

TECHNISCHE STELLUNGNAHME ZUR

LEISTUNGSOPTIMIERUNG DER AUFBEREITUNG
IM KIESWERK LAPRELL KAPHOF
DURCH EINBAU DES SYSTEMS
„MEBAS“

für:

Hinz Steuerungs- & Datentechnik e. K.

Vor Pastors Busch 37, 48683 Ahaus

Oktober 2009

CALA Aufbereitungstechnik
GmbH & Co. KG
Eurodepark 1
52134 Herzogenrath

T +49.24 06.92 33 84
F +49.24 06.92 33 85

kontakt@cala-aufbereitung.de
www.cala-aufbereitung.de

Amtsgericht Aachen HRA 6618
Steuernummer 202/5770/0790
Ust.-IdNr.: DE249042933

Komplementärin:
CALA Aufbereitungstechnik
Verwaltungs-GmbH
Amtsgericht Aachen HRB 13566
Geschäftsführung:
Dr. Andreas Schiffers

Bankverbindung:
Sparkasse Aachen 390 500 00
Konto: 107 149 0138
IBAN: DE32 3905 0000 1071 4901 38
SWIFT/BIC: AACSD33



INHALT:

1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	3
2. FAZIT	3
3. KIES- UND SANDPRODUKTION IM KIESWERK LAPRELL	4
3.1 Rohkies	4
3.2 Aufbereitungsverfahren	4
3.3 Aufbereitungsprodukte, Qualitäten und Qualitätsüberwachung	6
3.4 Leistungsdaten der installierten Aufbereitungsmaschinen	8
4. LEISTUNGSOPTIMIERUNG DURCH DEN EINBAU VON MEBAS	10
4.1 Funktionsprinzip von MEBAS	10
4.2 Eingriff in den KLK-Prozess	10
5. UNTERSUCHUNG DER AUSWIRKUNGEN VON MEBAS	11
5.1 Datenquellen	11
5.2 Durchsatz	12
5.3 Produktqualität	13
5.3.1 Kornverteilungen der Verkaufsprodukte	17
5.3.2 Schädliche Bestandteile	18
5.4 Energiebedarf der Anlage	18
6. DANKSAGUNG	18

1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die CALA Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG (CALA) wurde beauftragt, den Einbau des Steuerungssystems MEBAS der Firma HINZ Steuerungs- & Datentechnik im Kieswerk Laprell Kaphof (KLK, Hückelhoven) bewertend zu begleiten.

Das Prinzip des Systems MEBAS beruht darauf, die Stromaufnahme verschiedener Kernkomponenten im Prozess zu überwachen, darüber deren Auslastung zu ermitteln und dementsprechend die Aufgabemenge an Rohkies zu regeln, um insgesamt den mittleren Durchsatz der Aufbereitung zu erhöhen, ohne aber gleichzeitig die Einzelkomponenten zu überlasten..

Aufgrund hoher Nachfrage nach den Produkten der KLK besteht dort großes Interesse an einer Steigerung der Durchsatzleistung.

Ziel der Untersuchung war, die angestrebte Leistungssteigerung des Kieswerkes in Form von Durchsatzsteigerung und Reduktion des spezifischen Energieverbrauches bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Produktqualitäten unabhängig zu untersuchen.

Die Auswertung erfolgte aufgrund der Betriebs- und Analysedaten, die standardmäßig durch die Firma KLK im Rahmen der Betriebsüberwachung und Produktkontrolle erfasst werden.

Die Inbetriebnahme des Systems erfolgte in der KW 21, 2009. Zur Bewertung wurde der Betrieb vor Inbetriebnahme von MEBAS in den Wochen 19 und 20 (als Ist-Zustand, vgl. Kap. 2) mit dem Betrieb nach der Inbetriebnahme in den Wochen 22 und 23 verglichen. Darüber hinaus wurden beim Vergleich der Anlagendurchsätze aufgrund der natürlichen Schwankungen der Aufgabezusammensetzung zusätzlich die Wochen 17 und 18 sowie die Wochen 24-31 betrachtet.

2. FAZIT

Der Einbau von MEBAS im Kieswerk Kaphof hatte zum Ziel, eine deutliche Leistungssteigerung des Kieswerkes zu erreichen, ohne dabei die Produktqualitäten negativ zu beeinflussen oder sonstige nachteilige Auswirkungen z. B. auf die Betriebssicherheit oder Verschleißkennwerten zu verursachen.

Im Ergebnis lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Der mittlere Durchsatz der Anlage wurde um rund 12-13% gesteigert
- Die Qualität der einzelnen Produkte wurde nicht nachteilig beeinflusst
- Der Spezifische Energiebedarf der Anlage blieb konstant
- Laut Aussage der Firma KLK ist ein wesentlicher Rückgang ungeplanter Anlagenstillstände zu vermerken. Seit Einbau von MEBAS tendiert die Anzahl von Stillständen gegen Null.
- Ebenfalls laut Aussage der Fa. KLK konnten bis heute kein erhöhter Verschleiß oder Schäden an der Anlage durch den höheren Durchsatz verzeichnet werden.

Insgesamt wurde die Leistungssteigerung durch MEBAS im Testbetrieb von Seiten der KLK so positiv bewertet, dass das System für den Dauerhaften Betrieb käuflich erworben wurde

3. KIES- UND SANDPRODUKTION IM KIESWERK LAPRELL

3.1 Rohkies

Die KLK in Hückelhoven gewinnt aus der Lagerstätte Kaphof Rohkies durch Nassabbau mittels landgestütztem Hydraulikbagger. Der Rohkies wird unterhalb der Wasserlinie bis zu einer Tiefe von etwa 10 m abgebaut.

Im Wesentlichen wird folgende durchschnittliche Rohkieszusammensetzung herein gewonnen, die naturgemäß gewissen Schwankungen unterliegt:

- 70/x mm: 0–5 % (...gelangt nicht in die Aufbereitung)
- 32/70 mm: 10 %
- 2/32 mm: 70 %
- 0/2 mm: 20 %

Verunreinigungen und quellfähige Bestandteile sind in Form von Ton und im Feingut (Sand) als Kohle/Holz vorhanden.

Die tägliche Produktionsmenge liegt in der Regel bei ca. 4000 t. In naher Zukunft soll die Gewinnung von landgestütztem Hydraulikbagger auf Schwimmbagger (Eimerkette) umgestellt werden.

3.2 Aufbereitungsverfahren

Die Abbildung 1 gibt einen vereinfachten Überblick über das Aufbereitungsverfahren des Kieswerks KLK.

Gewinnung und Aufbereitung sind durch eine Vorhalde für 0/70 mit Unterflurabzug voneinander entkoppelt. Der Vorhalde ist eine Absiebung (trocken) bei 70 mm vorgeschaltet, die nach dem Aufgabetrichter, der durch LKW/SLKW beschickt wird, installiert ist.

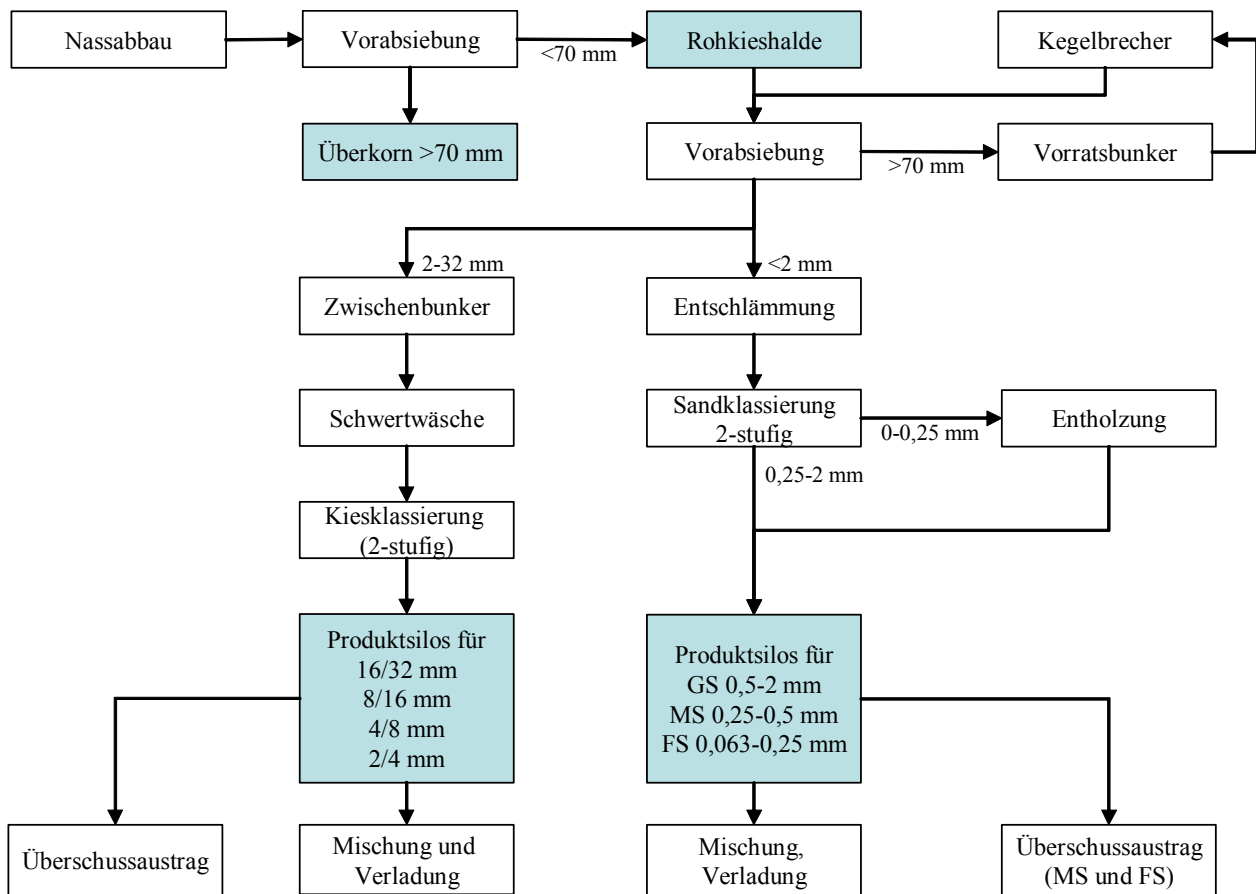


Abbildung 1: Vereinfachtes Verfahrensfliessbild des Kieswerks KLK

Die Aufbereitungsanlage wird durchschnittlich mit 300 – 320 t/h beschickt, die über max. 4 Tunnelabzüge unterhalb der Vorhalde ausgetragen werden. Üblicherweise wird die Anlage werktags von 06:00 bis 22:00 Uhr und samstags von 06:00 bis 14:00 betrieben. Daraus errechnet sich eine Gesamtbasisverfügbarkeit der Anlage von 4400 Betriebsstunden.

Die gesamte Betriebsanlage ist prozesstechnisch in folgende Bereiche zu unterteilen:

- Gewinnung und Überkornabscheidung (+ 70 mm)
- Vorhalde
- Vorklassierung in Brechgut, Kies und Sand mit nachgeschalteten Zwischensilos für 2/32 und 32/70
- Sandverpumpung mit 3-stufiger Sandklassierung/-sortierung und Entwässerung
- Kiesklassierung
- Zwischenlagerung und Verladung und
- Frischwasserversorgung und Brauchwasserentsorgung

Die Aufbereitung kann alternativ folgendermaßen betrieben werden:

- a) Vorhalde → Brechgut/Kies/Sandklassierung → Zwischenlagerung von 32/70 im Silo
 → Zwischenlagerung von 2/32 im Silo und
 → Betrieb der Sandklassierung/Sortierung

- b) Vorhalde → Brechgut/Kies/Sandklassierung → Betrieb der ÜK-Brecherei mit Rückführung
→ Betrieb der Kieswäsche/-klassierung und
→ Betrieb der Sandklassierung/Sortierung
- c) Vorhalde → Brechgut/Kies/Sandklassierung → Betrieb der ÜK-Brecherei mit Rückführung
→ Zwischenlagerung von 2/32 im Silo und
→ Betrieb der Sandklassierung/Sortierung
- d) Vorhalde → Brechgut/Kies/Sandklassierung → Zwischenlagerung von 32/70 im Silo
→ Betrieb der Kieswäsche/-klassierung und
→ Betrieb der Sandklassierung/Sortierung

Vor dem Hintergrund eines durchschnittlichen Kies:Sand-Verhältnisses von 80:20 ist der Betrieb der Sandaufbereitung ohne Kiesklassierung bei einem Puffervolumen von 80 m³ (150 t) für den Rohkies 2/32 auf max. 30 min. beschränkt. Das Silo vor der Schwertwäsche ist eher zur Vergleichmäßigung des Produktstroms auf die Schwertwäsche geplant. Das Überkornsilo vor der Brechanlage mit 20 m³ Fassungsvermögen ist hinreichend, um den Brechereibetrieb auf ca. 50 % der Anlagenbetriebszeit zu konzentrieren (durchschnittlich 10 % 32/70, also 30 t/h, Brecherdurchsatz bei 60–70 t/h), um eine bessere Auslastung des Brechers zu erreichen. In der Zeit des Betriebes mit Brecher wird üblicherweise die Gesamtaufgabemenge zur Anlage um etwa 10 % reduziert.

Damit ergeben sich 2 der oben genannten 4 möglichen Fahrweisen, die tatsächlich in der Regel betrieben werden:

- b) ...bei einer angestrebten durchschnittlichen Aufgaberate von: 280 – 290 t/h oder
d) ...bei einer angestrebten durchschnittlichen Aufgaberate von 300 -320 t/h

3.3 Aufbereitungsprodukte, Qualitäten und Qualitätsüberwachung

Durch die zuvor beschriebene Aufbereitung werden bei der KLK folgende Rohprodukte hergestellt:

- Überkorn: +70 mm
- 32/70 als Vorprodukt; Brechkies gelangt zerkleinert und fraktioniert in die Kies-/Sandfraktionen
- Kies 16/32 mm
- Kies 8/16 mm
- Kies 4/8 mm
- Kies 2/4 mm
- Sand 0/2 mm, sowie als Überschussprodukte der Sandaufbereitung
- Mittelsand (0,25–0,5 mm) und
- Feinsand (0,063-0,25 mm)

Aus den o. a. Einzelfractionen werden nach Kundenvorgaben durch Mischung die Fertigprodukte 0/2, 2/8, 8/16, 16/32,

4/16 und 4/32 mm hergestellt.

Alle Produktqualitäten werden durch Eigen-/Fremdüberwachung regelmäßig analysiert. Zugrunde gelegt werden dabei die landesspezifischen Normen zur EN 12260 (D und NL).

Ferner werden die Produkte aus der Sandklassierung (Grob-, Mittel-, Feinsand) regelmäßig im Rahmen der Eigenüberwachung analysiert.

3.4 Leistungsdaten der installierten Aufbereitungsmaschinen

Nachfolgend werden für die installierten Maschinen die theoretischen Leistungsgrenzen, bzw. die Leistungsgrenzen nach Herstellerangaben, der tatsächlichen Tonnagen gegenübergestellt.

A) Rohkiesbehandlung und Kiesklassierung:

Maschine	Größe	Körnung (mm)	Installierte Leistung (kW)	Spezifische Aufgaberate (t/h)	Leistungsgrenze, rechnerisch oder Herstellerangabe (t/h) oder (%)
4 Dosierbänder unter Halde	Je: 1,8 m AA u. 0,8 m br.	0/70	4x 4	Aufgabe durch je 2 x 160 t/h	4x 400 t/h, also >100% Reserve
Rohkiessteigband	63,5 m AA u. 0,8 m br.	0/70	22	290 – 320*)	385 t/h, also 20 % Reserve
Kies-/ Sandabsiebung	2,4 x 7,0 m KS-Sieb	0/70 bei 2 und 32	???	300 – 360*)	420 t/h, also 17 % Reserve
Silo	20 m ³	32/70	./.		
Flachkegelbrecher	1000 mm	32/70	90	60 t/h über 30 min/h	75 t/h bei einer Spaltweite von ca. 13 mm, also >100 % Reserve
Körnungssteigband zur Schwertwäsche	51,8 m AA u. 0,8 m br.	2/32	22	240 – 290*)	360 t/h, also 24 % Reserve
Silo	81 m ³	2/32	./.		
Schwertwäsche	2,45 x 6,0 m SW150/6,0/2	2/32	2 x 37	210 – 250*)	250 t/h bei leichter Verschmutzung, also praktisch keine Reserve!!!
Körnungssteigband z. Absiebung	81,3 m AA u. 0,8 m Br.	2/32	30	210 – 250*)	330 t/h, also 32 % Reserve
Kiesklassierung	1,8 x 5,0 m KS-Sieb	2/32 bei 8 und 16		210 – 250*)	280 t/h, also 12 % Reserve
Kiesklassierung	2,1 x 5,0 m KS-Sieb	0/8 bei 2 und 4		105 – 130*)	285 t/h, also >100 % Reserve

*) einschließlich Brechkorn!

B) Sandaufbereitung:

Maschine	Größe	Körnung (mm)	Installierte Leistung (kW)	Spezifische Aufgaberate (t/h)	Leistungsgrenze, rechnerisch oder Her- stellerangabe (t/h) oder (%)
Sandpumpe 1	10“	0/2	75	60	90 t/h, also 50 % Reserve
Sandklassierung GS-Herstellung	3m Durchm. T-type, steil	0/2 bei 0,5	./.	60 – 80*)	100 t/h, also 25 % Reserve
Sandpumpe 2	8“	0/0,5	37	35	45 t/h, also 29 % Reserve
Sandklassierung MS-Herstellung	2,0 m Durchm. T-type, steil	0/2 bei 0,5	./.	30 – 35*)	40 t/h, also 14 % Reserve
Sandpumpe 3	5“	0/0,25	22	25	45 t/h, also 80 % Reserve
Sandreinigung FS-Entholzung	2,5 m Durchm. Flachboden	0/0,25 bei 0,063 und ca. 1,6t/m ³	./.	15 – 20*)	30 t/h, also 50 % Reserve
Sandpumpe 4 (Bo- gensieb-UL)	4“	0/0,25	11	15	30 t/h, also 100 % Reserve
GS-Entwässerung	1,2 x 4 m LS-Sieb	0,5/2	4	30 – 45*)	60 t/h, also 33 % Reserve
MS-/FS- Entwässerung; Längsteilung: ½ (MS) zu ½ (FS)	1,4 x 4 m LS-Sieb	0,25/0,5 u. 0,063/0,25	4	20 – 25*) (MS) 15 – 20*) (FS)	25 t/h (MS) 18 t/h (FS), also praktisch keine Reserve!!!
Sandband 1(FS)	52,6 m AA u. 0,5 m br.	0,063/0,25	7,5	20, aber zuwei- len stark schwankend	58 t/h, also >100 % Reserve
Sandband 2 (MS)	45,8 m AA u. 0,5 m br.	0,25/0,5	7,5	25	50 t/h, also 100 % Reserve
Sandband 3 (GS)	45 m AA u. 0,5 m br.	0,5/2	7,5	45	58 t/h, also 29 % Reserve

*) : einschließlich Brechkorn!

Auf der Basis einer theoretisch kontinuierlichen und in der Zusammensetzung gleichmäßigen Beschickung der Anlage mit 300 t/h (ohne Brechkornbetrieb) sind in der Konzeption der Einzelmaschinen Reserven von mindestens 15% vorhanden.

Am ehesten ist eine Leistungsbegrenzung an folgenden Einzelmaschinen zu erwarten:

- Schwertwäsche: ...bei Betrieb mit Brechkorn ohne Reserve, jedoch dank Vor-Silo unkritisch bei leichten Förder Spitzen
- Förderbänder: ...hier sind am ehesten die MS-/FS-Förderer zu nennen, da hier eine relativ geringe Fördergeschwindigkeit (1,2 m/s) eventuell zu Problemen führen könnte, wenn die vorgeschaltete Entwässerung überlastet ist und die Restfeuchte in den Produkten ansteigt. Ferner weist das Rohkiessteigband eine rechnerische Reserve von nur 20 % aus.

- FS/MS-Entwässerung: ...nahezu ohne Reserve, insbesondere, da hier nie eine wirklich kontinuierlicher Beschickung im Nachgang des Unterlaufs eines Aufstromsortierers/-klassierers auftritt. Gerade hier ist ein potentieller Leistungsengpass zu erwarten.

4. LEISTUNGSOPTIMIERUNG DURCH DEN EINBAU VON MEBAS

4.1 Funktionsprinzip von MEBAS

Um Überlast an einzelnen Aggregaten zu vermeiden, werden Kieswerke (und auch andere Aufbereitungsanlagen) selten so betrieben, dass einzelne Aggregate an ihre maximale Nennbelastung herangeführt werden.

Damit wird vor allem der Tatsache Rechnung getragen, dass der Rohkies in seiner Kornzusammensetzung schwankt und es dadurch zu übermäßiger Belastung bestimmter Aggregate in der Prozesskette kommen kann. Zur Verdeutlichung sei als Beispiel erwähnt, dass, wenn sich zum Beispiel im Kieswerk KLK die Verteilung von Kies zu Sand temporär von den üblichen 80:20 auf zum Beispiel 60:40 verschieben würde, es hier zu erheblichen Problemen in der Sandaufbereitung käme, ohne dass an der Gesamtaufgaberate etwas verändert worden wäre.

Das Steuerungssystem MEBAS hat das Ziel, die Belastung einzelner Maschinen zu überwachen und dementsprechend die Aufgaberate in die Anlage über Dosierbänder oder andere geeignete Vorrichtungen zu regeln.

Zu diesem Zweck wird an verschiedenen Aggregaten, die einen Engpass im Prozess darstellen können, kontinuierlich die Stromaufnahme oder aussagekräftige Messsignale gemessen. So werden Füllstände, Trübewerte des Wassers, Drehzahlen von Schöpfrädern oder Sandfängen mit erfasst und gewertet. Für jedes dieser Aggregate wird ein Maschinenauslastungswert meist über die Stromaufnahme festgelegt, MEBAS errechnet daraus die steigende oder fallende Tendenz der Belastung innerhalb der Aufbereitungslinien und passt die Aufgabeleistung entsprechend an.

Es wird also nicht ein reines „Grenzwertfahren“ der Anlage durchgeführt, in dem die Aufgabemenge soweit hoch oder herunter geregelt wird, bis eines der überwachten Aggregate seinen 100%-Wert erreicht, sondern es wird frühzeitig auf Tendenzen reagiert. Das System „erlaubt“ Abweichungen von einem Grenzwert, wenn es gleichzeitig erkennt, dass sich die Gesamttendenzen in der Anlage in die richtige Richtung entwickeln.

Neben einer besseren Auslastung der Anlage soll durch das System erreicht werden, dass temporäre Überlastungen an bestimmten Aggregaten vermieden werden und somit Schäden, Störfälle oder auch unsaubere Trennung (z.B. bei übermäßiger Siebbelegung) vermieden werden.

4.2 Eingriff in den KLK-Prozess

Konkret überwacht das System MEBAS im Kieswerk KLK folgende Aggregate:

- | | | |
|-------------------|--|--------------|
| • Steigband | Rohkiesaufgabe | Rohkies 0-70 |
| • Doppeldeck-Sieb | Vorabsiebung | Rohkies 0-70 |
| • Steigband | Beschickung Körnungssilo | Kies 2-32 |
| • Horizontalpumpe | Aufgabe Sandwäsche (Klassierer 0,5 mm) | Sand 0-2 |

• ESU 1	Entwässerungssieb	Sand 0-2
• ESU 2	Entwässerungssieb	Sand 0,25-0,5 und 0-0,25
• Horizontalpumpe	Aufgabe Klassierung 0,25 mm	Sand 0-0,5
• Horizontalpumpe	Unterlauf ESU 2	Sand 0-0,25
• Sandband 1	Beschickung Zwischenproduktsilo	Sand 0,5-2
• Sandband 2	Beschickung Zwischenproduktsilo	Sand 0,25-0,5
• Sandband 3	Beschickung Zwischenproduktsilo	Sand 0-0,25
• Schwertwäsche		Kies 2/32
• Steigband Körnungsturm		Kies 2/32
• Doppeldeck-Sieb	Siebung 16 und 8 mm	Kies 2/32
• Doppeldeck-Sieb	Siebung 4 und 2 mm	Kies 2/8

Durch die gewählten Regelgrößen lässt sich nahezu der gesamte Prozess überwachen und an seine Leistungsgrenze heranführen. Problematisch könnte aber der Zeitverzug sein, der sich durch die Verweilzeit der Sandfraktionen in den zwei Aufstromklassierern und dem Wirbelschichtsortierer ergibt. Es ist zu untersuchen, ob sich dies nachteilig auf die Produktqualität auswirkt.

Über die erfassten Daten wird die Anlagenaufgabe mittels zwei der 4 installierten Dosierbänder unterhalb der Rohkieshalde geregelt.

5. UNTERSUCHUNG DER AUSWIRKUNGEN VON MEBAS

5.1 Datenquellen

Seitens des Kieswerksbetreibers wird die Tagesfördermenge regelmäßig erfasst (Bandwaagemessung). Darüber hinaus lässt sich die Aufgabeleistung anhand der durch MEBAS aufgezeichneten Stromaufnahme am Aufgabesteigband bemessen („Kontrollbandwaage“).

Ohne Leistungsoptimierung durch MEBAS wurden die Betriebszahlen über einen Zeitraum vom 2. – 16. Mai (13 aufeinander folgende Betriebstage) ausgewertet.

Der Einbau des MEBAS-Systems erfolgte am 18. Mai; Optimierungs- und Einstellarbeiten wurden im Zeitraum 19. bis 23. Mai durchgeführt.

Neben dem Einfluss des MEBAS-Systems auf die Durchsatzleistung sollte weiterhin untersucht werden, ob sich eine eventuelle Steigerung der Durchsatzleistung nachteilig auf die verschiedenen Produktqualitäten auswirkt. Hierzu wurden die Ergebnisse der Eigenüberwachung des Kieswerks KLK herangezogen.

Schließlich sollte als letzter Parameter der Energiebedarf der Anlage, bzw. der spezifische Energiebedarf je Tonne Rohaufgabe ermittelt werden. Dies erfolgt auf der Basis der Stromabrechnung der KLK.

5.2 Durchsatz

Der Anlagendurchsatz wurde über eine Bandwaage am Rohkiesband in die Anlage aufgezeichnet. Nach Inbetriebnahme von MEBAS wurden zeitweise Durchsätze von deutlich über 350 t/h erreicht. Der Messbereich der Bandwaage war jedoch so eingestellt, dass Durchsätze von maximal 350 t/h aufgezeichnet wurden. Höhere Durchsätze wurden dagegen ebenfalls mit 350 t/h bewertet. Erst ab dem 15.06.09 wurde die Bandwaage so eingestellt, dass auch höhere Durchsätze bemessen werden konnten. Aus diesem Grunde wurden die Tagesdurchsätze im Zeitraum nach Inbetriebnahme von MEBAS (25.05.) bis Anpassung des Messbereiches der Bandwaage teilweise zu niedrig bewertet.

Daher wurden für die folgende Auswertung der Tagesdurchsätze vom 25.05.-14.06. die Durchsatzzahlen zugrunde gelegt, die über MEBAS, bzw. die Stromaufnahme am Aufgabeband aufgezeichnet wurden. Diese Werte entsprechen in guter Übereinstimmung den Werten von der Bandwaage.

In der Zeit der Inbetriebnahme von MEBAS (18.05.-23.5.) hat die Anlage ebenfalls produziert. Die Werte waren aufgrund der Einstellungsarbeiten jedoch schwankend, so dass sie nicht in den Vergleich einbezogen wurden.

Die Abbildung 2 zeigt die mittleren Stundendurchsätze für die Arbeitstage zwischen dem 20.04.09 und dem 31.07.09, jeweils errechnet aus Tagesgesamtdurchsatz im Verhältnis zur Tagesbetriebszeit.

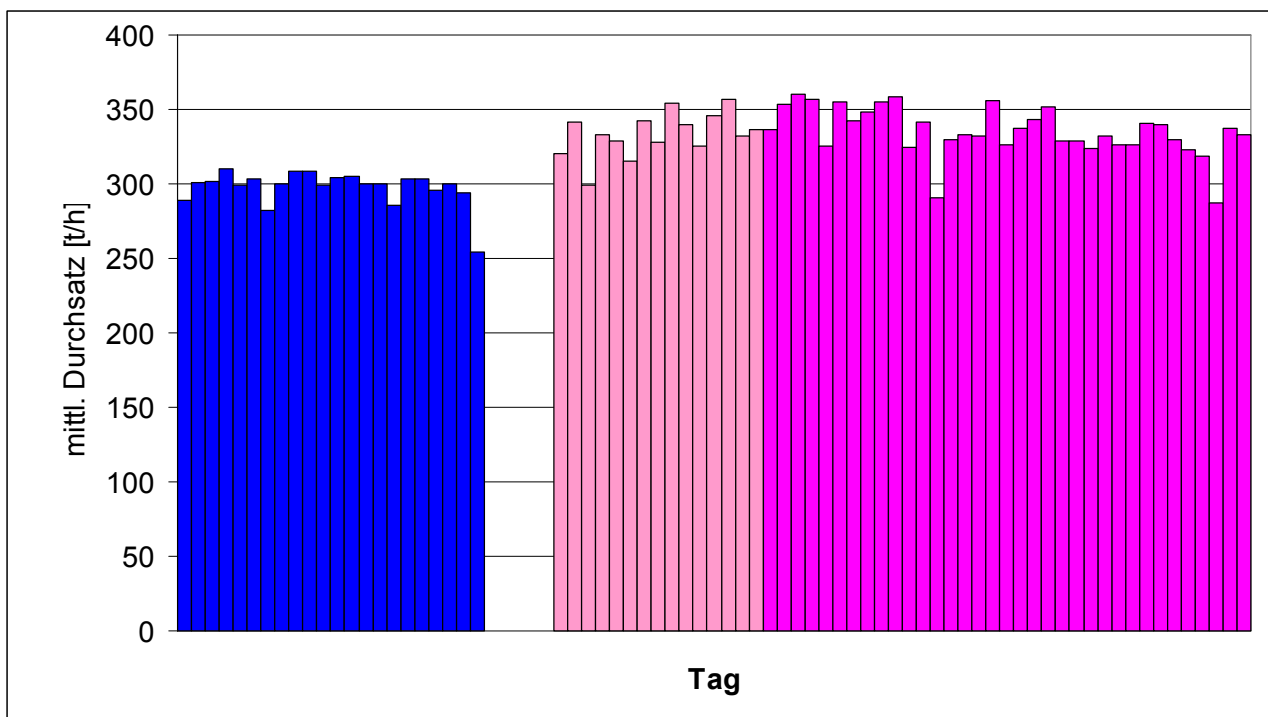


Abbildung 2: Entwicklung der Durchsatzleistung vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

Die in der Abbildung blau dargestellten Werte sind die mittleren Stundendurchsätze der Anlage vor Inbetriebnahme von MEBAS. Sie schwanken im Bereich zwischen 254 t/h und 310 t/h (zum großen Teil zwischen 295 und 305 t/h) und lagen im Betrachtungszeitraum im Mittel bei 297,6 t/h.

Die mittleren Durchsätze des Kieswerks nach Inbetriebnahme von MEBAS sind in der Abbildung in pink dargestellt (hellere Balken: Werte von Kontrollbandwaage). Der mittlere Durchsatz ist in diesem Zeitraum auf 334,6 t/h gestiegen (Minimalwert: 287,3 t/h; Maximalwert: 360,4 t/h).

Die insgesamt größere Schwankungsbreite der einzelnen Werte für die Stundendurchsätze gegenüber dem Betrieb ohne MEBAS ist darauf zurückzuführen, dass das System sich wesentlich stärker nach Schwankungen in der Rohkieszusammensetzung richtet, als dies beim unregelmäßigen Betrieb der Fall war.

Insgesamt wurde für den Betrachtungszeitraum ein relativer Anstieg des Anlagendurchsatzes um rund 12-13% erzielt.

Tabelle 1: Veränderung des mittleren Anlagendurchsatzes nach Einbau von MEBAS

		berücksichtigte Arbeitstage	Mittl. Durchsatz [t/h]	rel. Stundendurchsatz [% von MEBAS-freiem Betrieb)
1	vor Inbetriebnahme MEBAS; Daten von Bandwaage	22	297,6	100,0
2	nach Inbetriebnahme MEBAS; Daten von Kontrollbandwaage	15	333,3	112,0
3	nach Inbetriebnahme MEBAS; Daten von Bandwaage nach Anpassung des Messbereiches	35	335,2	112,6
2+3	nach Inbetriebnahme MEBAS, gesamt	50	334,6	112,4

5.3 Produktqualität

In Kapitel 5.2 wurde gezeigt, dass sich der mittlere Anlagendurchsatz nach Inbetriebnahme von MEBAS um etwa 12-13% erhöht hat. Diese Durchsatzerhöhung durfte nicht dazu führen, dass gleichzeitig die vorgegebenen Produktqualitäten nicht eingehalten werden. Aus diesem Grund wird nachstehend der Einfluss des Einsatzes von MEBAS auf die Produktqualitäten dargestellt.

Eventuelle Qualitätseinbußen könnten aufgrund Überlastung einzelner Aggregate in den verschiedenen Produkten auftreten bezüglich:

- Fehlkornanteilen der Einzelfractionen der Siebung
- Fehlkornanteile der GS-, MS,- und FS-Produkte aus der hydraulischen Sandklassierung sowie
- Verschmutzung der Zuschlagstoffe durch tonige, lehmige, organische, quellfähige Bestandteile

Die Konstanz (Varianz) der Kornzusammensetzungen der groben (+2 mm) und vor allem der feinen Zuschlagfraktionen (FS/MS und GS) ist ein Indikator für eine (nicht) ordnungsgemäß funktionierende Anlage.

Die zusammengestellten Produkteigenschaften beruhen auf den verschiedenen durch KLK durchgeführten Analysen zur Eigenüberwachung der nach DIN 12620 geforderten Qualitätsmerkmale der Produktkörnungen.

Erklärungen zu Darstellung der Analyseergebnisse:

- Abbildung 3: Kornverteilung der Fraktion 16/32
- Abbildung 4: Kornverteilung der Fraktion 8/16
- Abbildung 5: Kornverteilung der Fraktion 4/32
- Abbildung 6: Kornverteilung der Fraktion 4/16
- Abbildung 7: Kornverteilung der Fraktion 2/8
- Abbildung 8: Kornverteilung der Fraktion 0/2
- Abbildung 9: Feinanteile in der Fraktion 0/2
- Abbildung 10: KV des Zwischenproduktes Grobsand
- Abbildung 11: KV des Zwischenproduktes Mittelsand
- Abbildung 12: KV des Zwischenproduktes Feinsand

Blaue Linien: Produktdaten aus Betrieb vor Inbetriebnahme von MEBAS
 Pinke Linien: Produktdaten aus Betrieb nach Inbetriebnahme von MEBAS

Rote Linien: Grenzwerte nach DIN EN 12620
 Rot gestrichelt: Enger gestufte Grenzwerte nach KLK Produktspezifikation
 Spezifikation: „90% der Analysen liegen innerhalb dieses Fensters“

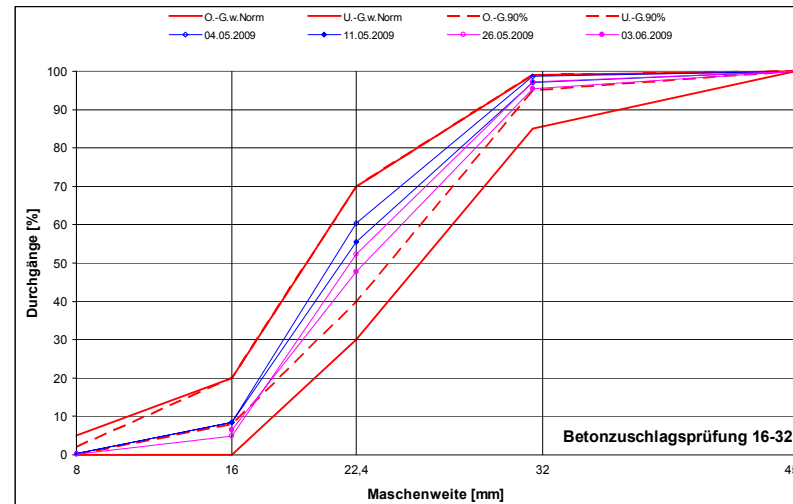


Abbildung 3: Kornverteilung der Fraktion 16/32 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

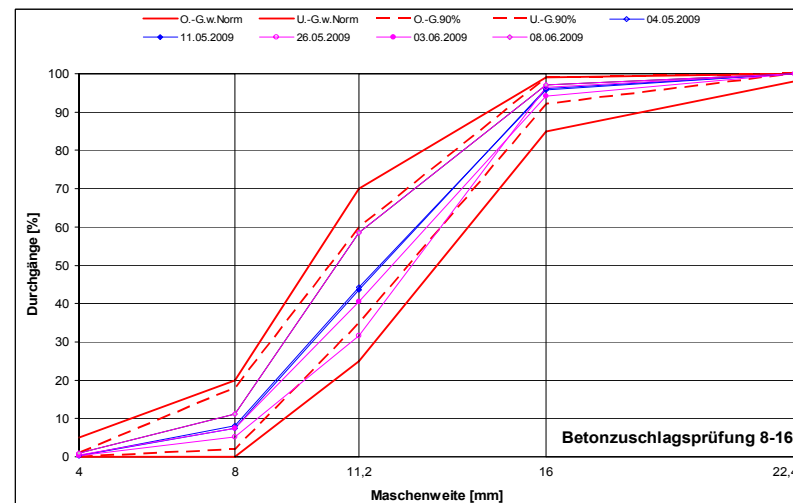


Abbildung 4: Kornverteilung der Fraktion 8/16 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

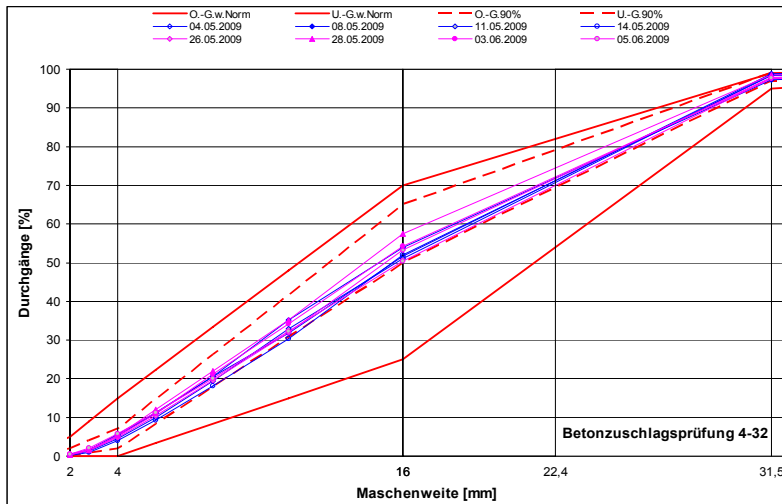


Abbildung 5: Kornverteilung der Fraktion 4/32 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

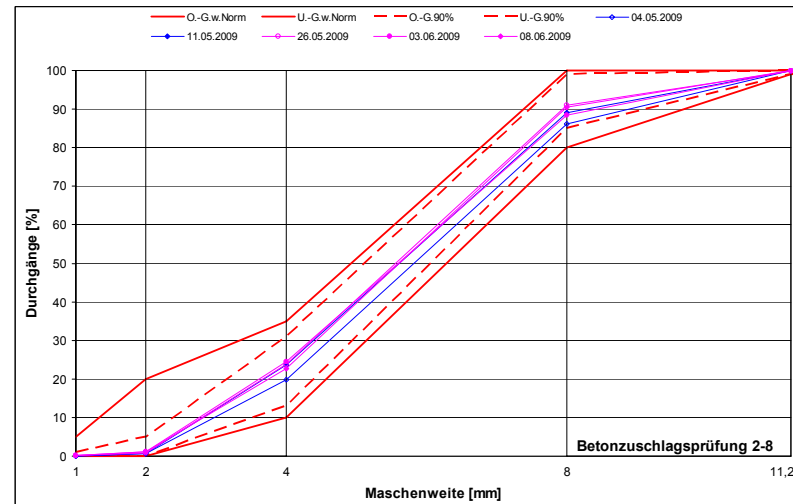


Abbildung 7: Kornverteilung der Fraktion 2/8 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

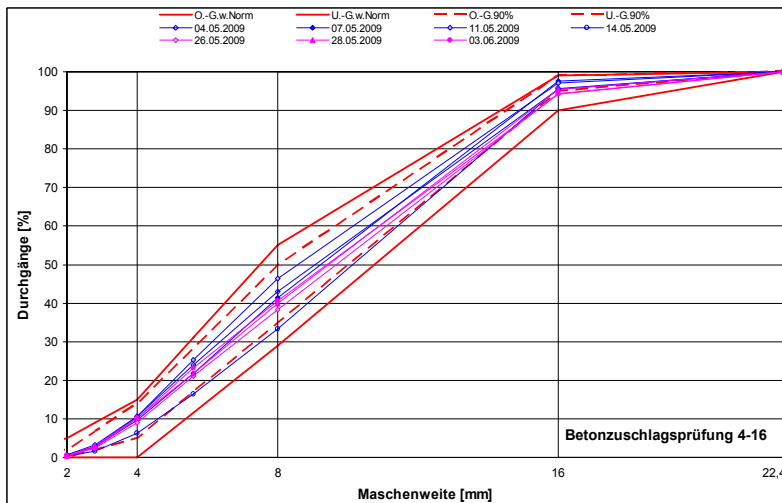


Abbildung 6: Kornverteilung der Fraktion 4/16 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

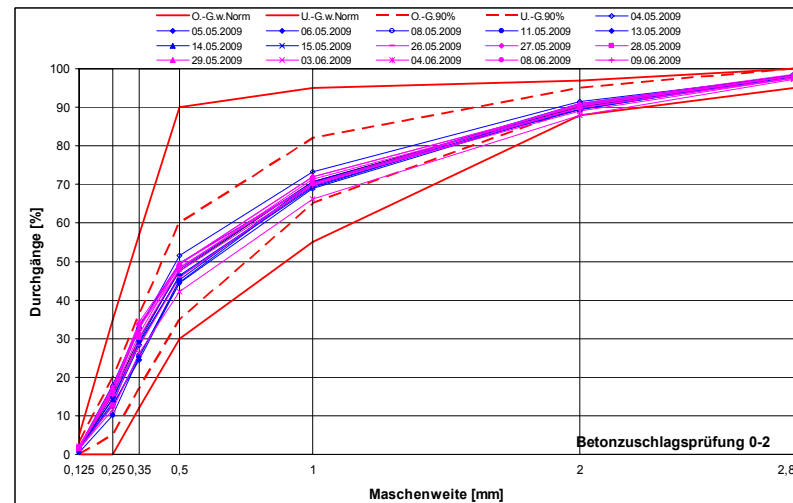


Abbildung 8: Kornverteilung der Fraktion 0/2 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

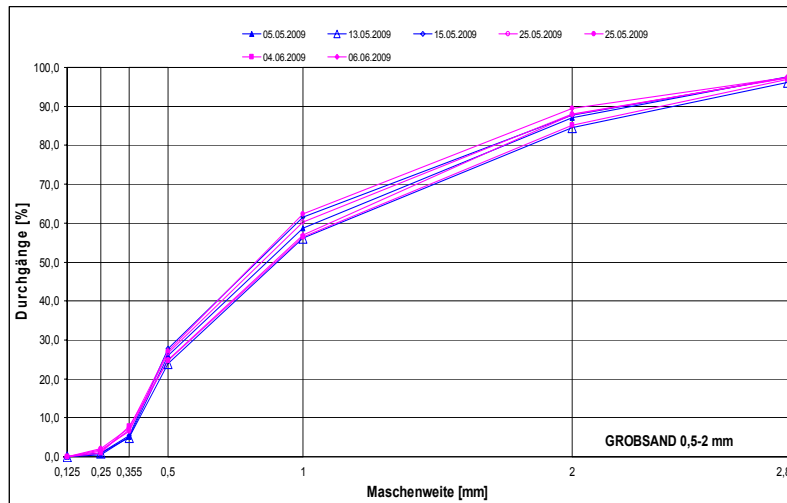


Abbildung 9: KV des Zwischenproduktes Grobsand vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

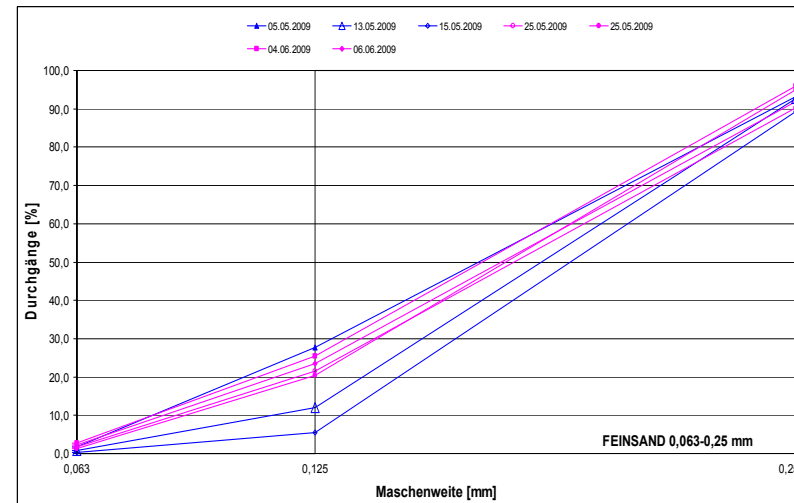


Abbildung 11: KV des Zwischenproduktes Feinsand vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

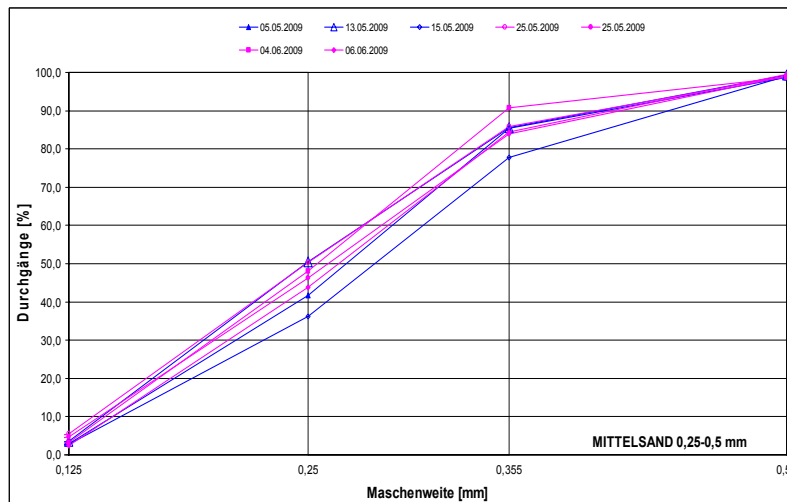


Abbildung 10: KV des Zwischenproduktes Mittelsand vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

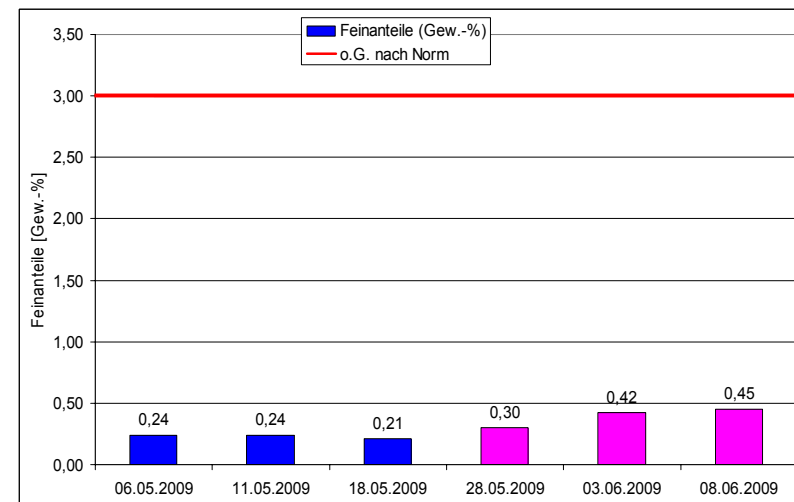


Abbildung 12: Feinanteile in der Fraktion 0/2 vor (blau) und nach (pink) Inbetriebnahme von MEBAS

5.3.1 Kornverteilungen der Verkaufsprodukte

Abbildung 3 bis Abbildung 8 zeigen die Kornverteilungen der Körnungsprodukte:

- 16/32
- 8/16
- 4/32
- 4/16
- 2/8 und
- 0/2 mm

Sowohl vor als auch nach der Inbetriebnahme von MEBAS liegen **alle** Kornverteilungen **deutlich** innerhalb der durch die DIN 12620 vorgegebenen Toleranzen.

Die nach Eigenspezifikation der KLK vorgegebenen engeren Grenzen, die für 90% der Analysen einzuhalten sind, werden in den meisten Fällen eingehalten. Ausnahmen betreffen:

- 1 Analyse der Fraktion 4/16 **vor** Inbetriebnahme MEBAS:

Geringfügige Unterschreitung des Mindestwertes für den Anteil <8 mm

- 2 Analysen der Fraktion 16/32 **nach** Inbetriebnahme MEBAS:

Fraktion <16 mm im Gemisch um 1,5%, bzw. 3% unterhalb der unteren Grenze von 8%

D.h. es fehlt etwas Feinkorn unterhalb der Nenn-Körnung.

Erklärungen: Es wurde „zu gut“ abgeseibt oder der Anteil der Körnung 16/32 an der Aufgabe war besonders hoch. In keinem Fall kann diese Abweichung einer Siebüberlastung durch MEBAS zugerechnet werden

- 1 Analyse der Fraktion 8/16 **nach** Inbetriebnahme MEBAS:

Fraktion <11,2 mm um 3,5% unterhalb der unteren Grenze von 35%

D.h. das Verhältnis von 8/11 zu 11/16 innerhalb der Fraktion ist etwas zu gering

Erklärungen: Da bei 11,2 mm im Prozess keine Absiebung stattfindet, kann diese Abweichung ebenfalls nur auf die Kornzusammensetzung des Rohmaterials zurückzuführen sein

- jew. 2 Analysen der Fraktion 0/2 vor und **nach** Inbetriebnahme MEBAS:

In allen Fällen wurde die Höchstmenge an Überkorn >2 mm von 10% um 1-2% überschritten.

Auch diese Abweichungen sprechen nicht dafür, dass die Anlage an irgendeiner Stelle überlastet wird.

Wäre z.B. ein Sieb überlastet, so würde dies eher zu einem zu geringen Grobkornanteil im Produkt 0/2 führen

Die aufgeführten Abweichungen unterstreichen, dass zum einen die wenigen entstandenen Abweichungen von den Idealsieblinien nicht auf den Einbau von MEBAS, sondern eher auf Schwankungen in der Aufgabekörnung zurückzuführen sind. Betrachtet man weiterhin den Umstand, dass in ähnlichem Maße bereits vor dem Einbau von MEBAS seltene Abweichungen aufgetreten sind, so lässt sich folgern, dass die Kornverteilungen der einzelnen Produkte nicht nachteilig beeinflusst wurden.

Auch die Fraktionen Grobsand, Mittelsand und Feinsand (vgl. Abbildung 9 bis Abbildung 11), aus denen das Sandpro-

dukt 0/2 gemischt wird, unterliegen hinsichtlich ihrer Kornzusammensetzung eher geringeren Schwankungen als vor dem Einbau von MEBAS.

5.3.2 Schädliche Bestandteile

Die Abbildung 12 zeigt den Feinanteil <0,063 mm im Sandprodukt 0/2 vor und nach Einbau von MEBAS. In allen Fällen liegt dieser deutlich unterhalb dem in der DIN 12620 vorgegebenen Wert von 3%.

Für den Feinanteil lagen für den vorliegenden Bericht nur wenige Werte vor. Laut mündlicher Mitteilung der Firma KLK hat sich aber im Laufe der Zeit gezeigt, dass keine wesentliche Zunahme der Feinanteile im Sand nach Inbetriebnahme von MEBAS zu beobachten war, auch wenn für die hier aufgenommenen Werte der mittlere Feinanteil von 0,23% vor Einbau von MEBAS auf 0,39% nach Einbau von MEBAS gestiegen ist..

Der Organikanteil der Sandfraktion 0/2 wird regelmäßig mittels Prüfung mit Natronlauge (DIN EN 1744) untersucht. Auch diese Untersuchungen ergaben sämtlich sowohl vor als auch nach Einbau von MEBAS, dass keine oder nur unbedenklich Mengen an organischen Bestandteilen im Produkt enthalten sind.

5.4 Energiebedarf der Anlage

Die Stromkosten für den Betrieb vor und nach Einbau von MEBAS sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Auswirkungen von MEBAS auf den spezifischen Energiekosten der Anlage

	April (ohne MEBAS)	Mai ohne/Einbau/mit. MEBAS)	Juni (mit MEBAS)	Juli (mit MEBAS)
Monatsproduktion (t / Monat)	88707	93689,3	93264,9	89893,8
Stromkosten (€/Monat)	22737,20	22364,54	23459,79	23744,91
Spezifische Energiekosten (€/t)	0,26	0,24	0,25	0,26

Der Einbau von MEBAS hat sich nicht signifikant auf die Stromkosten je Tonne Material ausgewirkt. Die dargestellten Kosten beziehen sich auf den Gesamtbetrieb inkl. Abbau und Verladung.

6. DANKSAGUNG

Wir möchten uns herzlich bei der Firma Laprell für die umfangreiche Unterstützung sowie das zur Verfügung stellen der umfangreichen Betriebs- und Analysedaten bedanken, ohne die die Anfertigung dieser Studie nicht möglich gewesen wäre.