



*Dr.-Ing. Joachim Harder  
OneStone Consulting Group GmbH  
Buxtehude/Deutschland  
[www.onestone.de](http://www.onestone.de)*

*Joachim Harder (1952) studierte Verfahrenstechnik an der TU Braunschweig und promovierte dort. Nach mehr als 10 Jahren Industrietätigkeit in verschiedenen Managementfunktionen gründete er 1997 die OneStone Consulting Group, die aus drei Unternehmen besteht. Dr. Harder ist ein anerkannter Experte im internationalen Marketing mit dem Schwerpunkt Marktanalysen für Geschäftsfeldstrategien. Er ist Autor diverser Publikationen und gefragter Redner auf internationalen Konferenzen.*

## Mobil gewinnt • Mobile on the rise

### Fördertechnik in der Gesteinsindustrie

**Zusammenfassung:** Steinbrüche sind sehr energie- und kapitalintensiv. Etwas günstiger sind die Verhältnisse bei Sand- und Kieswerken. Umso wichtiger ist für die Produzenten von gebrochenem Naturstein, Kies und Sand, dass bei einem niedrigen Tonnagewert kostengünstige Technologien eingesetzt werden. Der Markt ist gleichzeitig aber auch stark fragmentiert. Die TOP 10 der westlichen Unternehmen haben nur einen Anteil von 6,3 % an der jährlichen globalen Produktionsmenge von 22 500 Millionen Tonnen. In dem nachfolgenden Bericht wird eine Übersicht über die Industrie mit Marktdaten, den wichtigsten Branchenunternehmen und der verwendeten Technologie gegeben. Ein Hauptaugenmerk wird dabei auf die Fördertechnik gerichtet.

### Materials handling equipment in the rock and aggregates industry

**Summary:** Quarries are very energy and capital-intensive. Sand and gravel works are somewhat cheaper to run. Given the low tonnage profits, it is therefore all the more important for producers of broken natural stone, gravel and sand that cost-effective production equipment is employed. The market for these products is highly fragmented. The TOP 10 western companies only have a share of 6.3 % in the annual worldwide production quantity of 22 500 million tonnes. This report presents an overview of the industry with market data, the most important companies on the sector and the employed equipment. Particular emphasis will be placed on the materials handling equipment.



Aufbereitungstechnik im Steinbruch  
(Metso Minerals)

Materials preparation equipment in a quarry  
(Metso Minerals)

## 1 Einleitung

Die größten Mengen an mineralischen Rohstoffen, die weltweit abgebaut werden, stammen aus Steinbrüchen bzw. Sand- und Kiesgruben. Im Jahr 2009 wurden weltweit etwa 22 500 Millionen Tonnen (Mta) an Produkten gewonnen, die sich in etwa zu 60 % Sand und Kies und 40 % gebrochene Steine (Natursteine) aufteilen. Das Gros dieser Produkte wird im Straßen-, Gleis- und Wasserwegebau oder als Zusatzstoff von Beton und Asphalt verwendet. Für einen Autobahnkilometer benötigt man etwa 10 000 t dieser Stoffe. Die Anforderungen an die Gesteinskörnungen, zu denen Bausand und Baukies hinzugezählt werden, sind vielschichtig und hängen weitgehend von der Verwendung ab. Kies ist ein natürlich gerundetes Material, als Splitt wird gebrochenes Material bezeichnet. Zur stofflichen Kennzeichnung verwendet man Kenngrößen wie Korngröße (Feinheit) und Kornform, physikalische Kenngrößen wie Rohdichte und den Widerstand gegen Zertrümmerung bzw. den Verschleißwiderstand sowie bestimmte chemische und sonstige Eigenschaften.

Neben den natürlichen Vorkommen unterscheidet man sekundär hergestellte mineralische Materialien wie Schlacken und Flugasche sowie aufbereitete (recycelte) Materialien. **Bild 1** zeigt eine Übersicht dieser produzierten Stoffe in Europa (23 Länder gemäß UEPG = European Aggregates Association) für das Jahr 2008. Insgesamt wurden in den Ländern etwa 3590 Mta Natursteine, Kies und Sand hergestellt. Auf Primärprodukte entfallen 91 % und auf recycelte Produkte 7 %. Zu den größten Ländern bei recycelten Mineralstoffen zählen Großbritannien, Belgien und die Niederlande mit Anteilen von 21 % und jeweils 19 %. Sekundärmaterialien machen nur 2 % aus. Etwas mehr als die Hälfte der Primärstoffe (1720 Mta) stammen aus gebrochenem Gestein (Sedimente wie Sandstein, Grauwacke, Dolomit,

## 1 Introduction

Most of the mineral raw materials extracted worldwide originate from quarries, sand pits and gravel pits. In 2009, approximately 22 500 million tonnes (Mta) of product were extracted worldwide, which split up into approx. 60 % sand and gravel and 40 % broken stone (natural stone). The bulk of these products were used for road, rail bed and waterway construction or as concrete and asphalt aggregates. For one kilometre of motorway about 10 000 t of these materials are needed. The complex range of demands placed on aggregates, which include construction sand and gravel, largely depend on the application. Gravel is a naturally rounded material, while broken material is referred to as grit. The materials are classified by such characteristics as particle size (fineness) and particle form, by physical characteristics like apparent density, fragmentation resistance and attrition resistance, as well as certain chemical and other properties.

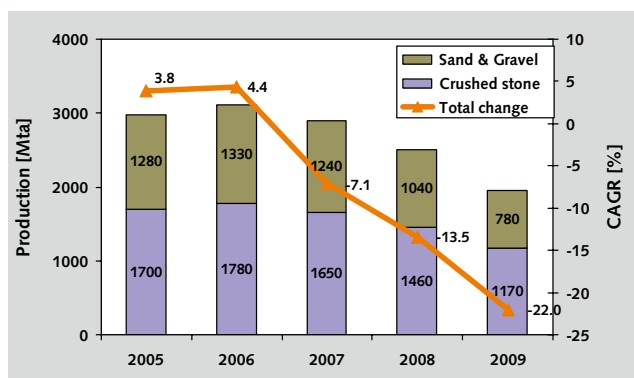
In addition to materials from natural deposits, the market includes such industrial mineral by-products as slags and fly ash, as well as recycled materials. **Fig. 1** provides an overview of these produced materials in Europe (23 countries acc. to UEPG = European Aggregates Association) for 2008. All in all, the above countries produced approx. 3590 Mta of natural stone, gravel and sand. Primary products account for 91 % while recycled products make up 7 %. The leading countries for recycled mineral materials include Great Britain, Belgium and the Netherlands with shares of 21 % 19 % and 19 %. Secondary materials only make up 2 %. A little more than half the primary materials (1720 Mta) originate from broken rock (sediments like sandstone, greywacke, dolomite; metamorphic rocks such as quartzite, gneiss and diabase and magmatic rocks like granite, basalt and andesite). Of the gravels and sands, 94 % are extracted in sand and gravel pits and 6 % by dredging rivers, harbours and sea beds.

metamorphe Gesteine wie Quarzit, Gneis und Diabas sowie magmatische Gesteine wie Granit, Basalt oder Andesit). Von den Kiesen und Sanden werden 94 % aus Sand- bzw. Kiesgruben und 6 % durch das Ausbaggern von Flüssen, Häfen und Meeren gewonnen.

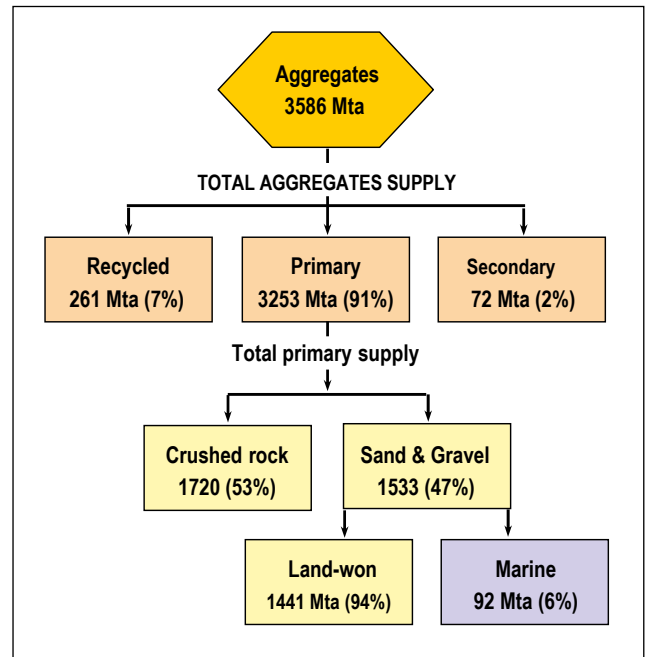
## 2 Ländervergleiche und wichtigste Produzenten

Es wird geschätzt, dass die Länder Asiens etwa 58 % der weltweiten Produktion von Natursteinen, Kies und Sand ausmachen. Europa (UEPG 26) und die USA haben zusammen derzeit nur einen Anteil von 22 %, die übrigen Länder und Weltregionen kommen auf 20 %. Vor einigen Jahren war der Anteil von Europa und den USA noch deutlich höher. Bild 2 zeigt, wie sich in den USA in den letzten Jahren die Produktionsmengen entwickelt haben. Insgesamt ist die Produktionsmenge von dem Peak in 2006 mit über 3100 Mta um fast 40 % auf 1950 Mta in 2009 gefallen. Für 2010 ist wieder ein leichter Anstieg erkennbar, bis 2020 wird von einem der führenden Produzenten in den USA ein Wachstum auf 5000 Mta für möglich gehalten. Gründe dafür sind das Bevölkerungswachstum, die fortschreitende Urbanisierung und die damit erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen und Bauten. Derzeit steht der Prokopf-Verbrauch an Naturstein, Kies und Sand bei 6,4 t/Einwohner. In 2006 hatte der Wert bei 10,4 t/Einwohner gelegen. Kanada kommt auf einen Pro-Kopfverbrauch von 12-14 t/Einwohner.

Die Länder Europas haben in dem betrachteten Zeitraum bis zur globalen Wirtschaftskrise keine gravierenden Produktionseinbußen gehabt. In 2008 wurden etwa 3500 Mta gebrochene Steine, Kies und Sand produziert nach 3700 Mta in 2007. In 2009 sind die Produktionsmengen deutlich um 18,3 % auf 2860 Mta gefallen. Einzelne Länder wie Irland mussten Einbußen von über 50 % hinnehmen. Bild 3 zeigt die Produktionsmengen und die Zahl der Steinbrüche und Kieswerke für die wichtigsten Länder in 2008. Deutschland hat eine führende Position mit einer Produktionsmenge von 489 Mta und 3200 Werken, gefolgt von Frankreich (409 Mta, 3050 Werke) und Spanien (378 Mta, 2060 Werke). Auf führende Prokopf-Verbräuche kommen in Europa die Länder Finnland (16 t/Einwohner), gefolgt von Norwegen (13,7 t) und Österreich (11,8 t). Die Zahl der Werke und Betriebe in Europa ist in den letzten Jahren allerdings drastisch gesunken. Während es in 2006 noch fast 30000 Betriebe gab, lag die Zahl in 2008 nur noch bei 17000.



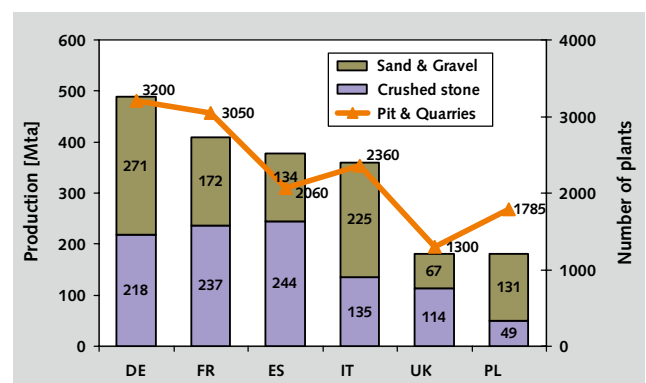
2 Entwicklung der Produktionsmengen in den USA (USGS)  
Development of production quantities in the USA (USGS)



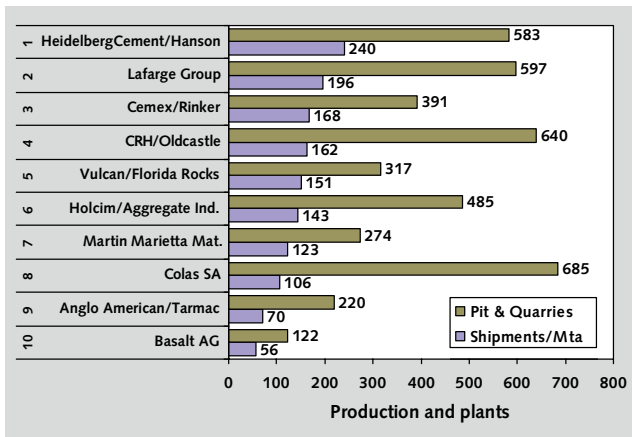
1 Mineralstoffherstellung in Europa 2008 (UEPG, OneStone)  
Mineral materials production in Europe in 2008 (UEPG, OneStone)

## 2 Comparison of countries and leading producers

It is estimated that Asian countries are responsible for around 58 % of the global production of natural stone, gravel and sand. Taken together, Europe (UEPG 26) and the USA currently only have a share of 22 %, while the other countries and regions of the world account for 20 %. A few years ago, Europe and the USA still had a significantly higher share. Fig. 2 depicts the development of production quantities in the USA in recent years. All in all, the production output has declined by almost 40 % from its peak of over 3100 Mta in 2006 to 1,950 Mta in 2009. In 2010 a slight increase is discernible and one of the foremost producers in the USA considers it possible that output will grow to 5000 Mta by 2020. The reasons for this are population growth, progressing urbanization and the consequently necessary infrastructure and building projects. At present, the per-capita consumption of natural stone, gravel and sand is 6.4 t/inhabitant. In 2006, the figure was 10.4 t/inhabitant. Canada has a per-capita consumption figure of 12-14 t/inhabitant.



3 Produktionsmenge, Werke in ausgewählten Ländern (UEPG)  
Production quantity and no. of works in selected countries (UEPG)



4 TOP 10 Branchenunternehmen 2009 (OneStone)  
TOP 10 companies on the sector in 2009 (OneStone)

Die Industrie ist insgesamt stark fragmentiert. In Deutschland liegt die durchschnittliche Betriebsleistung bei Bausand/Kies bei 0,146 Mta/Werk und bei Naturstein bei 0,283 Mta/Werk. Dabei besteht ein Gefälle von West nach Ost, wobei im Osten die Betriebe durchschnittlich bei Kies/Sand fast doppelt so groß und bei Naturstein etwa um 40 % größer sind. In den USA betreiben ca. 1600 Betriebe ungefähr 4000 aktive Steinbrüche und 86 Untertageminen (durchschnittlich 0,357 Mta Produktionsmenge in 2008). Daneben gibt es etwa 6400 Sand- und Kieswerke (durchschnittlich 0,163 Mta Produktionsmenge in 2008). Im- und Exporte über Ländergrenzen hinweg sind relativ niedrig oder vernachlässigbar. Dies liegt an dem niedrigen Tonnagewert von etwa 8-15 US\$/t und den gleichzeitig hohen Transportkosten für die Gesteinsprodukte mittels Lkw (0,1-0,19 US\$/t km), die über Entfernungen von 50 km meist die Produktionskosten übersteigen. Größere Entfernungen sind nur mittels Bahn (0,04-0,06 US\$/t km) oder Schiff (0,006-0,025 US\$/t km) wettbewerbsfähig.

Die zehn größten westlichen Produzenten für Naturstein, Kies und Sand kommen auf einen Anteil am Weltmarkt von lediglich 6,3 %. Bild 4 gibt einen Überblick über die Unternehmen mit den Produktionszahlen und Anzahl der Werke für Naturstein, Kies und Sand im Jahr 2009. Marktführer mit einer Produktionsmenge von 240 Mta ist HeidelbergCement, die in 2007 durch die Übernahme von Hanson zum Bran-



5 Kieswerk Kronau (HeidelbergCement)  
Kronau gravel works (HeidelbergCement)

In the period of time dealt with here the Europe countries had suffered no significant decreases in production until the global economic crisis occurred. In 2008 approx. 3500 Mta of broken stone, gravel and sand were produced, after 3700 Mta in 2007. In 2009 the quantity produced declined distinctly by 18.3 % to 2860 Mta. Individual countries like Ireland even suffered a slump of over 50 %. Fig. 3 shows the production quantities and the number of quarries and gravel works of the most important countries in 2008. Germany has a leading position with a production quantity of 489 Mta and 3200 works, followed by France (409 Mta, 3050 works) and Spain (378 Mta, 2060 works). The biggest per capita consumption rates in Europe are to be found in Finland (16 t/inhabitant), followed by Norway (13.7 t) and Austria (11.8 t). However, the number of works and operations in Europe has fallen drastically in recent years. While there were almost 30 000 active operations in 2006 the number had fallen to 17 000 in 2008.

The industry is highly fragmented. In Germany the average output of building sand/gravel works is 0.146 Mta/works and in the case of natural stone it is 0.283 Mta/works. There is a west-east divide across the country, the average gravel/sand operation in the east being almost double the size and the average natural stone operation being about 40 % larger. In the USA, around 1600 companies operate about 4000 active quarries and 86 underground mines (average production quantity 0.357 Mta in 2008). In addition, there are about 6400 sand and gravel works (average production quantity 0.163 Mta in 2008). Imports and exports across national borders are relatively low or even negligible. This is due to the low tonnage value of approx. 8-15 US\$/t and the simultaneously high transport costs for the rock products by truck (0.1-0.19 US\$/t km), which usually exceed the production costs if the transport distance is over 50 km. Greater distances are only competitive if the material is transported by train (0.04-0.06 US\$/t km) or ship (0.006-0.025 US\$/t km).

The ten biggest western producers of natural stone, gravel and sand have a total world market share of only 6.3 %. Fig. 4 presents an overview of the companies involved, with their production figures and number of natural stone, gravel and sand works in 2009. The market leader with a production quantity of 240 Mta is HeidelbergCement, who became



6 Ardmore Steinbruch in den USA (HeidelbergCement)  
Ardmore quarry in the USA (HeidelbergCement)



7 Kiesaufbereitungsanlage von Cemex (Cemex Deutschland)  
A Cemex gravel preparation plant (Cemex Germany)

chenprimus aufgestiegen sind. HeidelbergCement verfügt über 583 Werke, davon befinden sich 259 in Europa (Bild 5) und 225 in Nordamerika (Bild 6). Das Absatzvolumen des Unternehmens reduzierte sich in 2009 um 20 %. Auf den weiteren Plätzen folgen mit Lafarge, Cemex (Bild 7) und Holcim weitere Schwergewichte aus der Zementindustrie, die die Gesteinsindustrie als vertikale Integration zu ihren Aktivitäten im Zement- und Betonsektor betrachten. Daneben existieren mit CRH, Vulcan und Tarmac Unternehmen, die ebenfalls im Zementsektor aktiv sind, ihren Schwerpunkt aber auch auf andere Sektoren der Baustoffindustrie legen. Martin Marietta Materials, Colas und die Basalt AG sind dagegen neben der Gesteinsindustrie eher im Asphaltsektor und mit Spezialprodukten aktiv.

Obwohl in den vergangenen Jahren mit den Übernahmen von Aggregate Industries durch Holcim (2005), von Rinker durch Cemex, Florida Rock durch Vulcan und Hanson durch HeidelbergCement (alle in 2007) große Übernahmen stattgefunden haben, ist die Konsolidierung in der Branche noch nicht besonders weit fortgeschritten. In 2010 hat Anglo American den Verkauf von Tarmac eingeleitet. Etwa 100 Betriebe in Frankreich, Deutschland, Polen und Tschechien wurden von Eurovia übernommen, die zu der VINCI-Gruppe gehören. Eurovia ist ein führendes Unternehmen im Verkehrswegebau. Tarmac Iberia war vorher bereits von Holcim übernommen worden. In 2010 fanden in den USA verschiedene kleinere Transaktionen statt, an denen Vulcan, Martin Marietta und Cemex beteiligt waren. Als Übernahmekandidaten in dem hart umkämpften und zuletzt rückläufigen Nordamerika-Markt gelten u.a. MDU Resources, Rogers Group und kleinere Unternehmen wie Chevreux Aggregates.

### 3 Gewinnung und Aufbereitung der Produkte

Steinbrüche und Kieswerke unterscheiden sich in der Verfahrenstechnik in erster Linie dadurch, dass im Steinbruch das Brechen und die Zerkleinerung wesentliche Prozessschritte sind und der gesamte Aufbereitungsprozess trocken erfolgt, während in einem Kieswerk keine Materialzerkleinerung nötig ist, die Nutzung der Kies- und Sandvorkommen aber durch Trocken- und Nassabbau vorgenommen werden kann. Insgesamt sind die Prozessanforderungen in einem



8 Semimobile Brechanlage in einem Steinbruch (Sandvik)  
Semi-mobile crushing plant in a quarry (Sandvik)

number one in 2007 by taking over Hanson. HeidelbergCement own more than 583 works, of which 259 are located in Europe (Fig. 5) and 225 in North America (Fig. 6). The company's sales volume slumped by 20 % in 2009. The next-ranked companies Lafarge, Cemex (Fig. 7) and Holcim are also heavyweights from the cement industry who regard the stone industry as a vertical integration to their activities on the cement and concrete sectors. Although CRH, Vulcan and Tarmac are also companies that are active on the cement sector, they have their main focus on other sectors of the building materials industry. In contrast, Martin Marietta Materials, Colas and Basalt AG are active on the asphalt sector and in special products beside their interest in the rock industry.

Although a number of major takeovers have occurred in recent years: Aggregate Industries by Holcim (2005), Rinker by Cemex, Florida Rock by Vulcan and Hanson by HeidelbergCement (all in 2007), this sector of industry does not yet show a particularly high degree of consolidation. In 2010 Anglo American sold Tarmac. Around 100 works in France, Germany, Poland and the Czech Republic have been taken over by Eurovia, a member of the VINCI group. Eurovia is a leading company on the road construction sector. Tarmac Iberia had previously already been taken over by Holcim. In the USA a number of smaller transactions took place in 2010, involving Vulcan, Martin Marietta and Cemex. On the highly competitive and recently declining North American market the current take-over candidates include MDU Resources, the Rogers Group and some minor companies like Chevreux Aggregates.

### 3 Extraction and preparation of the products

With regard to process technology, the main difference between quarries and gravel works is that in a quarry crushing and grinding are fundamental process stages and the entire preparation process is dry, while in a gravel works no material size reduction is necessary and the gravel and sand deposits can be extracted in either dry or wet condition. Altogether, the process requirements in a quarry are very complex and dependent on the size of quarry, the location of the faces and the mass balance calculation. Various different quarrying variants are employed, depending particularly



9 Semimobile Aufbereitung in Russland (Basalt AG)  
Semi-mobile preparation plant in Russia (Basalt AG)



10 Link-Förderbänder zum Materialtransport (Metso Minerals)  
Link-conveyor belts for materials handling (Metso Minerals)

Steinbruch sehr komplex und abhängig von der Tagebaugröße, den Abbauorten und der Massenbilanzierung. Meist ergeben sich unterschiedliche Abbauvarianten insbesondere infolge der zunehmenden Entfernung zwischen Abbaustelle, Brecher und Aufbereitungsanlage und den damit verbundenen innerbetrieblichen Materialtransportkosten. Für kleinere Anlagenleistungen bis 500 t/h kommen durch Fortschritte in der Maschinenteknik inzwischen zunehmend mobile Anlagen zum Einsatz.

Die Gewinnung der Materialien im Steinbruch erfolgt üblicherweise durch Bohr- und Sprengtechnik in Verbindung mit Baggern und Muldenkippern oder der direkten Brecherbeschickung. Bild 8 zeigt einen semimobilen Brecher in einem Steinbruch. Grundsätzlich wird angestrebt, den Vorbrecher in der Nähe des Massenschwerpunktes der Lagerstätte zu installieren. Der Standort soll eine gute Anbindungsmöglichkeit zwischen dem Tagebau und der Aufbereitungsanlage (Bild 9) ermöglichen. Für den Transport verwendet man entweder üblicherweise Schwerlastmuldenkipper (SMK) oder man ist bestrebt, ein kontinuierliches Förderband oder sogenannte flexible Link-Förderbänder (Bild 10) anzuordnen. Insbesondere wird dabei versucht, Kreuzungen zwischen SMK Fahrwegen und Förderbändern vollständig zu vermeiden. Die Komplexität der Anlagen mit verschiedenen

on the increasing distance between the face, the crusher and preparation plant and the associated in-plant material transport costs. For smaller capacities of up to 500 t/h, mobile plants are increasingly being employed due to the progress that has meanwhile taken place in equipment technology.

Materials are normally extracted in a quarry by drilling and blasting in combination with excavator and dump trucks, or direct feeding to the crusher plant. Fig. 8 shows a semi-mobile crusher in a quarry. As a basic principle, the primary crusher is positioned as close as possible to the centre of mass of the deposit. The site should have a good connection between the quarry stope and the preparation plant (Fig. 9). Usually, the product is transported by heavy duty dump truck, although some operators install a continuous belt conveyor or so-called flexible link belt conveyors (Fig. 10) in the quarry. In such cases, the operators attempt to totally avoid intersections between dump truck routes and belt conveyor routes. The complexity of facilities with several secondary grinding and screening plants is made apparent by the number of conveyor belts (Fig. 11).

Due to the market development of machine concepts for temporary major construction sites, such as those along motorway and railway routes, there have been some interest-



11 Aufbereitungsanlage Harding Street (HeidelbergCement)  
Harding Street preparation plant (HeidelbergCement)



12 Raupenverfahrbares Tripledeck-Sieb (Sandvik)  
Triple-deck screen mounted on crawler tracks (Sandvik)



**13** Mobilgeräte-Kombination – 2 Brech-, 3 Siebstufen (Kleemann)  
Mobile equipment combination – 2 crushing and 3 screening stages (Kleemann)

Nachzerkleinerungen und Absiebungen wird durch die Anzahl der Transportbänder sichtbar (**Bild 11**).

Infolge der Marktentwicklung von Maschinenkonzepten für zeitlich begrenzte Großbaustellen wie beispielsweise Autobahnen und Schienentrassen haben sich in den letzten Jahren interessante Entwicklungen bei Mobilgeräten ergeben. Als verkettete Mobilanlagen werden leistungs- und funktionsmäßig aufeinander abgestimmte raupenverfahrbare Brech-, Sieb- und Transportanlagen bezeichnet (**Bild 12**). Sie können aus einer Kombination von verschiedenen Brecherstufen mit Backen- und Kegelmühlern und mehreren anderen Geräten bestehen. Der Durchsatz derartiger Gerätekombinationen liegt in der Größenordnung von 100-500 (750) t/h und ist damit auch für Steinbrüche (**Bild 13**) interessant. Immer mehr stationäre Anlagen werden durch mobile Systeme ersetzt oder erweitert. Genehmigungsverfahren können durch Mobilanlagen abgekürzt werden, die Maschinen sind eventuell in mehreren Steinbrüchen flexibel einsetzbar und erzielen auch als Gebrauchsmaschinen noch gute Preise.

In Sand- und Kieswerken ist die Technologie weniger komplex, die Zerkleinerungsarbeit hat die Natur bereits über-



**15** Schwimmgreifer bei Cemex (Cemex Deutschland)  
Floating excavator with grab at Cemex (Cemex Germany)



**14** Saugbaggerbetrieb Kieswerk Goldbeck (H. Dallmann GmbH, Harder)  
Suction dredger operation at Goldbeck gravel works (H. Dallmann GmbH, Harder)

ing mobile plant developments in recent years. One is the so-called linked mobile plant, a combination of crawler-mounted crushing, screening and conveying units with matched capacities and compatible modes of functioning (**Fig. 12**). They can consist of a combination of different crushing stages with jaw and gyratory crushers plus several other machines. The throughput rates of such equipment combinations are in the range of 100-500 (750) t/h, which also makes them interesting for quarrying operations (**Fig. 13**). More and more stationary plants are being superseded or extended with mobile systems. Approval procedures can be shortened if mobile plants are planned, the machines can possibly be flexibly used in several quarries and they still fetch good prices on the used-machine market.

In sand and gravel works the technology is less complex, as nature has already taken care of the size-reduction work. In dry operations the material is excavated from above the ground water level but wet working, involving extraction of material from below the ground water level, is more usual. In such works, suction dredgers (**Fig. 14**) or floating excavators with grab (**Fig. 15**) are employed. In the case of the suction method, the gravel slurry/water mixture is pumped to a scoop wheel installed on land, largely dewatered and then transported by belt conveyors to the gravel preparation plant. Belt conveyors are always more energy efficient than a long pump conveyance pipe to the preparation plant. The material is then separated into the different particle size fractions by a screening machine. Washing water is circulated in a



**16** Bridgeport Aggregates (HeidelbergCement)  
Bridgeport Aggregates (HeidelbergCement)



17 Siloabzug für Kiesverladung (FAF Fördertechnik)  
Silo discharge equipment for gravel loading (FAF Fördertechnik)

nommen. Beim Trockenabbau wird oberhalb der Grundwasserlinie ausgekieset. Beim häufigeren Nassabbau wird das Material unterhalb der Grundwasserlinie gewonnen. Für die Auskiesung werden u.a. Saugbagger (Bild 14) bzw. Schwimmgreifer (Bild 15) verwendet. Bei den Saugverfahren wird das Kiesschlamm-/Wassergemisch zu einem am Ufer befindlichen Schöpfrad gepumpt, dort weitgehend entwässert und anschließend über Förderbänder der Kiesaufbereitung zugeführt. Förderbänder sind immer energetisch günstiger als ein langer Pumpentransport zur Aufbereitungsanlage. Mittels Siebmaschinen erfolgt die Separation in verschiedene Kornfraktionen. Wasser zum Waschen der Körnungen wird im Kreislauf geführt. Die Lagerung der Produkte erfolgt mittels Haldenbändern oder Silos (Bild 16 und Bild 17). In wenigen Fällen wird abgesiebtes Überkorn einer Zerkleinerung zugeführt. Die Verladung der Produkte geschieht mittels Radlader (Bild 18) oder direkt über die Silos.

#### 4 Trends in der Fördertechnik

In Steinbrüchen und Kieswerken ist die Fördertechnik der Gewinnungs-, Brech- und Siebtechnik untergeordnet bzw. nachgelagert. Das bedeutet, dass die Fördertechnik auf die maximalen Leistungen der vorgelagerten Geräte auszulegen ist (Bild 19). Ebenso muss die Fördertechnik angepasst werden, wenn die wichtigsten Geräte mobil verfahrbar ausgerüs-



19 Konventionelles Haldenband (H. Dallmann GmbH, Harder)  
Conventional stockpiling belt conveyor (H. Dallmann GmbH, Harder)



18 Produktverladung Bridgeport (HeidelbergCement)  
Product loading equipment at Bridgeport (HeidelbergCement)

closed system. The products are either stockpiled by belt conveyors or stored in silos (Fig. 16 and Fig. 17). In infrequent cases screened-off oversize is recycled to a crusher. Loading of the products is handled by wheel loader (Fig. 18) or takes place directly from the silos.

#### 4 Materials handling trends

In quarries and gravel works the materials handling systems are subordinated and located downstream of the extraction, crushing and screening equipment. For this reason, the conveying systems have to be dimensioned to handle the maximum output of the upstream equipment (Fig. 19). The conveying system also has to be modified if mobile equipment is installed for the most important tasks or if, for example, it is decided not to use dump trucks. In line with the development of mobile equipment, a number of mobile options have been introduced for belt conveyors and stockpiling equipment (Fig. 20 and Fig. 21). This means both the capability for road transportation, enabling the equipment to be carried by truck or flat bed trailer to the pit or quarry sites and also mobility at the site behind traction vehicles or under their own power (crawler carriage).

Today, mobile telescopic stockpiling conveyors (Fig. 22) can already achieve conveying capacities in excess of 2000 t/h



20 Mobile Aufbereitungsanlage im Basaltsteinbruch (Asamer Group)  
Mobile preparation plant in a basalt quarry (Asamer Group)



21 Telestack Haldenbänder (C. Christophel GmbH)  
Telestack tracked stockpiling conveyors (C. Christophel GmbH)

tet werden oder wenn beispielsweise auf den Einsatz von SMK verzichtet werden soll. Entsprechend der Entwicklung zu der Mobiltechnik sind eine Reihe von mobilen Optionen für Förderbänder und Haldengeräte entstanden (Bild 20 und Bild 21). Dabei geht es sowohl um die Straßenverfahrbarkeit, so dass die Geräte per Lkw bzw. Tieflader zu den Standorten gebracht werden können und außerdem geht es um die Grubenverfahrbarkeit, was durch Zugfahrzeuge oder mittels Selbstverfahrbarkeit (Raupenfahrwerk) ermöglicht wird.

Verfahrbare teleskopierbare Haldenbänder (Bild 22) werden heute bereits für Förderleistungen von über 2000 t/h eingesetzt (im Vergleich dazu betragen die Förderleistungen für stationäre Bänder bis zu 5000 t/h). Mit einer Auslegerlänge bis zu etwa 60 m (190') ist es möglich, bei 270° Schwenkbarkeit Vorratshalden von 275 000 t zu erzeugen. Das Material kann durch den Teleskopausleger sowie die Radialverfahrbarkeit und Schwenkbarkeit Materialschichten wie bei einem Rund- oder Längsmischbett erzeugen. Materialentmischungen werden nahezu vollständig vermieden. Mit einer großzügig ausgelegten Haldenbevorratung werden Bedarfsspitzen kostengünstig abgedeckt. Auf einen Radladereinsatz für die Aufhaltung kann vollständig verzichtet werden. Die Haldenbänder werden auch raupen- bzw. kettenverfahrbar ausgerüstet. Der Markt für verfahrbare (teleskopierbare) Haldenbänder



23 Bahnverladeanlage in Tirol (FAF Fördertechnik)  
Rail loading facility in Tirol (FAF Fördertechnik)



22 Mobiles teleskopierbares Haldenband (Thor Global)  
Mobile radial telescopic stacker (Thor Global)

(compared to conveying capacities of up to 5000 t/h for stationary belt conveyors). With a boom length of up to approx. 60 m (190') and a slewing range of 270°, stockpiles of 275 000 t can be built up. Thanks to the telescopic boom, radial mobility and slewability, the material can be stacked in layers like those of a circular or longitudinal blending bed. This practically eliminates material particle size segregation. A generously dimensioned stockpile facility enables demand peaks to be cost-effectively covered. Moreover, no wheel loaders are needed for the stacking operations. The stockpiling belt conveyors can also be made mobile with crawler or chain tracks. The market for mobile (telescopic) stockpiling conveyors has increased dramatically in recent years. The world market is dominated by the specialist firms on this sector: Superior, Thor Global, Telestack, Anaconda, Trackstack, Massaba and ABCO.

In recent years, materials handling and transshipment facilities have gained in significance because of the increasing cost of energy and fuel. The most important consideration is to transfer the dispatch and transportation of finished products from the road onto the railway or the ship. But the main prerequisite for this is the availability of dispatch terminals. As just one example, Martin Marietta Materials increased the number of its dispatch terminals from 7 in 1994 to 68 in 2009 in order to shift their goods transportation off the road. In 1994, 94 % of their products were still being transported by truck and only 6 % by rail. In 2009, 69 % was transported by truck, 20 % by rail and 11 % by ship, and that with an almost 75 % higher production output. One Western European example for successful transportation by rail is illustrated in Fig. 23. In order to successfully implement such projects, such equipment as underfloor tunnel discharge systems (Fig. 24) is necessary. These feed the material at a high delivery rate to an automatic loading facility.

## 5 Prospects

The increase in raw materials mining is having an effect on environment and climate. On average, in-plant materials handling equipment consumes 25 % of the entire energy needed for the material extraction process [1], particularly in operations where dump trucks and wheel loaders perform

ist in den letzten Jahren sprunghaft gestiegen. Im Weltmarkt dominieren mit den Firmen Superior, Thor Global, Telectack, Anaconda, Trackstack, Massaba und ABCO die Spezialisten in dem Sektor.

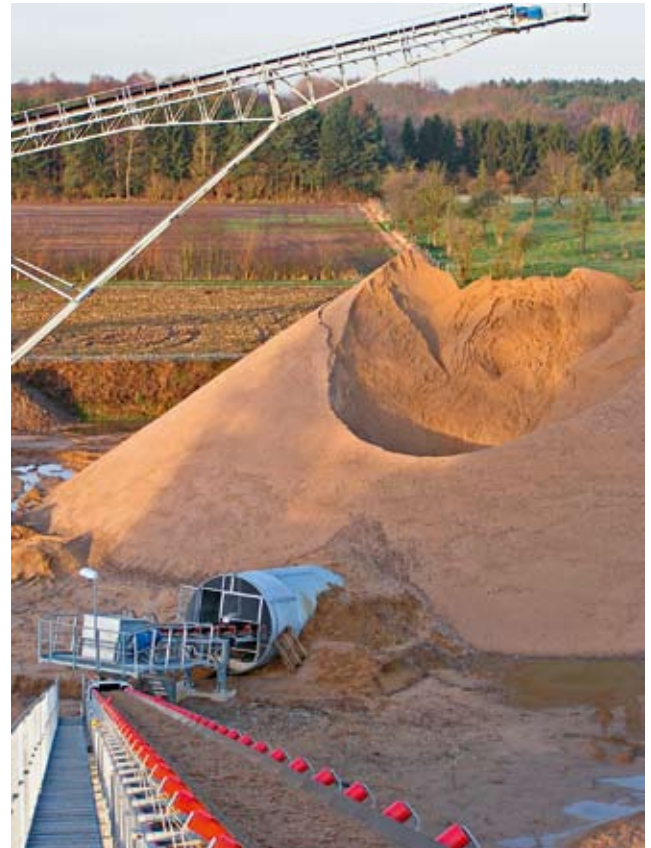
Förder- und Umschlagsanlagen kommt in den letzten Jahren aufgrund der anwachsenden Energie- und Treibstoffkosten eine wachsende Bedeutung zu. Dabei geht es insbesondere darum, den Versand bzw. Transport der Fertigprodukte von der Straße auf die Bahn bzw. auf das Schiff zu verlegen. Eine Voraussetzung dafür sind Versandterminals. Martin Marietta Materials hat beispielsweise die Zahl seiner Versandterminals von 7 im Jahr 1994 auf 68 in 2009 erhöht, um damit den Transport weg von der Straße zu bekommen. So wurden 1994 noch 94 % der Produkte per Lkw und nur 6 % per Bahn transportiert. In 2009 betrug die Menge per Lkw 69 %, die per Bahn 20 % und die per Schiff 11 % und das bei einer Ausweitung der Produktionsmengen um fast 75 %. Ein Beispiel für einen erfolgreichen Bahnversand in Westeuropa ist in **Bild 23** dargestellt. Um derartige Projekte realisieren zu können, sind beispielsweise Unterflur-Tunnelabzüge (**Bild 24**) erforderlich, die der automatischen Verladeanlage das Material mit hohen Leistungen zuführen.

## 5 Ausblick

Die zunehmende Rohstoffförderung hat einen Einfluss auf Umwelt und Klima. Für den innerbetrieblichen Materialtransport werden durchschnittlich 25 % der für den Gewinnungsprozess eingesetzten Energie benötigt [1], insbesondere dort, wo Muldenkipper und Radlader die Hauptlast der Materialtransporte übernehmen. So beträgt der spezifische Energiebedarf für Muldenkipper etwa 1,1 kWh/t und km, während Bandanlagen etwa nur 0,15-0,25 kWh/t und km betragen. Entsprechend sinkt auch der spezifische CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit der verringerten Energiemenge. Auch das Verhältnis von bewegter Gesamtmasse zur Nutzlast ist bei Bandanlagen günstiger, ebenso die Wartungs-, Verschleiß- und Personalkosten. Somit fällt das Ergebnis von Wirtschaftlichkeitserwägungen eindeutig zu Gunsten der Bandtransporte aus. Mit mobilen Bandanlagen und Haldenbändern ist man zudem in der Lage, flexibel auf geänderte Tagebau- und Absatzbedingungen reagieren zu können.

### Literatur/Literature

[1] Spoo, D.: Klimaschutz durch energieeffiziente Fördertechnik. MIRO Mineralische Rohstoffe 4/2009, pp. 20-21



24 Unterflur-Tunnelabzug zur Beschickung (FAF Fördertechnik)  
Underfloor tunnel discharge system serving a loading facility  
(FAF Fördertechnik)

most of the material transportation work. The specific energy consumption of a dump truck is approx. 1.1 kWh/t and km, while conveyor belt systems only consume around 0.15-0.25 kWh/t and km. It must be remembered that a reduction in energy consumption results in a lower specific CO<sub>2</sub> emission. In belt conveyor systems the ratio of moving total mass to live load is also more favourable and their maintenance, wear and personnel costs are lower. An economical analysis thus clearly comes out in favour of material handling by belt conveyor. Mobile belt conveyor systems and stockpiling belt conveyors also enable operators to react flexibly to changes in quarrying and sales conditions.