen Flächen und den dazugehörigen Genehmigungen abhängig zu sein ist vielleicht der größte Anreiz des gesamten Projektes. Man spricht in diesem Zusammenhang vom ewigen Kieswerk. Selbst wenn die RC-Sande und RC-Kiessande frischen Sanden nur beigemischt werden, kann damit der Verbrauch an natürlichen Ressourcen minimiert werden und die Lebensdauer eines Standortes kann vervielfacht werden. Die Fläche und das vorhandene Produkt unter dieser ist für Kieswerke ihr einziges Wirtschaftsgut und bildet fast ausschließlich den gesamten Wert des Unternehmens. Hier bietet dieser Prozess eine radikale und disruptive Möglichkeit Kieswerke neu zu denken.

In Deutschland gibt es 195 Städte mit über 50.000 Einwohnern, die jeweils über ein ausreichendes Aufkommen an mineralischem Bauabfall verfügen, um den wirtschaftlichen Betrieb einer solchen Anlage zu ermöglichen. Daraus ergibt sich ein realistisches Potenzial für mindestens 200 vergleichbare Anlagen bundesweit. In Europa liegt die Zahl vergleichbarer Städte bei etwa 800, sodass sich auch hier ein erhebliches Übertragungspotenzial ergibt, insbesondere in dicht besiedelten Regionen mit hoher Bautätigkeit.

Ein möglicher Hemmschuh für die schnelle Verbreitung ist der vergleichsweise hohe Investitionsbedarf. Nicht jedes Kieswerk oder Entsorgungsunternehmen verfügt über die Mittel, ein solches Projekt eigenständig umzusetzen. Hier könnten gezielte Förderungen und strategische Partnerschaften helfen, das Verfahren breiter zu etablieren. Insgesamt zeigt sich, dass das Projekt eine praxistaugliche, zukunftsorientierte Lösung darstellt, die in absehbarer Zeit bundes- und europaweit Anwendung finden kann, insbesondere dort, wo Ressourcenschonung, Flächenerhalt und klimafreundliches Bauen im Fokus stehen.

#### **4.3 Kommunikation der Projektergebnisse**

Zur Kommunikation und Verbreitung der Projektergebnisse wurden im Rahmen des Projekts mehrere Maßnahmen umgesetzt, die sowohl den Vorgaben aus dem Zuwendungsbescheid des Umweltinnovationsprogramms (UIP) entsprechen als auch darüber hinausgehen. Ein zentraler Bestandteil war die Erstellung dieses Abschlussberichts, der als offizielle Dokumentation der Ergebnisse dient und dem Bundesministerium sowie weiteren interessierten Stellen zur Verfügung gestellt wird. Darüber hinaus wurden bereits während der Projektlaufzeit Beiträge in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlicht. Diese Publikationen richteten sich gezielt an

Fachpublikum aus der Recyclingwirtschaft, dem Bausektor und dem Bereich Umwelttechnik und trugen dazu bei, das technische Konzept sowie die innovative Wirkung der Anlage einer breiten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen.

Ein weiterer kommunikativer Meilenstein war die feierliche Taufveranstaltung der Anlage. Im Rahmen dieses Ereignisses wurden Vertreterinnen und Vertreter der Branche, der regionalen Politik sowie Fachpublikum eingeladen und im Rahmen von geführten Rundgängen über die Anlage über das Konzept, die Technologie und die erwarteten Umweltauswirkungen informiert. Diese direkte Einbindung von Branchenakteuren trug zur praktischen Verankerung des Projektgedankens bei und förderte den Austausch zwischen potenziellen Nachahmern, Partnerunternehmen und Experten.

Für die Zukunft sind weitere Führungen und Informationsveranstaltungen geplant, bei denen insbesondere Vertreterinnen und Vertreter aus der Recyclingwirtschaft, Bauindustrie, Entsorgungsbetrieben sowie potenzielle Kunden und Projektpartner gezielt angesprochen werden. Diese regelmäßigen Betriebsführungen dienen dazu, den Modellcharakter der Anlage erlebbar zu machen, technische Einblicke zu geben und Nachahmungseffekte anzustoßen.

Es zeigt sich, dass die im Zuwendungsbescheid beauftragten Kommunikationsmaßnahmen erfolgreich umgesetzt wurden und das Projekt bereits jetzt überregional Beachtung findet. Die geplanten weiterführenden Aktivitäten werden diesen Effekt verstärken und die Verbreitung des innovativen Ansatzes in die Branche nachhaltig unterstützen.

## 5. Zusammenfassung/ Summary

### Einleitung

Die Otto Dörner Kies und Deponien GmbH & Co. KG ist ein norddeutsches Familienunternehmen mit Tätigkeitsschwerpunkten in Entsorgung, Recycling und Baustoffversorgung. Angesichts der hohen Mengen mineralischer Bauabfälle und der gleichzeitig begrenzten Primärrohstoffe bestand die Ausgangsproblematik in der unzureichenden stofflichen Verwertung dieser Abfälle. Konventionelle Recyclingverfahren führen häufig zu Downcycling, wodurch das Potenzial der Wertstoffe ungenutzt bleibt.

### Vorhabensumsetzung

Ziel des Projekts war die Entwicklung und Umsetzung einer stationären, nassmechanischen Aufbereitungsanlage zur Herstellung hochwertiger Recyclingbaustoffe. Die Anlage kombiniert Wasch-, Sortier- und Trenntechnik mit geschlossener Wasserführung und ermöglicht die Gewinnung von RC-Sanden und RC-Körnungen, die gleichwertig zu Primärrohstoffen im Hochbau eingesetzt werden können. Die Umsetzung erfolgte ab 2023, die Inbetriebnahme war am 22.08.2025.

### Ergebnisse

Die Anlage verarbeitet rund 650 t Material pro Tag, davon entstehen etwa 500 t hochwertige Produkte. Die Rückgewinnungsquote liegt bei 77 %. Der Stromverbrauch beträgt geschätzt 13.912 kWh/Tag, der Wasserverbrauch liegt bei nur 5 m<sup>3</sup>/Tag (Regenwasser). Das Verfahren spart jährlich rund 120.000 t Primärrohstoffe (Sand/Kies). Die Investition erwies sich als wirtschaftlich tragfähig. Das Projekt wurde planmäßig und erfolgreich umgesetzt.

### Ausblick

Die Erfahrungen aus der Umsetzung zeigen eine hohe Praxistauglichkeit. Aufgrund der Verwendung gängiger Maschinentechnik und der Skalierbarkeit eignet sich das Verfahren zur Übertragung auf viele urbane Standorte. In Deutschland kommen etwa 200, europaweit rund 800 Städte als Standorte infrage. Das Projekt hat damit Modellcharakter für eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft in der Bau- und Recyclingbranche.

### Introduction

Otto Dörner Kies und Deponien GmbH & Co. KG is a family-run company based in northern Germany, active in waste management, recycling, and construction material supply. The project originated from the growing volume of mineral construction waste and the limited availability of primary raw materials. Conventional recycling processes often result in downcycling, missing the potential of high-value resource recovery.

### Project

### Implementation

The project aimed to develop and build a stationary wet-mechanical treatment plant for producing high-quality recycled construction materials. The innovative system combines washing, sorting, and separation technologies with a closed water cycle,

enabling the production of RC sand and aggregates suitable for structural concrete. Implementation began in 2023, and the plant was commissioned on August 22, 2025.

### Project

### Results

The plant processes around 650 t of input material per day, yielding about 500 t of recycled products. The recovery rate reaches 77%. Electricity consumption is 13,912 kWh/day; water use is only 5 m<sup>3</sup>/day, covered by rainwater. The facility avoids the extraction of approximately 120,000 t of primary raw materials per year. The investment proved economically viable, and the project was implemented on time and successfully.

### Prospects

Practical experience confirms the system's high suitability for industrial use. Due to its reliance on standard equipment and modular design, the process can be easily transferred to other urban locations. Around 200 cities in Germany and about 800 across Europe would be suitable for replication. The project thus serves as a model for a resource-efficient circular economy in the construction and recycling industries.

## 6. Literatur

- [1] Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V., Mineralische Bauabfälle: Monitoring 2018 - Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2018, Berlin 2021
- [2] Claus Hecking, CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, WD 8 - 3000 - 056/19. 2019
- [3] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; Informationsblatt CO<sub>2</sub>-Faktoren - Bundesförderung für Energie und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft - Zuschuss; Eschborn 2021  
([https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eev\\_infoblatt\\_co2\\_faktoren\\_2021.html](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eev_infoblatt_co2_faktoren_2021.html))
- [4] Umweltbundesamt (o. J.). „ProBas – Energiebereitstellung Strom“. Online verfügbar unter: <https://www.probas.umweltbundesamt.de/einblick/> Zugegriffen am 13.10.2025.
- [5] Umweltbundesamt; ProBas - Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme: XtraAbbauKies-DE-2020; [www.probas.umweltbundesamt.de](http://www.probas.umweltbundesamt.de); Zugegriffen am 22.02.22
- [6] Bromisch, J.; Präsentation: CO<sub>2</sub>-Produktbilanzierung von Sand- und Kies sowie der Bauschutttaufbereitung; Technische Universität Hamburg - Sustainable Resources and Waste Management; Hamburg 2021 (Kooperation TUHH & OTTO DÖRNER)

## **7. Anhang**

- KGV R0-1 2/8
- KGV R0-1 8/16
- KGV R0-1 16/32
- KGV R0-1 Abweis
- KGV R0-1 Aufgabe
- KGV R0-1 Sand 0/1
- KGV R0-1 Sand 0/2
- KGV R0-1 Leichtstoffe
- Stoffliche Analyse 2/8
- Stoffliche Analyse 8/16
- Stoffliche Analyse 16/32
- Stoffliche Analyse Abweis
- Stoffliche Analyse Aufgabe
- Stoffliche Analyse Leichtstoffe