

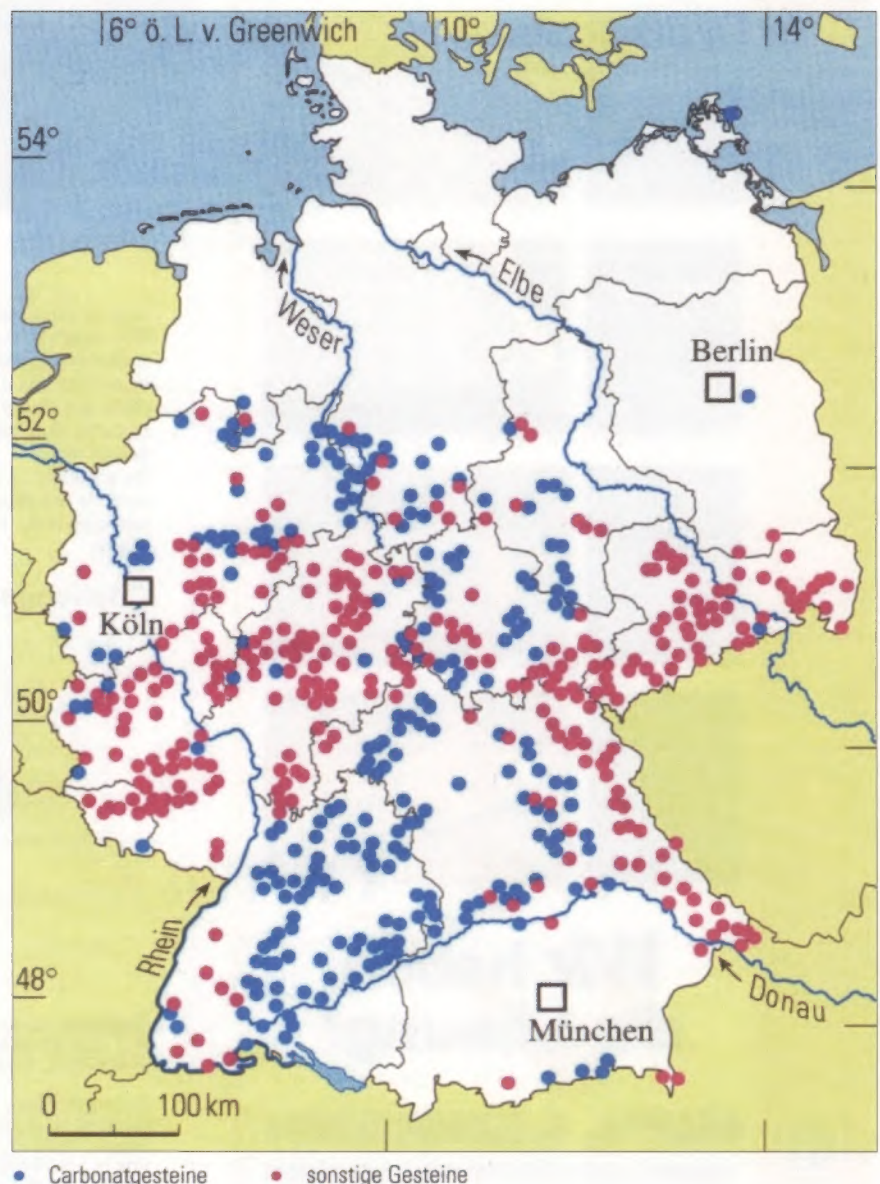
# Baustoffvertriebs- und Aufbereitungszentren in lagerstättenfernen Regionen

## Diskussion ausgewählter Gesichtspunkte und Auslegungskriterien

*Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Martin Kirschbaum*

Die geologisch und genehmigungsrechtlich bedingte Verteilung der zur Baustoffproduktion geeigneten bzw. verfügbaren natürlichen Lagerstätten deckt sich oft nicht mit den Nachfrageschwerpunkten. Während durch entsprechende Anpassung der Regelwerke die Nutzung vorhandener lokaler Lagerstätten für untergeordnete Zwecke meist möglich ist, können insbesondere Anforderungen nach qualitativ hochwertigen Baustoffen (z. B. Edelsplitt, Gleisschotter) oft nicht lokal befriedigt werden und müssen aus entfernten Gegenden angeliefert werden. In einer Vielzahl von nationalen und internationalen Regionen und Ballungszentren, wie z. B. Norddeutschland, Niederlande, wesentlichen Teilen von Polen, Großraum Moskau, Nordserbien mit Belgrad, Budapest mit Ostungarn, herrscht genereller Mangel an geeigneten Gewinnungsstandorten. Die Nachfrage nach den frachtintensiven Massenbaustoffen muss hier durch weit entfernte Lagerstätten unter Verwendung der Verkehrswege Straße, Bahn und Wasser oft über Langstrecken gedeckt werden.

Die Abbildung 1 verdeutlicht die skizzierte Problematik am Beispiel Deutschlands. Neben dem Mangel an Lagerstätten in den Regionen Norddeutschland, Großraum Berlin, Allgäu und Großraum München wird auch die lokale Verteilung von Carbonat- und sonstigen (meist vulkanischen) Gesteinen aufgezeigt. In Norddeutschland treffen sich z. B. mehrere Lieferströme auf Basis der Transportsysteme Schiff, Bahn und LKW, und entsprechend gibt es einen Wettbewerbskorridor, der bei gleichen auskömmlichen Ab-Werkspreisen für die Herstellerwerke erreichbar ist. Hier konkurrieren z. B. Baustoffe



**Abbildung 1: Verteilung von natürlichen Lagerstätten am Beispiel Deutschland**  
(Quelle: Vogler, Hermann; u.A.: Gewinnungsstätten von Festgesteinen für den Verkehrswegebau in der Bundesrepublik Deutschland", Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 2. Auflage 1999)



aus Skandinavien mit solchen aus dem Raum Magdeburg oder der Lausitz. Aus der aufgezeigten Situation ergeben sich für die bedarfsgerechte Baustoffversorgung von lagerstättenfernen Ballungsräumen und Regionen besondere Anforderungen und Problemstellung. Im folgenden Beitrag werden ausgewählte Aspekte und Lösungsvorschläge diskutiert.

### 1. Problemfelder bei der Fernversorgung mit Baustoffen

Baustoffe sind in der Regel frachtkostenintensive Massengüter, deren Abwerkspreis bereits nach kurzer Entfernung unter den Transportkosten liegt. Für die Rentabilität und den wirtschaftlichen Betrieb der Gewinnungsstätte ist der erzielbare Abgabepreis ab Standort entscheidend, während der in den einzelnen Regionen erzielbare Marktpreis wettbewerbsfähig sein muss. Wettbewerbsbetrachtungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Fernmärkte bedürfen daher einer weitreichenden und sorgfältigen Analyse der Transportwege und Wettbewerbsstrukturen. Den Transport- und Umschlagkosten sowie deren Beeinflussbarkeit kommt damit eine besondere Bedeutung zu. Folgende Themenkreise sind zu beachten:

#### Welche Komponenten und Logistikkosten sind bei der Fernvermarktung zu berücksichtigen?

Der erzielbare Marktpreis in der Zielregion wird in der Regel durch konkurrierende Anbieter, die u. U. verschiedene Logistiksysteme nutzen, bestimmt. Grundsätzlich sind bei der Auswahl und Kalkulation der Transport- und Umschlagkosten folgende Komponenten zu berücksichtigen:

- Lage der Verladeorte und daraus resultierende Versandkosten (z. B. Vorrachten, Beladegeräte und Einrichtungen, Nutzungsgebühren)
- Systemwechsel und Umschlagkosten in der Logistikkette (z. B. Umladekosten)
- Entladung und Lagerung am Zielort (z. B. eigene Kosten oder Dienstleister für Ent- und Beladung sowie Lagerhaltung)
- Versand bzw. Abholung durch den Kunden (Transportkosten zur Verwendungsstelle)

Mit steigender Transportentfernung, Umschlaghäufigkeit und Lagermenge steigen für den Kostenträger daher das gebundene Kapital nach Höhe und Zeitdauer sowie das potenzielle

Verlustrisiko durch Schwund, Qualitätsminderungen, Reklamationen und zufälligen Untergang.

#### Welche Transportsysteme und -ketten stehen grundsätzlich zur Verfügung?

Bei der Auswahl der Art der Transportsysteme (z. B. Bahn, Straße, Wasser) sind auch deren Kapazitäten, bestehende Auslastungen, zeitliche Verfügbarkeiten und konkurrierende Nachfragen zu berücksichtigen. LKW, Schiffe, Bahnstrecken, erforderliche Waggonzahlen sowie Umschlagplätze sind ganzjährig meist nicht mit der gleichen Kapazität verfügbar, da z. B. ab Herbst verstärkt Agrarprodukte oder Brennstoffe transportiert werden und Frachtraum nur im Wettbewerb zu höheren Preisen gebunden werden kann oder unter fremdbestimmtem z. B. politischem Einfluss steht.

#### Welche Transportsysteme kann der Wettbewerb nutzen?

Neben den jeweils lagerstätten- und produktionsspezifischen Bedingungen und aktuell sichtbaren Rahmenbedingungen, wie z. B. eigenem Gleis- bzw. Wasseranschluss oder Verkehrsstraßen, sollten auch Änderungen von mittel- und langfristigen Parametern und Infrastrukturmaßnahmen berücksichtigt werden. Beispielhaft ist hier der Bau der Thüringer Waldautobahnen A 71 und A 73 zu nennen.

Während vor Bau dieser Autobahnen und der entsprechenden Tunnels die Märkte Suhl und Erfurter Becken durch den Rennsteigkamm getrennt waren und mit LKW nur innerhalb einer Transportdauer von ca. 1,5 Stunden erreichbar waren, hat sich diese Transportdauer nunmehr auf nur ca. 20 Minuten verkürzt.

Die Marktverhältnisse haben sich damit grundlegend verschoben. Ähnliche Bedingungen und Besonderheiten ergeben sich z. B. durch politische Änderungen (EU-Beitritt), Grenzöffnungen, nutzbare Tiefen von Häfen oder Spurewechsel von Bahnsystemen (Europa und GUS-Staaten).

#### Welchen Einfluss hat das Transportsystem auf die Lieferfähigkeit gegenüber dem Endkunden?

Mit steigender Transportentfernung und -dauer sind zur zeit-, mengen- und qualitätsgerechten Belieferung des Endkunden zusätzliche Maßnahmen erforderlich, da die Eigenheiten der Transportkette u. a. aus organisatorischen oder auch klimatischen

Gegebenheiten meist nicht vom Versender bestimmt werden können. Die Laufzeiten von Zügen hängen z. B. von fremdbestimmten Fahrplänen, der grenzüberschreitende LKW-Transport von Wartezeiten durch Grenzkontrollen ab, während Wasserwege vereist sein oder Niedrigwasser führen können und damit den Schifftransport be- oder verhindern.

#### Wie wird der zu transportierende Baustoff durch die Logistiksysteme und erforderliche Verfahrensschritte beeinflusst?

Die in Fernmärkte gelieferten Baustoffe unterliegen durch die Art des Transportes, Umschlagshäufigkeiten und -methoden vielfältigen Beanspruchungen, die unerwünschte Auswirkungen auf die Qualitätseigenschaften haben können.

Neben ungewollten Ent- bzw. Vermischungen von Einzelkörnungen und Korngemischen kommt es u. U. zu Mengenverlusten, Nachzerkleinerungen und Verunreinigungen (z. B. Holz oder Fremdstoffe aus Waggon und Schiffsladeräumen), die die Gebrauchsfähigkeit einschränken, Reklamationen verursachen und Preisminderungen durch Kunden begründen.

#### Welche Kundenstruktur ist zu beliefern?

Die örtliche Kundenstruktur in den Fernmärkten hat einen weiteren entscheidenden Einfluss auf die Auswahl der Transportsysteme, die Logistikkosten sowie die erforderlichen Verteilungssysteme.

Während eigene und fremde stationäre Verbraucher nach Mengen, Qualitäten und Umschlag- bzw. Lagerbedingungen oft hinreichend bekannt und planbar sind, müssen sporadische Kunden sowie Objekte mengen-, termin- und qualitätsgerecht flexibel bedient werden. Eine der Kernaufgaben ist hier die Verfügbarkeit von ausreichenden Lagerflächen zur Pufferung und Entkopplung der Lieferströme sowie die Sicherung der Umschlagskapazitäten.

#### Welche weiteren Rahmenbedingungen sind zu beachten?

Zusätzlich zu den aufgeführten Punkten sind auf den jeweiligen Lager- und Umschlagplätzen die lokalen genehmigungsrechtlichen Erfordernisse (z. B. BimSchG, Emissionswerte, Arbeitsschutzgesetze, Zoll) sowie sonstige Besonderheiten wie Personal- und Geräteverfügbarkeit oder Security-Bedarf zu beachten.



**2. Aspekte zur Wahl des geeigneten Transportsystems**

Die Auswahl eines geeigneten und kostenoptimierten Transportsystems hängt in den meisten Fällen von der Erreichbarkeit und dem Vorhandensein von Infrastruktureinrichtungen, wie Straßen, Schienen, schiffbaren Wasserwegen, sowie geeigneten Systemschnittstellen (z. B. Verladebahnhöfe, Häfen) beim Versender und Empfänger ab. Neben diesen Voraussetzungen können auch natürliche Hindernisse wie Flüsse, Bergzüge oder politische Hindernisse (z. B. Staatsgrenzen; Grenzübergänge, Zollbestimmungen), die Handlungsoptionen begrenzen.

Wie bereits oben aufgeführt, muss das Transportsystem in der Lage sein, die Anforderungen der Kunden nach einer termin-, mengen- und qualitätsgerechten Belieferung zu erfüllen, insbesondere auch dann, wenn der Kunde legislative Beschränkungen (Betriebszeiten, Emissionen o. ä.) oder keine größeren Lagerflächen hat bzw. die Lagermengen und damit die Kapitalbindung minimieren möchte.

Zur Auswahl des Transportsystems sind u.a. folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Die Verfügbarkeit der Transporteinheiten in der benötigten Größe, Anzahl und Qualität muss termingerecht gegeben sein. Hier ist besonders auf saisonal konkurrierende Nachfrager (z. B. Brennstoffe im Winter)

und Witterungseinflüsse (Hoch- und Niedrigwasser, Eis, Schnee etc.) zu achten. Die Laderäume dürfen keine Verschmutzungen oder Schäden aufweisen, die umfangreiche Nebenarbeiten (Reinigung, Abdichtung etc.) und Kosten verursachen.

- Die erforderlichen Losgrößen sowie deren Unterteilbarkeit nach Sorten sind für eine flexible Belieferung entscheidend. Während LKW mit Zuladungen bis ca. 30 t flexibel einsetzbar sind, müssen Ganzzüge mit 1.200 t bis 1.500 t und Schiffe je nach Ausführung sortenrein beladen werden. Die zur Auslastung benötigten Mengen müssen vorhanden und kurzfristig ver- und entladbar sein, da Teilladungen und Standzeiten in der Regel die spezifischen Kosten erhöhen.
- Die Lade-, Rangiergeräte und sonstige technische Einrichtungen müssen an die benötigte Ladecharakteristik und -kapazität angepasst werden. Hohe zeitliche Verladeleistungen sind wünschenswert, um kurze Verweilzeiten an den Ladepunkten realisieren und damit hohe Verladekapazitäten sichern zu können.
- Für die zeitnahe Kundenbelieferung ist die Länge der Transportzeiten und -wege der gewählten Systeme von großer Bedeutung, da hierdurch die erforderlichen Pufferkapazitäten und Sicherheitsreserven beim Verbraucher bestimmt werden. Ideal sind daher Systeme, deren Einsatz

selbst disponiert und deren Transportroute beeinflusst werden kann. Im Zugverkehr können die Laufzeiten im direkten Transport zwischen 2 Punkten gegenüber der Verwendung von fahrplangesteuerten Transportrouten, bei denen die Wagons mehrfach rangiert und an andere Züge angehängt werden, deutlich verkürzt werden.

- Systemwechsel und gebrochene Transportketten mit Umladevorgängen verursachen oft Qualitätsverschlechterungen, Verunreinigungen sowie hohe Nebenkosten und sind daher zu vermeiden. Abbildung 2 zeigt die Kalkulation der spezifischen Kosten je Tonne für gebräuchliche Rückverlade- bzw. Haldentransportgeräte. Ein zusätzlicher Radladerinsatz verursacht z. B. demnach Mehrkosten von 0,25 €/t.
- Die Gesamtkosten der einzelnen Transportsysteme sind umfassend und unter Berücksichtigung sämtlicher Neben- und Vorhaltekosten zu analysieren und zu kalkulieren.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass selbst bei sorgfältiger Auswahl der Transportsysteme eine bedarfsgerechte Belieferung der Kunden in Fernmärkten nur unter Nutzung strategisch gelegener und ausreichend dimensionierter Umschlags- und Lagerplätze sichergestellt werden kann.

**3. Gesichtspunkte zur Gestaltung von Umschlags- und Lagerplätzen**

Neben der Nutzung von Dienstleistern und öffentlichen Umschlagsplätzen, wie Bahnhöfen und Häfen, sowie deren Betriebsgesellschaften gehen Fernlieferanten und Händler verstärkt dazu über, eigene Umschlags- und Lagerplätze zu errichten und zu betreiben. Nur unter Zwischenschaltung dieser Läger als Basis sind eine eigene Marktpolitik und die Akquisition auch kleinerer Kunden möglich.


Die Dimensionierung und Gestaltung dieser Areale beeinflusst dann die betriebliche Flexibilität, das erforderliche Investitionsvolumen und die Betriebskostenstruktur.

Die aufgezeigten Aspekte sollten, neben den bereits oben angeführten Standortbedingungen, Berücksichtigung finden:

**Welche Sorten müssen in welchen Mengen vorgehalten werden?**

Zur umfassenden Belieferung des Marktes ist meist die sortenreine Bevorratung einer breiten Produkt- bzw.

Abbildung 2: Gerätekosten für Schüttgutumschlag

 <b>Ermittlung Gerätekosten</b> Halde und Transport			
	Radlader 4,5 m <sub>3</sub>	Radlader 5,5 m <sub>3</sub>	Dumper 40 t
<b>Fixe Kosten</b>			
Anschaffungskosten in €	209.000 €	280.000 €	290.000 €
Nutzungsdauer in h	14.000	14.000	14.000
Zinssatz (%)	6	6	6
Restwert nach ND	41.800 €	56.000 €	58.000 €
Afa	11,94 €	16,00 €	16,57 €
Zinsen	3,14 €	4,20 €	4,35 €
<b>Variable Kosten</b>			
Dieselskosten	25,00 €	40,00 €	20,00 €
Wartung	1,73 €	4,50 €	5,00 €
Reparatur	4,18 €	5,60 €	5,80 €
Personal	17,00 €	17,00 €	17,00 €
<b>Ergebnis (Kosten je Betriebsstunde)</b>	<b>62,99 €</b>	<b>87,30 €</b>	<b>68,72 €</b>
Leistung (t/h)	250	350	250
spez. Kosten (€/t)	0,25	0,25	0,27
Betriebsstunden (h/a)	2.000	2.000	2.000
Zinsaufwand (€/a)	6.270 €	8.400 €	8.700 €



Körnungspalette, wie z. B. Betonkörnungen, Edelsplittreihe, Gleisschotter, Sande, zwingend erforderlich. Mit steigender Anzahl der verschiedenen Produkte steigt dann auch der Flächenbedarf. Die Abrufe werden im Wesentlichen durch die Auftragslage der Kunden bestimmt und sind nur in bestimmten Grenzen beeinflussbar. Die vorzuhaltenden Mengen sind weiterhin von der Transport- und Umschlagdauer, der Lieferantenkapazität sowie saisonalen Produktions- und Transportbeschränkungen (Eis, Wintereinbruch und -dauer) bestimmt. Liegen die Verbraucher beispielsweise in klimatisch milden Regionen, kann es zu erheblichen Verschiebungen zwischen Bedarf und Produktionsmöglichkeiten kommen.

#### Welche maschinentechnischen Ausrüstungen sind zu installieren?

Grundsätzlich muss die Auswahl und Dimensionierung der mobilen und stationären Geräte und Einrichtungen

strengen wirtschaftlichen Kriterien genügen. Neben der jährlichen Umschlagsmenge ist die geplante Standortlebensdauer zu beachten. Während man für langfristig angelegte Plätze stationäre und automatisierte Be- und Entladesysteme sowie Materialboxen oder Silos vorsehen sollte, sind vorübergehende Einrichtungen verstärkt mit mobilen Systemen und z. B. Freihalden zu betreiben. Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse ist vor der Investitionsentscheidung zwingend erforderlich.

#### Wie sind die Kundenstrukturen und Lieferströme beschaffen?

Die mögliche Betriebsweise der Umschlags- und Lagerplätze hängt in weiten Bereichen von der Kundenstruktur und den verursachten Lieferströmen ab. Übernimmt der Platzbetreiber die Disposition der weiteren Verteilung selbst, kann die Betriebsorganisation im Gegensatz zu hohem Anteil von

Selbstabholern deutlich einfacher gestaltet werden, und eigene Endabnehmer sind einfacher zu bedienen und zu steuern als Fremdkunden. Während die Lieferströme zu stationären Kunden meist langfristig angelegt sind, können die Anforderungen bei objektbezogenen Baustellen stark schwanken.

#### Wie wird der Lagerbestand finanziert?

Mit steigendem Bestand auf einem produktionsfernen Lagerplatz sind insbesondere die angefallenen Transport- und Umschlagkosten in nicht unerheblichem Umfang vorzufinanzieren und zusätzliche Aufwendungen für Qualitäts- und Streuverluste einzuplanen. Die Gestaltung und Dimensionierung hängt daher in hohem Maße von der gewünschten Funktion als reiner Puffer und Verteilplatz für Lieferströme oder der Nutzung als Standort für eine erweiterte Marktbearbeitung und -politik ab.

Wir danken unseren Geschäftspartnern und Kunden für das uns entgegengebrachte Vertrauen und wünschen ein besinnliches Weihnachtsfest und ein gesundes und erfolgreiches Jahr 2008.



#### LÖSUNGEN FÜR DIE STEINE- UND ERDENINDUSTRIE

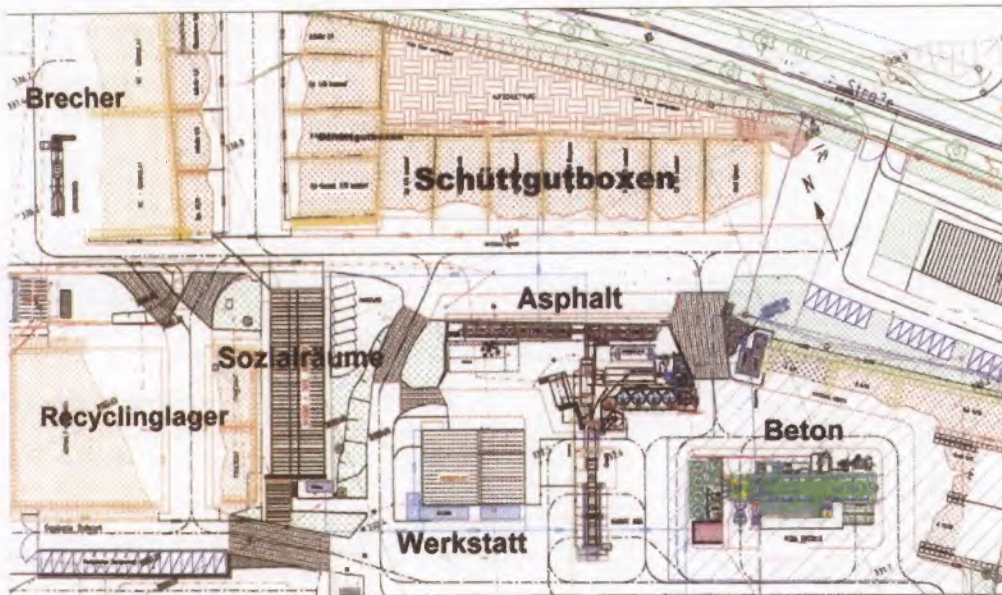
- Nassaufbereitungsanlagen
- Trockenaufbereitungsanlagen
- Recyclinganlagen
- Anlagenkomponenten
- Siebmaschinen
- Brechanlagen
- Schöpfräder
- Aquamatoren
- Fördertechnik
- Spezialzubehör

**GFT mbH**

Freibusch 2  
Hastenbeck  
D-31789 Hameln  
Germany

Fon: + 49 (0) 51 51 / 60 998-10  
Fax: + 49 (0) 51 51 / 60 998-20  
info@gft-germany.de  
[www.gft-germany.de](http://www.gft-germany.de)





#### 4. Weiterentwicklung zum Baustoffvertriebs- und Aufbereitungszentrum

In den bisherigen Ausführungen wurden die Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei der Versorgung von Kunden in lagerstättenfernen Märkten aufgezeigt und in ausgewählten Punkten analysiert. Neben der reinen Belieferung ist für eine aktive Marktbearbeitung und -politik aber auch die eigene Weiterverarbeitung und Veredelung vor Ort sehr hilfreich. Nur auf diese Weise können Lieferströme und damit die entfernt liegenden Standorte der Lagerstätten langfristig gesichert werden. Hier bietet sich die Weiterentwicklung der Umschlags- und Lagerplätze zu Baustoffvertriebs- und Aufbereitungszentren durch die Kombination mit Aufbereitungs-, Recycling- sowie Weiterverarbeitungs- und Veredelungsanlagen an. Hier kommen u. a. Asphalt- und Betonmischanlagen in Betracht. Durch die Konzentration an einem Standort können Synergien genutzt, die Kosten für Zwischentransporte, Gerätenutzungen, Personal und Genehmigungen reduziert und die Kunden aus einer Hand bedient werden. Zusätzliche Marktsegmente und Kleinkunden können gewonnen und langfristig gebunden werden.

Weiteres Optimierungspotenzial kann auch durch die Verlagerung von Aufbereitungsstufen aus dem Lagerstättenstandort mit oft nur geringem eigenem Marktumfeld hin zum Aufbereitungszentrum gehoben werden. Denkbar ist hier die Produktion von vorabgesiebt und vorgebrochenem Material 0/250 mm an der Lagerstätte und Anlieferung dieser Körnungen zum Aufbereitungszentrum in Kundennähe. Hier ist eine Aufbereitungs- und Klassieranlage ab der 2. Brechstufe installiert.

Durch diese Maßnahmen ergeben sich eine Reihe von Vorteilen:

- Reduzierung der Lagerhaltung und Verladeplätze im Lagerstättenbereich
- Vereinfachung des Transportes und Umschlages, da ein Korngemisch transportiert wird
- Geringere Qualitätsverluste durch Vermischung und Nachzerkleinerung
- Reduzierte Kapitalbindung, da die wesentlichen Aufbereitungskosten erst später im Prozess und gegebenenfalls unter besseren Witterungsbedingungen anfallen
- Bedarfsgerechte und flexible Aufbereitung der Endprodukte just in time
- Reduzierung des Platzbedarfs im Lager- und Aufbereitungszentrum, da die vorzuhaltenden Einzelmengen der sortenreinen Körnungen geringer werden

Die Abbildung 3 zeigt beispielhaft ein Lager- und Weiterverarbeitungszentrum mit Recyclingplatz, sortenreiner Schüttgutlagerung sowie Asphalt- und Betonmischanlage in Chemnitz. Die Rohstoffe werden hier per LKW angeliefert und im Steinbruch aufbereitet. In lagerstättenfernen Märkten könnte hier um Brech- und Klassieranlagen erweitert werden.

#### 5. Zusammenfassung

In einer Vielzahl von Regionen sind keine zur Baustoffproduktion geeigneten Lagerstätten zu finden oder aus genehmigungsrechtlichen Gründen nicht abbaubar. Dem gegenüber stehen Regionen mit einer Vielzahl von Gewinnungsstätten auf engem Raum. Zur Sicherung der Betriebe und Befriedigung der Nachfrage werden verstärkt Baustoffe in lagerstättenferne

Abbildung 3: Lager- und Aufbereitungszentrum Chemnitz.

Regionen geliefert. Mit zunehmender Entfernung ergeben sich eine Reihe von – im vorliegenden Beitrag skizzierten – technischen und wirtschaftlichen Problemfeldern für die Bereiche Produktion, Transport und Umschlag. Für eine nachhaltige Optimierung der Wirtschaftlichkeit und als Basis einer aktiven Marktpolitik ist die Weiterentwicklung der Umschlags- und Lagerplätze zu Baustoffvertriebs- und Aufbereitungszentren durch Kombination mit Anlagen zur Aufbereitung, Weiterverarbeitung und Veredelung eine interessante Option.

#### 6 Quellen

- Caterpillar (2000): Performance Handbook  
 Eymer, W. (1995): Grundlagen der Erdbewegung, Kirschbaum Verlag  
 Goergen, Hans (1987): Festgesteinstagebau, Trans-Tech Publications  
 Hoffmann, Manfred (1985): Zahlentafeln für den Baubetrieb: Organisation, Kosten, Verfahren, neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart  
 Kirschbaum, Martin: Grundlagenuntersuchung zur Optimierung von Produktionsweise und Prozessautomatisierung in Aufbereitungsanlagen der Steinbruchindustrie, Dissertation Aachen 1991  
 Kirschbaum, Martin: Anforderungs- und Auswahlkriterien für den Einsatz des Systems Laden-Transport-Vorzerkleinerung im Festgestein unter besonderer Berücksichtigung mobiler Vorbrecher, Gesteins-Perspektiven 6/2007, Stein-Verlag Baden-Baden, Iffezheim  
 Komatsu (2001): Specifications and Performance Handbook  
 Metso Minerals, (2006): Crushing and Screening Handbook, Tampere  
 Sandvik (2006): Unterlagen mobile Brechsysteme  
 Schubert, Heinrich (1984): Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Band I bis III, 2. Auflage, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig  
 Vogler, Hermann; u. a. (1999): Gewinnungsstätten von Festgesteinen für den Verkehrswegebau in der Bundesrepublik Deutschland, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 2. Auflage

#### Verfasser:

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.  
 Martin Kirschbaum  
 Bornpromenade 21  
 06712 Zeitz  
 Tel.: +49 34 41 71 86 00  
 Fax: +49 34 41 71 86 16  
 Mobil: + 49 160 94 19 27 17  
 info@DrKirschbaumundPartner.de  
 www.DrKirschbaumundPartner.de