

Sand und Kies



Sand und Kies in Deutschland

Band I: Grundlagen

Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover

Autor: Dr. Harald Elsner

Kontakt: Dr. Harald Elsner
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover
harald.elsner@bgr.de

Layout: Jolante Duba

Karten: Jolante Duba und Ricardo Liebsch

Stand: Dezember 2022

ISBN: 978-3-948532-65-9 (Druckversion)
978-3-948532-66-6 (PDF)

Titelbild: Im Kieswerk Krassow der Otto Dörner Kies und Umwelt Mecklenburg GmbH & Co. KG werden die sowohl im Trockenen als auch im Nassen gewonnenen Rohkiessande zu vielfältigen Produkten für die regionale Bauwirtschaft aufbereitet. Das südöstlich von Wismar gelegene Kieswerk geht auf einen Kiessandabbau aus den 1960er Jahren zurück, der in einem weichseleiszeitlichen Sanderfeld mit bis zu 40 m mächtigen Kiessanden mit durchschnittlich 20 % Körnung angelegt wurde, Foto: BGR.

Sand und Kies in Deutschland

Dezember 2022

Band I: Grundlagen



Einleitung

„Deutschland ist arm an mineralischen Rohstoffen“. Dieser oft und immer wieder gehörte Satz entspricht in seiner Einfachheit so nicht der Wahrheit und muss stark relativiert werden. Zwar produziert Deutschland derzeit nur verschwindend geringe Mengen an Metallerzen, kann aber auf ein großes Sekundärangebot an Metallen aus dem Recycling zurückgreifen.

Wesentlich besser sieht es bei den Baurohstoffen und den Industriemineralen aus. Bei allen Baurohstoffen – grobkeramischen Tonen, Festgesteinssplitten, Gips/Anhydrit sowie Kalk- und Mergelsteinen für die Zementherstellung – ist Deutschland ein bedeutender Produzent, von Importen unabhängig und verfügt über weitreichende Vorräte.

Auch einige Industriemineralien, z. B. Stein- und Kalisalz, Kaolin, Feld-, Fluss- und Schwerspat, Schwefel, Graphit, Kalkstein für die Kalkherstellung sowie alle Quarzrohstoffe, kommen in Deutschland vor, stehen in Abbau und reichen teils zur Deckung unseres eigenen Bedarfs.

Beim Wissen um die Gewinnung und Nutzung vieler nicht-metallischer mineralischer Rohstoffe ist Deutschland zudem weltweit führend und deshalb in aller Welt ein sehr geschätzter Ansprechpartner. Auch Unternehmen in den großen und viel eher mit Rohstoffen in Verbindung gebrachten Bergbauländern, wie Australien oder Kanada, greifen gerne auf dieses deutsche Fachwissen zurück.

Die sowohl mengen- als zuletzt auch wertmäßig bedeutendsten mineralischen Rohstoffe in Deutschland sind Sand und Kies. Sie werden in allen Bundesländern und auch in der Ost- und Nordsee abgebaut. Sie sind Grundlage jeglicher Bautätigkeit in Deutschland. Auch Bauten aus alternativen bzw. organischen Baustoffen, wie Lehm oder Holz, benötigen Fundamente aus Beton und damit Sand und Kies. Auch für alle Infrastrukturvorhaben, sei es der Bau von Straßen, Fuß- oder Fahrradwegen, von Eisenbahnstrecken oder Wasserwegen oder die Errichtung von Windkraftanlagen und Solarparks, ist die Verwendung von Sand und Kies unverzichtbar.

Welche Sorten von Sand und Kies gibt es? Wie entstanden unsere Lagerstätten? Welcher Sand bzw. welcher Kies eignet sich für was? Wie werden Sande und Kiese heute in Deutschland gewonnen, aufbereitet und verarbeitet? Wie erhält man eine Genehmigung zum Abbau von Sand und Kies und was kostet ein Bagger? Wo gibt es in den Bundesländern Sand- und Kiesgruben, wer betreibt sie und warum? Gibt es überhaupt noch genug Sand und Kies in Deutschland? Vernichten immer neue Sand- und Kiesgruben wertvolle Äcker, Waldflächen oder sogar Biotope? Können Recyclingbaustoffe nicht zukünftig Sand und Kies ersetzen und damit die Erweiterung bzw. Eröffnung von Sand- und Kiesgruben unnötig machen? Wird der in Deutschland gewonnene Kies ins Ausland exportiert?

Diese und andere Fragen rund um die Rohstoffgruppe der Sande und Kiese sollen in dieser Broschüre beantwortet werden.

Sand und Kies – Rohstoffe für die deutsche Industrie und Bevölkerung.

Danksagung

Diese Beschreibung der deutschen Sand- und Kiesindustrie mit ihren über 1.000 Unternehmen und mehr als 2.000 Gewinnungsstellen geht auf umfangreiche Befahrungen, Diskussionen und Erfassungen in den Jahren 2021 und 2022 zurück. Allen Unternehmen, die dies ermöglichten, und allen Industrieverbänden, die dies unterstützten, sei hiermit herzlich gedankt. In allen Bundesländern unterstützten zudem die Rohstoffexperten der Staatlichen Geologischen Dienste die Erfassung und Beschreibung der Gewinnungsstellen in ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen.

Anmerkung

Aufgrund der großen Anzahl der für diese Broschüre befahrenen Gewinnungsstellen von Sand und Kies in Deutschland, umfasst die vorgelegte Broschüre zwei Bände.

Band I – Grundlagen umfasst die Teilkapitel Übersicht und Definitionen, Verwendungsbereiche, Rohstoffanforderungen, Wertschöpfung, Naturschutz, Vorratssituation und Produktionsstatistik. Zudem ergänzen verschiedene Themen-Infoboxen mit Hintergrundinformationen die Ausführungen.

Band II – Gewinnung in den Bundesländern beschreibt die Situation in den verschiedenen Bundesländern, einschließlich der Gewinnung von Sand und Kies aus der deutschen Nord- und Ostsee. Die Untergliederung der einzelnen Teilkapitel zu den Bundesländern erfolgt nach den jeweils wichtigsten Förderregionen.

Inhaltsverzeichnis

Band I – Grundlagen

<i>1 Übersicht und Definitionen</i>	<i>7</i>
<i>2 Verwendungsbereiche</i>	<i>13</i>
<i>3 Rohstoffanforderungen</i>	<i>29</i>
<i>4 Wertschöpfung in der weiterverarbeitenden Industrie</i>	<i>37</i>
<i>5 Gewinnung von Sand und Kies und Naturschutz</i>	<i>49</i>
<i>6 Gibt es noch genug?</i>	<i>59</i>
<i>7 Kleine komplizierte Produktionsstatistik von Sand und Kies</i>	<i>81</i>
<i>Literatur</i>	<i>90</i>

Band II – Gewinnung in den Bundesländern

<i>1 Bayern</i>	
<i>2 Baden-Württemberg</i>	
<i>3 Sachsen</i>	
<i>4 Thüringen</i>	
<i>5 Hessen</i>	
<i>6 Rheinland-Pfalz</i>	
<i>7 Saarland</i>	
<i>8 Nordrhein-Westfalen</i>	
<i>9 Brandenburg und Berlin</i>	
<i>10 Sachsen-Anhalt</i>	
<i>11 Niedersachsen und Bremen</i>	
<i>12 Mecklenburg-Vorpommern</i>	
<i>13 Schleswig-Holstein und Hamburg</i>	
<i>14 Nord- und Ostsee</i>	

1

Übersicht und Definitionen

Sand

Sand ist die Bezeichnung für ein Lockergestein (Sediment) mit einer Korngröße zwischen 0,063 und 2 mm. Noch feinere Sedimente nennt man Schluff (0,002 – 0,063 mm) bzw. Ton (< 0,002 mm). Geologen unterteilen die Sandfraktion bei Bedarf noch weiter in Feinsand (0,063 – 0,2 mm), Mittelsand (0,2 – 0,63 mm) und Grobsand (0,63 – 2 mm). In der Bauwirtschaft ist Feinsand dagegen ein Sand mit einer Korngröße von 0 – 1 mm.

Unter **abschlämbbaren Bestandteilen** werden in der Sand- und Kiesindustrie alle Feinanteile < 0,063 mm Durchmesser (= Schluff und Ton) zusammengefasst. Sie fallen bei der Aufbereitung meist nass, d. h. in Form von nicht-nutzbarem Waschschlamm an. Wird der Waschschlamm in Kammerfilterpressen getrocknet, entsteht dabei ein Filterkuchen, der häufig in Ziegelwerken als Sekundärrohstoff nutzbar ist.

Kies ist ein gröberes Sediment mit einer Korngröße zwischen 2 und 63 mm. Größere Gesteine werden als Steine (63 – 200 mm Durchmesser), noch gröbere als Blöcke bezeichnet. Kies ist stets abgerundet, während Splitt (2 – 32 mm, s. u.) bzw. Schotter (32 – 63 mm) gebrochen wurde, also kantig ist. Gebrochene Steine werden als Schrapfen bezeichnet.

Geologen unterteilen die Kiesfraktion noch weiter in Feinkies (2 – 6,3 mm Durchmesser), Mittelkies (6,3 – 20 mm Durchmesser) und Grobkies (20 – 63 mm Durchmesser). In der Bauwirtschaft werden dagegen folgende Unterteilungen verwendet: Feinkies (2 – 8 mm Durchmesser), Mittelkies (8 – 16 mm Durchmesser) und Grobkies (16 – 32 mm Durchmesser).

Größerer Kies und Steine (> 32 mm Durchmesser) werden in der Kiesindustrie unter der Bezeichnung **Überkorn** zusammengefasst.

Leichtkiese bzw. Leichtkiesel sind extra aus der Kiesfraktion abgetrennte Kiese geringerer Dichte. Es handelt sich dabei zumeist um betonschädliche Gesteine (Opalsandstein, Kieselkreide, poröser Flint), die leichter sind als andere Gesteine (Granit, Gneis, Quarz etc.).

Kies



Gesteinskörnungen

Körnung ist ein zusammenfassender Begriff in der Steine- und Erden-Industrie für alle Kies- und Überkornanteile im Rohkiessand.

Nach der aktuellen Norm für Betonzuschlagstoffe werden Natursande als „feine“ und Rundkiese als „grobe“ ungebrochene natürliche Gesteinskörnungen bezeichnet. Die „groben Gesteinskörnungen“ werden nach der Norm noch einmal nach ihrer Kornzusammensetzung in enggestuft (z. B. 4 – 8 mm oder 8 – 16 mm) und weitgestuft (z. B. 4 – 32 mm oder 8 – 22 mm) untergliedert. Im Asphaltbereich dürfen feine Gesteinskörnungen bis 4 mm Durchmesser, im Straßenbau bis 6,3 mm Durchmesser besitzen.

Kies ist, genau wie Sand, also lediglich eine Korngrößenbezeichnung und kann aus allen denkbaren Mineralen bestehen. So gibt es einzelne Kiesgerölle aus Granit, Gneis, Quarz, Sandstein, Kalkstein oder auch aus anderen Gesteinsarten. Größere Mengen an Kiesen oder Sanden aus nur einer Gesteinsart treten relativ selten auf. In Deutschland gibt es überwiegend Kiese aus verschiedenen Gesteinen und, an nur ganz wenigen Stellen, reine Quarzkiese bzw. -sande. Diese besitzen andere Eigenschaften als polymineralische Sedimente und finden auch andere Verwendungen (s. ELSNER 2016).

Rohkiessand ist der direkt aus der Kies- bzw. Sandgrube entnommene und nicht weiter aufbereitete Kiessand. Beim fast völligen Fehlen von Sand wird er auch als Rohkies, bzw. beim fast völligen Fehlen von Kies auch als Rohsand bezeichnet. In Süddeutschland sind für Rohkiessand zudem vereinfachend die Begriffe Grubenkies bzw. Wandkies gebräuchlich.

Regionale Bezeichnungen

In einigen Regionen Deutschlands existieren umgangssprachlich weitere Begriffe für Sande und Kiese, die sich auch in der dortigen Steine- und Erden-Industrie eingebürgert haben. So werden in Süddeutschland abgerundeter Naturkies als „Rollkies“, ungebrochener Kies bis 32 mm Durchmesser als „Riesel“, durch Brechung („Quetschen“) hergestellter Sand als „Quetschsand“, Steine als „Wacken“ und Ziersteine als „Bummerl“ bezeichnet. In Teilen Norddeutschlands spricht man dagegen statt Kies von „Kiesel“, von „Grand“ für feines Überkorn mit 32 – 60 mm Durchmesser und „Pack“ für grobes Überkorn zwischen 60 und 150 mm Durchmesser. „Grand“ ist jedoch deutschlandweit auch die Bezeichnung für ein Lehm-Sand-Feinsplitt-Gemisch. Zudem nennt man in Norddeutschland lokal Steine auch „Gerölle“ und kleine Findlinge nach ihrer Hauptverwendungsart „Friesenwallsteine“. Ebenfalls in Teilen Norddeutschlands, besonders entlang der Weser, wird der besonders begehrte Feinkies 2/8 mm als „Perle“ bezeichnet.





Brechkörnungen

Mechanisch gebrochene Kiese nennt man Splitte, oder korrekter **Kiessplitte** im Vergleich zu den aus Hartgesteinen (Basalt, Kalkstein, Quarzit etc.) hergestellten Festgesteinssplitten. Mehrfach (im Regelfall zweifach) gebrochene Splitte nennt man Edelsplitte (bzw. **Edelkiessplitte**). Edelsplitten erfüllen in vielen Bereichen im Vergleich zu Splitten erhöhte Anforderungen. Durch Brechung hergestellter Sand wird im Gegensatz zu Natursand als **Brechsand**, zweifach gebrochener Sand als **Edelbrechsand** bezeichnet. Nach den gültigen Normen soll statt der Begriffe Splitt, Edelsplitt, Brechsand und Edelbrechsand nur noch die Bezeichnung Gesteinskörnung verwendet werden, doch sind die etablierten Bezeichnungen in allen Rohstoffgewinnungs- und Verarbeitungsbetrieben in Deutschland weiterhin gebräuchlich und werden deshalb auch in dieser Broschüre verwendet.

Mineralgemisch ist eine ebenfalls nicht mehr zulässige, aber weiterhin deutschlandweit gebräuchliche Bezeichnung für eine Mischung aus Sand mit Splitt und/oder Schottern aus gebrochenen Natursteinen, selten Kiesen oder Recyclingmaterial (meist Betonabbruch).

Kieswerke

Komplexe, meist stationäre Aufbereitungsanlagen für Sand und Kies werden als **Kieswerke** (in dieser Broschüre mit KW abgekürzt) bezeichnet.

Die Tätigkeit des Abbaus einer Kiessandlagerstätte nennt man „**auskiesen**“ („auskieseln“) bzw. „**aussanden**“.



Eiskante des antarktischen Eisschildes auf Mather Island in der Prydz Bay/Ostantarktis. Im Eis sind Sedimentlagen eingeschlossen, davor ist Moränenmaterial abgelagert. Auf ähnliche Weise wurde der Großteil der Sande, Kiese und Steine aus Skandinavien bzw. den Hochalpen nach Nord-, Mittel- und Süddeutschland transportiert, Foto: Dr. Hannes Grobe, Alfred-Wegener-Institut (Wikipedia).



ENTSTEHUNG DER SAND- UND KIESVORKOMMEN IN DEUTSCHLAND

Fast alle Sedimente bilden sich durch Verwitterung von Festgesteinen und zunehmender Kornverkleinerung und Abrundung der Gesteinsbruchstücke bei immer weiterem Transport. Dieser Transport kann durch einfaches Abrutschen (z. B. Felsstürze), Eis (Gletscher), Wasser (Flüsse) oder Wind geschehen.

Mit ganz wenigen Ausnahmen (Ablagerung in ehemaligen Wüsten, Flüssen oder an ehemaligen Küsten) entstand die überwiegende Mehrheit aller Sand- und Kiesvorkommen in Deutschland in den Kalt- bzw. Eiszeiten der letzten 2,6 Mio. Jahre. Zumeist herrschte ein feuchtkaltes, subarktisches Klima mit jährlicher Schneeschmelze im Frühsommer. In diesem Klima war die Verwitterung (Frostsprennung) in den Gebirgen stark, zudem konnte die schütterere Vegetation den anfallenden Schutt nicht halten. Er wurde stattdessen in den kurzen Tauperioden auf dem durch Permafrost ständig gefrorenen Boden erst durch Sturzbäche und später große, verwilderte Flüsse über Tausende von Kilometern stromabwärts transportiert und in weiten Flussebenen abgelagert. Subarktische Steppenstürme bliesen von dort den Sand und den Schluff wieder aus und lagerten ihn in Form von Flugsanddecken und Dünen bzw. Löß wieder ab. In den Eiszeiten hinterließen zudem das aus Skandinavien mehrfach vordringende Inlandeis bzw. die Alpenvorlandgletscher Sedimente jeder Korngröße in Form von Findlingen, Moränen, Schotterfluren und Sandern bis weit nach Nord,

Mittel- bzw. Süddeutschland hinein. In Baden-Württemberg und Bayern werden alle kaltzeitlich entstandenen Kiessandvorkommen deshalb verallgemeinernd als „Moränekies“ bzw. „Alpine Moräne“ bezeichnet.

In den Warmzeiten, den immer nur wenige Jahrzehntausende dauernden Perioden zwischen den Kalt- bzw. Eiszeiten, behinderte die wesentlich dichtere Vegetation dagegen den Sedimenttransport und dadurch auch die Bildung von weiteren Kiessandvorkommen.



Der Skeiðararsandur in Island. So mag es in weiten Teilen Deutschlands außerhalb der vergletscherten Gebiete während der Hochsommermonate in den Eis- bzw. Kaltzeiten ausgesehen haben, als die Mehrheit der Sand- und Kiesvorkommen in Deutschland gebildet wurden, Foto: Laurent Deschodt (Wikipedia).



— Maximale Ausdehnung des skandinavischen Inlandeises in Deutschland



Karte der Verbreitung von Sand und Kies im norddeutschen Vereisungsraum nach freundlicherweise von den Staatlichen Geologischen Diensten in verschiedenen Maßstäben zur Verfügung gestellten Daten, zusammengestellt von R. Liebsch/BGR.

2

Verwendungsbereiche

Rohkiessand (Grubenkies, Wandkies) ist ein Sand-Kies-Gemisch wechselnder Zusammensetzung und mit teils erhöhten Gehalten an abschlämmbaren, organischen oder anderen betonschädlichen Bestandteilen. Er wird im Normalfall nur für Aufschüttungen und zum Verfüllen verwendet, doch gibt es auch einzelne Privatkunden, die ihn aufgrund seines niedrigen Preises zur Herstellung sehr minderwertiger Betone („Erdbeton“) für Punktfundamente (Zäune, Gartenhütten, Carports) einsetzen.

Generell ist Rohkiessand jedoch nicht für höherwertige Anwendungen nutzbar, so dass er nach teilweise aufwändiger Aufbereitung (vgl. Kapitel 3) gewaschen, teils aber auch ungewaschen, und zum Teil gebrochen, jedoch stets in verschiedene Kornfraktionen zerlegt, d. h. klassiert, angeboten wird. Hierbei besitzt jede einzelne Kornfraktion spezifische Anwendungen, die in ganz Deutschland, entsprechend den Normen (Kapitel 3), gleich sind. Ausnahmen bestehen aufgrund der lagerstättegeologischen Gegebenheiten in Teilen Süddeutschlands (s. u.).

Die Kornfraktionen, in die der Rohkiessand klassiert wird, werden in Durchmessern ihrer Körner in mm angegeben. So gibt es z. B. einen Feinkies (bzw. offiziell: „enggestufte grobe Gesteinskörnung“) mit 2 – 8 mm Durchmesser oder ein Kies-Sand-Gemisch (offiziell: „Korngemisch“) mit 0 – 8 mm Durchmesser. Diese werden in der Stein- und Erden-Industrie und Bauwirtschaft vereinfacht als Kies 2/8 mm (abgekürzt Kies 2/8) bzw. als Estrichkies (nach der Hauptverwendung) 0/8 mm (abgekürzt Estrichkies 0/8) bezeichnet.



In den meisten Kieswerken sind alle Sorten klar gekennzeichnet, hier eine Halde mit natürlichem Korngemisch 0 – 8 mm Durchmesser, abgekürzt „0/8“, Foto: BGR.

Die deutschen bzw. europäischen Normen und Technischen Lieferbedingungen lassen eine große Vielzahl von Lieferkornungen – so sie denn die Qualitätsanforderungen erfüllen – in den verschiedensten Verwendungsbereichen zu. Und auch in der deutschen Baupraxis ist die tatsächlich verwendete Breite an Sorten kaum weniger umfangreich. Diese umfassen:

a) Natursande

Sand 0/1 mm ist ein nur sehr selten direkt aus dem Rohkiessand, sondern aus der Sandfraktion (z. B. durch Sandklassierung), dem Brauchwasser (durch Feinsandrückgewinnung) bzw. dem Waschschlamm („Schlämmsand“) abgetrennter und deshalb fast immer gewaschener Feinsand. Er findet in der Herstellung von Trockenbaustoffen (Spachtel- und Dichtungsmassen, Fliesenklebern und Mörteln), zum Einsanden/Einbetten und damit zum Schutz von unterirdisch verlegten Kabeln, Rohren und Leitungen, zum Verfüllen und als Spielsand Verwendung. Quarzreicher Sand 0/1 mm wird regional als Alternative zu reinem Quarzsand als Reitplatz-, Golfplatz- oder Beachvolleyballplatzsand eingesetzt. Untergeordnet wird er zudem zur Herstellung bzw. Streckung von Mineralgemischen (s. u.), als Pflastersand, zur Betonproduktion, zum Verputzen und Vermauern, zur Optimierung der Sieblinien anderer Sandfraktionen, zur Einstellung der Schlackenparameter bei der Kupferproduktion und zum Abstreuen von Asphaltdecken verwendet.

Sand 0/2 mm gewaschen (früher als Sand 0/2a bezeichnet) ist die häufigste in Deutschland hergestellte Sandfraktion. Sand 0/2 mm gewaschen ist Bestandteil jeder Betonrezeptur, wobei Sand 0/2 mm zwischen 27 und 28 % der Gesteinskörnungen (frühere Bezeichnung und immer noch gebräuchlich: Gesteinszuschläge) im Beton ausmacht. Beton ist der häufigste und wichtigste Baustoff in Deutschland. Er wird in Betonmischanlagen aus Kies (s. u.) oder Splitt oder aus rezykliertem Gesteinskörnung sowie Sand, Zement, Wasser, Betonzusatzstoffen (Kohleflugasche) und Betonzusatzmitteln (z. B. Fließmittel) angemischt und dann als Frischbeton weiterverarbeitet. Hierbei liegt der Gesamtanteil der Gesteinskörnungen im Beton zwischen 75 und 80 %. In Form von „Transportbeton“ wird der frische Beton durch Betonmischfahrzeuge auf Baustellen transportiert



Unterirdisch verlegte Rohre, wie diese Erdgasrohre, werden zum Schutz vor abschließender Auffüllung des Grabens mit „Kabelsand“ 0/1 mm ummantelt, Foto: Andreas Wittmar (mit frdl. Genehmigung).

und dient dort im Hochbau vor allem zur Herstellung von Fundamenten, Bodenplatten, Kellern, Decken und Wänden, bzw. im Tiefbau z. B. zur Herstellung von Fundamenten (z. B. für Windkraftanlagen), Tunneln, Staumauern, Betonfahrdecken und Kaimauern. Kleinere Mengen von Beton können auch direkt an der Baustelle in mobilen Betonmischern angemischt werden („Ortbeton“). Hierfür wird statt einzelner Gesteinskörnungen meist „Betonkies“ 0/16 mm oder 0/32 mm (s. u.) verwendet.

Große Mengen an Beton werden auch in Baustoffwerken in Form von „Fertigteilbeton“ zu

- Betonfertigteilen bzw. Betonwaren (Decken- und Dachplatten, Betontreppen, Fertigkellerelemente, Fertiggaragen, Fertigwände, Ringelemente für Windkraftanlagen, Leitungskanäle, Abwasserrohre und -schächte, Zisternen, Stufen, Palisaden, Stürze, Bord- und Rinnensteine, Eisenbahnschwellen, Poller, Stützelemente, Lärmschutzelemente, Pflanzwandssysteme, Gartentische und -bänke)
- Betonpflastersteinen (Pflastersteine, Dränsteine, Platten, Verbundsteine, Ziersteine, Rasensteine)



Abwasserrohre und -schächte gehören zu den Betonfertigteilen und können schon allein aus Umweltschutzgründen nicht aus alternativen Baustoffen, wie Holz oder Lehm, hergestellt werden, Foto: BGR.

- Betonwerksteinen (Boden- und Treppenbeläge, Fassadenelemente, Balustraden, Zaunanlagen, Einfriedungen, Skulpturen)
- Betondachsteinen, dann jedoch ohne Einsatz von grober Gesteinskörnung, weiterverarbeitet.

Sand 0/2 mm gewaschen ist zudem eine der Ausgangskörnungen in der Produktion von Estrichkies 0/8 mm, Betonkies 0/16 mm und Betonkies 0/32 mm (s. u.). Sand 0/2 mm gewaschen dient

als Filtersand, Spielplatz- und Sportstättensand und ist Rohstoffgrundlage in der Produktion zahlreicher Trockenbaustoffe (Trockenmörtel, Putze, Ausgleichs- und Spachtelmassen). Er ist SiO_2 -Korrekturmittel in der Zementklinkerproduktion und ein Magerungsmittel in der Ziegelproduktion. Dort verhindert er ein zu starkes Schwinden der Ziegel bei Trocknung und Brand. In wenigen Kieswerken wird Sand 0/2 mm gewaschen sogar aufgemahlen und dient dann als Feinsand 0/1 mm der Ergänzung der Sieblinie von zu grobem Natursand 0/2 mm. Sand 0/2 mm gewaschen ist auch Substitut für Sand 0/1 mm als Füll- und Kabelsand, wenn dieser regional nicht zur Verfügung steht. Sand 0/2 mm mit kantigen Körnern dient darüber hinaus als Ersatz für Edelbrechsand 0/2 mm in der Asphaltproduktion.

Gewaschene quarzreiche Sande 0/2 mm oder 0/1 mm sind Ausgangskörnungen in der Herstellung von

- Porenbeton für leichte und gut wärmedämmende Mauersteine (Block-, Plansteine, Planblockelemente) und Fertigbauteile (Wand-, Dach- und Deckenplatten) bzw.
- Kalksandstein für gut schalldämmende und hochbelastbare Mauersteine für den Außen- und Innenmauerwerksbereich (Block- und Plansteine, KS-XL-Elemente, Verblender, Vormauersteine, Stürze, Formsteine).

Sand 0/2 mm ungewaschen (früher als Sand 0/2b bezeichnet) dient als Füllsand, als Spielsand sowie untergeordnet als Mauer- oder Putzsand im unqualifizierten Bausektor (Privatkundenbereich).



In 14 Werken in Deutschland wird Porenbeton, ein hoch wärmedämmender und nicht brennbarer Baustoff für Mauersteine und Fertigbauteile hergestellt, Foto: BGR.

Er ist zudem Bestandteil der meisten Mineralgemische (s. u.).

Sand 0/3 mm gewaschen ist eine Sondersorte und wird in Betonstein- und Betondachsteinwerken sowie in der Kalksandsteinproduktion verwendet.

Sand 0/4 mm gewaschen wird in Deutschland mit wenigen Ausnahmen nur in Kieswerken südlich der Donau bzw. im Bodenseeraum als Standard-sandsorte produziert. Dort erlauben die sehr feinsandarmen, dafür aber grobkiesreichen Kiessandvorkommen zumeist nicht die Abtrennung auch nur annähernd der Mengen an Sand 0/2 mm gewaschen, wie er allein von der Betonindustrie nachgefragt werden würde. Sand 0/4 mm gewaschen dient im südlichen Süddeutschland daher traditionsmäßig in allen Einsatzbereichen als Substitut für Sand 0/2 mm gewaschen und teils sogar Sand 0/1 mm (Mörtelproduktion).

Sand 0/4 mm ungewaschen wird nur in wenigen Werken als Füllsand für den Tief- und Straßenbau sowie auf speziellen Wunsch von Kalksandsteinwerken produziert. Er dient zudem als Putz- und Mauersand im unqualifizierten Bausektor (Privatkundenbereich).

Sand 0/5 mm ungewaschen dient ebenfalls in einigen Regionen Deutschlands als Füllsand im Tief- und Straßenbau.

Sand 0/6 mm gewaschen ist eine Sondersorte und dient der Produktion von Bahnschwellen aus Spannbeton.



In der Produktion von Betonpflastersteinen kommen auch zahlreiche Sondersorten zum Einsatz, hier Betonpflastersteinproduktion im Werk Rheinau-Freistett der Hermann Peter KG, Foto: BGR.

Sand 1/2 mm gewaschen ist eine Sondersorte und dient der Herstellung von Entwässerungsrinnen aus Beton und anderen Betonfertigteilen.

Sand 1/3 mm gewaschen ist ebenfalls eine in wenigen Kieswerken produzierte Sondersorte und kommt in der Produktion von Betondachsteinen, Betonpflastersteinen sowie Trockenmörtel zum Einsatz. Zudem wird Sand 1/3 mm gewaschen als Winterstreugut und zur Herstellung von Estrichkies 0/8 mm verwendet.

Sand 1/4 mm gewaschen ist eine Sondersorte und Grundlage der Herstellung von Trockenputzen.

Dazu gibt es zahlreiche weitere, stets aufwändig klassierte und deshalb gewaschene Sondersandsorten, wie 0/0,25 mm, 0,25/0,4 mm, 0,25/0,7 mm, 0,063/0,5 mm, 0,7/2 mm, 0,1/0,5 mm oder 0,5/1,5 mm, die meist als sehr spezielle Spiel-, Reitplatz- und Sportstättensande (z. B. Beachvolleyballsand) oder als feine Gesteinskörnungen für die Betondachstein- oder Betonpflasterplattenproduktion vertrieben werden.

b) Naturkiese

Kies 2/4 mm gewaschen ist eine nicht gängige Kiessorte und fällt zumeist in Kieswerken an, die einen Sand 0/4 mm gewaschen produzieren, aus dem dann wiederum ein Sand 0/2 mm abgetrennt wird. Kies 2/4 mm gewaschen kommt vor allem in der Herstellung von Betonpflastersteinen zum Einsatz.

Kies 2/8 mm gewaschen (Feinkies) ist in den Kiessandlagerstätten Norddeutschlands die häufigste Körnungssorte. Kies 2/8 mm gewaschen ist Bestandteil aller gängigen Betonrezepturen (s. o.) und dient ansonsten fast ausschließlich zur Anmischung von Estrichkies 0/8 mm (s. u.). Bisher der Anteil von Feinkies in der groben Gesteinskörnung für Beton rund ein Drittel, ist sein Anteil in den letzten Jahren ständig gestiegen. Dies liegt an der Verwendung immer feinkörnigerer Betone, die in immer filigraneren, dafür aber immer mehr Bewehrungsstahl enthaltenden Bauteilen bzw. Deckenelementen zum Einsatz kommen. Um den Bewehrungsstahl in diesen filigraneren Bauteilen überhaupt noch vollständig umfließen zu können, wird immer weniger Grobkies 16/32 mm,



Die Kiessorte 2/8 mm gewaschen ist unverzichtbar für die Herstellung von Transportbeton. Hier das Transportbetonwerk Leubingen der Dyckerhoff GmbH in Thüringen, in dem die verschiedenen Gesteinskörnungen statt wie zumeist in Silos gut sichtbar in einer offenen Sternanlage gelagert werden, Foto: BGR.

dafür aber Feinkies 2/8 mm eingesetzt. Kies 2/8 mm gewaschen ist deswegen in großen Teilen Deutschlands zur am stärksten nachgefragten und deshalb auch teuersten Kiessorte geworden.

Kies 3/5 mm gewaschen ist eine Sondersorte und wird regional zum Abstreuen von Asphaltdecken eingesetzt.

Kies 4/8 mm gewaschen ersetzt in den südlichen Regionen Süddeutschlands Kies 2/8 mm gewaschen (vgl. Sand 0/4 mm gewaschen). Er kommt zudem untergeordnet als feiner Drainagekies im Tief- und Straßenbau sowie bei der Produktion von Edelputzen zum Einsatz.

Kies 4/20 mm ungewaschen ist eine seltene Sondersorte und findet als Drainagekies Verwendung.

Kies 8/14 mm gewaschen ist eine Sondersorte und kommt in der Produktion eines Fertigteildeckenwerks für die Produktion von Spanbetonhohldecken zum Einsatz.

Kies 8/16 mm gewaschen (Mittelkies) ist Bestandteil fast jeder Betonrezeptur und deshalb in allen deutschen Kieswerken eine Standardkiessorte. Kies 8/16 mm gewaschen kommt als Füll- und feiner Drainagekies im Tief- und Straßenbau zum Einsatz. Er ist Bestandteil des Kornmischs 0/16 mm (s. u.) sowie von Substraten zur Dachbegrünung und dient als Zierkies im Garten- und Landschaftsbau. In vielen Kieswerken Süd-

Bahnschwellen werden heute nicht mehr aus Holz, sondern ausschließlich aus Spannbeton mit Hilfe von mineralischen Gesteinskörnungen gefertigt. Die SPITZKE Fahrwegsysteme GmbH betreibt zu diesem Zweck einen eigenen großen Kiessandtagbau bei Möllenhagen in Mecklenburg-Vorpommern, Foto: BGR.

deutschlands ist Kies 8/16 mm gewaschen aufgrund der bei der Klassierung des Rohkiessandes anfallenden großen Mengen nicht absetzbar und wird daher zu Korngemisch 0/16 mm bzw. Edelbrechsand 0/2 mm (s. u.) gebrochen.

Kies 16/22 mm gewaschen ist die in vielen Betonwerken anstelle von Kies 16/32 mm gewaschen (s. u.) immer stärker nachgefragte Grobkiesart, so dass in vielen Kieswerken in den letzten Jahren die Grobsiebe ausgetauscht wurden und nun diese, etwas feinere Kiessorte hergestellt wird. Sie findet ausschließlich in der Produktion von Transportbeton und Betonfertigteilen Verwendung.

Kies 16/25 mm gewaschen ist eine selten produzierte Sondersorte und wird als feiner Dachkies, d. h. für die Kiesschüttung auf Flachdächern, geschätzt.

Kies 22/32 mm gewaschen fällt in wenigen Kieswerken als Differenzkörnung bei der Produktion von Kies 16/22 mm gewaschen aus Kies 16/32 mm gewaschen an. Er dient als Ausgangkörnung zur Herstellung von Brechkörnungen, aber auch der Stabilisierung von Flussbetten („Geschiebezugabe“, vgl. Korngemisch 0/63 mm).



Mittlerweile werden in vielen Werken in Deutschland, meist aus Restbetonmengen und auch noch mit Grobkies 16/32 mm, leicht stapelbare Betonblöcke, sogenannte „Legosteine“ gegossen, Foto: BGR.



Kies 16/32 mm gewaschen (Grobkies) war früher Bestandteil jeder gängigen Betonrezeptur, wird aber seit Jahren immer weniger nachgefragt (vgl. Kies 2/8 mm gewaschen). Die Mehrheit aller Kieswerke in Deutschland ist deshalb dazu übergegangen, ihn zu brechen bzw. durch Kies 22/32 mm gewaschen (s. o.) zu substituieren. Im Betonbereich kommt Kies 16/32 mm gewaschen derzeit fast nur noch in starken Fundamenten (z. B. für Windkraftanlagen oder Wasserkraftwerke), beim Stauwandbau oder beim Guss von Betonblöcken, sogenannter „Legosteine“, zum Einsatz. Er ist aber auch Bestandteil von Betonkies 0/32 mm, der vor allem von Privatpersonen und kleingewerblichen Kunden häufig zum Anmischen von Frischbeton verwendet wird. Im Tief- und Straßenbau dient Kies 16/32 mm gewaschen als Filter- bzw. Drainagekies, als Auffüllkies, zum Wegebau sowie zur Baugrundstabilisierung mit dem Rüttelstopfverfahren. Er wird zudem in der Anlage von Deponien (Filterkies), für Hausumrandungen, als Dachkies sowie im Garten- und Landschaftsbau als Zierkies, Drainagekies und im Teichbau eingesetzt. Stahlwerke benötigen teils große Mengen an Grobkies zur Optimierung der Schlackenbildung in ihren Hochöfen.



Kies 32/40 mm gewaschen ist eine speziell als Zierkies produzierte Sondersorte.

Steine 32/63 mm gewaschen dienen als grober „Filterkies“, zur Füllung von Gabionen und finden Verwendung im Wasserbau.

Steine 32/70 mm gewaschen ist eine Sondersorte und findet Verwendung im Deponiebau oder als Drainagekies.

Alle weiteren, bei der Klassierung des Rohkiessandes anfallenden Überkornsorten, z. B. 22/63 mm, 32/100 mm, 32/110 mm, 32/150 mm, 63/120 mm, und andere mehr, werden, so sie denn nicht zu lehmhaltig sind oder zu viele Holz- oder Kohlestücke enthalten, zu Splitten und Brechsanden gebrochen (s. u.) oder als Ziersteine bzw. Findlinge im Garten- und Landschaftsbau sowie im Wasserbau verwendet. Hierbei nimmt die Nachfrage nach Steinen für die Renaturierung von Flussläufen deutschlandweit zu.

Leichtkiese gewaschen in den Fraktionen 1/3 mm, 1/4 mm, 4/8 mm, 8/16 mm oder 16/32 mm werden nur in Schleswig-Holstein produziert und



Grobkies 16/32 mm gewaschen wird auch als Kies-schüttung auf Flachdächer aufgebracht. Dachkies sorgt nicht nur dafür, dass die Dachpappe nicht wegwehen kann, sondern ist auch ein UV-Schutz und eine Dämmschicht gegen Wärme und Kälte, Foto: High Contrast/Wikipedia.



Statt nur mit groben Schottern, können Gabionen auch mit Steinen befüllt werden, Foto: Wolfgang Rohr (mit frdl. Genehmigung).



Nach Größe vorsortierte Findlinge für den Garten- und Landschaftsbau in einem Kieswerk in Mecklenburg-Vorpommern, Foto: BGR.

kommen ausschließlich im Garten- und Landschaftsbau zum Einsatz. Hierbei wird Leichtkies 1/3 mm gewaschen vor allem als Fallschutzsand auf Spielplätzen verwendet.

c) Gemische aus Natursanden und -kiesen (Kies- bzw. Korngemische)

Korngemisch 0/4 mm gewaschen ist eine Sondersorte und kommt nur in Teilen Schleswig-Holsteins als „feiner Estrichkies“ zum Einsatz.

Korngemisch 0/8 mm gewaschen („Estrichkies“, „Estrichsand“) ist in ganz Deutschland das von Estrichbaufirmen bevorzugte Korngemisch und wird für diesen Verwendungszweck in fast allen Kieswerken durch Radladermischung speziell hergestellt. Estrichkies erzielt überall gute Preise und Estrichbaufirmen lassen „ihren Estrichkies“ auch bis mehrere Hundert Kilometer Entfernung auf weiter entfernt gelegene Baustellen anliefern. Die hierbei anfallenden hohen Lieferkosten sind für die Firmen dabei nebensächlich. In wenigen Kieswerken in Deutschland wird Korngemisch 0/8 mm gewaschen zudem als feiner „Betonkies 0/8“, statt Granden (s. u.) als Wegebbaumaterial (z. B. für Friedhofswege) oder als Bettungsmaterial für Pflastersteine angeboten.

Korngemisch 0/16 mm gewaschen („Betonkies 0/16“) ist der von Klein- und Privatkunden bevorzugte Betonkiessand zur Anmischung kleinerer Mengen von Frischbeton auf Baustellen.



Estrichkies 0/8 mm, Zement und Wasser werden zumeist mit Hilfe einer Estrichpumpe vermischt und dann in Form von Fließestrich in den gewünschten Raum gepumpt, Foto: BGR.



Kreislauf der Gesteine: Das im KW Iffezheim aus Rheinschottern gewonnene und aufwändig aufbereitete Korngemisch 0/63 mm wird zur Flussbettregulierung wieder im Rhein versenkt. Auch in zahlreichen anderen Flüssen in Deutschland wird diese Art von „Geschiebezugabe“ durchgeführt, Foto: BGR.

Korngemisch 0/16 mm ungewaschen kommt im Tief- und Straßenbau in großen Mengen für Frostschutz- und Tragschichten zum Einsatz.

Korngemisch 0/22 mm gewaschen („Betonkies 0/22“) ist eine Sondersorte zur Anmischung kleinerer Mengen von Frischbeton auf Baustellen.

Korngemisch 0/22 mm ungewaschen ist eine selten produzierte Sorte und kommt im Tief- und Straßenbau für Frostschutz- und Tragschichten zum Einsatz.

Korngemisch 0/32 mm gewaschen („Betonkies 16/32“) ist ein von Klein- und Privatkunden bevorzugter Betonkiessand zur Anmischung mittelgroßer Mengen von Frischbeton auf Baustellen.

Korngemisch 0/32 mm ungewaschen kommt im Tief- und Straßenbau in großen Mengen für Frostschutz- und Tragschichten (Kiestragschichten) zum Einsatz.

Korngemisch 0/45 mm gewaschen ist eine seltenere Sorte und kommt im Tief- und Straßenbau für Frostschutz- und Tragschichten (Kiestragschichten) zum Einsatz.

Korngemisch 0/63 mm gewaschen ist eine sehr seltene und teure Sondersorte und wird als „Laichkies“ zu Fischzuchtzwecken (Forellen, Lachse) vertrieben. Ein nach spezieller Rezeptur hergestelltes Korngemisch 0/63 mm gewaschen wird zudem in großen Mengen in einem Kieswerk am Rhein nur für das Wasserstraßen- und Schiff-

fahrtsamt Oberrhein produziert. Es wird unmittelbar nach Anmischung auf Klappschuten verladen und wenig stromabwärts hinter einer Schleuse zur Stabilisierung des Flussbettes wieder verklappt („Geschiebezugabe“).

Korngemisch 8/32 mm gewaschen ist eine Sondersorte und dient als mittelgrober Filter- und Drainagekies im Tief- und Straßenbau sowie im Garten- und Landschaftsbau.

Grande sind Gemische aus Sand 0/2 mm gewaschen, Kies 2/8 mm gewaschen (oder gewaschenen Kiessplitten) sowie Verwitterungslehm und werden nach speziellen, mit den Kunden genau abgestimmten Rezepturen hergestellt. Sie verdichten sehr schnell, fest und andauernd und eignen sich daher für wassergebundene Tragschichten, z. B. als Untergrundmaterial im Fahrradwegebau. In Landschaftsparks und Gärten finden Wegegrande nach historischen Vorbildern Verwendung.

Alle weiteren Korngemische, gewaschen oder ungewaschen, z. B. 0/8 mm, 0/10 mm, 2/16 mm, 2/32 mm, 4/16 mm, 4/32 mm, 4/50 mm, 8/22 mm, 16/56 mm u. a. sind Sondersorten und werden nur in wenigen Kieswerken für Einzelkunden bzw. als Drainagekiese produziert.

d) Brechkörnungen

Brechkörnungen werden weit überwiegend in der Produktion von Asphaltmischgut eingesetzt. Zu dessen Herstellung werden in Asphaltmischanlagen

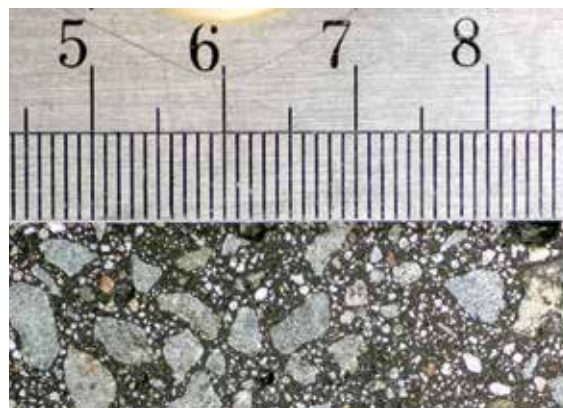


Asphaltmischwerk in Amtzell-Grenis im Allgäu. Hier werden in einem benachbarten Kieswerk hergestellte Edelkiessplitt- und Edelbrechsande, aber in großem Umfang auch Asphalttrezyklate zur Asphaltmischgutproduktion eingesetzt, Foto: BGR.

gen getrocknete und erwärmte Gesteinskörnungen, auch aus Altasphalt („Ausbauasphalt“), verschiedener Korngrößenfraktionen (Anteil ca. 95 %) mit heißem Bitumen (Anteil ca. 5 %) vermischt und dann in Form von heißem Mischgut mit Lkws auf Baustellen transportiert. Aufgrund der notwendigen Festigkeit und Zähigkeit im Verbund werden zur Asphaltmischgutproduktion ausschließlich kantige, d. h. gebrochene Gesteinskörnungen, im Regelfall Edelsplitt- und Edelbrechsande, eingesetzt. Die in den Kieswerken produzierten Standardedelsplittsorten sind 1/3 mm gewaschen, 2/5 mm gewaschen, 5/8 mm gewaschen, 8/11 mm gewaschen, 11/16 mm gewaschen und 16/22 mm gewaschen.

Asphalt dient zur Befestigung von Bodenflächen im Straßen- und Wegebau, zur Erstellung von Verkehrsflächen auf Flughäfen und Parkplätzen, bei Schienenwegen als Tragschicht unterhalb des Schienenweges, aber auch als Abdichtungssystem im Wasserbau und beim Deponiebau. Hierbei unterscheidet man zwischen Walzasphalt und Gussasphalt.

Walzasphalt erhält den geforderten Verdichtungsgrad erst durch den Einsatz von Straßenwalzen, **Gussasphalt** lässt sich dagegen flüssig verarbeiten und muss nicht verdichtet werden. Er ist ein hohlraumarmes, abgestuftes Gemisch aus Edelbrechsand 0/2 mm und Edelsplitten mit Größtkorn 5, 8 oder 11 mm, Gesteinsmehl < 0,063 mm (Füller) und Straßenbaubitumen, polymermodifiziertem Bitumen oder einem Gemisch aus Straßenbaubitumen und Naturasphalt als Bindemittel.



Querschnitt eines Gussasphalts mit einem Edel-splitt-Edelbrechsand-Gemisch 0/5 mm, Foto: Uwe Glaubach/Wikipedia.

Gussasphalt wird vor allem beim Bau von Autobahnen und häufig auf Brücken verwendet. Deckschichten aus Gussasphalt werden zur Abstumpfung mit Edelsplitten 1/3 mm, 2/4 mm oder 2/5 mm abgestreut.

Asphalttragschichten werden als unterste Asphalterschicht im Straßenoberbau eingebaut und übernehmen die tragende Funktion des befestigten Asphaltpaketes. Sie enthalten Gesteinskörnungsgemische 0/16 mm, 0/22 mm oder 0/32 mm und liegen meist einer Frostschutzschicht aus ungebundenem Baustoffgemisch (s. u.) auf.

Eine **Asphaltbinderschicht** wird bei stärker belasteten Straßen zwischen der darunterliegenden, grobkörnigen Asphalttragschicht und der darüber liegenden, feinkörnigen Asphaltdeckschicht eingebaut. Sie überträgt die durch den Verkehr verursachten Kräfte in die unteren Schichten der Straße und verhindert Verformungen. Der Aufbau der Binderschicht entspricht der von Asphaltbeton (s. u.), jedoch in hohlraumreicherer Zusammensetzung. Hierbei kommen Edelsplitt- Edelbrechsand-Gemische 0/11 mm, 0/16 mm oder 0/22 mm zum Einsatz.

Asphaltdeckschichten aus „Asphaltbeton“ sind die obersten, direkt beanspruchten Schichten der Asphaltbefestigungen. Sie unterliegen den unmittelbaren Einwirkungen des Verkehrs, der Witterung und der Auftaumittel. Der stets hohlraumarme Asphaltbeton besteht aus Edelsplitt-Edelbrechsand-Gemischen 0/5 mm, 0/8 mm, 0/11 mm oder 0/16 mm, Füllern sowie Bitumen. Damit die Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton eine angemessene Rauheit aufweist, muss sie abgestumpft werden. Zum Abstumpfen werden zumeist Edelsplitt 1/3 mm oder 2/5 mm, selten Kies 3/5 mm, auf die noch heiße Asphaltdeckschicht gestreut und mit Walzen fest eingedrückt.

Tragdeckschichtmischgut ist eine Asphaltart, die die Funktionen von Asphaltdecke und Asphalttragschicht vereint. Sie wird vor allem im landwirtschaftlichen Wegebau sowie auf Rad- und Gehwegen eingesetzt.

Asphaltmastix ist ein dichtes Gemisch aus Edelbrechsand 0/2 mm, Füller und Straßenbau-bitumen. Durch den höheren Bindemittelgehalt ist Asphaltmastix in heißem Zustand gieß- und

streichbar. Beim Einbau wird ebenfalls Splitt aufgestreut und eingewalzt.

Offenporiger Asphalt (OPA) zeichnet sich im Gegensatz zu Asphaltbeton in der Gesteinskörnung durch einen hohen Anteil einer groben Gesteinskörnung („Monokorngerüst“) aus, der einen hohen Gehalt an zusammenhängenden Hohlräumen zur Folge hat. Durch diese Hohlräume kann das Regenwasser nach unten abgeleitet werden. Eine Abdichtung aus Bitumen o. a. verhindert, dass das Wasser in den Untergrund oder in den Straßenkörper abläuft. Offenporige Asphalte werden mit Größtkorn 8, 11 oder 16 mm hergestellt.

Sehr helle Edelkiessplitt sind zur Aufhellung von Asphaltdeckschichten geeignet.

Neben Edelsplitten und Edelbrechsanden für die Asphaltmischgutherstellung finden folgende Brechkörnungen in Deutschland auch anderweitig Verwendung:

Edelbrechsand 0,5/2 mm gewaschen wird in der Produktion von hochfesten Betonen eingesetzt.

(Edel-)Brechsand 0/2 mm gewaschen ist Substitut für Natursand 0/2 mm in der Herstellung von Mineralgemischen (s. u.). Selten findet er auch Verwendung in der Produktion von Frischbeton.

Edelbrechsand 0/3 mm gewaschen ist eine Sondersorte und kommt in der Dachsteinproduktion und als Ergänzung von Natursand 0/2 mm gewaschen zum Einsatz.

Edelbrechsand 0/4 mm gewaschen ist in großen Teilen Süddeutschlands Substitut für bzw. Ergänzung von Natursand 0/4 mm gewaschen in der Betonproduktion.

Edelbrechsand 0/5 mm gewaschen („Pflastersand“) dient weit verbreitet als Bettungs- und Fugenmaterial bei der Verlegung von Pflastersteinen.

Brechsand 0/8 mm gewaschen ist eine Sondersorte und dient der Produktion von Betonsteinen.

Edelkiessplitt 1/3 mm gewaschen ist eine Sondersorte zur Herstellung von Putzen.

Pflasterarbeiten auf dem Residenzplatz in Würzburg, wo feine Edelkiessplitt als Bettungsmaterial dienen, Foto: Ronald Bergmann/Wikipedia.

Kiessplitt 1/8 mm gewaschen ist eine Sonderart und findet Verwendung in der Produktion von Porenbeton, Kalksandsteinen sowie zur Anmischung von Estrichkies 0/8 mm.

Edelkiessplitt 2/5 mm gewaschen (Feinsplitt) dient ebenfalls weit verbreitet als Bettungsmaterial bei der Pflastersteinverlegung sowie als Winterstreusplitt.

Edelkiessplitt 2/8 mm und 8/16 mm gewaschen sind Sonderarten und werden in Betonfertigteilwerken sowie auch einigen Transportbetonwerken zur Produktion verwendet.

Edelkiessplitt 3/7 mm und 3/8 mm gewaschen werden ebenfalls zur Verlegung von Pflastersteinen sowie als Winterstreusplitt nachgefragt.

(Edel-)Kiessplitt 8/22 mm und 16/32 mm gewaschen sind Sonderarten und werden nur in wenigen Transportbetonwerken in Deutschland zur Produktion verwendet.

Alle weiteren (Edel-)Kiessplitt, gewaschen oder ungewaschen, z. B. 5/16 mm, 5/22 mm, 5/32 mm, 5/45 mm, 7/25 mm, 8/14 mm, 11/32 mm, 20/65 mm, 22/32 mm, 22/45 mm, 25/50 mm, 32/56 mm u. a. sind Sonderarten und werden nur in wenigen Kieswerken für Einzelkunden, meist für Tiefbaufirmen oder Betonfertigteilwerke, produziert.

e) Gemische aus Natursanden und/oder Brechsanden sowie Kies und/oder Splitten bzw. Schottern aus Festgesteinen bzw. rezyklierten Gesteinskörnungen

Künstlich hergestellte Gemische aus Sand 0/2 mm oder 0/4 mm sowie Splitten bzw. Schottern aus Festgesteinen und/oder Kiesen und/oder rezyklierten Gesteinskörnungen werden als Baustoffgemische (traditionell als Mineralgemische) bezeichnet. Baustoffgemische finden in Deutschland in sehr großen Volumina Verwendung im Straßen- und Wegebau als sogenannte Schichten ohne Bindemittel, entweder als Tragschichten ohne Bindemittel oder als Deckschichten ohne Bindemittel (mit höherem Feinanteil). Schichten



ohne Bindemittel (bzw. ungebundene Schichten) werden ausschließlich mechanisch durch Walzen oder Rüttler, ggf. unter Zugabe von Wasser, verdichtet und verfestigt.

Baustoffgemische 0/5 mm und 0/8 mm dienen als verdichtungsfähige Bettungsmaterialien für Natur- und Betonsteinpflaster und zur Verfüllung von Pflasterfugen.

Baustoffgemische 0/11 mm und 0/16 mm sind Sondersorten und finden im Garten- und Landschaftsbau sowie zur Wegereparatur Verwendung.

Baustoffgemisch 0/20 mm, ist eine Sondersorte, aber zugleich stark nachgefragtes Bankettmaterial zum Rad- und Forstwegebau, da es gut verdichtbar und sehr fest ist.

Baustoffgemisch 0/22 mm („Planie(r)kies“) wird besonders zur Herstellung der Frostschuttschicht, also des tieferen Unterbaus, bei der großflächigen Verlegung von Pflastern und Platten eingesetzt.

Baustoffgemisch 0/32 mm ist in zertifizierter Form das bedeutendste Frostschutz- und Tragschichtmaterial im Straßen- und Wegebau. Bei den Tragschichten ohne Bindemittel für den Straßenbau werden Frostschuttschichten (FSS), Kiestragschichten (KTS) oder Schottertragschichten (STS) unterschieden. Sie haben die Aufgabe den Untergrund vor hohen Belastungen und die Straßendecke vor aufsteigendem Wasser und Frostschäden zu schützen. Im Straßenbau dient Baustoffgemisch 0/32 mm auch zur Befestigung

von Randstreifen („Bankettkies“). Im Tief- und Hochbau kommt Baustoffgemisch 0/32 mm weitflächig zur Herstellung von Ausgleichsschichten und Anfüllungen unter Bodenplatten zum Einsatz. Im Schienenwegebau dient Baustoffgemisch 0/32 mm zur Herstellung von Planumsschutzschichten (PSS) unter Gleisschotter.

Baustoffgemische 0/45 mm und untergeordnet auch 0/56 mm bzw. 0/63 mm sind grobkörnige Sand-Schotter-Gemische, die als Trag- oder Frostschutzschichten im Oberbau von Straßen sowie in der Befestigung von Wegen oder Flächen zum Einsatz kommen.

Hauptverwendungsbereiche in Deutschland

Im Jahr 2021 wurden in Deutschland für die Produktion von rund 54 Mio. m³ Transportbeton ca. 44 Mio. t Kies, 34 Mio. t Sand und 20 Mio. t Splitt benötigt. Mit einer Gesamtmenge von ca. 78 Mio. t Sand und Kies und einem Nachfrageanteil von fast 30 % war damit der Transportbetonbereich der zweitgrößte Abnehmer von Sand und Kies in Deutschland. Einen noch größeren Nachfrageanteil von über 40 % hatten nur noch der Straßen- Tief- und Erdbau in Kombination mit dem Garten- und Landschaftsbau. Für diese Verwendungsbereiche liegen jedoch keine genauen Nachfragedaten vor. In abnehmenden Anteilen besaßen sonst auch noch die Produktion von Betonfertigteilen (ca. 8 %), Betonpflastersteinen (ca. 6 %), Kalksandsteinen und Trockenmörtel (je ca. 3 %) sowie Estrichkies (ca. 2 %) Bedeutung. Über 5 % der in Deutschland produzierten Sande und Kiese wurden zudem exportiert.



In praktisch allen Straßen-, Wege- und Eisenbahnbaumaßnahmen in Deutschland wird Mineralgemisch 0/32 mm verwendet, hier als Tragschicht beim Ausbau der A3 in Nordrhein-Westfalen, Foto: Walter Nelles (mit frdl. Genehmigung).



Transportbetonwerk Rheinau-Freistett der Hermann Peter KG, Foto: BGR.

Saugbagger sind mit Investitionskosten von rund 600.000 € die „günstigsten“ schwimmenden Gewinnungsgeräte. Bei größeren Wassertiefen verlieren die am Saugkopf montierten, energieintensiven Jetdüsen (6 – 8 bar) aufgrund des zunehmenden Wasserdrucks jedoch an Wirkung, Foto: BGR.



GEWINNUNGSVERFAHREN

Für die Gewinnung von Rohkiessanden gibt es unterschiedliche Gewinnungsgeräte, je nachdem, ob der Abbau oberhalb des Grundwasserspiegels (im Trockenem = Trockenabbau) oder unterhalb des Grundwasserspiegels (im Nassen = Nassabbau) erfolgt.

Kiessande werden im Trockenem meist mit Radladern abgebaut, wenn sie locker lagern, oder mit Hydraulikbaggern, wenn sie etwas verfestigt sind. In einzelnen Gruben werden auch Raupen eingesetzt, um den Grubenkies abzuschleppen oder sogar Schaufelradbagger, ähnlich wie im Braunkohlenbergbau.

Im Nassen ist die Vielfalt der Gewinnungsgeräte größer und richtet sich nach der Mächtigkeit der Lagerstätte, der Zusammensetzung der Kiessande, ihrem Verfestigungsgrad, dem Größtkorn (Steine, Findlinge), eventuellen bindigen oder ver-

festigten Zwischenlagen, der gewünschten Fördermenge und natürlich auch den Erfahrungswerten und Vorlieben des Abbauunternehmers und seinen finanziellen Möglichkeiten.

Tieföffelhydraulikbagger arbeiten von der Uferkante aus und können mit bis zu 18 m langem Auslegerarm Kiessande jeder Zusammensetzung aus einer Tiefe von bis zu ca. 10 m unter der Böschungsoberkante gewinnen. Ebenfalls von Land aus operieren landgestützte Eimerkettenbagger, die mit ihren an einer Kette laufenden, meist kleinen Kübeln, nicht zu mächtige (bis zu 15 m Gewinnungstiefe) Lagerstätten jeder Zusammensetzung ebenfalls sauber auskieseln können.

Vor allem in Süddeutschland hat man auch mit Baggern auf Raupen und mit einem großen, an einem Seil aufgehängten Stahlkübel (Seilkübelbagger, Schleppschaufelbagger, Seilbagger) gute



Standardhydraulikbagger auf Ketten, wie sie aus dem Straßenbau bekannt sind, eignen sich auch sehr gut für die Gewinnung von Kiessanden im Trockenem. Je nach Größe und Ausstattung kostet so ein Bagger bis zu 200.000 €, Foto: BGR.



Landgestützte Eimerkettenbagger eignen sich zum Abbau der meisten nicht zu mächtigen Kiessandlagerstätten und kosten ca. 1,3 Mio. €, Foto: BGR.



Seilkübelbagger sind in vielen Kieswerken in Süddeutschland im Einsatz, wo sie zur Gewinnung der grobkörnigen Kiessande gut geeignet sind. Will man einen solchen Bagger nicht mieten, sondern selber kaufen, muss man mit Investitionskosten von bis zu 1,3 Mio. € rechnen, Foto: BGR.

Erfahrungen gemacht, nicht zuletzt aber auch deshalb, weil diese anmietbar sind. Sie sind in Kiessandlagerstätten bis ca. 10 m Wassertiefe gut einsetzbar, für die Durchörterung bindiger oder verfestigter Lagen jedoch nicht nutzbar.

Vor Jahrzehnten noch weit verbreitet, heute sehr selten sind Schrapper. Hierbei wird meist ein großer Stahlkübel an einem Seil über eine Umlenkrolle am anderen Ufer durch eine nicht zu mächtige Kiessandlagerstätte gezogen. Der Kübel reißt zwar alles mit, was in seinem Weg liegt, jedoch bei falscher Bedienweise immer auf den gleichen Bahnen, wodurch die Gewinnungsverluste hoch sind. Wesentlich besser arbeiten Schrapper mit einem Ausleger (von 30 – 40 m Länge), wodurch die Kübelbahn relativ gut kontrolliert werden kann.

Für frei zufließende Sande bzw. Kiessande mit geringem Überkornanteil und bis 40 m (maximal 100 m) Wassertiefe haben sich schwimmende Saugbagger bewährt. Sie funktionieren nach dem Prinzip eines Staubsaugers. Bei bindigen Zwi-



Durch Weiterentwicklungen zu vollelektrisch angetriebenen Geräten, einschließlich den Fahrwerken, sind auch heute moderne Schrapper im Einsatz, Foto: BGR.

schenlagen stoßen normale Saugbagger jedoch an ihre Grenzen und Steine verstopfen leicht den Saugrohreingang. Fast alle Saugbagger in Deutschland sind zur Lockerung des Kiessandes in größeren Tiefen mit vorgeschalteten Jetdüsen ausgestattet.

Zu den teureren Gewinnungsgeräten zählen schwimmende Eimerkettenbagger. Ebenso wie Saugbagger und Schwimmgreifer (s. u.) inzwischen fast deutschlandweit mit automatischen Abbaukontrollanlagen ausgestattet, erlauben sie mit ihren an einer starren Kette geführten, mittelgroßen Stahlkübeln die relativ präzise Auskiesung von Kiessandlagerstätten bis 20 m, maximal auch 40 m Wassertiefe. Nicht zu große Steine und auch mehrere Dezimeter mächtige Zwischenlagen stellen für schwimmende Eimerkettenbagger zudem keine Hindernisse dar.

Die größten Abbautiefen bis 120 m erreichen Schwimmgreifer, deren bis zu 12 m³-große Greiferschaufeln sehr schwer sind und allein dadurch auch bindige Zwischenlagen bis 1 m Mächtigkeit irgendwann durchhörern. Von den Schwimmgreiferanlagen wird der vorentwässerte und zumeist von Steinen schon befreite Rohkiessand entweder über Förderbänder oder bei zu langen Transportwegen über sehr große Baggerseen mittels Klappschutten zur Aufbereitungsanlage transportiert. Hier wird der Kiessand verklappt und von Elevierbaggern, das sind kleinere Schwimmgreifer, wieder aufgenommen und auf Förderbänder Richtung Kieswerk aufgegeben.



Sehr modern, sehr effektiv und sehr teuer. Ein neuer schwimmender Eimerkettenbagger kostet über 3 Mio. €, Foto: BGR.



Rohkiessand von schwimmenden Gewinnungsgeräten wird meist über ebenfalls schwimmende Transportbänder in die Aufbereitungsanlage weitertransportiert, Foto: BGR.



Auch aus sehr großen Wassertiefen können Schwimmgreifer große Mengen auch grobkörniger Kiessande gewinnen. Moderne, sehr große Schwimmgreiferanlagen kosten über 4 Mio. €, Foto: BGR.



Bildschirm einer automatischen Abbaukontrollanlage. Mit derartigen Anlagen wird die Position des Baggers und des Lösewerkzeugs cm-genau bestimmt, alle Informationen direkt visualisiert und alle Daten auch ständig aufgezeichnet. Auf diese Daten können später auch die Genehmigungsbehörden zur Überwachung der genehmigungsrechtlichen Auflagen zugreifen, Foto: BGR.

3

Rohstoffanforderungen

In Deutschland produzierte Gesteinskörnungen müssen in praktisch allen Bereichen europäische Produktnormen (DIN EN) erfüllen, die in Deutschland durch Deutsche Normen (DIN) ergänzt und durch Technische Lieferbedingungen (TL) umgesetzt werden. Technische Prüfvorschriften (TP) präzisieren die Europäischen Prüfnormen (EN). Hinzu kommen Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV), Vorschriften (V), Richtlinien (R), Merkblätter (M) sowie Hinweise (H) und Empfehlungen (E) für zahlreiche Anwendungsbereiche.

Die wichtigsten europäischen Normen, zum Teil mit den dazugehörigen Technischen Lieferbedingungen der zahlreichen Verwendungsbereiche von Sand und Kies sind:

- DIN EN 206 („Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“)
- DIN EN 771-2 („Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine“)
- DIN EN 771-3 („Festlegungen für Mauersteine – Teil 3: Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen)“)
- DIN EN 771-4 („Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine“)
- DIN-EN 771-5 („Festlegungen für Mauersteine – Teil 5: Betonwerksteine“)
- DIN EN 998-1 („Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 1: Putzmörtel“)
- DIN EN 998-2 („Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel“)
- DIN EN 1338 („Pflastersteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren“)
- DIN EN 1344 („Pflasterziegel – Anforderungen und Prüfverfahren“)
- DIN EN 12620 („Gesteinskörnungen für Beton“), in Deutschland in Verbindung mit DIN 1045-2 („Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1“)
- DIN EN 13043 („Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen“), umgesetzt in Deutschland durch TL Gestein-StB („Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau“)
- DIN EN 13108 („Asphaltemischgut – Mischgut-Anforderungen“), umgesetzt in Deutschland durch TL Asphalt-StB („Technische Lieferbedingungen für Asphaltemischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen“)
- DIN EN 13139 („Gesteinskörnungen für Mörtel“)
- DIN EN 13242 („Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Straßenbau“), umgesetzt in Deutschland durch TL Gestein-StB („Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau“)
- DIN EN 13285 („Ungebundene Gemische – Anforderungen“), umgesetzt in Deutschland durch TL SoB-StB („Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“) sowie TL Pflaster-StB („Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen“)
- DIN EN 13813 („Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen - Eigenschaften und Anforderungen“), in Deutschland in Verbindung mit DIN 18560-1 bis -7 („Estriche im Bauwesen – Teil 1 bis Teil 7“)
- DIN EN 13877 („Fahrbahnbefestigungen aus Beton“), umgesetzt in Deutschland durch TL Beton-StB („Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“).
- DIN EN 13914 („Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen“)

In Deutschland sind zudem wichtig:

- DAfStb Alkali-Richtlinie („Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“)
- DBS 918062 („Technische Lieferbedingungen – Korngemische für Trag- und Schutzschichten zur Herstellung von Eisenbahnfahrwegen“)
- DIN 18034 („Spielplätze und Freiräume zum Spielen – Teil 1: Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb“)
- RStO („Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“)
- RLW („Richtlinien für den ländlichen Verkehrswegebau“)
- TL Streu („Technische Lieferbedingungen für Streustoffe des Straßenwinterdienstes“)

Bauprodukte aus Gesteinskörnungen nach harmonisierten europäischen Produktnormen unterliegen einer Deklarations- und CE-Kennzeichnungspflicht nach der EU-Bauprodukteverordnung (CPR – Nr. 305/2011) des Europäischen Parlaments. Die

Bauprodukteverordnung (CPR) gilt zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für das Inverkehrbringen von harmonisierten Bauprodukten und deren uneingeschränkte Vermarktung auf dem EU-Binnenmarkt – so besitzt z. B. die Schweiz teilweise andere Normen und Anforderungen.

Zur Erfüllung der meisten europäischen Normen und technischen Lieferbedingungen sind folgende Eigenschaften der Gesteinskörnungen zu untersuchen:

- **Korngrößenverteilung**, wobei sowohl die Maximalmengen an Unterkorn, Überkorn, als auch die zulässige Streubreite innerhalb eines Siebbereichs vorgeschrieben sein können. Damit soll sichergestellt werden, dass innerhalb einer Lieferkörnung auch wirklich der gesamte Kornbereich enthalten ist.
- **Kornform**: Diese sollte möglichst gedungen sein. Ungünstig geformte Körner, d. h. plattige oder stengelige Kiese verringern die Verdichtungsmöglichkeit, Festigkeit und Stabilität von Korngemischen bzw. Pumpbarkeit und das Fließverhalten von Betonen.



Definierte Korngrößenverteilungen, meist ermittelt durch Siebanalysen, sind Bestandteil jeder Norm jeder Gesteinskörnung in Europa, Foto: BGR.

- **Feinanteile**: Erhöhte Mengen an abschlämmbaren Bestandteilen < 0,063 mm müssen abgetrennt werden, da bei der Betonherstellung der Zementleim sonst nicht an den Sand- und Kieskörnern haftet. Der Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen ist je nach Gesteinskörnung oder Korngemisch begrenzt, jedoch gilt ein Anteil < 3 % in Gesteinskörnungen bzw. < 5 % in Korngemischen im Allgemeinen für alle Anwendungen als unschädlich.
- **Fließkoeffizient**: Der Fließkoeffizient ist ein Sammelparameter zur Beurteilung der Kornform und der Kornoberflächeneigenschaften von feinen Gesteinskörnungen (Sanden). Sande mit ausreichend hohem Fließkoeffizienten tragen zur Standfestigkeit von Asphalt bei.
- **Farbe bzw. Helligkeit**: Nur in Sonderfällen ist die Farbe von Gesteinskörnungen von Bedeutung, dies vor allem bei der Herstellung von Edelputzen, Waschbetonplatten und Sichtbeton. Helle Oberflächen von Fahrbahndecken aus Asphalt (z. B. mit Quarzedelsplitten) erhöhen die Verkehrssicherheit durch bessere Erkennbarkeit von Hindernissen und erwärmen sich bei hohen sommerlichen Temperaturen geringer. Durch helle Fahrbahnoberflächen können in Städten die Umgebungstemperaturen um 2 – 3 °C gesenkt werden (ISTE 2015).
- **Frost- und Frost-Tausalz widerstand**: Da Beton im durchfeuchteten Zustand, besonders auch in Verbindung mit aggressivem Streusalz, häufigen Temperaturwechseln um den Gefrierpunkt des Wassers ausgesetzt sein kann, muss er einen hohen Frost- bzw. Frost-Tausalzwiderstand aufweisen. Zur Untersuchung werden wassergesättigte Proben einer Gesteinskörnung wiederholten Frost-Tauwechseln ausgesetzt und dürfen danach nur gering absplittern. Ggf. können weitergehende Betonversuche durchgeführt werden.
- **Alkali-Kieselsäure-Reaktivität**: Einige Kiese enthalten alkalireaktive Kieselsäure, besonders Opalsandstein, Kieselkreide sowie poröser Flint/Feuerstein aus der Ostsee, die teils in großen Mengen auch in den eiszeitlichen Kiessandvorkommen in Norddeutschland zu finden sind. Auch Kiese aus den Flüssen Saale, Elbe, Mulde und Elster, Kiessplitte aus dem Oberrhein, rezyklierte Gesteinskörnungen sowie bestimmte Festgesteine sind betroffen. Diese Kiese bzw. Splitte können mit dem im Porenwasser des Betons gelösten, aus dem Zement stammenden Alkalihydroxiden zu



Vorkommen von Gesteinskörnungen mit möglicher Alkali-Kieselsäure-Reaktivität (AKR), Quelle: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.

einem quellfähigen Alkalisäuregel reagieren. Unter bestimmten Voraussetzungen kann diese Reaktion zu einer Volumenvergrößerung („Alkalitreiben“) mit anschließender Schädigung (Ausblühungen, Ausscheidungen, Ausplatzungen, Risse) des Betons führen („Betonkrebs“). Nur Gesteinszuschläge der Alkaliempfindlichkeitsklasse E I gelten als unbedenklich und können ohne Einschränkungen zur Betonproduktion verwendet werden.

- **Anteil gebrochener Oberflächen:** Natursande und -kiese zeichnen sich durch eine glatte bis mäßig raue Oberfläche aus. Beton und Mörtel aus solchen Gesteinskörnungen sind fließ-

fähig und daher besonders gut zu verarbeiten. In Asphaltsschichten ist für die Kraftübertragung von Korn zu Korn dagegen eine möglichst raue Oberfläche günstig, die am besten bei gebrochenen Körnern gewährleistet ist. Fahrbahndecken aus Asphalt dürfen daher nur aus Splitten hergestellt werden. Dadurch soll neben einer Verbesserung der Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche auch die Standfestigkeit der Fahrbahndecke erhöht werden. Für Anwendungen im Straßenbau (in der Fahrbahndecke) müssen > 90 % der Körner von Splitten bzw. Edelsplitten Bruchflächen aufweisen, wobei > 30 % der Körner vollständig gebrochen sein müssen.

Kiese mit erhöhten Anteilen an Feuerstein mit Kieselkreide oder Opalsandstein müssen auf ihre Alkali-Kieselsäure-Reaktivität hin untersucht werden, Foto: BGR.



- **Muschelschalengehalt:** Für Seekies ist der Muschelschalengehalt nachzuweisen. Dieser sollte aufgrund der geringen Festigkeit und Form der Schalen möglichst gering (< 10 %) sein.
- **Feuchtigkeit und Wasseraufnahme:** Recycling-Gesteinskörnungen sind aufgrund ihrer Porosität in der Lage Wasser aufzunehmen. Bei der Herstellung von R-Beton aus RC-Körnungen muss dies berücksichtigt werden, damit der Wasserzementwert (das Verhältnis zwischen der Masse des wirksamen Wassers und der Masse des Bindemittels) in ausreichend engen Grenzen gehalten werden kann.
- **Widerstand gegen Hitzebeanspruchung:** Hitzebeanspruchung simuliert die Temperaturbeanspruchung, welchen die Gesteinskörnungen in der Trockentrommel von Asphaltmischanlagen ausgesetzt sind.
- **Widerstand gegen Zertrümmerung:** Dieser Widerstand ist insbesondere wichtig für Gesteinskörnungen, die im Straßenbau verwendet werden, um den Beanspruchungen während des Einbaus und der Verdichtung sowie der späteren Verkehrsbelastung widerstehen zu können. Er wird nach dem internationalen Los-Angeles-Verfahren oder mittels des Schlagzertrümmerungswertes bestimmt.
- **Widerstand gegen Verschleiß:** Bauteile wie Industriefußböden (Estrichkies), Ausläufe von Silos, Rutschen und Gerinne mit schnell fließendem oder sogar Geschiebe führendem Wasser, sind einer hohen Verschleißbeanspruchung ausgesetzt. Besonders verschleißfest sind Gesteinskörnungen mit einem hohen Quarzanteil, gedrungener Form und nur mäßig rauer Kornoberfläche.
- **Widerstand gegen Polieren:** Ein hoher Widerstand gegenüber der polierenden Wirkung des Verkehrs und eine ständig hohe Griffigkeit ist bei Fahrbahndeckschichten wichtig. Hier sind Splitte aus z. B. Quarz denen aus z. B. Kalkstein deutlich überlegen.
- **Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen:** Mangelnde Affinität führt unter Einwirkung von Wasser und der pulsierenden Verkehrsbeanspruchung zum Ablösen von Splitten aus der Fahrbahndecke und somit zu deren frühzeitigen Zerstörung.
- **Dichte von Korn- und Mineralgemischen:** Die mit dem Proctorversuch ermittelbare Proctordichte liefert Anhaltswerte für die auf Straßenbaustellen erreichbare maximale Dichte von Korn- und Mineralgemischen.
- **Organische Bestandteile:** Quellfähige organische Bestandteile, wie z. B. Holz oder Kohlestücke, sind in vielen Kiessandvorkommen in Deutschland enthalten und müssen weitestgehend abgetrennt werden. Sie beeinflussen die Erhärtung und Festigkeit des Betons, können zu Verfärbungen oder Absprengungen der Betonoberfläche führen und zudem den Korrosionsschutz von Stahleinlagen gefährden.
- **Chloride und schwefelhaltige Bestandteile.** Korrosionsfördernde Stoffe wie Chloride (z. B. Salzanhaftungen an Seekies) dürfen nicht in schädlichen Mengen im Stahlbeton enthalten sein. Schwefelkies (Pyrit, Markasit) kann schon in geringen Mengen die Gesteinskörnung für Sichtbeton unbrauchbar machen. Er verwittert zudem unter Bildung von Beton angreifenden Stoffen.

Die Unternehmen der Kies- und Sandindustrie betreiben ein System der „werkseigenen Produktionskontrolle“ (WPK) zur Qualitätsüberwachung derjenigen Produkte, die nach europäischen oder deutschen Regelwerken für den Hoch- bzw. Ingenieurbau sowie den Straßen- und Erdbau hergestellt werden. Die WPK für Gesteinskörnungen, die zur Herstellung von Asphalt oder Beton vorgesehen sind, wird durch notifizierte Zertifizierungsstellen überwacht. Für Baustoffgemische wird die WPK durch RAP Stra-Prüfstellen überwacht, die im Rahmen der Fremdüberwachung zusätzlich Proben aller hergestellten Sorten nehmen und im Prüflabor untersuchen.

Kohle und Holz sind betonschädlich und müssen daher bei der Aufbereitung weitestgehend abgetrennt werden, Foto: BGR.





AUFBEREITUNGSTECHNIK

Ist der Rohkiessand im Kieswerk angelangt, gilt es, ihn zu den unterschiedlichen normgerechten Lieferkörnungen aufzubereiten. Hierfür sind die Rohkiessande von Überkorn (Steinen), Lehm und anderen groben Verunreinigungen (Holzstücke, Kohle u. a.) zu befreien und danach zu klassieren (nach Korngrößenfraktionen zu trennen). Die Gesteinskörnungen, getrennt nach Sanden und Kiesen, müssen dann häufig zur Abtrennung von Lehmanhaftungen und/oder feineren Holz- und Kohlestücken noch einmal nachgereinigt werden. Hiernach erfolgt ggf. ihre Brechung und häufig

noch eine Vortrocknung, um sie danach in Halden oder Silos verkaufsfähig zu lagern.

Jede Aufbereitungsanlage wird in Abhängigkeit des aufzubereitenden Rohkiessandes und der Produkthanforderungen individuell konzipiert. Die in durchaus unterschiedlicher Reihenfolge, Größe und Vollständigkeit installierten Anlagenteile sind jedoch immer in ihrer Funktionsweise ähnlich. Neue Aufbereitungsanlagen für Kieswerke entstehen heute nur noch selten. Ihre Kosten inkl. Fundamenten liegen meist bei über 10 Mio. €.



Kernstück jeder Aufbereitungsanlage sind Ein-, Zwei- oder sogar Dreidecker-Siebanlagen, mit denen der Rohkiessand in die einzelnen Korngrößenfraktionen klassiert wird. Die Gummischuren auf der abgebildeten Siebanlage verhindern ein Springen der Kieskörner, Foto: BGR.



Viel Wasser hilft meist viel: In allen Kieswerken werden große Mengen an Wasser zur Säuberung der Kiese und Sande benötigt, das aber natürlich mehrfach verwendet und gereinigt wird. Hier unterstützen Wassersprays die Siebung und reinigen zugleich den aufgegebenen Kies, Foto: BGR.

Die meisten Kieswerke verfügen über eine Rohkieshalde, um bei Ausfall des Gewinnungsgerätes weiterarbeiten zu können. Von der Rohkieshalde wird der Kiessand zur weiteren Aufbereitung durch Unterflurabzüge abgezogen, Foto: BGR.



Lehmanhaftungen an Kiesen werden mittels Schwertwäschen, wie hier abgebildet, Kieswäschen, Tongrindern oder Turbowaschern durch Abreibung entfernt und können danach mit der Trübe weggespült werden, Foto: BGR.



Verschleiß ist ein ständiger Kostenfaktor in Kieswerken und nicht nur Siebeläge müssen regelmäßig erneuert werden. Hier zeigt ein Schöpfrad an, dass eine Reparatur notwendig wird, Foto: BGR.



Zur Abtrennung von Holz, Kohle sowie anderen leichten Bestandteilen (z. B. auch porösem Flint) dienen Aquamatoren oder Setzmaschinen. In der abgebildeten Schwingsetzmaschine wird eine ständige Hub-Senk-Bewegung erzeugt, durch die der zugeführte Kies aufgelockert wird und die leichten Bestandteile dadurch immer wieder aufschwimmen und abgeführt werden können, Foto: BGR.



Holz- und Kohleverunreinigungen im Sand werden zuverlässig mittels Wirbelschichtsortierern/Aufstromklassierern entfernt. Nachgeschaltet ist ein Sandschöpfrad zur Entwässerung des nassen Sandes, Foto: BGR.



Eine andere Möglichkeit Verunreinigungen zu entfernen bieten Wendelscheider, die durch Fliehkraft grobe Sande von feinen Sanden und auch leichte Bestandteile, wie Kohlefliitter, voneinander trennen und separat abscheiden können, Foto: BGR.



Schöpfräder dienen sowohl zur Vortrocknung von Rohkiessanden, als wie in diesem Fall auch von aufbereiteten Sanden, Foto: Hülskens Liebersee GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).



Die Aufbereitung der Sande erfolgt durch Zyklone, Freifallklassierer, Schöpfräder, Aufstromklassierer oder Entwässerungssiebe. Abgebildet ist ein Freifall- bzw. Sandklassierer, der aufgrund von Wartungsarbeiten trockenengefallen ist. Der Sand im Sand-Wasser-Gemisch setzt sich in Abhängigkeit von der Nähe zur Aufgabe von grob nach fein in den hintereinander angeordneten Kammern am Tankboden ab und kann dort über eine Schleuse ausgetragen werden, Foto: BGR.



Sandschöpfräder, in denen sich langsam drehende Schneckenspiralen den in der Schöpfradwanne abgesetzten Feinsand Richtung Schöpfrad wieder zurückführen, dienen in vielen Kieswerken der Gewinnung von Feinsand 0/1 mm, Foto: BGR.



Nach der Klassierung und Säuberung der Gesteinskörnungen werden sie auf Halden oder in Silos zwischengelagert, von wo die Lieferkörnungen dann automatisch auf Lkws verladen werden, Foto: BGR.



Die Verladung der Lieferkörnungen auf Lkws erfolgt automatisch (über Bandwaagen) oder mittels Radlader (durch Radladerverwiegung oder über Fahrzeugwaagen), Foto: BGR.



Über 15 Kieswerke in Deutschland verfügen über die Möglichkeit einer Bahnverladung. Hierbei werden die Waggons entweder automatisch, oder, wie hier im Kieswerk Laußig in Sachsen, mit Radlader beladen, Foto: BGR.



Vor allem über den Rhein, untergeordnet auch über andere Wasserstraßen, besteht die Möglichkeit des Abtransports der produzierten Gesteinskörnungen mit Binnenschiffen, Foto: BGR.

4

Wertschöpfung in der
weiterverarbeitenden Industrie

Hochwertige, in ausreichend hoher Reinheit und in konstanter Qualität und Menge lieferbare mineralische Rohstoffe sind in der deutschen Industrie begehrte und unverzichtbare Rohstoffe. Aus Nachhaltigkeitsgründen und wegen niedrigerer Transportkosten werden dabei immer Rohstoffe aus heimischen Lagerstätten bevorzugt. Anhand von vier Industriezweigen bzw. wichtigen Anwendungsbereichen soll die nachgelagerte Wertschöpfung von Sanden und Kies in Deutschland beispielhaft veranschaulicht werden.

Tief- und Straßenbau

Sande und Kiese finden in Deutschland in großen Mengen im Tief- und Straßenbau Verwendung, wobei Kies dort größtenteils auch durch gebrochene Hartgesteine (wie Granit, Basalt, Diabas, Quarzit, Kalkstein o. a.) substituiert werden kann. Vor allem in den tieferen Teilen des Oberbaus von beanspruchten Straßen und Wegen, den sogenannten **ungebundenen Tragschichten**, werden geeignete Kies- oder Schottergemische verbaut. Die **Frostschuttschicht** – bis zu 30 cm stark

– unterhalb der Kies- oder Schottertragschicht – bis zu 15 cm stark – dient dabei Frostschäden am Straßenaufbau zu verhindern. Ihre Frostunempfindlichkeit wird durch einen feinkornarmen Aufbau und dadurch ausreichende Wasserdurchlässigkeit sichergestellt. Wichtigste Eigenschaft der Frostschuttschicht ist ihre Fähigkeit, „kapillarbrechend“ zu wirken. So wird das Aufsteigen von Wasser im Straßenkörper verhindert. Fährt man über eine Straße oder einen Fahrradweg oder geht über einen Fußgängerweg, ist einem wohl nur selten bewusst, wie viele mineralische Rohstoffe, ob Primär- oder Recyclingbaustoffe, in solch einem Weg stecken. Der Bundesverband Mineralische Rohstoffe (MIRO) e.V. berechnete den Bedarf an (primären, wie auch recycelten) Gesteinsrohstoffen für den Bau von 1 km Autobahn mit 216.000 t, für 1 km Bundesstraße mit 87.000 t, für 1 km Kreisstraße mit 23.000 t und für 1 km Radweg mit 11.000 t.

Das Netz der Bundesfernstraßen umfasste zum 1. Januar 2021 rund 13.192 km Bundesautobahnen und 37.826 km Bundesstraßen und bildet damit eines der dichtesten Fernstraßennetze



Straßen- und Wegebau erfordert den Einsatz sehr großer Mengen an primären oder auch rezyklierten mineralischen Gesteinskörnungen, Foto: Monika P./pixabay.

Europas. Hinzu kamen 86.862 km Landesstraßen und 91.841 km Kreisstraßen. Gegenüber dem Vorjahr kamen 8 km Bundesautobahnen, 31 km Bundesstraßen, 9 km Landesstraßen und 49 km Kreisstraßen hinzu. Allein hierfür lag der Bedarf an Gesteinsrohstoffen bei rund 7 Mio. t. Gleichzeitig wurden 7 km Bundesautobahnen, 47 km Bundesstraßen, 70 km Landesstraßen und 34 km Kreisstraßen rückgebaut oder abgestuft. Das Netz an Radwegen im überörtlichen Bereich in Deutschland lag Anfang 2021 bei 51.100 km, 613 km mehr als im Vorjahr, zzgl. 5.633 km Mehrzweckwegen, die auch von Radfahrern mitbenutzt werden, 129 km weniger als im Vorjahr. Der Bedarf an Gesteinsrohstoffen für den Radwegeneubau lag dementsprechend im Jahr 2020 bei weiteren knapp 7 Mio. t.

Aber auch innerhalb der Gemeinden werden Straßen, Fußgänger- und Fahrradwege neu gebaut. Dazu kommt der in seiner Höhe ebenfalls unbekannte Rohstoffbedarf zur Anlage von Park- und Abstellplätzen, zur Baugrundstabilisierung, zur Entwässerung (Drainagekies) sowie von Füllsand zur Verfüllung von Kabel-, Leitungs- und Rohrgräben.

Nicht zum Straßenbau gehören Tiefbauten für den Schienenverkehr (z. B. der Unterbau von Eisen-, U- und Straßenbahnen), Start- und Landebahnen für Flugzeuge, Hafenanlagen, Kanäle, Brücken, Tunnel, Seilbahnen, Schleusen, Wehren, Sportplätze und Spielplätze, Pipelines, Verkehrsregelungsanlagen und Ähnlichem.

Um Straßenschäden auszubessern sowie neue Straßen und Brücken zu bauen, wendet der Staat jedes Jahr mehrere Milliarden Euro auf. Der öffentliche Gesamthaushalt (Bund, Länder und Gemeinden einschließlich ihrer jeweiligen Extrahaushalte) hat für den Straßenbau im Jahr 2020 rund 14,2 Mrd. € ausgegeben. Die Gesamtinvestitionen in den öffentlichen Tiefbau beinhalten neben dem Neubau auch werterhöhende Reparaturen und beliefen sich im Jahr 2020 auf 30,7 Mrd. €. Die zusätzlichen Gesamtinvestitionen des privaten Wirtschaftstiefbaus betragen im gleichen Jahr 23,3 Mrd. €.

Mitte 2021 waren in Deutschland 3.380 Betriebe mit 122.084 Beschäftigten im Bau von Straßen, Bahnverkehrsstrecken, Brücken und Tunneln (davon 2.998 Betriebe mit 94.115 Beschäftigten

im Bau von Straßen), 3.001 Betriebe mit 81.077 Beschäftigten im Rohrleitungstiefbau, Kabelnetzleitungstiefbau, Brunnenbau und Kläranlagenbau und 2.593 Betriebe mit 57.599 Beschäftigten im sonstigen Tiefbau tätig. Insgesamt erwirtschafteten alle in Deutschland im Tiefbau tätigen Betriebe im Jahr 2020 einen Umsatz von 46,8 Mrd. €.

Weitergehende und aktuelle Informationen: Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V. (Homepage: <https://www.baustoffindustrie.de>).

Transportbetonindustrie

Beton ist ein künstlicher Baustoff, der im Hoch- und Tiefbau Verwendung findet. Schon vor über 2.200 Jahren wurde im Mittelmeerraum eine erste Betonmischung aus Zement und Ziegelsplitten hergestellt. Diese wurde bereits wenig später erstmals beim Bau von Wohngebäuden in Rom verwendet. Die Römer entwickelten diesen Beton jedoch weiter und mischten bald gebrannten Kalk, Wasser und Sand, den Mörtel, nicht nur mit Ziegelmehl, sondern auch mit Vulkanasche. Damit wurden unter anderem die Aquädukte und die Kuppel des Pantheons hergestellt, die einen Durchmesser von 43 m hat und bis heute erhalten ist. Erst im 19. Jahrhundert erlaubten wichtige Erfindungen eine Bauweise mit Beton, wie sie heute üblich ist. Dies waren besonders die Erfindung des künstlichen hydraulischen Kalks im Jahr 1818, des Portlandzements im Jahr 1824 und des Stahlbetons durch Joseph Monier (patentiert 1867). Mitte des 19. Jahrhunderts entstanden dann in Deutschland die ersten aus Beton hergestellten Wohngebäude wie die Bahnwärterhäuser der Oberschwäbischen Eisenbahn, einige Mietshäuser der Berliner Victoriastadt und die Villa Merkel in Esslingen.

Mittlerweile gilt Beton als der bedeutendste Baustoff der Welt. Nur Beton lässt den Bau von Hochhäusern, Brücken, U-Bahntunneln, Hafenanlagen, Flughäfen oder auch Hochgeschwindigkeitsbahnstrecken zu, wie wir sie heute nutzen. Transportbeton ist dabei der außerhalb von Baustellen hergestellte Beton, der in frischem Zustand mittels Fahrmischern von stationären Mischanlagen (Transportbetonwerke) zu den Baustellen gefahren und vor Ort direkt vom Fahrmischer oder über Betonkübel bzw. über Betonpumpen in das Bauteil eingebracht wird, wo er aushärtet. Die Regelaushärtezeit beträgt dabei 28 Tage.

Transportbeton muss in der Regel innerhalb von ca. 90 Minuten nach Mischungsende auf der Baustelle eingebaut sein, um eine zu frühe Aushärtung zu vermeiden. Hieraus ergibt sich unter Berücksichtigung von Fahrzeitpuffern und der Zeit für das Einbringen des Transportbetons in die Baustelle ein Zeitfenster von ca. 40 Minuten zwischen Werk und Baustelle, was einem möglichen Fahrweg von ca. 25 km entspricht. In Deutschland lag die durchschnittliche Transportentfernung zwischen Transportbetonwerk und Baustelle im Jahr 2021 bei 14,4 km.

In den Jahren nach der Wiedervereinigung, im Zeitraum von 1992 bis 1999, erzielte die deutsche Transportbetonindustrie mit jährlichen Produktionsmengen von deutlich über 60 Mio. m³ und im Spitzenjahr 1994 sogar 74,3 Mio. m³ die höchste Transportbetonproduktion in ihrer Geschichte. Entsprechend stark wurden auch die Produktionskapazitäten ausgebaut. Im Jahr 1996 existierten in Deutschland 2.620 Transportbetonwerke.

In den Folgejahren ging der Absatz von Transportbeton bis auf 37,7 Mio. m³ und damit auch die Anzahl der Transportbetonwerke deutlich zurück. Seit 2009 steigt die Produktion mit gewissen Schwankungen wieder an. Im Jahr 2021 produzierten in Deutschland 525 Unternehmen mit insgesamt rund 1.900 stationären und mehreren mobilen Transportbetonanlagen an Großbaustellen 54,15 Mio. m³ Transportbeton. Das größte Transportbetonvolumen wurde dabei in Bayern mit 11,35 Mio. m³ (21,0 %), gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 9,12 Mio. m³ (16,8 %) und Baden-Württemberg mit 8,28 Mio. m³ (15,3 %) produziert. 7.933 Fahrmischer und Fahrmischerpumpen mit 945 Anhängern brachten den Frischbeton auf die Baustellen. 1.562 Betonpumpen halfen, 15,6 Mio. m³ Beton dort einzubauen.

In der deutschen Transportbetonindustrie waren im Jahr 2021 ca. 11.500 Personen beschäftigt. Sie erzielten zusammen einen Umsatz von 4,52 Mrd. €.

In der deutschen Transportbetonindustrie wird nach derzeit ca. 400 unterschiedlichen Betonrezepturen gearbeitet, die von den Druckfestigkeitsklassen nach DIN EN 206 und den technischen Anforderungen an das geplante Bauwerk abhängen. Ausgangsstoffe für jeden Beton sind dabei feine natürliche Gesteinskörnungen (Sand,



27 – 28 M.-%), grobe natürliche Gesteinskörnungen (Kies, alternativ Splitt, 48 – 52 M.-%) oder grobe rezyklierte Gesteinskörnungen (vgl. Infobox), Zement (11 – 16 M.-%), Wasser (6 – 7 M.-%) und Zusatzstoffe (vor allem Flugasche, Gesteismehl oder Trass, 1 – 3 %). Hinzu kommen weit untergeordnet chemische Zusatzmittel, je nach den gewünschten Eigenschaften des Frischbetons (z. B. verzögerte Aushärtegeschwindigkeit, besondere Fließfähigkeit).

Die Transportbetonwerke sind in Deutschland die bedeutendsten Nachfrager von Sand, Kies, Splitt und Zement. Im Jahr 2021 bezogen die deutschen Transportbetonwerke zusammen ca. 34,4 Mio. t Sand, 43,7 Mio. t Kies, 20,0 Mio. t Splitt und 15,2 Mio. t Zement. Damit nahm die Transportbe-



Auf Werksgeländen von vielen Kieswerken in Deutschland ist auch ein Transportbetonwerk zu finden, das bei sehr kurzen Transportwegen bereits einen Großteil der produzierten Gesteinskörnungen verwendet. Foto: Martin Baur GmbH (mit frdl. Genehmigung).

tonindustrie mit 78,1 Mio. t rund 28,2 % der inländischen Sand- und Kiesproduktion ab. Im Vergleich hierzu betrug der Bedarf der deutschen Betonfertigteilindustrie im Jahr 2021 rund 11,4 Mio. t Sand, 11,6 Mio. t Kies, 8,2 Mio. t Splitt und 6,4 Mio. t Zement, entsprechend mit 23,0 Mio. t ca. 8,3 % der inländischen Sand- und Kiesproduktion.

Zur Reduzierung dieses Primärrohstoffbedarfs setzt die deutsche Transportbetonindustrie zunehmend auf die Produktion von so genanntem R-Beton (vgl. Infobox). Zwar ist die absolute Menge der hierbei eingesetzten rezyklierten Gesteins-

körnungen noch vergleichsweise gering, der Trend weist aber auf einen steigenden Einsatz hin. So hat sich die statistisch erfasste Menge von 0,29 Mio. t im Jahr 2014 auf 0,90 Mio. t im Jahr 2020 mehr als verdreifacht. Aufgrund verbesserter normativer und politischer Rahmenbedingungen dürfte dieser Anteil auch zukünftig weiter deutlich ansteigen.

Weitergehende und aktuelle Informationen: Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. (BTB) (Homepage: <https://www.transportbeton.org>).

Kalksandsteinindustrie

Kalksandstein (KS) ist ein künstlich hergestellter, sehr gut wärme- und schalldämmender Mauerstein, zu dessen Herstellung zuerst Branntkalk (Calciumoxid, CaO) und ein quarzreicher Feinsand (SiO₂) im Verhältnis 1:12 unter Zugabe von Wasser angemischt werden. Nach einer chemischen Reaktion wird die Mischung dann mittels hydraulischer Pressen zu Steinrohlingen geformt und diese danach in speziellen Dampfdruckkesseln, den Autoklaven, bei Temperaturen von ca. 200 °C und unter hohem Druck (16 bar) über einen Zeitraum von vier bis acht Stunden hydrothermal gehärtet.

Die Kalksandsteinindustrie blickt auf eine lange Geschichte zurück und ihre Anfänge liegen in Deutschland. Im Jahr 1854 gelang es einem sozialpolitisch engagierten Arzt auf der Suche nach einem günstigen Mauerstein für den sozialen Wohnungsbau und die Landwirtschaft zum ersten Mal einen luftgehärteten Kalkmörtel-Mauerstein herzustellen und daraus im sächsischen Eilenburg ein zweigeschossiges Gebäude aus Kalksandstein zu errichten. 1880 entwickelte ein Berliner

Baustoffchemiker dann eine Technik, in der er eine erdfeuchte Mischung aus Sand und Kalk herstellte und diesen Mörtel dann gespanntem Heißdampf aussetzte. So konnten gehärtete Kalksandsteine produziert werden und im Jahr 1894 ging im schleswig-holsteinischen Neumünster dann das erste industrielle Kalksandsteinwerk weltweit in Betrieb.

In den Jahren des Deutschen Kaiserreichs und der Weimarer Republik wuchs die Zahl der Kalksandsteinwerke stetig an und bereits im Jahr 1910 produzierten 310 KS-Werke rund 1,5 Milliarden Steine. 1936 verzeichnete die Kalksandsteinindustrie mit 2,5 Milliarden Kalksandsteinen dann das höchste Absatzergebnis seit Bestehen der Industrie. 1939 gab es im Deutschen Reich noch 252 Kalksandsteinwerke, von denen nach dem Krieg in Westdeutschland 98 verblieben, die meisten davon jedoch zerstört. Im Jahr 1962 wurde der schon im Jahr 1900 gegründete „Verein der Kalksandsteinfabriken“ in den Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. umbenannt, der heute 43 Unternehmen mit derzeit 78 Kalksandsteinfabriken vertritt.



Vor den geöffneten Dampfdruckkesseln, den Autoklaven, kühlen die gehärteten Kalksandsteine ab und warten auf ihre Verladung, Foto: BGR.

Im Jahr 2020 produzierten die deutschen Kalksandsteinwerke mit ihren 1.975 Beschäftigten rund 2,29 Mrd. KS-Steine, was einer Produktionsmenge von ca. 7,7 Mio. t entspricht. Hierfür setzten sie 7,1 Mio. t Sand (entsprechend 2,6 % der inländischen Sand- und Kiesproduktion) und 0,6 Mio. t Kalk ein. Der Jahresumsatz der deutschen Kalksandsteinindustrie lag im Jahr 2020 bei ca. 562 Mio. € und ihr Marktanteil im Mehrfamilienbau bei 38 % bzw. im gesamten Mauerwerksbau bei 24 %.

Deutschlandweit gibt es insgesamt 78 dezentral tätige, und darunter vier größere und eine ganze Reihe an mittelgroßen Kalksandsteinunternehmen, die im gesamten Bundesgebiet tätig sind.

Um das gesteckte Ziel „Klimaneutralität“ zu erreichen, muss sich auch die Kalksandsteinindustrie erheblich anpassen, damit von 2045 an keine neuen Treibhausgase durch die KS-Produktion in die Atmosphäre gelangen. Die Kalksandsteinindustrie setzt dabei nach wie vor auf eine nachhaltige Entwicklung – angefangen von der Rohstoffgewinnung über die Produktions- und Nutzungsphase bis hin zu Recyclinglösungen für Kalksandsteinmauerwerk. So gewinnen fast alle Kalksandsteinwerke ihren Hauptrohstoff Sand aus eigenen Sandvorkommen in nächster Nähe zum Werk. Auch der benötigte Kalk kommt aus heimischer Produktion. Von den CO₂-Emissionen, die der KS-Industrie zugerechnet werden, sind dabei heute gerade einmal 20 % im Produktionsprozess begründet. Die restlichen knapp 80 % kommen durch die Verwendung des Rohstoffs Kalk hinzu. Die derzeitigen Forschungen der KS-Industrie zielen daher vor allem darauf, den Kalkanteil in der Produktion weiter zu reduzieren oder durch Substitute zu ersetzen.

Weitergehende und aktuelle Informationen: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. (Homepage: <https://www.kalksandstein.de>).

Windkraftanlagen

Mineralische Rohstoffe, wie Sand, Kies und Splitt, sind auch für die Umsetzung der Energiewende unverzichtbar. Während bei Windkraftanlagen bis zu 120 m Nabenhöhe noch reine Stahl- oder Betontürme denkbar sind, werden diese ab 140 m Nabenhöhe unwirtschaftlich. Entwickelt wurden



Der Bau von Windkraftanlagen erfordert große Mengen von Sand und Kies, Foto: BGR.

stattdessen sogenannte Hybridtürme aus Betonturm unten (mit Betonfertigteilteringen außen und Stahlausbau innen) sowie Stahlturm oben. Ein solcher 140 m hoher Turm, wie er heute üblich ist, benötigt in seinem unteren 80 m hohen Betonteil ca. 430 m³ Beton (für dessen Herstellung rund 780 t Sand und Kies oder Splitt notwendig sind), ca. 35 t Betonstahl und ca. 20 t Spannstahl in der Fertigung. Der darauf aufgesetzte Stahlturm von ca. 60 m Höhe erfordert ca. 100 t Stahl. Ein solch großer Turm erfordert zudem ein stabiles Fundament von in diesem Fall 21,5 m Durchmesser. Solch ein Fundament verbraucht ca. 600 m³ Beton (= 1.100 t Gesteinskörnungen) und ca. 70 t Betonstahl. Zur Anbindung bzw. Erschließung einer Windkraftanlage werden zudem 4,50 m breite Wege benötigt. Nach Berechnungen des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz (2021) beträgt hierfür der Bedarf an Schotter (bzw. Korn- oder Mineralgemischen) ca. 4.500 t pro Kilometer. Oft können Feldwege ausgebaut werden, wobei dann der Bedarf an Schotter (bzw. Korn- oder Mineralgemischen) auf ca. 1.500 t pro Kilometer sinkt.

Nach Aufbereitung Zehntausender Tonnen von Sand und Kies wird das enthaltene Gold auf dem Rütteltisch deutlich sichtbar, Foto: LÖKA Schwerkonzentratgewinnung (mit frdl. Genehmigung).

FLUSSGOLD UND ANDERE WERTMINERALE

Gold aus deutschen Flüssen – nur ein Traum? Nein, denn schon die Kelten haben vor über 2.000 Jahren aus dem Rhein Gold gewaschen, gefolgt von den Römern und anderen am Rhein siedelnden Stämmen. Seit dem 16. Jahrhundert häufen sich die Nachrichten über die Goldwäscherei am Oberrhein. Allein im Jahr 1539 wurden dem Mainzer Münzmeister 740 g Rheingold abgeliefert. Der Höhepunkt der Goldgewinnung fällt jedoch zusammen mit der Rheinkorrektur und -begradigung von 1817 bis 1866. Durch diese Begradigung des Rheinlaufs wurden noch einmal sehr viel Sand und Kies in Bewegung gesetzt und letztmalig in großem Umfang fossile Goldanreicherungen (sog. Seifen) aufgeschlossen. Der Höhepunkt der Goldgewinnung am Rhein lag im Jahr 1831. Damals wurden in Baden 13 kg und in der Pfalz weitere 5 kg Gold gewonnen. In der Karlsruher Münze wurden von 1804 bis 1834 150 kg Rheingold angenommen und im gesamten durch Akten nachweisbaren Zeitraum 1748 bis 1874 sogar über 363 kg. Da die offiziellen Aufkäufer jedoch meist nur einen Teil des realen Goldpreises ausbezahlten, ist von einer hohen Schmuggelrate auszugehen (ELSNER 2009).

Die große Zeit des Goldwaschens in Bayern lag zu Beginn des 18. Jahrhunderts. Bis zum Ende der Flussregulierungen auch in Bayern stieg die Waschgoldgewinnung aus Isar, Inn, Salzach und Donau durch den Anstich immer neuer Gold führender fossiler Flussablagerungen jedoch stetig weiter an. Zwischen 1837 und 1843 wurden knapp 5 kg und im Zeitraum 1847 bis 1853 über 6 kg

Gold, d. h. jährlich über 800 g Flussgold abgeliefert. 1879 erfolgte die letzte offizielle Einlieferung von 113 g Waschgold an die Königlich Bayerische Münze.

Bei Meißen an der Elbe ist die erste Goldgewinnung aus dem frühen 13. Jahrhundert erwähnt. Besonders im 16. Jahrhundert wurde Gold aus Elbe, Weißer Elster, Göltzsch und Schwarza sowie untergeordnet auch aus Saale, Mulde, Werra und anderen sächsischen und thüringischen Flüssen und Bächen ausgewaschen. Der sächsische Kurfürst Johann Friedrich der Großmütige (1503 – 1554) soll sogar eine Kette aus reinem Elbegold im Gewicht von 3,6 kg besessen haben.

Doch die Arbeit in den Goldwäschen war schon immer körperlich sehr schwer und unbeliebt. Der Landgraf Carl von Hessen-Kassel (1654 – 1730) erlaubte, dass die Strafe der „Turmhaft“ durch „Arbeit in der Goldwäsche“ abgegolten werden konnte. Er konnte daraufhin im Jahr 1689 immerhin 160 g Flussgold aus einer an der Eder betriebenen Wäsche einnehmen (KIRCHHEIMER 1972).

Nach relativ erfolglosen Versuchen zur Wiederbelebung der Goldgewinnung aus den deutschen Flüssen im Dritten Reich begann im Jahr 2006 die damalige Betreiberfirma des KW Rheinzabern, nördlich Karlsruhe, mit der erneuten, diesmal großtechnischen Gewinnung von Rheingold. Angeregt durch verschiedene Fachveröffentlichungen wurde seither auch in zahlreichen anderen Kieswerken an verschiedenen deutschen Flüssen untersucht,



„Das Goldwaschen bei Carlsruhe“ von J.M. Volz aus „Teuschlands Nationaltrachten“ (1820). Quelle: STÖRK (2000).

ob sich dort ebenfalls eine Gewinnung des fast ausschließlich in Form von winzigen Flittern auftretenden Seifengoldes lohnen könnte. Oft konnte dies bestätigt werden und in über 30 Kieswerken an Rhein, Elbe, Eder, Isar, Inn, Donau, Saale und Main wurde seitdem durch spezialisierte Dienstleister mit der kommerziellen Goldgewinnung begonnen. An der Oberweser laufen Waschversuche und sogar in Kieswerken am Niederrhein wurde zwischenzeitlich Gold in interessanten Mengen nachgewiesen. Nach Schätzungen der BGR liegt die Höhe der Seifengoldproduktion in Deutschland zwischen 10 und 15 kg im Jahr.

Aus dem aus den verschiedenen Flusskiesen nur mit mechanischen Mitteln gewonnenem Gold werden Gedenkmedaillen für Münzfreude und Firmenjubilare geprägt. Zudem sind viele Goldschmiede an diesem deutschen „Biogold“ sehr interessiert, so dass die Nachfrage das Angebot um ein Vielfaches übersteigt.

Mindestens ebenso wichtig wie das gewaschene Gold war, zumindest den Wäschern, auch das bei der Wäsche anfallende Schwermineralkonzentrat. Es wurde nach Abtrennen des Goldes mittels Amalgamation an Kanzeleien verkauft und stellte



Aus einem Großteil des in Deutschland gewonnenen Flussgoldes werden Medaillen für Münzsammler und Firmenjubilare geprägt, Foto: LÖKA Schwerkonzentratgewinnung (mit frdl. Genehmigung).

bis zum Aufkommen des Löschpapiers wegen seiner Feinheit einen sehr begehrten Lösch- bzw. Streusand dar.

Eine Auftragsstudie der BGR ergab (Publikation in Vorbereitung), dass zwar auch in einigen deutschen Kieswerken größere Mengen an Schwer- bzw. Wertmineralen wie Zirkon, Ilmenit, Rutil, Granat, Magnetit u. a. abgetrennt werden könnten, dass sich dies jedoch wirtschaftlich nicht lohnt. Nur das in der Elbe und in einigen Vorgebirgsflüssen des Erzgebirges vorkommende Mineral Cassiterit (Zinnstein) besitzt einen so hohen Wert, dass man es abtrennen könnte. Eine Aufbereitung rentiert sich aber wirtschaftlich wohl nur dann, wenn sich mehrere Kieswerke zusammenschließen und in eine gemeinsame Aufbereitungsanlage investieren würden.

Stationäre Photovoltaikanlage auf einem ausgekiesten und danach mit nicht-nutzbarem Feinsand verfüllten Teil des Baggersees im KW Charlottenthal (Mecklenburg-Vorpommern) der GKM Güstrower Kies & Mörtel GmbH, Foto: BGR.

NUTZUNGEN WÄHREND

UND NACH DEM ABBAU

Schon während des Genehmigungsverfahrens – lange vor Beginn des Abbaus – beginnen auch erste Überlegungen zur Nachnutzung des Abbaugebietes. Handelt es sich um Pachtgrundstücke, die sich z. B. in Besitz einer Gemeinde oder einer Forstverwaltung befinden, werden die Pächter die Nachnutzung des Geländes vorgeben. Für Landwirte ist es jedoch steuerlich günstiger, die für die Gewinnung benötigten Flurstücke zu verkaufen. Der Abbauniederlassener wiederum hat kein Interesse, die ausgekiesten Grundstücke nach Abbaueende noch lange zu behalten, vor allem, da auch Haftung, Sicherung und Steuerpflicht mit dem Erwerb auf ihn übergegangen sind.

Gibt es nicht eindeutige Wünsche benachbarter Gemeinden nach einer Nachnutzung für Erholungszwecke der Bevölkerung oder von Landwir-

ten nach einer Auffüllung und damit der Möglichkeit nach erneuter landwirtschaftlicher Nutzung, im Einzelfall aber auch anderweitige Sachzwänge (s. u.), werden sich heute im Regelfall immer die Naturschutzbehörden und Naturschutzorganisationen mit dem Wunsch einer Nachnutzung zum Wohle von Natur und Landschaft durchsetzen (s. Kapitel 5).

Nach Abschluss bzw. schon während einer Trockenauskiesung befürworten Abbauniederlassener dagegen zumeist eine Auffüllung mit kostenpflichtig anzunehmenden Fremdmaterial. Je höher dabei der erlaubte Belastungsgrad des zulässigen Einlagerungsmaterials, desto höher die Einnahmen des Unternehmers. Hierbei können die Annahmehonorare auch leicht den Wert des Kiessandes übertreffen (vgl. Bayern in Band II).



Die Nachnutzung der durch Auskiesung entstandenen Seenplatte im Norden von Erfurt wird seit 20 Jahren durch die Kommunale Arbeitsgemeinschaft Erfurter Seen koordiniert. Sie setzt mit den Abbauniederlassenern ein vielfältiges Konzept zur Nutzung sämtlicher Baggerseen um. Foto: UVMB e.V. (mit frdl. Genehmigung).



Im Kieswerk Achern-Maiwald der Ossola GmbH in Baden-Württemberg ging im Juni 2019 auf einer bereits vollständig ausgekiesten, 17.400 m² (1,74 ha) großen Teilfläche des ca. 35 ha großen Baggersees die deutschlandweit erste schwimmende Photovoltaikanlage auf einem Baggersee in Betrieb, Foto: BGR.



Bevorzugt verpachten Abbaunternehmen ihre Baggerseen an Angelvereine, Foto. Wolfgang Rohr (mit frdl. Genehmigung).



Der „Kieserlass“ aus dem Jahr 2000 gibt in Thüringen strenge Vorschriften für die Verfüllung von Nassabgrabungen vor, Foto: BGR.

Nach Abschluss der Verfüllung wird die ehemalige Kiessandgrube dann zumeist vollständig rekultiviert und wieder an interessierte Landwirte veräußert.

Nur in Ausnahmefällen, z. B. in der Nähe von Flughäfen (Vogelschlaggefahr), wird in Deutschland auch eine Verfüllung von Baggerseen genehmigt. Zu groß ist ansonsten die berechtigte Sorge, dass im aus Fremdbaustellen angelieferten Bodenaushub enthaltene Schadstoffe das Grund- und damit auch das Trinkwasser verunreinigen könnten.

Viele Baggerseen sind nicht nur für den Naturschutz von Interesse. Besonders beliebt bei Abbaunternehmen ist eine Verpachtung an Angelvereine. Diese generieren nicht nur Pachteinnahmen, sondern bemühen sich auch aktiv um eine naturnahe Ufergestaltung und halten Badegäste ab, die häufig Müll hinterlassen oder sogar Anlagenteile zerstören. An einigen Baggerseen in Deutschland sind auch Ferienwohnanlagen entstanden, die sich vor allem in der Nähe von Ballungsgebieten sehr großer Beliebtheit erfreuen. Zudem gibt es Planungen, auch schwimmende Ferienwohnhäuser zu errichten, bei deren Kauf gleich ein Teil des Baggersees mit erworben wird.

Das größte Interesse besteht bei Abbaunternehmen deutschlandweit derzeit jedoch an der Installation von Photovoltaikanlagen. Diese werden in ausgeleierten Grubenarealen, auf Halden oder auf Baggerseen errichtet. Schwimmende Photovoltaikanlagen bedecken meist nur eine kleine Fläche des Baggersees und tragen mit ihrer Leistung von zumeist 750 kWp dennoch viel zum benötigten Strombedarf des Kieswerks bei. Abbaunternehmen können mittlerweile zwischen verschiedenen Anbietern und Geschäftsmodellen wählen, doch waren im Jahr 2021, soweit bekannt, deutschlandweit nur eine sehr geringe Anzahl schwimmender Photovoltaikanlagen im Betrieb. In Hunderten von Unternehmen liefen zugleich Planungen für eine Installation, doch versagen überall Genehmigungsbehörden, meist die Unteren Naturschutz- und Wasserbehörden, diese Form der alternativen Energiegewinnung. Die Behörden befürchten Auswirkungen auf das Landschaftsbild, zudem fehlen ihnen Langzeitstudien über die Folgen für die Gewässerökologie, die Vogelwelt sowie die Fischfauna. Erste Studien liegen jedoch mittlerweile aus den Niederlanden vor, wo, neben China, mit 41,4 MWp Einzelleistung die weltgrößten schwimmenden Photovoltaikanlagen in Betrieb sind. Diese Studien ergaben keine nennenswerten negativen Auswirkungen auf die Flora und Fauna der Baggerseen (BayWa r.e. 2021).

Flussregenpfeiffer, hier ein Weibchen bei der Brut, fühlen sich auf Rohkiesböden an Baggerseen besonders wohl, Foto: Oliver Fox, UVMB (mit frdl. Genehmigung).



5



Gewinnung von Sand und Kies
und Naturschutz

Mit jeder Rohstoffgewinnung sind teils erhebliche Eingriffe in die Umwelt und Belastungen der Verkehrsinfrastruktur verbunden. Die Zulassung von Rohstoffgewinnungsvorhaben ist daher heute in allen Ländern an eine Vielzahl von umwelt- und naturschutzrechtlichen Gesetzen geknüpft. Zu diesen Gesetzen zählen in Deutschland beispielsweise das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) oder auch die zahlreichen landesrechtlichen Ausgestaltungen der Rahmengesetze des Bundes.

Noch in den 1950er und 1960er Jahren stieß die Nachnutzung von Rohstoffgewinnungsflächen dagegen auf wenig Interesse, es gab die meisten der o. g. Gesetze noch nicht und allein im Vordergrund stand die Gewinnung von mineralischen Rohstoffen für den Wiederaufbau Deutschlands. Aufgelassene Steinbrüche, Kiesgruben und teils auch Baggerseen wurden meist mit Bauschutt oder Müll verfüllt, nur selten vollständig rekultiviert und fast nie renaturiert. In den 1970er und 1980er Jahren änderte sich das Interesse an den Folgen der Rohstoffgewinnung, jedoch zuerst in

der Bevölkerung, die die wilde Verfüllung ablehnte, und nicht bei den Abbaubetrieben. In Folge dessen erhielt die Steine- und Erden-Industrie ein negatives Image, mit dem sie auch heute, Jahrzehnte später, zum Teil noch zu kämpfen hat.

Erst in den 1990er Jahren reagierten die Abbaubetriebe und stellten bei den Untersuchungen in ihren Gewinnungsstellen fest, dass ausgerechnet dort sehr viele bedrohte Arten zu finden sind. In unserem intensiv bewirtschafteten Land sind natürliche und ursprüngliche Lebensräume, wie Uferbänke, Steilhänge, Rohböden, Tümpel und Teiche oder auch nur Hecken bis auf wenige Ausnahmen verschwunden. Die dort ehemals verbreiteten Tier- und Pflanzenarten finden nun in den ehemaligen, aber auch in aktiven Rohstoffgewinnungsstellen hochwertige Rückzugsgebiete und können dort überleben. Inzwischen hat sich daher auch bei den Naturschutzbehörden und -verbänden die Erkenntnis durchgesetzt, dass fast jedes Rohstoffgewinnungsvorhaben einerseits mit Belastungen der Umwelt verbunden ist, andererseits aber gerade im Zuge der Nachnutzungsplanung erhebliches positives Potenzial für die Natur und Umwelt besteht. Dieser Erkenntnis hat vor allem der Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU) bzw. in Bayern der Landesbund für



Die 34 unterschiedlich großen und sich in verschiedenen Sukzessionsstadien befindlichen Weiherr im Vogelschutzgebiet „Moselau bei Nennig“ entstanden alle durch Auskiesung und sind heute ein bedeutendes FFH-Gebiet, Foto: BGR.

Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV) zusammen mit den Industrieverbänden der Steine- und Erden-Industrie sowie regional auch weiteren Partnern durch gemeinsame Erklärungen zur nachhaltigen Rohstoffnutzung bzw. zur Sicherung und Förderung der biologischen Vielfalt in Gewinnungsstellen in Baden-Württemberg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Bayern, Hessen und dem Saarland Rechnung getragen. Aber auch in den anderen Bundesländern und mit anderen Naturschutzorganisationen gibt es zahlreiche Kooperationsprojekte und zudem sehr viele gemeinsame Einzelprojekte auf Unternehmensebene.

Auf den positiven Beitrag der Rohstoffgewinnung zur Erhaltung der Biodiversität hat ausdrücklich auch die Europäische Kommission (2012) aufmerksam gemacht und eine Rohstoffgewinnung selbst in Natura-2000-Flächen (FFH- und EU-Vogelschutzgebiete) nicht kategorisch ausgeschlossen.

Nicht gemeinsam lösbare Herausforderungen im Umweltschutzbereich bei der Genehmigung von Abbauflächen sind in Deutschland mittlerweile sehr selten geworden. Die Probleme liegen heute dagegen zumeist in Beeinträchtigungen durch Lärm und Staub aufgrund der unvermeidlichen Verkehrsbelastung durch die Lkw-Transporte. Mit der zurückgehenden Bereitschaft zur Ausweisung von neuen und Erweiterungsflächen für eine weiterhin dezentrale Rohstoffgewinnung wird sich diese Belastung noch stärker regional konzentrieren und durch längere Transportwege sogar weiter zunehmen (s. Kapitel 6).

Im Folgenden sollen einige bundesweit herausragende, aber auch typische Beispiele der Nachnutzung von Sand- und Kiesgewinnungsflächen zum Wohle von Natur und Umwelt vorgestellt werden. Inzwischen kann aber fast jedes Abbauunternehmen ähnliche Erfolge aufweisen.

In den 1960er Jahren begann zwischen den saarländischen Gemeinden Besch und Nennig, direkt an der Grenze zu Luxemburg, die Auskiesung der dort nur 4,5 m mächtigen Niederterrasse der Mosel. Durch die relativ geringe Kiessandmächtigkeit, aber den gleichzeitig großen Rohstoffbedarf des Saarlands wie auch des angrenzenden Luxemburgs, entstanden hier auf über 100 ha Fläche mittlerweile 34 kleine Baggerseen bzw. Weiher. Viele der Weiher sind an Angelvereine

verpachtet, andere werden vom NABU bzw. der NABU-Stiftung Saarländisches Naturerbe betreut.

Im Rahmen der Richtlinie 92/43/EWG des Rats der Europäischen Gemeinschaften vom 22.7.1992 (FFH-Richtlinie) meldete das Saarland 127 verschiedene Natura 2000-Gebiete, darunter auch das FFH-Gebiet 6404-303 „Moselau bei Nennig“. Bei diesem rund 189 ha großen FFH- und Vogel-schutzgebiet handelt es sich um die Talweitung der Mosel (ohne den Fluss) mit durch den Ausbau des Fließgewässers zur Schifffahrtsstraße entstandenen Altarmen sowie Kiesabbaugewässern in verschiedenen Alters- und Sukzessionsstadien, Auwäldern sowie Grünland und Ackerflächen. Den größten Teil des FFH-Gebietes nehmen dabei die Weiherflächen ein, die alle durch die Kiesgewinnung entstanden sind.

Biotopkartierungen im FFH-Gebiet wiesen mittlerweile über 500 Farn- und Pflanzenarten, zahlreiche Amphibien-, Reptilien-, Fisch-, Fledermaus-, Schmetterlings- und Heuschreckenarten, wichtiger aber noch 39 Libellenarten, 113 Laufkäferarten (davon 23 im Bestand gefährdet und zwei erstmalig nachgewiesen) sowie 206 Vogelarten nach. Von diesen Vogelarten sind in Deutschland

- 16 vom Aussterben bedroht (Rote Liste Kategorie 1: Moorente, Ohrentaucher, Kornweihe, Goldregenpfeifer, Sandregenpfeifer, Großer Brachvogel, Uferschnepfe, Bekassine, Bruchwasserläufer, Kampfläufer, Alpenstrandläufer, Raubseeschwalbe, Trauerseeschwalbe, Brandseeschwalbe, Küstenseeschwalbe, Steinschmätzer)
- 15 stark gefährdet (Rote Liste Kategorie 2: Knäkente, Rebhuhn, Zwergdommel, Nachtreiher, Wiesenweihe, Kiebitz, Flussuferläufer, Steinwälder, Flusseeeschwalbe, Turteltaube, Wendehals, Grauspecht, Raubwürger, Braunkehlchen, Wiesenpieper)
- 18 gefährdet (Rote Liste Kategorie 3: Krickente, Spießente, Löffelente, Rohrdommel, Weißstorch, Fischadler, Wespenbussard, Baumfalke, Rotschenkel, Feldlerche, Rauchschnalbe, Mehlschnalbe, Feldschwirl, Star, Trauerschnäpper, Baumpieper, Bluthänfling, Ortolan)
- acht extrem selten (Rote Liste Kategorie R: Singschwan, Pfeifente, Bergente, Purpurreiher, Zwergmöwe, Steppenmöwe, Weißbart-Seeschwalbe, Trauerbachstelze) und

- 16 stehen auf der Vorwarnliste der Rote Liste Deutschland.

Insgesamt 47 Vogelarten finden sich im Anhang I der Vogelschutzrichtlinie der EU – für ihren Schutz müssen europaweit besondere Maßnahmen ergriffen werden.

Das größtenteils durch Auskiesung entstandene FFH- und EU-Vogelschutzgebiet „Moselau bei Nennig“ stellt mit seiner Vielzahl an vom Aussterben bedrohten und in ihrem Bestand stark gefährdeten Tier- und Pflanzenarten damit ein Paradebeispiel für die positive Folgenutzung für die Natur und Umwelt von Rohstoffgewinnungsvorhaben dar. Es ist möglicherweise sogar das Bedeutendste durch Rohstoffgewinnung entstandene FFH-Gebiet Deutschlands.

Weitflächige und zudem auch gut vom Menschen erlebbare hochwertige Lebensräume für Flora und Fauna werden seit einigen Jahren auch in Oberfranken geschaffen. Der Landkreis Bamberg, das Wasserwirtschaftsamt Kronach und die interessierten Abbaunternehmen setzten hier schon sehr frühzeitig und konsequent den Gedanken des im Jahr 2017 verabschiedeten Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“ (Homepage: <https://www.blaues-band.bund.de>) (s. Kapitel 6), einer gemeinsamen Initiative von Bundesverkehrs- und Bundesumweltministerium, um. Ziel dieses Bundesprogramms ist es, die Wasserstraßen wieder naturnäher zu gestalten, attraktive Flusslandschaften für Freizeit und Erholung zu schaffen und damit gleichzeitig einen nachhaltigen Wassertourismus zu ermöglichen. Im Landkreis Bamberg wird dazu der begradigte Main um mehrere Mainschleifen erweitert, wie sie früher überall an allen Flüssen existierten. Auf diese Weise entsteht eine Aue-landschaft aus zweiter Hand, während zugleich ausreichend Rohstoff für eine mittelfristige Fortsetzung der Kiessandproduktion anfällt. Nutzer des Main-Radfernweges haben schon jetzt die Gelegenheit, sich im Landkreis Bamberg in mehreren Auskiesungsgebieten über viele Kilometer an „unberührter Natur“, jedoch aus zweiter Hand, zu erfreuen.

Östlich der Stadt Calbe in Sachsen-Anhalt, unweit der dort noch naturnah mäandrierenden Saale, ist nach der politischen Wende auf der grünen Wiese, bzw. inmitten einer intensiv genutzten Agrarlandschaft, ein großes Baustoffzentrum entstanden.



Seit 140 Jahren gewinnt das Familienunternehmen Porzner Steine & Erden GmbH bei Zapfendorf die hier rund 5 m mächtigen Kiessande des Mains. Die Abbaustellen liegen im 810 ha großen FFH-Gebiet 5931-374 „Maintal von Staffelstein bis Hallstadt“ und zugleich im 1.513 ha großem EU-Vogelschutzgebiet 5931-471.01 „Täler von Oberem Main, Unterer Rodach und Steinach“. Hier brüten Blaukehlchen, Rohrweihe, Eisvogel, Beutelmeise und Pirol, zudem Flussuferläufer und Flussregenpfeiffer. An geschützten Arten finden sich der Biber, die Groppe, der Dunkle und der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling sowie die Grüne Flussjungfer, Foto: BGR.

Auf über 900 ha Fläche darf hier die SCHWENK Baustoffgruppe in zwei Kieswerken, Schwarz und Trabit, die bis zu 14 m mächtigen Kiessande gewinnen. Insgesamt werden in diesem Gebiet einmal mindestens neun Seen entstehen, die vollständig dem Naturschutz gewidmet werden. Ähnlich wie andere große Abbaunternehmen in Deutschland beschäftigt auch die SCHWENK Baustoffgruppe eine Landschaftsökologin, die die Abbaustellen und Projekte des Unternehmens betreut und als Ansprechpartnerin für Naturschutzverbände und Genehmigungsbehörden zur Verfügung steht. Bei ihren regelmäßigen Begehungen des weiten Abbagebietes konnten mittlerweile verschiedene, vom Aussterben bedrohte Pflanzen-, Vogel- und Insektenarten nachgewiesen werden:

Die Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*), eine Heuschreckenart, besiedelt warme und trockene, offene Flächen, wie z. B. Sand- und Kiesbänke entlang von Flussläufen, Truppenübungsplätze oder Bahn-, Zechen- und Industriegelände. Dabei wird sandiger Grund mit geringem Pflanzenbewuchs bevorzugt. Wenn die Flächen zuwachsen, verschwindet die Art allmählich. Die Blauflügelige Sandschrecke kommt auch auf den Rohkiesflächen bei Calbe vor. Sie ist eine stark gefährdete Rote-Liste-Art nach Kategorie 2.

Auf den gleichen Sukzessionsflächen bei Calbe findet sich auch die Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*), eine gefährdete Rote-Liste-Art nach Kategorie 3. Die Sand-Strohblume bevorzugt trockene, lockere und sandige Böden an warmen Standorten. Sie erreicht meist Wuchshöhen zwischen 10 und 30 cm, besitzt einen aromatischen Duft und ist auf Sandfluren, Dünen und in trockenen Kiefernwäldern zu finden.

Zu den auf den Abbaugeländen bei Calbe nachgewiesenen, stark gefährdeten und teils sogar vom Aussterben bedrohten Vogelarten gehören die

- Beutelmeise (*Remiz pendulinus*), die ausschließlich an Gewässern und Sumpfbereichen zu finden ist. Dort baut sie in Laubbäumen ihr Nest. Außerhalb der Brutzeit ist sie vor allem in Röhrichtern und in Büschen anzutreffen. Da sich der Brutbestand der Beutelmeise innerhalb weniger Jahre halbiert hat, wurde sie in die Rote Liste der Brutvögel Deutschlands in die Kategorie 1 gestellt und gilt als vom Aussterben bedroht.
- Haubenlerche (*Galerida cristata*). Auch diese Art ist bei uns nur noch selten und lokal verbreitet, da ihre bevorzugten Lebensräume immer weniger werden. Sie mag trockene, offene, vegetationsarme Landschaften, gehört zu den Bodenbrütern und baut ihr Nest in einer Bodenmulde.
- Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*). Dieser in Deutschland ebenfalls stark gefährdete Vogel bevorzugt als Bruthabitat möglichst vegetationsfreie Sand- und Kiesbänke. Sie ist ein eleganter Flieger, die ihre Beute vor allem durch Stoßtauchen aus dem Wasser fischt. Da diese Art zu den Zugvögeln gehört, brechen sie im Herbst in ihre Winterquartiere in West- und Südafrika auf.

Südlich Memmingen liegt mit dem Daraster-Wolfertschwender Schotterfeld eine der bedeutendsten Kieslagerstätten des Allgäus. Teils seit Ende der 1950er Jahre sind hier mittlerweile sechs verschiedene Unternehmen in rund 20 Trockenkiesgruben aktiv. Die Unternehmen müssen bei der Auskiesung 3 m Abstand zum Grundwasserspiegel halten und die Gruben dürfen nach Auskiesung auch nicht verfüllt werden, sondern kommen als extensive Grünlandflächen dem Naturschutz zu Gute. Zudem sind viele Gruben über Jahre nicht in Betrieb, so dass sich hier vielerorts "Natur auf Zeit"

entwickelt hat. Hierunter versteht man die Möglichkeit, dass sich auf einer Fläche durch Nutzung, natürliche Sukzession oder Pflege der Zustand von Natur und Landschaft aus Naturschutzperspektive zeitweise positiv verändert, diese Veränderung unter bestimmten Voraussetzungen aber auch wieder beseitigt werden darf.

Im Hans Hebel Kieswerk Darast wurde bei Untersuchungen festgestellt, dass sich so auf einer schon vor Jahren ausgekieseten und derzeit nicht weiter benötigten Abbaufäche sowohl der Neuntöter (*Lanius collurio*), die Goldammer (*Emberiza citrinella*), der Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*), aber auch die in Deutschland nach Bundesartenschutzverordnung und Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) „streng geschützte“ Uferschwalbe (*Riparia riparia*) angesiedelt haben.



Die Blauflügelige Sandschrecke ist ihrem neuen Lebensraum im Kieswerk Trabititz perfekt angepasst, Foto: Nadine Oertel; SCHWENK Sand & Kies Nord (mit frdl. Genehmigung).



Flusseeeschwalben am Ufer des Baggersees des KW Schwarz, Foto: Uwe Wietschke; Staatliche Vogelschutzwarte Steckby (mit frdl. Genehmigung).

Der ehemalige Baggersee Erlache in Südhessen wurde unter Anlage ausgedehnter Flachwasserzonen renaturiert, die heute Heimat zahlreicher seltener Wasserpflanzen-, Vogel-, Amphibien- und Libellenarten sind, Foto: Wolfgang Rohr (mit frdl. Genehmigung).

Zudem wurden die nach BNatSchG ebenfalls „streng geschützte“ Zauneidechse (*Lacerta agilis*) und die vom Aussterben bedrohte Kreuzkröte (*Epidalea calamita*) nachgewiesen.

Im Kühlsee, einem rund 85 ha großen Baggersee zwischen Iffezheim und Sandweier nahe Baden-Baden, wurde für eine Abbauerweiterung vor einigen Jahren unter anderem ein rund 1,5 ha großer, ausgedehnter Flachwasserbereich angelegt. Die Planung und Umsetzung der Maßnahme erfolgte in Abstimmung mit der Unteren Naturschutzbehörde. Aufgrund der hohen naturschutzfachlichen Wertigkeit ist die neugeschaffene Biotopfläche als Bestandteil in das unmittelbar angrenzende, schon einige Jahre zuvor ausgewiesene Naturschutzgebiet (NSG) „Sandheiden und Dünen bei Sandweier und Iffezheim“ aufgenommen worden. Das knapp 241 ha große Areal des NSG gilt als eines der bedeutendsten Sandgebiete Baden-Württembergs. In dem Lebensraum seltener und geschützter Tier- und Pflanzenarten werden Beweidungsmaßnahmen mit Ziegen und Schafen umgesetzt, die zur Erhaltung der Sandrasen-Lebensräume beitragen. Mit der Beweidung ohne Zufütterung werden dem Gebiet nicht erwünschte Nährstoffe entzogen, womit die Entwicklung niedrigwüchsiger, auf Sandböden spezialisierter Pflanzen gefördert wird. Mit Integration der Flachwasserzone in die Kulisse des Naturschutzgebietes wird die Lebensraum- und Strukturvielfalt mit dem Nebeneinan-



der von Trocken- und aquatischen Lebensräumen nochmals erhöht. So bieten die Flachwasserzone und die angrenzenden sandig-kiesigen Uferbereiche, Kiesbänke, Steilabbrüche und Böschungen mit Sandrasen einen Lebensraum für seltene und geschützte Tier- und Pflanzenarten der Kiesgruben mit günstigen Lebensbedingungen für Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*), Uferschwalbe (*Riparia riparia*), Wechselkröte (*Bufo viridis*), Grüne Strand- schrecke (*Aiolopus thalassinus*) und Wasserpflanzen wie Armleuchteralgen (*Characeae*).



Alle Flachwasserzonen des östlichen Ufers des in Ausbaggerung befindlichen „Kühlsees“ sind Bestandteile des Naturschutzgebietes „Sandheiden und Dünen bei Sandweier und Iffezheim, Foto: BGR.



Die Wechselkröte ist nicht nur in Baden-Württemberg stark gefährdet (Rote Liste Kategorie 2) und deswegen in ganz Mitteleuropa eine streng geschützte Amphibienart, Foto: Oliver Fox, UVMB (mit frdl. Genehmigung).



Südwestlich der Stadt Bensheim, in Südhessen, wird seit 1974 Kiessand abgebaut, zuerst für den Ausbau der A5, seitdem zur Versorgung regionaler Transportbetonwerke. Der dadurch entstandene Baggersee, die Erlache, wurde in einer Kooperation zwischen dem Grundeigentümer, der Stadt Bensheim und dem Abbauunternehmen, der Wolfgang Rohr GmbH & Co. KG, bereits früh renaturiert. Vorrangiges Ziel war auf Teilflächen von 3 – 4 ha Gesamtgröße die Schaffung ausgedehnter Flachwasserzonen, in der gefährdete Pflanzenarten, wie die Seekanne, die Wasserfeder, die Faden-Segge, die Weiße Seerose oder der Zungen-Hahnenfuß angesiedelt werden sollten. Bald waren es nicht nur über 70 weitere Pflanzenarten, die hier ein neues Zuhause fanden, sondern auch zahlreiche Vogel-, Amphibien- und über 20 Libellenarten. Viele dieser Tier- und Pflanzenarten sind geschützt und teils vom Aussterben bedroht. So brüten an der Erlache der Rot- und Schwarzmilan, die Rohrweihe, Baum- und Wanderfalken, Neuntöter, Pirol, Eisvögel, Haubentaucher und viele andere. Im Jahr 2000 wurde die Erlache mitsamt der umgrenzenden Erlenbruchwälder und Weidenbestände, Grünland und Röhrichtgürtel als 47,4 ha großes Naturschutzgebiet „Erlache bei Bensheim“ ausgewiesen. Im Jahr 2007 folgte durch das Land Hessen die Einbeziehung der Erlache bei der



Inmitten des Daraster Schotterfeldes und seinen zahlreichen Trockenkiesgruben hat sich in nicht genutzten Grubenteilen „Natur auf Zeit“ eingestellt, so wie hier im Hans Hebel Kieswerk Darast auch die streng geschützte Uferschwalbe, Zauneidechse und Kreuzkröte, Foto: SCHWENK Baustoffgruppe (mit frdl. Genehmigung).



Das Naturschutzzentrum Bergstraße liegt am ehemaligen Baggersee Erlache, der im Jahr 2000 erst als Naturschutzgebiet und im Jahr 2007 dann als Teil eines EU-Vogelschutzgebiets ausgewiesen wurde, Foto: Wolfgang Rohr (mit frdl. Genehmigung).

Meldung des insgesamt 2.803 ha großen Vogelschutzgebiets „Hessische Altneckarschlingen“ (FFH-Gebiet) an die EU. An der Erlache liegt auch das Naturschutzzentrum Bergstraße (NZZ), eine umweltpädagogische Station des UNESCO Geoparks Bergstraße-Odenwald. Kommunale Träger, wie der Kreis Bergstraße und die Stadt Bensheim, kooperieren hier u. a. mit mehreren Naturschutzverbänden, wie der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen e. V. (BVNH) und dem Naturschutzbund (NABU) Deutschland, Landesverband Hessen e. V.



Das KW Hohensaaten der Sand + Kies Union GmbH Berlin-Brandenburg (SKBB) liegt direkt an der Oder, abseits von Dörfern und lärmenden Badegästen. Auf dem Abbaugelände finden sich daher nicht nur große Populationen der nach Bundesnaturschutzgesetz streng geschützten Zauneidechse und des Bibers, sondern in den ausgedehnten Flachwasserzonen des Baggersees auch zahlreiche Amphibien und Wasservögel, Foto: BGR.




In allen größeren Kieswerken werden die Gesteinskörnungen gewaschen und dadurch weitgehend von abschlämmbaren Bestandteilen befreit. Das Brauchwasser wird mit den Feianteilen in bereits ausgekieste Areale des Baggersees oder in Waschschlammecken gepumpt, wo sich die Feianteile absetzen, oder wie hier im osthessischen KW Bebra, ausgedehnte Flachwasserzonen bilden. Diese sich ständig in der Lage verändernden Sedimentationsbereiche ähneln natürlichen Flussmäandern. Sie bilden den natürlichen Lebensraum von Watvögeln, wie dem Flussregenpfeifer, Vogel des Jahres 1993, Foto: Helmut Beisheim GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).



Auf einer durch Einspülung von Feinsand und abschlämmbaren Bestandteilen in einen der Baggerseen des KW Leubingen in Thüringen entstandenen Flachwasserzone tummeln sich Graugänse, Lachmöwen und Graureiher. Aber auch die in Deutschland stark gefährdeten Kiebitze (Rote-Liste-Kategorie 2) sind hier vertreten, Foto: BGR.



Seit dem Jahr 2009 wird im Stadtwald von Radolfzell am Bodensee auch im Nassen Kies gefördert. In den ausgedehnten Flachwasserzonen des dabei entstandenen Baggersees sowie in den angrenzenden Tümpeln und Pfützen sind die nach BNatSchG streng geschützten Amphibienarten Gelbbauchunke, Kreuzkröte, Laubfrosch, Springfrosch und Kammmolch sowie die nach BNatSchG besonders geschützten Arten Erdkröte, Teichfrosch, Grasfrosch, Bergmolch und Teichmolch nachgewiesen worden, Foto: BGR.



In fast allen Kieswerken mit Baggerseen und größerer Abraummächtigkeit und zudem in meist großen Kolonien ist die Uferschwalbe (*Riparia riparia*), eine nach Bundesartenschutzverordnung und nach Bundesnaturschutzgesetz „streng geschützte“ Vogelart zu finden. Die Uferschwalbe benötigt lehmige Steilufer oder Abbruchkanten zur Anlage ihrer Brutröhren. Da natürliche Flussufer in unserer Kulturlandschaft kaum noch zu finden sind, nutzt sie gerne alternativ die südexponierten Steilwände aus Löß, Auelehm oder lockerem Geschiebelehm in Kiesgruben. Von dort aus starten die Vögel zu ihren sehr niedrigen und bis 50 km/h schnellen Flügen über dem Wasser, wo sie nach Insekten schnappen.

Typische Brutröhren einer Uferschwalbenkolonie, wie sie mittlerweile in den meisten Kieswerken in Deutschland zu finden sind, Foto: Oliver Fox, UVMB (mit frdl. Genehmigung).

6

Gibt es noch genug?

Deutschland ist eines der bedeutendsten Industrieländer der Welt und damit auch einer der weltgrößten Nutzer von mineralischen Rohstoffen und Energierohstoffen. Jeder nicht nachwachsende Rohstoff, den die deutsche Industrie benötigt, muss entweder aus Lagerstätten in Deutschland abgebaut, aus Sekundärmaterial zurückgewonnen oder aus dem Ausland importiert werden.

Deutschland verfügt aus geologischen Gründen über sehr große Sand- und Kiesvorkommen, die den Bedarf der deutschen Bauindustrie vollumfänglich decken. Im Saarland finden sich Kiessandvorkommen, die vor rund 250 Mio. Jahren in ehemaligen Wüsten entstanden. In Bayern stehen Kiessande aus dem Hebungszeitraum der Alpen und in Ostfriesland hochwertige Bausande aus Küsten einer Ur-Nordsee in Abbau. In Thüringen und Sachsen schütteten Flüsse aus dem Erzgebirge bzw. in Nordrhein-Westfalen der Rhein und die Maas schon vor Jahrmillionen bedeutende Schotterterrassen auf. Die meisten Kiessandlagerstätten in Deutschland entstanden jedoch während der letzten Eiszeiten durch Antransport von Gesteinschutt durch Gletscher und dessen weiterer Zerkleinerung und Weitertransport in Flüssen. So liegen heute die größten Kiessandvorkommen im Alpenvorland („Münchner Schotterebene“), im Allgäu, im Oberrheingraben sowie in den Tälern unserer Flüsse, wie Elbe, Rhein, Donau, Weser und Main. Auch in Nord- und Mitteldeutschland hinterließ das skandinavische Inlandeis riesige Mengen an Sand und Kies, deren Mächtigkeit vielerorts mehrere Zehner Meter erreicht.

Allein die Elbtalglazialwanne enthält geologische Vorräte von rund 350 Mrd. t Kiessand und der deutsche Teil der oberrheinischen Tiefebene von über 500 Mrd. t. Kiessand. Die geologischen Vorräte an Kiessand in ganz Deutschland reichen also zur Deckung des Bedarfs für viele Jahrtausende, wenn nicht sogar Jahrzehntausende.

Können wir uns also beruhigt zurücklehnen, weil es für die kommenden Generationen ausreichend Vorkommen von Sand und Kies in Deutschland gibt? Nicht ganz, denn längst nicht auf alle diese potenziellen Vorkommen kann die Rohstoffindustrie zurückgreifen. Zahlreiche konkurrierende Nutzungen, wie Wasserschutz-, Naturschutz-, Landschaftsschutz-, Flora-Fauna-Habitat-, Natura 2000- und andere Schutzgebiete und natürlich Wohngebiete, Straßen und Eisenbahnlinien

fordern auch ihre Berechtigung und müssen im Raumplanungsprozess abgewogen werden. Dazu kommen aber noch weitere Herausforderungen, der sich die Sand- und Kiesindustrie zunehmend stellen muss:

Flächendruck

Deutschland erstreckte sich Ende 2020 über eine Fläche von 357.587,16 km² (35.758.716 ha), von denen 50,6 % landwirtschaftliche Nutzflächen, 31,0 % Wald und Gehölze, 5,1 % Verkehrsflächen, 3,9 % Wohnbauflächen, 2,8 % Industrie- und Gewerbeflächen, 2,3 % Gewässer und 4,3 % sonstige Flächen waren, zu denen auch 0,04 % Abbauflächen (148.588 ha) zählten. Neue Kiesabbauflächen können nur auf landwirtschaftlichen Nutzflächen oder untergeordnet in Waldgebieten entstehen, um die allerdings eine große Nutzungskonkurrenz herrscht. Nicht nur die ansässigen Landwirte bemühen sich um möglichst große Eigen- und Pachtflächen, teils auch überregional, sondern auch Landwirte aus anderen EU-Ländern, Agrargenossenschaften, Entwicklungsgesellschaften, Großinvestoren aus der Industrie und Privatinvestoren aus den Städten. Dazu werden Ausgleichsflächen nicht nur von Rohstoffgewinnungsunternehmen, sondern in viel größerem Umfang auch von den Kommunen und den Ländern für regionale Infrastrukturmaßnahmen benötigt. Ein besonders geringes Interesse, landwirtschaftliche Nutzflächen für eine Kiesgewinnung zur Verfügung zu stellen, herrscht in Regionen mit vielen Biogasanlagen oder mit guten Böden für den Speisekartoffel-, Obst- und Gemüseanbau. Zukünftig wird auch die zunehmende Ausweisung von Flächen für die Gewinnung von Energie aus alternativen Quellen (Windkraft, Solar) den bereits bestehenden Flächendruck noch verschärfen. In Zeiten niedriger Zinsen bestand zudem auch seitens ansonsten verkaufswilliger Landwirte keinerlei Interesse, Grundstücke zu veräußern.

Die Folgen dieses seit einigen Jahren besonders stark steigenden Flächendrucks belasten die Sand- und Kiesindustrie in einigen Regionen Deutschlands stark. Während in den meisten neuen Bundesländern noch ausreichend Abbau land erworben werden kann bzw. aufgrund rechtlicher Vorgaben auf Bergwerkseigentumsflächen zur Verfügung gestellt werden muss, stellen besonders Abbauunternehmen in Bayern und



Ein Beispiel guter Praxis: Bei Oering im Kreis Segeberg in Schleswig-Holstein darf diese Kiessandgrube nass ausgekieset und danach unterhalb des Grundwasserspiegels mit unbelastetem Abraum und oberhalb des Grundwasserspiegels auch mit unbelastetem Fremdmaterial verfüllt werden. Eine landwirtschaftliche Nachnutzung ist dennoch auch in diesem Landkreis verboten – eine Renaturierung zum Wohle von Natur und Landschaft auch hier vorgeschrieben, Foto: BGR.

Schleswig-Holstein eine drastisch zurückgehende Verkaufsbereitschaft der Landwirte fest. Regional wird in diesen beiden Bundesländern gar kein Ackerland mehr verkauft, egal welcher Preis geboten wird. In allen Bundesländern sind zudem die Preise für Abbauland stark gestiegen, besonders hoch sind sie in Teilen Südbayerns.

Da die für eine Rohstoffgewinnung zur Verfügung stehende Gesamtfläche Deutschlands nicht vermehrbar ist und zudem alle potenziellen Kies- und Sandlagerstätten ortsgebunden sind, wird sich der Konflikt um die noch verfügbaren Abbauflächen nicht von alleine lösen. Eine zumindest in einigen Fällen und bei allseits gutem Willen auch mögliche Erleichterung bestände in der vermehrten Rekultivierung ausgekieseter Flächen mit dem Ziel einer erneuten landwirtschaftlichen Nutzung. In Deutschland ist derzeit für fast alle Gewinnungsstellen nach Beendigung des Abbaus eine Renaturierung zum Wohle von Natur und Landschaft vorgeschrieben (s. Kapitel 5). Neben den Tausenden von bereits renaturierten ehemaligen Kies- und Sandgewinnungsstellen werden auf diese Weise in den kommenden Jahrzehnten über 2.500 weitere, sich derzeit noch in der Auskiesung befindliche

Baggerseen und Gruben hinzukommen. Mehr von ihnen als heute könnten unterhalb des Grundwasserspiegels ausschließlich mit grubeneigenem unbelastetem Abraum und oberhalb des Grundwasserspiegels auch mit unbelastetem Fremdboden verfüllt und anschließend dann erneut landwirtschaftlich genutzt werden. In einigen Regionen Deutschlands, wo Landwirte eine landwirtschaftliche Nachnutzung als Bedingung in ihren Vorverkaufsverträgen festgeschrieben haben, wurde dies von den Genehmigungsbehörden – wenn auch widerwillig – so auch akzeptiert.

Dauer von Genehmigungsverfahren

Unternehmen berichten über immer längere und aufwändigere Genehmigungsverfahren. Reichte in den 1960er Jahren häufig noch ein kurzes Informationsschreiben an den Bürgermeister, dass eine Kiesgrube eröffnet werden sollte, waren die notwendigen Antragsunterlagen Anfang der 2000er Jahre auf mehrere Aktenordner in bis zu 30 Exemplaren angeschwollen. Dieser Umfang hat bis heute nicht abgenommen, sich dafür die Genehmigungsverfahrensdauer von durchschnitt-

lich ein bis drei Jahren Anfang der 2000er Jahre auf heute meist drei bis zehn Jahre verlängert. Rekordlängen für Genehmigungsverfahren in Deutschland überschreiten sogar 20 Jahre. Abgesehen von solchen Ausnahmefällen liegen die Gründe für die immer längeren Genehmigungsverfahrensdauern nach Unternehmensaussagen (frdl. mdl. Mitt.) vor allem im Personalmangel in den Genehmigungsbehörden, den dort während der teils langen Genehmigungsdauern immer wieder neuen Bearbeitern sowie der steigenden Anzahl von zu bearbeitenden Einsprüchen gegen einmal getroffene Entscheidungen.

Bedarfsplanung innerhalb der Regionalplanung

Das Prinzip der Regionalplanung in Deutschland sieht unter anderem vor, dass in einem Planungsgebiet über einen Planungszeitraum, meist die kommenden 20 Jahre (in Bayern und Sachsen auch bis zu 30 Jahre), eine bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft mit allen benötigten Gütern (z. B. Wasser, Strom, Lebensmittel, aber auch mineralische Rohstoffe) sichergestellt werden soll. Hierbei wird angenommen, dass um eine übermäßige, den wirtschaftlichen Bedarf übersteigende Rohstoffgewinnung und Flächeninanspruchnahme zu verhindern, eine Ordnung der Rohstoffgewinnung durch die Raumplanung erforderlich ist. In allen Bundesländern sind die Rohstoffgewinnungsunternehmen daher, so sie nicht über Bergwerkseigentumsflächen verfügen,



Eines von sehr vielen Beispielen aus ganz Deutschland: Da die im Jahr 2011 beantragte Genehmigung für eine Erweiterung aussteht, hat die GP Alster Kies GmbH die Produktion in ihrem schleswig-holsteinischen KW Bark vorsichtshalber um ein Drittel reduziert, Foto: BGR.

von der rechtzeitigen Ausweisung ausreichender und geeigneter Rohstoffgewinnungsflächen in den Regionalplänen abhängig. Die deutschen Abbaunternehmen scheuen dabei fast immer ein teures und ergebnisoffenes Zielabweichungsverfahren, das ihnen nach Raumordnungsgesetz (ROG) zusteht und im Erfolgsfall erlauben würde, auch auf nicht im Regionalplan dafür vorgesehenen Flächen einen Rohstoffabbau zu beginnen.

Von der verzögerten Bearbeitung von Genehmigungsanträgen (s. o.) sind aber in gleichem Umfang auch die Überarbeitung bzw. Aufstellung von Regionalplänen betroffen. Hierdurch kommt es in Teilen Deutschlands regelmäßig zur nicht rechtzeitigen Ausweisung neuer Rohstoffgewinnungsflächen. Die Abbaunternehmen reagieren hierauf meist sehr frühzeitig durch Drosselung ihrer Produktion, die dann häufig über mehrere Jahre zur Einschränkung der nachgelagerten Versorgungskette und zumeist auch deutlich erhöhten Abgabepreisen für Sand und Kies führen. In diesem Zusammenhang ist es den mittelständischen und meist familiengeführten Abbaunternehmen viel wichtiger, die Produktion zum Fortbestehen des Familienbetriebes auf niedrigem Niveau aufrecht zu erhalten, als in diesem kritischen Zeitraum neue Kunden zu gewinnen oder sich an Ausschreibungen für lokale Baustellen zu beteiligen.

Sehr ähnlich trifft dies aber auch auf den Regelbetrieb zu. Die mittelständischen Familienbetriebe haben kein Interesse, die ihnen genehmigten Abbaflächen mit stets endlichen Vorräten schnell auszukieseln. Die Freude über eine schnelle Gewinnmaximierung aufgrund der Versorgung eines neuen Großkunden oder von lokalen Großbauvorhaben verschwindet nur allzu schnell, wenn dadurch die Lagerstätte viel schneller ausgekieselt ist und weitere Abbaflächen nicht zur Verfügung stehen.

Die Annahme einer möglichen „den wirtschaftlichen Bedarf übersteigenden Rohstoffgewinnung“ in der Regionalplanung trifft nicht zu. Kein Quadratmeter Parkplatz und kein Gebäude wird zusätzlich gebaut, weil in einem benachbarten Kieswerk überschüssige Kies- oder Sandsorten bereitliegen. Die deutsche Steine- und Erden-Industrie ist in ihrer Gesamtheit ein bedarfsdeckender und kein bedarfsweckender Wirtschaftszweig.

Zu hinterfragen ist bei der Ausweisung von Abbauflächen in der Regionalplanung auch die Betrachtung ausschließlich der Planungsregion und nicht des konkreten wirklichen Versorgungsraums. Zwar wurden nach Untersuchungen des Bundesverbands Baustoffe – Steine und Erden e.V. (bbs) im Jahr 2018 in 82 % der Fälle Sande und Kiese in Deutschland per Lkw und diese über eine durchschnittliche Distanz von rund 30 km abgesetzt, aber dies betrifft nur einen Anteil von 39 % der gesamten Transportleistung. Der Rest verteilt sich zu gleichen Teilen auf Binnenschiffe und die Bahn, wobei der Bahnanteil in den nächsten Jahren noch zunehmen wird (s. u.). Auch der Schüttgutabtransport per Lkw findet nicht nur innerhalb der Planungsregionen statt. Zudem müssen regelmäßig aus einzelnen Planungsregionen auch weiter entfernt gelegene Wirtschaftsräume mitversorgt werden, in denen aus geologischen Gründen gar keine Sand- und Kieslagerstätten zu finden sind. Ähnliches trifft auch auf unsere anderen heimischen Rohstoffe, wie z. B. Kaolin (ELSNER 2017a), Feldspat (ELSNER 2017b) oder Quarzsande (ELSNER 2016), zu, bei denen in der Regionalplanung bei der Ausweisung neuer Abbauflächen keine Betrachtung nur der Planungsregion erfolgt.

Mangelnde Akzeptanz

Jede Rohstoffgewinnung ist, zumindest temporär, mit erheblichen Eingriffen in die Landschaft und mit teils hohen Belastungen für Natur und Umwelt, Wasser und Boden verbunden. Den Naturschutzbehörden und -verbänden ist jedoch inzwischen bewusst, welche hohe naturschutzfachliche Bedeutung renaturierte Sand- und Kiesgruben sowie auch Steinbrüche in Deutschland besitzen (vgl. Kapitel 5). Es bleibt vor allem die häufig jahrzehntelange Belastung der Anwohner durch Lärm und Staub, weniger durch die Gewinnungsgeräte und die Aufbereitungsanlagen, als durch den Lkw-Verkehr zum Abtransport der gewonnenen Rohstoffe. Hinzu kommt in wenigen, sehr kiesreichen Landkreisen in Deutschland eine weit überdurchschnittliche Flächeninanspruchnahme durch die jahrzehntelange Kiessandgewinnung. Von einem örtlichen Kiesabbau profitiert die lokale Bevölkerung im Normalfall nur wenig, denn anders als z. B. in den Niederlanden, dürfen Baggerseen meist nicht einmal in Teilabschnitten für Erholungszwecke genutzt werden, sondern werden umzäunt und zum Zwecke des Naturschutzes für die Bevölke-



Ein Beispiel guter Praxis: Im Kreis Wesel hat die Holemans GmbH einen Großteil ihrer bisherigen Maschendrahtzäune um bereits ausgekieste Baggerseeareale durch Weidezäune aus Holz ersetzt. Die Reaktion der Anwohner auf diese einfache Maßnahme war sehr positiv, Foto: Claudia Kressin/Holemans GmbH (mit frdl. Genehmigung).

rung gesperrt. Eine vermehrte Zugänglichkeit von Baggerseen auch in Deutschland würde sicherlich in einigen Fällen mit Zielen des Naturschutzes konkurrieren, aber zu einer Verbesserung der Akzeptanz der Rohstoffgewinnung durch die lokale Bevölkerung beitragen.

Sand- und Kiesunternehmen verfügen über Möglichkeiten, ihre Förderung trotz der oben geschilderten zunehmenden Herausforderungen aufrecht zu erhalten. Hierzu zählt in erster Line die vollständige Auskiesung von Baggerseen, was technisch in Form einer Rest- oder Nachauskiesung mittels Saugbagger meist einfach möglich ist, und vielerorts, aber immer noch nicht bundesweit, auch so praktiziert wird. Als Beispiel guter Praxis schreibt der Landkreis Friesland in seinen Genehmigungsaufgaben vor, dass neue Flächen erst für eine Fortsetzung der Gewinnung aufgeschlossen werden dürfen, wenn nachgewiesen wurde, dass Altseen zu mindestens 80 % ausgekiest sind. Dagegen gibt es aber auch aus mehreren Bundesländern Negativbeispiele von Genehmigungsbehörden, die trotz fehlender dagegensprechender hydrogeologischer oder sonstiger Gründe, ausdrücklich nur einen Teilabbau einer Kiessandlagerstätte vorgeschrieben haben.

In früheren Jahrzehnten wurden alle Kiessandvorkommen nur unvollständig genutzt, da stets immer und überall ausreichend weitere Abbauflächen zur Verfügung standen. Ehemals nur oberhalb des Grundwasserspiegels im Trockenen abgebaute Lagerstätten verfügen daher zum Teil noch über

erhebliche Vorräte unterhalb des Grundwasserspiegels und alle alten Baggerseen enthalten – allerdings unter Schlammbedeckung – noch Kiessand in teils erheblichen Mächtigkeiten. In vielen Antragsfällen wird allerdings die zuständige Genehmigungsbehörde einer Wiederaufnahme eines alten Abbaus aus hydrogeologischen oder naturschutzrechtlichen Gründen die Zustimmung verweigern und damit in letzter Konsequenz einem Neuaufschluss mit all seinen Konsequenzen den Vorzug geben.

Aber auch in anderen Fällen haben einzelne Abbaunternehmen Initiativen entwickelt, sich neue Kiessandvorräte zu erschließen:

- Vorbehaltlich des noch einzureichenden Antrags bereits mündliche Zustimmung des Landkreises Osnabrück zur Vertiefung eines Baggersees der Fa. Anton Niehaus, Inhaber Franz Niehaus e. K. Das Unternehmen konnte in einem Gutachten nachweisen, dass sich durch eine Tieferauskiesung die Grundwasserqualität im Zustrom eines nahen Wasserwerks verbessern würde.
- Genehmigung des Ortenaukreises zur Einbeziehung von zwei kleinen, schon vor langer Zeit ausgekiesten und nur sehr flachen Baggerseen in einen großen und deutlich tieferen neuen Baggersee der Uhl Kies- und Baustoff GmbH. Die renaturierten Ufer der kleinen Baggerseen bleiben dabei zum Teil erhalten.
- (Erwartete) Genehmigung des Ortenaukreises zur Zusammenlegung von zwei tiefen, in Gewinnung befindlichen Baggerseen mit dem Ziel, aus dem dann nicht mehr benötigten Zwischendamm durch die dafür neu gegründete Blatt + RMKS Joint Venture GmbH ca. 5 Mio. m³ Rohkies hereinzugewinnen.
- Genehmigung der Bezirksregierung Detmold zur Auskiesung von „Ökopoldern“ an der Mittelweser durch die Kändler-Held Kieswerksgruppe auch in von der Regionalplanung nicht für einen Rohstoffabbau vorgesehenen Flächen mit den Zielen der Schaffung von hochwertigen Naturschutzflächen und der Gewinnung von Kies.

- Zusammenarbeit des Wasserwirtschaftsamts Kronach mit der Porzner Steine & Erden GmbH zur Schaffung von Flussmäandern am Obermain. Diese existierten früher in großem Umfang an allen deutschen Flüssen. Hierdurch entsteht eine Au Landschaft aus zweiter Hand und für das Gewinnungsunternehmen die Möglichkeit, seine jahrzehntelange Kiessandproduktion in hochwertigen Lagerstättenarealen fortzuführen.



Luftaufnahme des 5,5 ha großen Ökopolders „Neue Fahrt“ im Nordosten von Minden an der Weser, von dessen Anlage sowohl die Kändler-Held Kieswerksgruppe durch Gewinnung von zusätzlichen 250.000 t Kies, als auch die Natur profitierten, Foto: Kändler-Held Kieswerksgruppe (mit frdl. Genehmigung).

Letztere beiden Projekte passen in das Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ (Homepage: <https://www.blaues-band.bund.de>), das gemeinsam vom Bundesverkehrsministerium und vom Bundesumweltministerium erarbeitet wurde und seit einigen Jahren in ersten Teilprojekten umgesetzt wird (vgl. Kapitel 5). Hierbei kooperieren die zuständigen Wasserschiffahrtsverwaltungen und die Projektträger mit zahlreichen Partnern wie Naturschutz- und Wasserbehörden der beteiligten Länder und Kommunen sowie örtlich aktiven Verbänden. Ziel ist es, bestehende Bundeswasser-

straßen (= schiffbare Flüsse) unter Schaffung von neuen Lebensräumen des Biotopverbundsystems Fluss – Ufer – Aue rück- oder umzubauen. Dies erfolgt vor allem durch Renaturierungen und Neuanlage der früher für unsere Flüsse einmal typischen Alt- und Nebenarme. Erste Projekte fanden am Rhein, an der Elbe, an der Aller, an der Unteren Havel und vor allem auch an der Weser statt. An zahlreichen weiteren Projekten und Flüssen könnte sich die deutsche Sand- und Kiesindustrie in den kommenden Jahrzehnten beteiligen und dabei Kiessandvorräte großen Umfangs für sich nutzen.





Bundesprogramm Blaues Band Deutschland (BBD)



- Bundeswasserstraßen und Auen, die Teil der BBD-Kulisse sind
- Seewasserstraßen des Bundes
- Binnenwasserstraßen des Bundes, die nicht Teil der BBD-Kulisse sind

Übersichtskarte der am Bundesprogramm Blaues Band Deutschland teilnehmenden Bundeswasserstraßen, Karte: <https://www.blaues-band.bund.de>.



In Zusammenarbeit mit dem Wasserwirtschaftsamt Kronach gewinnt die Porzner Steine & Erden GmbH aus Zapfendorf im Landkreis Bamberg hochwertige Mainkiese und schafft zugleich neue Flussmäander am Obermain. Diese existierten früher in großem Umfang an allen deutschen Flüssen. Hierdurch entsteht eine Auelandschaft aus zweiter Hand und für das Gewinnungsunternehmen die Möglichkeit, seine jahrzehntelange Kiessandproduktion in hochwertigen Lagerstättenarealen fortzuführen, Fotos: BGR.



In einigen Regionen Deutschlands wird es in den kommenden Jahren aber trotz aller Bemühungen der Sand- und Kiesindustrie zu Fällungen kommen, wo eine Versorgung der Wirtschaft und der Bevölkerung aus lokalen Sand- und Kiesgruben nicht mehr möglich ist. Dies könnte aus der nicht mehr vorhandenen Bereitschaft zum Verkauf weiterer Abbauflächen in Gebieten mit großem Flächen- und Nutzungsdruck (z. B. an der Donau zwischen Ulm und Regensburg) oder an der Nichtgenehmigung von Erweiterungsvorhaben (z. B. im Ballungsraum Dresden) resultieren. Generell ist eine dezentrale Versorgung eines Wirtschaftsraumes jedoch einer zentralen bzw. überregionalen Versorgung vorzuziehen, da hierdurch das Verkehrsaufkommen und die damit verbundene Lärmbelastung, die Treibstoffkosten und die CO₂-Belastungen minimiert werden können.

Ist eine verbrauchsnahe Versorgung mit mineralischen Baustoffen nicht möglich, ist besonders eine Versorgung per Bahn als Alternative in Betracht zu ziehen. Schon heute bieten 17 Kieswerke in Deutschland, fast alle davon in den neuen Bundesländern gelegen, über ihre werkseigenen Bahnanschlüsse die Versorgung von Betonwerken, Umschlagplätzen oder Großbaustellen in allen Teilen Deutschlands und mit allen benötigten Rundkörnungen an. Weitere Kieswerke planen,

ihre Bahnanschlüsse mit steigender Nachfrage zu reaktivieren. Hierbei ersetzt ein Vollzug 80 Lkw-Fahrten.

Fazit: In Deutschland gibt es aus geologischen Gründen ausreichend Sand und Kies zur Deckung des Bedarfs auch für die kommenden Generationen. Ein Großteil der Kiessandvorkommen ist jedoch bereits heute durch anderweitige Überplanungen und Flächennutzungen nicht für die Rohstoffgewinnung zugänglich. Daneben kommen für die Rohstoffindustrie immer weitere Herausforderungen hinzu, neue Abbauflächen zu erschließen und Abbaugenehmigungen zu erhalten und damit die Versorgung der deutschen Wirtschaft und Bevölkerung mit mineralischen Baustoffen sicherzustellen.

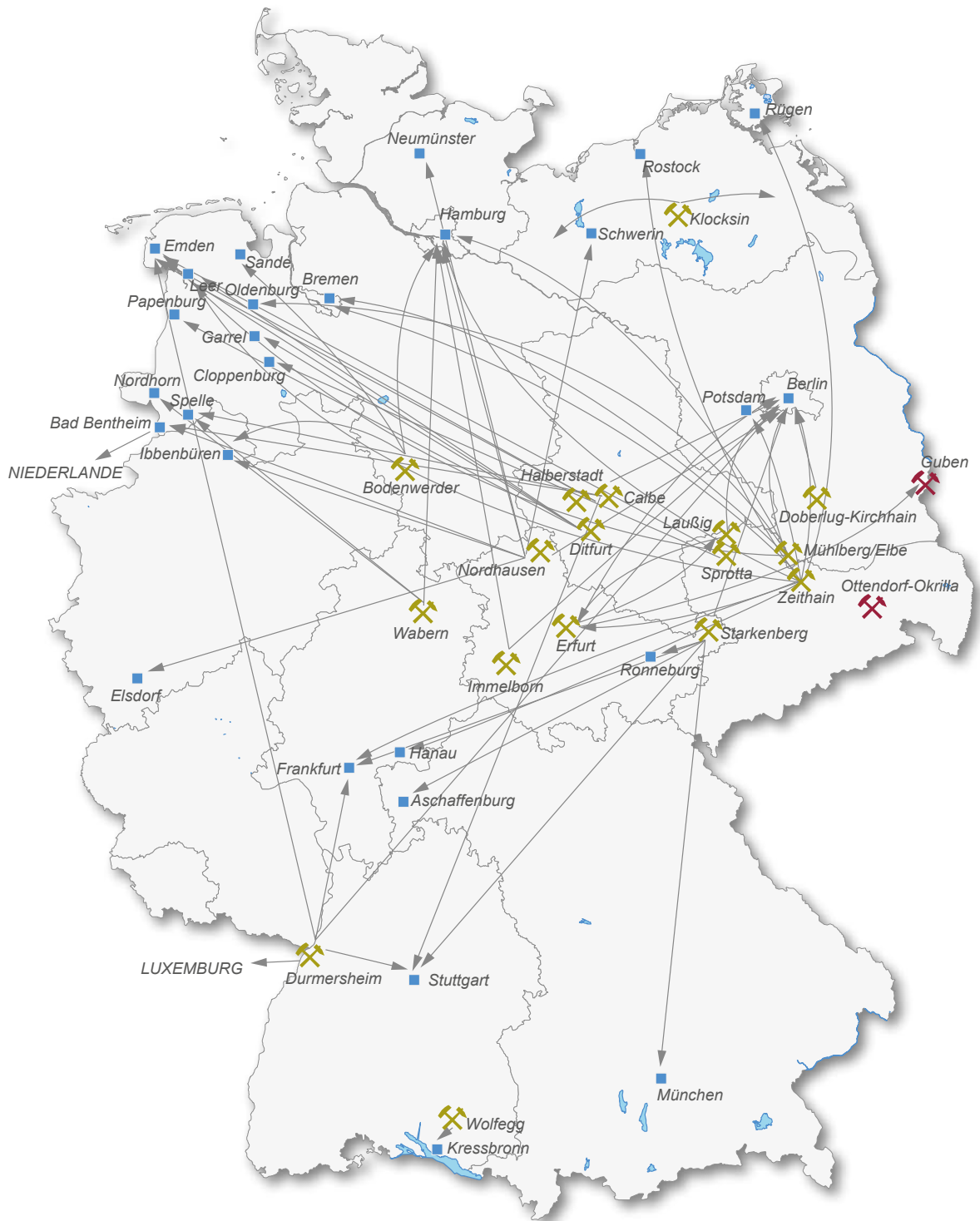
Wir alle nutzen täglich Infrastruktur und Produkte, die größtenteils unter Verwendung unserer heimischen Sande und Kiese hergestellt wurden. Keine Straße, kein Weg, keine Nutzung von Windenergie, kein Fundament und praktisch kein Gebäude in Deutschland ist denkbar ohne die Verwendung von Sand und Kies. Werden diese wichtigen Baurohstoffe nicht in Deutschland gewonnen, müssen sie im Ausland gefördert und von dort nach Deutschland exportiert werden. Auch zukünftig kann eine maximale Erhöhung des Sekundär-

Die STARKENBERGER GRUPPE sieht schon heute die Versorgung von Teilen Deutschlands mit Sand und Kies per Bahn als wichtige Aufgabe, Foto: STARKENBERGER GRUPPE (mit frdl. Genehmigung).



angebots an Recyclingbaustoffen, die zuletzt mit 12,5 % zur Deckung des Gesamtbedarfs beitrug, nur zu einem überschaubaren Anteil die Nachfrage nach Gesteinskörnungen decken. Der Erhalt und die Weiterentwicklung der Infrastruktur in Deutsch-

land sind auf die heimische Gewinnung von Sand und Kies angewiesen. Auch um das Verkehrsaufkommen, den Energieaufwand und die Emissionen zu begrenzen ist dabei, wann immer möglich, eine dezentrale Rohstoffversorgung vorzuziehen.



Übersichtskarte der Kieswerke mit Bahnanschluss (aktiv in Oliv, derzeit inaktiv in dunkelrot) und ihre wichtigsten Absatzziele. Aus den meisten Kieswerken mit Bahnanschluss erfolgt eine Versorgung von Gebieten mit unzureichender geologischer Verfügbarkeit von grober Gesteinskörnung, d.h. Nordwestdeutschland, Hamburg und Berlin, Karte: BGR.

Auf Grund mangelnder Erweiterungsmöglichkeiten schlossen sich mehrere Abbauunternehmen im Bodenseeraum zur „Antragsgemeinschaft Tettenanger Wald“ zusammen und beantragten gemeinsam einen Nassabbau, Foto: BGR.



VON DER ERKUNDUNG BIS ZUR GENEHMIGUNG

Vertrauten früher manche Unternehmer darauf, schon aus Erfahrung zu wissen, wo und in welcher Mächtigkeit Kiessande liegen, ist seit einigen Jahren die Erkundung potenzieller Vorkommen durch eine ausreichende Anzahl von Bohrungen zwingend notwendig. Nach dem Geologiedatengesetz (GeolDG) vom 19. Juni 2020 sind hierbei Erkundungsbohrungen bis spätestens zwei Wochen vor Beginn der zuständigen geologischen Landesbehörde anzuzeigen und die Ergebnisse bis spätestens drei Monate nach Abschluss darzulegen. Die Rohstoffexperten der geologischen Behörde benötigen die Daten vor allem zur Aktualisierung ihrer Rohstoffkarten, meist im Maßstab 1:50.000. Diese Rohstoffkarten bilden zusammen mit den von den Unternehmen übermittelten Daten zur Mächtigkeit und Qualität der Kiessande die Grundlage für die Diskussion mit den Regionalplanungs-

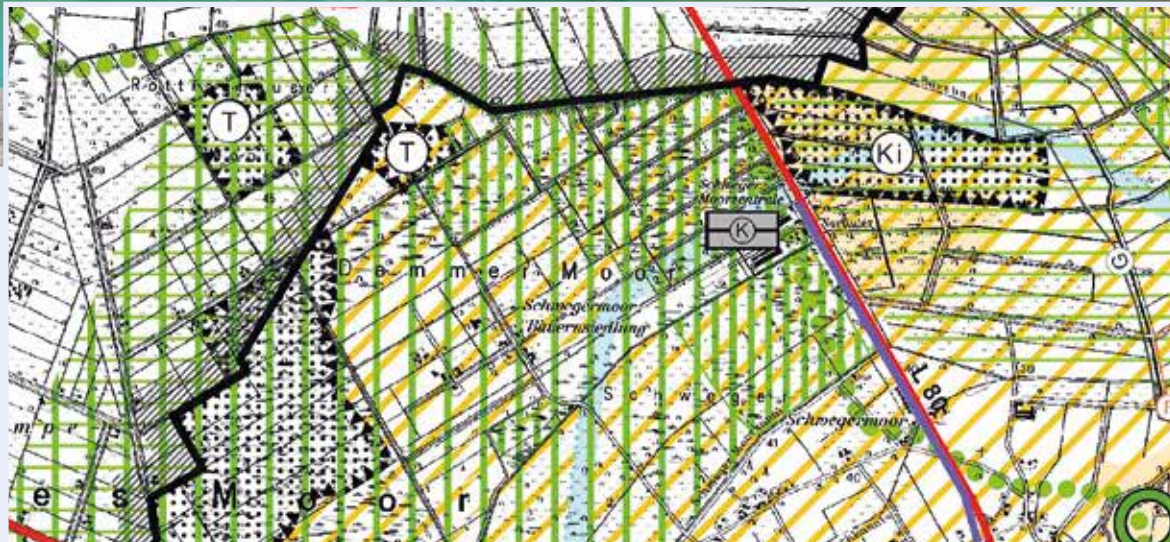
behörden bei der Aufstellung und Fortschreibung der Regionalpläne und den zumeist geforderten Abschätzungen des regionalen Rohstoffbedarfs.

Die 103 deutschen Regionalplanungsbehörden führen nach den Vorgaben des Raumordnungsgesetzes (ROG) auf Bundesebene und der jeweiligen Landesentwicklungspläne der Bundesländer eine Raumordnung zur Steuerung der räumlichen Entwicklung durch und treffen damit Vorentscheidungen, wo in ihrer Planungsregion welche Vorhaben durchgeführt werden dürfen. Hierzu zählen die Festlegungen von Siedlungsbereichen und Infrastrukturmaßnahmen (Straße, Schiene, Wasserwege, Luftverkehr), Standorten der Energieerzeugung und Weiterleitung, Räumen für Naturschutz und Landschaftspflege, Land- und Forstwirtschaft, Erholung und Fremdenverkehr, Wasserversorgung und Abfallwirtschaft sowie auch der Abbau oberflächennaher Rohstoffe. Vorkommen und Lagerstätten von Kies und Sand und seien sie auch noch so hochwertig, konkurrieren also mit zahlreichen anderen Nutzungsansprüchen. Eine geplante Lagerstättennutzung muss daher bei einer Abwägung gegenüber anderen Raumnutzungsinteressen stets gut begründet sein.



Die Erkundung von Kiessandvorkommen muss heutzutage zwingend durch Bohrungen erfolgen, Foto: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (mit frdl. Genehmigung).

In den Regionalplänen erfolgt je nach Nutzungsart eine textliche und zeichnerische Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten, wobei je nach Bundesland auch andere Bezeichnungen, wie Vorsorge- oder Eignungsgebiete, möglich sind. Nur in Vorranggebieten für den Rohstoffabbau (meist angrenzend an aktive Gewinnungsbetriebe) ist eine Gewinnung endabgewogen und steht anderen Raumnutzungen nicht entgegen,



Ausschnitt aus der digitalen Karte zum Regionalen Raumordnungsplan 2004 des Landkreises Osnabrück. Dargestellt ist das Vorranggebiet zum Kiesabbau Schwegermoor (Ki), umgeben von Vorrangflächen für Natur und Landschaft (grüne Senkrechtschraffur) sowie Vorsorgeflächen für Landwirtschaft (braune Schrägschraffur). Der Kiesabbau liegt zudem in einem Vorsorgegebiet für Erholung (grüne Horizontalschraffur) und am Außenrand eines Vorsorgegebiets für Trinkwassergewinnung. Der Ausweisung als Vorranggebiet für die Rohstoffgewinnung ging ein langjähriges Raumordnungsverfahren voraus und auch danach wurde das Vorhaben noch viele Jahre beklagt, Karte: Landkreis Osnabrück.

während in Vorbehaltsgebieten noch eine Endabwägung durchzuführen ist. In nicht für den Rohstoffabbau gesicherten Flächen ist ein Rohstoffabbau nicht grundsätzlich ausgeschlossen, doch muss auf jeden Fall zuvor ein gesondertes Raumordnungsverfahren durchgeführt werden. Da Raumordnungsverfahren mehrere Jahre dauern können und mit erheblichen Verfahrenskosten und -risiken verbunden sind, streben die Gewinnungsbetriebe die Ausweisung von Vorranggebieten für den laufenden Rohstoffabbau und von Vorbehaltsgebieten für langfristige Erweiterungsflächen in den Regionalplänen an.

Regionalpläne sollten alle 10 – 15 Jahre, maximal alle 20 Jahre überprüft werden, wobei es aufgrund der Vielzahl der betroffenen Nutzer im Regelfall im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung einer Vielzahl von Einwänden kommt. Der Fortschreibungsprozess verzögert sich dadurch häufig um mehrere Jahre, so dass z. T. Abbaununternehmen

zur Streckung ihrer genehmigten Vorräte die Produktion herunterfahren.

Erst nach Klärung der raumordnerischen Zulässigkeit eines Abbauvorhabens beginnt das eigentliche Genehmigungsverfahren. Hierbei unterliegen Bodenschätze unterschiedlichen Genehmigungen oder Zulassungen. Kiese und Sande sind Bodenschätze, die normalerweise im Besitz des Grundstückseigentümers liegen. In den neuen Bundesländern galten in den 1990er Jahren Sonderregelungen, die bis heute nachwirken. Zwischen dem Inkrafttreten des „Vertrags über die Herstellung der Einheit Deutschlands – Einigungsvertrag“ vom 31. August 1990 bis zum Inkrafttreten des „Gesetzes zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen“ vom 15. August 1996 wurden alle Baurohstoffe in den neuen Bundesländern als volkswirtschaftlich bedeutsam und damit als sogenannte „bergfreie Bodenschätze“ nach dem Bundesberggesetz (BBergG) eingestuft. In Produktion befindliche oder bereits vollständig untersuchte

Lagerstätten konnten von der Treuhandanstalt als Bergwerkseigentum verliehen (= dem Staat abgekauft) werden, zudem erteilten die Bergbehörden Erlaubnisse zur Aufsuchung und im Erfolgsfall Bewilligungen zum Abbau einer Lagerstätte. Die im o. g. Zeitraum in den neuen Bundesländern erfolgte Unterstellung der Rohstoffe Sand und Kies unter Bergrecht hat Bestandsschutz, d. h. in den neuen Bundesländern erfolgt der Abbau der meisten Sand- und Kieslagerstätten, darunter aller großen (und schon zu DDR-Zeiten erkundeten) Lagerstätten, weiterhin unter Bergrecht.

Die Aufsuchung und der Abbau volkswirtschaftlich bedeutsamer Rohstoffe, darunter Sand und Kies mit sehr hohem Quarzanteil, unterliegen auch heute noch in ganz Deutschland den Regelungen des Bundesberggesetzes. Mit Rahmenbetriebsplänen, im Regelfall über einen Zeitraum von 30 (bis 50) Jahren gültig, wird dabei der grobe Rahmen der Abbauplanung festgelegt. Zwei- bis fünfjährig vorzulegende Hauptbetriebspläne regeln Einzelheiten. Zudem sind Abschussbetriebspläne bei Einstellung des Betriebs und Sonderbetriebspläne für bestimmte Einzelvorhaben und -prozesse innerhalb des Gesamtvorhabens zu erarbeiten.

Alle nicht volkswirtschaftlich bedeutsamen Sand- und Kies-Lagerstätten - und das ist die große Mehrheit in Deutschland - werden nach den Landeswassergesetzen (Nassabbau), den Bauordnungen und Landesnaturschutzgesetzen (Trockenabbau) bzw. in Bayern und Nordrhein-Westfalen nach den darauf aufbauenden Abtragungsgesetzen genehmigt. Für die Aufbereitung von Sand und Kies sind zudem immissionsschutzrechtliche Verfahren (Lärm, Staub, Erschütterungen) durchzuführen.

Allen Verfahren, ob nach dem Bundesberggesetz, den Wassergesetzen, den Naturschutzgesetzen, den Abtragungsgesetzen oder dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ist gemein, dass relevante Umweltbelange in den Genehmigungs- und Zulassungsverfahren im Einzelfall zu prüfen sind. Dies erfolgt im Regelfall durch eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die aufgrund der einzeln zu prüfenden Schutzgüter (Flora, Fauna – Kartierung von Biotopen und Arten, Artenschutz-Fachbeitrag, Wasser – Errichtung und Auswertung von Grundwassermessstellen, hydrogeologische Begutachtung, Immissionen – ggf. Lärmschutzgutachten, Landschaftsbild, Kulturgüter – archäologische Vor-

untersuchungen) immer sehr umfangreich ist. Die für den UVP-Bericht bzw. die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) vorzulegenden Fachgutachten stellen in der Regel die teuersten Einzelbestandteile innerhalb der Genehmigungsverfahren dar (Gesamtkosten > 100.000 €) und müssen daher frühzeitig und genau mit allen beteiligten Behörden und „Trägern öffentlicher Belange“ (Behörden, Gemeinden, anerkannte Naturschutzverbände) abgestimmt werden.

Als selbständige Verfahrensunterlagen können für das Vorhaben zudem Vorprüfungen oder Verträglichkeitsprüfungen nach den Europäischen Naturschutzrichtlinien (Natura-2000-Gebiete) notwendig werden.

Das eigentliche Genehmigungsverfahren, zumeist ein Planfeststellungsverfahren, ist ein Verwaltungsverfahren, mit dem die Gewinnung und Aufbereitung der Rohstoffe verbindlich genehmigt werden. Das Planfeststellungsverfahren wird von der Unteren Wasserbehörde des zuständigen



Landkreises oder der zuständigen Bergbehörde konzentrierend, unter Beteiligungen aller anderen Behörden und Ämter durchgeführt. Das Planfeststellungsverfahren erstreckt sich über mehrere Jahre (bis Jahrzehnte) und läuft im Wesentlichen in folgenden Schritten ab:

1. Durchführung einer Antragskonferenz („Scoping-Termin“), in dem der Vorhabensträger den Behörden sein Vorhaben und die geplante UVP erläutert.
2. Planerstellung durch den Vorhabensträger inkl. Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) als Ergebnis der UVP und Vorlage eines „landschaftspflegerischen Begleitplans“ bzw. einer Wiedernutzbarmachungsplanung mit einer zeichnerischen und textlichen Darstellung, wie das Gelände nach Abbau wiederhergerichtet werden soll.
3. Öffentliche Auslegung des Plans mit Gelegenheit für „Träger öffentlicher Belange“ und direkt betroffene private Einwender innerhalb einer

gesetzlich festgelegten Frist Stellungnahmen oder Einsprüche schriftlich vorzubringen.

4. Erörterungstermin, in dem die Stellungnahmen und Einsprüche diskutiert werden.
5. Prüfung der aufgrund der Einwendungen ggf. überarbeiteten UVS durch die Behörde. Abwägung der unterschiedlichen Interessen und Entscheidung über den Plan.
6. Versand des Planfeststellungsbeschlusses, der alle erforderlichen Einzelgenehmigungen bündelt, an den Vorhabensträger (mit Gebührenbescheid) sowie an die Träger öffentlicher Belange, die eine Stellungnahme abgegeben haben. Öffentliche Bekanntgabe und Fristsetzung zur Einreichung eines Widerspruchs bzw. einer Klage gegen den Beschluss.

Sind Rechte Betroffener nur unwesentlich beeinträchtigt und werden von den Trägern öffentlicher Belange für das Abbauvorhaben nur geringe Konfliktpotenziale gesehen, kann vereinfachend auch eine „Plangenehmigung“ erteilt werden. Dies stellt heutzutage aber die absolute Ausnahme dar.

Aufgrund des hohen und immer größeren Aufwands für ein Genehmigungsverfahren – ein Abbaunehmen aus Norddeutschland schätzte die Erhöhung dieses Aufwands allein zwischen 1992 und 2003 bereits auf den Faktor 20 – muss das beantragende Unternehmen bei Antragsabgabe der Genehmigungsbehörde die Zugriffsmöglichkeit auf die benötigten Grundstücke nachweisen. Dies kann durch Pacht-, Ausbeute- oder Erwerbsvorverträge erfolgen. Die Weigerung einiger Landwirtschaftskammern landwirtschaftlich genutzte Flurstücke auf Abbaunehmen umzuschreiben, da diese keine landwirtschaftlichen Interessen verfolgen, führt regional zu einer Verkomplizierung der Situation.

Vor Aufnahme der Abbautätigkeit ist zudem eine Sicherheitsleistung zu hinterlegen, damit die Rekultivierung/Renaturierung des Abbaugeländes auch bei Insolvenz des Abbaunehmens erfolgen kann.

Bis zum Vorliegen eines Planfeststellungsbeschlusses können viele Jahre bis Jahrzehnte vergehen. Neue Kieswerke, hier die Aufbereitungsanlage für das neue KW Akazienhof im südhessischen Babenhausen, sind daher sehr selten, Foto: BGR.





RC-Material aus gemischtem Bauschutt ist in allen Regionen Deutschlands mit hohen Preisen für grobe primäre Gesteinskörnungen (Kies, Splitt) ein gesuchtes Straßen- und Tiefbaumaterial, Foto: BGR.

RECYCLING

Statistische Daten zum Aufkommen und zur Nutzung von mineralischen Bauabfällen in Deutschland werden seit 1995 alle zwei Jahre von der Initiative Kreislaufwirtschaft Bau (Homepage: <https://www.kreislaufwirtschaft-bau.de>) veröffentlicht. Diese Initiative ist ein Verbund der deutschen Baustoffindustrie, der Bauwirtschaft und der Entsorgungswirtschaft, der sich für die Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen einsetzt. Derzeit sind die Daten des im Frühjahr 2023 erscheinenden 13. Monitoring-Bericht (Datenbasis 2020) noch nicht verfügbar, doch werden sich diese gegenüber dem Vorbericht (Datenbasis 2018) kaum ändern (Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V., frdl. schriftl. Mitt.).

An mineralischen Bauabfällen werden unterschieden:

- **Straßenaufbruch** (Bitumengemische mit Ausnahme von kohlenoteerhaltigen Bitumengemischen) 2018: 14,1 Mio. t Aufkommen, davon 13,1 Mio. t (93,2 %) Aufbereitung zu Recycling-Baustoffen; 0,6 Mio. t (4,3 %) Verwertung im Deponiebau und im Rahmen der Verfüllung von Abgrabungen; 0,4 Mio. t (2,5 %) Beseitigung auf Deponien
- **Bauschutt** (Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik und Gemische daraus, mit Ausnahme von Gemischen aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten) 2018: 59,8 Mio. t Aufkommen, davon 46,6 Mio. t (77,9 %) Aufbereitung zu Recycling-Baustoffen; 9,6 Mio. t (16,0 %) Verwertung im Rahmen der Verfüllung

von Abgrabungen und auf Deponien; 3,6 Mio. t (6,1 %) Beseitigung auf Deponien

- **Boden und Steine** (Boden und Steine, Baggergut und Gleisschotter, mit Ausnahme von Materialien, die gefährliche Stoffe enthalten) 2018: 130,3 Mio. t Aufkommen, davon 99,0 Mio. t (76,0 %) Verwertung im übertägigen Bergbau und in anderen Maßnahmen, überwiegend im Deponiebau; 13,3 Mio. t (10,2 %) Aufbereitung zu Recycling-Baustoffen; 18,0 Mio. t (13,8 %) Beseitigung auf Deponien und in anderen Maßnahmen
- Baustoffe auf Gipsbasis (nicht Gegenstand dieser Broschüre)
- Baustellenabfälle (Holz, Glas, Kunststoff, Metalle, Dämmmaterial, gemischte Bau- und Abbruchabfälle) (nicht Gegenstand dieser Broschüre)

Im Jahr 2018 wurden aus Bauschutt, Straßenaufbruch sowie Boden und Steinen insgesamt 73 Mio. t Recycling-Baustoffe produziert, die den Markt von primären mineralischen Baurohstoffen (Sand, Kies, Splitt) in einer Höhe von ca. 511 Mio. t (2018) ergänzten.

Unter Nichtberücksichtigung der ebenfalls eingesetzten rund 29 Mio. t industrieller Nebenprodukte (wie Stahlwerksschlacken) trugen Recycling-Baustoffe aus mineralischen Bauabfällen im Jahr 2018 somit zu 12,5 % zum Gesamtbedarf an Gesteinskörnungen in Deutschland bei.

Von den 73,0 Mio. t Recycling-Baustoffen wurden 51,3 % im Straßenbau, 22,2 % im Erdbau und 4,9 % in sonstigen Anwendungen, überwiegend



Direkt neben dem Asphaltmischwerk in Amtzell-Grenis im Allgäu wird der angelieferte Ausbauasphalt gebrochen und klassiert. Er wird dann zusammen mit Edelkiessplitten und Edelbrechsanden in der Asphaltmischgutproduktion eingesetzt, Foto: BGR.

Viele Rohstoffunternehmen in Deutschland sind sowohl in der Produktion von primären, wie auch sekundären Gesteinskörnungen, diese jedoch fast immer nur für den Einsatz im Straßen- und Tiefbau, tätig, Foto: BGR.

im Deponiebau, verwertet. 15,8 Mio. t (21,6 %) wurden als Gesteinskörnung in der Asphalt- und Betonherstellung eingesetzt, davon ca. 10,3 Mio. t in Form von Ausbauasphalt (s. u.) in der Asphaltproduktion.

Soweit zu den offiziellen Zahlen, doch was steckt – nach Befahrungen für diese Studie und freundlichen mündlichen Mitteilungen beteiligter Unternehmen – in der Praxis dahinter?

Straßenaufbruch ist der durch Aufbrechen oder Abfräsen beim Straßenneu- oder Straßenerhaltungsbau gewonnene „Ausbauasphalt“. Der Einsatz des Bindemittels Teer statt Bitumen ist in Deutschland seit 1984 verboten. Teerhaltiger Ausbauasphalt wird seit einigen Jahren überwiegend in die Niederlande exportiert, wo Verwertungsmöglichkeiten bestehen. Sämtlicher anderer anfallender Ausbauasphalt stellt in der deutschen Asphaltindustrie einen wichtigen und begehrten Sekundärrohstoff dar – ähnlich wie Altglas in der Behälterglasindustrie. Laut Statistik des Deutschen Asphaltverbands wurden im Jahr 2020 11,6 Mio. t von insgesamt anfallenden 13,8 Mio. t Ausbauasphalt (= 84 %) in der Asphaltmischgutproduktion wiederverwendet. Der Anteil von Ausbauasphalt an der Asphaltmischgutproduktion betrug insgesamt 30,5 %. Im Gegensatz zu Süd-

deutschland und den direkt nördlich angrenzenden Bundesländern wird der in Norddeutschland anfallende Ausbauasphalt ebenfalls bevorzugt wiederverwendet, jedoch nicht unbedingt in der erneuten Mischgutproduktion in Asphaltmischwerken. Hier dient Ausbauasphalt stattdessen, häufig zusammen mit recyceltem Bauschutt, als Grundlage für die Herstellung von Mineralgemischen für den Tief- und Straßenbau. Die „wahre“ Recyclingquote von Straßenaufbruch (= bitumenhaltigem Ausbauasphalt) in Form von Ausbauasphalt und Mineralgemischen dürfte in Deutschland dementsprechend bei nahezu 100 % liegen.

Bauschutt gelangt mengenmäßig je hälftig als sortenreiner oder als gemischter Bauschutt zu den Recyclingplätzen. Der gemischte Bauschutt muss dort unter teils sehr hohem Aufwand, vielfach sogar händisch, vor Bruch und Klassierung vorsortiert werden. Dabei gilt es, Plastikbestandteile (z. B. Folien oder Kabel), Gipsabfälle (Gipskartonplatten, Stuck) sowie, trotz Vorsortierung an der Baustelle, eventuell doch noch vorhandene asbesthaltige Bauprodukte (Reste von Dach- und Fassadenplatten, Blumenkästen, Fallrohren, Bodenbelägen) möglichst vollständig zu entfernen, da diese eine Wiederverwendung der Recyclingbaustoffe unmöglich machen. Bei der eigentlichen Aufbereitung müssen dann möglichst auch alle



Die Aufbereitung von gemischtem Bauschutt ist technisch kein Problem, jedoch energie- und kostenintensiv, Foto: BGR.

Fremdbestandteile (Metall, Glas, Abfall), organischen Bestandteile (Holz, Gras, Mutterboden) sowie bindige Böden entfernt und möglichst sortenreine Recyclingstoffe erzeugt werden. Bereits sortenrein angelieferter Bauschutt wird grundsätzlich bevorzugt. Ziegelbruch darf zwar in bestimmten Anteilen ebenfalls zur Herstellung von R-Beton (s. u.) verwendet werden, ist aufgrund seiner geringen Härte jedoch meist unerwünscht und wird in aufgemahlenem Zustand daher an Ziegelwerke als Sekundärrohstoff verkauft oder bei der Substratherstellung (Rasenpflanzsubstrate, Substrate für Dachbegrünungen) zugegeben.

Die Durchschnittskosten für die Aufbereitung von gemischtem Bauschutt bzw. bauschutthaltigen Böden liegen zwischen 10 und 25 €/t. Diese werden durch die Annahmehöhen (5 – 15 €/t) zzgl. der Abgabepreise (5 – 15 €/t) gedeckt. Je höher die regionalen Preise für primäre mineralische grobe Gesteinskörnungen (Kies, Splitt) sind, desto größer ist das Interesse der gewerblichen und privaten Kunden an der Verwendung von – meist günstigeren – rezyklierten Gesteinskörnungen aus Bauschutt (RC-Baustoffe). In weiten Teilen Süddeutschlands und einem Teil der neuen Bundes-

länder sind die Preise für Kies und Splitt jedoch so niedrig, dass rezyklierte Gesteinskörnungen – aufgrund ihrer hohen Aufbereitungskosten – kaum absetzbar sind. Auch die Einführung einer Zusatzabgabe auf primäre Baustoffe (Primärbaustoffsteuer) zur Erhöhung der Attraktivität von RC-Baustoffen würde daran nichts ändern, denn diese müsste regional sehr unterschiedlich und zudem regional auch sehr hoch sein. Zudem würden von solch einer Primärbaustoffsteuer auch einige Verwendungsbereiche (z. B. Sichtbeton, Estrichbau, Trockenmörtel) von primären Gesteinskörnungen betroffen sein, in denen rezyklierte Gesteinskörnungen nicht einsetzbar sind.

Gemischter Bauschutt wird in Deutschland fast ausschließlich zu Mineralgemischen für den Tief- und Straßenbau aufbereitet und kommt fast auch nur dort zum Einsatz. Er ist in diesem Verwendungsbereich in vielen Regionen Deutschlands (vgl. oben) ein unverzichtbares Substitut für grobe primäre Gesteinskörnungen und schont dadurch in erheblichem Ausmaß unsere natürlichen Ressourcen.

Ein geringes Interesse an der Verwendung von RC-Materialien im Tief- und Straßenbau besteht jedoch bislang seitens der meisten Kommunen und Landkreise in Deutschland. Diese schließen zumeist bereits in ihren Ausschreibungen den Einsatz von RC-Baustoffen aus oder lassen höchstens entsprechende Nebenangebote zu – die dann im Normalfall jedoch nicht den Zuschlag erhalten. Ursache hierfür sind vornehmlich rechtliche Unsicherheiten über Recyclingmaterialien hinsichtlich Produktstatus, Abgrenzung zu Abfall und Wiederverwertbarkeit. Häufig können RC-Baustoffe auch nicht beliebig oft wiederverwendet, sondern müssen am Ende ihrer Lebenszyklen deponiert werden. So berücksichtigen auch die Kommunen und Landkreise bei ihren Ausschreibungskalkulationen den beim irgendwann fälligen Rückbau ihrer Parkplätze, Wege oder sonstigen Bauprojekte Anfall großer Mengen dann zu deponierender Sekundärbaustoffe. Diese müssten in privaten oder kommunalen Deponien mit stets begrenztem Deponieraum eingebracht werden, wobei die Deponiegebühren die ursprünglichen Ersparnisse durch die Verwendung von RC-Materialien deutlich übersteigen.

Im Wesentlichen nur Altbeton eignet sich auch zur Herstellung von rezyklierten Gesteinskörnungen als Ersatz für primäre Gesteinskörnungen in der Herstellung von Beton (R-Beton). RC-Körnung für Beton für tragende Bauteile muss mindestens 90 M.-% Beton und Betonprodukte enthalten. Bei RC-Körnungen für andere Betone beträgt dieser Anteil 70 M.-%; darüber hinaus sind bis zu 30 M.-% Mauerziegel, Kalksandstein oder Porenbeton zulässig. Zudem darf der Anteil an RC-Körnungen an der gesamten Gesteinskörnung im R-Beton 35 % bzw. 45 % nicht überschreiten. Brechsand aus Bauschutt scheidet für die Nutzung in Betonrezepturen nach den geltenden Normen generell aus, da sich in ihm viele Fremd- und Störbestandteile sammeln. Recyclingsand kann jedoch als Sekundärrohstoff in der Zementherstellung genutzt werden.

Aus 800 t gemischtem Bauschutt, wie er typischerweise angeliefert wird, konnten in einem Großversuch eines westdeutschen Recyclingunternehmens bei maximalen, die Aufbereitungskosten nicht berücksichtigenden Anstrengungen, nur ca. 100 t für die R-Betonherstellung geeigneter und zertifizierbarer RC-Materialien abgetrennt



Größtenteils nur sortenreiner Altbeton ist für die Herstellung von zertifizierbarem RC-Material für die Produktion von R-Beton geeignet, Foto: BGR.

werden. Hierbei muss die aus diesen RC-Materialien hergestellte rezyklierte Gesteinskörnung prinzipiell die gleichen Anforderungen (Sulfat- und Chloridgehalte, Frost-Tauwiderstand, Feuchtigkeit und Wasseraufnahme u. a.) erfüllen wie primäre Gesteinskörnungen. Diese haben aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte und komplexen Aufbereitung in Kieswerken bzw. Steinbruchbetrieben mit der Erfüllung der Anforderungen zumeist keine Probleme. Der Überwachungsaufwand zur Erfüllung der baustofftechnischen Anforderungen bei der Betonherstellung liegt bei RC-Materialien um ein Vielfaches über der von primären Gesteinskörnungen und somit sind auch die Kosten von R-Beton deutlich höher als die von Normalbeton. Dieser erhöhte Überwachungsaufwand schließt auch die Verwendung von Altbeton aus dem Abbruch von einzelnen Wohngebäuden für R-Beton in der Praxis aus, da jede einzelne Charge von zumeist nur wenigen Tonnen aus jedem einzelnen Haus getrennt geprüft und zertifiziert werden müsste. In der Realität verwendbar ist daher nur Altbeton aus dem Abbruch von Großprojekten (z. B. Kasernen, Autobahnen, Plattenbauwohnanlagen) sowie der bei der Betonherstellung (Transportbeton, Betonfertigteile, Betonpflastersteine) anfallende Produktionsausschuss. Zugleich ist bei der Produktion von R-Beton der Einsatz von mehr chemischen Betonzusatzmitteln erforderlich, um einige spezifische Eigenschaften (hohe Wasseraufnahme, ungünstige Kornform, verminderte Festigkeit) von rezyklierten Gesteinskörnungen bei der Betonierung auszugleichen.

Bisher sind fast alle in Deutschland aus R-Beton hergestellten Gebäude allein aus den o. g. Kostengründen Pilot- bzw. Leuchtturmprojekte, die ohne



Stark sandiger Boden, wie hier im Saarland, lässt sich problemlos zu Füllsand aufbereiten und auch gut zu verkaufen, Foto: BGR.

Berücksichtigung der Baukosten mit bestimmter (meist ökologischer) Absicht aus R-Beton erstellt wurden. Hierfür musste stets das Bauvorhaben lange Zeit im Voraus geplant und auch der Wunsch nach R-Beton bei den Transportbetonwerken lange im Voraus angemeldet werden. Diese benötigen ausreichend Vorlauf, um zertifiziertes RC-Material einzukaufen und in den benötigten Mengen zu lagern. Notwendig ist auch die Bevorratung mit dem gleichen RC-Material in Ersatzlieferwerken, sollte es im ausliefernden Haupttransportbetonwerk im Bauzeitraum zu technischen Störungen kommen.

Alle diese Einschränkungen in der Verwendung von R-Beton treffen auch auf die Schweiz zu, die wegen ihres durch die Gemeinden und Kantone seit fast 20 Jahren im öffentlichen Bau vorgeschriebenen Einsatzes von R-Beton oft als Vorbild für Deutschland genannt wird. Auch in der Schweiz ist die Produktion von Normalbeton deutlich günstiger als die von R-Beton. Normalbeton ist daher auch in allen nichtöffentlichen Bauvorhaben weiterhin bevorzugt in der Verwendung. Im Jahr 2019 betrug der Anteil an R-Beton am gesamten in der Schweiz verbauten Beton 15 % (Quelle: <https://www.umweltnetz-schweiz.ch>).

Sollen ähnlich wie in der Schweiz auch in Deutschland zukünftig mehr RC-Materialien im Hochbau, statt wie bisher vorherrschend im Tief- und Straßenbau eingesetzt werden, müssten allerdings die dort bisher verwendeten RC-Baustoffe durch Primärrohstoffe ersetzt werden. Zudem müsste ein höherer Anteil von gemischtem Bauschutt mit mehr Personal-, Wasser- und Energieaufwand aufbereitet (= gewaschen) werden, um die im Hochbau geltenden technischen Anforderungen an Gesteinskörnungen zu erfüllen.

Boden und Steine fallen zumeist beim Bodenaushub für Bauvorhaben an, weil der dort natürlich vorkommende Boden für Gründungen, Fundamentierungen oder Planierungen etc. nicht geeignet ist oder nach Aushebungen für Keller, Tunnel, Schächte und Gräben allein aus Volumengründen nicht mehr benötigt wird. Steine sind dabei meist Schotter oder Felsgesteine, die, wenn sie hart genug sind, gerne zu Splitten für den Einsatz in Form von Mineralgemischen im Straßen- und Tiefbau gebrochen werden. Hierfür sind besonders auch Gleisschotter in der Recyclingindustrie sehr gesucht. Aber auch im Garten- und Landschafts-

bau finden Steine und Felsgesteine Verwendung. Die oberste, humusreiche Bodenschicht, der Mutterboden, ist in gesiebter und dadurch von etwaigen Fremdbestandteilen befreiter Form ebenfalls ein sehr gesuchtes und deshalb auch gut bezahltes Material im Garten- und Landschaftsbau. Die Qualität und Eignung anderer Böden hängt ansonsten im Wesentlichen von ihrer vorherrschenden Kornfraktion: Ton – Schluff (Lehm) – Sand – Kies, ab. Stark schluffig-tonige (bindige) Böden sind als Abdichtungsmaterial im Deich-, Wege- und Deponiebau verwendbar. Sandige Böden können abgeseibt und als Füllsand eingesetzt werden. Bei stark kiesigen und steinigen Böden lohnt sich bei hohen regionalen Preisen für grobe Gesteinskörnungen (Kies, Splitt) (vgl. Bauschutt) die Abtrennung der Körnung und deren Verwertung.

Generell bemühen sich die Unternehmen in den norddeutschen Bundesländern wesentlich stärker um die Aufbereitung und Nutzung der anfallenden Böden als Unternehmen in Süddeutschland, besonders im Süden Bayerns und Baden-Württembergs. Da in Südbayern Kiesgruben immer noch betrieben bzw. eröffnet werden, nicht primär um Gesteinskörnungen zu gewinnen, sondern um durch die Annahme von (teils auch belasteten) Böden Einnahmen zu erzielen, besteht dort an der Aufbereitung anfallender Böden kaum Interesse. Dies trifft auch auf Böden zu, die große Mengen an abtrennbaren Kiesen und Steinen enthalten. Auch um diese langjährig geübte Praxis beibehalten zu können, hat Bayern bei der Verabschiedung der ab 1. August 2023 in Kraft tretenden Mantelverordnung für Ersatzbaustoffe und Bodenschutz eine Länderöffnungsklausel erwirkt.

Boden und Steine stellen die mit Abstand größte Gruppe an mineralischen Bauabfällen dar. Gerade hier sollten daher entsprechende Bemühungen unternommen werden, um einen höheren Anteil davon zu recyceln.



In Süddeutschland dient selbst stark kiesig-steiniger Bodenaushub häufig nur zur Verfüllung von Trockenabgrabungen und stellt dabei eine wichtige Einnahmequelle der Abbaunternehmen dar, Foto: BGR.



Bei öffentlichem Interesse, besonders bei Vogel-schlaggefahr nahe von Flughäfen, ist in ganz Deutschland die Verfüllung mit unbelastetem Bodenaushub auch von Nassabgrabungen zulässig. In der Nähe dieser Abgrabung in Nordbayern liegt allerdings nur ein Segelfluggplatz, Foto: BGR.



Dieser stark bindige Boden ist in Norddeutschland, in einem Werk in der Nähe von Bremen, als Nächstes für die Aufbereitung vorgesehen, Foto: BGR.

7

Kleine komplizierte Produktionsstatistik
von Sand und Kies

Aus den verschiedenen Bundesländern bzw. der Bundesrepublik Deutschland liegen Daten aus unterschiedlichen Jahren und Umfangs zur Produktion von Sand und Kies vor:

Bayern

Die offizielle Förderstatistik des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie enthielt im Jahr 2021 keine Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen im Freistaat Bayern diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Der Bayerische Industrieverband Baustoffe, Steine und Erden e. V. (BIV) schätzte die verkaufte Menge (entsprechend ungefähr die verwertbare Förderung) von Sand und Kies in Bayern im Jahr 2020 auf ca. 71,7 Mio. t bzw. im Jahr 2021 auf ca. 70,6 Mio. t.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Bayern an insgesamt 554 Standorten in 737 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 488 im Trockenabbau und 249 im Nassabbau betrieben.

Baden-Württemberg

Die offizielle Förderstatistik des Regierungspräsidiums Freiburg, Referat 97 – Landesbergdirektion, enthielt im Jahr 2021 keine Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen in Baden-Württemberg diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Nach Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2019 (KIMMIG et al. 2020) wurden im Jahr 2017 in Baden-Württemberg in 214 Gewinnungsstellen ca. 36,9 Mio. t sandige Kiese gewonnen (Rohförderung). Hiervon waren ca. 33,5 Mio. t verwertbar. Zusätzlich wurden im Jahr 2017 in 28 Gewinnungsstellen 1,1 Mio. t Sande, z. T. kiesig inkl. Quarzsande, Mürbsandsteine und Gruse gewonnen (Rohförderung). Hiervon waren ca. 0,91 Mio. t verwertbar.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Baden-Württemberg an insgesamt 207 Standorten in 239 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand (inkl. Mürbsandstein) abgebaut – davon wurden 145 im Trockenabbau und 94 im Nassabbau betrieben.

Sachsen

Nach der offiziellen Förderstatistik des Oberbergamts Sachsen wurden im Jahr 2021 im Freistaat Sachsen durch 81 Unternehmen in 100 aktiven, unter Bergrecht stehenden Gewinnungsstellen insgesamt 11.456.889 t Kies, Kiessand und Sand gewonnen (Rohförderung). In davon 96 Gewinnungsstellen wurden diese Rohstoffe als Haupterzeugnisse gewonnen. 10.254.036 t Kies, Kiessand und Sand waren verwertbar und 8.093.196 t Kies, Kiessand und Sand wurden aufbereitet.

Zugleich ging das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie davon aus, dass in Sachsen ungefähr 20 Betriebe Kiessande nicht unter Bergrecht fördern. Ihe verwertbare Gesamtförderung wird auf 200.000 – 300.000 t pro Jahr geschätzt (frdl. schriftl. Mitt.)

Im Vergleich dazu ging der Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e. V. im Jahr 2019 von 180 Kies und Kiessand fördernden Betrieben (Gewinnungsstellen) in Sachsen aus, wovon 147 aktiv waren. Rund 50 (durchweg kleinere) Betriebe (Gewinnungsstellen) standen nicht unter Bergrecht.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 im Freistaat Sachsen an insgesamt 98 Standorten in 102 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 81 im Trockenabbau und 21 im Nassabbau betrieben.

Thüringen

Nach der offiziellen Förderstatistik des Thüringer Landesamts für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) wurden im Jahr 2021 im Freistaat Thüringen durch 41 Unternehmen in 48 aktiven, unter Bergrecht stehenden Gewinnungsstellen insgesamt 8.165.987 t Kies, Kiessand und Sand gewonnen (Rohförderung). In allen 50 Gewinnungsstellen wurden Kies, Kiessand und Sand als Haupterzeugnisse gewonnen. 7.587.277 t Kies, Kiessand und Sand waren verwertbar.

Weiterhin ging das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) von elf Gewinnungsstellen aus, in denen im Jahr 2021 insgesamt 341.000 t Kiessande oder

Sande/Mürbsandsteine nicht unter Bergrecht gefördert wurden (Rohförderung, frdl. schriftl. Mitt.).

Im Vergleich dazu ging der Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e. V. im Jahr 2018 von 66 Kies und Kiessand fördernden Betrieben (Gewinnungsstellen) in Thüringen aus, wovon alle aktiv waren. Geschätzt 26 Betriebe (Gewinnungsstellen) standen nicht unter Bergrecht.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 im Freistaat Thüringen an insgesamt 55 Standorten in 63 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 44 im Trockenabbau und 19 im Nassabbau betrieben.

Hessen

Die offizielle Förderstatistik des Regierungspräsidiums Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden, enthielt im Jahr 2021 keine Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen in Hessen diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Nach einer Lagerstättenenerhebung des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) wurden im Jahr 2016 in Hessen ca. 7,1 Mio. t Sand und Kies, ohne Quarzsand/Quarzkies gefördert (Rohförderung). Vermutlich lag die wahre Produktionsmenge damals jedoch etwas darüber (HLNUG, frdl. mdl. Mitt.).

Nach einer Schätzung des Industrieverbands Steine und Erden e. V. ist die Rohförderung von Sand und Kies in Hessen seitdem gesunken und lag im Jahr 2020 bei ca. 7,0 Mio. t (frdl. mdl. Mitt.).

Nach Angaben des vero – Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e. V. wurden im Jahr 2021 in Hessen 8,125 Mio. t Sand und Kies (inkl. Quarz) im Wert von 74,3 Mio. € gefördert.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Hessen an insgesamt 50 Standorten in 54 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand (inkl. Mürbsandstein) abgebaut – davon wurden 35 im Trockenabbau und 19 im Nassabbau betrieben.

Rheinland-Pfalz

Die offizielle Förderstatistik des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) enthielt im Jahr 2021 keine Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen in Rheinland-Pfalz diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Nach dem Rohstoffbericht Rheinland-Pfalz des Jahres 2020 betrug die Förderung der außerhalb des Bergrechts in Rheinland-Pfalz produzierenden Betriebe ca. 4,6 Mio. t Sand und Kies.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Rheinland-Pfalz an insgesamt 44 Standorten in 56 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 35 im Trockenabbau und 21 im Nassabbau betrieben.

Saarland

Die offizielle Förderstatistik des Oberbergamts des Saarlandes enthielt im Jahr 2021 keine Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen im Saarland diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Der VBS - Verband der Baustoffindustrie Saarland e. V. schätzte die Produktion von Sand und Kies im Saarland im Jahr 2020 auf ca. 1,6 Mio. t (frdl. schriftl. Mit.).

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 im Saarland an insgesamt 25 Standorten in 33 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 32 im Trockenabbau und eine im Nassabbau betrieben.

Nordrhein-Westfalen

Nach der offiziellen Förderstatistik der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, wurden im Jahr 2021 in Nordrhein-Westfalen durch 18 Unternehmen in 22 aktiven, unter Bergrecht stehenden Gewinnungsstellen insgesamt 3.342.239 t Kies, Kiessand und Sand gewonnen (Rohförderung). In allen 22 Gewinnungsstellen wurden Kies, Kiessand und Sand als Nebenerzeugnisse gewonnen. 3.150.192 t Kies, Kiessand und Sand waren verwertbar.

Nach dem Abgrabungsmonitoring von Nordrhein-Westfalen – Lockergesteine, wurden im Zeitraum 01.01.2015 – 31.12.2020 in Nordrhein-Westfalen im Jahresmittel ca. 62,6 Mio. t Sand und Kies (ohne Quarzsand und Quarzkies) produziert (Rohförderung).

Nach Angaben des vero – Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e. V. wurden im Jahr 2021 in Nordrhein-Westfalen 51,511 Mio. t Sand und Kies (inkl. Quarz) im Wert von 399,7 Mio. € gefördert.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Nordrhein-Westfalen an insgesamt 222 Standorten in 251 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 138 im Trockenabbau und 113 im Nassabbau betrieben.

Brandenburg und Berlin:

Nach der offiziellen Förderstatistik des Landesamts für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) wurden im Jahr 2021 in Brandenburg durch 50 Unternehmen in 50 aktiven, unter Bergrecht stehenden Gewinnungsstellen insgesamt 12.023.479 t Kies, Kiessand und Sand gewonnen (Rohförderung). In allen 50 Gewinnungsstellen wurden diese Rohstoffe als Haupterzeugnisse gewonnen. 8.700.398 t Kies, Kiessand und Sand waren verwertbar und 7.748.713 t Kies, Kiessand und Sand wurden aufbereitet.

Im Vergleich dazu ging der Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e. V. im Jahr 2019 von 192 Kies und Kiessand fördernden Betrieben (Gewinnungsstellen) in Brandenburg aus, wovon 117 aktiv waren. 16 Betriebe (Gewinnungsstellen) standen nicht unter Bergrecht.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Brandenburg an insgesamt 117 Standorten in 133 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 117 im Trockenabbau und 16 im Nassabbau betrieben.

Sachsen-Anhalt

Nach der offiziellen Förderstatistik des Landesamts für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) wurden im Jahr 2021 in Sachsen-Anhalt durch 59 Unternehmen in 59 aktiven, unter Berg-

recht stehenden Gewinnungsstellen insgesamt 10.648.232 t Kies, Kiessand und Sand gewonnen (Rohförderung). In allen 59 Gewinnungsstellen wurden diese Rohstoffe als Haupterzeugnisse gewonnen. 10.239.057 t Kies, Kiessand und Sand waren verwertbar. Im Jahr 2020 betrug die Rohförderung 10.841.663 t und die verwertbare Förderung 10.313.401 t.

Zugleich ergab eine Lagerstättenenerhebung durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (frdl. schriftl. Mitt.), dass im Jahr 2020 in Sachsen-Anhalt insgesamt, also auch von nicht unter Bergrecht fördernden Unternehmen, 12,82 Mio. t Kies und Sand (Rohförderung) gewonnen wurden.

Im Vergleich dazu ging der Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e. V. im Jahr 2016 von 175 Kies und Kiessand fördernden Betrieben (Gewinnungsstellen) in Sachsen-Anhalt aus, wovon 136 aktiv waren. 75 Betriebe (Gewinnungsstellen) standen nicht unter Bergrecht.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Sachsen-Anhalt an insgesamt 126 Standorten in 144 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 113 im Trockenabbau und 31 im Nassabbau betrieben.

Niedersachsen und Bremen

Die offizielle Förderstatistik des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) enthielt im Jahr 2021 keine Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen in Niedersachsen diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Nach dem Rohstoffsicherungsbericht Niedersachsen 2022 (in Vorbereitung) gibt es in Niedersachsen ca. 500 Gewinnungsstellen von Sand und Kies, in denen im Jahr 2020 knapp 42 Mio. t Kies und Sand produziert wurden (verwertbare Förderung).

Nach Angaben des vero – Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e. V. wurden im Jahr 2021 in Niedersachsen und Bremen 22,986 Mio. t Sand und Kies (inkl. Quarz) im Wert von 151,3 Mio. € gefördert.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Niedersachsen an insgesamt 484 Standorten in 533 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 328 im Trockenabbau und 205 im Nassabbau betrieben. In der Freien und Hansestadt Bremen wurde kein Kies, Kiessand oder Sand abgebaut.

Mecklenburg-Vorpommern

Nach der offiziellen Förderstatistik des Bergamts Stralsund wurden im Jahr 2021 in Mecklenburg-Vorpommern durch 58 Unternehmen in 103 aktiven, unter Bergrecht stehenden Gewinnungsstellen an Land insgesamt 13.327.854 t Kies, Kiessand und Sand gewonnen (verwertbare Förderung).

Im Vergleich dazu ging der Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e. V. im Jahr 2019 von 151 Kies und Kiessand fördernden Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern aus, wovon 104 aktiv waren. Nur ein Betrieb stand nicht unter Bergrecht.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Mecklenburg-Vorpommern an insgesamt 77 Standorten in 99 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 78 im Trockenabbau und 21 im Nassabbau betrieben.

Schleswig-Holstein und Hamburg

Die offizielle Förderstatistik des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) (auch zuständig für Schleswig-Holstein) enthielt im Jahr 2021 keine (terrestrischen) Förderzahlen von Kies, Kiessand und Sand, da kein Unternehmen in Schleswig-Holstein diese Rohstoffe unter Bergrecht förderte.

Nach dem Fachbeitrag Rohstoffsicherung des Geologischen Landesdienstes Schleswig-Holstein wurden im Jahr 2016 in Schleswig-Holstein ca. 17,0 Mio. t Sand und Kies gefördert.

Nach Angaben des vero – Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e. V. wurden im Jahr 2021 in Schleswig-Holstein 23,408 Mio. t Sand und Kies (inkl. Quarz) im Wert von 153,1 Mio. € gefördert.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in Schleswig-Holstein an insgesamt 156 Standorten in 187 aktiven Gewinnungsstellen

Kies, Kiessand und Sand abgebaut – davon wurden 110 im Trockenabbau und 77 im Nassabbau betrieben.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde im Jahr 2021 in der Freien und Hansestadt Hamburg an einem Standort mit einer aktiven Gewinnungsstelle im Nassabbau Kiessand abgebaut.

Nord- und Ostsee

Nach der offiziellen Förderstatistik des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) (auch zuständig für Schleswig-Holstein) wurden im Jahr 2021 3.801.829 t Sand aus einem Bewilligungsfeld in der Nordsee für Sandaufspülungen vor Sylt und zudem 2.411.527 t Sand aus der Ostsee für Aufspülungen im Rahmen der Feste Fehmarnbeltquerung gefördert.

Nach der offiziellen Förderstatistik des Bergamts Stralsund wurden im Jahr 2020 3.087.752 t (2021: 2.183.922 t) Kies und Sand aus fünf Bewilligungsfeldern in der Ostsee gefördert, davon 1.686.155 t aus zwei Bewilligungsfeldern für Küstenschutzmaßnahmen und 1.401.597 t aus drei Bewilligungsfeldern für gewerbliche Zwecke.

Nach der offiziellen Förderstatistik des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) (auch zuständig für Schleswig-Holstein) sowie Informationen der Fa. André Voß (frdl. mdl. Mitt.) wurden im Jahr 2021 zusammen 150.881 t Kiessand und Kies aus zwei Bewilligungsfeldern in der Nord- und Ostsee gefördert und für Bauzwecke an Land genutzt.

Bundesrepublik Deutschland

Nach Daten des Statistischen Bundesamtes (destatis) wurden im Jahr 2021 durch

- 292 Unternehmen 73.424.517 t „Bausand (z. B. als Betonzuschlag) und andere natürliche Sande (ohne metallhaltige Sande)“ im Wert von 494.276.000 €,
- 283 Unternehmen 67.212.778 t „Baukies (z. B. als Betonzuschlag) und anderer Kies“ im Wert von 612.255.000 € und
- 28 Unternehmen 6.070.199 t „Feldsteine, Feuerstein (Flintstein) und Kiesel“ im Wert von 49.834.000 € gewonnen.

Alle Daten von destatis beziehen sich auf Unternehmen mit zehn oder mehr Beschäftigten. Nach Berechnungen des Bundesverbandes Mineralische Rohstoffe (MIRO) e. V. (frdl. mdl. Mitt.) haben Betriebe der Sand- und Kiesindustrie in Deutschland im Durchschnitt sieben Beschäftigte.

Nach dem Geschäftsbericht 2021/2022 des Bundesverbandes Mineralische Rohstoffe (MIRO) e. V. lag der Bedarf an Baukies und -sand in Deutschland im Jahr 2021 bei 249 Mio. t im Wert von 2.021 Mio. €. Sand und Kies wurde in 1.921 Gewinnungsstellen durch 13.447 Beschäftigte gewonnen.

Nach Recherchen für diese Broschüre, basierend auf den aus den Bundesländern zur Verfügung gestellten offiziellen bzw. aktuellen Produktionsdaten sowie unter Nutzung von freundlicherweise vom Bundesverband Mineralische Rohstoffe (MIRO) e. V. zur Verfügung gestellten Korrekturfaktoren für Bundesländer mit älteren Produktionsdaten, wurden in Deutschland auf dem Festland im Jahr 2020 insgesamt ca. 323 Mio. t Kies, Kiessand und Sand (ohne Quarkies und Quarzsand) gefördert (Rohförderung), von denen ca. 290 Mio. t verwertbar waren. Im Jahr 2021 ist die Rohförderung auf ca. 309 Mio. t Kies, Kiessand und Sand bzw. die verwertbare Förderung auf ca. 277 Mio. t gesunken.

Nach Recherchen für diese Broschüre wurde in den Jahren 2021/22 in der Bundesrepublik Deutschland an insgesamt 2.215 Standorten in 2.631 aktiven Gewinnungsstellen Kies, Kiessand und Sand (inkl. Mürlsandstein) abgebaut – davon wurden 1.744 im Trockenabbau und 887 im Nassabbau betrieben.

Importe

Im Jahr 2021 wurden 1.492.531 t Sand (ohne Quarzsand) im Wert von 19,2 Mio. € nach Deutschland importiert. Dieser Sand stammte zu über 61 % aus Frankreich, zu knapp 18 % aus den Niederlanden, zu 16 % aus Österreich und zu 3,5 % aus Dänemark. Die restlichen 1,4 % verteilten sich auf 29 Länder in der gesamten Welt.

Im Jahr 2021 wurden zudem 1.570.677 t Kies (inkl. Feldsteine, Feuersteine und Kiesel) im Wert von 26,3 Mio. € nach Deutschland importiert. Dieser Kies stammte zu 43 % aus Frankreich, zu 24 %

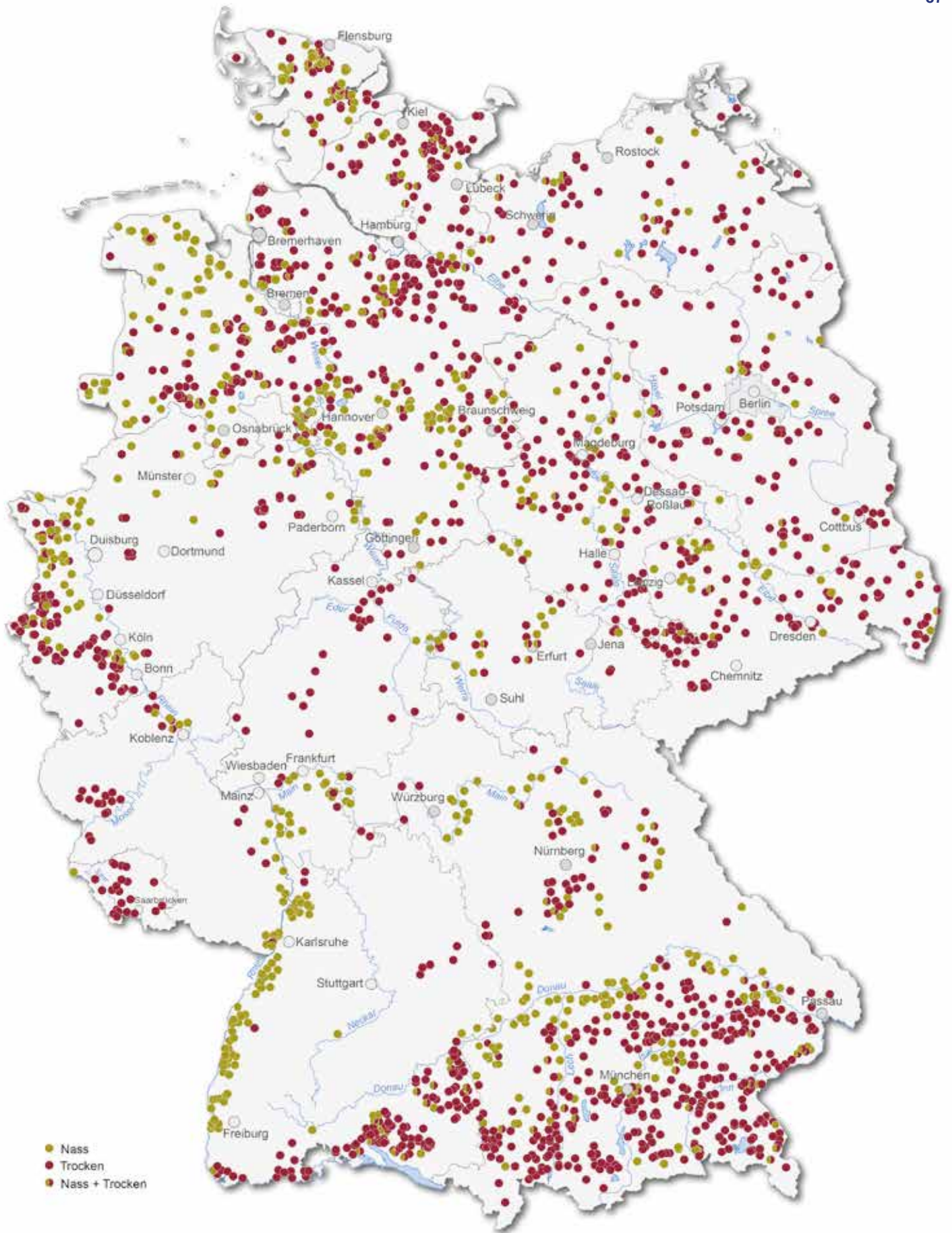
aus Dänemark, zu 13 % aus den Niederlanden, zu 8 % aus Polen, zu 5 % aus Österreich, zu 3 % aus der Schweiz sowie zu 2 % aus Norwegen. Die restlichen 2 % verteilten sich auf 19 Länder in der gesamten Welt.

Exporte

Im Jahr 2021 wurden 8.234.361 t Sand (ohne Quarzsand) im Wert von 74,9 Mio. € aus Deutschland exportiert. Die Zielländer waren zu 58 % die Niederlande, zu 17 % Polen, zu knapp 14 % Belgien, zu 5 % die Schweiz, zu über 3 % Luxemburg sowie zu über 2 % Österreich. Die restlichen 0,7 % verteilten sich auf 47 andere Länder in der gesamten Welt.

Im Jahr 2021 wurden zudem 6.556.125 t Kies (inkl. Feldsteine, Feuersteine und Kiesel) im Wert von 78,1 Mio. € aus Deutschland exportiert. Die Zielländer waren zu 58 % die Niederlande, zu 15 % die Schweiz, zu 11,5 % Belgien, zu 7 % Luxemburg, zu 5 % Österreich und zu 3 % Frankreich. Das restliche halbe Prozent verteilte sich auf 25 andere Länder in der gesamten Welt.

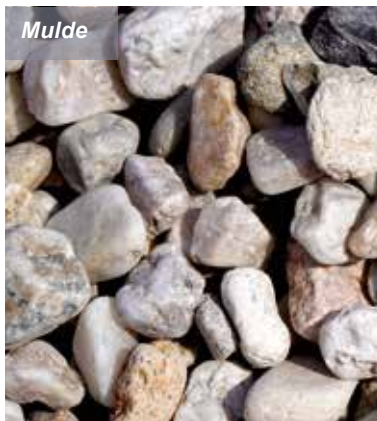
Die Gesamtexporte von Sanden und Kiesen aus Deutschland im Jahr 2021 lagen bei 14.790.486 t, entsprechend rund 5,4 % der verwertbaren Gesamtförderung im gleichen Jahr. Rund 90,5 % der Exporte gingen in Länder der EU. Die Nettoexportmenge betrug 11.727.278 t.



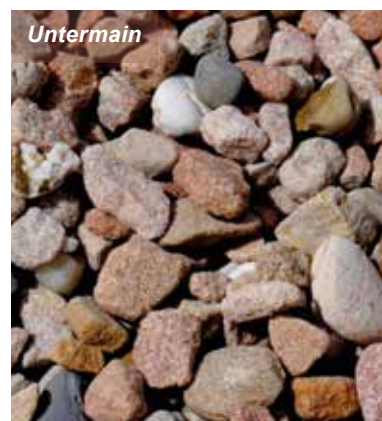
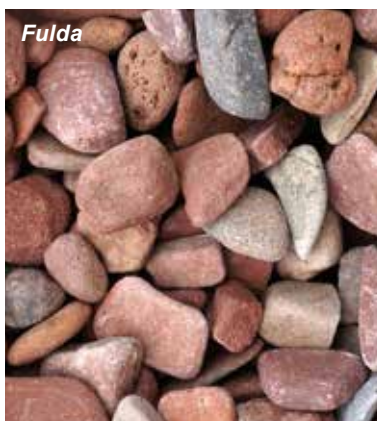
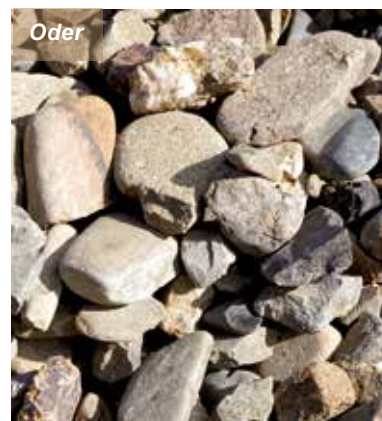
Standorte mit aktiven Gewinnungsstellen von Sand und Kies in Deutschland, Karte: BGR.

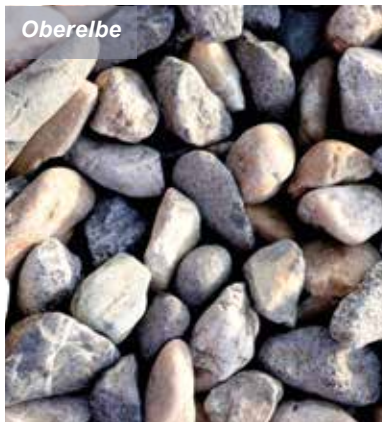


VIELFALT



**S
E
K
I
E**





Oberelbe



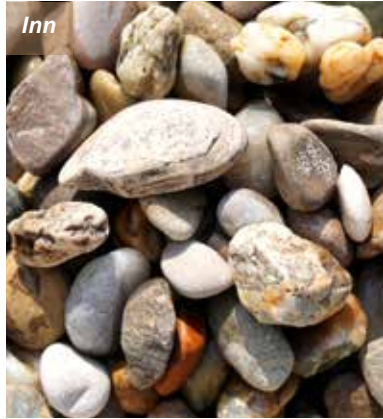
Lippe



Ortenburger Schotter



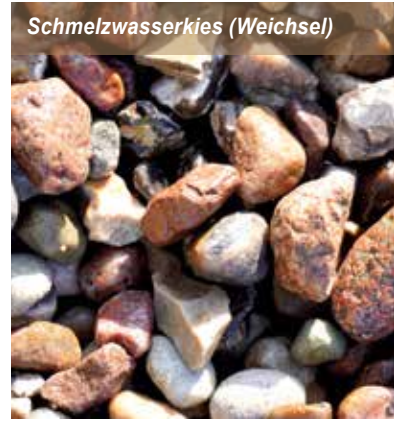
Saalach



Inn



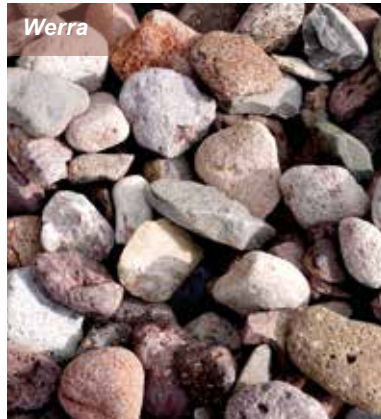
Niederrhein



Schmelzwasserkies (Weichsel)



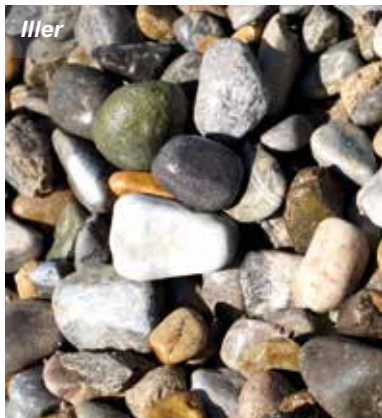
Iller-Lech-Vorlandgletscher



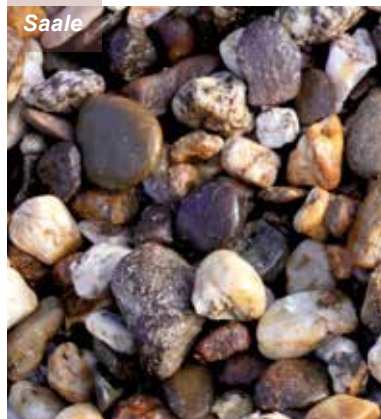
Werra



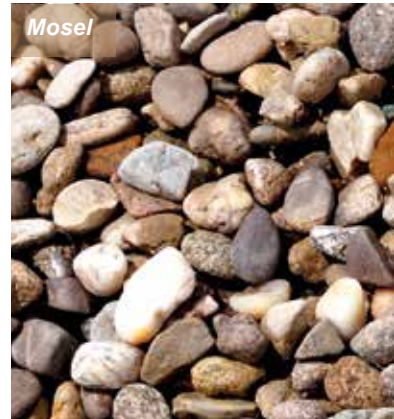
Schmelzwasserkiese (Riß)



Iller



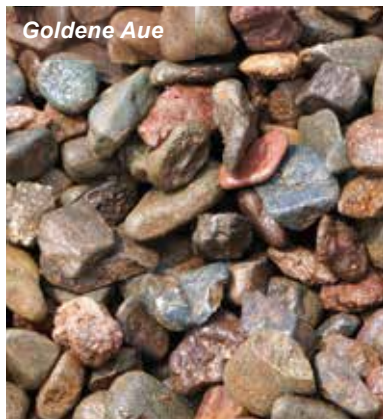
Saale



Mosel



Oberweser



Goldene Aue

DEUTSCHLAND

Literatur

ALBRECHT, K. (2021): SAND?! Ein viel diskutierter Rohstoff.– DGNB Blog rund um Nachhaltiges Bauen: 6 S., 2 Abb.; Stuttgart.- online verfügbar unter: <https://blog.dgnb.de/sand-rohstoff>.

ANDRES, D., BAUMANN, R. & NIEDERHÖFER, H.-J. (Hrsg.) (1998): steine im fluß.- Begleitbuch zur Ausstellung steine im fluß des Staatlichen Museums für Naturkunde Stuttgart in Zusammenarbeit mit dem Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V. vom 5. Juni 1997 – 29. März 1998 im Museum am Löwentor, Stuttgart: 151 S., zahlr. Abb.; Stuttgart.

ANONYM (2021a): Recycling-Materialien flexibel einsetzen.– punktum.betonbauteile **4/21/Sonderheft**: 36 – 37, 2 Abb.; Fürth.

ANONYM (2021b): Einsatz von rezyklierten Gesteinskörnungen. Anforderungen aus nutzungstechnischer und umweltrechtlicher Sicht.– punktum.betonbauteile **4/21/Sonderheft**: 38 – 39, 1 Tab.; Fürth.

BAYERISCHER INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN E.V. (1997): Landschaftsökologische und hydrogeologisch-hydrologische Rahmenuntersuchung zum Abbau von Sand und Kies im oberfränkischen Main- und Regnitztal.– Schriftenreihe der Bayerischen Sand- und Kiesindustrie, **10/97**: 180 S., 49 Abb., 43 Tab., 14 Karten, 2 Anl.; München.

BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2020): Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP), Stand 01.01.2020: 104 S.; München (auch online verfügbar).

BAYWA R.E. (2021): Erste Erkenntnisse zu Umweltauswirkungen von Floating-PV.– Pressemitteilung vom 27.05.2021.- online verfügbar unter: <https://www.baywa-re.com/de/news/details/erste-erkenntnisse-zu-umweltauswirkungen-von-floating-pv>.

BENDA, L. (Hrsg.) (1995): Das Quartär Deutschlands: 408 S., 95 Abb., 30 Tab.; Stuttgart (Gebr. Borntraeger).

BERGAMT STRALSUND (2010): 20 Jahre Bergamt Stralsund 1990 – 2010.– Festbroschüre: 88 S., zahlr. Abb.; Stralsund (auch online verfügbar).

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE UND STAATLICHE GEOLOGISCHE DIENSTE (1989 – 2010): Karte der oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000.– Erläuterungen zu gedruckten Kartenblättern; Hannover.

BORNHÖFT, E. (2019): Gebiete für die Sicherung und den Abbau mineralischer Rohstoffe. Fachbeitrag Rohstoffsicherung des Geologischen Landesdienstes.– Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein: 29 S., 4 Abb.; 3 Tab.; Flintbek (auch online verfügbar).

BRAUCKHOFF, K. (2011): Marine Baustoffe aus der Ostsee.– Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, **245**: 27 – 34, 17 Abb.; Hannover.

DINGETHAL, F. J., JÜRGING, P., KAULE, G. & WEINZIERL, W. (Hrsg.) (1998): Kiesgrube und Landschaft. Handbuch über den Abbau von Sand und Kies, über Gestaltung, Rekultivierung und Renaturierung, 3. Auflage: 337 S., 351 Abb., 14 Tab., 16 Karten; Donauwörth.

DIW ECON GMBH (2022): Volkswirtschaftliche Bedeutung der Baustoff-Steine-Erden-Industrie einschließlich indirekter und induzierter Effekte.– Studie im Auftrag des Bundesverbands Baustoffe – Steine und Erden e. V.: 31 S., 12 Abb., 1 Tab.; Berlin (auch online verfügbar).

ELSNER, H. (2009): Goldgewinnung in Deutschland – Historie und Potenzial.– Commodity Top News, **30**: 10 S., 6 Abb.; Hannover (BGR) (online verfügbar unter www.bgr.bund.de).

ELSNER, H. (2016): Quarzrohstoffe in Deutschland. – 65 S., zahlr. Abb.; Hannover (BGR). (online verfügbar unter www.bgr.bund.de).

ELSNER, H. (2017a): Kaolin in Deutschland. – 72 S., zahlr. Abb.; Hannover (BGR). (online verfügbar unter www.bgr.bund.de).

ELSNER, H. (2017b): Feldspat in Deutschland. – 51 S., zahlr. Abb.; Hannover (BGR). (online verfügbar unter www.bgr.bund.de).

ELSNER, H. (2021): Vulkanische Lockergesteine in Deutschland. – 148 S., zahlr. Abb.; Hannover (BGR). (online verfügbar unter www.bgr.bund.de).

ELSNER, H. & LEHMANN, U. (2014): Das Gold der Eder – Geschichte mit Zukunft?–Geologisches Jahrbuch Hessen, **138**: 5 – 13, 8 Abb.; Wiesbaden.

ELSNER, H. & PATZOLD, V. (1997): Geologische Erkundung – unnütze Geldausgabe oder erster Ansatz zur Kostenersparnis bei Gewinnung, Transport und Aufbereitung.– Schüttgut, **3**, 2: 174 – 176; Clausthal-Zellerfeld.

ETTENHUBER, R. M. (2020): Ressourceneffiziente Lagerstättennutzung durch Verwertung mineralischer Reststoffe in der Sand- und Kiesindustrie.– Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, **B 23**: 128 S., 68 Abb., 48 Tab., 7 Anh.; München (Pfeil).

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2012): Leitfaden der Europäischen Kommission zur Rohstoffgewinnung durch die NEEI unter Berücksichtigung der Anforderungen an Natura-2000-Gebiete: 168 S., 7 Abb., 5 Tab., 4 Anh.; Luxemburg (auch online verfügbar).

GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (2000): Kies- und Sandgewinnung. Fachbeiträge zur Rohstoffsicherung in Nordrhein-Westfalen.– scriptum, **6**: 53 S., 21 Abb., 5 Tab., Krefeld.

GRANITZKI, K. & KATZUNG, G. (2004): Steine und Erden.– In: Nutzung, Gefährdung und Schutz der Ressourcen.– In: KATZUNG, G. (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern: 409 – 417, 2 Abb., 3 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).

HADAMITZKY, E., DOBNER, A., SCHMID, H., WENIG, H., ENDLICHER, G., ROSE, D., FELBER, J., HEINRICH, P., PIEWAK, M & VIERNSTEIN, M. (1990): Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern.– 125 S., zahlr. Abb. und Tab.; München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

HARFF, J., BOBERTZ, B., GRANITZKI, K., LEMKE, W. & WEHNER, K. (2004): Sand and gravel deposits in the south-western Baltic Sea, their utilization and sustainable development.– Zeitschrift für Angewandte Geologie, Sonderheft **2**: Mineral Resources of the Baltic Sea: 111 – 123, 7 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE, HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ & UMWELTALLIANZ HESSEN – BÜNDNIS FÜR NACHHALTIGE STANDORTPOLITIK (2006): Rohstoffsicherungskonzept Hessen. Fachbericht Sand und Kies: 67 S., 34 Abb., 8 Tab.; Wiesbaden (auch online verfügbar).

INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN BADEN-WÜRTTEMBERG (ISTE) e.V. (2015): Qualitätsbaustoffe aus Alpine Moräne. Leitfaden der Fachgruppe Sand und Kies im ISTE: 117 S., zahlr. Abb. und Tab.; Ostfildern.

JERZ, H. (1993): Geologie von Bayern II. Das Eiszeitalter in Bayern: 243 S., 74 Abb., 17 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

KAPFER, A. & CLASSEN, A. (1993): Kiesgruben und Steinbrüche – Paradiese, Oasen oder Wüsten? Eine Bewertung aus Sicht des Naturschutzes.– NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND. LANDESVERBAND BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): 24 S., 8 Abb., 3 Tab.; Kornwestheim.

KAUFMANN, H. (2009): Sande und Kiese.– In: PÄLCHEN, W. (Hrsg.): Geologie von Sachsen II. Georesourcen, Geopotenziale, Georisiken: 79 – 96, 9 Abb., 6 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

KIMMIG, B., KÖSTER, M., WITTENBRINK, J., WERNER, W., DREHER, L., BOCK, H., KLEINSCHNITZ, M. & LEHNER, K. (2020): Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2019. Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Vierter Landesrohstoffbericht.– LGRB Informationen, **31**: 192 S., 191 Abb., 11 Tab.; Freiburg i. Br. (auch online verfügbar).

KIRCHHEIMER, F. (1972): Erläuterter Katalog der deutschen Flussgold-Gepräge. – 100 S., 117 Abb.; Freiburg i. Br. (Kricheldorf-Verlag).

KÖNNEMANN, P. (1995): Der Sand- und Kiesabbau im Wesertal an der Porta Westfalica.– Hannoversche Geographische Arbeiten, **50**: 216 S., 52 Abb., 30 Tab., 2 Anh.; Münster/Hamburg (Geographische Gesellschaft zu Hannover e.V.).

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGWESEN SACHSEN-ANHALT (2018): Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 2018.– Mitteilungen zu Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, **19**: 96 S., zahl. Abb., 1 Anh.; Halle (Saale).

LEMPE, B. (2012): Die geologischen Verhältnisse auf der GK25 Blatt Nr. 8027 Memmingen unter besonderer Berücksichtigung der Verwitterungserscheinungen in pleistozänen Schmelzwasserschottern und deren Einfluss auf ihre bautechnischen Eigenschaften. Entwicklung einer Verwitterungsklassifizierung.– Dissertation an der TU München, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie: 224 S., 69 Abb., 59 Tab., 7 Anl., 3 Beil.; München.

LIPPSTREU, L., HERMSDORF, N., SONNTAG, A. & STRAHL, J. (2015): Pleistozän.– In: STACKEBRANDT, W. & FRANKE, D. (Hrsg.): Geologie von Brandenburg: 333 – 419, 21 Abb., 6 Tab., Stuttgart (Schweizerbart).

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR, LANDWIRTSCHAFT UND WEINBAU (2020): Unsere mineralischen Rohstoffe. Rohstoffbericht Rheinland-Pfalz 2020: 42 S., zahlr. Abb.; Mainz (auch online verfügbar).

PATZOLD, V., GRUHN, G. & DREBENSTEDT, C. (2008): Der Nassabbau – Erkundung, Gewinnung, Aufbereitung, Bewertung: 472 S., zahlr. Abb. und Tab.; Heidelberg (Springer).

SCHRÖDER, N. & VULPIUS, B. (2020/2021): Aufsuchung und Gewinnung einheimischer Rohstoffe.– Raumplanung, **208**: 83 – 88, 7 Abb., **211**: 86 – 91, 4 Abb.; **213**: 57 – 61; 6 Abb.; Dortmund.

STÖRK, W. (2000): Das Rheingold – zwischen Mystik und Wissenschaft.- Auf den Spuren der historischen Goldwäscher am Oberrhein. – Markgräflerland, II: 65 – 111, 26 Abb.; Schopfheim.

TLUBN – THÜRINGER LANDESAMT FÜR UMWELT, BERGBAU UND NATURSCHUTZ (2021): Lagerstättenwirtschaftliche Jahresanalyse für die Jahre 2018 und 2019.– Schriftenreihe des Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, **122**: 56 S., 13 Abb., 14 Tab.; Jena (auch online verfügbar).

TROCKUR, B. (2014): FFH-Managementplan zum NATURA 2000-Gebiet 6404-303 „Moselaue bei Nennig“.– Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz des Saarlands: 172 S., 32 Abb., 22 Tab.; 7 Anl., 3 Karten; Tholey (auch online verfügbar).

VULPIUS, B. & SUSSET, B. (2021): Beton als Rohstoff.– punktum.betonbauteile **4/21/Sonderheft**: 32 – 35, 4 Abb.; Fürth.

WALGER, J. K. (2021): Empfindlichkeit von regionalen Märkten der Steine- und Erden-Industrie am Beispiel der Sand und Kiesbranche – Analyse der beeinflussenden Parameter.– Bachelorarbeit am Institute of Mineral Resources Engineering der RWTH Aachen: 68 S., 38 Abb., 2 Tab., 5 Anh.; Aachen (unveröffentlicht).

WETZEL, E. (2014): Oberflächennahe Steine- und Erden-Rohstoffe im Land Brandenburg.– Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge, **21**, 1/2: 63 – 104, 54 Abb., 1 Tab.; Cottbus.

ZEILER, M., FIGGE, K., GRIEWATSCH, K., DIESING, M. & SCHWARZER, K. (2004): Regenerierung von Materialentnahmestellen in der Nord- und Ostsee.– Die Küste, **68**: 67 – 87, 20 Abb., 1 Tab.; Heide in Holstein.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover

mineralische-rohstoffe@bgr.de
www.bgr.bund.de

ISBN: 978-3-948532-65-9 (Druckversion)
978-3-948532-66-6 (PDF)