

BMUB-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Bericht

zum Vorhaben:

**Aufbereitung von Tunnelausbruchmaterial bei einem Nassschnitt-Verfahren (Hydro-Schild) zu einem qualifizierten Baustoff gem. Bauproduktenrichtlinie**

Fördernehmer/-in:

Kies und Beton Baden-Baden GmbH & Co Holding KG

Umweltbereich

Ressourceneffizienz

Laufzeit des Vorhabens

27.03.2017 bis 31.10.2018

Autor

Dipl. Ing. (FH) Thorsten Volkmer

Datum der Erstellung

25.01.2019

**Berichts-Kennblatt**

Aktenzeichen UBA: 3320

Projekt-Nr.: NKa3 – 003320

<p><b>Titel des Vorhabens:</b> Aufbereitung von Tunnelausbruchmaterial bei einem Nassschnitt-Verfahren zu einem qualifizierten Baustoff gem. Bauproduktenrichtlinie</p>	
<p><b>Autor/-en (Name, Vorname):</b> Dipl. Ing. (FH) Thorsten Volkmer</p>	<p><b>Vorhabenbeginn:</b> 27.03.2017</p>
<p><b>Vorhabenende (Abschlussdatum):</b> 31.10.2018</p>	
<p><b>Zuwendungsempfänger/-in (Name, Anschrift):</b> Kies und Beton Baden-Baden GmbH &amp; Co Holding KG</p>	<p><b>Veröffentlichungsdatum:</b> 19.12.2018</p>
<p><b>Seitenzahl:</b> 42</p>	
<p><b>Gefördert im BMUB-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.</b></p>	
<p>Die Kies und Beton Baden-Baden &amp; Co. Holding KG betreibt mit mehreren Tochterunternehmen Sand- und Kieswerke. Am Standort Durmersheim betreibt das Tochterunternehmen Wilhelm Stürmlinger &amp; Söhne GmbH &amp; Co. KG seit 1900 eine Quarzsand- und Kiesgrube, in der im Nassschnittverfahren Oberrheinkies und -sand gewonnen und zu verschiedenen Baustoffen verarbeitet werden. Auf dem Grundstück dieser Tochtergesellschaft soll eine Anlage so umgebaut werden, dass das Tunnelausbruchmaterial, das bei einem Nassschnittverfahren (Hydro-Schild) anfällt, künftig zu einem qualifizierten Baustoff gemäß Bauproduktenverordnung aufbereitet werden kann.</p> <p>Bedingt durch das Vortriebsverfahren im Tunnelbau werden nicht nur Sande und Kiese, sondern auch tonige und eigentlich nicht verwertbare Gesteinsschichten erbohrt. Durch diese Verunreinigungen und durch die zusätzliche Beimischung von Ton-Suspensionen (Bentonite) lassen sich die Tunnelausbruchmassen bisher nicht als Baustoff verwerten, sondern wenn überhaupt, als Auffüllmaterial entsorgt. Das Unternehmen strebt in Anbetracht der endlichen Verfügbarkeit von Rohstoffen und der effizienten Nutzung der Sande und Kiese eine höherwertigere Verwendung der Tunnelausbruchmassen vor Ort an und investiert in die neue Aufbereitung. Ziel des Vorhabens ist die Errichtung einer neuartigen umweltfreundlichen Anlage zur Reinigung und Aufbereitung des Bohrmaterials. Dies geschieht über eine Ergänzung der Standardnassaufbereitung um eine Doppelwellenschwertwäsche und einer anschließenden Klassierung des gewonnenen Materials. Da die entstehenden, tonhaltigen Waschwässer nicht z.B. in den benachbarten Baggersee abgeleitet werden dürfen, muss ein geschlossener Waschwasserkreislauf mit Abtrennung der Tonbestandteile errichtet werden. Dies geschieht über Zyklone, Flockungs- Sedimentationseinheiten, einer anschließenden Kalkzugabe sowie einer abschließenden Entwässerung über eine Kammerfilterpresse.</p> <p>Mit dem Vorhaben können jährlich ca. 400.000 Tonnen und insgesamt über 3-4 Jahre 1,5 Mio. Tonnen Abfall und 700.000 m<sup>3</sup> Deponierauminanspruchnahme vermieden werden. Von den 1,5 Mio. Tonnen an Tunnelausbruchmaterial werden rd. 1,4 Mio. Tonnen in den Baustoffkreislauf geführt. Damit kann diese Menge an Primärrohstoffen eingespart werden. Mit dem Vorhaben wird der Frischwasserverbrauch von ca. 2,00 m<sup>3</sup>/t auf ca. 0,25 m<sup>3</sup>/t reduziert.</p>	
<p><b>Schlagwörter:</b> Tunnelvortrieb, Ausbruchmaterial, Hydroschild, Kieswerk, Aufbereitung, Bauprodukt, Waschwasserkreislauf, Kammerfilterpresse</p>	
<p><b>Anzahl der gelieferten Berichte</b> Papierform: 6 Elektronischer Datenträger: CD / email</p>	<p><b>Sonstige Medien:</b> Veröffentlichung über Fachvorträge beim iste und MIRO</p>

**Berichts-Kennblatt**

Aktenzeichen UBA: 3320

Projekt-Nr.: NKa3 – 003320

<b>Titel des Vorhabens:</b> Aufbereitung von Tunnelausbruchmaterial bei einem Nassschnitt-Verfahren zu einem qualifizierten Baustoff gem. Bauproduktenrichtlinie	
<b>Autor/-en (Name, Vorname):</b> Dipl. Ing. (FH) Thorsten Volkmer	<b>Vorhabenbeginn:</b> 27.03.2017
<b>Vorhabenende (Abschlussdatum):</b> 31.10.2018	
<b>Zuwendungsempfänger/-in (Name, Anschrift):</b> Kies und Beton Baden-Baden GmbH & Co Holding KG	<b>Veröffentlichungsdatum:</b> 19.12.2018
<b>Seitenzahl:</b> 42	
<b>Gefördert im BMUB-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.</b>	
<p>The Kies und Beton Baden-Baden &amp; Co. Holding KG operates sand and gravel plants with several subsidiaries. At the Durmersheim site, the subsidiary Wilhelm Stürmlinger &amp; Söhne GmbH &amp; Co. KG has had a quartz sand and gravel pit since 1900 in which upper Rhine gravel and sand are extracted using the wet-cutting process and processed into various building materials. On the property of this subsidiary a plant is to be converted in such a way that the tunnel excavation material, which accumulates with a wet cut procedure (hydro-shield), can be processed in the future to a qualified building material in accordance with building product regulation. Due to the tunnelling process not only sand and gravel, but also clayey and actually unusable rock layers are drilled. Due to these impurities and the additional admixture of clay suspensions (bentonites), the tunnel excavation masses cannot yet be recycled as a building material, but can be disposed of as filling material if at all. In view of the finite availability of raw materials and the efficient use of sand and gravel, the company is striving for a higher-quality use of the tunnel excavation masses on site and is investing in new processing facilities. The aim of the project is the construction of a new environmentally friendly plant for cleaning and processing the drilling material.</p> <p>This is done by supplementing the standard wet processing with double-shaft sword washing and subsequent classification of the material obtained. Since the resulting clay-containing washing water must not be discharged, for example, into the neighbouring quarry pond, a closed washing water circuit with separation of the clay components must be set up. This is done via cyclones, flocculation sedimentation units, subsequent lime addition and final dewatering via a chamber filter press.</p> <p>With the project, approx. 400,000 tons of waste per year and a total of 1. 5 million tons of waste and 700,000 m<sup>3</sup> of landfill space can be avoided over a period of 3-4 years. Of the 1. 5 million tonnes of tunnel excavated material, around 1. 4 million tonnes will be fed into the building materials cycle. This means that this amount of primary raw materials can be saved. The project will reduce fresh water consumption from approx. 2. 00 m<sup>3</sup>/t to approx. 0. 25 m<sup>3</sup>/t.</p>	
<b>Schlagwörter:</b> Tunnelvortrieb, Ausbruchmaterial, Hydroschild, Kieswerk, Aufbereitung, Bauprodukt, Waschwasserkreislauf, Kammerfilterpresse	
<b>Anzahl der gelieferten Berichte</b> Papierform: 6 Elektronischer Datenträger: CD / email	<b>Sonstige Medien:</b> Veröffentlichung über Fachvorträge beim iste und MIRO

# INHALTSVERZEICHNIS

## 1. Einleitung

1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens

1.2. Ausgangssituation

## 2. Vorhabenumsetzung

2.1. Ziel des Vorhabens

2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

2.3. Umsetzung des Vorhabens

2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms

## 3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung

3.2. Stoff- und Energiebilanz

3.3. Umweltbilanz

3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

## 4. Übertragbarkeit

4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung

4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)

## 5. Zusammenfassung / Summary

## 6. Literatur

## 7. Anhang

# 1. Einleitung

## 1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Kies und Beton GmbH & Co. Holding KG betreibt mit mehreren Tochterunternehmen Sand- und Kieswerke.

Die Tochtergesellschaft **Wilhelm Stürmlinger & Söhne GmbH & Co. KG (STÜ)** betreibt am Standort Durmersheim seit 1900 eine Quarzsand- und -kiesgrube in der im Nasschnittverfahren Oberrheinkies und -sand aus einer Tiefe von bis 35 m gewonnen wird (**Abbildung 1**).



**Abbildung 1: Lage des Kieswerkes Stürmlinger**

Aus dem Grubenkies werden Sande und Kiese für die Bauindustrie hergestellt. Im Wesentlichen sind es Gesteinskörnungen für die Herstellung von Transportbeton, Betonfertigteilen und Betonwaren sowie für die Asphaltherstellung. Ebenso werden Produkte für die Estrich- und Mörtelindustrie und Wandbaustoffe hergestellt.

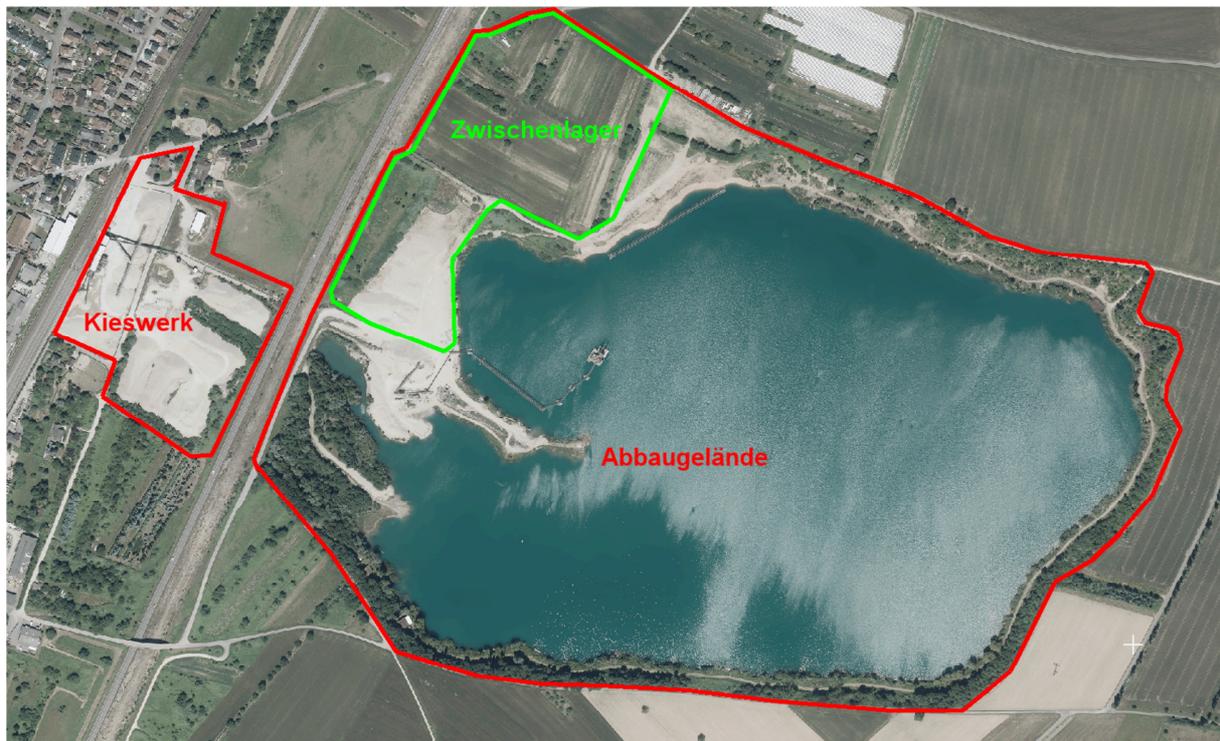
Das Werk bereitet derzeit ca. 200 bis 250 t Sand und Kies pro Stunde auf. Die Anlage wird im Zweischichtbetrieb betrieben und kann hierdurch zwischen 300.000 t und 500.000 t im Jahr herstellen.

Die Produktion von Gesteinskörnungen erfolgt im Wesentlichen zur Bedarfsdeckung im regionalen Markt. Durch das hohe Eigengewicht der Sande und Kiese sind sie

sehr frachtintensiv und lassen nur geringe Transportwege zu. Für LKW ergibt sich somit ein Radius von bis zu 100 km, womit der Raum Karlsruhe, Pforzheim und Stuttgart sowie die Südliche Pfalz abgedeckt werden können.

Zusätzlich verfügt das Werk auch über eine eigene Bahnverladung. Da die Züge im Mittel 1.400 t bis 1.600 t Material mitnehmen können, ist hier ein wirtschaftlicher Transport auch in die angrenzenden Bundesländer möglich.

Das Werksgelände der STÜ ist zweigeteilt. Im Westen liegt die Aufbereitungsanlage mit Fertigproduktlagern und Bahnverladung. Im Osten befindet sich das Abbaugelände mit dem Zwischenlager für die Tunnel-Ausbruchmassen (**Abbildung 2**).



**Abbildung 2: Übersicht Kieswerk Stürmlinger**

Die aktuell gültige Abbaugenehmigung für das Werk läuft noch bis Ende 2018. Das Verfahren für die Anschlussgenehmigung ist abgeschlossen. Die Erweiterungsgenehmigung wird Anfang 2019 erwartet.

## 1.2. Ausgangssituation

Aktuell wird in direkter Nähe zum Kieswerk Stürmlinger ein eingleisiger, zweiröhriger, Eisenbahn-Tunnel mit einer Länge von ca. 4.300 m errichtet.

Der Tunnel verläuft unter der Stadt Rastatt hindurch. (**Abbildung 3**).

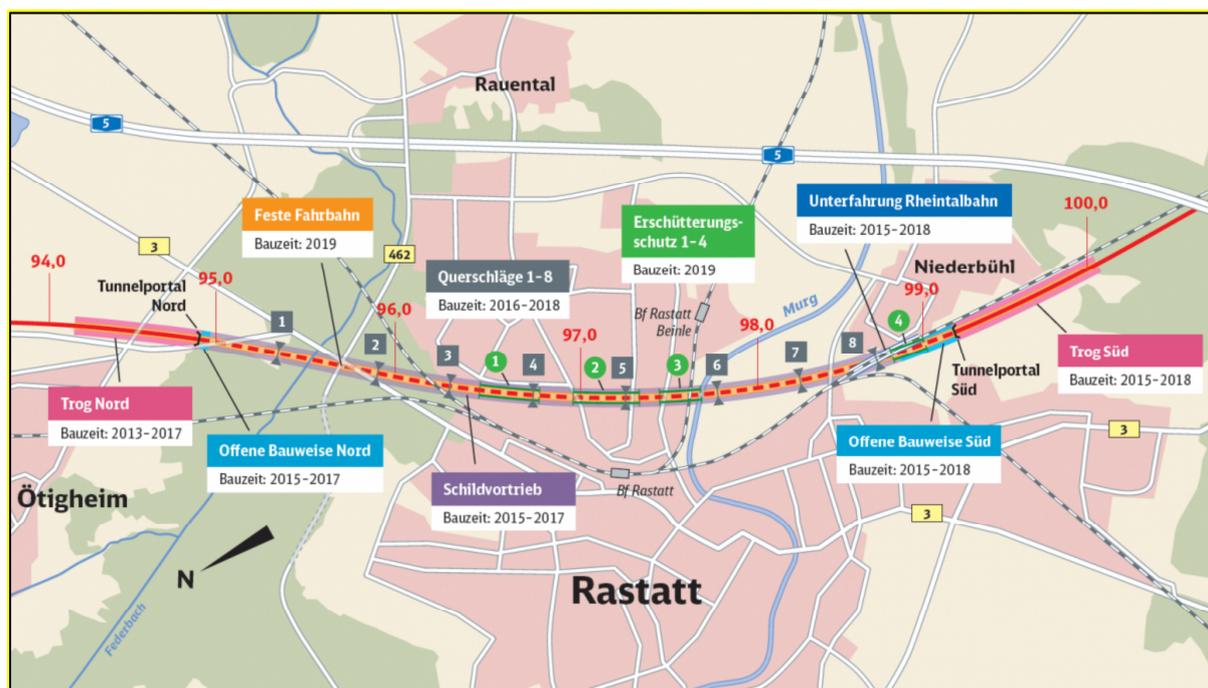


Abbildung 3: Verlauf Tunnel Rastatt (DB Netz)

Aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse kommt für den Tunnel über weite Strecken nur eine geschlossene Bauweise unter Verwendung einer Vortriebsmaschine in Frage. Der Vortrieb erfolgt mit 2 Tunnelvortriebsmaschinen von der Nordseite aus.

Beim Bau der Tunnel-Röhren werden Sand- und Kiesschichten durchbohrt, die erdzeitgeschichtlich dem Quartär und Tertiär zuzuordnen sind. Diese so erbohrten Lockergesteine entsprechen den im direkten Umfeld gewonnenen Grubenkiesen, die in benachbarten Kieswerken zu Baustoffen aufbereitet werden. Im Gegensatz zum Kieswerk-Material sind sie mit Feinanteilen angereichert und verunreinigt. Dies ist dem Bohrverfahren mit einem Hydroschild geschuldet. Hierbei werden Ton-Suspensionen (Bentonite) in das Erdreich vor der Bohrmaschine verpresst, um dann im Anschluss einen sicheren Bohrbetrieb zu gewährleisten. Die so mitgewonnenen geogenen und technisch notwendigen Feinanteile sind Grund dafür, dass Bohrgut aus solchen Maßnahmen bisher immer als Verfüllmaterial entsorgt wurde. Nur durch eine aufwendige und intensive Aufbereitung ist die Veredelung zu einem Baustoff gem. Bauproduktenverordnung und damit eine Verwendung z. B. im Beton oder Asphalt möglich.

Insgesamt fallen durch die Tunnelbaumaßnahme ca. 1.500.000 t Ausbruchmassen an. Diese Aushubmassen, von denen nur ca. 100.000 t ohne Aufbereitung genutzt werden können, gelten rechtlich als Abfall, da seitens des Bauherren ein Entsorgungsgedanke besteht.

Der Entsorgungsfachbetrieb **MIV Mineralverwertungs GmbH & Co. KG (MIV)**, ist mit der Entsorgung und Verwertung aller Massen aus dem Tunnelvortrieb beauftragt.

Die **Wilhelm Stürmlinger und Söhne GmbH & Co. KG (STÜ)** hat für die Zwischenlagerung in ihrem Kieswerk auf der zukünftigen Abbaufäche eine Fläche von ca. 10,0 ha Größe zur Verfügung gestellt (**Abbildung 2**). Hier werden die gesamten Massen aus dem Tunnelvortrieb angeliefert und gelagert. Es ist vorgesehen hier ca. 1.400.000 t des Aushubes zu lagern. Dieses Zwischenlager wurde gem. BImSchG genehmigt.

Nach Freigabe der Massen ist vorgesehen, die Tunnel-Kiese einem weiteren Aufbereitungsprozess zuzuführen. Dieser gleicht grundsätzlich einer Nassaufbereitung in einem Kieswerk. Aufgrund der anhaftenden Feianteile sind hier jedoch erhebliche zusätzliche Aufwendungen notwendig, um das Material aufzuschließen und abzutrennen. Auch sind eine aufwendige Waschwasseraufbereitung und die Errichtung eines Wasserkreislaufes notwendig, um sicherzustellen, dass mögliche Fremdstoffe aus der Aufbereitung nicht in den See und damit ins Grundwasser gelangen können. Nur so ist eine Aufbereitung des Abfalls zu einem hochqualifizierten Baustoff möglich.

Für die STÜ bedeutet dies im Gegenzug die Schonung des eigenen Rohstoffvorkommens.

Basis für die neue Aufbereitungstechnik stellt das bestehende Kieswerk mit seiner Nassaufbereitung der STÜ dar (**Abbildung 4**). Dieses Werk soll bei gleicher Durchsatzleistung anlagentechnisch ergänzt und aufgerüstet werden, um die stark verunreinigten Massen zu waschen und zu klassieren.



**Abbildung 4: Bestehende Aufbereitung vom Kieswerk Stürmlinger**

Da beim Tunnelvortrieb mit zwei Bohrmaschinen gleichzeitig gearbeitet wird, fallen hier bei Tagesleistungen von 20 m pro Bohrmaschine rund 2.000 m<sup>3</sup> pro Röhre bzw. insgesamt bis zu 8.000 t/d Ausbruchmassen an.

Diese Mengen können und sollen im Rahmen des erweiterten Gedankens der Ressourcen-Effizienz zu hochqualifizierten Bauprodukten aufbereitet werden. Eine Verkipfung oder anderweitige Entsorgung soll vermieden werden. Es ist Ziel, die bestehenden Märkte mit hochqualifizierten Produkten zu beliefern. Da die Aufbereitung zu so hochwertigen Produkten nur mit deutlich geringeren Stunden- und Tagesleistungen möglich ist, wie das Material beim Tunnelbau anfällt, müssen die Anlieferung und Aufbereitung entkoppelt werden. Eine Zwischenpufferung auf dem o. g. Zwischenlager ist somit zwingend (**Abbildung 5**).



**Abbildung 5: Lagerhaltung des Tunnel-Ausbruchmaterials beim Kieswerk Stürmlinger**

Durch den geringen Abstand des Kieswerkes und des Zwischenlagers der STÜ zum Baufeld des Tunnels von nur 6 km ist hier auch eine Minimierung von Transportwegen und damit eine deutliche Optimierung Ökobilanz gegeben (**Abbildung 1**). Ein Verbringen der Ausbruchmassen z. B. in andere Bundesländer, wie bei ähnlichen Bauvorhaben in der Vergangenheit und aktuell praktiziert, ist nicht notwendig.

## 2. Vorhabenumsetzung

### 2.1. Ziel des Vorhabens

Die aus den Tunnelröhren stammenden Ausbruchmassen sind vorrangig Sande und Kiese, die vom Grundsatz her denen in den benachbarten Kieswerken gewonnenen Grubenkiesen entsprechen. Bedingt durch das Vortriebsverfahren im Tunnel werden aber auch tonige und eigentlich nicht verwertbare Gesteinsschichten erbohrt. Lediglich die hierdurch bedingten starken Verunreinigungen lassen eine Verwendung als Baustoff nicht zu. Bisher wurden bei allen bekannten Tunnel-Bauprojekten deshalb die Ausbruchmassen nicht als Baustoff sondern wenn überhaupt, als Auffüllmaterial verwendet (**Abbildung 6**).



**Abbildung 6: Stark verunreinigtes Tunnelmaterial mit hohen Schlammanteilen**

Aus unserer Sicht ist dies eine Ressourcen-Verschwendung.

In Anbetracht der endlichen Verfügbarkeit von Rohstoffen ist eine Verwendung der Tunnelausbruchmassen als Abfall bzw. max. als minderwertiges Auffüllmaterial nicht vertretbar.

Auch steht ein solches Handeln im Gegensatz zu den immer stärker werdenden Interessenskonflikten bei der Nutzung von Flächen (Naturschutz, Umweltschutz, Landwirtschaft, Forst, Gemeinwohl und Rohstoffabbau).

Eine Verwertung der Tunnelausbruchmassen vor Ort bzw. mit kürzest möglichen Transportwegen als hochqualifizierter Baustoff muss das Ziel sein.

Aus diesem Grund wurde von STÜ ein Konzept erstellt, bei dem die Reinigung der Ausbruchmassen unter Berücksichtigung der bautechnischen Verunreinigungen im Vordergrund steht. Ziel war die möglichst komplette Verwendung dieses Sekundär-Rohstoffes bzw. Abfalls als hochqualifizierter Baustoff gem. Bauprodukteverordnung.

Zum Schutz der Ressourcen des Standortes Durmersheim, sowie der Natur und vor allem der Anwohner, soll die bestehende Anlage so umgebaut werden, dass während des Aufbereitungsprozesses die für das Bauprodukt schädlichen Bestandteile abgewaschen werden können. In einem zweiten Aufbereitungsprozess sind diese Störstoffe jedoch wieder aus dem Waschwasser zu entfernen, damit keine schädlichen Auswirkungen auf Natur und Umwelt entstehen.

Das Innovationsprojekt spart aufwendige Transporte, Deponievolumen und schont die Ressourcen im Sinne des Gedankens der Rohstoffsicherung. Durch die Umsetzung des Stürmlinger-Innovationsprojektes können die nachstehenden Ziele erreicht werden:

- 1. Ortsnahe Entsorgung der Abfallstoffe (Ausbruchmassen) aus dem Tunnel-Röhren des BV Tunnel. Hier besonders all diese, die unter der AVV-Nr. 17 05 04 fallen. Minimierung der Transportwege durch die örtliche Verwertung der Massen und keine Abfuhr in weit entfernte Deponien.**
- 2. Reduktion der als Abfall zu entsorgenden Massen um nahezu 100%, weil eine Aufbereitung zu Baustoffen realisiert wird.**
- 3. Einsparung von wertvollem Deponievolumen, durch die Verringerung der zu deponierenden Menge um ca. 1.400.000 t bzw. ca. 700.000 m<sup>3</sup>.**
- 4. Schonung der Rohstoffvorkommen und Sicherung der Rohstoffversorgung in der Raumschaft.**
- 5. Reduktion des benötigten Frischwassers für die Aufbereitung von Baustoffen um ca. 85 %.**
- 6. Optimierung des Aufbereitungsprozesses von Rohstoffen durch den Einsatz einer lastabhängigen Steuerung.**
- 7. Optimale Ausnutzung des Transportmittels Bahn durch die Auswahl eines Aufbereitungsstandortes mit Bahnanschluss und hierdurch weitere CO<sub>2</sub>-Reduktion.**

## **2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)**

Das Innovationsprojekt der STÜ sieht vor, aus dem als Abfall eingestuftem Tunnelausbruchmaterial hochwertige Baustoffe zu erzeugen.

Im ersten Schritt wurde im Sommer 2013 eine Bachelorarbeit mit dem Thema „**Aufbereitung von Sanden und Kiesen, die beim Tunnelvortrieb mit einem Hydro-schild anfallen**“ an der technischen Fachhochschule Georg Agricola für Rohstoff,

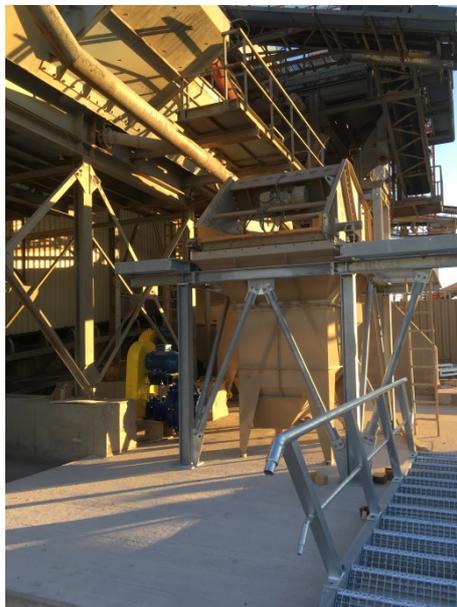
Energie und Umwelt zu Bochum erstellt. Hier wurde die grundsätzliche Machbarkeit eruiert und ein Lösungsansatz für eine entsprechende Aufbereitung ausgearbeitet. Auf der Basis dieser Erkenntnisse wurden dann die weiteren Versuchs- und Entwicklungsschritte aufgebaut.

In Abstimmung mit den Fach- und Genehmigungsbehörden wurde die genehmigungsrechtliche Durchführbarkeit abgestimmt. Hierbei wurde klar definiert, dass bei der Aufbereitung von Abfällen grundsätzlich eine Verunreinigung von Grundwasser auszuschließen ist. Aus diesem Grund wurde die Vorgabe gemacht, dass das Waschwasser im Kreislauf gefahren werden muss. Die daraus resultierende Schlussfolgerung war die Notwendigkeit das Waschwasser von Feinanteilen zu reinigen.

Somit waren zwei Problemstellungen abzarbeiten. Erstens die Reinigung der Gesteinskörnungen und zweitens die Reinigung des Waschwassers.

In den anschließenden Versuchen wurde ermittelt, dass die Körnungen mit einer Größe über 8 mm in einer Schwertwäsche zusätzlich auszuschließen sind.

Das Waschwasser, mit dem die organischen Bestandteile mittels Aquamatoren aus dem Kies abgetrennt werden, muss ebenfalls in den Kreislauf zurückgeführt werden. Hier bedarf es aber einer zusätzlichen Siebmaschine zur Entholzung des Wassers, um das Waschwasser nicht dauerhaft mit Holz anzureichern (**Abbildung 7**).



**Abbildung 7: Siebmaschine zur Holzabtrennung aus dem Waschwasser**

Das Waschwasser ist mittels Zyklon-Technik (**Abbildung 8**) komplett von Mittel- und Grobsanden zu befreien, so dass ausschließlich abschlämmbare Bestandteile (kleiner 0,063 mm) im Wasser verbleiben. Dies reduziert den Bedarf an Flockungsmittel und Kalk in den folgenden Wasser-Aufbereitungsschritten.

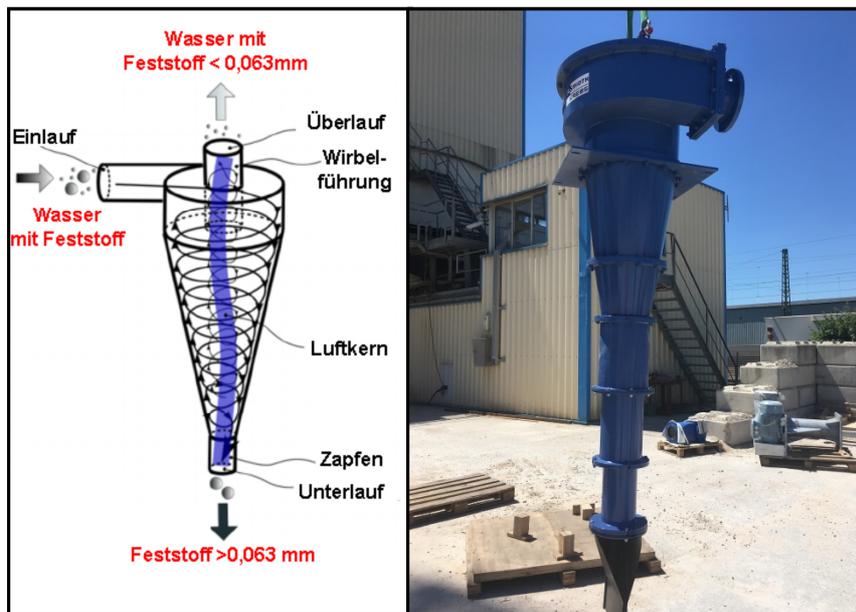


Abbildung 8: Zyklonwirkungsweise und der bei Stürmlinger eingesetzte Zyklon

Das Waschwasser selbst beinhaltet nach den vorgeschalteten Prozessen lediglich noch die abschlämmbaren Feinstanteile mit einer Größe  $< 0,063\text{ mm}$ . Um diese abzutrennen, wird dem Wasser Flockungsmittel zugegeben. Hierdurch wird erreicht, dass die Feinstanteile sich aufgrund von elektrischen Ladungen zu Flocken verklumpen (**Abbildung 9**).



Abbildung 9: Waschwasser mit Schlamm vor und nach dem Flocken

Die so erzeugten Flocken können dann im nachgeschalteten Lamellenklärer sedimentieren (**Abbildung 10, 11, 12, 13**). Der Flockungsmittelbedarf beläuft sich auf ca. 7 ltr. pro 100 t aufzubereitendem Rohkies.

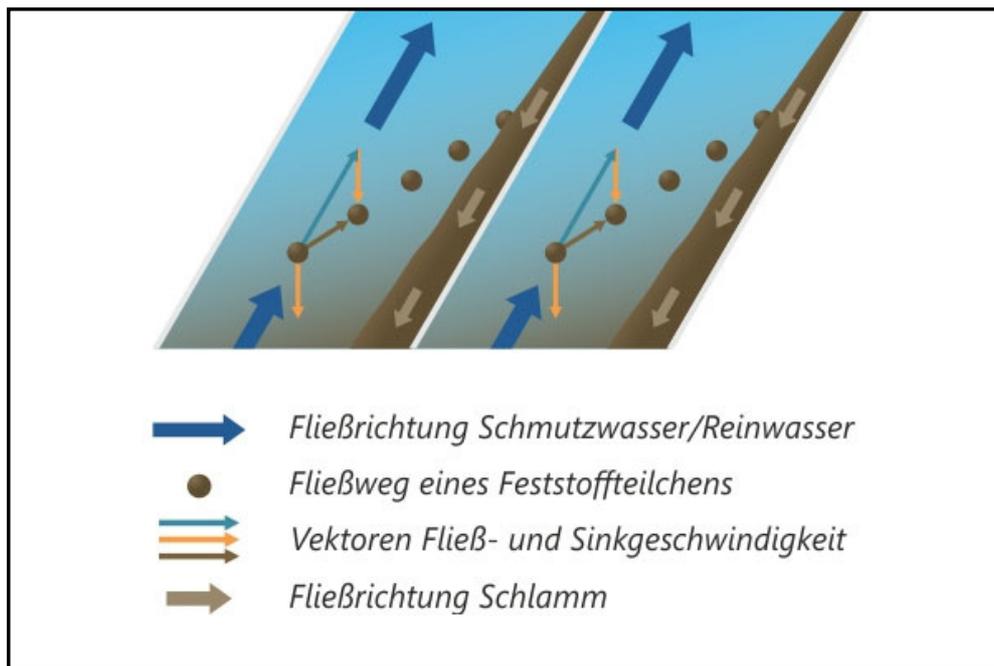


Abbildung 10: Funktion der Schlammsedimentation im Lamellenklärer (Fa. Leiblein)

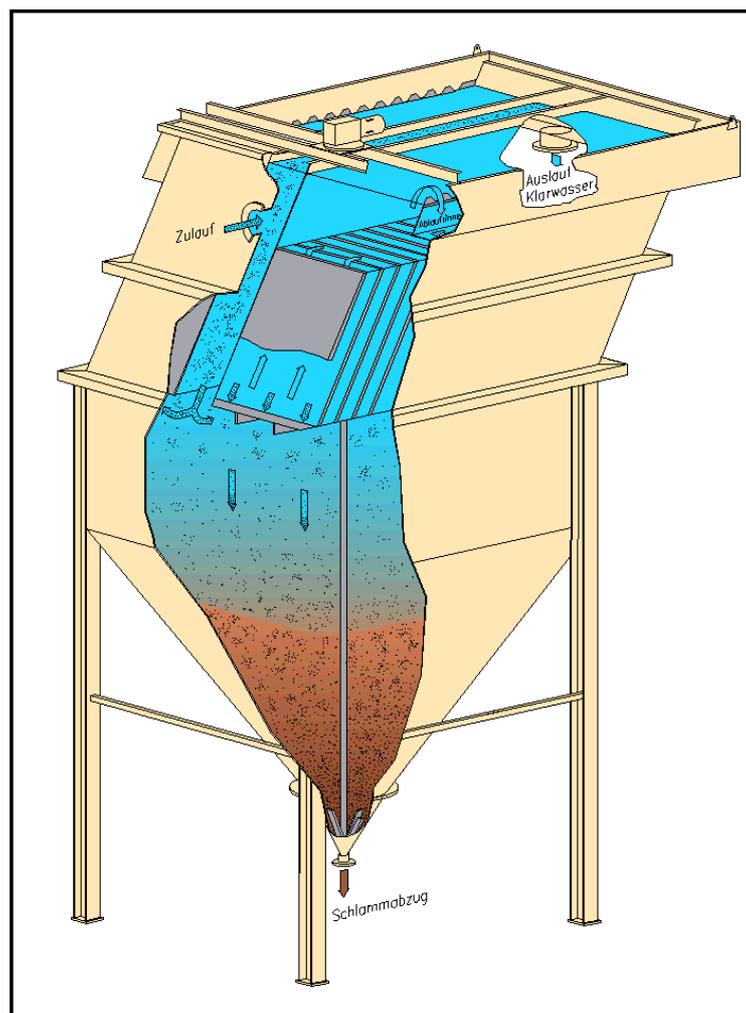


Abbildung 11: Funktion des Lamellenklärer (Fa. Leiblein)



**Abbildung 12: Bei Stürmlinger eingesetzter 174 m<sup>3</sup>-Lamellenklärer**



**Abbildung 13: Geklärtes Wasser nach dem Lamellenklärer**

Der im Lamellenklärer abgetrennte Schlamm wird gesammelt. Bei einem mittleren Schlammanteil im Rohkies von ca. 11 % fallen bei einer Aufgabeleistung von 150 bis 180 t/h in einer effektiven Produktionszeit von ca. 14 h/d zwischen 230 und 280 t pro Tag an. Die nachgeschaltete Entwässerungseinheit ist für ca. 12 t/h Feststoff ausgelegt. Somit muss diese zwischen 19 und 24 h/d laufen, um das Schlammaufkommen zu verarbeiten. Aufgrund dieser Zeitdifferenz zwischen Schlammabtrennung und Entwässerung ist der Anlage ein Schlammstapelsilo zwischengeschaltet, um den Schlamm zu puffern.

Die Entwässerung des Schlammes erfolgt mittels einer Kammerfilterpresse. Diese Presse ist mit 89 Pressplatten ausgestattet (**Abbildung 14**). Jeder einzelne Filterkuchen hat ein Schlammgewicht von ca. 100 kg (**Abbildung 15**). Eine Pressung benötigt je nach Schlammzusammensetzung zwischen 25 und 45 Minuten.



**Abbildung 14: Kammerfilterpresse**



**Abbildung 15: Ausgeworfene Filterkuchen**

Um die Pressergebnisse zu optimieren wird dem Schlamm bis zu 5% Kalkhydrat zugegeben (**Abbildung 16**). Hierfür wird dieser im Vorfeld mit Wasser in einem Zwangsmischer zu einer Kalkmilch angerührt. Die Vermischung mit dem Schlamm erfolgt in Konditionierungsbecken (**Abbildung 19**).



**Abbildung 16: Kalkhydratsilo**



**Abbildung 19: Rührwerksbecken zur Schlammkonditionierung**

Durch die Zugabe von Kalkhydrat wird erreicht, dass der Kalk besser entwässert. Hierdurch können Restfeuchten von unter 30% erreicht werden. Im Idealfall werden sogar 25% Restfeuchte erreicht. Außerdem wird durch den Kalk erreicht, dass die Filterkuchen sich besser ablösen und selbständig aus der Presse herausfallen.

In der **Abbildung 20** sind die Anpassungen/Ergänzungen der Aufbereitungsanlage in das aktuelle Fließbild eingetragen und farblich (gelb) hinterlegt.

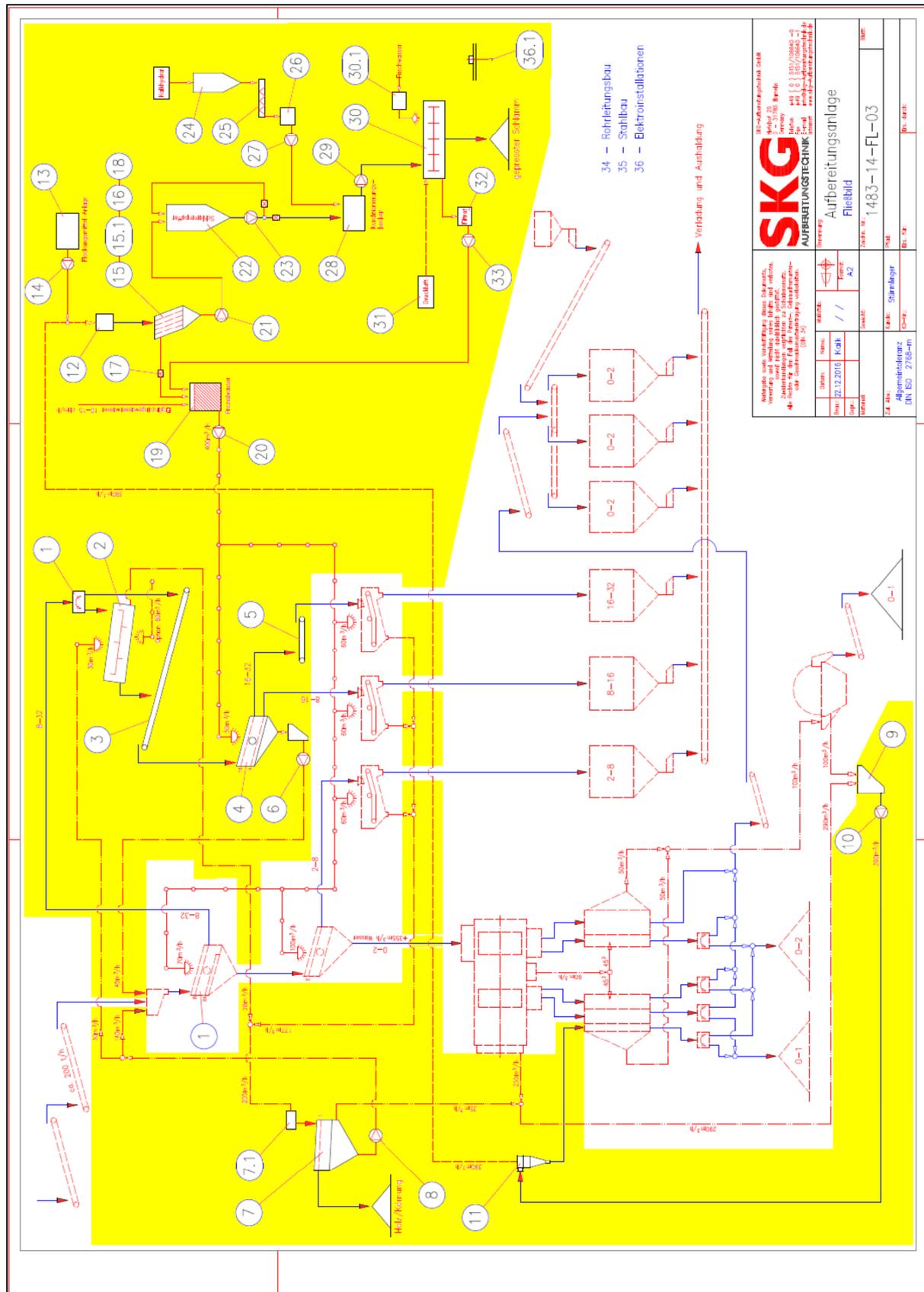
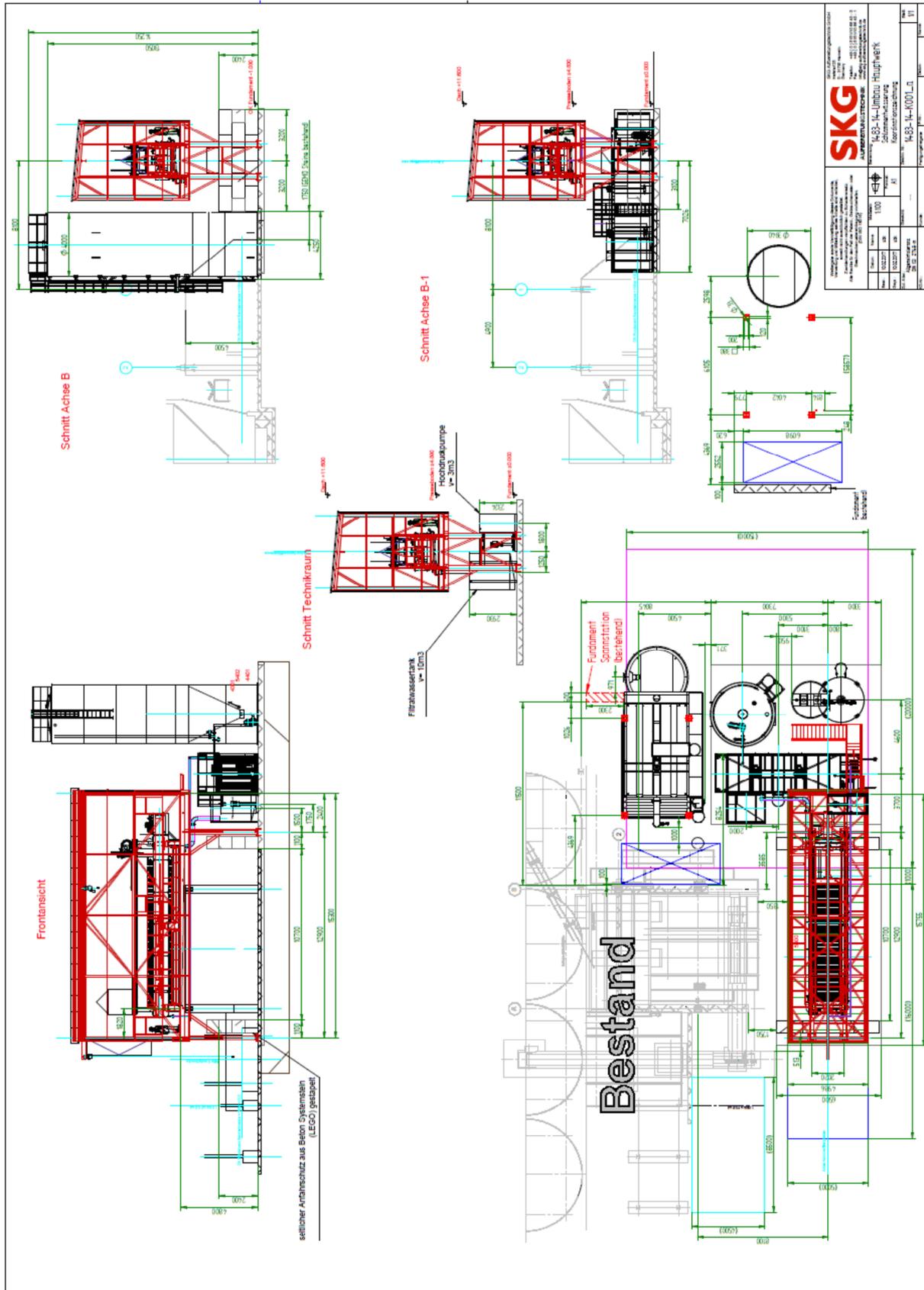


Abbildung 20: Fließbild der Aufbereitung mit neuen Anlagenteilen (gelb hinterlegt)

In der **Abbildung 21** ist der Aufstellungsplan der Waschwasser-Aufbereitungsanlage dargestellt.



**Abbildung 21: Aufstellungsplan der Waschwasser-Aufbereitung bei Stürmlinger**

Der so entstehende Schlamm kann aufgrund seiner Eigenschaften unterschiedliche Anwendungen finden. Ein Einsatz bei der Herstellung von Kalksandsteinen oder Zement ist ebenso denkbar, wie der Einsatz als Deponieabdichtungsmasse oder bei der Bodenverbesserung bei sehr trockenen Böden.

Somit kann hierdurch eine nahezu komplette Verwertung des gesamten Abfalls herbeigeführt werden. Dies ist die optimale Rohstoffschonung und -nutzung bei minimaler Wassernutzung.

Die besondere Herausforderung bei dem Umbau der bestehenden Aufbereitungsanlage sind im Schwerpunkt nicht die Einzelkomponenten, die in ihrer Form schon bestehen und in anderen Industriezweigen Anwendung finden, sondern die Abstimmung und Auswahl für die hier vorgegebenen Dimensionen von bis zu 200 t/h Aufgabegut bei 450 m<sup>3</sup>/h Wasser sowie Feinanteilen von bis zu 12 M.-% in einem zweischichtigen Produktionsbetrieb.

Das gesamte Kieswerk wird steuerungstechnisch überwacht.

Mittels Bandwaagen werden die Aufgabemengen ermittelt. Diese Information ist aber für den hier geforderten optimalen Aufbereitungsprozess nicht ausreichend.

Das Aufgabegut schwankt in seiner Kornzusammensetzung, wie jeder andere Rohstoff auch. Hierdurch kann es dazu kommen, dass die Aufbereitungseinheiten für die groben Fraktionen stark beaufschlagt werden, wenn gleichzeitig die Anlagen für die Feinfraktionen nur wenig Material bekommen. Innerhalb kurzer Zeit kann es sich komplett umgekehrt verhalten.

Da die Prozesse aber nur dann optimal laufen, wenn die Maschinen möglichst gleichmäßig beschickt werden, ist hier ein permanentes Eingreifen der Steuerung notwendig. Es wird die Stromaufnahme jeder einzelnen Einheit (Siebmaschinen, Zubringerbänder usw.) erfasst. Hieran ist auf Basis dieser sehr sensiblen Messung erkennbar, ob die Einheit mit ausreichend Material befüllt wird oder nicht. Die Steuerung vergleicht so permanent alle relevanten Maschinen und erkennt, ob alle im Optimum laufen. Gleichzeitig werden die Istwerte bewertet. Kommt eine Einheit in die Gefahr, die 100% der Soll-Belastung zu überschreiten, so wird von der Steuerung automatisch die gesamte Aufgabemenge reduziert. Ist der Wert von 100% wieder unterschritten, regelt die Anlage die Aufgabemenge wieder hoch, bis diese Einzelmachine oder eine andere des Systems die 100% überschreitet. Auf diese Weise wird immer für eine maximal verträgliche Aufgabemenge gesorgt.

Zeitgleich werden die Stromaufnahmen aufgezeichnet, so dass auch eine direkte Beziehung zwischen Aufgabemenge und Stromverbrauch hergestellt und bewertet werden kann.

Neben dem eigentlichen Klassierprozess der Gesteinskörnungen bedarf es auch der Steuerung der Waschwasseraufbereitung. Hier werden über unterschiedliche Son-

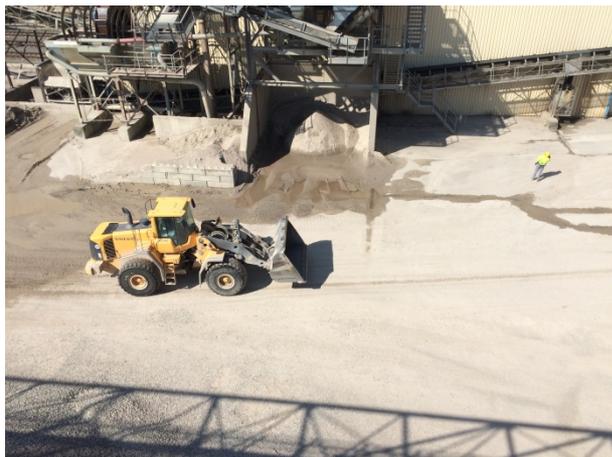
den die Füllstände und die Funktionsweisen der Einzeleinheiten ermittelt. Hier erfolgt auch eine Rückmeldung an die Klassiersteuerung, ob noch ausreichend Wasser zur Verfügung steht.

Insgesamt kann durch diese Systeme vermieden werden, dass das Werk unkontrollierte Leerläufe erfährt. Auch wird permanent auf die Schwankungen in der Zusammensetzung und Qualität des Aufgabegutes reagiert.

### 2.3. Umsetzung des Vorhabens

In den Folgenden Abbildungen sind Einzelphasen des Umbaus dargestellt. Einerseits ist die Betonage der Hoffläche für die neue Waschwasseraufbereitung zu erkennen. Andererseits ist zu erkennen, wie das Dach des alten bestehenden Kieswerkgebäudes geöffnet wurde, um die zusätzlichen und neuen Anlagen einzubauen.

#### VORHER



**Abbildung 22**



**Abbildung 23**

#### HOFBETONAGE



**Abbildung 24**



**Abbildung 25**



**Abbildung 26**



**Abbildung 27**

### **ÖFFNUNG DES DACHES**



**Abbildung 28**



**Abbildung 29**

### **AUSRÄUMEN DES ALTEN KIESWERKES**



**Abbildung 30**



**Abbildung 31**

## EINBAU DER NEUEN KOMPONENTEN



**Abbildung 32**



**Abbildung 33**



**Abbildung 34**



**Abbildung 35**



**Abbildung 36**



**Abbildung 37**



**Abbildung 38**

## **EINHEBEN DER NEUEN KOMPONENTEN**



**Abbildung 39**



**Abbildung 40**

## **AUFBAU DER WASCHWASSERAUFBEREITUNG**



**Abbildung 41**



**Abbildung 42**



**Abbildung 43**



**Abbildung 44**



**Abbildung 45**



**Abbildung 46**



**Abbildung 47**



**Abbildung 48**



**Abbildung 49**

## AUFBAU DER KAMMERFILTERPRESSE



Abbildung 50



Abbildung 51

## NACHER



Abbildung 52

### 2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Da es sich bei dem aufzubereitenden Rohmaterial vom Tunnel rechtlich um einen Abfall handelt, war eine Genehmigung nach BImSchG notwendig. In dieser wurden einerseits die Lagerhaltung des Rohmaterials sowie die Nassaufbereitung und die Benutzung des See-Wassers für die Aufbereitung genehmigt.

Basis für den Antrag zur Genehmigung war ein Lärm- und ein Staub-Gutachten für den Lagerplatz sowie ein vorgeschriebenes Analysekonzept.

---

## 2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Während der Aufbereitung werden unterschiedliche Kennzahlen automatisch oder durch intensive Aufzeichnungen ermittelt.

Wesentlich sind die Rohmaterialaufgabemenge, die Stromverbräuche und der Wasserbedarf. Parallel werden die Flockungsmittel- und Kalkhydrat-Verbräuche ebenso festgestellt, wie die Filterkuchenmasse.

Die Fertigproduktmengen werden über die Verkaufsmengen und die Haldenbestände festgehalten.

Die Qualität der Rohmaterialien, Fertigprodukte, der Flockung und des Filterkuchens werden wöchentlich bis täglich festgestellt.

## 2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms

Für die Ermittlung der unter 2.5 angeführten Prozesskenndaten werden Bandwaage, Stromzähler und Durchflussmessgeräte eingesetzt.

## 3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

Die im Zuge der Aufbereitung mit der neuen Anlage zu erstellenden Bauprodukte sind normiert. Sie müssen die Kriterien der DIN EN 12620, DIN EN 13139, DIN EN 13043 und DIN EN 13242 erfüllen. Diese Normen setzen eine strenge werkseigene Produktionskontrolle voraus, deren Umfang in der Norm geregelt ist. Hierbei sind unterschiedliche Kriterien zu überprüfen und seitens der Produkte einzuhalten. Die Anforderungen der Produktzertifizierer wurden bisher uneingeschränkt erfüllt (**Anhang 1 und 2**).

### 3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung

Neben dem durchgeführten Konzept der Nassaufbereitung im ortsansässigen Kieswerk standen drei weitere Varianten im Raum.

- **Trockenaufbereitung mittels einer mobilen Aufbereitungsanlage**

Diese Variante konnte nicht umgesetzt werden, weil die erreichten Materialqualitäten im Endprodukt nicht den Anforderungen genügten.

---

- **Nassaufbereitung mittels einer mobilen Aufbereitungsanlage am Tunnel**

Diese Variante scheiterte an mehreren Kriterien. Die Bohrmaschinen tragen so große Massen in kurzer Zeit aus, dass eine Online-Aufbereitung eine so große Anlage vorausgesetzt hätte, die annähernd zehnmal so groß gewesen wäre, wie die die bei STÜ vorgesehen ist. Außerdem wären wegen der zwei Bohrmaschinen auch zwei Anlagen notwendig gewesen. Die Anlagen hätten immense zusätzliche Flächen bedurft, die nicht zur Verfügung standen. Bei Abschluss des Tunnelprojektes, hätte das Baufeld und damit auch die Anlage geräumt werden müssen. Eine Verwendung dieser Anlage nach Abschluss des Tunnelprojektes wäre aufgrund ihrer Dimension nicht denkbar gewesen.

Wäre eine kleinere Anlage ausgewählt worden, wäre der Flächenbedarf gleich geblieben, um einen Zwischenpuffer zu realisieren.

Gleichzeitig besteht der Bedarf eines gleichgroßen Absatzes von Fertigprodukten im gleichen Rahmen, wie die Bohrmaschinen bohren, da ansonsten das Baufeld mit den Lagerhalden nicht zum Bauende hätten geräumt werden können. Eine nicht realisierbare Aufgabe.

- **Aufbereitung im Kieswerk Stürmlinger mit der vorhandenen Aufbereitungstechnik**

Bei dieser Variante wären die Feinstbestandteile mit dem Waschwasser, wie es bei grubeneigenem Material üblich ist, zurück in den See geleitet worden. Dies ist aufgrund der Zusammensetzung eigentlich unkritisch, da die Feinstbestandteile (in der Regel Tone und Schluffe) auch im grubeneigenem Baggergut vorhanden sind. Diese werden beim Gewinnungsvorgang durch das umströmende Wasser noch im Greifer größtenteils ausgewaschen.

Bei der oberflächennahe Einleitung des Waschwassers hätte jedoch aufgrund der extrem langen Absetzzeit des Materials eine Trübung des Sees nicht ausgeschlossen werden können. Dies hätte dann Auswirkungen auf den Lebensraum im und um das Gewässer haben können.

Juristisch betrachtet hätte es sich hierbei um das Einleiten von Abfall in den Grundwasserkörper gehandelt, was in Baden-Württemberg nicht genehmigungsfähig ist.

### 3.2. Stoff- und Energiebilanz

Bezüglich des Waschwassers ist aufgrund des Kreislaufes eine Reduktion von 400 m<sup>3</sup>/h bzw. 1,82 m<sup>3</sup>/t auf 17 m<sup>3</sup>/h bzw. 0,11 m<sup>3</sup>/h reduziert worden.

Die zusätzliche Anlagentechnik hat einen Anstieg der installierten elektrischen Leistung von 365 kW mit sich gebracht. Dies zieht eine deutliche Steigerung der Stromverbräuche mit sich. Was allerdings alternativlos ist, da ohne diese Anlage der Fremd-Rohstoff nicht hätte verwendet werden können. Im Gegenzug ist aber die eigene Gewinnung nicht mehr notwendig. Dies geht mit deutlichen Stromeinsparungen einher. Hier sind 350 kW installiert. Insgesamt benötigt das neue Werk für die Aufbereitung von Sand und Kies auch aufgrund der Ausweitung der Produktionszeiten und der nächtlichen Einsätze der Kammerfilterpresse mit einem um ca. 35% höheren Strombedarf. Er ist von ca. 2,80 kWh/t auf 3,78 kWh/t durch den Umbau gestiegen.

Dies bringt eine Energiekostensteigerung von 0,54 €/t auf 0,73 €/t bzw. um ca. 35% mit sich.

Hierbei fällt auch ins Gewicht, dass der Schlamm viel häufiger und intensiver umgewälzt werden muss, um ein Verstopfen der Anlage zu vermeiden. Dies zieht zusätzliche Stromverbräuche durch Rührwerke und Umwälzpumpen mit sich.

Zusätzliche Hilfsstoffe für die Aufbereitung ist Kalkhydrat, was mit ca. 1,8 kg/t Rohmaterial zu Buche schlägt. Auch hier ist ein Verzicht ebenso wenig möglich, wie beim Flockungsmittel. Hiervon werden ca. 0,07 kg/t Rohmaterial verwendet.

### 3.3. Umweltbilanz

Dadurch, dass durch die hier gewählte Anlagenkonzeption die Möglichkeit besteht, ein Material/Abfall aufzubereiten, der üblicherweise verworfen wird, ist die Umweltbilanz allein wegen dem Aspekt der Ressourcenschonung uneingeschränkt positiv.

Energetisch ist dieses Verfahren deshalb als neutral zu bewerten, weil einerseits ein deutlich höherer Stromverbrauch in der Aufbereitung notwendig ist, andererseits aber die Gewinnung von eigenem Primärrohstoff entfällt. Hierbei sollte aber der Transport des Rohmaterials zum Kieswerk nicht gewertet werden, da eine Entsorgung der Tunnelausbruchmassen von der Baustelle zu einem Zwischenlager immer zwingend ist.

### 3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Das Verfahren ist aus wirtschaftlicher Sicht nur kombiniert zu bewerten. Beginnen muss man hier bei dem ausführenden Bauherrn des Tunnels, der den Entsorgungsgedanken hat und üblicherweise für das Verbringen in eine Kippstelle/Deponie eine Entsorgungsgebühr zahlen muss. Rechnet man die Einsparungen für das nicht Ver-

kippen mit in die Gesamtbilanz ein, so ist das hier angewendete Verfahren des Tunnelmaterials ein unschlagbare Variante.

Vorteil des Projektes im Kieswerk Stürmlinger ist die Tatsache, dass schon eine Kie-saufbereitungsanlage vorhanden war. Somit haben sich die Investitionen ausschließ-lich auf die zusätzlich notwendigen Spezialmaschinen beschränkt. Insgesamt ist fest-zuhalten dass die reinen Aufbereitungskosten aufgrund unterschiedlicher Aspekte deutlich höher sind als üblich.

- 365 kW zusätzlich installierte Leistung
- Einsatz von Kalkhydrat
- Einsatz von Flockungsmittel
- Anfall von geringwertigen Nebenprodukten, die bei Weitem nicht den marktüb-lichen Preis von Sand und Kies entsprechen.
- Deutlich höhere Verschleißkosten durch die zusätzlichen Anlagen und Rohrlei-tungen
- Zusätzlich benötigtes Personal aufgrund der komplexen Anlagentechnik

**(Siehe hier auch Anhang 3)**

### **3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren**

Siehe Kapitel 3.1

## **4. Übertragbarkeit**

### **4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung**

Speziell im Zuge der Inbetriebnahme wurde die Sensibilität des Systems offensicht-lich. Das Rohmaterial ist ein schwankendes Bohrgut, bei dem permanent der Pro-zess angepasst und nachgesteuert werden muss. Dies bezieht sich auf den Flo-ckungsmiteinsatz bezüglich der Menge und des Typs aber auch auf die Kalkhyd-ratmenge. In beiden Fällen muss hier dann auch die Rohmaterialaufgabemenge an-gepasst werden.

Durch den bisherigen Betrieb wurde aber auch deutlich wo und in welchem Umfang Verschleiß auftritt und Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten notwendig sind. Hier speziell wird deutlich, dass das Waschwasser mit seiner Materialfracht mehrfach im Prozess im Kreis gepumpt wird. Die darin befindlichen Feststoffe sind in der Mehr-zahl Quarzsande und –schlämme, die einen erheblichen Verschleiß mit sich bringen.

## **4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)**

Die Übertragbarkeit dieses Konzeptes setzt voraus, dass es sich ebenfalls um ein Tunnelbauprojekt handelt, bei dem der Tunnel ebenfalls mittels eines Hydroschildes durch ein Lockergestein gebohrt wird. Hier macht eine solche Anlage, wie bei Stürmlinger eingesetzt, nur dann Sinn, wenn das Bohrgut grundsätzlich auch qualitativ so hochwertig ist, dass durch Reinigung und ähnliche Prozesse überhaupt ein hochwertiger Baustoff hergestellt werden kann. Wenn dies der Fall ist, dann kann das Verfahren problemlos übertragen werden.

Weiterhin erschließt sich die Möglichkeit, schadstoffbelastete Rohstoffe aufzubereiten und somit die Ressourceneffizienz deutlich zu erhöhen. Die Anlage könnte in unserem Werk abgebaut und mit kleineren Anpassungen in anderen Werken eingesetzt werden. Der Einsatz ist auch für andere umweltbelastete Sande und Kiese möglich, was am Beispiel der PFT-Thematik zu zeigen ist.

## 5. Zusammenfassung / Summary

Die Kies und Beton Baden-Baden & Co. Holding KG betreibt mit mehreren Tochterunternehmen Sand- und Kieswerke. Am Standort Durmersheim betreibt das Tochterunternehmen Wilhelm Stürmlinger & Söhne GmbH & Co. KG seit 1900 eine Quarzsand- und Kiesgrube, in der im Nassschnittverfahren Oberrheinkies und -sand gewonnen und zu verschiedenen Baustoffen verarbeitet werden. Auf dem Grundstück dieser Tochtergesellschaft soll eine Anlage so umgebaut werden, dass das Tunnelausbruchmaterial, das bei einem Nassschnittverfahren (Hydro-Schild) anfällt, künftig zu einem qualifizierten Baustoff gemäß Bauproduktenverordnung aufbereitet werden kann.

Bedingt durch das Vortriebsverfahren im Tunnelbau werden nicht nur Sande und Kiese, sondern auch tonige und eigentlich nicht verwertbare Gesteinsschichten erbohrt. Durch diese Verunreinigungen und durch die zusätzliche Beimischung von Ton-Suspensionen (Bentonite) lassen sich die Tunnelausbruchmassen bisher nicht als Baustoff verwerten, sondern wenn überhaupt, als Auffüllmaterial entsorgen. Die Kies und Beton Baden-Baden & Co. Holding KG strebt in Anbetracht der endlichen Verfügbarkeit von Rohstoffen und der effizienten Nutzung der Sande und Kiese eine höherwertigere Verwendung der Tunnelausbruchmassen vor Ort an und investiert in die neue Aufbereitung. Ziel des Vorhabens ist die Errichtung einer neuartigen umweltfreundlichen Anlage zur Reinigung und Aufbereitung des Bohrmaterials.

Dies geschieht über eine Ergänzung der Standardnassaufbereitung um eine Doppelwellenschwertwäsche und einer anschließenden Klassierung des gewonnenen Materials. Da die entstehenden, tonhaltigen Waschwässer nicht z.B. in den benachbarten Baggersee abgeleitet werden dürfen, musste ein geschlossener Waschwasserkreislauf mit Abtrennung der Tonbestandteile errichtet werden. Dies geschieht über Zyklone, Flockungs- Sedimentationseinheiten, einer anschließenden Kalkhydratzugabe sowie einer abschließenden Entwässerung über eine Kammerfilterpresse.

Mit dem Vorhaben können jährlich ca. 400.000 Tonnen und insgesamt über 3-4 Jahre 1,5 Mio. Tonnen Abfall und 700.000 m<sup>3</sup> Deponierauminanspruchnahme vermieden werden. Von den 1,5 Mio. Tonnen an Tunnelausbruchmaterial werden rd. 1,4 Mio. Tonnen in den Baustoffkreislauf geführt. Damit kann diese Menge an Primärrohstoffen eingespart werden. Mit dem Vorhaben wird der Frischwasserverbrauch von ca. 2,00 m<sup>3</sup>/t auf ca. 0,25 m<sup>3</sup>/t reduziert.

The Kies und Beton Baden-Baden & Co. Holding KG operates sand and gravel plants with several subsidiaries. At the Durmersheim site, the subsidiary Wilhelm Stürmlinger & Söhne GmbH & Co. KG has had a quartz sand and gravel pit since 1900 in which upper Rhine gravel and sand are extracted using the wet-cutting process and processed into various building materials. On the property of this subsidiary a plant is to be converted in such a way that the tunnel excavation material, which accumulates with a wet cut procedure (hydro-shield), can be processed in the future to a qualified building material in accordance with building product regulation.

Due to the tunnelling process not only sand and gravel, but also clayey and actually unusable rock layers are drilled. Due to these impurities and the additional admixture of clay suspensions (bentonites), the tunnel excavation masses cannot yet be recycled as a building material, but can be disposed of as filling material if at all. In view of the finite availability of raw materials and the efficient use of sand and gravel, the company is striving for a higher-quality use of the tunnel excavation masses on site and is investing in new processing facilities. The aim of the project is the construction of a new environmentally friendly plant for cleaning and processing the drilling material.

This is done by supplementing the standard wet processing with double-shaft sword washing and subsequent classification of the material obtained. Since the resulting clay-containing washing water must not be discharged, for example, into the neighbouring quarry pond, a closed washing water circuit with separation of the clay components must be set up. This is done via cyclones, flocculation sedimentation units, subsequent lime addition and final dewatering via a chamber filter press.

With the project, approx. 400,000 tons of waste per year and a total of 1.5 million tons of waste and 700,000 m<sup>3</sup> of landfill space can be avoided over a period of 3-4 years. Of the 1.5 million tonnes of tunnel excavated material, around 1.4 million tonnes will be fed into the building materials cycle. This means that this amount of primary raw materials can be saved. The project will reduce fresh water consumption from approx. 2.00 m<sup>3</sup>/t to approx. 0.25 m<sup>3</sup>/t.

## **6. Literatur**

Keine Angaben

## **7. Anhang**

- 1. Überwachungsbericht des Produktzertifizierers KIT**
- 2. Zertifizierungsbericht des Produktzertifizierers KIT**
- 3. Wirtschaftlichkeitsberechnung**

# Anhang 1

## Überwachungsbericht des Produktzertifizierers KIT

			
<b>Überwachungsbericht</b>			
Gegenstand:	Regelüberwachung		
Bauprodukt:	Natürliche Gesteinskörnungen		
Technische Spezifikation:	DIN EN 12620:2008-07* DIN EN 13043:2002-12* DIN EN 13139:2002-08* DIN EN 13242:2008-03*		
Auftraggeber:	Wilhelm Stürmlinger & Söhne GmbH & Co. KG Sand- und Kieswerk Industriestraße 12 76448 Durmersheim		
Werk:	Industriestraße 12, 76448 Durmersheim		
Zertifizierungsvereinbarung vom:	27.02.2015		
Überwachungsdurchgang:	2018		
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. (FH) Jochen Weis		
Telefon:	+49 721 608-42267		
E-Mail:	jochen.weis@mpa-karlsruhe.de		
Berichtsnummer:	18 23 64 0772/2	Berichtsdatum:	19.12.2018
		Textseiten:	5
		Anlagen:	-
Ausfertigungen:	2fach: Auftraggeber 1fach: MPA Karlsruhe		
Notifizierte Stelle 0754 nach EU-BauPVO Anerkannte Stelle BWU01 nach LBO Die Akkreditierung gilt für die im Bericht mit * gekennzeichneten Zertifizierungsvorgänge.			
Postenschrift: Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, MPA Karlsruhe KIT-Campus Süd, 76128 Karlsruhe		Telefon: +49 721 608-46504 Telefax: +49 721 608-47796	
Lieferanschrift: Gotthard-Franz-Straße 2, 76131 Karlsruhe, Gebäude 50.32		Internet: www.mpa-karlsruhe.de	
Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Veröffentlichung und auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Genehmigung der MPA.			
KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft			
			
			

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
 Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
 MPA Karlsruhe

Seite 2 von 5  
 zum Überwachungsbericht Nr. 18 23 64 0772/2  
 vom 19.12.2018

**1 Verwendete Unterlagen**

- [1] DIN EN 12620:2008-07, Gesteinskörnungen für Beton
- [2] DIN EN 13043:2002-09, Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen
- [3] DIN EN 13139:2002-08, Gesteinskörnungen für Mörtel
- [4] DIN EN 13242:2008-03, Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Straßenbau

**2 Allgemeine Angaben**

Überwachte Bauprodukte:	siehe Tabelle 1
Petrographischer Gesteinstyp:	Oberreinkies und -sand
Zertifikat der Konformität der werkseigenen Produktionskontrolle:	0754 - CPR - 14-0756
Datum der Überwachung:	22.11.2018
Überwachungszeitraum bis:	31.10.2018
Datum der letzten Überwachung:	29.09.2017
Nummer letzter Überwachungsbericht:	17 23 64 0715/1
Datum letzter Überwachungsbericht:	18.12.2018
Bei der Überwachung anwesend,	
für den Auftraggeber:	Herr Mernberger
für die MPA Karlsruhe:	Herr Weis
Betriebsleiter:	Herr Amann
WPK-Beauftragter:	Frau Gosses
WPK-Prüfstelle:	mbl Mineral- und Betonlabor GmbH Richard-Haniel-Straße 3 76532 Baden-Baden
Laborleiter:	Herr Mernberger
Allgemeine Angaben zur Produktionsanlage:	Zum Zeitpunkt der Überwachungsinspektion befand sich die Produktionsanlage in ordnungsgemäßem Zustand.
Änderungen gegenüber dem letzten Werksbesuch:	keine



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
MPA Karlsruhe

Seite 3 von 5  
zum Überwachungsbericht Nr. 18 23 64 0772/2  
vom 19.12.2018

**Tabelle 1 Überwachte Bauprodukte**

Sorte Nr.	Bezeichnung	Beschaffenheit	Korngruppe	Verwendung nach
120	feine Gesteinskörnung	ungebrochen	0/2 mm	[1], [2], [3], [4]
1201	feine Gesteinskörnung	ungebrochen	0/2 mm	[1], [2], [3]
232	grobe Gesteinskörnung	ungebrochen	2/8 mm	[1], [2], [3], [4]
2321	grobe Gesteinskörnung	ungebrochen	2/8 mm	[1], [2], [3]
250	grobe Gesteinskörnung	ungebrochen	8/16 mm	[1], [2], [4]
2501	grobe Gesteinskörnung	ungebrochen	8/16 mm	[1], [2]
255	grobe Gesteinskörnung	ungebrochen	16/32 mm	[1], [2], [4]
2551	grobe Gesteinskörnung	ungebrochen	16/32 mm	[1], [2]
210	Gesteinskörnungsgemisch	ungebrochen	0/8 mm	[1], [3], [4]
2101	Gesteinskörnungsgemisch	ungebrochen	0/8 mm	[3]
211	Gesteinskörnungsgemisch	ungebrochen	0/16 mm	[4]
212	Gesteinskörnungsgemisch	ungebrochen	0/32 mm	[4]

**3 Herstellwerk und werkseigene Produktionskontrolle**

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Ergebnisse der laufenden Überwachung des Herstellwerks und der werkseigenen Produktionskontrolle zusammengestellt (Regelüberwachung).

**Tabelle 2 Ergebnisse der Überwachung**

Gegenstand	Anforderungen erfüllt			Feststellungen
	ja	teilweise	nein	
<b>Organisation</b>				
<b>Verantwortung und Befugnis:</b>				
- Eindeutige Zuordnung des Personals	x	-	-	
<b>Beauftragter der Werks- bzw. Geschäftsleitung für die werkseigene Produktionskontrolle:</b>				
- Schriftliche Festlegung vorhanden	x	-	-	
<b>Bewertung durch die Werks- bzw. Geschäftsleitung:</b>				1 x jährlich
- Aufzeichnungen über Bewertung vorhanden	x	-	-	
<b>Kontrollverfahren</b>				
<b>Lenkung der Dokumente und Daten:</b>				
- Regelung der Verantwortlichkeit für Genehmigung, Herausgabe, Verteilung und Verwaltung von internen und externen Dokumenten	x	-	-	
- Regelung der Verantwortlichkeiten für Erarbeitung, Herausgabe und Aufzeichnung aller Änderungen der Dokumente	x	-	-	



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
MPA Karlsruhe

Seite 4 von 5  
zum Überwachungsbericht Nr. 18 23 64 0772/2  
vom 19.12.2018

Tabelle 2 Ergebnisse der Überwachung - fortgesetzt

Gegenstand	Anforderungen erfüllt			Feststellungen
	ja	teilweise	nein	
<b>Vergabe von Unteraufträgen:</b>				
- Regelung der qualitätsrelevanten Tätigkeiten	x	-	-	
<b>Angaben zum Rohmaterial:</b>				
- Dokumentation über Vorkommen und Einzelheiten zur Beschaffenheit des Rohmaterials	x	-	-	
<b>Produktionslenkung</b>				
<b>Lenkung des Produktionsprozesses:</b>				
- Anwendung von Verfahren zur Identifizierung und Kontrolle der Materialien	x	-	-	Lagerung auf Halden und in Silos
- Produkte kontrolliert gelagert und gekennzeichnet	x	-	-	
- Konformitätssicherstellung der aus dem Vorratslager entnommenen Produkte	x	-	-	
- Rückverfolgbarkeit des Materials bezüglich Art und Herkunft	x	-	-	
<b>Überwachung und Prüfung</b>				
<b>Allgemeines:</b>				
- Ausstattung und geschultes Personal zur Durchführung der WPK stehen zur Verfügung	x	-	-	
<b>Ausstattung/Prüfmittel:</b>				
- Dokumentation der Kontrolle, Kalibrierung und Wartung der Überwachungs-, Mess- und Prüfgeräte	x	-	-	
- Genauigkeit/Häufigkeit der Kalibrierung muss den Anforderungen der Prüfverfahren entsprechen	x	-	-	
- Prüfeinrichtungen nur in Übereinstimmung mit dokumentierten Verfahren anwenden	x	-	-	
- Kennzeichnung der Prüfeinrichtungen und Aufbewahrung der Kalibrierprotokolle	x	-	-	
<b>Häufigkeit und Ort von Überwachung, Probenahme und Prüfung:</b>				
- Angaben über Häufigkeit und Art der Überwachung	x	-	-	
- Häufigkeit der Probenahme und Durchführung der Prüfungen müssen den Festlegungen entsprechen	x	-	-	
- Erstellung eines Plans für die Prüfhäufigkeiten unter Berücksichtigung der Mindestanforderungen	x	-	-	
<b>Aufzeichnungen</b>				
- Aufzeichnungen der Ergebnisse der WPK	-	x	-	siehe Abschnitt 4
- Einhaltung der vorgeschriebenen Aufbewahrungsdauer	x	-	-	



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
 Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
 MPA Karlsruhe

Seite 5 von 5  
 zum Überwachungsbericht Nr. 18 23 64 0772/2  
 vom 19.12.2018

**Tabelle 2 Ergebnisse der Überwachung - fortgesetzt**

Gegenstand	Anforderungen erfüllt			Feststellungen
	ja	teilweise	nein	
<b>Lenkung fehlerhafter Produkte</b>				
- Festlegung von Maßnahmen, wenn das Produkt die vorgesehenen Anforderungen nicht erfüllt	x	-	-	
<b>Handhabung, Lagerung und Weiterbehandlung auf dem Produktionsgelände</b>				
- Vorkehrungen zur Sicherstellung der Produktqualität während der Handhabung/Lagerung des Materials	x	-	-	
<b>Transport</b>				
- Vorkehrungen zur Sicherstellung der Produktqualität während des Verladens/Transports des Materials	x	-	-	
<b>Verpackung</b>				
- Festlegung vorbeugender Maßnahmen gegen Verunreinigung und Entmischung des Materials	-	-	-	

**4 Zusammenfassung**

Die Überwachung des oben genannten Werks ergab, dass das System der werkseigenen Produktionskontrolle sowie das Personal und die technische Ausstattung die Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Aufbereitung von Gesteinskörnungen nach [1], [2], [3] und [4] erfüllen.

Die im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle zu führenden Nachweise lagen vor und konnten eingesehen werden. Dabei wurde folgende nicht kritische Abweichung festgestellt:

- Bei der feinen Gesteinskörnung der Korngruppe 0/2 mm (Sand: Sorte Nr. 120 und 1201) ist in der Leistungserklärung ein anderer Sollwert beim Durchgang durch das Sieb mit der Maschenweite 2 mm hinterlegt als im WPK-Prüfprotokoll. Laut Leistungserklärung beträgt der Sollwert 92 M.-% und laut WPK-Prüfprotokoll 94 M.-%. Der Sollwert ist entsprechend anzupassen.

Die nicht kritische Abweichung ist bis zum nächsten Überwachungsdurchgang zu beheben.

*J. Weis*  
 Der Überwachungsbeauftragte  
 Dipl.-Ing. (FH) J. Weis



## Anhang 2

### Zertifizierungsbericht des Produktzertifizierers KIT

			
<b>Zertifizierungsbericht</b>			
Gegenstand:	Bewertung der werkseigenen Produktionskontrolle		
Bauprodukt:	Natürliche Gesteinskörnungen		
Technische Spezifikation:	DIN EN 12620:2008-07* DIN EN 13043:2002-12* DIN EN 13139:2002-08* DIN EN 13242:2008-03*		
Auftraggeber:	Wilhelm Stürmlinger & Söhne GmbH & Co. KG Sand- und Kieswerk Industriestraße 12 76448 Durmersheim		
Werk:	Industriestraße 12, 76448 Durmersheim		
Zertifizierungsvereinbarung vom:	27.02.2015		
Überwachungsdurchgang:	2018		
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. (FH) Jochen Weis		
Telefon:	+49 721 608-42267		
E-Mail:	jochen.weis@mpa-karlsruhe.de		
Berichtsnummer:	18 23 64 0772/3	Berichtsdatum:	19.12.2018
		Textseiten:	2
		Anlagen:	-
Ausfertigungen:	2fach: Auftraggeber 1fach: MPA Karlsruhe		
Notifizierte Stelle 0754 nach EU-BauPVO Anerkannte Stelle BWU01 nach LBO Die Akkreditierung gilt für die im Bericht mit * gekennzeichneten Zertifizierungsvorgänge.			
Postanschrift:	Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, MPA Karlsruhe KIT-Campus Süd, 76128 Karlsruhe	Telefon:	+49 721 608-46904
Lieferanschrift:	Gothard-Franz-Straße 2, 76131 Karlsruhe, Gebäude 50.32	Telefax:	+49 721 608-47796
		Internet:	www.mpa-karlsruhe.de
Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Veröffentlichung und auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Genehmigung der MPA.			
KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft			
			
			

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
MPA Karlsruhe

Seite 2 von 2  
zum Zertifizierungsbericht Nr. 18 23 64 0772/3  
vom 19.12.2018

## 1 Verwendete Unterlagen

- [1] DIN EN 12620:2008-07, Gesteinskörnungen für Beton
- [2] DIN EN 13043:2002-09, Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen
- [3] DIN EN 13139:2002-08, Gesteinskörnungen für Mörtel
- [4] DIN EN 13242:2008-03, Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Straßenbau

## 2 Laufende Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle

Die Ergebnisse der Regelüberwachung sind im Überwachungsbericht Nr. 18 23 64 0772/2 vom 19.12.2018 enthalten. Die Anforderungen aus [1], [2], [3] und [4] wurden mit Ausnahme einer nicht kritischen Abweichung erfüllt.

## 3 Bewertung

Aus der laufenden Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle geht hervor, dass die Anforderungen an Gesteinskörnungen nach [1], [2], [3] und [4] mit Ausnahme der oben aufgeführten nicht kritischen Abweichung erfüllt wurden.

Das Zertifikat der Konformität der werkseigenen Produktionskontrolle mit der Nr. 0754 - CPR - 14 - 0756 behält seine Gültigkeit.



Der Leiter der notifizierten Zertifizierungsstelle  
Dipl.-Ing. O. Rösch



## Anhang 3

### Wirtschaftlichkeitsberechnung

<b>Anschaffungsauszahlung in €:</b>	<b>2.560.000</b>
<b>Nutzungsdauer in Jahren:</b>	<b>5</b>
<b>Nennleistung in Stück:</b>	<b>450.000</b>
<b>Kalkulatorischer Zinssatz:</b>	<b>5,00%</b>
<b>Förderquote</b>	<b>20%</b>

	in €/t		Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Produzierte Menge = Verkaufte Menge		t/a	340.000	340.000	340.000	340.000	40.000
Auslastung		%	76%	76%	76%	76%	9%
<b>Erlöse</b>		<b>€/t</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>

Erlöse		€/a	1.870.000	1.870.000	1.870.000	1.870.000	220.000
Ressourcenschonung	1,00	€/a	340.000	340.000	340.000	340.000	40.000
Energieeinsparungen im alten Prozess	0,19	€/a	64.600	64.600	64.600	64.600	7.600
<b>Gesamterlös incl. Ressourcenschonung</b>		<b>€/a</b>	<b>2.274.600</b>	<b>2.274.600</b>	<b>2.274.600</b>	<b>2.274.600</b>	<b>267.600</b>

Handling- und Lagerkosten	0,70	€/a	238.000	238.000	238.000	238.000	28.000
Personalkosten	0,35	€/a	120.000	120.000	120.000	120.000	14.118
Energiekosten	0,38	€/a	129.200	129.200	129.200	129.200	15.200
Kalk-Kosten	0,22	€/a	74.800	74.800	74.800	74.800	8.800
Flockungsmittel Kosten	0,15	€/a	51.000	51.000	51.000	51.000	6.000
Sonstige Kosten	0,05	€/a	17.000	17.000	17.000	17.000	2.000
Filtertücher	0,05	€/a	17.000	17.000	17.000	17.000	2.000
Reparatur und Instandhaltung	0,06	€/a	20.400	20.400	20.400	20.400	2.400
Genehmigungskosten	0,02	€/a	6.800	6.800	6.800	6.800	800
Abschreibung	1,90	€/a	646.000	646.000	646.000	646.000	76.000
Entsorgungskosten	0,75	€/a	255.255	255.255	255.255	255.255	30.030
Kalkulatorischer Zins		€/a	128.000	98.075	68.150	38.225	8.300
<b>Aufwand</b>			<b>1.703.455</b>	<b>1.673.530</b>	<b>1.643.605</b>	<b>1.613.680</b>	<b>193.648</b>

<b>Ergebnis ohne Förderung</b>			571.145	601.070	630.995	660.920	73.952
<b>Wirtschaftlichkeit ohne Förderung</b>	<b>2.560.000</b>		<b>1.988.855</b>	<b>1.387.785</b>	<b>756.790</b>	<b>95.870</b>	<b>21.918</b>
<b>Förderung 20%</b>			<b>512.000</b>				
<b>Ergebnis mit Förderung</b>			<b>1.083.145</b>	<b>601.070</b>	<b>630.995</b>	<b>660.920</b>	<b>73.952</b>
<b>Wirtschaftlichkeit mit Förderung</b>	<b>2.560.000</b>		<b>1.476.855</b>	<b>875.785</b>	<b>244.790</b>	<b>-416.130</b>	<b>-490.082</b>