

DIPLOMARBEIT

zum Erwerb des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs der Studienrichtung

Bergwesen



Eingereicht am Department Bergbau und Tunnelbau,
Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft
der Montanuniversität Leoben

von
cand. Ing. Nagy Miroslav

Leoben, März 2006

Thema der Diplomarbeit

Umsetzung der neuen Abbaustrategie
des Tagebaus „Gabenkopf“ der Holcim
(Schweiz) AG unter Berücksichtigung der
gesteigerten Ofenkapazität.

Im Auftrag der Firma Holcim (Schweiz) AG

Bearbeitungszeitraum September 2005 bis Februar 2006

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Informationen und Quellen nicht benutzt und die benutzten Quellen wörtliche oder inhaltlich entnommene Stelle als solche kenntlich gemacht habe.

Nagy Miroslav

Danksagungen

Der Verfasser bedankt sich bei der Fa. Holcim, Zementwerk Siggenthal, insbesondere bei Herrn Dipl.Ing. Dr.mont. Reichholf Gerhard, sowie bei Herrn Bitschnau Peter, Produktionsleiter, welche diese Arbeit erst ermöglichten. Die Zusammenarbeit war für mich sehr lehrreich und interessant.

Seitens der Montanuniversität Leoben bedanke ich mich bei Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Oberndorfer Thomas vom Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft für die fachliche Unterstützung und praktische Ratschläge bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
1. Einleitung	7
2. Zusammenfassung	8
3. Problemstellung	11
3.1 Vorgangsweise.....	11
3.1.1 Erhebung der Grundlagen.....	11
3.1.2 Geometrische Grobplanung.....	11
3.1.3 Variantenstudium Brecherstandort.....	11
3.1.4 Geometrische Detailplanung	12
4. Steinbruch Gabenkopf.....	13
4.2 Produktion	15
4.3 Förderung.....	16
5. Betriebsanalyse.....	20
5.1 Vorhandene Daten	20
5.2 Untersuchungen	20
5.3 Ergebnisse.....	22
5.3.1 Nutzlastbestimmung	22
5.3.2 Förderleistung, Brecherdurchsatz.....	23
5.3.3 Wartezeiten.....	24
5.3.4 Fehlerquellen	26
5.4 Zusammenfassung	27
6. Planungsrelevante Faktoren.....	28
6.1 Rohmaterialbedarf	28
6.2 QSO (Quarry Sheduling Optimisation) Grundlagen	28
6.3 Abbauperimeter	29
6.4 Abbaufortschrit.....	29
6.5 Endzustand.....	30
6.6 Neuer Brecherstandort.....	31
7. Grobplanung	33
8. Variantenstudie Brecherstandort.	37
8.1 Variante 1: Modernisierung der bestehenden Brecheranlage.....	37
8.2 Neue Brecheranlage.....	39
8.3 Variante 2: Neue Brecheranlage Nord.....	39
8.4 Variante 3: Neue Brecheranlage Süd.....	39
8.5 Variante 4: Schwerlasband	40
9. Detailplanung	42
9.1 Situation vor 2015	42
9.1.1 Brecher	42

9.1.2 Rampen.....	42
9.1.3 SLKW.....	44
9.1.4 Fazit.....	45
9.2 Situation nach 2015.....	45
9.2.1 Brecher.....	46
9.2.2 Rampen.....	48
9.2.3 SLKW.....	51
9.3 Kostenvergleich.....	54
10. Landschaftsbild.....	58
Literaturverzeichnis.....	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geologischer Aufbau der Lagerstätte	13
Abbildung 2: Geologischer Schnitt der Lagerstätte S – N	14
Abbildung 3: Geologischer Schnitt der Lagerstätte SW – NO	15
Abbildung 4: Tagebau Gabenkopf	16
Abbildung 5: Brechieranlage Tagebau Gabenkopf	19
Abbildung 6: Darstellung der Messmethoden „Ampel“ und „Waage“	21
Abbildung 7: Verteilung der Nutzlast bei CAT 777D und Euklid R90	23
Abbildung 8: Verteilung der Förderleistung in t/h bezogen auf Arbeitszeit	24
Abbildung 9: Verteilung der Wartezeiten am Brecher	25
Abbildung 10: Blockmodell der QSO Planung	28
Abbildung 11: Darstellung des Abbauperimeters Tagebau Gabenkopf	29
Abbildung 12: Darstellung des Abbauperimeters Tagebau Gabenkopf	30
Abbildung 13: Auflagen für den Endzustand der Böschungen	31
Abbildung 14: Verlagerung des Abbauschwerpunktes	32
Abbildung 15: Tagebauzustand September 2005 mit Perimeter	33
Abbildung 16 bis 29: Tagebauzustand Dezember 2006 bis 2038	34 - 35
Abbildung 30: Darstellung der Differenzen der Abgebauten Tonnen Rohmaterial zwischen QSO-Planung und Surpac-Berechnungen	36
Abbildung 31: Position der Brechieranlage	40
Abbildung 32: Parallele zu Südrampe (blau) für Leerfahrt	44
Abbildung 33: Änderung der Förderdistanzen in Abhängigkeit von der Position der Brechieranlage	46
Abbildung 34: Diagramm Abgebaute Mengen nach Abbaustufen	48
Abbildung 35: Rampenführung entlang der Südgrenze, Variante 1	50
Abbildung 36: Rampenführung entlang der Südgrenze, Variante 2	50
Abbildung 37: Rampenführung entlang der Südgrenze, Variante 3	51
Abbildung 38: Diagramm Abhängigkeit der Förderleistung von der Förderdistanz	52
Abbildung 39: Diagramm Änderung der Förderleistung der SLKW in Abhängigkeit von den Wachsenden Förderdistanzen	53
Abbildung 40: Kostenvergleich der Varianten Brecher / SLKW	54
Abbildung 41: Diagramm Änderung der Betriebsstunden der SLKW in Abhängigkeit von den wachsenden Förderdistanzen, Betriebsstunden pro SLKW	57

Abbildung 42 : Einsehbarkeit vom touristischen Weg – aktuelle Situation	58
Abbildung 43 : Einsehbarkeit vom touristischen Weg – Situation 2015	58
Abbildung 44 : Einsehbarkeit vom touristischen Weg – Situation 2038	59
Abbildung 45 : Sicht von Hottwil in Richtung Gabenkopf	60
Abbildung 46 : Surpac Modell der aktuellen Situation, Einsicht in westliche Richtung	60
Abbildung 47 : Surpac Modell der Situation 2015, Einsicht in westliche Richtung	61
Abbildung 48 : Surpac Modell der Situation 2038, Einsicht in westliche Richtung	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maschinenpark Steinbruch Gabenkopf / Förderung	17
---	----

1. Einleitung

Das Zementwerk Siggenthal der Holcim (Schweiz) AG gehört zu einem der modernsten und größten Betrieben in der Schweiz. Gegründet wurde dieses Werk im Jahr 1912, seit 1992 gehört das Werk zu Holcim und beschäftigt im Werk, in der Verwaltung und im Technical Center 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus der Region. Die Kapazität des Zementwerkes liegt bei 603 kt Klinker und 720 kt Zement pro Jahr.

Im Juli 2005 wurde eine Neuplanung des Abbaues in Zusammenarbeit mit HGRS (Holcim Group Support) durchgeführt. Diese Planung dient als Grundlage für die Erstellung dieser Diplomarbeit. Ziel dieser Diplomarbeit ist die Detailplanung und Umsetzung der neuen Abbaustrategie, welche sich aus den veränderten Bedürfnissen des Zementwerkes ergeben. Ursache liegt in der gesteigerten Ofenkapazität, und im erhöhten Einsatz von alternativen Brennstoffen.

Im Steinbruch Gabenkopf in Villingen wird Mergel, kalkiger Mergel und hochqualitativer Mühlenkalk abgebaut. Die Lösung des Gesteins erfolgt über Bohr- und Sprengarbeiten. Die Förderung des gesprengten Gesteins wird mit einem Radlader und zwei SLKW Muldenkippern durchgeführt. Die primäre Aufbereitung des Rohmaterials übernimmt eine Brecheranlage, ausgestattet mit einem Doppelwellenhammerbrecher. Gebrochenes Material kommt in einen Zwischenlager auf dem Gelände des Tagebaues unter. Hier werden in zwei getrennten Lagern insgesamt ca. 6 000 t Rohmaterial gelagert. Aus diesem Zwischenlager kommt das Material über eine 4 km lange Förderbandstrasse ins Werk. Die Höhendifferenz zwischen Steinbruch und Werk wird zu Energieerzeugung mit einem Generatorbetrieb des Förderbandes genutzt.

Durch die Entwicklung in der nahen Zukunft verändern sich die Raumverhältnisse im Steinbruch Gabenkopf, was eine Auswirkung auf die Förderwege mit sich bringt. Die Entfernungen, welche von den SLKW Muldenkippern zu bewältigen sind, werden sich drastisch vergrößern, der Schwerpunkt der Abbautätigkeit verlagert sich weiter nach Westen. Die gesteigerte Ofenkapazität bedeutet auch einen erhöhten Bedarf nach Rohmaterial. Dem entsprechend muss auch die Förderung gesteigert werden. Die Umstrukturierung des bestehenden Betriebes bedarf eine Untersuchung und Anpassung des gesamten Systems:

- Steinbruchgeometrie und zukünftige Straßen- und Rampenlegung
- Änderungen der bestehenden Maschinenflotte
- Änderung des Brechers, so wie dessen zukünftige Position

2. Zusammenfassung

Im Sommer 2005 wurde in Zusammenarbeit der Holcim (Schweiz) AG mit der HGRS Holderbank eine überarbeitete QSO Planung für den Tagebau Gabenkopf für den Zeitraum von 2006 bis 2038 erstellt. Diese Planung wurde aufgrund der Produktionsmengenanpassungen und geotechnischen Erfordernissen notwendig. Die QSO Planung berücksichtigt nicht die technischen Details des Abbaues aus der fördertechnischen und bergmännischen Sicht. Jedoch wird aus den Ergebnissen deutlich sichtbar, dass sich der Abbauschwerpunkt stark nach Westen verlagert. Dies führt zu einer Änderung der Förderdistanzen, und beeinflusst die Förderleistung des gesamten Betriebes. Zusätzlich kommt noch die Auswirkung der geplanten Erhöhung der Ofenkapazität im Zementwerk Siggenthal dazu. Daraus ergeben sich für die Zukunft zwei wichtige Änderungen für den Tagebaubetrieb:

- Förderung über längere Distanzen
- Um den Bedarf des Zementwerkes zu decken, mehr Rohmaterial fördern

Beide diese Tatsachen führen zu einer Mehrbelastung des Betriebes. Es sind Lösungen anzustreben, welche es ermöglichen bei gleich bleibenden Betriebsfaktoren Arbeitszeit und Belegschaft die erhöhte Produktionsmengen zu bewältigen.

Die QSO Planung diente als Grundlage der Grobplanung, welche die Darstellung der Veränderungen der Abbaugeometrie zu Aufgabe hatte.

Die Detailplanung ist in zwei Abschnitte gegliedert. Der erste Abschnitt behandelt die Änderungen und Bedürfnisse der nahen Zukunft, und ist mit dem Jahr 2015 begrenzt. Der zweite Abschnitt erstreckt sich vom Jahr 2015 bis zum Ende der Abbautätigkeit im Jahr 2038. Der Grund für diese Betrachtungsweise liegt in den Änderungen der Abbaugeometrie. Diese wird sich erst nach dem Jahr 2015 stark ändern, wenn die Abbaufrenten in Richtung Westen bewegen werden. Diese Tatsache wurde mit der Grobplanung im Surpac visualisiert.

Der erhöhte Bedarf an Rohmaterial wird nur durch eine umfangreiche Modernisierung der alten Brecheranlage, oder durch die Inbetriebnahme einer neuen Brecheranlage zu decken

sein. Der zeitliche, technische und finanzielle Aufwand für die Modernisierung der vorhandenen Anlage besteht jedoch argumentativ nicht gegen dem Aufbau einer neuen Brecheranlage. Alleine die Umrüstzeit während der Modernisierung würde zu einem Stillstand führen, welcher für das Zementwerk nicht akzeptabel wäre.

Für den Aufbau einer neuen Anlage spricht auch die Änderung der Förderdistanzen. Bei einer optimierten Position der neuen Anlage im Südosten des Tagebaues werden die Förderwege wesentlich kürzer, und die gewünschten Leistungen wären mit unveränderter Anzahl der Mitarbeiter und eingesetzten Maschinen ohne Engpässe zu erbringen. Die Bestimmung des neuen Standortes der Brecheranlage berücksichtigte die Förderleistung der SLKW, und die zeitliche Entwicklung des Tagebaues. Für die Position wurde eine Stelle ermittelt, welche zum gegebenen Zeitpunkt der Anlagenerstellung bereits im Endzustand ist, und an der keine Vorräte für die Zukunft gebunden werden. Gleichzeitig ist die Entfernung der Anlage zu der am weitesten gelegenen Beladestelle am Ende der Fördertätigkeit im Jahr 2038 so, dass die eingesetzten SLKW keine Engpässe wegen den zu langen Fahrzeiten verursachen werden.

Die Detailplanung der Rampenlegung richtete sich nach den Ergebnissen der Untersuchungen der Hangstabilität. Dadurch scheiden jegliche Alternativen zu der bestehenden Nordrampe im Bereich der Nordkrete aus. Eine Parallelrampe zu der bestehenden Südrampe würde die Reserven der Förderkapazität bis 2015 wirksam nützen, es würden die Wartezeiten auf der Förderstrecke eliminiert. Bei der Rampenlegung nach 2015 zu einer neuen Brecheranlage im Südosten wurde nach einer Variante gesucht, welche die Endzustandaufgaben erfüllt und gleichzeitig möglichst geringes Volumen an Vorräten blockiert. Dabei wurde auch die Möglichkeit des Aufkippen der Rampen mit Fremdmaterial diskutiert.

Bei einer Fokussierung der Tätigkeiten der Steinbruchbelegschaft auf das Kerngeschäft „Bohren – Sprengen – Fördern – Brechen“ können in der nahen Zukunft noch Leistungsreserven des bestehenden Fördersystems voll ausgenutzt werden. Dabei sind besonders die Wartezeiten am Brecher und auf den Förderstrecken von großer Bedeutung.

Die Fördervarianten zu der alten und auch zu der neuen Brecheranlage wurden mit zwei verschiedenen SLKW Größen untersucht. Einmal mit Fahrzeugen der Klasse CAT 777D mit 95 t Nutzlast, und mit Fahrzeugen CAT 775E mit 65 t Nutzlast. Aus den Berechnungen geht hervor, dass der Einsatz von kleineren Fahrzeugen zu Engpässen führen würde. Die

geringeren Kosten der 65 t Fahrzeuge werden durch die Kosten der Mehrstunden in der Förderung aufgehoben, und in der Summe übersteigen diese die Kosten der größeren Mulden mit 95 t Nutzlast.

Bei dem Kostenvergleich wurde ein Kompromiss zwischen den einzusetzenden Fahrzeugen gefunden. Bei einer neuen Brecheranlage sind bis zu einer gewissen Förderdistanz die kleineren Mulden effektiver nutzbar. Aus den Berechnungen ergibt sich der Zeitpunkt im Jahr 2028 als Grenzwert, bei dem durch die Änderung der Distanzen die größeren Muldenkipper mit 95 t Nutzlast wirtschaftlicher im Einsatz sind.

Die Auswirkungen auf das Landschaftsbild wurden anhand von Visualisierungsmodellen beurteilt. Dabei wurde die breitere Umgebung des Tagebaues Gabenkopf im Surpac modelliert und mit einer Luftaufnahme kombiniert. Wichtig waren dabei drei Punkte:

- Einsicht in den Tagebau aus der Kote Touristischer Weg über der Strasse Villigen – Mandach
- Änderung des Landschaftsbildes aus der Sicht der Gemeinde Mandach
- Änderung des Landschaftsbildes aus der Sicht der Gemeinde Hotwill

Aus den Darstellungen der Surpacmodelle ist erkennbar, dass die sichtbaren Änderungen des Landschaftsbildes in der Zukunft sehr geringfügig sein werden. Die Gemeinde Mandach wird zu keinem Zeitpunkt die Änderungen wahrnehmen können, da diese durch eine topografische Unebenheit vollständig verdeckt bleiben.

3. Problemstellung

Die Ziele der Diplomarbeit sind wie folgt definiert:

- Geometrische Detailplanung des Abbaufortschrittes auf Basis der Rohplanung des Betriebes. Die Rohplanung basiert auf einem Blockmodell, bei dem geometrische Feinheiten nicht berücksichtigt werden können. Die Detailplanung muss Gesichtspunkte der Rampenlegung und Rampenverlegung ebenso wie die Gewinnungstechnik (vernünftige Gestaltung der Lage und Größe der Produktionssprengungen, Einhaltung der Etagenhalbierung im Bereich der Nordkrete etc.) berücksichtigen.
- Auf Basis dieser geometrischen Planung ist anschließend der optimale Brecherstandort zu ermitteln. Diese Aufgabe umfasst auch ggf. die zeitliche Planung des Abwerfens der derzeit bestehenden Anlage, oder ähnliches.

3.1 Vorgangsweise

3.1.1 Erhebung der Grundlagen

Dieser Schritt umfasst die Vorbereitung der notwendigen geometrischen Daten sowie eine Aufnahme der produktionstechnisch wesentlichen Randbedingungen im Betrieb, welche ein optimales Konzept zu berücksichtigen hat.

3.1.2 Geometrische Grobplanung

In einem ersten Schritt ist die Rohplanung des Betriebes (Blockmodell) in ein geometrisches Modell zu übertragen. Dieser Schritt ist erforderlich um die tatsächlichen Verhältnisse besser einschätzen zu können. Die fördertechnischen Anbindungen werden hier nur grob berücksichtigt.

3.1.3 Variantenstudium Brecherstandort

Als Grundlage der weiteren Planung sind verschiedene Möglichkeiten der geometrischen Positionierung des Brechers zu untersuchen. Für die einzelnen Varianten sind die fördertechnische Gegebenheiten (Förderanlage und Steigung) abzuschätzen und einer Bewertung zu

unterziehen. Als Grundlage können hier die Erkenntnisse die bereits im Betrieb durchgeführte Untersuchungen (Meldearbeiten)

3.1.4 Geometrische Detailplanung

Die Detailplanung ist in den vom Betrieb vorgegebenen Zeitintervallen durchzuführen. Für die nähere Zukunft (bis 2012) sind dies Jahresschritte, welche sich gegen Ende des Abbauzeitraums (ab 2012 bis 2038) auf 3 bis 6 – Jahresschritte ausdehnen. Die Notwendigkeit mehrerer Alternativen ist vor Ort zu prüfen und festzulegen. Dabei ist jedoch darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Rahmen der Diplomarbeit eingehalten werden kann.

Die Planung wird mit Hilfe des Bergbauplanungsprogramms Surpac durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Form von 3D Ansichten, Plänen und volumetrischen Kennzahlen dargestellt.

4. Steinbruch Gabenkopf

4.1 Geologische Aufbau der Lagerstätte⁵

Der Steinbruch befindet sich im Bereich des Tafeljura, nahe einer letzten (nördlichsten) kleinen Überschiebung, die als nördlichster Ausdruck des Faltenjuras angesprochen werden muss (Mandacher-Überschiebung). Die aufgeschlossenen Schichten gehören alle zum Malm (Mittlerer Jura, ~ 150 Mio. Jahre alt). Von den jüngeren zu den älteren Formationen findet man folgende Schichten:

- Letzi Schicht einige Meter (volle stratigr. Mächtigkeit: 25m)
- Wangener Schichten 11,7m
- Crenularis Schichten 4,2m
- Geissberg Schichten 16,0m
- Effinger Schichten ~50,0m

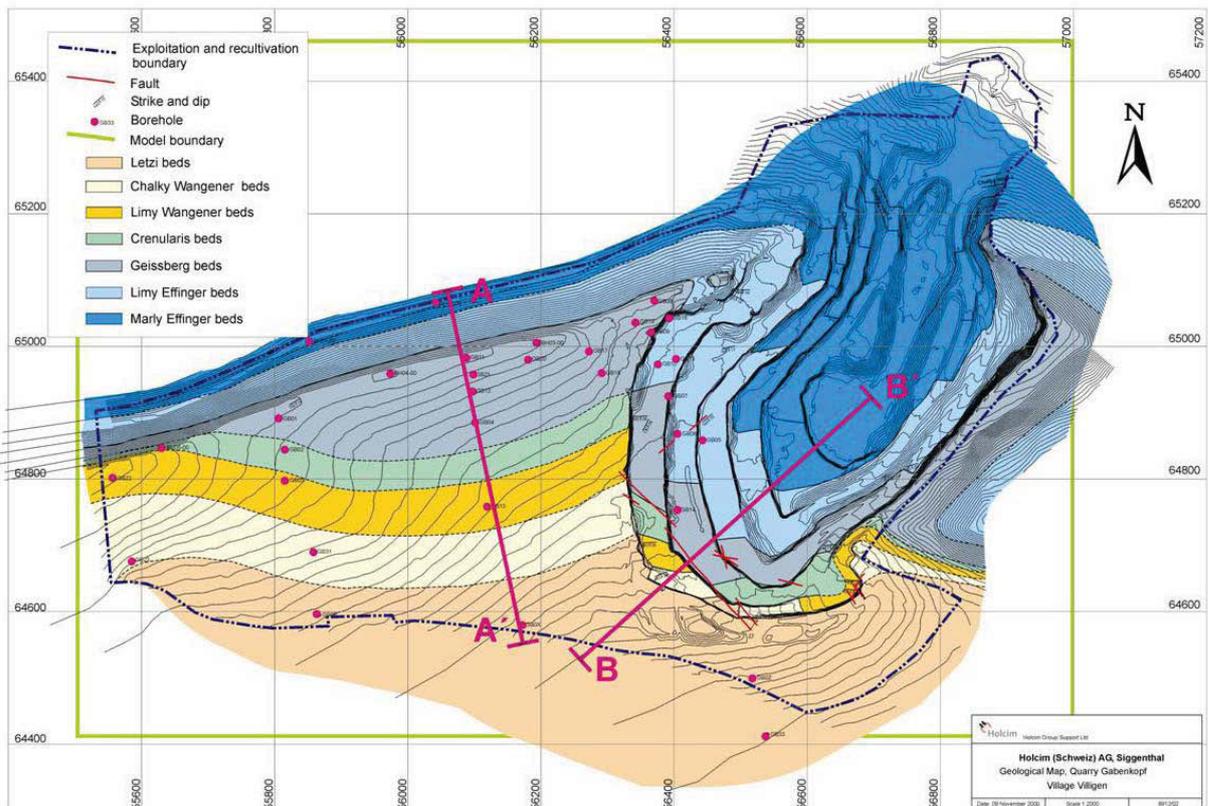


Abbildung 1: Geologischer Aufbau der Lagerstätte

Die sehr dünne Überdeckung besteht aus Waldboden und wenig Moräne. Im südöstlichsten Teil des Abbauperimeters ist die Mächtigkeit der Moränenüberdeckung nicht genau bekannt.

Obwohl in den Bohrungen keinen namhaften Mächtigkeiten erbohrt wurden, ist jedoch möglich, zwischen den Bohrungen erhöhte Mengen von Moräne anzutreffen. Dieses Material könnte jedoch, analog zu KER (kontaminiertes Erdreich), im Prozess Verwendung finden.

Stratigraphisch gesehen besteht die ganze Serie aus Kalk, Kalkmergel und Mergel. In der kalkigen Serie sind der obere Teil der Wangener Schichten und die Crenularis Schichten leicht zu erkennen durch ihre markante Fazies. Die restlichen Kalke, die Letzi Schichten, der untere Teil der Wangener Schichten und die Geissberg Schichten sind sehr ähnlich, und können nur erkannt werden, wenn man den stratigraphischen Bezug herstellen kann. Die Schichten neigen generell nach Süden. Im größten Teil des Steinbruches weisen die Schichten eine Neigung zwischen 4° und 6° auf. Nur im nördlichsten Teil (sog. Nordkrete), beim Gabenkopf ist die Neigung der Schichten größer, bis zu $\sim 20^\circ$. Dies ist durch den Aufstoß gegen die Mandach Überschiebung, die wenige hundert Meter nördlich des Steinbruches liegt.

Tektonisch betrachtet wird das Abbaugelände in seinem nördlichsten Teil von der so genannten Mandacher Überschiebung beeinflusst. Obwohl dem Tafeljura zugerechnet, ist es deshalb durchaus möglich, dass kleine Überschiebungen im Abbaugelände auftreten. Die Mandacher Überschiebung ist auch für gewisse Aktivierung der Schichtflächen verantwortlich. Diese wiederum erhöht die Neigung zu Rutschungen im Steinbruch. Hauptsächlich sind jedoch die älteren, rheintalischen Normalbrüche im Steinbruch vertreten und sie zeigen Sprunghöhen von einigen Metern. Trotz der guten Korrelationen im noch intakten Anteil der Lagerstätte können durchaus weitere solche Normalbrüche auftreten.

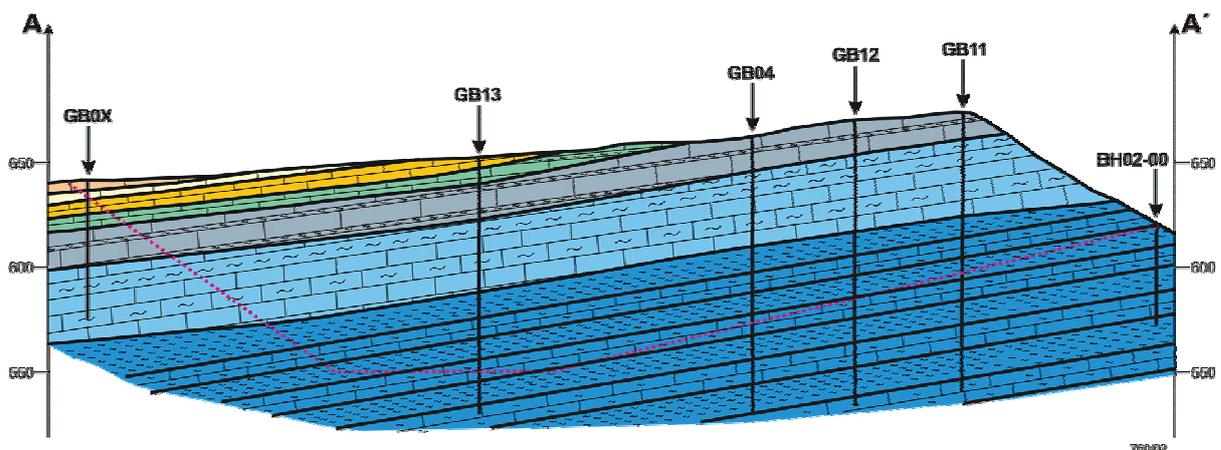


Abbildung 2: Geologischer Schnitt der Lagerstätte S - N

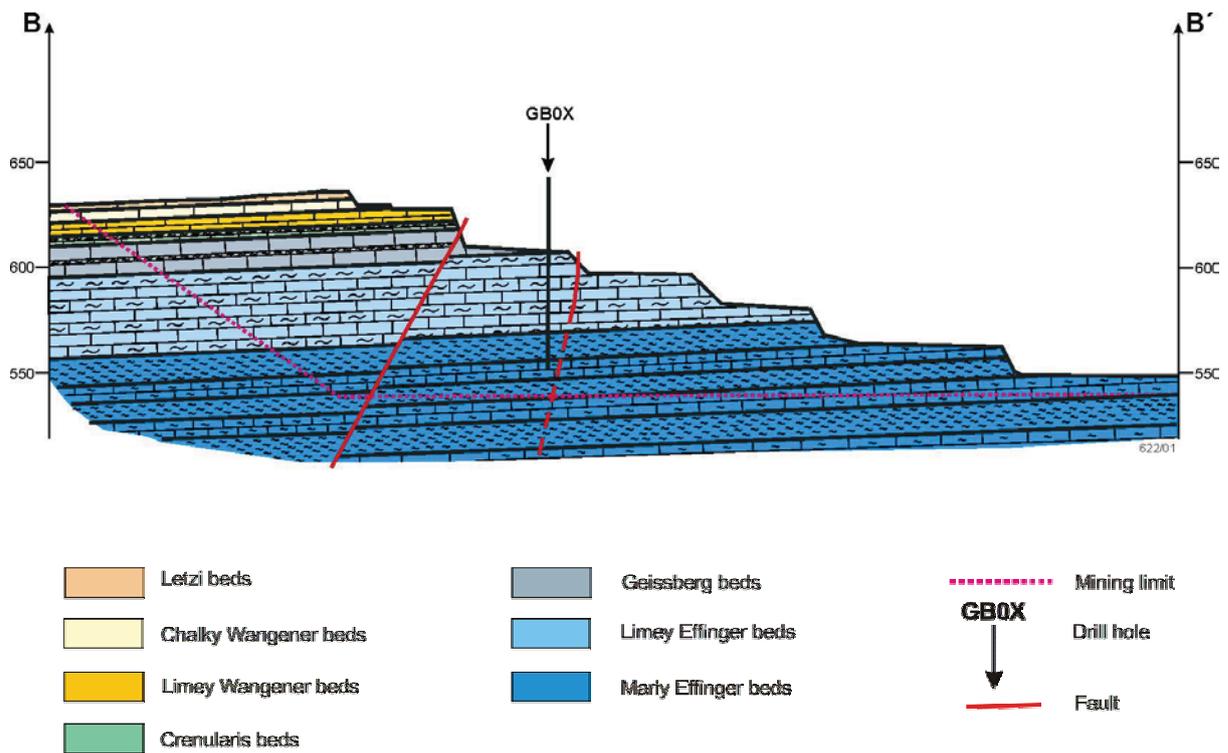


Abbildung 3: Geologischer Schnitt der Lagerstätte SW - NO

4.2 Produktion

Die Jahresproduktion des Tagebaus Gabenkopf beträgt ca. 1 Mio. t Rohmaterial (Produkte Hoch – CaO > 160, Tief – CaO < 85 und Mühlenkalk – hochreiner Kalkstein, welcher bei der Zementproduktion zugegeben wird). Diese Produktion wird in den kommenden Jahren um ca. 20% steigen. Der Betrieb im Steinbruch verläuft einschichtig. Die Lösung des Gesteins erfolgt durch Bohr- und Sprengarbeiten. Die Belegschaft besteht aus 9 Mann. Daraus ergibt sich eine Produktion von 111 kt pro Mann und Jahr. Nach der aktuellsten Planung sind die Vorräte innerhalb des Perimeters ausreichend für eine Produktion bis 2038. Dabei wird aus der aktuellen Zusammensetzung der Rohmischung und des Bedarfs des Zementwerkes ausgegangen. Die tiefste Abbautage, sog. Stufe 1 bildet eine Begrenzung der Abbautätigkeit nach unten auf Seehöhe 548m. Derzeit höchstgelegene Abbaustelle ist auf Stufe 6 mit Seehöhe 628m. Stufe 7 ist als oberste Stelle aufgefahren. Von der Stufe 7 werden Bohrarbeiten durchgeführt. Auf der Stufe 1 befindet sich ein Kalkdepo, welches in der Vergangenheit als Innenhalde bei Kalküberschuss angelegt wurde. Diese Halde wird 2006 wahrscheinlich komplett abgetragen. Aktuelle Menge in diesem Kalksteindepo betrug zum Zeitpunkt Oktober 2005 ca. 35 000 t Kalkstein.

4.3 Förderung

Im Einsatz sind derzeit ein Muldenkipper Caterpillar 777D mit einer Nutzlast von 96 t, ein Euklid R90 mit Nutzlast 86 t. Als Reserve steht ein Euklid R85 mit Nutzlast 83 t bereit. Beladung der SLKW wird mit einem Radlader Caterpillar 992G mit 12m³ Schaufelvolumen. Für die Förderung sind 2 SLKW-Fahrer und ein Radladerfahrer zuständig. Die SLKW-Fahrer sind auch für die Bedienung der Brecheranlage verantwortlich. Um den qualitativen Anforderungen des Zementwerkes Folge zu entsprechen werden die Förderstellen während eines Tages mehrmals gewechselt. Dies ist eine Folge der Qualitätssteuerung, und ergibt sich aus der Vielfältigkeit des geologischen Aufbaus der Lagerstätte. Die Förderung mit den SLKW erfolgt nur bergab, einzige Ausnahme ist die Förderung vom Kalksteindepo auf Stufe 1, welche aber aufgrund der geringen Entfernung mit 1 SLKW durchgeführt wird. Die Abbaustufen sind durch 2 Hauptrampen zugänglich. Diese Rampen sind nicht für den Gegenverkehr geeignet. Die Förderung wurde bereits in einem Teil der Meldearbeit vom Herrn A.Schreilechner

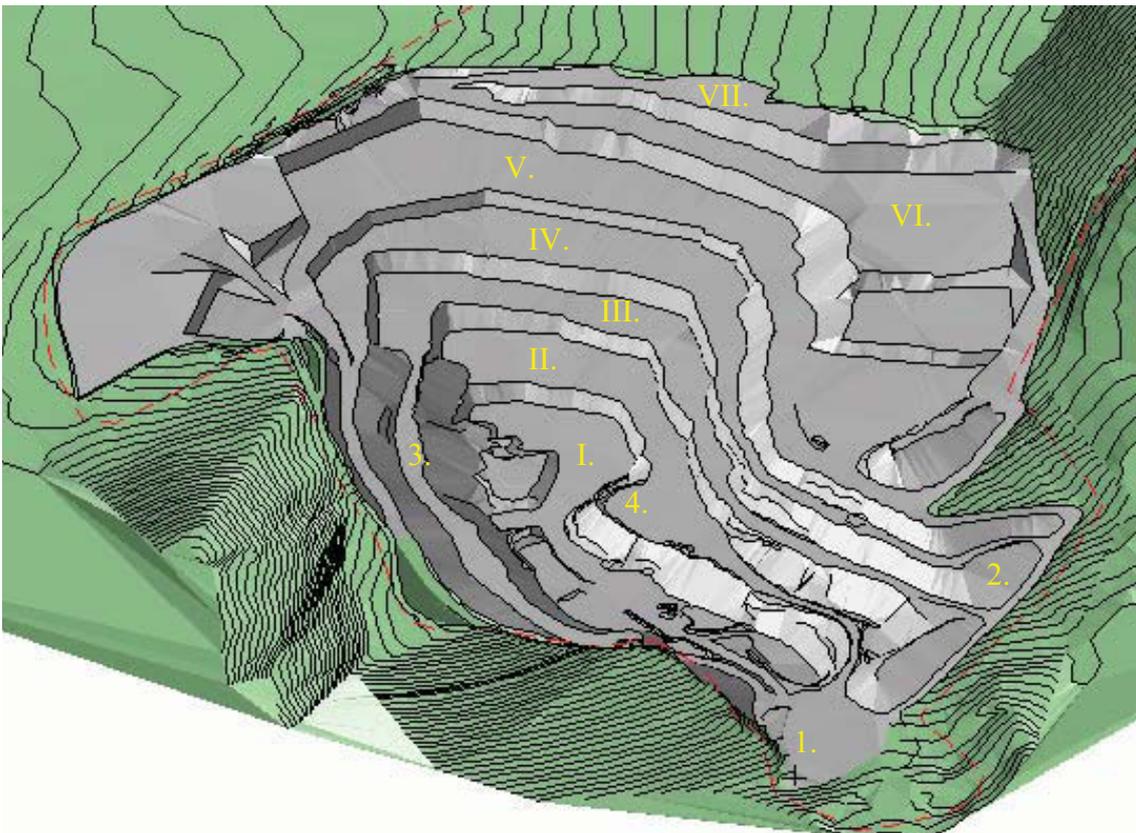


Abbildung 4: Tagebau Gabenkopf

(1. Brecheranlage, 2. Nordrampe, 3. Südrampe, 4. Kalkdepo, Nummerierung der Stufen 1 bis 7 mit römischen Zahlen)

untersucht. Die Fahrbahn ist zu schmal ausgelegt. Die Position der beiden Rampen ist in Bereichen, welche in der Zukunft durch die Abbautätigkeit nicht mehr betroffen werden. Die sog. Nordrampe verläuft

vom Betriebsgebäude auf der Nordgrenze des Abbauperimeters in Richtung Gabenkopf. Die Nordrampe ist zum Teil betoniert, und hat eine Steigung von bis zu 14%. Die steile Auslegung der Nordrampe führt bei nasser Fahrbahn zu Behinderungen und Einschränkungen. Bei Rutschgefahr darf die Nordrampe nur für die Leerfahrt bergauf genützt werden. Die zweite Rampe verläuft von der Brecheranlage in Richtung Süden entlang der Ostgrenze des Abbauperimeters. Diese ist zum Teil betoniert, und hat eine Steigung von ca. 8%, und erreicht im südöstlichsten Teil der Lagerstätte die Stufe 6. Dabei besteht der letzte Abschnitt der Südrampe von Stufe 5 auf Stufe 6 aus aufgekipperten Material. Die Lebensdauer dieses Abschnittes ist im Vergleich zum Rest der Rampe kurzfristig, da in den Bereich der heutigen Position in einigen Jahren der Abbau fortschreitet.

Tabelle 1: Maschinenpark Steinbruch Gabenkopf / Förderung

Maschinenpark Tagebau Gabenkopf						
Typ	Baujahr	Treibstoffverbrauch [l/h]	Schaufelinhalt [m ³]	Eigengewicht [t]	Nutzlast [t]	Leistung [kW]
Bohren						
Atlas Copco ROC 860	1995	32,5				245
Böhler 222	1987	Reserve				
Laden						
Caterpillar 992C	1989	80	10,8	93		690
Caterpillar 992G	2000	89	12	96		610
Fördern						
Euklid R85B	1989	35		60	83	645
Euklid R90	1995	36		64	86	783
Caterpillar 777D	2002	39		65	96	715

Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, sind zwei Bohrwagen und zwei Radlader im Betrieb vorhanden. Davon ist jeweils eins als Reserve. Die Nutzlasten der SLKW sind Herstellerangaben, und weichen von den realen Werten ab. Im Allgemeinen liegen die Nutzlasten unter den Herstellerwerten (siehe Betriebsanalyse).

4.4 Zerkleinerung⁴

Das gesprengte Rohmaterial wird in den Aufgabetrichter der Brecheranlage gekippt. Das Fassungsvermögen des Trichters ist ca. 120 t. Über das Plattenband (2 000 mm Breit) unter dem Trichter kommt das Material in einen Doppelwellenhammerbrecher (Baujahr 1968, Hersteller MIAG, Typ Titan). Ausgelegt wurde dieser Brecher für 600 t/h, wobei im heutigen Betrieb wesentlich höhere Leistungen (durchschnittlich 740 t/h) erreicht werden. Bei optimalen Bedingungen wurden durch den Verfasser dieser Arbeit Leistungen von bis zu 950 t/h gemessen. Der Brecherdurchsatz ist jedoch stark materialabhängig. Angetrieben wird der Brecher mit 2 Elektromotoren jeweils mit 450 kW Leistung. Unter dem Brecher ist ein Rost mit Spaltweite 70 mm. Die Anlage arbeitet ohne Vorabsiebung. Siebkurven des gesprengten Materials sind nicht bekannt. Nach dem Brecher kommt das gebrochene Gut auf ein kurzes Förderband 1 (L = 9,5 m, GB 2500 mm), unter dem Magnetband wird das Material weiter aus ca. 2 m Höhe auf ein Förderband 2 (L = 74,32 m, GB 1200 mm, Steigung bis 18%, mit Bandwaage) übergeben. Die Richtung der Materialbewegung ändert sich dabei um 90°. Der Abstand zwischen Förderbandende (Förderband 1) und der Mittellinie vom Förderband 2 liegt bei ca. 0,3 m. Durch Kettenvorhänge wird das Material in die Mitte des unteren Förderbandes gelenkt. Durch die knappe Bemessung der Übergabestelle kommt es oft zu Störungen, welche beim feuchten Material zur Stauungen und Verstopfungen führen. Über das Förderband 2 gelangt das Material in die Halle zum Verteilerband (Dreh- und reversierbares Förderband, L = 11 m, GB 1200 mm). Die Übergabe vom Förderband 2 auf das Verteilerband ist ähnlich wie die erste Übergabe aufgebaut. Durch die veränderliche Position des Verteilerbandes, und daraus folgenden veränderten Förderrichtung kommt es zu Störungen bei diesem Band (Schieflauf). Dabei werden diese Störungen durch unsymmetrische Verteilung des Materials auf dem Gurt verursacht. Das Material wird in zwei Bunker, jeweils mit 3000 t Fassungsvermögen verteilt. Von den 3000 t pro Bunker sind jedoch konstruktionsbedingt nur 1500 t „Aktivvolumen“.

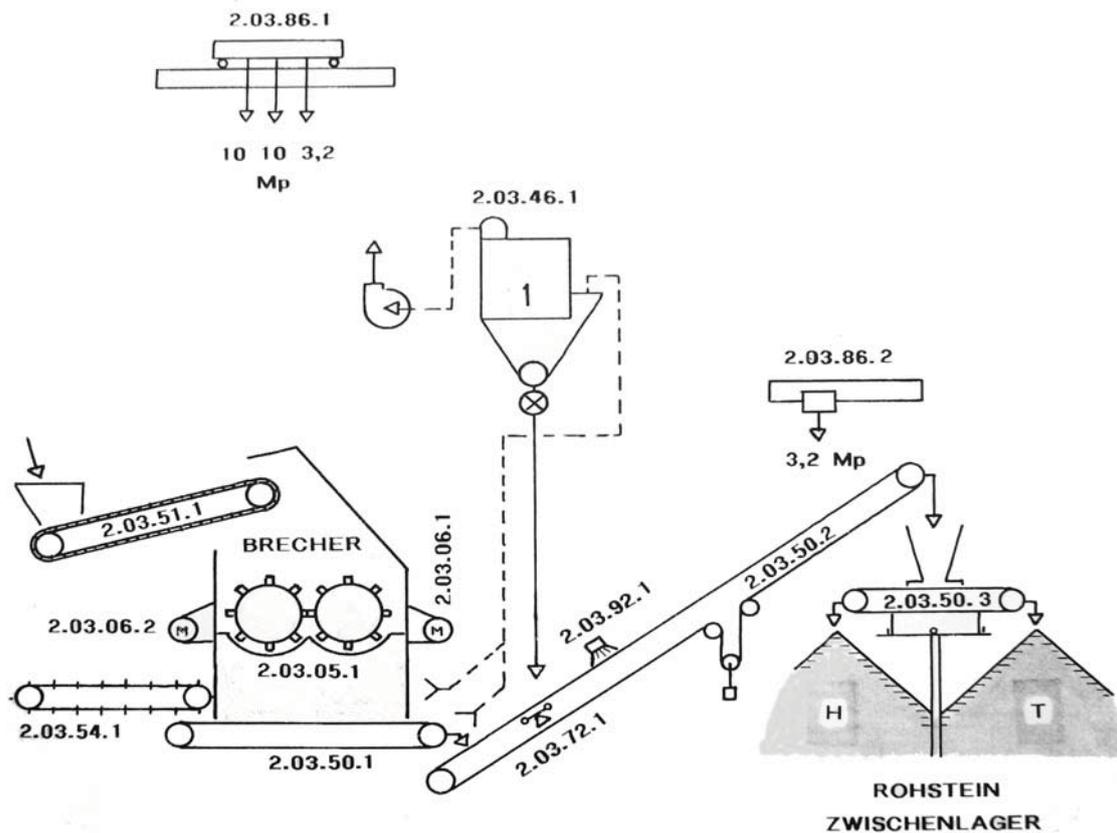


Abbildung 5: Brechermanlage Tagebau Gabenkopf

(2.03.51.1 Plattenband, 2.03.05.1 Brecher MIAG Titan, 2.03.06.2 und 2.03.06.1 Brecherantrieb á 500 kW, 2.03.54.1 Kettenförderer, 2.03.50.1 Förderband 1, 2.03.50.2 Förderband 2, 2.03.72.1 Bandwaage, 2.03.92.1 Metallsuchgerät, 2.03.50.3 Verteilerband, 2.03.46.1 Entstaubung, 2.03.86.1 und 2.03.86.2 Krananlage)
 Zahlencode in der Zeichnung sind interne Kodierungen der Holcim (Schweiz)

5. Betriebsanalyse

Ziel der Betriebsanalyse ist die Erfassung der für die Planung wichtigen Daten, und eine Verifizierung der vorhandenen Daten (betriebliche Aufzeichnungen, Meldarbeit Schreilechner). Die Betrachtung der Arbeitszeit wurde mit einer 42 Stunden – Arbeitswoche, einen Koeffizienten für effektive Arbeitszeit 0,83 und Maschinenverfügbarkeitskoeffizienten 0,9 in die Rechnung einbezogen:

$$42 \text{ h / Wo} \times 0,83 = 34,9 \text{ h / Wo effektive Arbeitszeit}$$

$$42 \text{ h / Wo} \times 0,83 \times 0,9 = 31,4 \text{ h / Wo eff. Arbeitszeit kombiniert mit Maschinenverfügbarkeit}$$

$42 \text{ h / Wo} \times 0,83 \times 0,9 - 3 \text{ h} = 28,4 \text{ h / Wo eff. Arbeitszeit kombiniert mit Maschinenverfügbarkeit und abzüglich 3 Stunden, die Wöchentlich für Instandhaltung genutzt werden.}$

5.1 Vorhandene Daten

Für die Analyse des Betriebes und dessen einzelnen Komponenten wurden die Angaben seitens der Firma herangezogen. Weiters wurden auch die Ergebnisse der bereits vorhandenen Betriebsanalysen (Schreilechner 2005) und Untersuchungen bzw. Arbeitszeitstudien berücksichtigt. Seitens der Steinbruchleitung wurde die Einsicht in die ProMIS (Professional Mining Information System) Datenbank ermöglicht, mit der Absicht des möglichen Vergleiches der gemessenen Werte mit den langfristig statistisch erfassten Werten.

5.2 Untersuchungen

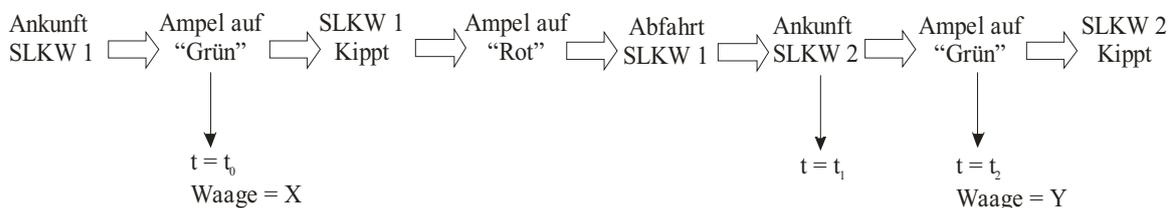
Für die Bestimmung der Förderkapazität des gesamten Systems wurde eine Untersuchung der Beladungseffizienz der SLKW, kombiniert mit der Studie der Arbeitszyklen der SLKW und der Brecheranlage durchgeführt. Diese Beobachtungen dienten als Verifizierung der bereits vorhandenen Daten (Schreilechner). Dabei wurden die Fahrtzeiten mit einer Stoppuhr ermittelt. Die Beladungseffizienz wurde mit Hilfe der Bandwaage, welche in der Brecheranlage implementiert ist, durchgeführt. Dabei wurden zwei verschiedene Messprinzipie realisiert. Zuerst wurde die Messmethode „Ampel“ angewendet. Dabei wird der angezeigte Wert der Bandwaage zwischen zwei Grünlichtschaltungen der Ampel notiert, und dem jeweiligen Fahrzeug als Nutzlast zugeordnet. Die Schaltung der Ampel auf Grün erfolgt bei einem bestimmten Niveau des Materials im Aufgabetrichter. Diese Messmethode wurde

bereits bei einer Studie angewendet (Schreilechner) und hat deren Ergebnisse bestätigt. Die Messmethode „Waage“ lies keinerlei Verfälschungen durch verschiedene Form des gekippten Materials im Aufgabetrichter zu. Während der Beobachtungen ist aufgefallen, dass die Form des Schüttkegels vom Typ des SLKW's abhängt, wenn es von Euklid R90 gekippt wird, als wie es beim Kippen des CAT 777D ist. Der Unterschied besteht in der Größe des Schüttkegels, was direkt mit der gekippten Menge und der Muldenform zusammenhängt. Die zweite Messmethode hat unabhängig von der benötigten Brecherzeit die Tonnen für einzelne Fahrzeuge ermittelt. Das Material wurde immer in einen leeren Aufgabetrichter gekippt, und der Wert der Bandwaage wurde erst dann notiert, wenn die Anzeige der Bandwaage keine Veränderungen mehr aufgewiesen hat, und der Aufgabetrichter leer gewesen ist.

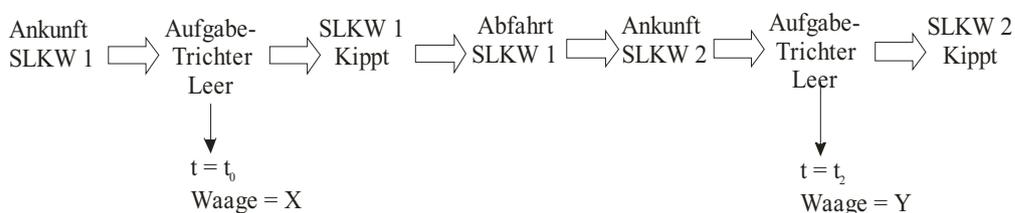
Mit beiden Messmethoden sind identische Durchschnittswerte ermittelt worden. Die zweite Methode erschien als genauer bei der Bestimmung der Nutzlasten der in Größe unterschiedlichen Muldenkipper.

Als ein weiterer bedeutender Gesichtspunkt der Förderung wurden die Wartezeiten der SLKW's, bzw. die Leerlaufzeiten der Brecheranlage gemessen.

Schematische Darstellung der Messmethoden „Ampel“ und „Waage“



Brecherzeit: $t_2 - t_0 = t_B$ Nutzlast SLKW 1: $Y - X = Z$ Brecherdurchsatz: Z / t_B Wartezeit SLKW 2: $t_W = t_2 - t_1$



Brecherzeit: $t_2 - t_0 = t_B$ Nutzlast SLKW 1: $Y - X = Z$ Brecherdurchsatz: Z / t_B
 Waage = X : Anzeige der Bandwaage zum Zeitpunkt wo erstes Material auf dem Förderband liegt
 Waage = Y Anzeige der Bandwaage zeigt keine Veränderungen mehr, kein Material kommt auf Förderband

Abbildung 6: Darstellung der Messmethoden „Ampel“ und „Waage“

5.3 Ergebnisse

Alle Datentabellen mit gemessenen Werten und Auswertungstabellen, wie auch Diagramme befinden sich auf dem beiliegenden Datenträger (CD).

5.3.1 Nutzlastbestimmung

Die Messungen beziehen sich auf die Fahrzeuge CAT 777D und Euklid 90. Die Nutzlasten dieser Muldenkipper sind von den Herstellern wie folgt angegeben: Caterpillar 777D 96 t, Euklid R90 86 t. Die Werte, welche aus einer Studie vom April 2005 (Schreilechner) auszulesen sind, weichen von diesen Angaben ab. Nach der oben erwähnten Studie liegt die Nutzlast des CAT 777D bei 91 t, und beim Euklid R90 liegt dieser Wert bei 77 t. Als Merkmal sind dabei die Eigenschaften des geförderten Gutes zu beachten. Bei einer Dichte von $2,5 \text{ t/m}^3$ (Festgestein) werden unter Standardbedingungen nie die Angaben der Hersteller erreicht. Die Messung der Nutzlast des CAT 777D ergab annähernd die Herstellerwerte. Jedoch sind die Seitenwände der Mulde erhöht, was ein vergrößertes Fassungsvermögen zur Folge hat. Die Angaben der Hersteller beziehen sich auf Materialien mit höherer Dichte.

Es wurden insgesamt 219 Messungen im laufenden Betrieb durchgeführt. Dabei wurden, wie schon oben erwähnt, zwei Messmethoden eingesetzt.

Die Messmethode „Ampel“ ergab ähnliche Werte wie die Studie vom April 2005 (Schreilechner). Dabei wurde die Nutzlast des CAT 777D mit durchschnittlich 95 t ermittelt.

Die Nutzlast des Euklid R90 liegt durchschnittlich bei 76 t.

Die Messmethode „Waage“ zeigte folgende Ergebnisse: CAT 777D Nutzlast 93 t, Nutzlast Euklid R90 Nutzlast 75 t. Über eine einfache Rechnung wurde die Menge des geförderten Materials für Radlader CAT 992G ermittelt: 19 t pro Schaufel (CAT 777D wird mit 5 Schaufeln beladen = 95 t, bzw. der Euklid R90 wird mit 4 Schaufeln beladen = 76 t).

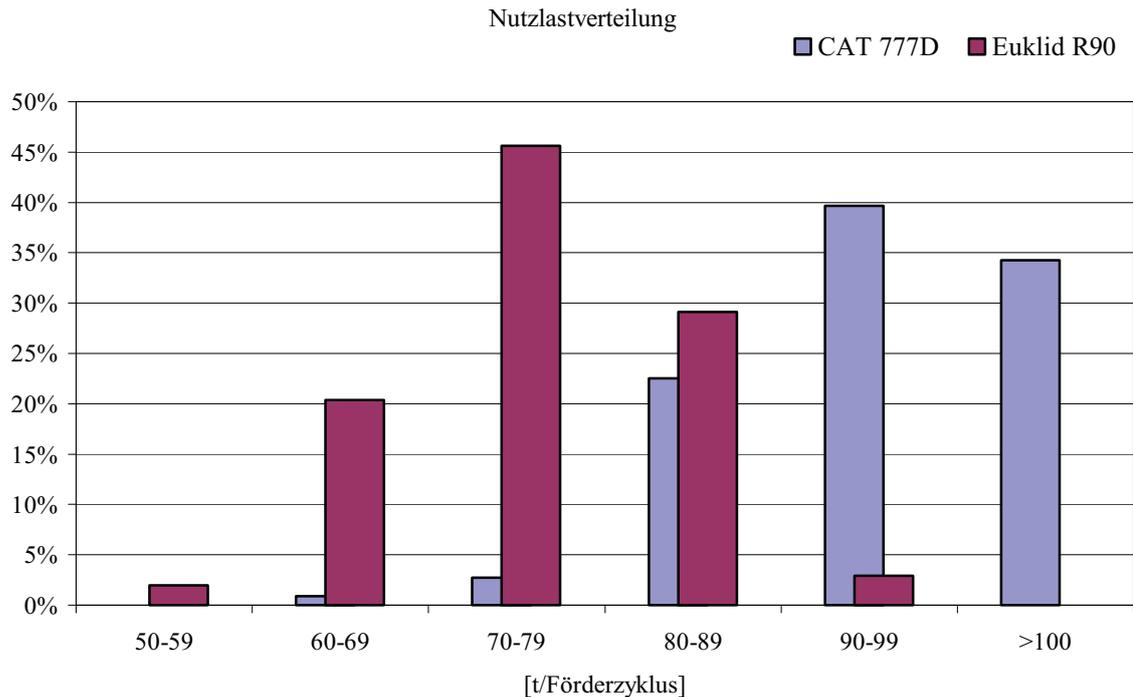


Abbildung 7: Verteilung der Nutzlast bei CAT 777D und Euklid R90.

Aus der Abbildung 7 ist die Bandbreite der Nutzlastverteilung bei den eingesetzten SLKW ersichtlich. Es ist erkennbar, dass die vom Hersteller angegebenen Werte nicht erreicht werden.

5.3.2 Förderleistung, Brecherdurchsatz

Die Förderleistung der SLKW hängt mit der Entfernung der Beladestelle von der Brecheranlage, von den Wetterbedingungen, und Materialbeschaffung ab. Nicht auszuschließen ist auch ein gewisser Einfluss des menschlichen Faktors. Die Messungen ergaben durchschnittlich 13 Minuten pro Förderzyklus (durchschnitt. Zeit, gemessen Nagy). Ein Förderzyklus ist ein abgeschlossener Arbeitsvorgang des SLKW vom Zeitpunkt „Kippen“ bis zum nächsten Zeitpunkt „Kippen“. Daraus ergibt sich ein Brecherdurchsatz von 785 t/h (bei durchschnittlich 85 t pro Zyklus, 9,24 Zyklus/h). Bei einer Umrechnung auf die Bruttoarbeitszeit ergibt sich eine Förderleistung von 676 t/h, bei Nettoarbeitszeit sind es 746 t/h. Der Unterschied zwischen Ermittlung über die Netto/Brutto Arbeitszeit und der Berechnung aus der Zyklusdauer ergibt sich aus dem Einfluss der Wartezeiten auf die Arbeitszeit. Nach Aufzeichnungen des Betriebes war im Jahr 2004 die durchschnittliche

Leistung der Brecheranlage 745 t/h, was auch der Umrechnung auf Nettoarbeitszeit entspricht.

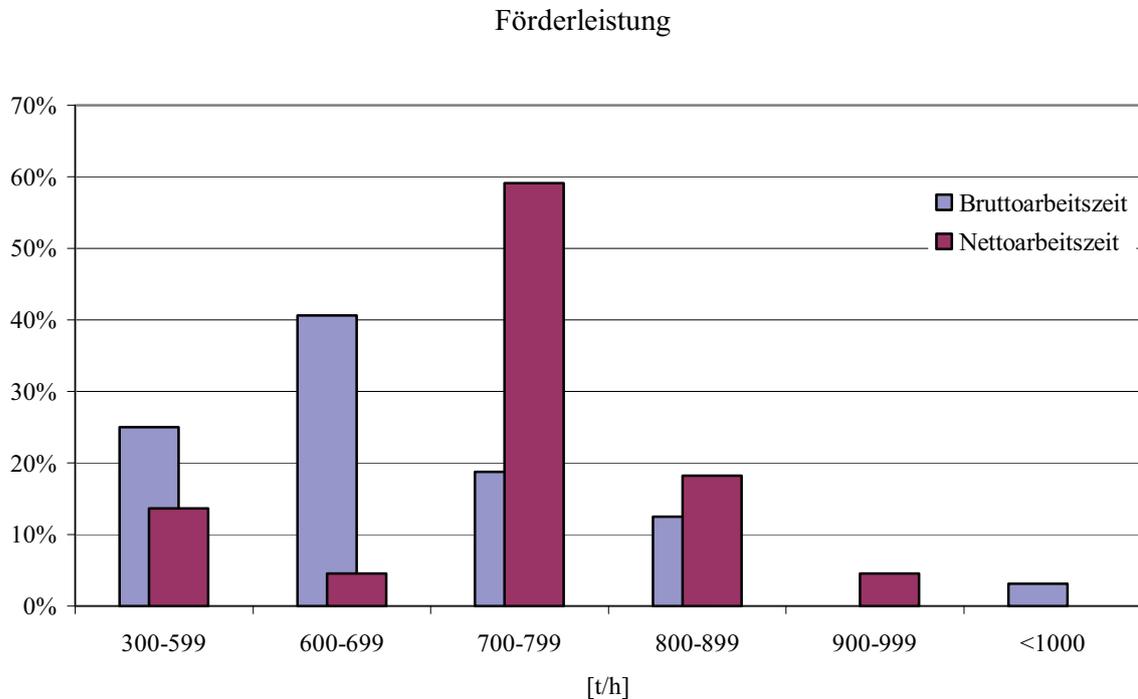


Abbildung 8: Verteilung der Förderleistung in t/h bezogen auf Arbeitszeit

Für die Auswertung der Förderleistung bezogen auf Brutto- und Nettoarbeitszeit wurden während des Betriebes alle 60 Minuten die Tonnen von der Bandwaage abgelesen, und diese Werte wurden in Klassen nach t/h tabellarisch ausgewertet. Die Ergebnisse ist im oben stehenden Diagramm dargestellt. Die Bruttoarbeitszeit beinhaltet auch die Wartezeiten, also ist die Förderleistung geringer. Bei einer Betrachtung der Förderleistung ohne Wartezeiten ergibt sich eine wesentlich höhere Förderleistung, was die Reserven des Fördersystems zeigt.

5.3.3 Wartezeiten

Bei den Messungen der Nutzlast und der Förderleistung wurde auffällig, dass die Muldenkipper bei der Brecheranlage auf die Freigabe zum Kippen warten müssen. Eine mögliche Ursache ist das geringe Volumen des Aufgabetrichters, konkret beim CAT 777D. Weitere Ursache kann der zu geringer Brecherdurchsatz sein. Diese Zeit wurde gemessen, und als Wartezeit ausgewertet. Durchschnittliche Wartezeit wurde nicht berechnet, da dieser Faktor stark schwankt und durch Streckenlänge und Materialbeschaffenheit beeinflusst wird.

Diese Zeitangabe beinhaltet nicht die Zeit, welche zum Kippen benötigt wird, sondern nur die reine Wartezeit. Bei optimalen Bedingungen (Material- und Distanzabhängig, Fahrbahnbeschaffenheit) entstehen keine Wartezeiten.

Nicht unbedeutender Anteil der Arbeitszeit ist der Aufwand für Umrüsten bei Brecherstillstand im Falle eines Siloüberlaufs (Bunker Hoch/Tief). Die Umstellungen von einer Position auf eine andere benötigt viel Zeit. Diesen Faktor könnte man durch ein höheres Automatisierungsgrad und logistische Maßnahmen eliminieren, bzw. minimieren.

Wartezeiten der SLKW am Brecher

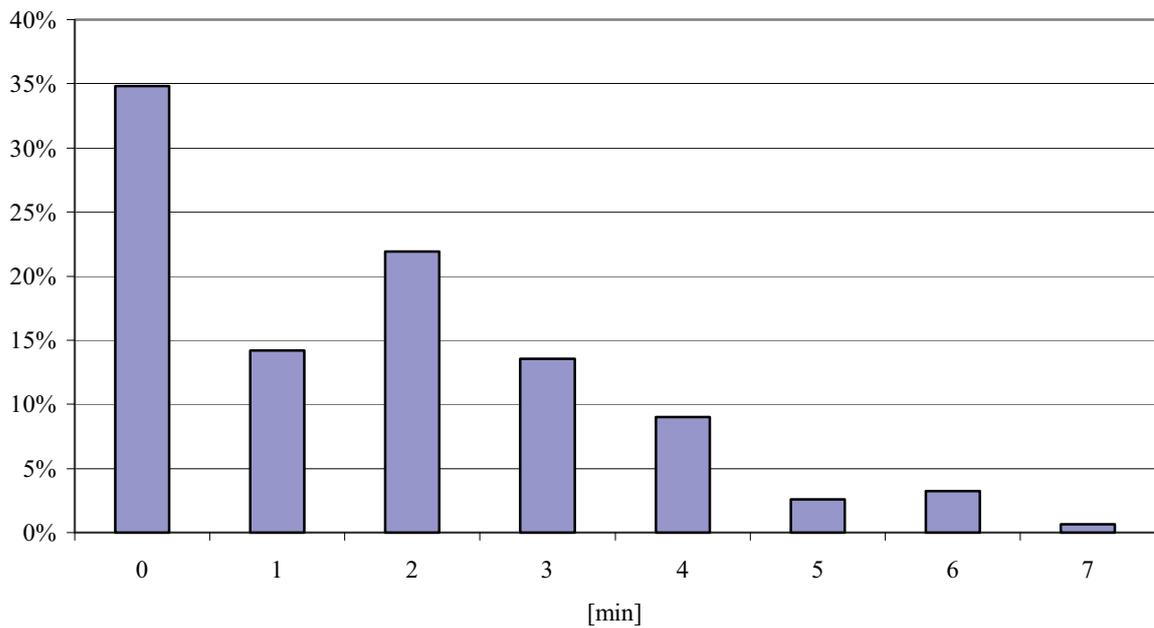


Abbildung 9: Verteilung der Wartezeiten am Brecher (Basis 155 Messungen, gemessen an 4 Arbeitstagen)

Aus der Abbildung 9 ist ersichtlich, dass nur ein Drittel der Förderzyklen ohne Warten am Brecher realisiert wird. Für den Rest ergeben sich Wartezeiten zwischen einer und 4 Minuten, in Ausnahmefällen bis zu 7 Minuten. Dadurch ist die Effektivität der Zeitznutzung der Förderung in Frage gestellt.

5.3.4 Fehlerquellen

- Messmethodensystem – bei den angewendeten Messmethoden ergeben sich einzelne Werte als Durchschnittswerte aus einer bestimmten Anzahl von Messungen. Die Genauigkeit steigt mit der Anzahl der Einzelmessungen. Nach dem die vorliegenden Messergebnisse den Beobachtungen des Betriebes ähnlich sind, wird die Anzahl der durchgeführten Messungen subjektiv als ausreichend angesehen.
- Waagengenauigkeit – Für die Dauer der Messungen wurde die Bandwaage umgestellt auf eine Auflösung von 1 t. Bei Normalbetrieb registriert diese Bandwaage eine Einheit nach 10 t. Die Genauigkeit der Waage kann einen Einfluss auf die Messergebnisse haben. Nach Angaben des Betriebes wird diese Bandwaage jedoch in regelmäßigen Zeitabständen durch Fachkräfte geeicht.
- Verschiedene Radladerfahrer und Muldenfahrer – bei den Zeitmessungen und Nutzlastmessungen ist eine Beeinflussung der Messwerte durch den menschlichen Faktor nicht auszuschließen. Für ein objektives Ergebnis müssten die Messungen gleichmäßig auf die einzelnen Radladerfahrer und SLKW- Fahrer verteilt werden.

5.4 Zusammenfassung

Beide Messmethoden der Nutzlast haben ähnliche Ergebnisse geliefert. Die Messmethode „Ampel“ liefert jedoch aussagekräftige Messwerte erst bei einer höheren Anzahl der Förderzyklen, wobei die Messmethode „Waage“ schon mit ein paar Messzyklen verlässliche Ergebnisse liefert.

Aus den Ergebnissen ist eine Differenz der Nutzlast bei Euklid R90 um ca. 10 t weniger als Herstellerangabe abzuleiten. Dies entspricht bei CAT 992G einer halben Schaufel. Dabei entsteht zwangsläufig die Frage der Beladungseffizienz der beiden Muldenkipper durch den CAT 992G. Dieses Ladegerät ist offensichtlich optimal für den CAT 777D ausgelegt.

Der Einsatz von zwei SLKW mit so unterschiedlichen Parametern führt zu einer Asymmetrie des Fördersystems als Ganzes. Durch kürzere Beladezeiten beim Euklid 90, und längere Brecherzeiten bei CAT 777D entsteht immer ein Potenzial für Wartezeiten bei der Brecheranlage. Die Wartezeiten am Brecher sind jedoch auch durch die geringe Kapazität der Anlage verursacht. Daraus wird ersichtlich, dass die Brecheranlage als derzeitiger Engpass im System der Förderung wirkt. Eine Rolle spielt dabei die Tatsache, dass die gesamte Anlage historisch gewachsen ist, und der Maschinenpark immer wieder angepasst wurde.

6. Planungsrelevante Faktoren

6.1 Rohmaterialbedarf

Die Mengen des abgebauten Rohmaterials richten sich nach dem Bedarf des Zementwerkes. Kurzfristig ist eine Steigerung der Klinkerproduktion um ca. 20% auf 2 275 t täglich geplant. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer gesteigerten Förderkapazität des Tagebaus Gabenkopf. Dabei muss der Tagebaubetrieb innerhalb der regulären Arbeitszeit (42 Wochenstunden, 5 Arbeitstage) den siebentägigen Werksbedarf decken können.

6.2 QSO (Quarry Sheduling Optimisation) Grundlagen

Die Planung mit der hausinternen Planungssoftware QSO wird vom HGRS in Holderbank realisiert. Diese Planung richtet sich nach dem Bedarf des Zementwerkes hinsichtlich der Materialmenge, wie auch nach der benötigten chemischen Zusammensetzung der gelieferten Rohmischung. Dabei werden die Erkenntnisse des geologischen Aufbaues der Lagerstätte genutzt. Durch die Eingabe aller notwendigen Parameter, wie Qualitätsanforderungen, Rohmischungsmenge, Materialparameter (Dichte...) und Angaben zur Abbaugeometrie werden die Abbauparameter der einzelnen Zeitabschnitte errechnet. Diese Ergebnisse werden

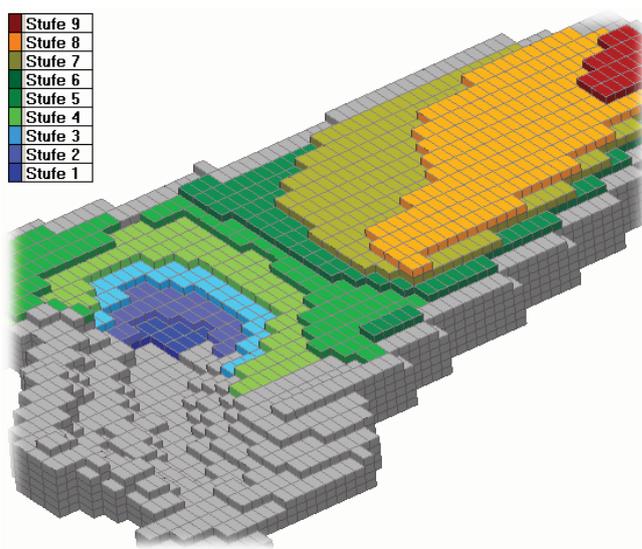


Abbildung 10: Blockmodell der QSO Planung

in QSO auch graphisch in Form eines Blockmodells dargestellt. Aus diesem Blockmodell geht hervor welche Blöcke (Blockgröße: 40m x 20m x 16m) im angegebenen Zeitraum abgebaut werden müssen. Die QSO Planung berücksichtigt jedoch keine fördertechnisch relevanten Faktoren, wie Rampenlegung, Brecherstandort oder einen regelmäßigen Bruchwandverlauf.

6.3 Abbauperimeter

Der Abbauperimeter ist durch die Katastergrenzen deutlich festgelegt. Ausgehend aus der aktuellen Lage des Abbaues ergibt sich für die Langzeitplanung eine deutliche Richtung für die Entwicklung des Tagebaues nach Westen. Im Ostteil der Lagerstätte erstreckt sich der Abbau bereits von der Nordgrenze bis zu der Südgrenze des Perimeters. Die Südgrenze verläuft zur Gänze im Waldgebiet mit geringer Geländeneigung. Die Nordgrenze ist an die Nordkrete gebunden. In diesem Bereich ist das Gelände wesentlich steiler.

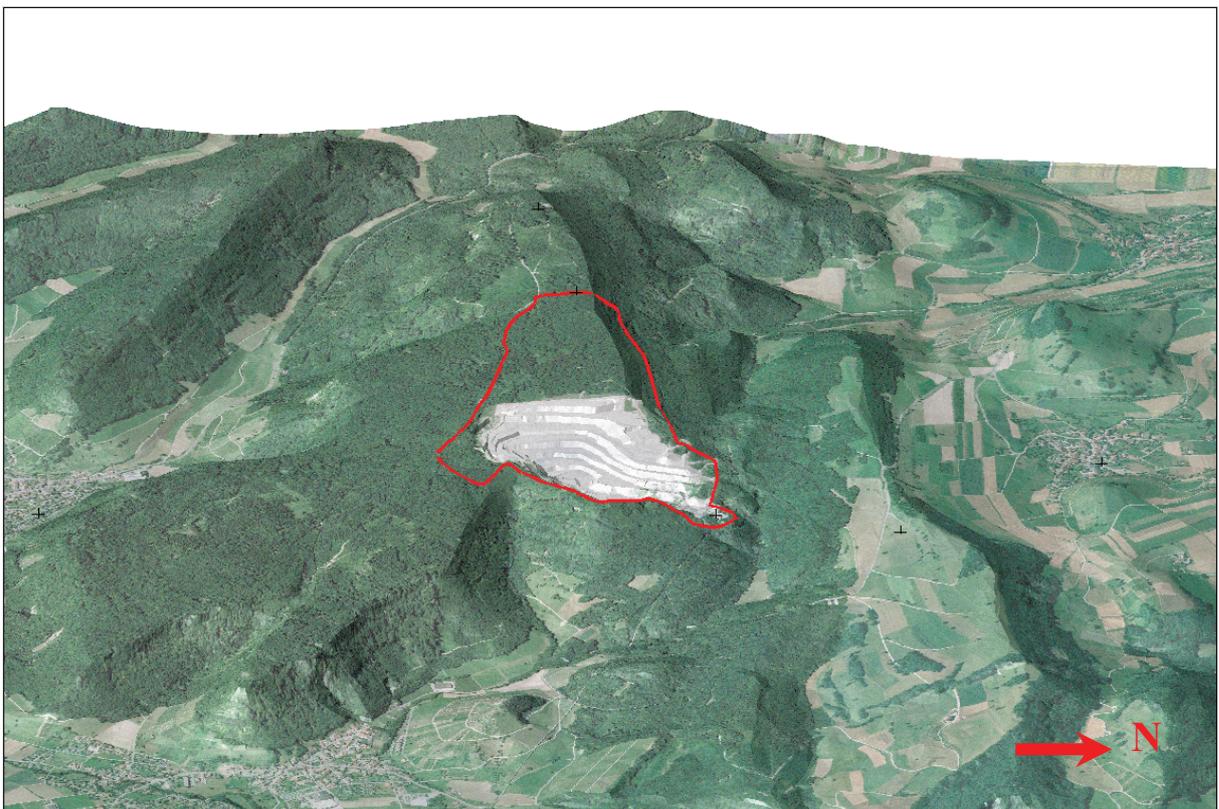


Abbildung 11: Darstellung des Abbauperimeters Tagebau Gabenkopf

6.4 Abbaufortschrit

In der nahen Zukunft bis ca. 2012 kommt es beim Erscheinungsbild des Tagebaues zu keinen wesentlichen Veränderungen. Im Allgemeinen wird der Abbaufortschritt durch die Angaben der QSO Planung vorgegeben. Es ist im Sinne der Abbauführung die Bruchwände so langgestreckt wie möglich zu führen. Nach der geplanten Steigerung der Förderung wird der

Abbaufortschritt gleichmäßig sein. Nach dem die Lagerstätte im südöstlichsten Teil vollständig abgebaut wird, verlagert sich die Abbaufront nach Westen. Ab diesem Zeitpunkt wird sich die Abbaufront gleichmäßig in Richtung der Westgrenze des Perimeters verlagern. Die Ausrichtung der Abbaufront muss insbesondere im Bereich der Nordkrete die Bestimmungen der Stabilitätsstudie vom Ingenieurbüro Basler & Hoffmann AG befolgen. Dieser Bereich ist aus der Sicht der Stabilität sehr sensibel, da die geologische Situation ungünstig ist. Die Ausrichtung der Bruchwände nach 2015 ist so zu gestalten, dass die Bruchwand von Außen nicht sichtbar sein wird.

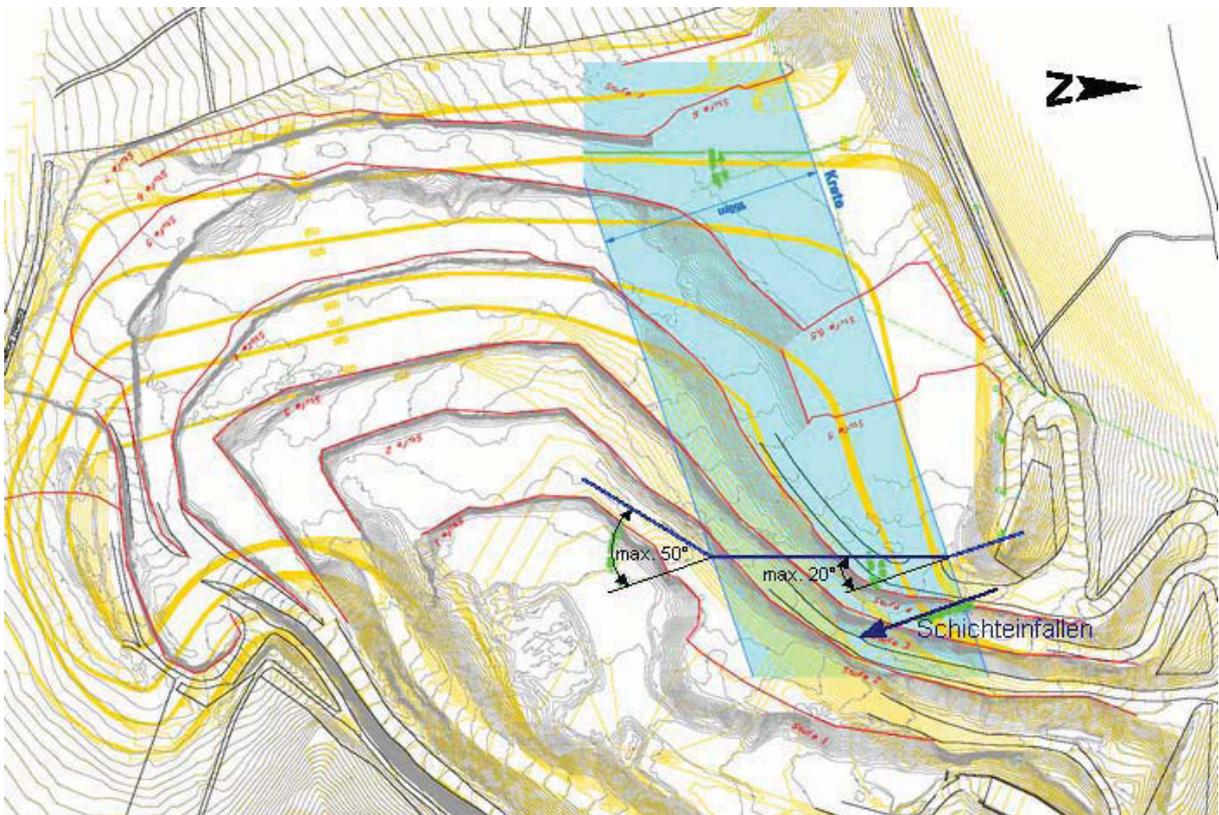


Abbildung 12: Auflagen für den Abbaufortschritt nach Ingenieurbüro Basler & Hoffmann AG.

6.5 Endzustand

Die QSO Planung berücksichtigt bereits die Endzustandauflagen, welche sich aus der Stabilitätsstudie der Ingenieurbüro Basler & Hoffmann AG ergeben. Im Allgemeinen ist die Generalneigung der Endböschungen mit 45° angegeben. Ausnahme bildet dabei der Bereich der Nordkrete. In diesem Bereich ist es im April 2002 zu einer Hangrutschung gekommen.

Dies hatte die oben genannte Untersuchung zu Folge. Als Ergebnis werden für dieses Teil der Lagerstätte Endböschungen mit einer Neigung von maximal 11° begrenzt. Diese Tatsache führt dazu, dass ein Teil der Vorräte nicht abgebaut werden kann.

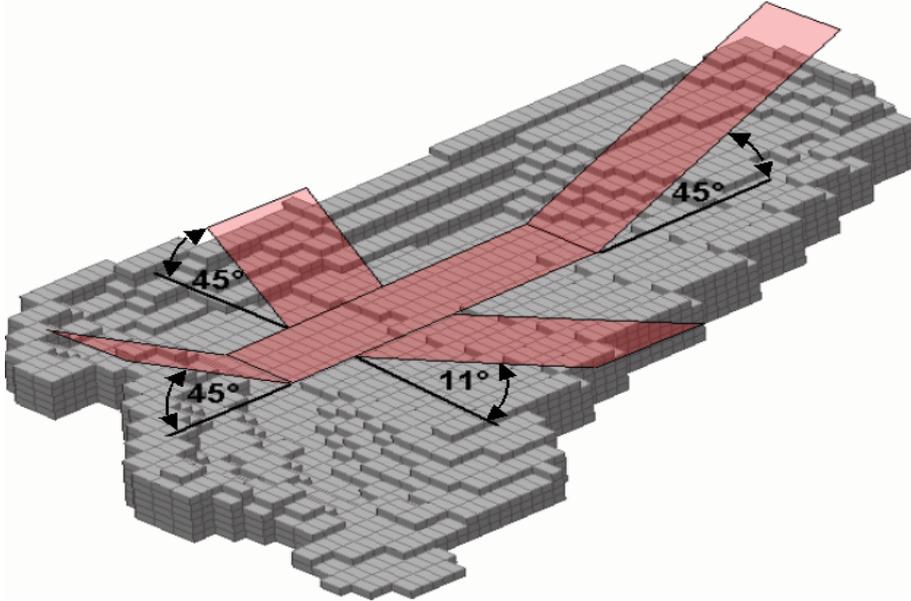


Abbildung 13: Auflagen für den Endzustand der Böschungen

6.6 Neuer Brecherstandort

Bei den Überlegungen bezüglich der Position einer neuen Brecheranlage sind folgende Tatsachen richtungsweisend:

- Die „alte“ Brecheranlage ist nicht für Leistungen von 1000 t/h ausgelegt.
- Das Alter dieser Anlage von ~40 Jahren spricht für eine Reinvestition.
- In der Zukunft kommt es zu einer Verlagerung des Abbauswerpunktes in Richtung Westen, was längere Förderwege mit sich bringt.
- Eine Modernisierung der „alten“ Brecheranlage ist bei regulärem Betrieb nicht möglich, ohne dass die Produktion im Zementwerk beeinträchtigt wäre.

- Eine neue Brecheranlage kann fördertechnisch optimal positioniert werden, diese Positionierung muss die langfristige Entwicklung des Abbaues berücksichtigen.
- Bei den Überlegungen muss man den neusten Stand der Technik berücksichtigen.

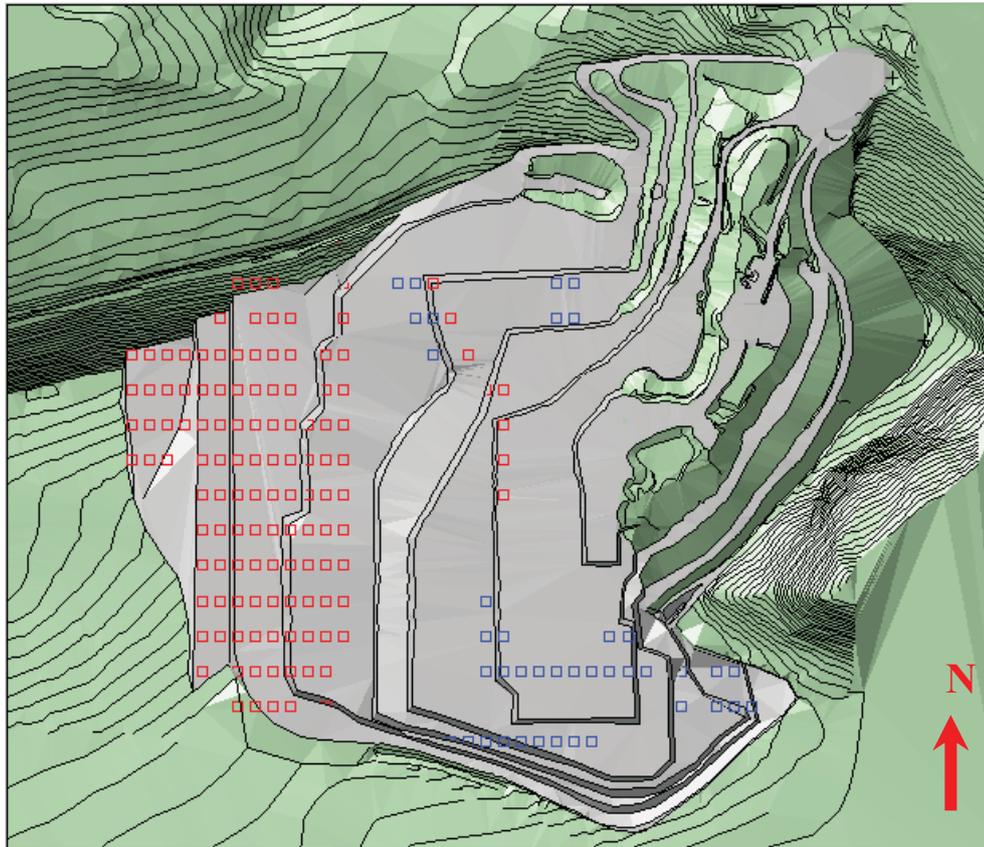


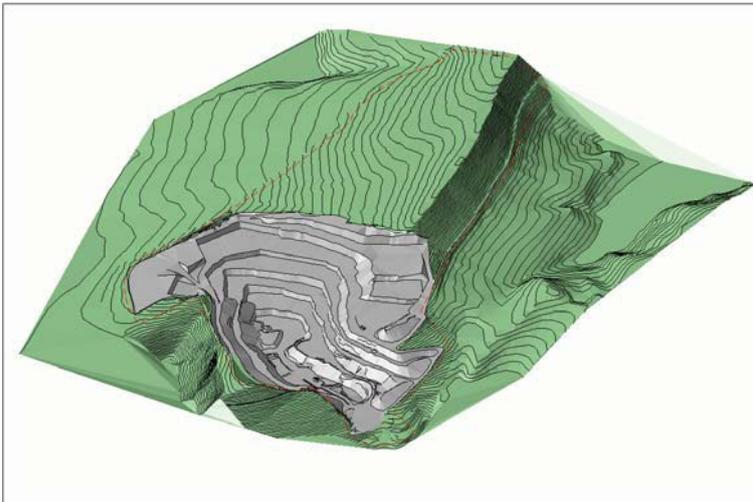
Abbildung 14: Verlagerung des Abbauswerpunktes
 Abgebaute Blöcke 2007 □ Abgebaute Blöcke 2018 □

In der Abbildung 14 ist durch den Vergleich der geplanten Abbaublöcke im Jahr 2007 und 2018 die Änderung des Abbauswerpunktes dargestellt. Im Zeitraum bis 2015 bewegt sich die Abbaufont in Richtung Süden, nachher in die westliche Richtung.

7. Grobplanung

Für die Grobplanung wurden seitens der Holcim (Schweiz) AG alle Daten in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Diese Daten, basierend auf der Planung in QSO, und die Planungsdaten aus Surpac befinden sich auf dem beiliegenden Datenträger (CD).

Die Rohdaten der QSO Planung wurden zuerst aus dem Originalformat (*.dxf) in das Surpac-eigene Format importiert. Dabei handelt es sich um die „Centroids“, dies sind die Mittelpunkte der abgebauten Blöcke, und die „Bench limits“ welche die Kanten der einzelnen Abbaustufen darstellen. Diese Daten beinhalten die x, y und die z Koordinate der einzelnen Anhaltspunkte. Anhand der abgebauten Blöcke wird für die einzelnen Zeitabschnitte die Topografie des Tagebaues in Surpac dargestellt. Dabei werden die Position der Brecheranlage und die Rampenführung nicht berücksichtigt. Maßgebend sind die Auflagen über die Generalneigungen der Endböschungen. Eventuelle Renaturierung wie auch Aufkippen der Abbaustufen als Stützmaßnahme werden bei der Grobplanung auch nicht berücksichtigt. Für den Zeitabschnitt 2006 bis 2012 werden die Modelle in Jahresschritten ausgearbeitet. Ab 2012 bis 2021 in 3-Jahresschritten, und ab 2021 in 5-Jahresschritten, abschließend für das Jahr 2038 ein Modell des Endzustandes nach Einstellung des Abbaus. Die Modelle beziehen sich immer auf den Stand am Ende des jeweiligen Jahres (31.12). Das Modell für die



Ausgangssituation wurde anhand der gelieferten Daten und der GPS Messungen im September 2005 ausgearbeitet. Die Daten der Perimetergrenzen wurden auch mit GPS Messungen verifiziert.

Abbildung 15: Tagebauzustand September 2005 mit Perimeter

In den Jahren 2006 bis 2015 verändern sich die Grenzen des Abbaues gegenüber dem heutigen Zustand nicht, bzw. nur geringfügig.

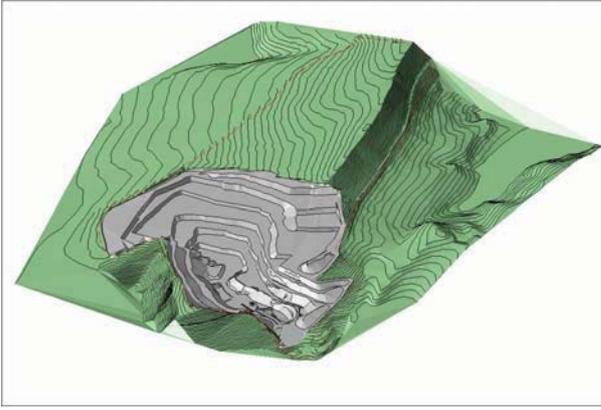


Abbildung 16: Tagebauzustand Dezember 2006

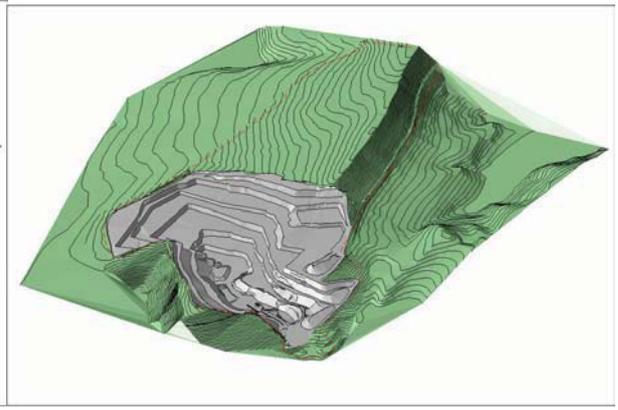


Abbildung 17: Tagebauzustand Dezember 2007

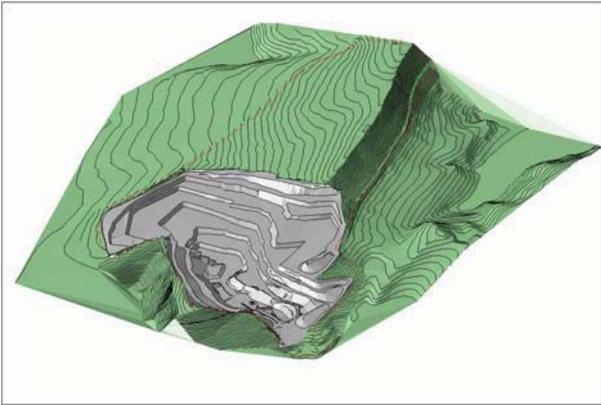


Abbildung 18: Tagebauzustand Dezember 2008

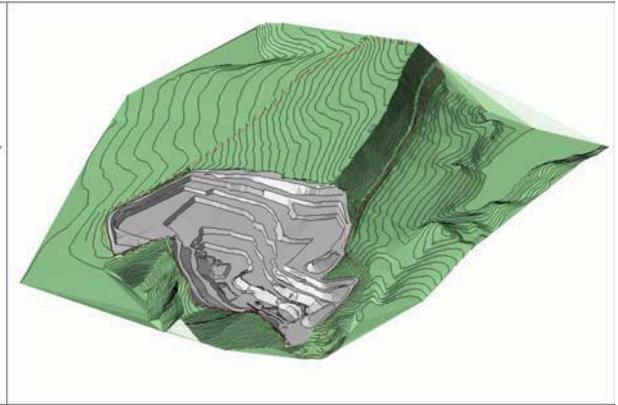


Abbildung 19: Tagebauzustand Dezember 2009

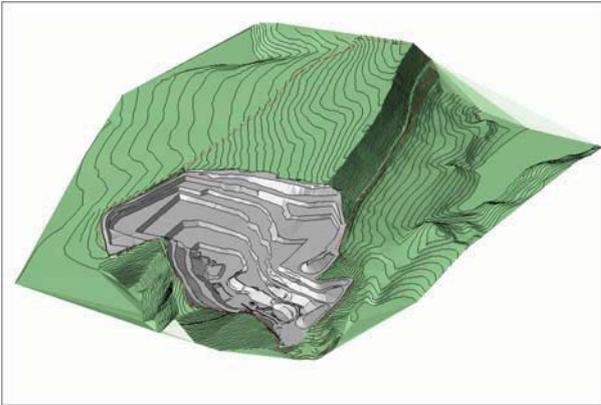


Abbildung 20: Tagebauzustand Dezember 2010

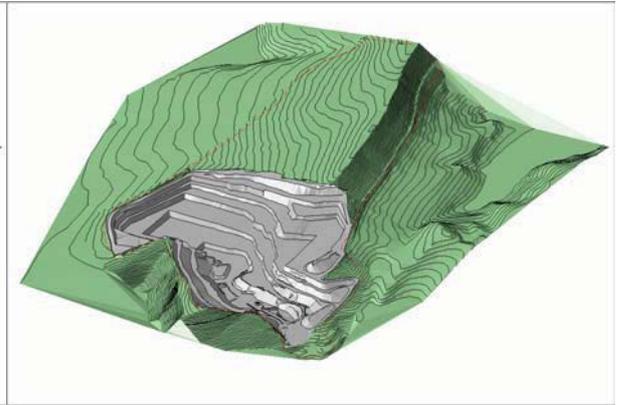


Abbildung 21: Tagebauzustand Dezember 2011

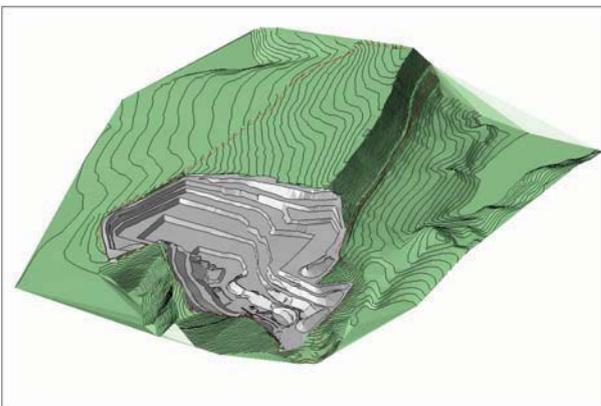


Abbildung 22: Tagebauzustand Dezember 2012

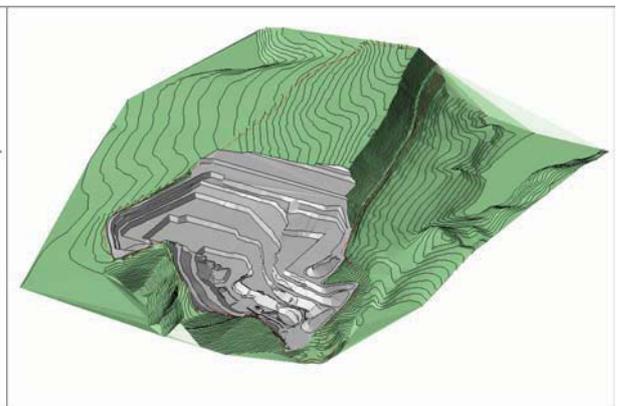


Abbildung 23: Tagebauzustand Dezember 2015

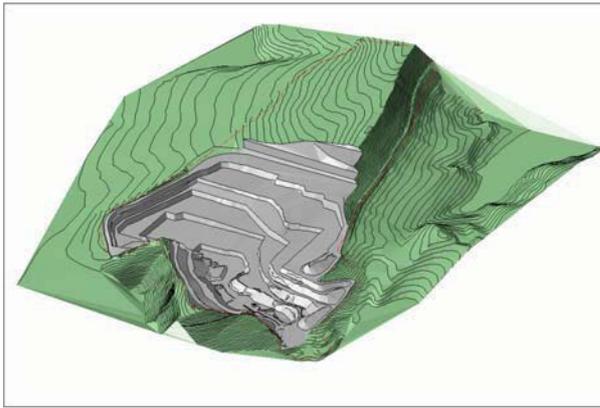


Abbildung 24: Tagebauzustand Dezember 2018

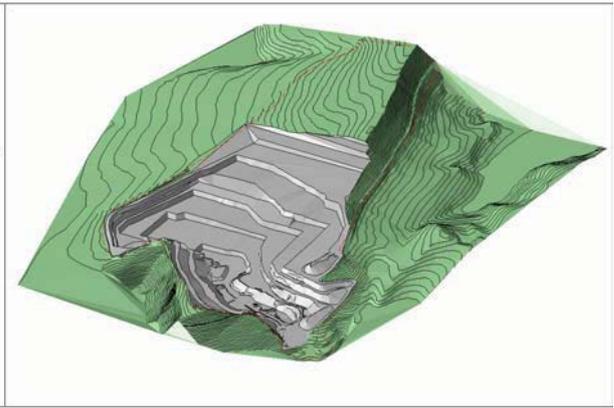


Abbildung 25: Tagebauzustand Dezember 2021

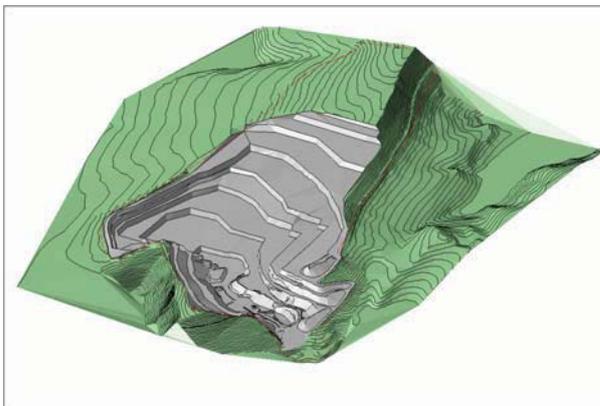


Abbildung 26: Tagebauzustand Dezember 2026

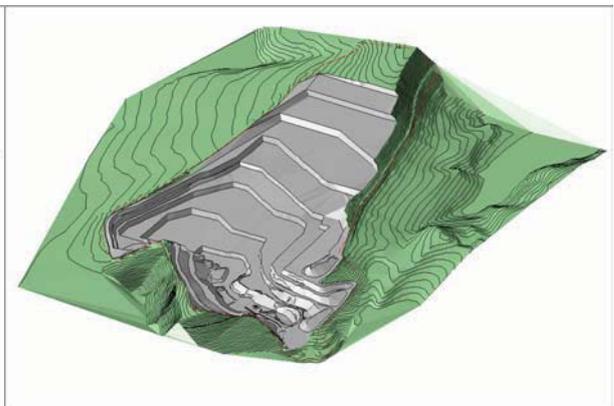


Abbildung 27: Tagebauzustand Dezember 2031

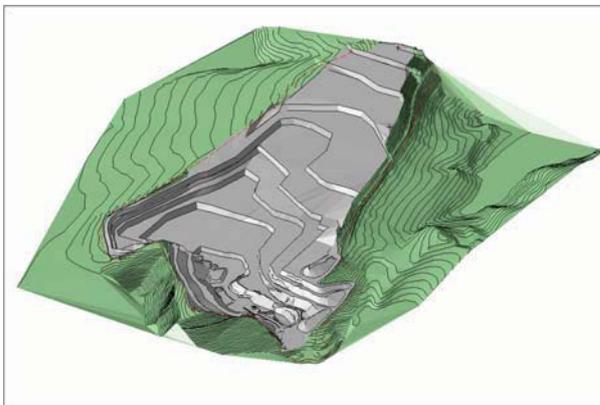


Abbildung 28: Tagebauzustand Dezember 2037

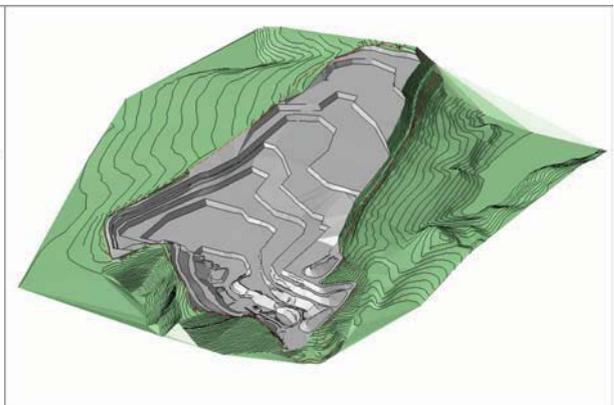


Abbildung 29: Tagebauzustand Dezember 2038

Auf Basis der abgebildeten Surpac Modelle wurden für die einzelnen Zeitabschnitte die abgebauten Tonen rechnerisch mittels Surpac ermittelt, und anschließend mit den Angaben der QSO Planung verglichen. Die abgebaute Menge der Rohstoffe zwischen 2005 und 2038 ist nach QSO Planung 39,2 Mio t, aus den Berechnungen der Surpacmodelle ergeben sich 38,1 Mio t. Diese Abweichung ist als vernachlässigbar anzusehen. Die Differenz von 1,1 Mio t ergibt sich aus einer Summe von Ungenauigkeitsfaktoren.

Die Planung in QSO hat eine feste definierte Etagenhöhe (16 m), welche der realen Situation im Tagebau Gabenkopf nicht entspricht. Durch die vordefinierten Abmessungen der Blöcke in QSO (40 m x 20 m x 16 m) ergeben sich zwangsläufig Abweichungen. In der QSO Planung werden einige Blöcke in den jeweiligen Zeiträumen nur teilweise abgebaut, bzw. sind einige Blöcke in QSO mit geringeren Tonnagen definiert. Alle diese Aspekte zu berücksichtigen würde einen enormen Zeitaufwand mit sich bringen. Diese Unterschiede entstehen auch aus der geometrischen Ungenauigkeit der Surpacmodelle im Bezug auf die Topografie. Für eine Grobplanung sind diese Parameter ausreichend, da diese Abweichungen nur der Tatsache entsprechen, dass manche Bereiche in einem früheren oder späteren Zeitabschnitt abgebaut werden. Dies hat nur geringe Auswirkung auf die Erscheinungsform der Tagebautopografie.

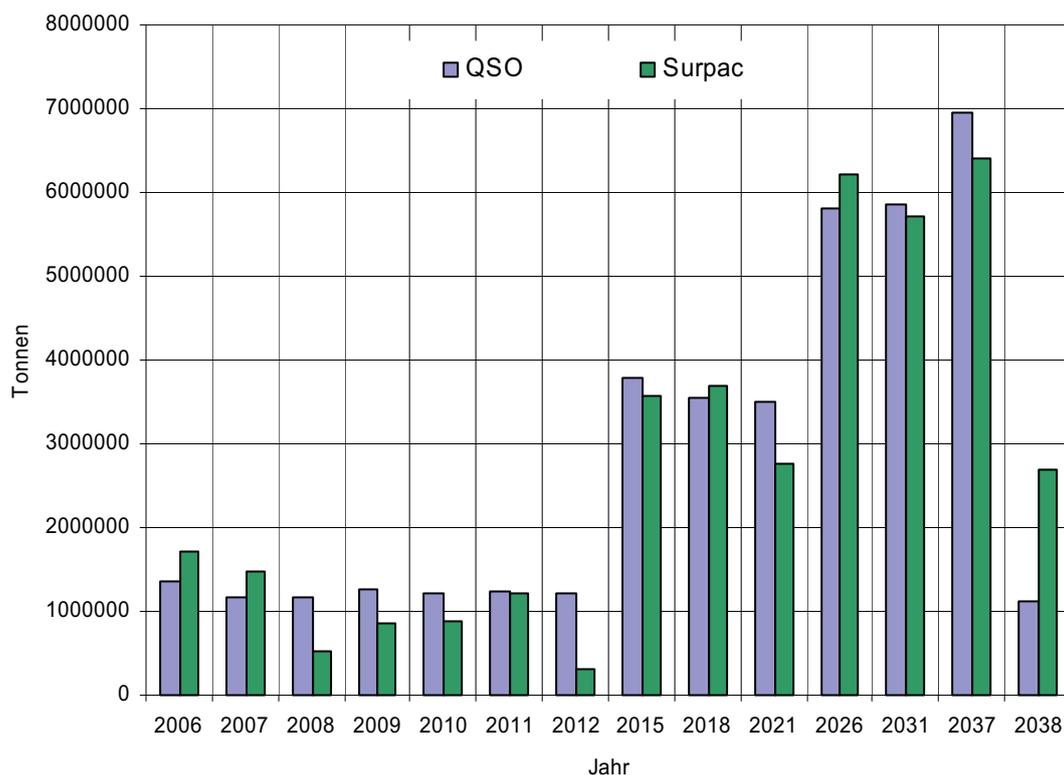


Abbildung 30: Darstellung der Differenzen der Abgebaute Tonnen Rohmaterial zwischen QSO-Planung und Surpac-Berechnungen (Angaben beziehen sich auf einzelne Zeitabschnitte, z.B. Jahr „2021“ stellt die Tonnen für den Zeitraum 2019 bis 2021 dar)

8. Variantenstudie Brecherstandort.

Die Überlegungen bezüglich einer neuen Position der Brecheranlage ergeben sich aus den Ergebnissen der Grobplanung. Die starke Veränderung der Abbaupopografie nach 2015 führt zwangsläufig zu einer nicht vernachlässigbaren Verlängerung der Förderdistanzen. Bei einer Langzeitplanung erscheint eine neue Position der Brecheranlage vernünftiger als eine Aufrüstung des Maschinenparks (mehrere SLKW im Einsatz) und eine weitere Nützung der bestehenden Anlage. Durch eine Ausarbeitung von mehreren Alternativen, und dessen Vergleich ist mit Hilfe einer Kostenvergleichsrechnung die günstigste Lösung zu ermitteln. Dabei ist eine nicht weniger bedeutende Tatsache die Durchsatzrate der alten Brecheranlage. Die geplante Erhöhung der Förderleistung in kommenden Jahren bringt die bestehende Brecheranlage an die technische Leistungsgrenze. Eine neue Brecheranlage wäre dagegen an die Bedürfnisse des Betriebes abgestimmt, wie z.B. höherer Durchsatz, Aufgabe von Fremdmaterial direkt im Steinbruch. Dadurch könnten auch eventuelle Engpässe an diesem Betriebspunkt vermieden werden. Aus den Ergebnissen der Betriebsanalyse ist ersichtlich, dass die alte Brecheranlage zum heutigen Zeitpunkt oft zu Wartezeiten in der Förderung führt.

8.1 Variante 1: Modernisierung der bestehenden Brecheranlage.

Aus den Datenblättern des Herstellers und den Unterlagen der Holcim ist deutlich erkennbar, dass die bestehende Brecheranlage für Leistungen konstruiert ist, die deutlich unter den Bedürfnissen des Betriebes in naher Zukunft liegen (siehe Kapitel 5.). Für die Anpassung der Leistung ist eine umfangreiche Modernisierung der Anlage unumgänglich. Dabei erstreckt sich dieser Modernisierungsbedarf von dem Aufgabetrichter bis zum Karussell.

- **Materialaufgabe:** die Leistungssteigerung im Bereich des Aufgabetrichters ist mit einer Erhöhung der Geschwindigkeit des Aufgabepfannenbandes zu erreichen. Ein neuer Antrieb mit Frequenzwandler wurde bereits während der letzten Revision eingebaut. Zweite Variante der Modernisierung der Materialaufgabe wäre der Einbau einer Vorrichtung für Vorabsiebung des Materials (Rollenrost). Durch die Vorabsiebung vor dem Brecher wäre dieser entlastet, und eine Steigerung der Durchsatzrate der gesamten Anlage wäre die Folge. Nach einer Konsultation dieser Variante mit der Entwicklungsabteilung der Thyssen Krupp Deutschland wäre jedoch der Aufwand für den Einbau eines Rollenrostes mit großer Wahrscheinlichkeit höher

als der Nutzeffekt der Vorabsiebung. Nach dem die Korngrößenverteilung des gesprengten Gesteins nicht bekannt ist, kann man die Auswirkung auf die Leistungssteigerung der Brecheranlage, bzw. die eventuelle Entlastung des Brechers auch nicht quantifizieren.

- Brecher: die Leistung des Brechers ist mit 600 t/h angegeben. Die gegenwärtige Leistung von ca. 740 t/h ist nach Auskunft des Herstellers realistisch. Jedoch ist eine Steigerung auf 1000 t/h nur bedingt realisierbar. Die Durchsatzrate des Brechers ist stark materialabhängig. Dabei sind die Korngrößenverteilung, die Feuchtigkeit und mechanische Eigenschaften des Gesteins von Bedeutung. Die einzige Variable, die man am bestehenden Brecher ändern könnte, um die Leistung zu erhöhen, ist die Vergrößerung des Rostspaltes unter dem Brecher. Dies hätte eine Änderung der Ausgangskorngröße zu Folge. Die Auswirkung auf die Mühlenanlage im Zementwerk ist vorab nicht abzuschätzen. Es ist aber wahrscheinlich, dass ein gröberes Produkt aus dem Tagebau eine negative Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit der nachgeschalteten Zerkleinerungsanlagen im Werk zu Folge hätte.
- Förderbandanlage: die Leistung der Förderbänder zwischen dem Brecher und dem Zwischenbunker ist durch die sehr enge Übergabestationen begrenzt. Die Übergabestationen verursachen bei erhöhter Materialfeuchtigkeit Produktionsausfälle. Das Material sammelt sich auf den Kettenvorhängen auf, und bremst das Förderband, bzw. ist die Materialübergabe unter gewissen Bedingungen unsymmetrisch, und verursacht den Schiefelauf des Förderbandes. Das Karussellband über dem Zwischenlager ist zu knapp dimensioniert. Das Steigerungspotenzial ist nur beschränkt realisierbar, da auch Eingriffe in die Basiskonstruktion notwendig wären. Dies bringt einen erhöhten Zeitaufwand, und auch finanzielle Belastung mit sich.
- Zwischenbunker: die gegenwärtige Lage erlaubt es nur 2 Materialsorten im Steinbruch Gabenkopf zwischenzulagern. Die Produktion besteht jedoch aus 3 verschiedenen Qualitäten. Die Umstellung zwischen den einzelnen Materialqualitäten ist logistisch gesehen aufwendig, und mit Zeitverlusten behaftet. Es muss dabei eine Vermischung der beiden Qualitäten vermieden werden. Das Aktivvolumen des Zwischenbunkers ist nicht ausreichend. Aus dem Gesamtvolumen von 2 x 3000 t Material sind nur 50% Aktivvolumen. Diese Tatsache könnte in der Zukunft bei einem Produktionsausfall im Tagebau von mehr als 3 bis 4 Tagen auch zu Problemen in der Zementproduktion führen.

Es ist schwer die Kosten einer Modernisierung abzuschätzen. Welche Mittel dabei noch als vertretbar anzusehen sind sollte aus dem Vergleich der einzelnen Varianten in der Kostenvergleichsrechnung hervorgehen.

8.2 Neue Brecheranlage

Bei den Überlegungen über einer neuen Brecheranlage sind die Länge der Förderwege, und eine Position im Endzustandsbereich wichtig. Nach dem sich der Abbau in der Zukunft in Richtung Westen entwickelt, ergeben sich zwei mögliche Positionen für die neue Brecheranlage. Der Einsatz einer neuen Anlage bringt außer der Ersparnisse bei der Förderung selbst (Arbeitszeit, Dieserverbrauch, Maschinenabnutzung) auch Vorteile in der Form des neusten Standes der Technik. Die alte Brecheranlage ist fast 40 Jahre alt. Eine neue Anlage bringt einige Verbesserungen in der Konstruktion mit. Weiters ist die Wartung der modernen Brecheranlagen wesentlich leichter, der Anteil an manueller Menschenarbeit ist geringer.

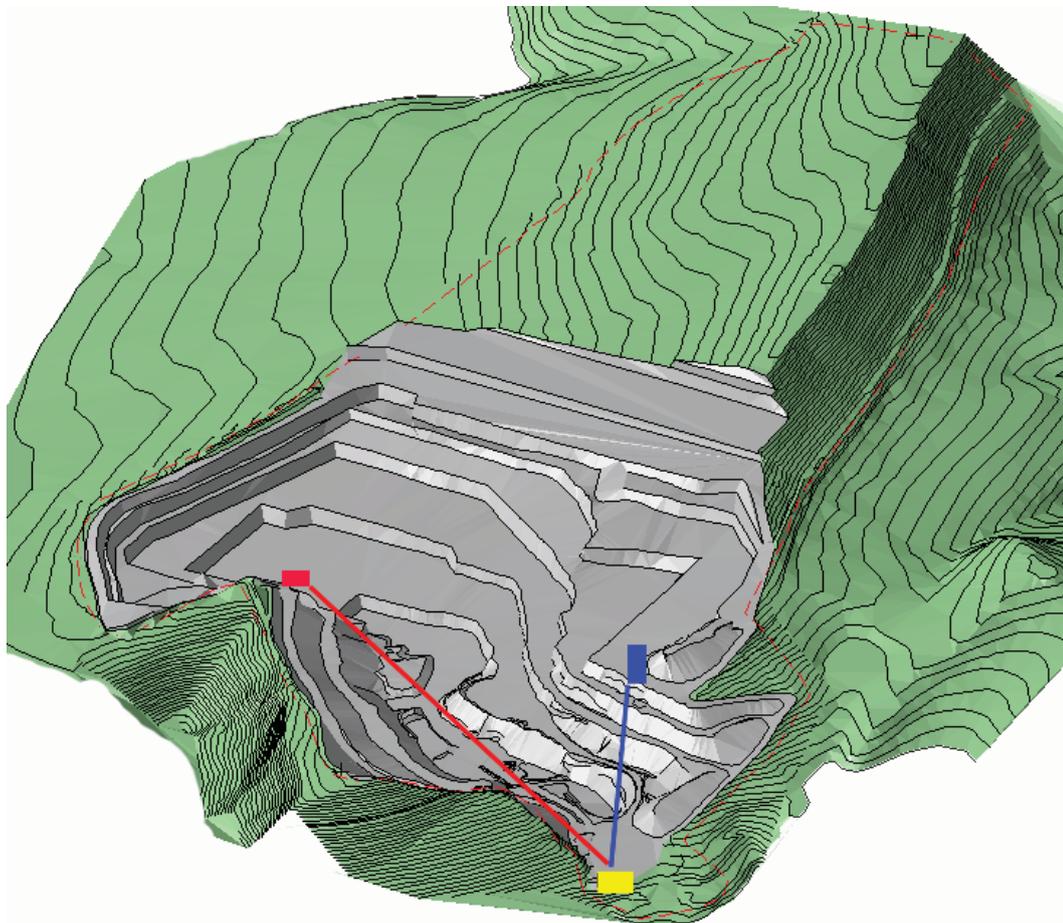
8.3 Variante 2: Neue Brecheranlage Nord

Die Position der Brecheranlage im Nordteil des Abbaues wäre günstig aufgrund der kurzen Distanz vom Brecher zum Zwischenbunker. Die Förderung wäre dadurch mit einem kurzen Förderband berg ab realisierbar, was energetisch günstig wäre. Jedoch ist der Bereich der Nordkrete aus der Sicht der Hangstabilität sehr sensibel. Weiters wäre die Anbindung der Stufen 7, 8 und 9 über den Nordbereich problematisch, da dieser Bereich sehr steil verläuft. Bei einer Verbindung über eine im Süden liegende Förderrampe würden sehr lange horizontale Förderwege zu Stande kommen.

8.4 Variante 3: Neue Brecheranlage Süd

Im Südteil der Lagerstätte sind die Gegebenheiten im Vergleich zum Nordteil günstiger. Der Lagerstättenbereich im Süd-Osten des Tagebaues wird sich zwischen 2010 und 2015 bereits im Endzustand befinden. Diese Tatsachen bilden eine Basis für eine optimale Brecherposition. Das gesamte Gelände entlang der südlichen Perimetergrenze verläuft sehr flach. Dadurch ist eine Anbindung der Abbaustufen auch in der Zukunft nicht problematisch. Die Entfernung zum Anschlusspunkt liegt bei ca. 750 m. Je nach Lage der Brecheranlage

würde ein Förderband vom Brecher zum Zwischenlager leicht geneigt (bergab) bis waagrecht verlaufen. Eine Alternative wäre die Errichtung eines neuen Zwischenlagers auf der tiefsten Stufe.



Brecher „ALT“
 neue Brecheranlage Nord
 neue Brecheranlage Süd

Abbildung 31: Position der Brecheranlage

8.5 Variante 4: Schwerlasband

Eine alternative Lösung der Problematik der Brecheranlage wäre eine Kippstelle im südlichen Bereich des Tagebaues, und eine Förderbandstrecke zum alten Brecher. Dabei würde das gesprengte Material auf einen Schienenrost aufgekippt. Die Spaltweite des Schienenrostes wäre in einem Bereich von ca. 700 bis 1000 mm. Das Unterkorn würde über eine Vibrorinne, bzw. andere Aufgabevorrichtung auf das Förderband aufgegeben, und zum Brecher befördert werden. Überkorn würde am Ende der Arbeitsschicht zum Brecher mit Muldenkippern abgefördert. Diese Alternative ist sehr empfindlich auf die Schwankungen der Korngrößenverteilung des gesprengten Materials. Bei einer Steigerung des Grobkornanteils wäre die Förderung uneffektiv, da man mehr Material mit SLKW nachfördern müsste. Für

den genaueren Entwurf dieser Methode wäre eine genauere Untersuchung der Korngrößenverteilung vorausgesetzt. Die Steuerung der Korngröße würde über die Anpassung der Sprengarbeiten erfolgen.

Für die Realisierung dieser Alternative wäre jedoch eine umfangreiche Modernisierung, bzw. Umbau der alten Anlage notwendig. Für die Förderung des grobkörnigen Materials wäre ein dementsprechend dimensioniertes Förderband notwendig. Die Kosten nähern sich wahrscheinlich in der Summe dem Bereich einer neuen Brecheranlage.

Nach einer Beurteilung der Realisierbarkeit der einzelnen Varianten ergibt sich die Variante 3 als einzige vernünftige Alternative gegenüber der Modernisierung der alten Brecheranlage.

9. Detailplanung

Die Grundlagen für die Detailplanung bilden die Grobplanung und die Variantenstudie der Brecherposition. Aufgrund der starken Änderung der Förderdistanzen im Tagebau nach 2015 wird die Detailplanung in zwei Schritte unterteilt: Situation vor 2015 und die Situation nach 2015.

9.1 Situation vor 2015

Bis zum Jahr 2015 ändert sich die Geometrie des Tagebaues nur geringfügig, und die Förderwege werden im heutigen Zustand weiter verwendet. Dabei müssen zwei wichtige Aspekte des Betriebes in Betracht genommen werden: die Brecherkapazität als Engpass, und die Wartezeiten bei Gegenverkehrförderung aufgrund der zu schmalen Fahrbahnen. Ohne dass sich die Förderwege verlängern würden, führen diese zwei Elemente zu einem Engpass in der Produktion nach der Steigerung des Rohmaterialbedarfs in der nahen Zukunft.

9.1.1 Brecher

Durch die Steigerung der Förderung kommt es zu Engpässen am Brecher, falls keine Änderungen im System der Förderung und auf der Brecheranlage erfolgen. Engpässe durch die zu knapp bemessenen Übergaben sind vorprogrammiert. Die eigentliche Kapazität des Brechers lässt sich evtl. durch Änderung des Rostes unter dem Brecher erhöhen. Derzeit ist die Spaltweite des Rostes 70 mm, eine Vergrößerung auf z.B. 90 mm ist möglich. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass eine solche Änderung weitgehende Auswirkungen auf die nachgeschalteten Mühlen im Zementwerk haben wird. Weitere Modernisierungsmöglichkeiten wurden bereits im Kapitel Variantenstudie Brecherstandort beschrieben.

9.1.2 Rampen

Die Rampenführung ist derzeit nicht für einen sicheren Gegenverkehr ausgelegt. Dadurch kommt es in der nahen Zukunft möglicherweise zu Engpässen, welche die Förderleistung negativ beeinträchtigen können. Eine Alternative für die bestehende Nordrampe ist aus Raumgründen und der Problematik der Hangstabilität nicht möglich. Die sicherste Variante ist dabei die Förderung im Kreisverkehr, dabei wird die Nordrampe für die Leerfahrt genützt,

und die Vollfahrt über die Südrampe durchgeführt. Wenn die Beladestelle im mittleren Bereich der Abbaustufen erfolgt, ist dieses Fördersystem ohne Bedenken anzuwenden, da die Förderdistanz über Nord- oder Südrampe gleich groß ist. Bei der Förderung aus dem Nordbereich des Tagebaues entsteht eine ungünstige Situation, wo die Leerfahrt ungefähr nur die halbe Länge der Vollfahrt aufweist, weil die Fahrzeuge bei Vollfahrt dem gesamten Tagebau bis zu Südrampe umfahren müssen. Dabei kommen sehr lange horizontale Wege zu Stande. Eine Förderung im Gegenverkehr über die Nordrampe ist bei nasser Fahrbahn aus Sicherheitsgründen verboten, da die voll beladenen Fahrzeuge auf der rutschigen Fahrbahn nicht wirksam bremsen können. Bei der Förderung im südlichen Teil des Tagebaues entsteht ein Engpass in der Förderleistung durch die Wartezeiten auf der Förderstrecke. Die Fahrbahn erlaubt keinen sicheren Gegenverkehr. Durch schlechte Sichtverhältnisse durch oft auftretenden Nebel entwickelten die SLKW Fahrer einen Förderzyklus mit einer vereinbarten Wartestelle auf der Förderstrecke. Dies dient unumstritten zur Erhöhung der Arbeitssicherheit, wirkt sich jedoch negativ auf die Förderleistung aus.

Durch die Erstellung einer Parallele zu der bestehenden Südrampe wäre ein sicherer Gegenverkehr unabhängig von den Sichtverhältnissen möglich. Diese Parallele wäre nur für die Leerfahrt berg auf bestimmt. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit diese Rampe bis zu einer Steigung von 12% zu gestalten. Dabei kann die bestehende Zufahrt von der alten Brecheranlage auf die Stufe 3 im Süden genutzt werden. Durch eine Anbindung dieser Zufahrt an die Südrampe im Bereich der Stufe 4, und anschließend eine verbreitete Weiterführung der bestehenden Südrampe lässt sich diese Variante realisieren (siehe Abb.32).

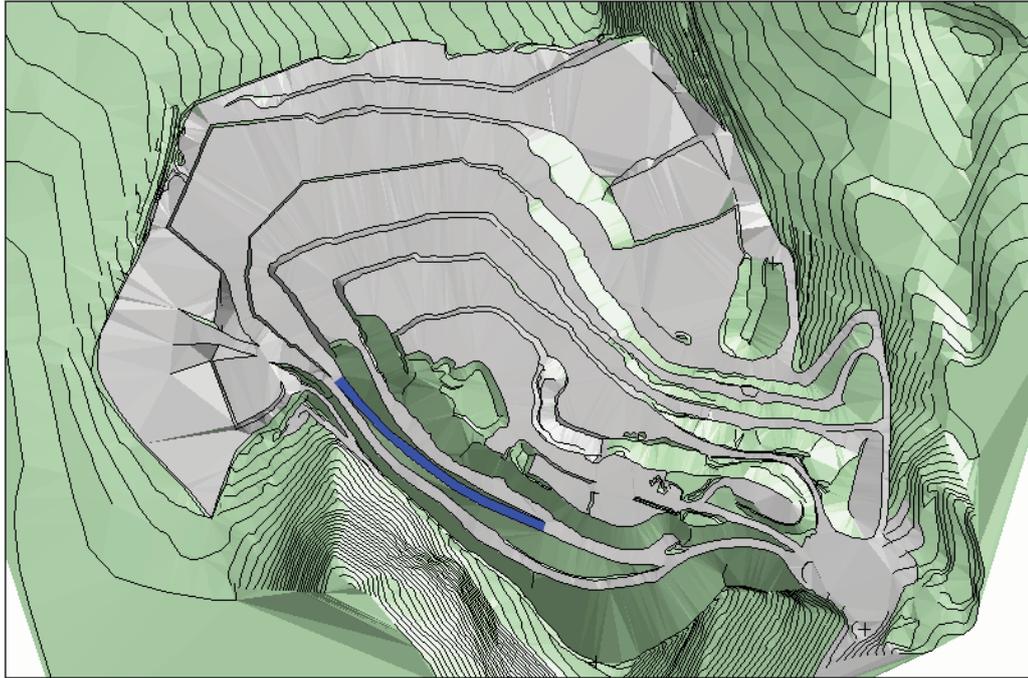


Abbildung 32: Parallele zu Südrampe (blau) für Leerfahrt

9.1.3 SLKW

Die Förderkapazität der SLKW ist stark von der Kapazität des Brechers und der Rampenlegung abhängig. Die gemessenen Werte (siehe Kapitel Betriebsanalyse) erreichen aufgrund der verschiedenen Wartezeiten nicht die Möglichkeiten der Fahrzeuge. Bis zum Jahr 2015 haben die Änderungen der Förderdistanzen kaum Einfluss auf die Förderleistung. Bei einer Umstellung auf zwei CAT 777D, bzw. auf zwei SLKW mit 95 t Nutzlast werden seitens dieser keine Engpässe entstehen.

Die theoretische Förderleistung, welche auf Basis der Fahrt- und Bremsdiagramme des Herstellers (Caterpillar) errechnet wurden, liegt weit über den gemessenen Werten. Bei der Berechnung wurden jedoch nicht die realen Fahrbahnverhältnisse berücksichtigt. Die durchschnittliche Fahrtgeschwindigkeit anhand der Diagramme beträgt 34 km/h, gemessen wurden ~20 km/h. Bei der Rechnung wurde der Geschwindigkeitsminderungsfaktor von 0,8 angenommen (Wert aus der Literatur), und der Wert des wirksamen Gefälles mit +/- 3% auf- bzw. abgewertet. Bei einer Förderdistanz (Beladestelle – Kippstelle) von 800 m ergibt sich eine Förderleistung von 1400 t/h. Derzeit liegt der Wert bei ca. 740 t/h aufgrund der Engpässe am Brecher. Bei einer Umrechnung der Stundenleistung aus den gemessenen Werten abzüglich der Wartezeiten am Brecher beträgt die Förderleistung ca. 1000 t/h. Diese Leistung ist ausreichend um auch in der nahen Zukunft die Materialförderung zu sichern.

9.1.4 Fazit

Durch Optimierung der Brecheranlage und Rampenführung können in der nahen Zukunft die Reserven in der Förderung genützt werden. Bei einer Konzentration der Steinbruchbelegschaft ausschließlich auf das Kerngeschäft Bohren – Sprengen – Fördern – Brechen kommt eine effektivere Nützung der Arbeitszeit zu Stande, und die ausreichende Zufuhr des Rohmaterials für das Zementwerk wird gesichert. Limitierend sind die Betriebsstunden der Brecheranlage.

9.2 Situation nach 2015

Nach Jahr 2015 verändert sich die Geometrie des Tagebaues, und beginnt sich in Richtung Westen auszudehnen. Dieses bringt eine Verlängerung der Förderwege mit sich. Dadurch verlängern sich die Fahrtzeiten der SLKW. Nach dem die Brecheranlage für den erhöhten Bedarf im Werk noch vor Jahr 2015 angepasst werden muss, ändert sich bei der Auslastung dieser auch nach Jahr 2015 nichts. Die Brecheranlage verliert jedoch seine Funktion als limitierendes Element des Systems. Die Zykluszeiten der Fahrzeuge werden länger als die Zeit, welche vom Brecher benötigt wird, um ein Förderzyklus vollständig zu verarbeiten. Limitierend werden die Betriebsstunden der SLKW, welche benötigt werden die notwendige Menge an Rohmaterial von der Beladestelle zu der Brecheranlage zu bringen.

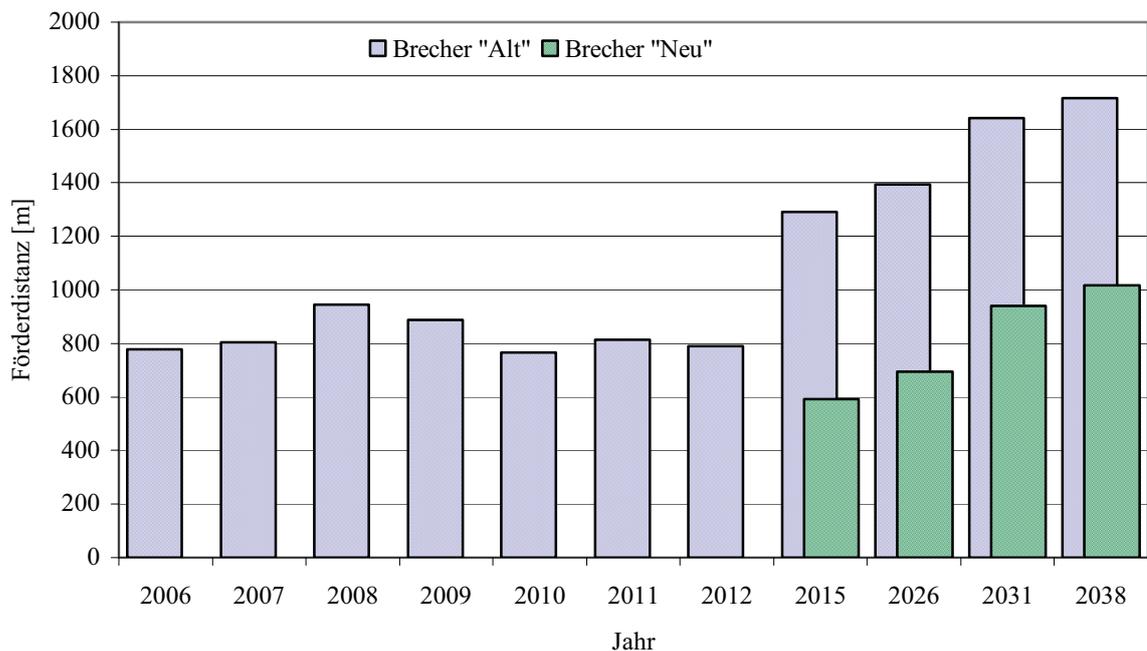


Abbildung 33: Änderung der Förderdistanzen in Abhängigkeit von der Position der Brecheranlage

Bei der Beurteilung der Änderung von Förderdistanzen zwischen Standort Brecher Alt und Brecher Neu wurde die neue Position der Brecheranlage im südlichen teil des Steinbruches angenommen. Aus dem obigen Diagramm ist die Änderung nach 2015 erkennbar. Eine neue Brecheranlage würde grob gesehen zu einer Halbierung der Förderwege führen. Die Verlängerung der Förderwege zu der alten Brecheranlage nach 2015 ergibt sich aus der Verlagerung des Abbauschwerpunktes in westliche Richtung.

9.2.1 Brecher

Nach 2015 ist es nicht notwendig an der alten Brecheranlage Modernisierungen durchzuführen. Der Durchsatz wird bereits vor 2015 den Bedürfnissen des Betriebes angepasst. Aufgrund der langen Förderwege wird jedoch die Alternative einer neuen Brecheranlage im südöstlichen Bereich des Tagebaues attraktiv. Dadurch wären die Förderwege wesentlich kürzer, was eine Verringerung des Zeitaufwandes seitens der SLKW für die Förderung bedeuten würde. Bei einer Gegenüberstellung der verschiedenen Varianten sind die Kosten entscheidend. Dabei ist zu beachten, dass durch die langen Förderdistanzen die Förderung nicht im Rahmen einer regulären Arbeitszeit zu bewältigen wäre. Zwangsläufig ergibt sich die Notwendigkeit eines Schichtbetriebes, bzw. Überstunden. Auf der anderen

Seite stehen Kosten und Aufwand für die Erstellung einer neuen Brecheranlage. Die einzelnen Varianten wurden bereits im Kapitel Variantenstudie Brecherstandort beschrieben.

Für die Variante der neuen Brecheranlage im Süden des Tagebaues wurde eine Gewichtung der einzelnen Abbaustufen als Entscheidungskriterium angewendet. Dabei wurde das abgebaute Volumen für einzelne Stufen ermittelt. Für die Position der Aufgabestelle des Brechers ist es wichtig, dass möglichst wenig Material mit den SLKW's berg auf gefördert wird, und die Konstruktionshöhe für die Brecheranlage gegeben sind. Aus der Berechnung des abgebauten Volumens im Surpac ergeben sich folgende Werte für einzelne Abbaustufen:

- Stufe 9 178.548 t (nach 2031)
- Stufe 8 3.296.175 t (nach 2012)
- Stufe 7 8.470.303 t (nach 2012)
- Stufe 6 7.820.093 t (96% nach 2012)
- Stufe 5 6.756.668 t (70% nach 2012)
- Stufe 4 5.292.624 t (50% nach 2012)
- Stufe 3 4.004.080 t (47% nach 2012)
- Stufe 2 2.290.840 t (44% nach 2012)
- Stufe 1 64.000 t (vor 2012)

Bei der Berechnung wurde das Jahr 2012 als Wendepunkt angenommen. Die Veränderung der Tagebaugeometrie wirkt sich erst nach 2015 stark aus, jedoch ist der Bereich im Südosten des Tagebaues bereits 2012 im Endzustand, was die Erstellung einer neuen Brecheranlage möglich machen würde. Aus der Gewichtung der einzelnen Abbaustufen geht die Stufe 3 als die beste Lösung für die Position der neuen Kippstelle der Brecheranlage hervor. Dabei wird nur das Rohmaterial von der Stufe 2 bergauf gefördert. Es handelt sich um 2,6% des gesamten Volumens, welches nach 2012 abgebaut wird. Das Förderband von der neuen Brecheranlage zum Zwischenlager wird waagrecht auf der Stufe 2 verlaufen. Dabei werden keine Brückenkonstruktionen für das Förderband benötigt.

Eine Position auf den höheren Abbaustufen wäre ungünstig. Das bergauf geförderte Volumen würde steigen, für das Förderband wären Brücken notwendig.

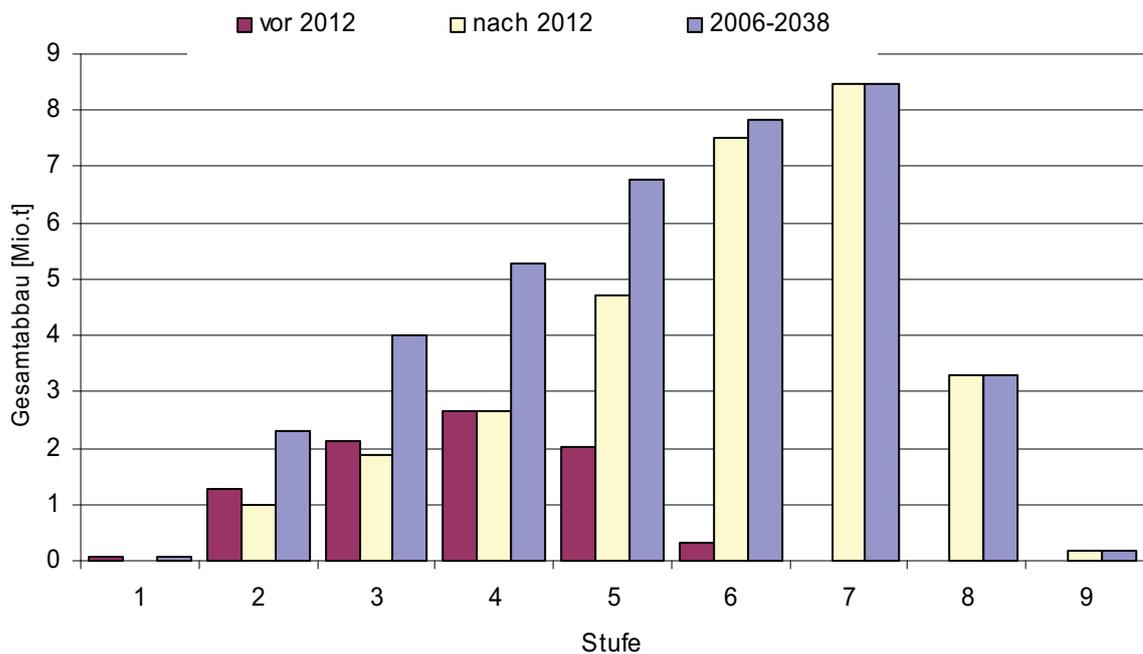


Abbildung 34: Diagramm Abgebaute Mengen nach Abbaustufen

Die abgebauten Mengen bezogen auf einzelne Abbaustufen zeigen eine annähernd gleichmäßige Verschiebung von den untersten zu den oberen Stufen. Aus der Abbildung 34 ist der Rückgang des Abbaues bis zur Stufe 6 im Zeitraum Gegenwart – Jahr 2012 erkennbar.

9.2.2 Rampen

Bei der Untersuchung der Möglichkeiten für die Rampenlegung nach Jahr 2015 wurde nach Varianten gesucht, welche bis zum Ende der Abbautätigkeit im Jahr 2038 für die Förderung geeignet wären. Die Rampen sollen im Endzustandbereich liegen, innerhalb des Perimeters. Durch die Position der Rampen sollen keine Vorräte blockiert werden, und die Position dieser Rampen muss, wenn möglich, endgültig sein. Die Breite der Fahrbahn muss einen sicheren Gegenverkehr ermöglichen (3,5 fache Breite des SLKW's). Jede weitere Veränderung, bzw. Verlegung der Rampen verursacht Kosten und Zeitaufwand. Die Erschließung des Tagebaues entlang der Nordgrenze ist aufgrund der steilen Topografie nicht realisierbar. Ein zusätzliches Argument gegen die Nordvariante sind die Stabilitätsprobleme in diesem Bereich. Die Südgrenze des Abbaubereiches verläuft gesamt über leicht geneigtes Gelände. Dadurch ist eine Anbindung der einzelnen Abbaustufen im gesamten Gebiet über eine Rampe möglich. Dabei

wird die Steigung nicht über 12% liegen. Diese Variante wird der neuen Position der Brecheranlage im Südosten auf Stufe 3 angepasst.

Die Überlegungen zur Problematik der optimalen Rampenführung beinhalten zwangsläufig auch die Frage der in diesen Rampen gebundenen Vorräte. Aus diesem Anlass sind 3 Varianten der Rampen erstellt worden. Durch das Aufkippen der Rampen aus Fremdmaterial kann der Anteil der gebundenen Vorräte in den Rampen minimiert werden. Jedoch ist beim Aufkippen der Rampen entlang der Abbaustufen damit zu rechnen, dass die Böschungsneigung des gekippten Materials größer ist, wie bei gesprengten Rampen. Das führt zu einem größeren Raumbedarf der Rampen.

Variante 1

Im Endzustandbereich entlang der Südgrenze werden die Rampen von der Stufe 6 bis 3 aus der Endböschung gesprengt. Dabei wird die Rampe die Breite einer Stufe haben. Im Bereich der Rampen ist die Fahrbahn auf den einzelnen Stufen für den Gegenverkehr nicht breit genug. Die Länge der Rampen liegt bei 160 m. Bei einer Höhe der Stufe von 16 m werden so 10 % Steigung erreicht. Eine Variation bis zu 12 % Steigung ist möglich. Jedoch sollte möglichst geringe Steigung erreicht werden. Bei einer Verlängerung der Rampen auf 200 m kann eine Steigung von 8 % erreicht werden. Die Fahrbahnbreite für einen sicheren Gegenverkehr soll der Fahrzeugbreite multipliziert mit 3,5 entsprechen. Bei dieser Breite existiert keine Variante, die keine zusätzlichen Vorräte blockieren würde. Die horizontalen Abschnitte zwischen den Rampen werden nach dem Wendekreisdurchmesser der Fahrzeuge dimensioniert.

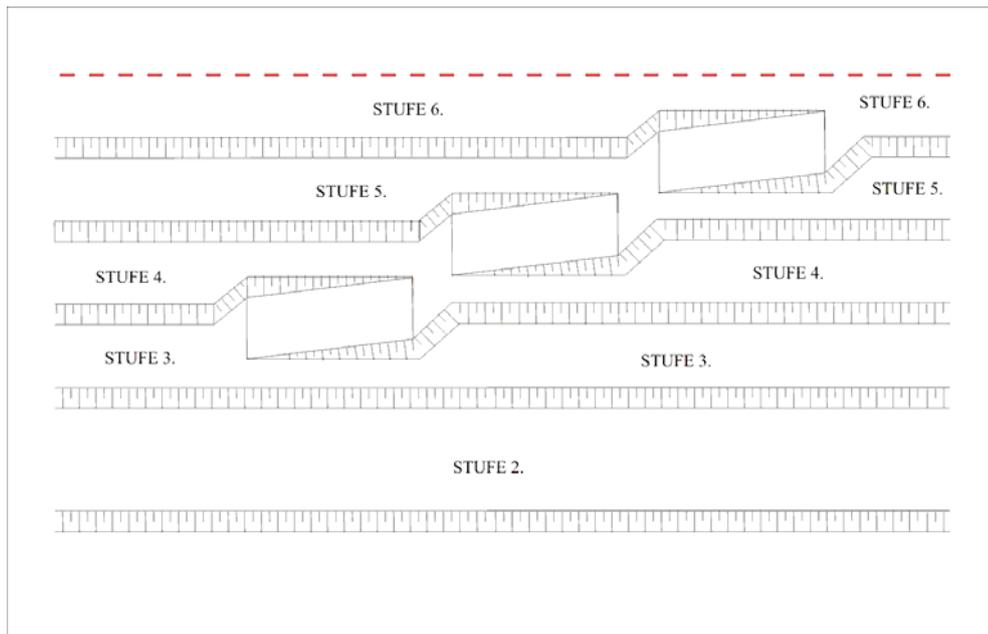


Abbildung 35: Rampenführung entlang der Südgrenze, Variante 1

Variante 2

Die Abbaustufen werden in einem Zustand belassen, welcher die Breite der Fahrbahn für sicheren Gegenverkehr bietet (3,5 fache Breite des SLKW's). Diese Variante ist sehr Materialintensiv, da das gebundene Volumen an Vorräten sehr groß sein wird. Es entstehen jedoch keine Engpässe und Gefahrenpunkte in der Förderung.

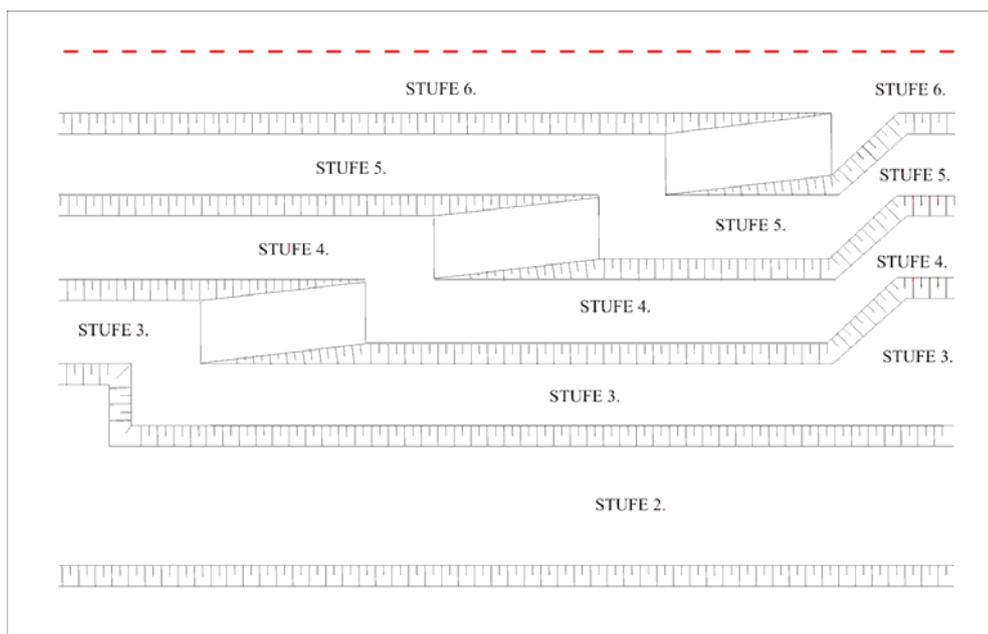


Abbildung 36: Rampenführung entlang der Südgrenze, Variante 2

Variante 3

Diese Variante bildet einen Kompromiss zwischen den Varianten 1 und 2. Die Fahrbahn ist auf der gesamten Länge im Gegenverkehr befahrbar. Auf den einzelnen Stufen sind die Anbindungen enger gebildet. In Richtung Osten spielt es keine Rolle, da die Stufen bereits abgebaut sind, und dort keine Fördertätigkeit stattfindet.

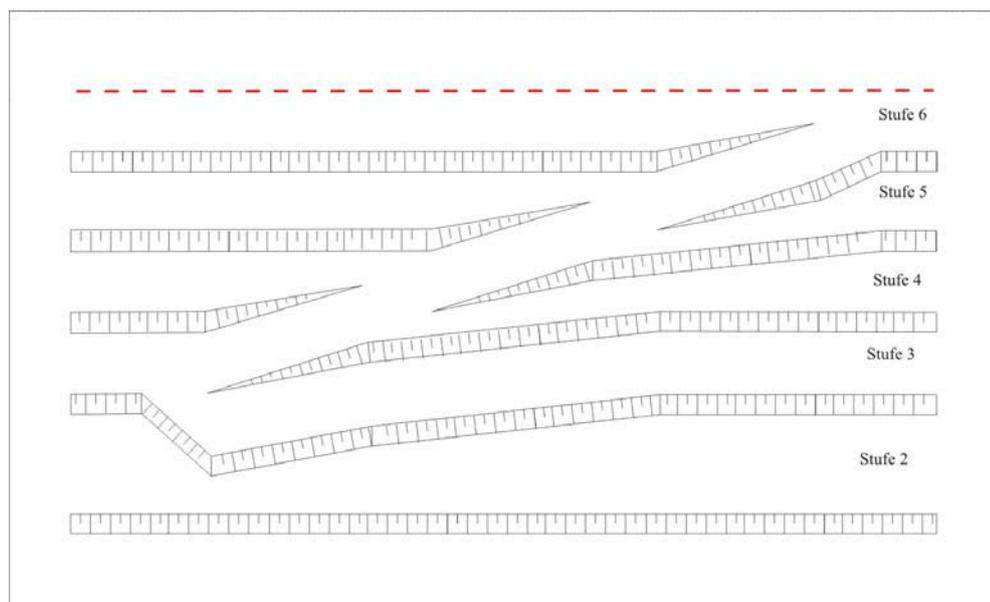


Abbildung 37: Rampenführung entlang der Südgrenze, Variante 3

In Richtung Westen wird an diesen Stellen möglicherweise zu Wartezeiten im Gegenverkehr kommen. Jedoch sind diese Bereiche horizontal, übersichtlich, und nicht länger als ca. 200 m, also werden die dadurch verursachten Wartezeiten die Förderleistung nur geringfügig beeinflussen. Die Menge der gebundenen Vorräte liegt unter dem Wert der Variante 2.

9.2.3 SLKW

Aus der Leistungsberechnung geht hervor, dass eine Förderung zum alten Brecher bei den wachsenden Förderdistanzen nach 2015 in regulären Arbeitszeiten nicht mehr zu bewältigen ist. Eine Überlegung in Richtung eines dritten SLKW im Betrieb besteht gegenüber der Anschaffung einer neuen Brecheranlage (in optimaler Position) bei einer Langzeitrechnung nicht. Die über Jahre anfallenden Kosten für SLKW und neue Brecheranlage gleichen sich in

ca. 15 Jahren aus. Da die Lebensdauer einer neuen Brecheranlage mit mehr als 15 Jahren angenommen wird, wäre ein dritter SLKW die ungünstigere Wahl.

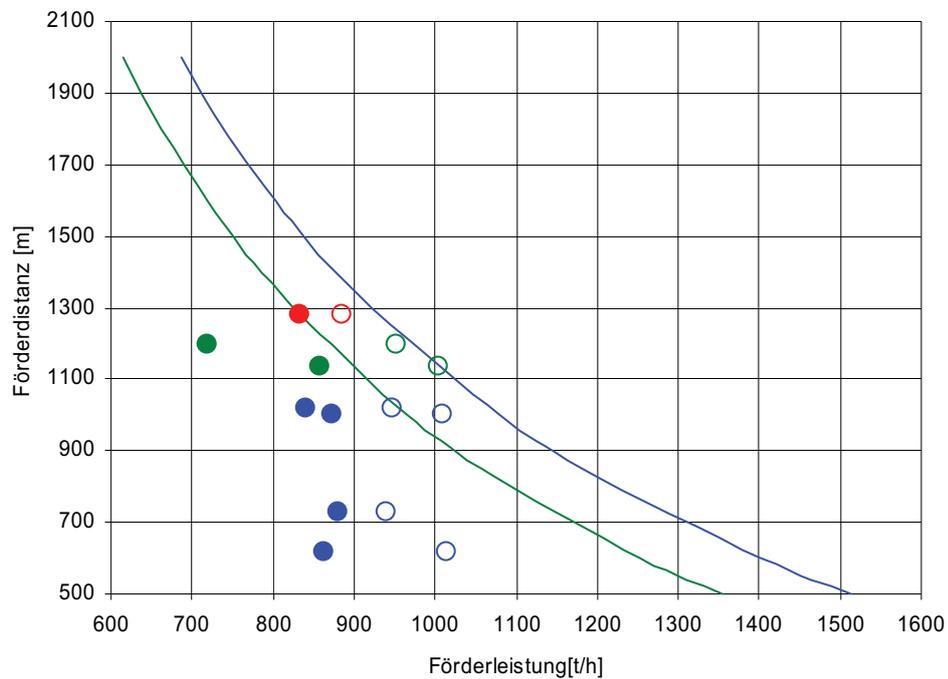


Abbildung 38: Diagramm Abhängigkeit der Förderleistung von der Förderdistanz

- 2x CAT 777D — CAT 777D + R90 ● Förder. im Gegenverkehr ● Förder. im Kreisverkehr
- Gegenverkehr Stufe 6 ○ Gegenverkehr Stufe 6 ohne Wartezeit am Brecher
- Gegenverkehr ohne Wartezeit am Brecher ○ Kreisverkehr ohne Wartezeit am Brecher

(Die Basis für die Leistungslinien sind Messungen im Betrieb und daraus errechnete Werte der Förderleistung ohne Engpässe und Wartezeiten auf der Förderstrecke. Einzelne Punkte sind Ergebnis der Messungen Im Betrieb bei einer Förderung unter Standardbedingungen)

Aus dem Diagramm Förderdistanz vs. Förderleistung ist der Einfluss der Wartezeiten im Gegenverkehr deutlich zu sehen. Die Kurven stellen die theoretische Abhängigkeit der Förderkapazität von der Förderdistanz dar. Die Messergebnisse beim Kreisverkehr ohne Wartezeiten liegen teilweise an dieser Linie. Andererseits liegen die Werte beim Gegenverkehr zum Teil deutlich unter den theoretischen Werten. Bei der Förderung von der Stufe 6 ergibt sich im Gegenverkehr die Möglichkeit rechtzeitig auszuweichen. Dadurch kommen nur minimale Wartezeiten auf der Förderstrecke zu Stande. Die Messergebnisse liegen dabei im Bereich der theoretisch errechneten Werte (rot dargestellt).

Der Betrieb ist mit einer neuen Brecheranlage im Südost Teil des Tagebaues bei unveränderten Betriebsbedingungen (reguläre Arbeitszeit, gleiche Anzahl der Mitarbeiter) realisierbar. Die Förderung mit zwei SLKW á 95 t Nutzlast ist bis zum Ende der Lebensdauer des Tagebaues aufrecht zu erhalten. Die Position der neuen Brecheranlage ist so ausgelegt, dass auch die Beladestelle auf der Stufe 9 in den letzten Jahren der Abbautätigkeit in einem Förderradius liegt, wo keine Engpässe durch zu lange Fahrtzeiten entstehen.

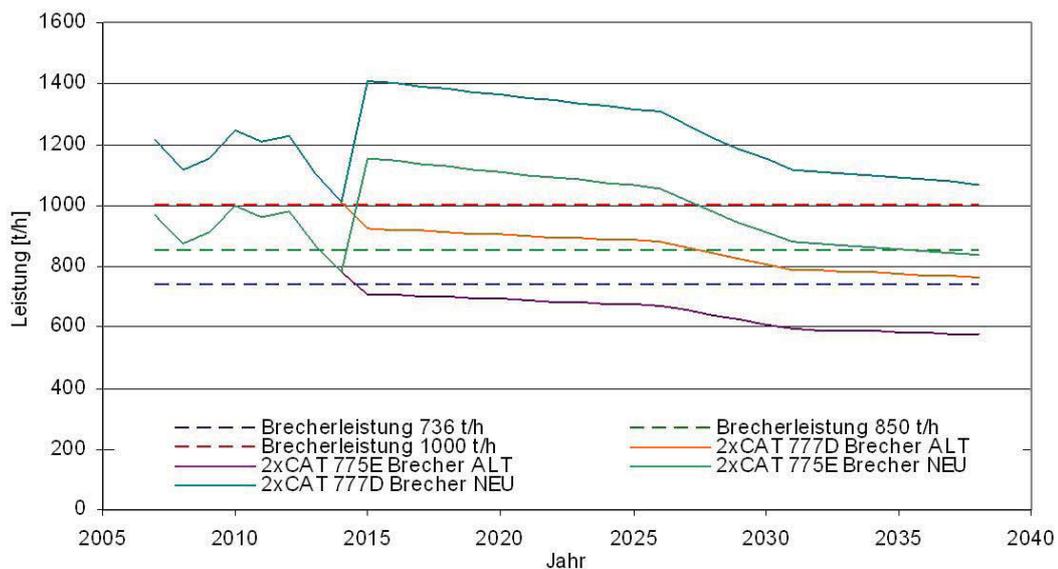


Abbildung 39: Diagramm Änderung der Förderleistung der SLKW in Abhängigkeit von den wachsenden Förderdistanzen

Für den Vergleich der verschiedenen Brecher und SLKW- Varianten wurde die Förderleistung der SLKW bei veränderten Distanzen ermittelt, und der Leistung der Brecheranlage gegenübergestellt. Der Einbruch der SLKW Förderleistung kurz vor 2015 wird durch die Verschiebung des Abbauschwerpunktes verursacht. Der Anstieg der Leistungskurven bei Varianten mit neuer Brecheranlage ist durch die Position der Brecheranlage im südlichen Bereich des Steinbruches verursacht. Die Förderwege werden dadurch kürzer. Die Folge ist die erhöhte Förderleistung der SLKW ab Jahr 2015. Bis ca. zum Jahr 2028 wäre bei 1000 t/h Brecherdurchsatz sogar eine Förderung mit kleineren SLKW realisierbar (Nutzlast 65t).

9.3 Kostenvergleich

Einen direkten Vergleich der einzelnen Varianten ermöglicht ein Kostenvergleich. Folgende Varianten wurden gegenübergestellt:

1. Brecher ALT mit 736 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast
2. Brecher ALT mit 736 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast
3. Brecher ALT mit 850 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast
4. Brecher ALT mit 850 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast
5. Brecher NEU mit 850 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast
6. Brecher NEU mit 850 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast
7. Brecher NEU mit 1000 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast
8. Brecher NEU mit 1000 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast
9. Optimierte Variante Brecher NEU mit 1000 t/h

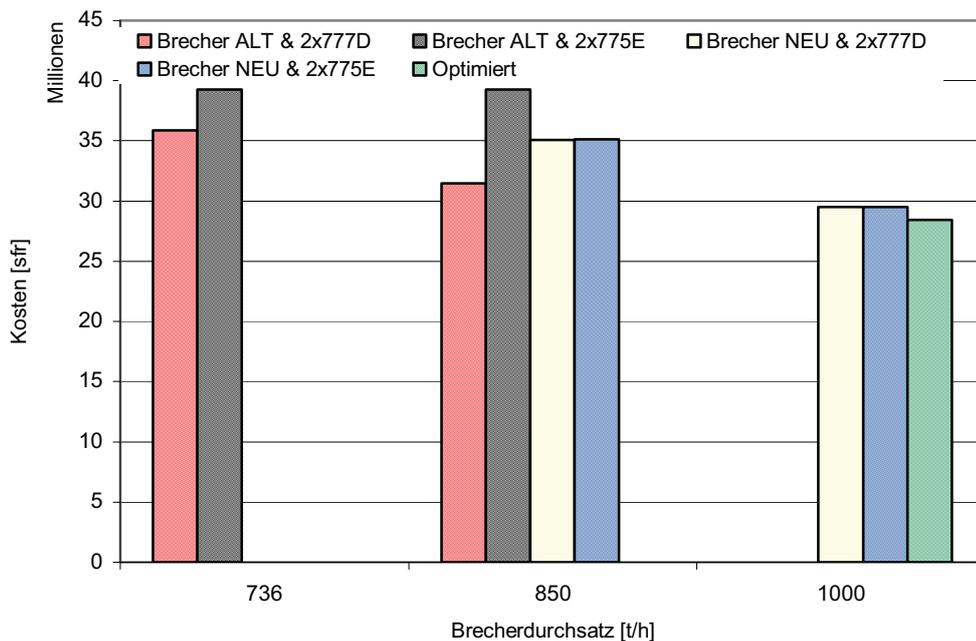


Abbildung 40: Kostenvergleich der Varianten Brecher / SLKW

Die Kostenzusammensetzung für den Kostenvergleich ist den Datentabellen auf der Daten CD zu entnehmen.

Variante 1) Brecher ALT mit 736 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast

Alte Brecheranlage bleibt unverändert im Betrieb, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 95 t eingesetzt. Limitierend ist der Brecher (Kostentreiber) aufgrund des geringen Durchsatzes steigen die Betriebsstunden bei erhöhtem Materialbedarf.

Variante 2) Brecher ALT mit 736 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast

Alte Brecheranlage bleibt unverändert im Betrieb, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 65 t eingesetzt. Durch die kleine Förderkapazität der SLKW werden diese ab 2014 limitierend, und treiben die Kosten aufgrund notwendiger Betriebsstunden in die Höhe.

Variante 3) Brecher ALT mit 850 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast

Alte Brecheranlage wird modernisiert, eine Brecherleistung von 850 t/h als haltbare Durchschnittsleistung wird möglich sein, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 95 t eingesetzt. Bis ca. 2027 ist der Brecher der Kostentreiber, nachher übersteigen die Betriebsstunden der SLKW die Stunden vom Brecher (SLKW Kostentreiber)

Variante 4) Brecher ALT mit 850 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast

Alte Brecheranlage wird modernisiert, eine Brecherleistung von 850 t/h als haltbare Durchschnittsleistung wird möglich sein, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 65 t eingesetzt. Durch die kleine Förderkapazität der SLKW werden diese ab 2014 limitierend, und treiben die Kosten aufgrund notwendiger Betriebsstunden in die Höhe.

Variante 5) Brecher NEU mit 850 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast

Es wird eine neue Brecheranlage im Südosten des Tagebaues in Betrieb genommen, Leistung der Brecheranlage 850 t/h, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 95 t eingesetzt. Als limitierend gilt nur der Brecher aufgrund der Durchsatzleistung.

Variante 6) Brecher NEU mit 850 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast

Es wird eine neue Brecheranlage im Südosten des Tagebaues in Betrieb genommen, Leistung der Brecheranlage 850 t/h, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 65 t eingesetzt. Als limitierend gilt nur der Brecher aufgrund der Durchsatzleistung, bis auf die letzten 3 Betriebsjahre, wo SLKW- Stunden die vom Brecher übersteigen.

Variante 7) Brecher NEU mit 1000 t/h, zwei SLKW mit 95 t Nutzlast

Es wird eine neue Brecheranlage im Südosten des Tagebaues in Betrieb genommen, Leistung der Brecheranlage 1000 t/h, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 95 t eingesetzt. Limitierend ist der Brecher.

Variante 8) Brecher NEU mit 1000 t/h, zwei SLKW mit 65 t Nutzlast

Es wird eine neue Brecheranlage im Südosten des Tagebaues in Betrieb genommen, Leistung der Brecheranlage 1000 t/h, es werden zwei SLKW mit einer Nutzlast von 65 t eingesetzt. Bis zum Jahr 2028 ist der Brecher limitierend, ab diesem Zeitpunkt sind es die SLKW.

Variante 9) Brecher NEU mit 1000 t/h optimiert

Es wird eine neue Brecheranlage im Südosten des Tagebaues in Betrieb genommen, Leistung der Brecheranlage 1000 t/h. Bis zum Jahr 2028 sind die CAT 775E im Einsatz, nachher die CAT 777D. Dadurch werden die SLKW nie zum Kostentreiber.

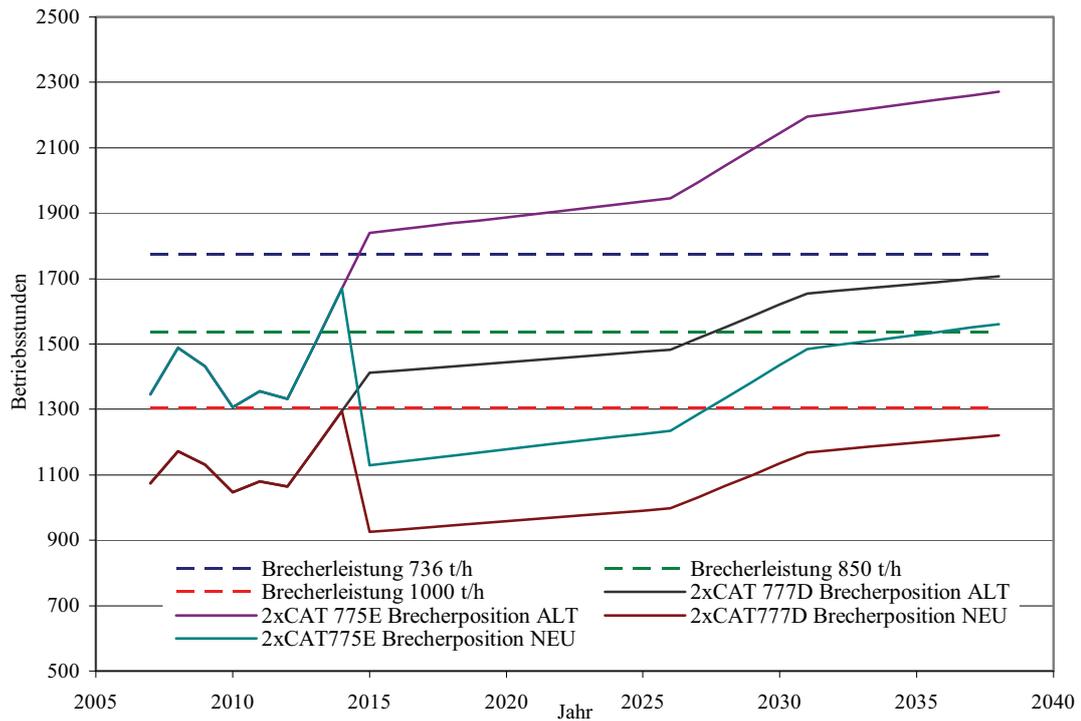


Abbildung 41: Diagramm Änderung der Betriebsstunden der SLKW in Abhängigkeit von den wachsenden Förderdistanzen, Betriebsstunden pro SLKW

Aus dem Diagramm 41 ist deutlich auszulesen, welches Element des Systems SLKW/Brecher zum Kostentreiber wird. Solange die SLKW Linie unterhalb der dazugehörigen Brecherleistung liegt, ist der Brecher bestimmend für die notwendigen Betriebsstunden, und dadurch der Kostentreiber.

10. Landschaftsbild

Durch die Abbautätigkeit kommt es zu einer Veränderung der Landschaft. Die Lage des Steinbruches Gabenkopf ist aus dieser Sicht günstig. In der leicht hügeligen Umgebung ist der Steinbruch auf einem Tafelberg positioniert. Die Einsicht aus der Umgebung in den Steinbruch ist nur von der Strasse Villigen – Mandach möglich. Über dieser Strasse befindet sich ein touristischer Weg. In den kommenden Jahren wird das Landschaftsbild auch von diesem Aussichtspunkt nicht stark beeinflusst. Der Abbau erstreckt sich in der Zukunft nach Westen. Die Nordkrete bildet dabei eine Kulisse, durch welche die Einsicht in den Tagebau verhindert wird. Die Gemeinden Mandach und Hottwill liegen nördlich des Abbaubereiches. Die Änderungen aus der Sicht dieser Zwei Gemeinden wurden ebenfalls untersucht. Durch die Topografie ist es von der Gemeinde Mandach nicht möglich die Änderungen an der Nordkrete zu beobachten. Die Sicht wird durch den Rottenberg verhindert. Die Position der Gemeinde Hottwill ist 411 Höhenmeter, die Nordkrete erreicht eine Seehöhe von 611 m.. Dadurch entsteht während der gesamten Lebensdauer des Tagebaues keine Einsicht in den Tagebau. Die einzige Veränderung des Landschaftsbildes aus der Richtung Hottwill äußert sich als eine geringe Absenkung der Nordkrete. Durch den Wald wird diese Absenkung jedoch weitgehend Abgeschirmt.

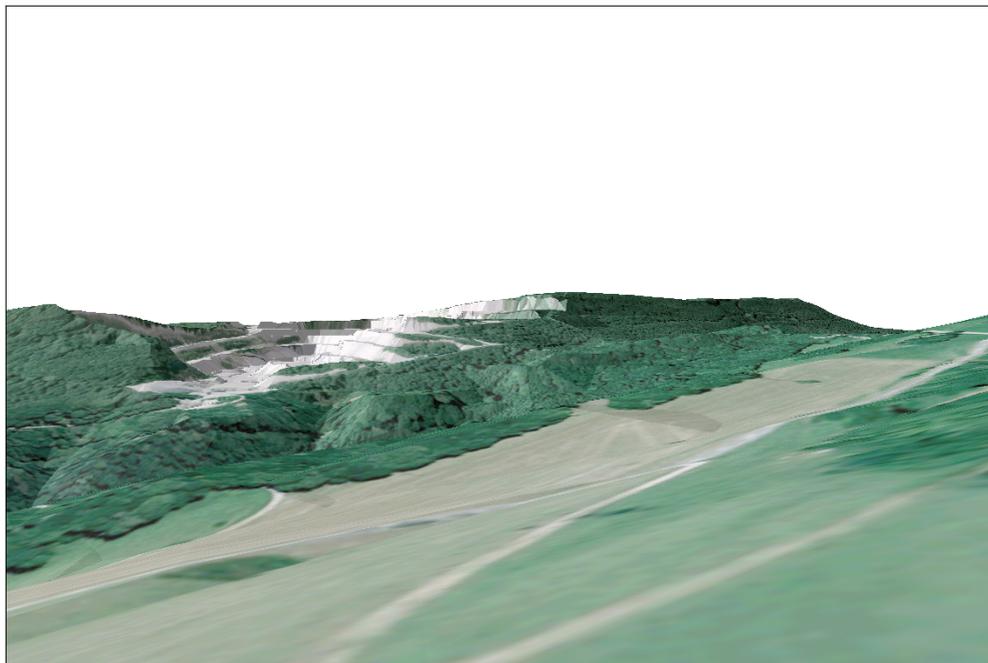


Abbildung 42: Einsehbarkeit vom touristischen Weg – aktuelle Situation modelliert mit Surpac

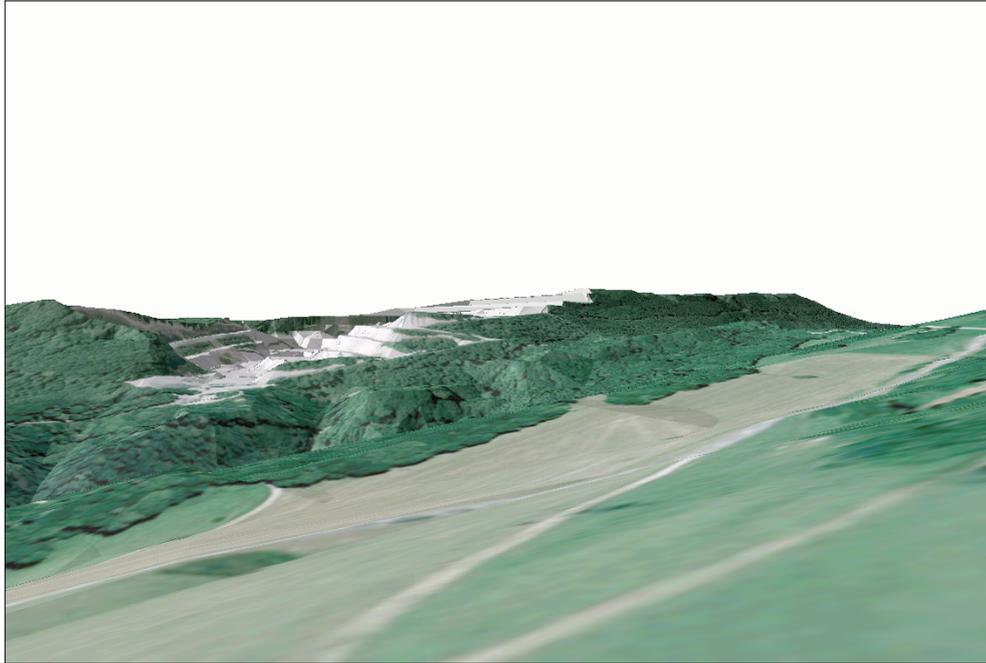


Abbildung 43: Einsehbarkeit vom touristischen Weg – Situation 2015 modelliert mit Surpac

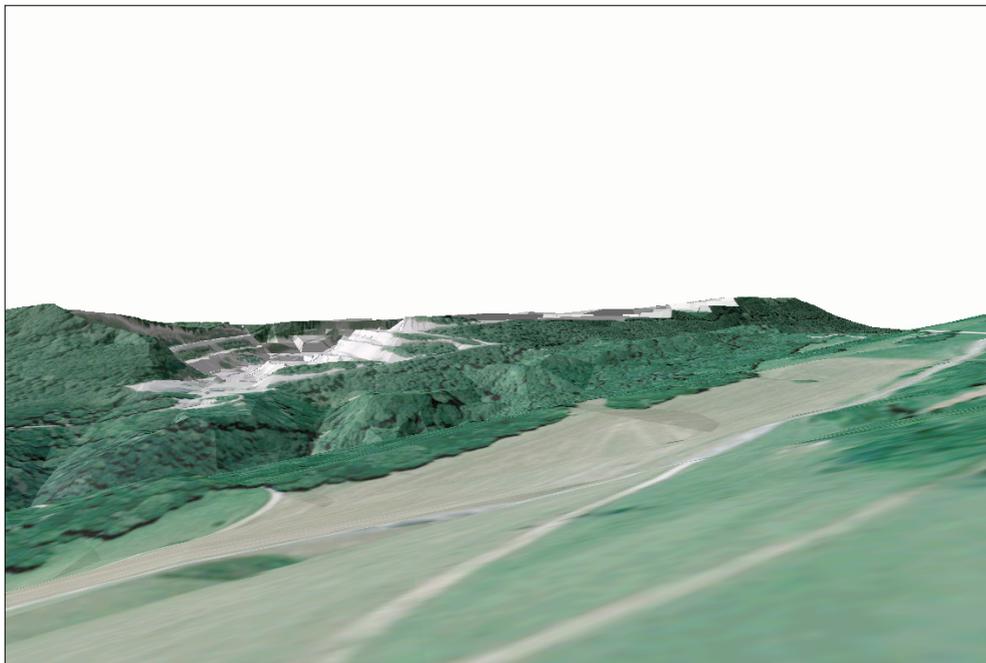


Abbildung 44: Einsehbarkeit vom touristischen Weg – Situation 2038 modelliert mit Surpac

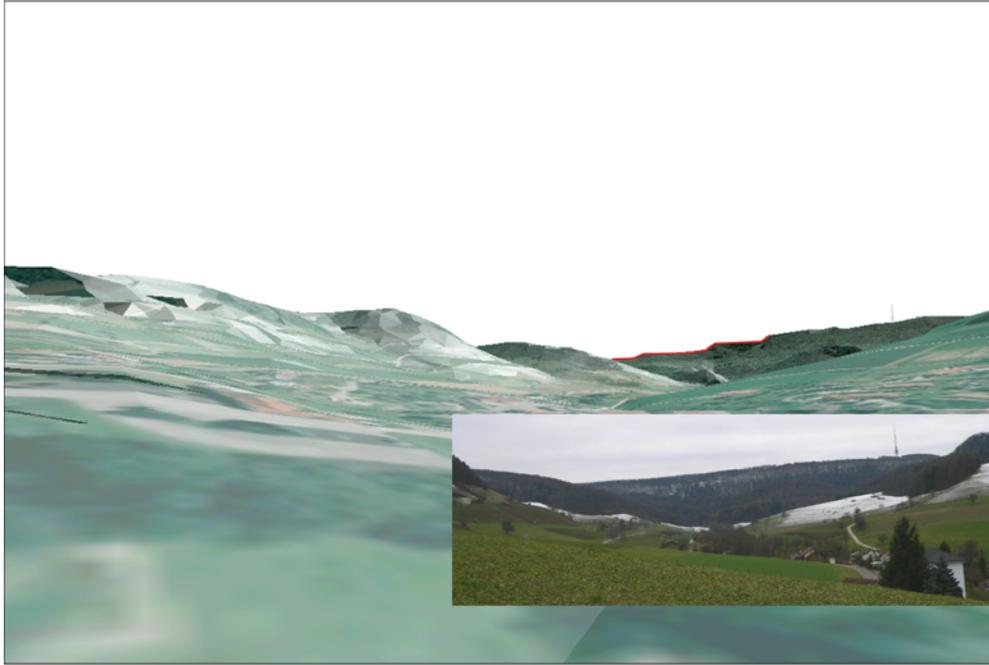


Abbildung 45: Sicht von Hottwil in Richtung Gabenkopf – Gegenüberstellung der aktuellen Situation (kleines Foto) und der Situation nach Jahr 2038 (Surpac Modell)

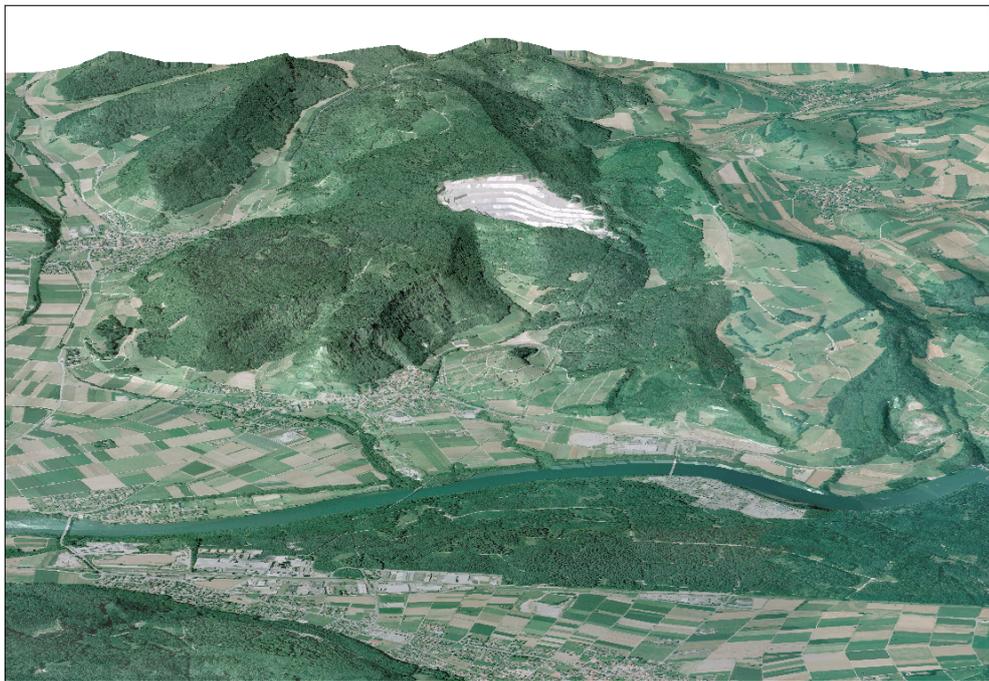


Abbildung 46: Surpac Modell der aktuellen Situation, Einsicht in westliche Richtung

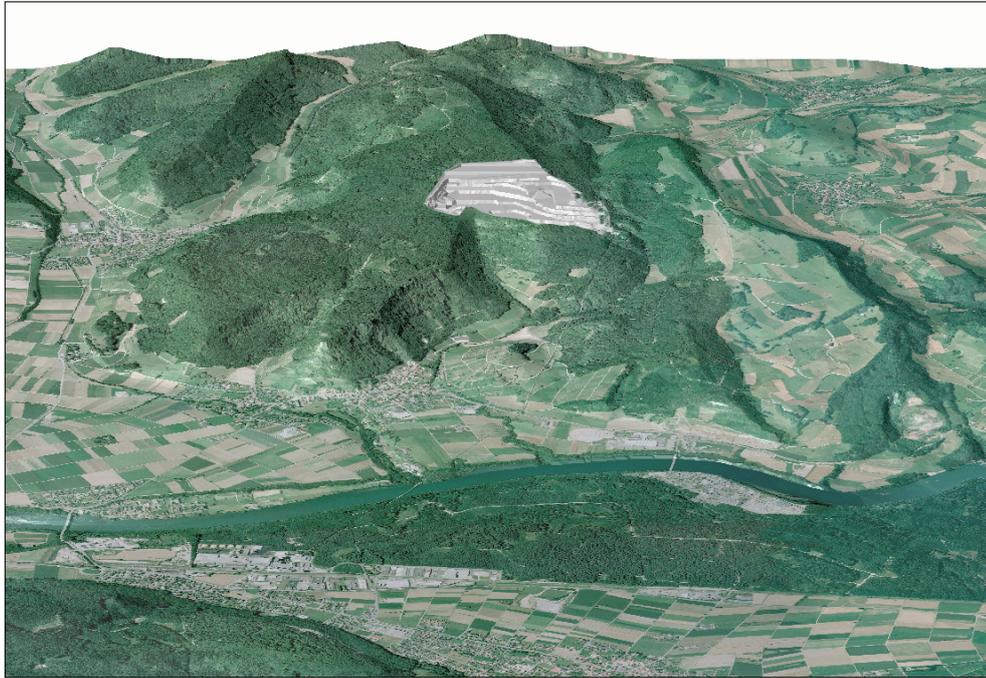


Abbildung 47: Surpac Modell der Situation 2015, Einsicht in westliche Richtung

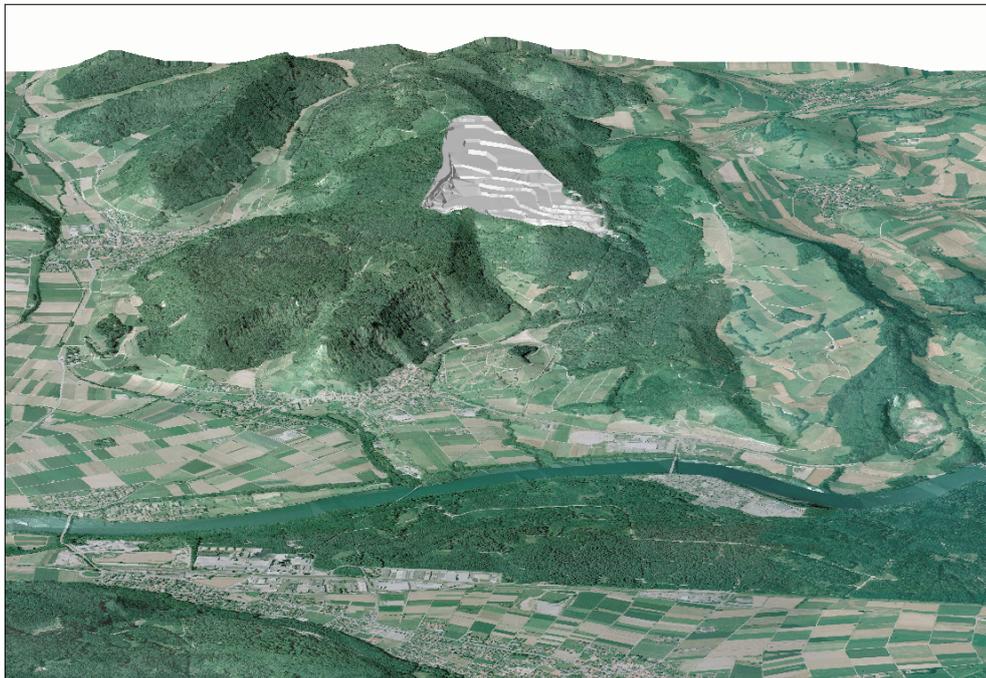


Abbildung 48: Surpac Modell der Situation 2038, Einsicht in westliche Richtung

Literaturverzeichnis

1. Rechengestützte Bergbauplanung, Teil 1, 2005, Oberndorfer T.
2. Festgesteinstagebau, 1987, Goergen H. (RWTH Aachen)
3. Zusammenstellung der betrieblichen Abläufe, Holcim memo, Grüniger R.
4. Datenblatt zur Förderanlage Steinbruch Villingen (Futura Studie)
5. Bericht Nr. MT 00/13419/D, 17.11.2000, Blaha, Ritzenthaler, Heckendorn
6. Meldearbeit Alfred Schreilechner, Mai 2005
7. Meldearbeit Florian Bauer 2006