bbs die baustoffindustrie
Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V.
German Building Materials Association

SST

DIW BERLIN

Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2035 in Deutschland

Studie „Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2035 in Deutschland“

Aktualisierung einer Studie von 2013. Die Langfassung der Vorgängerstudie ist auf der Homepage des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden e. V. (*www.baustoffindustrie.de > Downloads*) erhältlich.

Auftraggeber:
Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V.

bbs die baustoffindustrie
Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V.
German Building Materials Association

bearbeitet von:
Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen
Dr.-Ing. Fritz Schwarzkopp
Dipl.-Ing. Jochen Drescher

Prof. Dr. Martin Gornig
Prof. Dr. Jürgen Blazejczak

SST

DIW BERLIN

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Studie ist die Abschätzung der zukünftigen Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen bis 2035. Hierfür werden – analog zu der 2011 veröffentlichten Vorgängerstudie – zwei Szenarien zur Entwicklung der volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen gebildet sowie das Substitutionspotenzial durch Sekundärrohstoffe untersucht. Hintergrund des Gutachtens sind unter anderem die Rohstoffstrategien auf europäischer und nationaler Ebene einschließlich der Sicherung heimischer Rohstoffe sowie die Debatte um die Steigerung der Ressourceneffizienz.

Die Studie zeigt, dass die Nachfrage nach primären Steine-Erden-Rohstoffen bei einer relativ geringen wirtschaftlichen Dynamik (BIP: +0,8% pro Jahr im Zeitraum 2015 bis 2035) in 2035 mit 523 Mio. t leicht unter dem Stand von 2013 (544 Mio. t) liegt. Bei stärkerem wirtschaftlichen Wachstum (BIP: +1,7% pro Jahr) steigt die Nachfrage nach primären Steine-Erden-Rohstoffen mit 650 Mio. t leicht über das Niveau des Jahres 2001. Der Nachholbedarf im Bausektor und die Produktionserwartungen in den industriellen Abnehmerbranchen wie der Chemie-, Glas- oder Stahlindustrie treiben die Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen an. Gleichwohl wird nicht mehr das hohe Niveau der 90er Jahre von teilweise deutlich über 700 Mio. t erreicht. Die Entkoppelung von Rohstoffentnahme und Wachstum setzt sich im Trend weiter fort: Da das Wachstum mit Produktinnovationen und Strukturwandel einhergeht und nicht rein mengenbasiert ist, fällt der Anstieg der Rohstoffnachfrage geringer aus als die wertmäßige Produktionszunahme.

Der Einsatz von Sekundärrohstoffen leistet einen wichtigen Beitrag zur Substitution primärer Rohstoffe und trägt so aktiv zur Ressourcenschonung bei. Im Betrachtungszeitraum sinkt – bei weiterhin hoher Verwertungsquote – die relative Bedeutung der Sekundärrohstoffe (Substitutionsquote) von 15,1% in 2013 auf 14,1% (oberes Szenario) bzw. 15,0% (unteres Szenario) in 2035, da insbesondere die Energiewende zu einem geringeren Aufkommen an Kraftwerksnebenprodukten führt. Für die anderen industriellen Nebenprodukte kann mit Blick auf die entsprechenden Produktionsprozesse nicht mit einer starken Ausweitung des Angebots gerechnet werden. Das Aufkommen an Recyclingbaustoffen wird – in Abhängigkeit von der Abbruchtätigkeit – je nach Szenario bis 2035 um rund 15% steigen bzw. stabil bleiben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die hohe Verwertungsquote auch bei den mineralischen Bauabfällen, die bereits heute bei über 90% liegt, nur noch geringfügig zu steigern sein dürfte.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Hintergrund und Zielsetzung des Gutachtens 6

2. Abschätzung der volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen 8

2.1. Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung 8
2.1.1. Demographischer Wandel 9
2.1.2 Leitgedanken der wirtschaftlichen Entwicklung 10
2.1.3. Entstehung und Verwendung des Bruttoinlandsproduktes 10
2.2. Entwicklung der industriellen Produktion 12
2.3. Entwicklungstrends des Bauvolumens 14
2.3.1. Konzeptionelle Vorüberlegungen 14
2.3.2. Wohnungsneubau 15
2.3.3. Neubau im sonstigen Hochbau 17
2.3.4. Maßnahmen im Gebäudebestand 18
2.3.5. Tiefbau 19

3. Gewinnung und Verwendung mineralischer Primärrohstoffe von 2000 bis 2013 sowie Ableitung der Rohstoffnachfrage bis 2035 21

3.1 Bedeutung der Rohstoffförderung 21
3.2 Determinanten der langfristigen Rohstoffnachfrage 22
3.2.1 Methodisches Vorgehen und Modellierung von Anpassungsfaktoren zur Umrechnung von Wertpfaden in Mengenpfade 22
3.2.2 Entwicklung der Nachfrage nach Primärrohstoffen 24
3.2.2.1 Sand und Kies 24
3.2.2.2 Spezialkies/-sand 25
3.2.2.3 Naturstein 25
3.2.2.4 Naturwerkstein 26
3.2.2.5 Kalk- und Dolomitstein 27
3.2.2.5.1 Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte (Baustoffe und industrielle Anwendungen) 27
3.2.2.5.2 Kalk- und Dolomitstein für die Branntkalk- und Dolomitkalkherstellung 28
3.2.2.5.3 Kalkstein für die Zementherstellung 29
3.2.2.6 Ton und Kaolin 30
3.2.2.6.1 Spezialton und Kaolin 30
3.2.2.6.2 Ziegelton 31
3.2.2.7 Gips- und Anhydritstein 32

4. Aufkommen und Verwendung mineralischer Sekundärrohstoffe von 2000 bis 2013 sowie Ableitung des Aufkommens bis 2035 34

4.1 Bestimmungsfaktoren des Sekundärrohstoffaufkommens und Auswirkungen auf die Nachfrage nach Primärrohstoffen 34
4.2 Rückgewinnung („Recovery") 36
4.3 Recyclingbaustoffe 36
4.4 Industrielle Nebenprodukte 38
4.4.1 Schlacken 38
4.4.1.1 Hochofenschlacken 38
4.4.1.2 Stahlwerksschlacken 39
4.4.2 Aschen 40
4.4.2.1 Steinkohlenflugaschen 40
4.4.2.2 Sonstige Aschen aus der Müllverbrennung und der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen (HMVA) 42
4.4.3 REA-Gips/SAV-Produkt, Flusssäure-Anhydrit 42
4.4.4 Gießereialtsande 44

5. Aggregierte Primär- und Sekundärrohstoffmengen bis 2035 einschließlich Substitutions- und Verwertungsquote 46

Literatur 48

Impressum, Fotonachweis 52

1. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG DES GUTACHTENS

Bei diesem Gutachten handelt es sich um die Aktualisierung der Studie „Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2030 in Deutschland", die das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung Berlin (DIW) und die SST Ingenieurgesellschaft Aachen 2012 im Auftrag des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden erarbeitet haben. Der Betrachtungszeitraum für die langfristige Rohstoffnachfrage wird bei der nun vorliegenden Neuauflage bis 2035 erweitert.

Ziel der Untersuchung ist es, auf der Basis des empirischen Verbrauchs mineralischer Primär- und Sekundärrohstoffe (2000 bis 2013) und deren Einsatz in den relevanten Wirtschaftszweigen (2013) unter Zugrundelegung zweier Szenarien zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung eine quantitative Analyse der Nachfrage nach mineralischen Rohstoffen in Deutschland bis zum Jahr 2035 durchzuführen. Außerdem gilt es die Frage zu klären, inwieweit die Gewinnung mineralischer Primärrohstoffe in Zukunft durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen[1] in den relevanten Wirtschaftsbereichen substituiert werden kann.

Die ökonomischen Szenarien wurden vom DIW Berlin erstellt und die Auswirkungen auf die Rohstoffverbräuche auf Basis der sektoralen Verteilung 2013 von der SST Ingenieurgesellschaft Aachen berechnet.

Damit ist diese Studie in folgende Teile untergliedert:

1. Analyse der volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Formulierung von Szenarien der zukünftigen Wirtschaftsentwicklung in relevanten Abnehmersektoren;

2. Übertragung der in den Szenarien beschriebenen volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen auf die künftige Rohstoffnachfrage unter Einbeziehung von Anpassungsfaktoren zur Umrechnung von Wertpfaden in Mengenpfade;

3. Darstellung der Produktionsmengen (Zeitreihen und Diagramme) der in Deutschland gewonnenen mineralischen Primärrohstoffe (Kies / Sand, Spezialkies und -sand, Naturstein, Naturwerkstein, Kalkstein, Gipsstein, Kaolin, Ton) und deren Verwendung im Jahr 2013 sowie Ableitung der zukünftigen Nachfrage bis 2035;

4. Darstellung der Mengen (Zeitreihen und Diagramme) in Deutschland erzeugter Sekundärrohstoffe und deren Verwendung im Jahr 2013 nach Abnehmersektoren sowie angebotsseitige Berechnung der Sekundärrohstoffmengen bis 2035 auch mit Blick auf die angestrebte Sicherung der hohen Verwertungsquote.

Der Hintergrund der in diesem Gutachten aufgeworfenen Fragestellung zur künftigen Rohstoffnachfrage besteht darin, dass Deutschland als eines der führenden Industrieländer auf die bedarfsgerechte Versorgung mit mineralischen Rohstoffen angewiesen ist. Dabei kann die Deckung der Nachfrage nach nichtmetallischen mineralischen Rohstoffen weitgehend aus heimischen Lagerstätten erfolgen, während bei Metallen und einzelnen Industriemineralien Importe erforderlich sind.

In der Rohstoffinitiative der Europäischen Kommission und der Rohstoffstrategie der Bundesregierung sind – über die internationalen Herausforderungen hinaus – die dauerhafte Versorgung mit heimischen Rohstoffen sowie die Steigerung der Ressourceneffizienz als wichtige politische Handlungsfelder definiert worden (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2008, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010). Die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen steht dabei nicht nur auf der wirtschaftspolitischen, sondern auch auf der umweltpolitischen Agenda. So hat die Bundesregierung im Jahr 2012 das Ressourceneffizienzprogramm „ProgRess" beschlossen, das neben einer nachhaltigen stofflichen Nutzung abiotischer Rohstoffe (Erze, Industrie- und Baumineralien) und biotischer Rohstoffe (vor allem Holz) u.a. auf den Einsatz von Sekundärrohstoffen zur Substitution primärer Ressourcen abstellt (ProgRess 2012). Mit dem nun erschienenen „Ressourceneffizienzprogramm II" wurden der Fortschrittsbericht bis 2015 und die Fortschreibung bis 2019 vorgelegt.

Auch von den Unternehmen und Verbänden der Baustoff-, Steine-und-Erden-Industrie werden seit langem Projekte verfolgt, die sich neben der Rohstoffsicherung auf eine nachhaltige Rohstoffförderung, einen ökologisch wie wirtschaftlich sinnvollen Einsatz von Sekundärrohstoffen sowie den Naturschutz und die Artenvielfalt in den Abbaustätten der Branche beziehen. Ein wichtiges Beispiel ist die Gemeinsame Erklärung des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden (BBS), des Naturschutzbunds Deutschland (NABU) sowie der Industriegewerkschaften Bauen-Agrar-Umwelt (IG BAU) und Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) zur Rohstoffnutzung in Deutschland, die in ähnlicher Form auch für die meisten Bundesländer vorliegt (Rohstoffnutzung in Deutschland 2004). Ein weiteres Beispiel sind die Monitoring-Berichte der Bauwirtschaft zur Verwertung von mineralischen Bauabfällen, die federführend vom BBS betreut werden (Kreislaufwirtschaft Bau 2015).

Die Baustoff-, Steine-und-Erden-Industrie leistet entlang der gesamten Wertschöpfungskette Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung. Ihre Produkte sind unverzichtbar zur Umsetzung wichtiger politischer Ziele. Hierzu gehören z. B. der Umbau der Energieversorgung, die Modernisierung der Verkehrsinfrastruktur oder die Sanierung und der Neubau bezahlbaren Wohnraums. Darüber hinaus ist die industrielle Produktion in Deutschland auf heimische Rohstoffe angewiesen. Nach Verbandsangaben werden rund 80% der Steine-Erden-Güter in der Bauwirtschaft eingesetzt; etwa 20% werden an industrielle Abnehmer wie die Chemie-, Stahl- oder Glasindustrie geliefert.

Bei der Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass einige Abweichungen im Vergleich zur Vorgängerstudie von 2012 bestehen. So wurden neben leichten empirischen Korrekturen z. B. in den Zeitreihen oder der Verwendungsstruktur der Rohstoffe die Annahmen des Modells modifiziert, um diese so realitätsnah wie möglich zu gestalten. Die wirtschaftlichen Perspektiven in den beiden Szenarien, auf denen die Entwicklung in den Verbrauchssektoren fußt, wurden leicht abgeschwächt (obere Variante 2010 BIP: +1,9% p.a.; untere Variante 2010 BIP: +0,9% p.a.). Um dem bisherigen Verlauf der Energiewende Rechnung zu tragen, wird für die künftige Entwicklung der Stromerzeugung in Deutschland nunmehr das Trendszenario der BMWi-Energiereferenzprognose (Prognos 2014) zugrunde gelegt. Hintergrund ist die Tatsache, dass ein weitgehender Verzicht auf die Kohleverstromung beim gleichzeitigen Ausstieg aus der Kernenergie aus heutiger Sicht voraussichtlich erst nach 2030 möglich sein wird. Ebenfalls modifiziert wurden die Anpassungsfaktoren zur Umrechnung der Nachfrageentwicklung von Wertpfaden in Mengenpfade (vgl. Abschnitt 3.2.1).

[1] Als „Sekundärrohstoffe" werden im Folgenden alle Stoffe bezeichnet, die nicht wie Primärrohstoffe aus natürlichen Ressourcen gewonnen werden, sondern durch die Aufarbeitung mineralischer Bauabfälle zu Recyclingbaustoffen sowie als Nebenprodukte in industriellen Prozessen (Beispiel: REA-Gips) entstehen.

2. ABSCHÄTZUNG DER VOLKSWIRTSCHAFTLICHEN RAHMENBEDINGUNGEN

Entscheidender Bestimmungsgrund für die Nachfrage nach mineralischen Rohstoffen ist die wirtschaftliche Entwicklung in den wichtigen Verbrauchssektoren. Über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren ist diese nicht im Sinne einer Prognose eines wahrscheinlichen Pfades vorauszuschätzen. Sinnvoll ist aber eine Abschätzung der zukünftigen volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Form von Szenarien.

Die im Folgenden vorgestellten beiden Szenarien decken einen relevanten Bereich möglicher zukünftiger Konstellationen wirtschaftlicher Variablen ab, ohne jedoch die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung prognostizieren zu wollen und zu können. Keines der Szenarien ist also durch eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit herausgehoben. Auch sind Entwicklungen denkbar, bei denen die Wirtschaftsentwicklung außerhalb des mit den Szenarien abgegriffenen Bereichs verläuft.

Zur Erstellung der Szenarien wird in drei Schritten vorgegangen: Zunächst werden – ausgehend von der Beschreibung der demografischen Trends und der Darstellung der Leitgedanken – Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung formuliert, dabei wird die Entstehungsrechnung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) mit der Verwendungsrechnung abgestimmt. In einem zweiten Schritt werden mit der gesamtwirtschaftlichen Verwendungsrechnung konsistente Szenarien der sektoralen Produktionsstruktur entwickelt; dabei wird die Bauwirtschaft, deren Entwicklung die Nachfrage nach mineralischen Rohstoffen entscheidend bestimmt, schwerpunktmäßig betrachtet.

2.1. Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

Die Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung gehen von Vorstellungen über den demographischen Wandel und das Arbeitskräfteangebot sowie den Produktivitätsfortschritt aus. Arbeitskräfteangebot und Arbeitsproduktivität bestimmen gemeinsam das Produktionspotenzial der Volkswirtschaft. Während die Vorstellungen über den demographischen Wandel aus vorliegenden Vorausschätzungen anderer Institutionen übernommen werden, richten sich die Annahmen über die Entwicklung der Arbeitsproduktivität nach den Leitgedanken, die die beiden vorgestellten Szenarien prägen.

Die wesentlichen Treiber der Entwicklung der Arbeitsproduktivität sind die Kapital- und Infrastrukturausstattung der Volkswirtschaft, ihre Ausstattung mit Humankapital, der technische Fortschritt und die Gestaltung der Rahmenbedingungen.

- Der Anstieg der Arbeitsproduktivität wird zu einem guten Teil durch eine Erhöhung der Kapitalintensität[2] erreicht (capital deepening). Das bedeutet, dass die in den Szenarien unterschiedliche Entwicklung der Investitionen Bedeutung für die Produktivitätsentwicklung hat. Auch die Infrastrukturausstattung und damit die Investitionen der öffentlichen Hand spielen für die Produktivitätsentwicklung eine wichtige Rolle.

- In quantitativer Hinsicht wird das Humankapital durch das Arbeitskräfteangebot und die geleistete Arbeitszeit bestimmt. Die Produktivitätsentwicklung hängt aber auch von Qualitätsaspekten des Arbeitskräfteangebots, insbesondere dem Qualifikationsniveau, ab. Bei Geringqualifizierten ist auch in Zukunft mit einem Überangebot zu rechnen; bei mittleren Qualifikationsniveaus sind Engpässe absehbar (Helmrich, Zika 2010). Aufgrund dieser Ungleichgewichte wird die Produktivitätsentwicklung tendenziell gedämpft.

- Deutschland hat gute Voraussetzungen dafür, die Arbeitsproduktivität durch Innovationen wie in der Vergangenheit zu steigern. Innovationsaktivitäten und ihr Erfolg hängen aber auch von der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung ab, die sich zwischen den Szenarien unterscheidet.

Es wird davon ausgegangen, dass die institutionellen Rahmenbedingungen so angepasst und weiterentwickelt werden, dass von daher keine Hemmnisse für die Produktivitätsentwicklung entstehen.

2.1.1. Demographischer Wandel

Das Statistische Bundesamt hat im April 2015 neue Bevölkerungsvorausberechnungen vorgelegt, die die Ergebnisse des Zensus 2011 und die seitdem sehr starken Zuwanderungen berücksichtigen (StaBuA 2015a). Dabei werden unterschiedliche Annahmen zu Geburtenrate, Lebenserwartung und Wanderungen kombiniert. In der Variante „Kontinuität bei stärkerer Zuwanderung" (G1-L1-W2) schrumpft die Bevölkerung von 2013 bis 2035 um 758.000 Personen (vgl. Tabelle 1). Dabei ist ein jährlicher Zuwanderungssaldo angenommen, der von 500.000 Personen im Jahr 2014 auf 200.000 Personen im Jahr 2021 sinkt und dann konstant bleibt.[3] Die Geburtenziffer bleibt mit 1,4 Kindern je Frau annähernd unverändert, und die Lebenserwartung steigt mäßig auf 84,8 Jahre für Jungen und 88,8 Jahre für Mädchen bei Geburt im Jahr 2060.

Der Bevölkerungsrückgang ist mit einer deutlichen Alterung verbunden. Die Bevölkerung im Erwerbsalter von 20 bis unter 67 Jahren geht im Zeitraum 2013 bis 2035 um 5,9 Millionen Personen zurück.

Neben den Annahmen über Geburtenhäufigkeit und Lebenserwartung sind bei Bevölkerungsvorausschätzungen die Annahmen über Wanderungen besonders unsicher. Nähme man anstelle eines Wanderungssaldos von 200.000 Personen pro Jahr ab 2021 einen Wert von 100.000 Personen an, ergäbe sich bis zum Jahr 2035 gegenüber 2013 ein Bevölkerungsrückgang um 3,1 Millionen Personen; die Bevölkerung im Erwerbsalter von 20 bis unter 67 Jahren würde dann in diesem Zeitraum um 7,6 Millionen Personen sinken. Falls die Nettozuwanderung hingegen auf längere Sicht mit 300.000 auf einem erhöhten Niveau bleiben sollte, dürfte die Schrumpfung der Bevölkerung erst deutlich später einsetzen; im Jahr 2035 würde die Bevölkerungszahl dann mit 81,4 Mio. Personen sogar leicht über dem Niveau von 2013 liegen, die Bevölkerung im Erwerbsalter von 20 bis unter 67 Jahren wäre in 2035 um rund 1 Mio. Personen höher als bei einem Zuwanderungssaldo von 200.000 Personen pro Jahr.

Abschätzungen des Arbeitskräfteangebots bei der oben beschriebenen demographischen Entwicklung liegen nicht vor.[4] Es ist aber absehbar, dass das Erwerbspersonenpotential deutlich schrumpfen wird, auch wenn die Erwerbsbeteiligung ansteigt – wegen der stärkeren Anspannung auf dem Arbeitsmarkt in der oberen Variante etwas stärker als in der unteren. Bei einer Fortschreibung des bisherigen Trends sinkt das Arbeitskräfteangebot von 2013 bis 2035 in der oberen Variante um 3,9 Millionen Personen, in der unteren um 4,8 Millionen Personen.

Tabelle 1: Bevölkerung (in 1.000 Personen am Jahresende)

	2013*	2020	2025	2030	2035
Bevölkerung	80.767	81.953	81.589	80.919	80.009
Bevölkerung 20 - < 67	51.024	51.251	49.795	47.441	45.061

* Ergebnisse der Bevölkerungsfortschreibung auf Basis des Zensus 2011, siehe StaBuA 2015c.

Quelle: StaBuA 2015a, Variante G1-L1-W2

[2] Kapitalintensität = Kapitaleinsatz je Erwerbstätigen

[3] Damit ist die deutlich angestiegene Zuwanderung aus Süd- und Osteuropa nach der Wirtschaftskrise in der Bevölkerungsvorausberechnung berücksichtigt, nicht aber die 2015 sprunghaft angestiegene Zuwanderung von Asylsuchenden.

[4] Nach der Erwerbspersonenprognose der BBSR (2015), die die Ergebnisse des Zensus 2011, aber nicht die der 13. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung berücksichtigt, nimmt die Zahl der Erwerbspersonen von 2015 bis 2035 um 4,6 Millionen Personen ab.

2.1.2 Leitgedanken der wirtschaftlichen Entwicklung

Die obere Variante der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung orientiert sich an dem Leitgedanken einer „Erfolgreichen Fortsetzung des exportorientierten Wachstumsmodells". Für die Orientierungen und Verhaltensweisen wirtschaftlicher Akteursgruppen bedeutet dies:

- Die Weltwirtschaft kehrt zu einer stetigen Entwicklung zurück. Deutschland partizipiert als erfolgreiches Exportland an dieser Entwicklung. Die Krisen in den Industrieländern werden bald überwunden. Die Schwellenländer setzen ihr hohes Wachstum ohne schwere Einbrüche fort. Aufgrund seiner günstigen Wirtschaftsstruktur mit leistungsfähigem industriellem Kern kann Deutschland seinen Anteil am weiter schnell wachsenden Welthandel halten oder sogar steigern und dabei günstige Terms of Trade erzielen.

- Auf der Basis einer günstigen Einnahmeentwicklung können die Gebietskörperschaften ohne Verletzung der Verschuldungsgrenzen ihre Investitionen ausweiten und den Nachhol- und Erweiterungsbedarf bei der Infrastruktur decken.

- Die Unternehmen investieren bei hoher Kapazitätsauslastung kräftig in Erneuerung und Erweiterung ihrer Produktionsanlagen. Die Innovationsrate ist hoch. Das stärkt die Position im Qualitätswettbewerb und führt zu kräftigen Produktivitätssteigerungen.

- Der Produktivitätsfortschritt kann in Produktionswachstum umgesetzt werden, denn neben der Auslandsnachfrage nimmt auch die Inlandsnachfrage kräftig zu.

Eine kontrastierende untere Variante ist durch den Leitgedanken „Anhaltende Krisen und Wachstumsschwäche" bestimmt. Das bedeutet:

- Die wirtschaftliche Entwicklung ist in den kommenden Jahren weiter durch Krisen geprägt. Dadurch wird auch die längerfristige Wachstumsdynamik gedämpft. Die krisenhaften Entwicklungen in Europa setzen sich fort und greifen auf andere Industrieländer über. Die Globalisierung verliert an Dynamik und das Wachstum der Schwellenländer wird gedämpft. Die verlangsamte Welthandelsentwicklung dämpft die Entwicklung der deutschen Exporte. Zudem verliert Deutschland im schärfer werdenden internationalen Wettbewerb Welthandelsanteile.

- Die gedämpfte Wirtschaftsentwicklung führt zu geringeren Staatseinnahmen. Um die Regelungen der Schuldenbremse einhalten zu können, müssen die Staatsausgaben eingeschränkt werden. Das führt zu einer weiteren Abnutzung und eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Infrastruktur und dämpft die wirtschaftliche Entwicklung weiter.

- Aufgrund der verhaltenen Nachfrageentwicklung bleiben die Produktionskapazitäten der Unternehmen unterausgelastet. Die Investitionstätigkeit ist gering: Erweiterungsinvestitionen unterbleiben, Ersatzinvestitionen werden vernachlässigt. Auch die Innovationsaktivität ist niedrig. Ergebnis sind eine verlangsamte Produktivitätsentwicklung und ein niedriger Wachstumspfad.

- Entsprechend dem geringen Wirtschaftswachstum bleibt die Entwicklung der Lohn- und Transfereinkommen schwach. Trotz des knapper werdenden Arbeitskräfteangebots können die Arbeitnehmer ihren Einkommensanteil nicht wesentlich steigern. Die Schwäche der Auslandsnachfrage wird nicht durch eine stärkere Binnennachfrage kompensiert.

2.1.3. Entstehung und Verwendung des Bruttoinlandsproduktes

Bei dem stetigen Wirtschaftswachstum in der oberen Variante findet ein immer größerer Teil des Arbeitskräfteangebots Beschäftigung. Bis zum Jahr 2025 sinkt die Arbeitslosigkeit auf 1,9 Millionen Personen, das entspricht einer Arbeitslosenquote von 4,2%; bis 2035 sinkt sie weiter auf 1,3 Millionen Personen (Arbeitslosenquote 3,2%). Außerdem nimmt bei sinkender Arbeitslosigkeit auch die Stille Reserve ab: Personen, die bei hoher Arbeitslosigkeit ihre Arbeitssuche eingestellt haben, bemühen sich nun um eine Erwerbstätigkeit.

In der Vergangenheit ist die durchschnittliche Arbeitszeit stetig zurückgegangen (von 1991 bis 2010 um rund 10%; d. h. jahresdurchschnittlich um 0,5% (IAB 2011)). Eine bedeutende Rolle hat dabei die Ausweitung von Teilzeitarbeit und geringfügiger Beschäftigung gespielt. Für die Zukunft wird angenommen, dass die durchschnittliche Arbeitszeit nicht weiter abnimmt. In der oberen Variante steigt sie unter dem Druck der stärkeren Anspannung auf dem Arbeitsmarkt bis 2035 um knapp 3 Stunden pro Woche an und entspricht dann dem Stand Mitte der 1990er Jahre.

Unter diesen Voraussetzungen nimmt das Arbeitsvolumen bis zum Jahr 2025 noch zu und geht auch danach nur wenig zurück (Tabelle 2).

Tabelle 2: Entstehung des Bruttoinlandsprodukts – obere Variante (durchschnittliche jährliche Veränderungsraten in %)

	2020/ 2013	2025/ 2020	2030/ 2025	2035/ 2030
Erwerbspersonenpotenzial[5]	0,1	-0,4	-0,6	-0,9
Erwerbspersonen[6]	0,2	-0,3	-0,6	-0,9
Erwerbstätige[7]	0,3	0,0	-0,5	-0,8
BIP	1,7	1,9	1,7	1,6
Personenproduktivität	1,3	2,0	2,2	2,5
Durchschnittliche Arbeitszeit	0,3	0,2	0,5	0,8
Arbeitsvolumen	0,6	0,2	0,0	-0,1
Stundenproduktivität	1,1	1,7	1,7	1,7

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

Die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde hat von 1991 bis 2014 durchschnittlich um 1,4% pro Jahr zugenommen; bis vor der Finanzkrise (2007) betrug der Anstieg seit 1991 1,8% (StaBuA 2015b: Tab. 1.14). Für die obere Variante wird angenommen, dass die Entwicklung der Stundenproduktivität in der Zukunft an den Trend in der Vergangenheit anknüpft und ab 2020 pro Jahr rund 1,7% beträgt; für die Jahre bis 2016 sind aktuelle Prognosen (DIW 2015) berücksichtigt.

Die dargestellte Entwicklung von Arbeitsvolumen und Stundenproduktivität ermöglicht – nach einer Wachstumsrate von 1,7% pro Jahr im Zeitraum 2013 bis 2020 – bis 2025 ein Wirtschaftswachstum von knapp 2% und danach bis 2035 von fast 1,7% pro Jahr.

Der private Verbrauch steigt zunächst noch etwas weniger stark als das BIP; ab 2025 ist der Anstieg etwas höher, weil die zunehmende Anspannung auf dem Arbeitsmarkt zu stärkeren Lohnsteigerungen führt (Tabelle 3). Deutlich schwächer als das BIP entwickelt sich der Staatsverbrauch; hier schlagen sich die fortdauernden Konsolidierungsbemühungen nieder. Anfangs ist die Entwicklung der Anlageinvestitionen durch eine hohe Dynamik geprägt, später entwickeln sich die Anlageinvestitionen im Trend parallel zum BIP. Die Investitionsquote steigt von knapp 20% in 2013 bis 2035 auf 21% an.

Auf den Auslandsmärkten ist Deutschland erfolgreich, die Exporte können mit rund 4% pro Jahr mehr als doppelt so stark wie das BIP ausgeweitet werden. In stärkerem Maße als in der Vergangenheit werden die Exporterlöse für den Kauf ausländischer Waren und Dienstleistungen verwendet. Die Importe nehmen prozentual stärker zu als die Exporte. Der Außenbeitrag steigt in realer Rechnung in Relation zum BIP von 6% in 2013 auf rund 7% in 2035 an.

Tabelle 3: Verwendung des realen Bruttoinlandsprodukts – obere Variante (durchschnittliche jährliche Veränderungsraten in %)

	2020/ 2013	2025/ 2020	2030/ 2025	2035/ 2030
Privater Verbrauch	1,5	1,8	1,8	1,8
Staatsverbrauch	1,3	1,3	1,2	1,2
Anlageinvestitionen	2,6	2,0	1,7	1,7
Exporte	4,1	4,0	3,9	3,9
Importe	4,4	4,2	4,2	4,1
BIP	1,7	1,9	1,7	1,6

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

In der unteren Variante steigt die durchschnittliche Arbeitszeit von 2013 bis 2035 um 1,8 Stunden pro Woche. Der Anstieg ist geringer als in der oberen Variante, weil der Druck von der Nachfrageseite des Arbeitsmarktes geringer ist. Aus demselben Grund steigt die Erwerbs-

[5] Erwerbspersonenpotenzial = Erwerbspersonen und Stille Reserve
[6] Erwerbspersonen = Erwerbstätige und Arbeitslose
[7] Erwerbstätige = Abhängig Beschäftigte und Selbständige

beteiligung etwas weniger stark an, so dass das Arbeitskräfteangebot nach 2020 etwas mehr zurück geht als in der oberen Variante. Zudem bleibt in der unteren Variante die Mobilisierung von Arbeitskräften aus der Arbeitslosigkeit schwächer, die Zahl der Erwerbstätigen ist also geringer (in 2035 um 2,8 Millionen Personen). Aufgrund der schwächeren Zunahme der durchschnittlichen Arbeitszeit und der niedrigeren Erwerbstätigkeit nimmt in der unteren Variante das Arbeitsvolumen bis 2020 weniger stark zu, danach geht es deutlich zurück.

In Übereinstimmung mit dem Leitgedanken der unteren Variante und der dementsprechend geringeren Investitions- und Innovationsaktivität bleibt auch der Produktivitätsfortschritt hinter dem der oberen Variante zurück: Die Stundenproduktivität steigt bis 2020 gegenüber 2013 mit einer jährlichen Rate von 0,9%, danach bis 2025 mit 1,2%, später mit 1% pro Jahr weniger stark als im Durchschnitt seit der Wiedervereinigung (Tabelle 4). In der Konsequenz wird durch diese Konstellation ein nur schwaches Wachstum des BIPs ermöglicht.

Tabelle 4: Entstehung des Bruttoinlandsprodukts – untere Variante (durchschnittliche jährliche Veränderungsraten in %)

	2020/ 2013	2025/ 2020	2030/ 2025	2035/ 2030
Erwerbspersonenpotenzial	0,1	-0,5	-0,9	-1,0
Erwerbspersonen	0,1	-0,6	-0,9	-1,1
Erwerbstätige	0,0	-0,5	-0,9	-1,0
BIP	1,1	0,7	0,6	0,5
Personenproduktivität	1,0	1,2	1,5	1,5
Durchschnittliche Arbeitszeit	0,1	0,0	0,5	0,5
Arbeitsvolumen	0,2	-0,5	-0,4	-0,5
Stundenproduktivität	0,9	1,2	1,0	1,0

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

Auf der Verwendungsseite schlägt sich das geringere Wirtschaftswachstum vor allem in einer schwächeren Binnennachfrage nieder. Zwar steigen auch die deutschen Exporte entsprechend der gedämpft verlaufenden weltwirtschaftlichen Entwicklung wesentlich weniger schnell als in der oberen Variante, jedoch verläuft auch das Wachstum der Importe deutlich schwächer. Im Ergebnis weist Deutschland auch in dieser Variante im Jahr 2035 in realer Rechnung einen positiven Außenbeitrag in Höhe von rund 5% des BIP aus (nach rund 6% in 2013). Die Zunahme des privaten Verbrauchs bleibt hinter dem Wachstum des BIPs zurück. Die geringere Dynamik der Einnahmen führt dazu, dass der Staatsverbrauch – ebenso wie die staatlichen Investitionen – weniger stark ausgeweitet wird als in der oberen Variante. Auch die Unternehmen halten sich angesichts gedämpfter Absatzerwartungen bei den Anlageinvestitionen zurück (Tabelle 5).

Tabelle 5: Verwendung des realen Bruttoinlandsprodukts – untere Variante (durchschnittliche jährliche Veränderungsraten in %)

	2020/ 2013	2025/ 2020	2030/ 2025	2035/ 2030
Privater Verbrauch	1,0	0,5	0,5	0,5
Staatsverbrauch	1,0	1,0	1,0	1,0
Anlageinvestitionen	1,6	0,7	0,6	0,6
Exporte	3,1	2,0	2,0	2,0
Importe	3,4	2,3	2,3	2,3
BIP	1,1	0,7	0,6	0,5

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

2.2. Entwicklung der industriellen Produktion

Seit der Wiedervereinigung ist die Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes an der deutschen Wirtschaft zurückgegangen. Im Jahr 1991 machte die Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes 27,3% der gesamten Wertschöpfung aus, im Jahr 2014 waren es noch 22,2% (StaBuA 2015b). Spiegelbildlich dazu ist die Bedeutung der Dienstleistungsbereiche gestiegen. Im internationalen Vergleich hat Deutschland aber immer noch einen starken industriellen Sektor. Mit einem Anteil von 22,2% der Wertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes am BIP rangiert Deutschland 2013 vor anderen vergleichbaren Ländern; der entsprechende Anteil Schwedens liegt z. B. bei 16,5%, der Frankreichs bei 11,3% (World Bank 2015).

Die Szenarien implizieren für die Zukunft eine sogar wieder steigende Bedeutung der Industrie für die deutsche Wirtschaft. Anders als viele andere OECD-Länder konnte Deutschland seinen Marktanteil an der Weltindustrieproduktion in den letzten Jahren verteidigen, insbesondere durch die Ausrichtung auf forschungsintensive Produktionen in der Grundstoff- und Investitionsgüterindustrie (Gornig/Schiersch 2012). Die durch die Finanzkrise 2008 ausgelösten Produktionsrückgänge konnten z. B. mittlerweile überwunden werden. Von dem erwarteten weltweiten Wachstum der Industrieproduktion im Zuge der weiteren Wachstumsprozesse in den Schwellenländern Asiens und Lateinamerikas dürfte Deutschland aufgrund seiner Spezialisierungsvorteile auch künftig profitieren.

Die sektorale Entwicklung kann aus der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung der Verwendungskomponenten des BIPs mit Hilfe der Input-Output-Rechnung konsistent abgeleitet werden. Sie zeigt, welche Produktion in den inländischen Wirtschaftsbereichen erforderlich ist, um die gesamtwirtschaftliche Nachfrage – wie sie in den Verwendungskomponenten des BIPs zum Ausdruck kommt – zu befriedigen. Die Entwicklung der Produktion in realer Rechnung kann dann zur Abschätzung der Nachfrage nach mineralischen Rohstoffen verwendet werden.

Für die zukünftige Nachfrage nach Steine-Erden-Gütern ist die wirtschaftliche Entwicklung in den jeweiligen Abnehmersektoren relevant. Rund 80% der jährlich gewonnenen Steine-Erden-Rohstoffe werden in der Bauwirtschaft eingesetzt. Aber auch für zahlreiche Industriesektoren ist die Steine-Erden-Industrie als Zulieferer von elementarer Bedeutung:

- Ein wichtiger Abnehmer von Steine-Erden-Rohstoffen ist die Eisen- und Stahlindustrie. Dort wird Kalk und Kalkstein u.a. zum Stückigmachen des Erzes und im Hochofen zum Binden von Nebenbestandteilen des Erzes eingesetzt; die dabei entstehenden Schlacken werden im Wesentlichen in der Zementindustrie verwendet und können in Teilen Zementklinker ersetzen. Die Gießerei-Industrie ist ein wichtiger Abnehmer von Sand für Gießformen.
- Die Glasindustrie verwendet als Grundstoff vor allem Quarzsand, aber auch Kalk- und Dolomitstein.
- Die Papierindustrie ist der wichtigste Abnehmer für Kaolin, das sie als Füllstoff verwendet. Daneben werden in der Papierherstellung auch Kalk und Gips eingesetzt.
- In der Landwirtschaft wird Kalk und Kalkstein zur Neutralisierung saurer Böden und als Düngemittel verwandt. Auch kalkhaltige Schlacken aus der Stahlherstellung finden dafür Verwendung.
- In der chemischen Industrie werden Steine-Erden-Rohstoffe in zahlreichen Anwendungen eingesetzt, u.a. als Füllstoffe etwa bei der Herstellung von Farben, Lacken und Leimen, kosmetischen und pharmazeutischen Produkten sowie Kunststoffen. Außerdem werden dort Kalk und Kalkstein sowie Gips, aber auch Industriemineralien wie Bentonit und Kieselerde verwendet. Daneben verwenden zahlreiche weitere Industriezweige Steine-Erden-Rohstoffe, wenn auch in relativ geringen Mengen.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie ist – neben der Entwicklung des Bauvolumens (siehe Kapitel 2.3) – deshalb mengenmäßig vor allem die Produktion der in der folgenden Tabelle 6 angegebenen Gütergruppen relevant.

Tabelle 6: Für die Steine-Erden-Industrie relevante Gütergruppen

Kurzbezeichnung	Nummer lt. IO-Tabelle*	Nummer lt. CPA**	Bezeichnung lt. IO-Tabelle*
Eisen/Stahl	18	24.1 bis 24.3	Roheisen, Stahl, Erzeugnisse der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl
Chemische Erzeugnisse	13	20	Chemische Erzeugnisse
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	1	01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Dienstleistungen
Mineralische Baustoffe	17	23.2 bis 23.9	Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
Glas	16	23.1	Glas und Glaswaren

* Siehe StaBuA 2014; ** CPA. Classification of Products by Activity 2008

Tabelle 7 zeigt die Entwicklung der wertmäßigen Bruttoproduktion in den näher betrachteten Produktionsbereichen in realer Rechnung. Die Produktion der exportstarken Sektoren Eisen und Stahl sowie Chemie steigt überdurchschnittlich an, während sich die Produktion der Landwirtschaft unterdurchschnittlich entwickelt. Der Produktionsanstieg bei Glas und mineralischen Bau- und Rohstoffen liegt oberhalb der durchschnittlichen Entwicklung aller Wirtschaftsbereiche, aber unterhalb der in den Exportsektoren.

Tabelle 7: Entwicklung der Bruttoproduktion – obere Variante (zu konstanten Preisen, durchschnittliche jährliche Veränderungsraten in %)

	2020/ 2013	2025/ 2020	2030/ 2025	2035/ 2030
Eisen/Stahl	3,4	3,1	2,9	2,8
Chemische Erzeugnisse	3,3	3,0	2,8	2,7
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	1,7	1,8	1,7	1,6
Mineralische Bau- und Rohstoffe	2,9	2,7	2,6	2,5
Glas	3,0	2,8	2,6	2,5
Erzeugnisse übriger Bereiche	2,1	2,1	1,9	1,9
Insgesamt	2,2	2,1	2,0	1,9

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

Tabelle 8: Entwicklung der Bruttoproduktion – untere Variante (zu konstanten Preisen, durchschnittliche jährliche Veränderungsraten in %)

	2020/ 2013	2025/ 2020	2030/ 2025	2035/ 2030
Eisen/Stahl	2,4	1,1	1,0	0,9
Chemische Erzeugnisse	2,3	1,1	0,9	0,8
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	1,1	0,2	0,1	0,1
Mineralische Bau- und Rohstoffe	2,0	0,9	0,7	0,7
Glas	2,0	0,9	0,8	0,7
Erzeugnisse übriger Bereiche	1,5	0,9	1,0	0,6
Insgesamt	1,5	0,9	0,9	0,6

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

In der unteren Variante steigt die Endnachfrage nach den Erzeugnissen der ausgewählten Sektoren entsprechend der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung deutlich schwächer als in der oberen Variante. Unter Berücksichtigung der Liefer- und Bezugsverflechtungen zwischen den Wirtschaftsbereichen entwickelt sich die Produktion der ausgewählten Sektoren in realer Rechnung wie in Tabelle 8 dargestellt. In den exportorientierten Sektoren ist die Entwicklung überdurchschnittlich, in der Landwirtschaft unterdurchschnittlich, bei Glas und mineralischen Bau- und Rohstoffen entspricht sie in etwa der aller Wirtschaftsbereiche.

Die zukünftige Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen in Mengeneinheiten kann nicht unmittelbar aus der wertmäßigen Veränderung der Bruttoproduktion, wie sie oben dargestellt worden ist, abgeleitet werden, da ein Teil des Wachstums auf Qualitätssteigerungen und intrasektoralem Strukturwandel sowie Steigerungen der Materialeffizienz einzelner Prozesse beruht. In Kapitel 3.2.1 werden daher Anpassungsfaktoren abgeleitet, die den daraus resultierenden Anstieg der Materialproduktivität widerspiegeln.

2.3. Entwicklungstrends des Bauvolumens[8]

2.3.1. Konzeptionelle Vorüberlegungen

Die Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen wird in hohem Maße durch die Bauwirtschaft bestimmt. Die möglichen Entwicklungstrends der Bauwirtschaft sollen daher hier gesondert analysiert werden. Dabei beziehen wir uns nicht allein auf die Entwicklungstrends des Sektors Baugewerbe, sondern auf das viel weiter gefasste Bauvolumen.[9]

[8] Neben den allgemeinen Entwicklungstrends im Bauvolumen wirken sich auch Nachfrageveränderungen innerhalb des Bausektors entscheidend auf den künftigen Bedarf an Steine-Erden-Rohstoffen aus, etwa im Hinblick auf die mögliche Substitution mineralischer durch alternative Baustoffe oder die steigende Baunachfrage aufgrund des Umbaus der Energieversorgung im Zuge der Energiewende. Eine ausführliche Darstellung dieser intrasektoralen Trends erfolgte in der Langfassung der Studie 2012.

[9] Das Bauvolumen ist definiert als die Summe aller Leistungen, die auf die Herstellung oder Erhaltung von Gebäuden und Bauwerken gerichtet sind. Insofern geht der Nachweis über die vom Statistischen Bundesamt berechneten Bauinvestitionen hinaus, denn bei den Investitionen bleiben konsumtive Bauleistungen unberücksichtigt – dies sind vor allem nicht werterhöhende Reparaturen (d. h. Instandsetzungsleistungen des Bauhaupt- und Ausbaugewerbes). Das Bauvolumen umfasst auf der Entstehungsseite Leistungen des Bauhauptgewerbes und des Ausbaugewerbes sowie alle übrigen baurelevanten Produktionsbeiträge anderer Wirtschaftsbereiche.

Das DIW Berlin führt zudem seit Längerem im Hochbau jährliche Berechnungen durch, mit denen die Entwicklung im Neubaubereich gesondert betrachtet werden kann (Gornig et al. 2011). Kern der Berechnungen sind die Informationen aus der Bautätigkeitsstatistik. Die zentralen Ausgangsgrößen sind Angaben zu den veranschlagten reinen Baukosten der im jeweiligen Jahr genehmigten und der fertiggestellten Bauten. Unterschieden wird dabei zwischen Wohnungsneubau und Neubau von sonstigen Gebäuden.

Aus den beschriebenen Berechnungen zur Neubautätigkeit im Hochbau lässt sich indirekt auf den Umfang der Bauleistungen an vorhandenen Gebäuden schließen. Da im Hochbau konzeptionell das Neubauvolumen genauso definiert ist wie das gesamte Bauvolumen, errechnen sich die Maßnahmen am Gebäudebestand aus der Differenz zwischen dem gesamten Bauvolumen und dem Neubauvolumen. Diese Bestandsleistungen umfassen sowohl Um- und Ausbaumaßnahmen als auch Modernisierungen und Instandsetzungen von vorhandenen Gebäuden. Auskunft zur Struktur der Bestandsleistungen liefert eine Untersuchung der Heinze GmbH (Hotze et al. 2011). Die Aktualisierung dieser Studie wird in der ersten Jahreshälfte 2016 vorliegen.

Für die Szenarien können somit folgende vier Bereiche des Bauvolumens gesondert abgebildet werden:

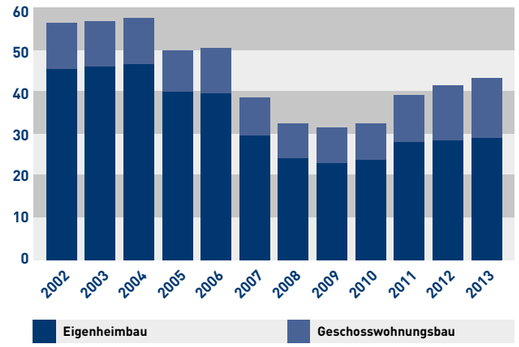
- Wohnungsneubau,
- Bestandsmaßnahmen im Hochbau,
- Neubau bei sonstigen Hochbauten,
- Tiefbaumaßnahmen.

Bei der Interpretation der Entwicklung des Bauvolumens ist zu berücksichtigen, dass sich die Bautätigkeit regional heterogen entwickeln wird. So geht das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) in seiner „Wohnungsmarktprognose 2030" davon aus, dass sich die Wohnungsbautätigkeit – unter Einbeziehung von Migrationsbewegungen und demografischen Entwicklungen – primär auf die bislang wirtschaftlich starken Ballungsräume konzentrieren wird (BBSR 2015b). Unter den Annahmen des BBSR (2015a) dürfte in abgeschwächter Form die regionale Konzentration auch für den gewerblichen und den öffentlichen Bau gelten. Entsprechend wird sich auch die Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen räumlich differenziert entwickeln.

2.3.2. Wohnungsneubau

Das Neubauvolumen im Wohnungsbau in Deutschland war von 2005 bis 2009 stark rückläufig. In Preisen von 2010 lag es 2005 noch bei gut 50 Mrd. Euro. 2009 erreichte es seinen bisherigen Tiefpunkt mit knapp 33 Mrd. Euro. Besonders stark war der Rückgang der Neubautätigkeit im Eigenheimbau. Auch im Geschosswohnungsbau ist der Trend insgesamt negativ gewesen.

Abb. 1: Wohnungsneubau (in Mrd. Euro; in Preisen von 2010)



Quelle: Bauvolumensrechnung des DIW Berlin

Anzeichen für eine Erholung der Neubautätigkeit sind jedoch schon 2009 erkennbar. Das Neubauvolumen im Geschosswohnungsbau nahm gegenüber 2008 leicht zu. 2010 beschleunigte sich die Aufwärtsbewegung des Neubaus im Geschosswohnungsbau sogar deutlich. Real lag 2010 die Zuwachsrate bei fast 10%. Zudem konnten auch im Eigenheimbau wieder spürbare reale Zuwächse der Neubautätigkeit verzeichnet werden. Das Neubauvolumen im Wohnungsbau legte damit 2010 gegenüber dem Vorjahr preisbereinigt um gut 7% zu. 2011 setzte sich die positive Entwicklung beim Bauvolumen fort. Auch 2012 und 2013 nahm das Neubauvolumen weiter zu. Der Zuwachs konzentriert sich allerdings weitgehend auf den Neubau von Geschosswohnungen.

Bei den meisten Experten sind auch die längerfristigen Erwartungen zum Wohnungsneubau positiv (Adam 2011). Nach einer Untersuchung der LBS Research gehen 70% der Experten von einem jährlichen Neubaubedarf bis 2020 von über 225.000 Wohnungen aus. Bis 2025 erwartet das ifo-Institut auch aufgrund der Stellung Deutschlands im europäischen Baumarkt eine Steigerung der Zahl neu-

gebauter Wohnungen pro Jahr auf 275.000 (Dorffmeister et al. 2011). Das BBSR geht in seiner aktuellen Wohnungsmarktprognose noch auf der Basis der 12. Koordinierten Bevölkerungsprognose allerdings davon aus, dass sich sukzessive die Zahl der jährlich neu gebauten Wohnungen verringern wird (BBSR 2015b). Für die Periode 2015 bis 2020 liegt die Zahl bei 272.000 und in den folgenden Perioden bei durchschnittlich jährlich 229.000 (2021-2025) bzw. 180.000 (2026-2030). Diese Abschätzung dürfte aus heutiger Sicht allerdings eher eine Untergrenze darstellen. So sieht die Bundesregierung unter Einbeziehung des 2015 deutlich gestiegenen Zuzugs aus dem Ausland, der u.a. auf die hohe Flüchtlingsbewegung zurückgeht, einen Bedarf von mindestens 350.000 Wohnungen jährlich (Bundesregierung 2015).

Die Überlegungen zur langfristigen Entwicklung der Neubautätigkeit im Wohnungsbau hängen wesentlich von der erwarteten Veränderung des Bevölkerungsvolumens und der Zahl der Haushalte ab. Bei der von uns in den gesamtwirtschaftlichen Projektionen verwendeten Variante „Kontinuität bei stärkerer Zuwanderung" (G1-L1-W2) der 13. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes geht das Bevölkerungsvolumen von 2015 bis 2035 um rund 1,3 Mio. Personen zurück (StaBuA 2015a). Die Zahl der Haushalte allerdings dürfte auch dann weiter steigen. Aufgrund von Veränderungen im Altersaufbau der Bevölkerung und fortgesetzter sozioökonomischer Einflüsse dürfte die durchschnittliche Personenzahl je Haushalt auf unter 2 sinken (Pötsch 2011, BBSR 2015a). Unter den Bedingungen der oben genannten Bevölkerungsprognose würde damit die Zahl der Haushalte in Deutschland von 40 Mio. in 2013 über 41,3 Mio. 2025 auf 41,8 Mio. im Jahr 2035 steigen.

Tabelle 9: Bauvolumen im Wohnungsneubau

	2013	2020	2025	2030	2035
Obere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	43,54	52,58	54,74	55,48	56,27
Veränderung zu 2013 in %		20,8	25,7	27,4	29,3
- Euro je Einwohner	539	642	671	686	703
- Euro je Haushalt	1087	1284	1324	1334	1346
- in % des BIP	1,64	1,75	1,65	1,54	1,44
Untere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	43,54	49,60	49,34	49,32	49,09
Veränderung zu 2013 in %		13,9	13,3	13,3	12,7
- Euro je Einwohner	539	605	605	610	614
- Euro je Haushalt	1087	1212	1194	1186	1174
- in % des BIP	1,64	1,72	1,65	1,60	1,55

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

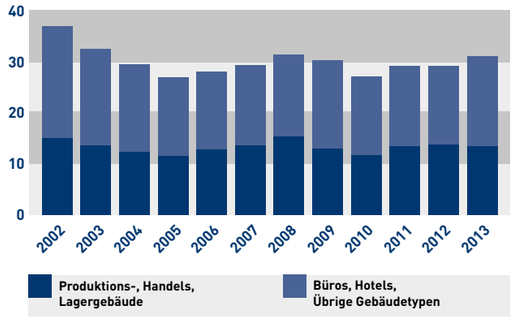
Obere Variante:
Die Zunahme der Wohnungsbauinvestitionen bis 2020 wird gegenüber dem Wert von 2013 rund 20% betragen. Die Steigerungsrate bleibt aber auch in diesem Fall leicht unter der Abschätzung des ifo-Instituts zu den Wohneinheiten, da auch in diesem Szenario mit einer Verschiebung vom Einfamilienhaus- zum Geschosswohnungsbau gerechnet wird. Je Haushalt gerechnet nehmen allerdings die Investitionssummen stetig zu. Dies ist vor allem Ausdruck verbesserter Wohnstandards und -qualitäten auch im Hinblick auf energetische Kennziffern.

Untere Variante:
Auch unter den ungünstigeren Rahmenbedingungen der unteren Variante wird davon ausgegangen, dass sich die Erholung der Neubautätigkeit im Wohnungsbau fortsetzt. 2020 liegt das Neubauvolumen real um knapp 15% über dem Wert von 2013. Nach 2020 wird mit einer weiter verhalten steigenden Wohnungsnachfrage gerechnet. Die jährlichen Zuwächse beim Neubauvolumen liegen etwas unter dem Wachstum der Wirtschaftsleistung insgesamt. Je Haushalt gerechnet wird Jahr für Jahr etwas weniger in den Neubau investiert. Ein Grund hierfür liegt in der erwarteten Hinwendung zum Geschosswohnungsbau. Die von uns verwendeten Investitionssummen steigen aufgrund verringerter Wohnungsgrößen in dieser Variante unterproportional zu den Wohneinheiten. Darüber hinaus gehen wir davon aus, dass wegen der schwachen Einkommensentwicklung ein wesentlicher Teil des Neubaubedarfs nicht realisiert wird.

2.3.3. Neubau im sonstigen Hochbau

Die Modellrechnungen des DIW Berlin (Gornig et al. 2014) weisen für 2013 ein Neubauvolumen im Bereich des Nichtwohnungsbaus zu Preisen von 2010 für Deutschland insgesamt von gut 30 Mrd. Euro aus.

Abb. 2: Neubau Nichtwohngebäude (in Mrd. Euro; in Preisen von 2010)



Quelle: Bauvolumensrechnung des DIW Berlin

Die Entwicklung der Neubautätigkeit im gewerblichen und öffentlichen Hochbau weist unterschiedliche Phasen auf. 2003 bis 2005 war das Neubauvolumen in diesem Bereich deutlich rückläufig. Mit der gesamtwirtschaftlichen Belebung 2006 nahm aber auch die Neubautätigkeit im sonstigen Hochbau wieder zu. 2009 musste insgesamt ein leichter Rückgang des Neubauvolumens in diesem Segment verzeichnet werden. Ausschlaggebend dafür war der Einbruch der Neubautätigkeit bei den Produktionsstätten, Handels- und Lagergebäuden infolge der Finanz- und Wirtschaftskrise. 2010 wurden auch die Bereiche Büro- und Verwaltungsgebäude sowie Hotels, Gaststätten und Anstaltsgebäude von der Krise erfasst. Das Neubauvolumen im Nichtwohnungsbau sank deutschlandweit um über 8%. In 2011 zog dann die Neubautätigkeit bei Produktionsstätten, Handels- und Lagergebäuden wieder an. 2012 erholte sich zusätzlich die Investitionstätigkeit auch im Bereich Büro- und Verwaltungsgebäude sowie Hotels, Gaststätten und Anstaltsgebäude.

In den Schwankungen des Neubauvolumens im sonstigen Hochbau kommt die dominante Abhängigkeit der Investitionstätigkeit von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zum Ausdruck. Im Wirtschaftsbau ist die Abhängigkeit direkt durch die Kapazitätsanpassung begründet. Im öffentlichen Bau ergibt sie sich indirekt durch die Finanzlage insbesondere der Kommunen.

Umfassende Studien, die sich gezielt mit den längerfristigen Perspektiven des Neubaus im sonstigen Hochbau befassen, liegen unseres Wissens nicht vor. Lediglich zu spezifischen Marktsegmenten stehen gewisse Abschätzungen zur Verfügung. So weist eine Studie von Jones Lang LaSalle zum Bürosektor 2020 darauf hin, dass die Büroflächennutzung immer intensiver wird. Der Flächenbedarf je Beschäftigten dürfte damit tendenziell sinken. Da zudem in manchen Großstädten immer noch hohe Leerstände bestehen, schätzt das ifo-Institut die Wachstumspotenziale hier bis 2020 gering ein (Dorffmeister/Ebnet 2012).

Der Neubau- und insbesondere Ersatzbedarf im öffentlichen Hochbau wird generell hoch eingeschätzt.
Ein wesentlicher Grund hierfür ist der aufgestaute Investitionsbedarf der Kommunen. Das Deutsche Institut für Urbanistik (DIfU) schätzt den aufgelaufenen Ersatzbedarf der Gemeinden auf rund 118 Mrd. Euro (KfW 2014). Eine Studie des Bremer Energie Instituts schätzt allein den kumulierten Neubaubedarf bei Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur zwischen 2012 und 2020 auf gut 50 Mrd. Euro. Allerdings ist fraglich, ob angesichts der öffentlichen Schuldenbremse diese Bedarfe auch tatsächlich zu entsprechenden Investitionen führen werden (Dorffmeister/Ebnet 2012).

Tabelle 10: Bauvolumen im sonstigen Neubau

	2013	2020	2025	2030	2035
Obere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	31,29	35,03	37,43	39,18	41,51
Veränderung zu 2013 in %		11,9	19,6	25,2	32,6
- Euro je Einwohner	387	427	459	484	519
- Euro je Haushalt	781	856	906	942	993
- in % des BIP	1,18	1,16	1,13	1,09	1,06
Untere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	31,29	32,71	32,36	32,01	32,38
Veränderung zu 2013 in %		4,5	3,4	2,3	3,5
- Euro je Einwohner	387	399	397	396	405
- Euro je Haushalt	781	799	783	770	775
- in % des BIP	1,18	1,13	1,08	1,04	1,02

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

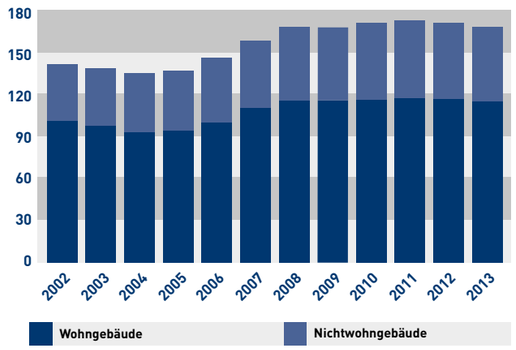
Obere Variante:
Bei der hohen Wachstumsdynamik in der oberen Variante gewinnt auch der Neubau im sonstigen Hochbau wieder an Wachstumstempo. Allerdings dürften die Zuwachsraten zunächst noch eher bescheiden bleiben. Im gewerblichen Bereich sind partielle Überkapazitäten wie im Bürobereich abzubauen. Im öffentlichen Bereich müssen sich erst schrittweise die Finanzierungsbedingungen verbessern. Bis 2035 wird sich das Neubauvolumen im sonstigen Hochbau real von gut 31 Mrd. Euro (2013) auf mehr als 41 Mrd. Euro stark ausweiten. Pro Kopf der Bevölkerung nehmen die Investitionsvolumina etwas zu, je Wirtschaftsleistung etwas ab.

Untere Variante:
Die schwache wirtschaftliche Entwicklung in der unteren Variante gibt kaum Impulse für Kapazitätsausweitungen im gewerblichen Hochbau. Gleichzeitig dürfte die Anspannung der öffentlichen Haushalte wenig Spielraum für zusätzliche Neubauaktivitäten lassen. Wir gehen daher in dieser Variante davon aus, dass das reale Neubauvolumen beim sonstigen Hochbau gegenüber 2013 nur leicht zunimmt. Nach 2020 wird real sogar mit einem leichten Rückgang der Neubauaktivitäten gerechnet. Die Anteile des Neubauvolumens im Nichtwohnungsbau an der gesamten Wirtschaftsleistung nehmen bis 2035 kontinuierlich ab.

2.3.4. Maßnahmen im Gebäudebestand

Nach den Berechnungen des DIW (Gornig et al. 2014) belaufen sich 2013 Bestandsmaßnahmen im Wohnungsbau in Preisen von 2010 auf rund 118 Mrd. Euro. Die Bestandsmaßnahmen bei sonstigen Gebäuden erreichen im gleichen Jahr nach den Hochrechnungen des DIW knapp 53 Mrd. Euro. Die Maßnahmen im Gebäudebestand machen demnach insgesamt das Gros der Bauleistungen im Hoch-bau aus. 2013 entfallen rund 70% des Bauvolumens im Hochbau auf Maßnahmen im Bestand.

Abb. 3: Maßnahmen am Gebäudebestand (in Mrd. Euro; in Preisen von 2010)



Quelle: Bauvolumensrechnung des DIW Berlin

Die hohe Bedeutung und das beträchtliche Volumen der Bestandsmaßnahmen ist Ergebnis einer sehr dynamischen Entwicklung in der zweiten Hälfte der 2000er Jahre. Insbesondere seit 2006 steigen die realen Aufwendungen für Maßnahmen an bestehenden Gebäuden stark an. Zwischen 2005 und 2010 nahmen sie bei Wohngebäuden um rund 25%, bei den sonstigen Gebäuden um etwa 30% zu. 2009 kam allerdings der Wachstumsprozess im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise zum Erliegen. Die Konjunkturprogramme trugen jedoch dazu bei, dass die Bauleistungen im Gebäudebestand 2010 wieder deutlich anstiegen. Insbesondere im öffentlichen Bereich kam es zu deutlichen Investitionssteigerungen (Gornig/Hagedorn 2011). Seit 2011 stagniert der Bestandsmarkt allerdings, real sind sogar leichte Rückgänge im Volumen zu verzeichnen.

Einen wesentlichen Anteil an der hohen Bedeutung der Bauleistungen an bestehenden Gebäuden besitzen Maßnahmen zur energetischen Sanierung. In das Berechnungsschema der Bauvolumensrechnung integriert, entfielen 2010 auf solche Maßnahmen im Bestand fast 54 Mrd. Euro (Gornig et al. 2014). Knapp 39 Mrd. Euro davon gingen in die energetische Sanierung von Wohngebäuden, rund 15 Mrd. Euro in die von Nichtwohngebäuden. Geht man von keinen großen Differenzen in den Preisentwicklungen aus, dürfte real auch 2013 die energetische Sanierung weiterhin ein wichtiger Baubereich sein. Sollen allerdings die Ziele der Energiewende erreicht werden, sind deutliche Steigerungen der Energieeffizienz im Gebäudebestand notwendig. Vorliegende Untersuchungen zeigen, dass insbesondere die Sanierungsrate im Wohnungsbau steigen müsste. Daraus leitet sich ein beachtlicher Investitionsbedarf in die energetische Sanierung ab (Blazejczak et al. 2013).

Der Umfang von investiven und nichtinvestiven Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden wird zudem auch durch viele andere Faktoren bestimmt. Im Wohnungsbau dominiert als Motiv die Qualitätsverbesserung (Hämker/Koschitzki 2013). Ihre Umsetzbarkeit ist vor allem durch die Höhe des verfügbaren Einkommens bestimmt. Im Nichtwohnungsbau induzieren insbesondere Nutzungsveränderungen Maßnahmen im Bestand. Im öffentlichen Sektor kommt hinzu, dass die Finanzierungsbedingungen der öffentlichen Haushalte die Realisierung von Sanierungs- und Umstrukturierungsbedarfen stark einschränken.

Tabelle 11: Bauvolumen im Gebäudebestand

	2013	2020	2025	2030	2035
Obere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	171,23	191,03	213,33	236,20	260,65
Veränderung zu 2013 in %		11,6	24,6	37,9	52,2
- Euro je Einwohner	2120	2331	2615	2919	3258
- Euro je Haushalt	4275	4666	5162	5681	6235
- in % des BIP	6,45	6,35	6,45	6,55	6,67
Untere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	171,23	182,35	189,25	196,93	203,52
Veränderung zu 2013 in %		6,5	10,5	15,0	18,9
- Euro je Einwohner	2120	2225	2320	2434	2544
- Euro je Haushalt	4275	4454	4579	4736	4869
- in % des BIP	6,45	6,31	6,32	6,37	6,41

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

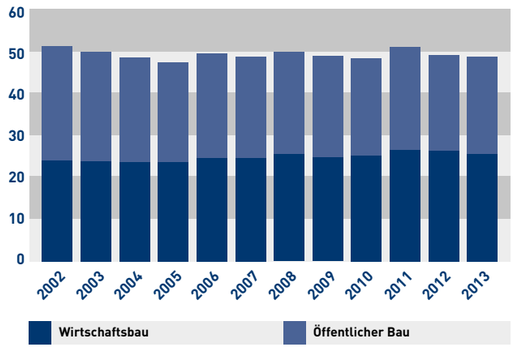
Obere Variante:
Die Bestandsmaßnahmen legen nach der Wachstumspause nach 2010 wieder deutlich zu. Die günstige ökonomische Entwicklung motiviert zu energetischen Maßnahmen, Qualitätsverbesserungen und Nutzungsänderungen (z. B. Barrierefreiheit beim altersgerechten Wohnen). Insbesondere dürften auch öffentliche Auftraggeber wieder größere finanzielle Spielräume besitzen, um in solche Bestandsmaßnahmen zu investieren. Die Ausgaben für Maßnahmen im Gebäudebestand steigen von knapp 171 Mrd. Euro auf über 260 Mrd. Euro in 2035. Nach 2020 dürften die Maßnahmen auch stärker wachsen als das BIP insgesamt. Bestandsmaßnahmen bleiben damit das wichtigste Segment im Hochbau, anders als in der Vergangenheit nimmt deren Anteil aber nicht mehr zu. Je Kopf der Bevölkerung wird 2035 gut 50% mehr für die Gebäudesanierung ausgegeben als 2013.

Untere Variante:
Die notwendigen Steigerungen der Energieeffizienz im Gebäudebestand führen wieder zu einer Ausweitung der Ausgaben für die energetische Sanierung. Angesichts geringer Zuwächse der verfügbaren Einkommen und der nur wenig verbesserten Kassenlage der öffentlichen Haushalte steigen die Bestandsmaßnahmen allerdings nur leicht an. Die energetische Sanierung verdrängt teilweise andere Bestandsmaßnahmen und wird zum dominanten Investitionsmotiv. Gegenüber 2013 wird bis 2020 mit einem realen Zuwachs um 6,5%, bis 2035 um 19% gerechnet. Die realen Aufwendungen je Kopf der Bevölkerung und je Anzahl an Haushalten nehmen zu. Bezogen auf die wirtschaftliche Entwicklung insgesamt sind die Zuwächse allerdings nur unterdurchschnittlich.

2.3.5. Tiefbau

Die realen Bauleistungen im Tiefbau sind im Trend seit Jahren leicht rückläufig. Wurden 2002 noch fast 52 Mrd. Euro für Tiefbaumaßnahmen ausgegeben, waren es 2013 nur noch weniger als 49 Mrd. Euro. Im Zeitverlauf sind allerdings immer wieder Investitionsspitzen zu erkennen. Sie dürften wie 2011 insbesondere auf staatliche Konjunkturprogramme zurückzuführen sein. Nimmt man diese Spitzen heraus, gab es innerhalb des Tiefbaus eine Verlagerung vom öffentlichen in den gewerblichen Sektor. Die Abgrenzung zwischen beiden Bereichen fällt allerdings immer schwerer. Gleichartige Objekte werden sowohl in gewerblicher als auch in öffentlicher Regie erstellt oder in sogenannten Öffentlich-Privaten Partnerschaften (ÖPP) projektiert und umgesetzt.

Abb. 4: Tiefbau (in Mrd. Euro; in Preisen von 2010)



Anmerkung: Zuordnung Bahn und Post zum Wirtschaftsbau
Quelle: Bauvolumensrechnung des DIW Berlin

Die Baumaßnahmen im Tiefbau dienen insbesondere dem Erhalt und dem Ausbau der wirtschaftlichen Infrastruktur. Die schwache Investitionstätigkeit im Tiefbau wird vielfach allerdings nicht als Ausdruck eines geringer werdenden Bedarfs an solchen Bauleistungen, sondern als Folge der Finanzierungsschwierigkeiten von Infrastruktureinrichtungen angesehen (Dorffmeister/Ebnet 2012). Entsprechend werden teilweise erhebliche künftige Investitionsbedarfe bzw. Nachholbedarfe ausgemacht. Die größten Neubauprojekte beziehen sich auf den Ausbau erneuerbarer Energien und der dazugehörigen Netze sowie den Ausbau der Breitbandnetze in der Telekommunikation. Hinzu kommen weitere Ergänzungen der Verkehrsnetze. Die Bundesregierung geht in der aktuell von ihr verwendeten Verkehrsprognose, die der Bundesverkehrswegeplanung zu Grunde liegt, im Zeitraum von 2010 bis 2030 von einem Anstieg der Güterverkehrsleistung um 38% aus. Insbesondere im oberen Wachstumsszenario, das von der erfolgreichen Fortsetzung des deutschen Wirtschaftsmodells ausgeht, wären damit deutlich erhöhte Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur zu erwarten. Immer größer werdende Investitionsbedarfe durch Modernisierungsmaßnahmen bestehen auch für die in die Jahre gekommene Infrastruktur in den Bereichen Verkehr, Wasser und Abwasser insbesondere in den westdeutschen Kommunen (BMWi 2015).

Tabelle 12: Bauvolumen im Tiefbau

	2013	2020	2025	2030	2035
Obere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	48,96	55,84	60,75	66,00	71,62
Veränderung zu 2013 in %		14,1	24,1	34,8	46,3
- Euro je Einwohner	606	681	745	816	895
- Euro je Haushalt	1222	1364	1470	1587	1713
- in % des BIP	1,85	1,86	1,84	1,83	1,83
Untere Variante					
Mrd. Euro real in Preisen von 2010	48,96	53,22	54,55	56,19	58,22
Veränderung zu 2013 in %		8,7	11,4	14,8	18,9
- Euro je Einwohner	606	649	669	694	728
- Euro je Haushalt	1222	1300	1320	1351	1393
- in % des BIP	1,85	1,84	1,82	1,82	1,83

Quelle: Szenarienrechnung des DIW Berlin

Obere Variante:
Bei der hohen Wachstumsdynamik der oberen Variante erhöht sich nicht nur die Zahlungsbereitschaft der Haushalte und Unternehmen, auch die Einnahmebedingungen des Staates verbessern sich spürbar. Die Beschränkungen öffentlicher Ausgaben durch die Schuldenbremse nehmen ab. Die gewünschten Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen werden rascher umgesetzt. Das Volumen der Tiefbaumaßnahmen nimmt bereits bis 2020 deutlich stärker zu. Mit mehr als 70 Mrd. Euro werden die Tiefbaumaßnahmen in 2035 preisbereinigt um fast 50% höher liegen als 2013. Die Aufwendungen pro Kopf der Bevölkerung nehmen deutlich zu.

Untere Variante:
Die gewünschten Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen werden angesichts klammer öffentlicher Hände nur langsam umgesetzt. Das Volumen der Tiefbaumaßnahmen wird dennoch 2020 um fast 9% über dem Niveau von 2013 liegen. Auch in den dann folgenden Jahren wird mit einem realen Wachstum der Tiefbaumaßnahmen gerechnet. Die erwarteten Zuwächse bleiben aber deutlich hinter den formulierten Bedarfen zurück. Die Relation zum BIP sinkt weiter. Die realen Aufwendungen für den Tiefbau je Einwohner und Haushalt steigen insgesamt nur langsam.

3. GEWINNUNG UND VERWENDUNG MINERALISCHER PRIMÄRROHSTOFFE VON 2000 BIS 2013 SOWIE ABLEITUNG DER ROHSTOFFNACHFRAGE BIS 2035

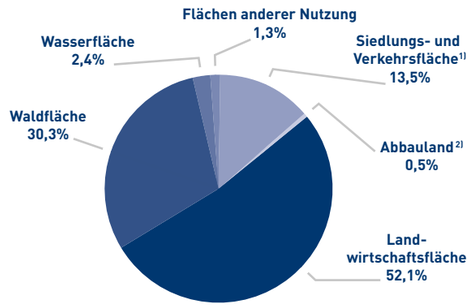
3.1 Bedeutung der Rohstoffförderung

Der weit überwiegende Teil der in Deutschland benötigten nichtenergetischen mineralischen Rohstoffe fällt unter den Oberbegriff der Primärrohstoffe, deren Abbau aus natürlichen Lagerstätten erfolgt. Ihr Anteil an der Deckung der Gesamtnachfrage nach mineralischen Rohstoffen (primär und sekundär) liegt bei rund 85% (2013).

Die Versorgung mit mineralischen Rohstoffen ist eine Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit der wirtschaftlichen Wertschöpfungsketten und damit von hoher Bedeutung für die Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Die Deckung der Rohstoffnachfrage in Deutschland erfolgt aus der Gewinnung aus heimischen Lagerstätten, dem Einsatz von Sekundärrohstoffen aus der Verwertung und dem Recycling von Bauabfällen und aus industriellen Prozessen sowie durch den Import. Bei Metall- und bestimmten Energierohstoffen besteht eine weitgehende Abhängigkeit von ausländischen Produzenten. Die Versorgung mit mineralischen Rohstoffen, die insbesondere im Baubereich Anwendung finden, erfolgt dagegen – bis auf wenige Ausnahmen – praktisch vollständig aus eigenen Vorkommen.

Der für die mittel- und langfristige Rohstoffsicherung erforderliche Flächenbedarf wird nach Untersuchungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) auf etwas über 1% der Fläche Deutschlands geschätzt (BGR 2014). Das Statistische Bundesamt ordnet 0,5% der Landesfläche der Kategorie Abbauland zu (StaBuA 2015d, vgl. Abb. 5), wobei der jährlich tatsächlich im Abbau stehende Flächenanteil unter 0,01% liegt (BGR 2014)[10]. Diese Flächen werden außerdem nicht auf Dauer in Anspruch genommen, sondern abbaubegleitend oder spätestens nach Einstellung der Abbautätigkeit im Zuge der gesetzlich vorgeschriebenen Rekultivierung oder Renaturierung einer Folgenutzung zugeführt. Die Steine-Erden-Industrie greift durch die Rohstoffgewinnung also nur temporär in den Naturhaushalt ein, wobei nach Ende der Förderung andere und häufig höherwertige Lebensräume auch für den Schutz seltener Tier- und Pflanzenarten entstehen (vgl. z. B. Tränkle/Röhl 2001).

Abb. 5: Flächennutzung in Deutschland 2013

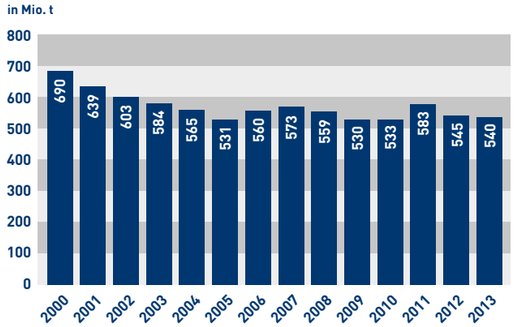


1) Summe aus den Nutzungsarten:
Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche (ohne Abbauland), Erholungsfläche, Verkehrsfläche
2) Definition „Abbauland" des Statistisches Bundesamtes:
Unbebaute Flächen, die vorherrschend durch Abbau der Bodensubstanz genutzt werden (inkl. für den Abbau vorbereitete Fläche, z.T. abgegrabene Fläche und Sicherheitsstreifen).

Quelle: Statistisches Bundesamt 2015d; Darstellung SST

[10] Bei der Interpretation der Daten in Abbildung 5 ist zu berücksichtigen, dass Siedlungs- und Verkehrsflächen nicht mit versiegelten Flächen gleichzusetzen sind. So zählen auch Grünanlagen, Sportflächen, Hausgärten und andere unversiegelte Flächen zu dieser Kategorie. Für die künftige Flächennutzung ist davon auszugehen, dass die Siedlungs- und Verkehrsflächen auch bei einer Ausweitung der Bautätigkeit nicht wesentlich zunehmen werden, da einerseits Siedlungsflächen stärker verdichtet und andererseits Verkehrsflächen eher erneuert bzw. ausgebaut statt neugebaut werden dürften.

Abb. 6: Gewinnung nichtenergetischer mineralischer Primärrohstoffe* in Deutschland 2000 bis 2013



Anmerkung:
* Ohne Gips- und Anhydritstein
Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Die Gesamtförderung an nichtenergetischen mineralischen Primärrohstoffen lag 2013 bundesweit bei rund 540 Mio. t (Angabe ohne Naturgips- und Anhydritstein).[11] Abbildung 6 zeigt die Förderentwicklung im Zeitraum 2000 bis 2013. Danach sank die Gesamtproduktion nichtenergetischer mineralischer Primärrohstoffe in diesem Zeitraum von 690 Mio. t pro Jahr auf ein mittleres Niveau von gut 550 Mio. t pro Jahr, welches mit wirtschaftszyklisch bedingten Schwankungen seit ca. 2003 gehalten wird. Der Pro-Kopf-Verbrauch lag 2013 bundesweit bei rund 6,7 t pro Jahr und Einwohner (Vergleich 1995: 9,3 t pro Jahr und Einwohner).

Rund 84% (2013) der bundesweit geförderten Mengen nichtenergetischer mineralischer Rohstoffe entfallen auf Sand und Kies (inkl. Spezialsand) sowie Natursteine (einschließlich Naturwerkstein) für die Produktion von Baustoffen.

Die in diesem Gutachten genannten Daten beruhen größtenteils auf der Auswertung von Verbandserhebungen und können von den amtlichen Statistiken abweichen. Dies liegt an der Praxis des Statistischen Bundesamtes, in der Produktionsstatistik alle Unternehmen unterhalb der Abschneidegrenze (<20 Beschäftigte, bei einigen rohstoffgewinnenden Wirtschaftszweigen <10 Beschäftigte) unberücksichtigt zu lassen. Gerade in der Rohstoffindustrie gibt es aber eine Vielzahl von Unternehmen, die unter diese Grenze fallen, jedoch durch ihren hohen Automatisierungsgrad mit erheblichen Mengen zur Rohstoffversorgung beitragen. Insofern bilden die gewählten Verbandsauswertungen die Realität besser ab.

3.2 Determinanten der langfristigen Rohstoffnachfrage

3.2.1 Methodisches Vorgehen und Modellierung von Anpassungsfaktoren zur Umrechnung von Wertpfaden in Mengenpfade

Als Basis für die Abschätzung wurden von den entsprechenden Fachverbänden des BBS die Mengen der geförderten Rohstoffe 2013 und deren Verteilung auf die einzelnen Abnehmerzweige ermittelt und von den Gutachtern ausgewertet (vgl. ab Kapitel 3.2.2 und 4.3).

Ausgehend von den vom DIW Berlin erarbeiteten Szenarien zur Wirtschaftsentwicklung lässt sich die Nachfrage nach den einzelnen Rohstoffen auf Basis der Verteilung in 2013 ermitteln. Es werden dazu die folgenden Marktsegmente betrachtet:

- Wohnungsneubau,
- Sonstiger Hochbau (neu),
- Bestandsbau,
- Tiefbau
- Mineralische Bau- und Rohstoffe,
- Eisen- und Stahlindustrie,
- Chemische Industrie (inkl. Farben und Lacke),
- Landwirtschaft,
- Glasherstellung,
- Export,
- Sonstige Abnehmer, insbesondere aus der Industrie.

Für die Abschätzung der künftigen Nachfrage werden die erwarteten Veränderungen zum jeweiligen Betrachtungszeitpunkt in Prozentsätzen angegeben. Die Ausgangsgröße

[11] In die Berechnungen zur Gewinnung von Primärrohstoffen ab 2020 (Kapitel 5) wurde Naturgips- und Anhydritstein einbezogen.

ist dabei die Nachfrage im Jahr 2013 (=100%). Um von den betrachteten Marktsegmenten einen Rückschluss auf die einzelnen Rohstoffe ziehen zu können, ist es notwendig, die Verteilung auf die einzelnen vorgelagerten Segmente zu bestimmen und die angegebenen Werte auf die tatsächliche Nachfrage umzurechnen. Zu diesem Zweck wurden für alle relevanten Rohstoffe Massenflussdiagramme erstellt, welche anschließend zu einer Berechnungsmatrix zusammengefasst wurden. Mit dieser Matrix steht ein Instrument zur Verfügung, um den zukünftigen Rohstoffbedarf bei sich ändernden Rahmenbedingungen zu ermitteln.

Dabei wird die künftige Produktion – wie in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung üblich – auf der Basis monetärer Größen dargestellt. Eine direkte Übertragung der Veränderungen auf die dafür notwendige mengenmäßige Rohstoffgewinnung in Tonnen ist allerdings nicht realistisch, da das monetäre Produktionswachstum nicht allein auf Mengensteigerungen, sondern z. B. auch auf Produktinnovationen und dem Absatz höherwertiger Produkte beruht. Mit solchen Entwicklungsprozessen gehen üblicherweise Preissteigerungen einher, die in die monetäre Betrachtung einfließen, ohne einen Mehrverbrauch an Rohstoffen zu generieren.

Als Beispiele lassen sich etwa für die Stahlindustrie die Entwicklung hochpreisiger Spezialstähle und im Baubereich die Fertigung besonders schlanker Konstruktionen mit hochfestem Beton anführen. Auch in der chemischen Industrie ist die Konzentration auf hochwertige Spezialprodukte zu beobachten. Ein weiterer Aspekt betrifft den allgemeinen Strukturwandel, so z. B. im Straßenbau die Verschiebung vom Neubau hin zu Erhaltungsmaßnahmen.

Aus diesem Grund wurden für die in der Studie betrachteten Marktsegmente der Baustoff-, Steine-und-Erden-Industrie Anpassungsfaktoren entwickelt, die die empirischen Entwicklungen der Vergangenheit widerspiegeln. So ergibt der vergangenheitsbezogene Vergleich der Gewinnung von Baurohstoffen mit dem Verlauf der realen Bauinvestitionen eine Abweichung in Höhe von rund 1% pro Jahr, der allerdings zum Teil auf die massive Verschiebung vom materialintensiveren Neubau zur Sanierung des Gebäudebestandes zurückzuführen ist. Da sich dieser Trend in der bisherigen Größenordnung kaum weiter fortsetzen dürfte, erscheint für die Hochbausparten ein Korrekturfaktor von 0,5% pro Jahr realistisch. Anders verhält es sich im Tiefbau: Während hier in der Vergangenheit materialintensive Neubaumaßnahmen im Vordergrund standen, dürfte künftig der erhebliche Bedarf an Erhaltungsmaßnahmen, etwa im Bereich der Fernstraßen- und Eisenbahnbrücken, die Nachfrage schwerpunktmäßig determinieren. Aus diesem Grund erscheint für den Tiefbau ein höherer Anpassungsfaktor von 1% p.a. realistisch.

Für die Modellierung der Anpassungsfaktoren wurden auch Einschätzungen der jeweiligen Branchenverbände berücksichtigt. Die Anpassungsfaktoren ergeben folgende Steigerung des Produktionswertes bei gleichbleibender Produktionsmenge (jeweils jährlich):

- Tiefbau 1,0%
- Sonstiger Bau[12] 0,5%
- Chemische Industrie 1,5%
- Eisen- und Stahlindustrie[13] 2,0%
- Glasindustrie 1,5%
- Landwirtschaft 1,5%
- sonstige Sektoren 1,5%

Die Faktoren sind mit dem in Kapitel 2.2 geschätzten monetären jährlichen Produktionswachstum zu verrechnen, um auf die resultierende mengenmäßige Nachfrageentwicklung nach Steine-Erden-Rohstoffen schließen zu können.

Neben diesen Korrekturen wurde berücksichtigt, dass sich im Zuge der Energiewende die Nachfrage nach Primärrohstoffen (Kalkstein zur Rauchgasentschwefelung) sowie das Aufkommen von Sekundärrohstoffen (insbesondere REA-Gips und Steinkohlenflugaschen) deutlich verringern wird, wobei die Rückgänge bei Sekundärrohstoffen ggf. durch eine stärkere Förderung der entsprechenden Primärrohstoffe kompensiert werden müssen.

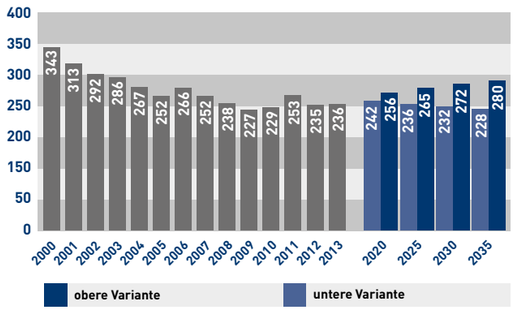
[12] Sonstiger Bau umfasst die Sparten Wohnungsneubau, sonstiger Hochbau (neu) sowie Bestandsbau.
[13] Für die Eisen- und Stahlindustrie ist nicht zu erwarten, dass innerhalb des Betrachtungszeitraumes in Deutschland zusätzliche Kapazitäten in Betrieb genommen werden. Damit ist die maximale Produktionskapazität begrenzt. Nach Aussagen der Wirtschaftsvereinigung Stahl ist davon auszugehen, dass die künftige Produktion nicht wesentlich über das Niveau des Jahres 2007 hinausgeht, da zu diesem Zeitpunkt die Kapazitäten nahezu ausgelastet waren. Für die vorliegende Berechnung wird daher angenommen, dass die Produktion des Jahres 2013 plus 17,5% die obere Grenze (Deckel) für die Roheisenerzeugung in Deutschland darstellt. Dies wird entsprechend die Nachfrage der Eisen- und Stahlindustrie u.a. nach Kalkstein und Branntkalk sowie das Aufkommen von Schlacken – in dieser Studie im Kapitel 3.2.2.5 und 4.4.1 behandelt – beeinflussen.

3.2.2 Entwicklung der Nachfrage nach Primärrohstoffen

3.2.2.1 Sand und Kies

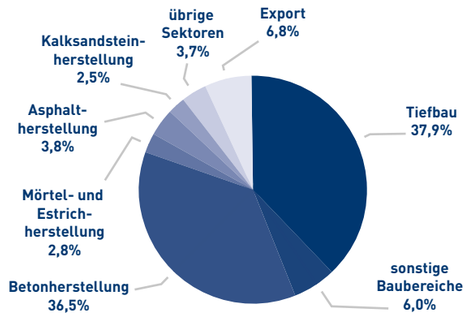
Die Produktion von Sand und Kies ist im Zeitraum von 2000 bis 2013 bundesweit von 343 Mio. t pro Jahr auf 236 Mio. t pro Jahr gesunken (rund -31%). Die durchschnittliche Produktionsmenge von Kies und Sand in dieser Zeitspanne betrug ca. 260 Mio. t pro Jahr. Seit dem Jahr 2005 pendelt sich die Menge auf einem unterdurchschnittlichen Niveau – der Baukonjunktur folgend – ein (Abb. 7). Bausande und -kiese werden gemäß der in Abb. 8 aufgeführten Einsatzbereiche benötigt. Die bedeutendsten Mengen werden zur Herstellung von Drainage-, Frostschutz- und Tragschichten im Tiefbau sowie als Gesteinskörnung zur Erzeugung von Beton, Mörtel, Kalksandstein und Estrichen oder Asphalt verwendet.

Abb. 7: Produktionsmenge von Sand und Kies (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 8: Verwendung von Sand und Kies 2013



Anmerkung: Sonstige Baubereiche umfassen unter anderem Verwendungen im Brunnenbau, Sportanlagenbau, Garten- und Landschaftsbau

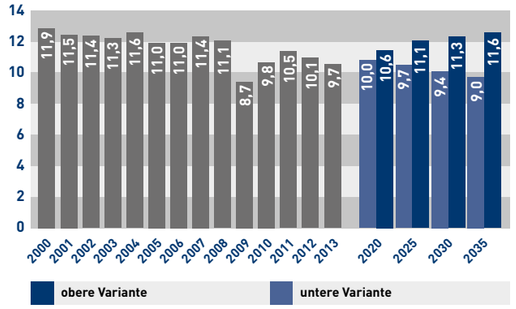
Obere Variante:
Vor dem Hintergrund der positiven Entwicklung der Bautätigkeit erreicht die Nachfrage bis 2035 in der oberen Variante in etwa wieder das Niveau von 2003 (Abb. 7). Sowohl der Hochbau als auch der Tiefbau entwickeln sich positiv. Ein besonders starker Impuls auf die Nachfrage nach Kies und Sand dürfte im oberen Szenario allerdings vom Tiefbau ausgehen, da dieses deutlich erhöhte Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur erwarten lässt. Der aufgelaufene Nachholbedarf der letzten Jahre (insbesondere bei der Modernisierung der Verkehrsinfrastruktur) kann abgebaut werden. Entsprechend steigt die Nachfrage nach Kies und Sand sukzessive von 236 Mio. t im Jahr 2013 auf 280 Mio. t im Jahr 2035. Dies entspricht einem Anstieg um rund 18,6%.

Untere Variante:
In der unteren Variante sinkt die Nachfrage nach Sand und Kies in etwa auf das Niveau der Jahre 2009/10, in denen die wirtschaftliche Lage krisenbedingt relativ schwach war. Die Entwicklung der Nachfrage in diesem Szenario verläuft dabei zunächst positiv: So steigt sie bis 2020 vorerst auf 242 Mio. t, fällt anschließend aber sukzessive auf 228 Mio. t in 2035 (Veränderung 2035/2013: -3,4%). Die Nachfrage folgt damit der verhaltenen Baukonjunktur des Szenarios. Vor allem die relativ schwache Entwicklung im Tiefbau dürfte sich negativ auf die Nachfrage niederschlagen. Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen werden angesichts eines eingeschränkten Staatshaushaltes nur langsam umgesetzt; die Zuwächse bleiben deutlich hinter den formulierten Bedarfen zurück.

3.2.2.2 Spezialkies/-sand

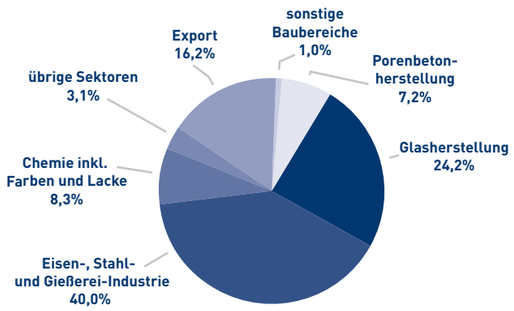
Im Zeitraum von 2000 bis 2013 ist die Spezialkies- und -sandproduktion bundesweit von 11,9 auf 9,7 Mio. t pro Jahr gesunken (rund -18%). Konjunkturelle Schwankungen sind im Vergleich zu anderen Sektoren der Branche weniger ausgeprägt (Abb. 9). Der deutliche Einbruch der Produktion im Jahr 2009 um 20% beruht auf der schweren Wirtschaftskrise, von der u.a. die Gießerei-Industrie als wichtiger Abnehmer betroffen war. Spezialsande werden vor allem als Glassand, Gießereisand, als Füllstoffe in chemischen und bauchemischen Produkten und in der Porenbetonherstellung eingesetzt. Die Spezialkiese werden für Filter- und Zierkiese sowie als Siliziumträger in der Elektroindustrie genutzt (Abb. 10).

Abb. 9: Produktionsmenge von Spezialkies/ -sand (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 10: Verwendung von Spezialkies/ -sand 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
Die Nachfrage nach Spezialsand steigt in der oberen Variante gegenüber dem Basisjahr deutlich an (Abb. 9). Die Werte erhöhen sich von 9,7 Mio. t im Jahr 2013 auf 11,6 Mio. t im Jahr 2035 (2035/2013: +19,3%). Dies entspricht dem Produktionsniveau, welches vor der Wirtschaftskrise erreicht wurde. Im oberen Szenario wirkt sich vor allem die recht starke Nachfrage der Gießerei-, Glas- und chemischen Industrie auf die Produktion aus.

Untere Variante:
Ausgehend vom Basisjahr 2013 steigt die Nachfrage nach Spezialsand bis 2020 auf 10,0 Mio. t. Anschließend sinkt sie bis 2025 wieder auf das Niveau von 2013 (9,7 Mio. t) und verringert sich weiter auf 9,0 Mio. t in 2035 (2035/2013: -7,1%). Da die mengenmäßige Produktion der Abnehmerbranchen in diesem Szenario sinkt, bleiben entsprechende Impulse aus.

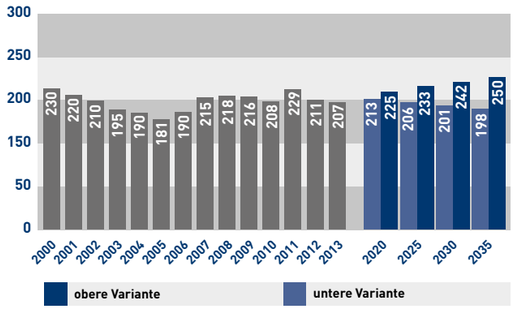
3.2.2.3 Naturstein[14]

Unter die Rohstoffgruppe Naturstein fallen alle abgebauten Festgesteine wie beispielsweise Grauwacke, Sandstein, Basalt, Diabas oder Kalkstein und Dolomit. Den beiden letztgenannten Rohstoffen kommt hierbei insofern eine Sonderstellung zu, als die weitere Rohstoffveredelung und die sich damit ausweitenden Anwendungsmöglichkeiten weiter unten gesondert betrachtet werden. Daher werden zur Rubrik Naturstein lediglich die Kalkstein- und Dolomitmengen gezählt, die ungebrannt in den Tiefbau abgegeben werden.

Das Produktionsniveau von Naturstein lag im Zeitraum von 2000 bis 2013 bei einer durchschnittlichen Größenordnung von rund 209 Mio. t pro Jahr (Abb. 11). Die jährliche Produktionshöhe unterliegt erheblichen konjunkturellen Schwankungen, so dass Werte von 181 bis 230 Mio. t zu verzeichnen sind. Die Natursteine werden überwiegend als gebrochene bzw. gemahlene Produkte eingesetzt. Typische Einsatzgebiete für Natursteine sind die Herstellung von Trag- und Deckschichten, Gleisschotter, Wasserbausteinen, Asphalt, Beton und Mörtel (Abb. 12).

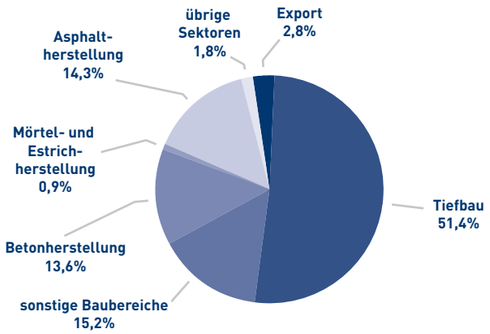
[14] Inklusive Kalkstein, der im Tiefbau verwendet wird.

Abb. 11: Produktionsmenge von Naturstein (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 12: Verwendung von Naturstein 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:

Im oberen Szenario beschleunigt sich – ausgehend von einer positiven gesamtwirtschaftlichen Entwicklung – u.a. das Verkehrswachstum. Durch steigende Steuereinnahmen verbessert sich die Kassenlage der öffentlichen Haushalte. Bund, Länder und Kommunen investieren verstärkt in den Erhalt und den Ausbau der Infrastruktur. Infolge dessen erhöht sich die Nachfrage nach Natursteinen merklich (Abb. 11). Sie steigt bis zum Jahr 2035 schrittweise auf 250 Mio. t an und erreicht damit Werte, die über dem Niveau der Vorjahre liegen. Die Steigerung im Vergleich der Jahre 2035/2013 beträgt 20,8%.

Untere Variante:

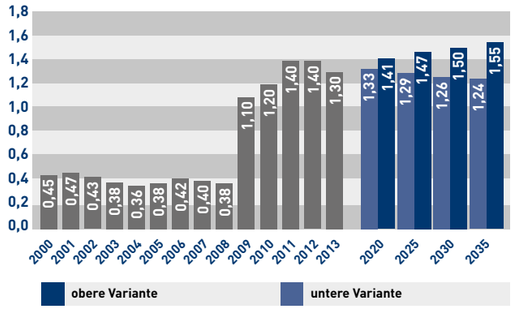
Bei einer verhaltenen Wirtschaftsentwicklung kann der aufgelaufene Investitionsstau weder von der öffentlichen Hand noch aus dem privaten Bereich aufgelöst werden. In diesem Fall sinkt die Nachfrage nach Naturstein schrittweise dauerhaft unter das Niveau des Basisjahres 2013. Danach werden im Jahr 2035 nur 198 Mio. t Naturstein abgesetzt (Veränderung 2035/2013: -4,4%).

3.2.2.4 Naturwerkstein

Naturwerkstein findet sich als Baustoff nahezu fertig in der Natur und umfasst die verschiedensten Gesteinsarten. In der Regel werden Platten unterschiedlichen Formats für die vorgesehene Endverwendung aus den im Steinbruch gewonnenen Blöcken gesägt. Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der Produktionsmenge von Naturwerksteinen von 2000 bis 2013. In der Zeitspanne von 2000 bis 2008 wurden durchschnittlich jährlich rund 0,41 Mio. t gefördert. Nach einem Bruch in der Statistik[15] werden für die Jahre ab 2009 bis 2013 Fördervolumina in Höhe von 1,1 bis 1,4 Mio. t ausgewiesen (jährlicher Durchschnitt 1,28 Mio. t). Die gewonnenen Naturwerksteinplatten werden als Fassadenverkleidung, Boden- oder Wandbelag eingesetzt. Darüber hinaus finden sie als Küchenarbeitsplatten oder Grabmäler Verwendung (Abb. 14). Zudem fallen beim Abbau und der Verarbeitung Gesteinsreste an, welche wirtschaftlich im Garten- und Landschaftsbau, für Mauerwerk, zum Belegen von Terrassen, für den Wasserbau sowie zur Herstellung von Schotter genutzt werden.

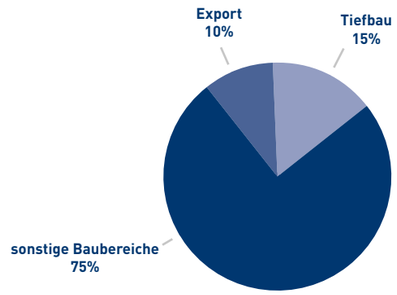
[15] Die Zahlenreihe in Abbildung 13 basiert auf Daten des Statistischen Bundesamtes. Insofern sei hier angemerkt, dass alle Werte der Problematik der Abschneidegrenze von 20 Beschäftigten unterliegen und die in dieser Industrie vielfach vertretenen Klein- und Kleinstbetriebe nicht erfasst werden. Die 2008 erfolgte Änderung in den zugeordneten Gütergruppen hat zur Folge, dass ein Massenproduzent zusätzlich in die Statistik aufgenommen wurde.

Abb. 13: Produktionsmenge von Naturwerkstein (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 14: Verwendung von Naturwerkstein 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Für die Berechnung des zukünftigen Absatzes werden die Werte ab 2009 mit dem Basisjahr 2013 herangezogen.

Obere Variante:

Die Nachfrage nach Naturwerkstein wird neben der Baukonjunktur unter anderem von Ausbautrends im Wohnbereich bestimmt. Allerdings ist hier die für die heimische Rohstoffindustrie starke Importkonkurrenz zu berücksichtigen. In der oberen Variante erhöht sich die nachgefragte Menge sukzessive von 1,3 Mio. t im Jahr 2013 auf 1,55 Mio. t im Jahr 2035. Im Vergleich der Jahre 2035/2013 stellt dies eine Steigerung von 19,3% dar.

Untere Variante:

Ausgehend von der allgemein schlechteren Baukonjunktur sinkt der Absatz von Naturwerkstein im unteren Szenario bis 2035 etwa auf das Niveau des Jahres 2010, d. h. es werden rund 1,24 Mio. t nachgefragt (Veränderung 2035/2013: -4,3%).

3.2.2.5 Kalk- und Dolomitstein

Die Kalksteinproduktion untergliedert sich in:

- Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte (Baustoffe und industrielle Anwendungen),
- Kalk- und Dolomitstein für die Branntkalk- und Dolomitkalkherstellung,
- Kalkstein für die Zementherstellung.

3.2.2.5.1 Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte (Baustoffe und industrielle Anwendungen)[16]

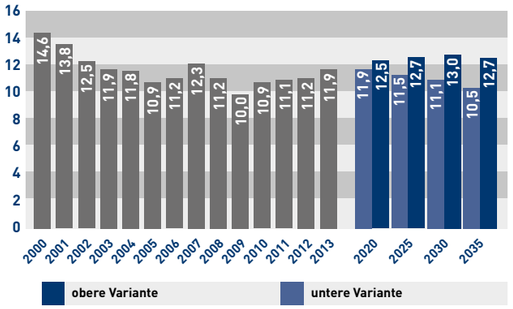
Kalk- und Dolomitstein, der in ungebrannten Produkten Anwendung findet, wird nach der Gewinnung mechanisch aufbereitet und zum Teil getrocknet. In Abhängigkeit von der Verwendung wird der Kalk- und Dolomitstein gebrochen, gesiebt und gemahlen. Zu den Erzeugnissen zählen z. B. Schotter, Edelsplitt, Brechsande und Steinmehl. Kalk- und Dolomitstein hat eine sehr große Anwendungsvielfalt (Abb. 16). Zu den Abnehmern gehört insbesondere die Eisen- und Stahlindustrie; darüber hinaus wird der Rohstoff u.a. im Umweltschutz, als Düngemittel oder in der Baustoffherstellung eingesetzt. Der im Umweltschutz zur Anwendung kommende Kalkstein – dies gilt auch für Branntkalk – wird größtenteils zur Entschwefelung der bei der Verstromung von Braun- und Steinkohle entstehenden Rauchgase eingesetzt[17].

[16] Der direkt im Tiefbau eingesetzte Kalkstein wird nicht an dieser Stelle, sondern unter der Rubrik Naturstein (Kapitel 3.2.2.3) berücksichtigt.

[17] Die Verwendung von Kalkstein und Branntkalk in der Rauchgasentschwefelung wird durch die Energiewende und den damit einhergehenden Rückgang der Kohleverstromung beeinflusst. In Anlehnung an die Energiereferenzprognose der Bundesregierung dürfte sich der Kalkstein- bzw. Kalkeinsatz in der Rauchgasentschweflung bis 2035 um rund 28% verringern (Trendszenario). Dieser Effekt wurde bei den Berechnungen berücksichtigt. Mit einer vollständigen Erreichung des Zielpfads für die Umsetzung der Energiewende bis 2050 wäre sogar ein Rückgang der Nachfrage nach Kalk(stein) zur Rauchgasentschwefelung von 61% verbunden (Energiereferenzprognose, Zielszenario). Nähere Erläuterungen zum Zusammenhang der künftigen Kohleverstromung mit der Nachfrage nach Primärrohstoffen bzw. dem Angebot von Sekundärstoffen enthält der auf Seite 35 dargestellte Exkurs.

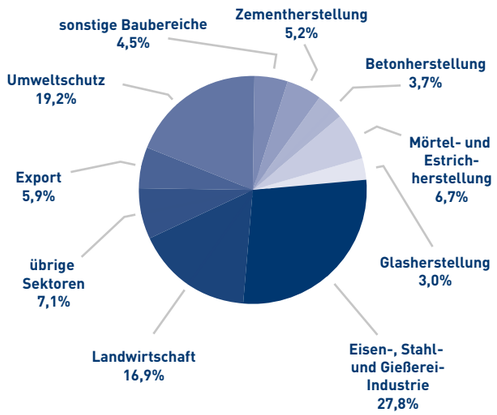
Die Produktionsmenge von Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte ist über den Betrachtungszeitraum relativ stark gesunken. Lag die gewonnene Menge im Jahr 2000 noch bei 14,6 Mio. t, so wurden in 2013 lediglich 11,9 Mio. t gefördert (Veränderung 2013/2000: -18,5%).

Abb. 15: Produktionsmenge von Kalk- und Dolomitstein* für ungebrannte Produkte (in Mio. t)



Anmerkung:
* Ohne Kalkstein, der im Tiefbau verwendet wird.
Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 16: Verwendung von Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte, Steine/Steinmehl* 2013



Anmerkung:
* Ohne Kalkstein, der im Tiefbau verwendet wird.
Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
Die positive gesamtwirtschaftliche Entwicklung des Szenarios lässt die Nachfrage nach Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte zunächst auf 13,0 Mio. t in 2030 ansteigen. Dies entspricht einem Zuwachs gegenüber dem Basisjahr 2013 von 9,1%. Bis zum Jahr 2030 kann der dämpfende Effekt, der sich aus dem Rückgang der Kohleverstromung/Rauchgasentschwefelung ergibt, durch die Nachfrage der übrigen Abnehmer ausgeglichen werden. Ab dem Jahr 2035 wirkt sich der verminderte Kalksteineinsatz bei der Rauchgasentschwefelung spürbar auf die gesamte Produktionsmenge aus: Diese sinkt – trotz guter gesamtwirtschaftlicher Lage – auf 12,7 Mio. t (Veränderung 2035/2030: -1,9%). Über den gesamten Betrachtungszeitraum (2013 bis 2035) steigt die Produktion um 7,0%.

Untere Variante:
In der unteren Variante nimmt die Nachfrage nach Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte deutlich ab. Die Produktionsmenge sinkt von 11,9 Mio. t im Jahr 2013 auf 10,5 Mio. t in 2035 (Veränderung 2035/2013: -11,6%). Die verhaltene gesamtwirtschaftliche Lage und der Einfluss der abnehmenden Kohleverstromung senken die Nachfrage über den gesamten Zeitraum, wobei dieser Effekt besonders ab 2030 spürbar wird.

3.2.2.5.2 Kalk- und Dolomitstein für die Branntkalk- und Dolomitkalkherstellung

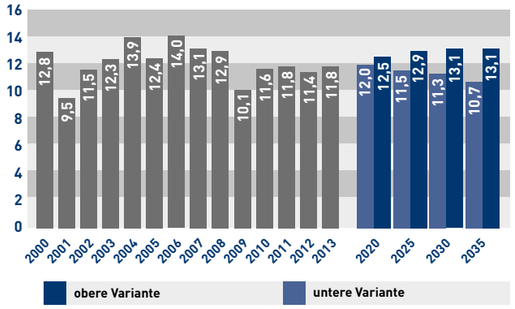
Bei gebranntem Kalk wird ein Teil des im Steinbruch gewonnenen Kalksteins nach der mechanischen Zerkleinerung und Aufbereitung weiter veredelt. In Schacht- oder Drehrohröfen wird der zerkleinerte Kalkstein bei Temperaturen über 900°C zu Branntkalk umgewandelt. Die Abnehmerstruktur der gebrannten Produkte zeigt Abb. 18. Über zwei Drittel des gesamten Branntkalks werden in der Eisen- und Stahlindustrie[18], der chemischen Industrie sowie im Umweltschutz eingesetzt.

Die Produktionsmenge von Kalk- und Dolomitstein für die Branntkalk- und Dolomitkalkherstellung zeigt sich – mit Ausnahme der Jahre 2001 und 2009 – relativ stabil über

[18] Die Berechnung der zukünftigen Nachfrage berücksichtigt, dass die Eisen- und Stahlerzeugung in Deutschland annahmegemäß maximal bis zur Vollauslastung der heute existierenden Produktionskapazitäten steigt (vgl. Fußnote 13).

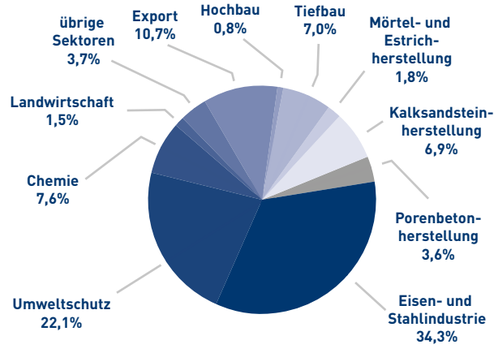
den betrachteten Zeitraum. Die durchschnittlich produzierte Menge lag in den Jahren von 2000 bis 2013 bei 12,1 Mio. t, wobei zuletzt dieses Niveau nicht mehr erreicht wurde.

Abb. 17: Produktionsmenge von Kalk- und Dolomitstein für die Branntkalk- und Dolomitkalkherstellung (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 18: Verwendung von Branntkalk und Dolomitkalk 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
Im positiven wirtschaftlichen Szenario steigt die Produktionsmenge von 11,8 Mio. t in 2013 auf 13,1 Mio. t in den Jahren ab 2030. Dies entspricht einem Zuwachs von 10,9%. Impulse u.a. aus der Eisen- und Stahlindustrie sowie der chemischen Industrie beleben die Nachfrage merklich. Hingegen beeinflusst der Rückgang der Kohleverstromung die Nachfrage insbesondere ab 2030 negativ.

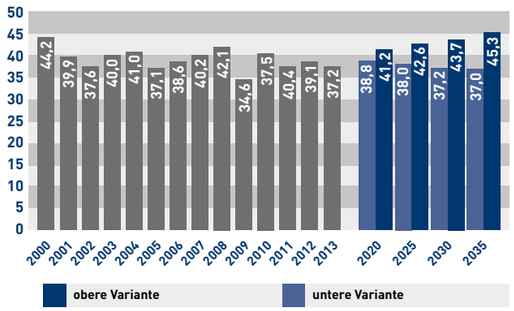
Untere Variante:
In der unteren Variante sinkt die Nachfragemenge nach Kalkstein bzw. Dolomitstein für die Branntkalk- bzw. Dolomitkalkherstellung von 11,8 Mio. t im Basisjahr 2013 auf 10,7 Mio. t im Jahr 2035 (Veränderung 2035/2013: -9,4%). Analog zu der Entwicklung beim Kalk- und Dolomitstein für ungebrannte Produkte senken die verhaltene wirtschaftliche Lage sowie der Einfluss der abnehmenden Kohleverstromung die Nachfrage.

3.2.2.5.3 Kalkstein für die Zementherstellung

Der wichtigste Ausgangsstoff für die Zementherstellung ist Kalkstein. Der Einsatz von Kalkstein erfolgt unter Beimengung anderer Rohstoffe (z. B. Ton) hauptsächlich als Rohmaterialkomponente beim Klinkerbrennprozess. Der Klinker wird anschließend zusammen mit geringen Mengen Gips oder Anhydrit zu einem feinen Pulver – dem Zement – aufgemahlen. Auch hierfür wird ein relativ geringer Teil des Kalksteins verwendet. Zement ist ein hydraulisches Bindemittel und u.a. für die Beton-, Mörtel- und Porenbetonproduktion notwendig (Abb. 20).

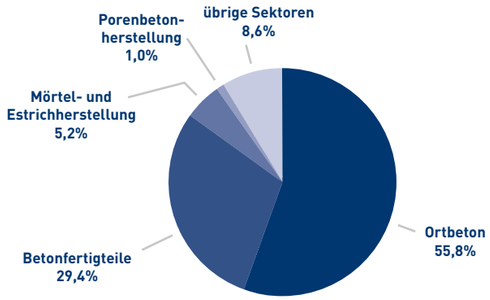
Die Produktionsmenge von Kalkstein für die Zementherstellung schwankte über den Zeitraum von 2000 bis 2013 relativ stark (Abb. 19). Der Durchschnitt der Produktion lag bei 39,3 Mio. t p.a.

Abb. 19: Produktionsmenge von Kalkstein für Zementherstellung (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 20: Verwendung von Zement* 2013



Anmerkung:
* Zahlen bezogen auf Zementverbrauch (Inlandsversand zzgl. Importe)
Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
In der oberen Variante nimmt die Produktionsmenge von Kalkstein für die Zementherstellung deutlich zu. Sie steigt bis zum Jahr 2035 auf 45,3 Mio. t (Veränderung 2035/2013: 21,8%). Der starke Zuwachs erklärt sich durch die hohe Dynamik in der Baukonjunktur.

Untere Variante:
In diesem Szenario steigt die benötigte Menge an Kalkstein zunächst auf 38,8 Mio. t in 2020 an, sinkt anschließend und erreicht bis 2035 in etwa wieder das Niveau des Basisjahres 2013 (Veränderung 2035/2013: -0,6%).

3.2.2.6 Ton und Kaolin

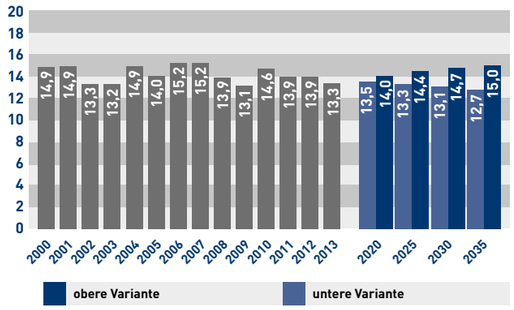
Ton und Kaolin ist zu unterscheiden in:

- Spezialtone und Kaoline für keramische und Feuerfesterzeugnisse sowie andere Anwendungen u.a. in der Papier-, Nahrungsmittel- und Chemieindustrie sowie im Umweltschutz,
- Tone für die Ziegelherstellung (Dachziegel, Mauerziegel, Pflasterziegel).

3.2.2.6.1 Spezialton und Kaolin

Die Produktionsmenge von Spezialton und Kaolin ist – im Vergleich zum Ziegelton – weniger stark von der Baukonjunktur abhängig, wodurch sich ein relativ gleichmäßiger Verlauf über den betrachteten Zeitraum ergibt (Abb. 21). Insgesamt wurden durchschnittlich rund 14,2 Mio. t jährlich gewonnen.

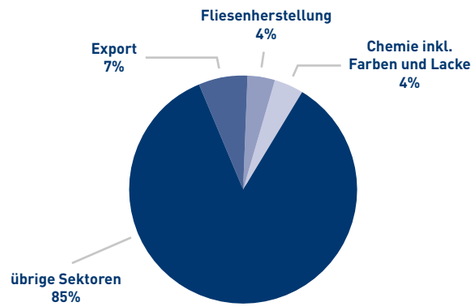
Abb. 21: Produktionsmenge von Spezialton und Kaolin (in Mio. t)



Quelle: BMWi 2014, Berechnungen SST

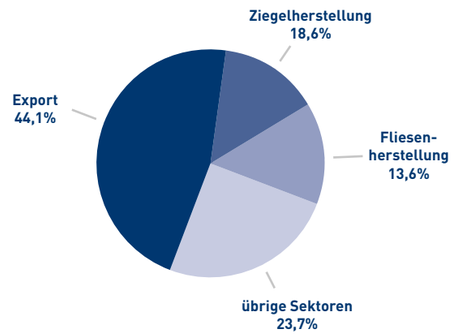
Auf Spezialton und Kaolin entfielen 2013 gut 50% der insgesamt gewonnenen Tonmengen – davon rund zwei Fünftel auf das Industriemineral Kaolin, das in dieser Rohstoffgruppe eine Sonderstellung hat. Wie Abb. 22 zeigt, weist Kaolin bei der Verwendung einen Anteil von 85% in den hier nicht gesondert betrachteten Sektoren der Industrie, insbesondere der Papierherstellung, aus.

Abb. 22: Verwendung von Kaolin 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 23: Verwendung von Spezialton 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Spezialton wird insbesondere für die Fliesen- und Ziegelherstellung verwendet. Darüber hinaus wird ein sehr hoher Anteil exportiert, was vor allem darauf zurückzuführen ist, dass u.a. für die Fliesenherstellung Rohstoffe ausgeführt und Fertigwaren importiert werden (Abb. 23).

Obere Variante:
Unter der Annahme, dass der Exportanteil, der in dieser Branche eine wesentliche Rolle spielt, gleich bleibt, führt die insgesamt positive Konjunkturentwicklung in der oberen Variante zu einer Nachfragesteigerung. Dabei wird das Niveau der Jahre 2006 und 2007 (Maximum im zurückliegenden Betrachtungszeitraum) wieder erreicht. So werden den Berechnungen zufolge im Jahr 2035 15,0 Mio. t Spezialton und Kaolin nachgefragt. Im Vergleich zum Jahr 2013 stellt dies eine Steigerung um 12,7% dar.

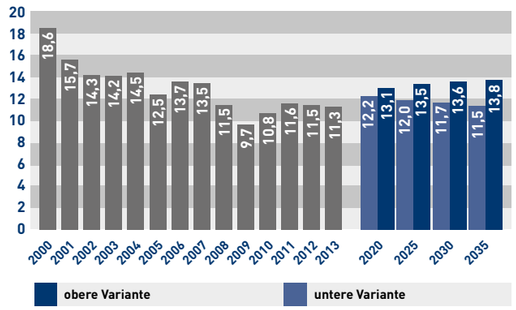
Untere Variante:
In der unteren Variante steigt die Nachfrage nach Spezialton und Kaolin bis zum Jahr 2020 zunächst auf 13,5 Mio. t an und sinkt anschließend auf 12,7 Mio. t in 2035. Damit liegt der Wert 4,2% unter dem Niveau des Basisjahres 2013.

Im Hinblick auf die Kaolinnachfrage ist zu berücksichtigen, dass für die Papierindustrie als Hauptabnehmer hier keine branchenspezifische Betrachtung erfolgt.

3.2.2.6.2 Ziegelton

Im Zeitraum von 2000 bis 2013 ist die produzierte Ziegeltonmenge von 18,6 Mio. t auf 11,3 Mio. t gefallen (-39,2%). Die Ziegelproduktion ist überwiegend an den Hochbau gekoppelt und damit stark abhängig von baukonjunkturellen Schwankungen (Abb. 24). Die Ziegeltonmengen wurden über die vom Statistischen Bundesamt ausgewiesene Ziegelproduktion ermittelt. Zur Produktion von Ziegeln wird neben Ziegelton auch Spezialton (Anteil: rund ein Sechstel) eingesetzt.

Abb. 24: Produktionsmenge von Ziegelton (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
In der oberen Variante wirkt sich insbesondere die gute Wohnungsbaukonjunktur positiv auf den Absatz von Ziegel aus. Ausgehend davon steigt die Nachfrage nach Ziegelton von 11,3 Mio. t in 2013 auf 13,8 Mio. t in 2035 (+21,8%).

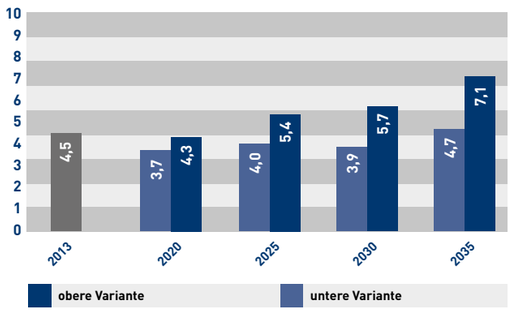
Untere Variante:
In der unteren Variante steigt die Ziegeltonproduktion – ebenfalls ausgehend von einem prognostizierten, wenngleich schwächeren Anstieg der Wohnungsbaunachfrage – zunächst auf 12,2 Mio. t (2020) an und nimmt anschließend schrittweise bis 2035 auf 11,5 Mio. t ab. Gegenüber dem Basisjahr 2013 ergibt sich damit immerhin ein leichter Zuwachs in Höhe von 1,6%.

3.2.2.7 Gips- und Anhydritstein

Die Ermittlung der im Jahr 2013 in Deutschland geförderten Gips- und Anhydritmenge basiert auf einer Mitgliederumfrage des Bundesverbandes der Gipsindustrie. Demzufolge wurden rund 4,1 Mio. t Gips- und Anhydritstein für den Inlandsabsatz gewonnen. Der gesamte Abbau einschließlich der für den Export bestimmten Mengen betrug rund 4,5 Mio. t (Abb. 25).[19] Neben den aus der Gewinnung von Gips- und Anhydritstein hergestellten Produkten kommt in dieser Branche der Verwendung von REA-Gips eine hohe Bedeutung zu, auf die in Kapitel 4.4.3 näher eingegangen wird. REA-Gips entsteht bei der Entschwefelung von Rauchgasen in Großfeuerungsanlagen, vorwiegend bei der Verstromung von Braun- und Steinkohle.

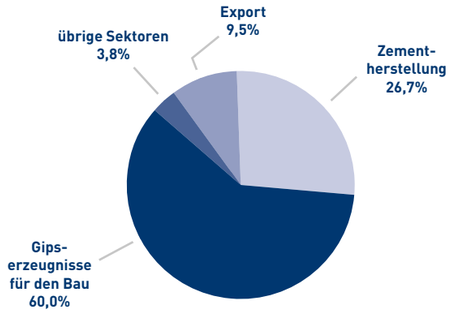
Gips und Anhydrit werden zu einer Vielzahl von Produkten verarbeitet. Beispielhaft seien hier Gipskartonplatten, Gipsputze, Spachtelmassen, Mörtel sowie Anhydritestrich genannt. Ohne nähere Betrachtung der via Export verwendeten Mengen wurden direkt und indirekt über den „Umweg Zement" 2013 rund 87% der Gipserzeugnisse im Baugewerbe verwendet (Abb. 26).

Abb. 25: Produktionsmenge von Gips- und Anhydritstein (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 26: Verwendung von Gips- und Anhydritstein 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Die Energiewende wird erhebliche Auswirkungen auf die Struktur der Bruttostromerzeugung und somit indirekt auf die Naturgips- und Anhydritförderung in Deutschland haben. In der Energiereferenzprognose des BMWi ist vorgesehen, dass die Verstromung von Stein- und Braunkohle ab 2030 (Trendszenario)[20] deutlich reduziert wird, was letztlich auch das Aufkommen an REA-Gips verringert. Zur Kompensation dürften zum einen die Förderung aus heimischen Naturgipslagerstätten erhöht und zum anderen der Export von REA-Gips weitgehend eingestellt werden.[21]

Obere Variante:
Im oberen Szenario erhöht sich die Nachfrage nach Naturgips- und Anhydritstein sehr stark. Ausschlaggebend hierfür ist zum einen die positive Wirtschaftsentwicklung, die mit relativ hohen Zuwächsen im Wohnungsbau und Bestandsbau einhergeht. Zudem vermindert sich das Aufkommen an REA-Gips durch die abnehmende Kohleverstromung im Zuge der Energiewende und muss durch eine erhöhte Gewinnung von Naturgips und Anhydrit kompensiert werden. Insgesamt werden in 2035 7,1 Mio. t Gips- und Anhydritstein nachgefragt. Dies entspricht einem Anstieg in Höhe von gut 57% gegenüber dem Basisjahr 2013. 2 Mio. t Gips und Anhydrit[22] werden als Ersatz für das verringerte REA-Gips-Aufkommen gefördert.

[19] Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes betrug der Export von Gipsstein und Anhydrit (WA 25201000) im Jahr 2013 rund 432.000 t (StaBuA 2015e).
[20] Die getroffenen Annahmen zur Energiereferenzprognose des BMWi werden unter Abschnitt 4.1 näher erläutert.
[21] Unter Beachtung ökonomischer Randbedingungen ist der Import von Rohgips frachtintensiv und damit teuer, und sowohl REA-Gipsdepots wie auch RC-Gipse stehen nur eingeschränkt und in geringen Mengen als Alternativen zur Verfügung. In den Berechnungen wird unterstellt, dass Länder, die bislang REA-Gips aus Deutschland importiert haben, als Substitut Naturgips aus anderen Auslandsmärkten (insbesondere Spanien aufgrund der dortigen hohen Gipsvorkommen) einführen, so dass hiermit keine Effekte in Form zusätzlicher ausländischer Nachfrage auf die Naturgipsförderung in Deutschland verbunden sind.
[22] Dieser Zahl liegt die Annahme zugrunde, dass zuvor alle REA-Gips-Exporte ins Ausland eingestellt wurden.

Untere Variante:
Auch im unteren Szenario ergibt sich eine steigende Nachfrage nach Naturgips- und Anhydritstein. Die Steigerung beträgt im Vergleich der Jahre 2035/2013 4,2%. Grund ist auch hier das deutlich verringerte Aufkommen an REA-Gips, welches durch Naturgips und Anhydrit substituiert werden muss (0,5 Mio. t in 2035). Darüber hinaus besteht auch in der unteren Variante der generelle Bedarf an Umbaumaßnahmen im Bestandsbau. Allerdings wird aufgrund der geringeren Wirtschaftsleistung der Bedarf nur teilweise nachfragewirksam.

4. AUFKOMMEN UND VERWENDUNG MINERALISCHER SEKUNDÄRROHSTOFFE [23] VON 2000 BIS 2013 SOWIE ABLEITUNG DES AUFKOMMENS BIS 2035

4.1 Bestimmungsfaktoren des Sekundärrohstoffaufkommens und Auswirkungen auf die Nachfrage nach Primärrohstoffen

Unter Sekundärrohstoffen sind Nebenprodukte aus industriellen Prozessen und mineralische Bauabfälle, die direkt verwertet oder zu Recyclingbaustoffen (RC-Baustoffen) aufbereitet werden, zu verstehen. Das Aufkommen an Sekundärrohstoffen ist nicht unmittelbar steuerbar, da es direkt an die Entstehungsprozesse gekoppelt ist. Diese Prozesse sind eigenständig – die Nachfrage nach Sekundärrohstoffen kann solche Entstehungsprozesse nicht beeinflussen, insbesondere nicht das Angebot vergrößern. Damit lassen sich Nachfrageschwankungen nicht beliebig auffangen: Als Regulativ für Nachfragesteigerungen, die über das Angebot hinausgehen, kann nur der Einsatz von primären Rohstoffen dienen.

Das Aufkommen an Sekundärrohstoffen ist vor allem abhängig von der Entwicklung der zugrundeliegenden Prozesse. So wird das Aufkommen von RC-Baustoffen primär durch die Abbruchtätigkeit determiniert. Darüber hinaus sind die rechtlichen Rahmenbedingungen von hoher Bedeutung. So bestimmen z. B. die zu erwartenden Grenzwerte für Sulfat, Vanadium und PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) für RC-Baustoffe in der im Entwurf vorliegenden Ersatzbaustoff-Verordnung, inwieweit die Verwertung von RC-Baustoffen zulässig ist. Verschärfungen könnten hier zu einem starken Rückgang der Verwertung führen.

Ein weiterer Bestimmungsfaktor für das Aufkommen an Sekundärrohstoffen ist die künftige Industriestruktur. Zum Beispiel ist die Eisen- und Stahlindustrie als Lieferant von Nebenprodukten wie Hüttensand, der u.a. in der Zementindustrie Primärrohstoffe bereits heute in erheblichem Maße ersetzt, von besonderer Bedeutung. Eine wichtige Rolle spielt auch die Energiewende, durch die sich der Stromerzeugungsmix deutlich ändern wird. Für dieses Gutachten ist die künftige Entwicklung der Kohleverstromung für das Aufkommen der dabei entstehenden Sekundärrohstoffe REA-Gips und Steinkohleflugaschen sowie (indirekt) für die Nachfrage nach entsprechenden Primärrohstoffen (z. B. Kalkstein für die Luftreinhaltung oder Naturgips als Substitut für REA-Gips) zu berücksichtigen. Unter der Voraussetzung, dass sich die eingesetzten Brennstoffe in ihrer Qualität (Schwefelgehalt und Heizwert) nicht wesentlich von den im Jahr 2013 verfeuerten Kohlen unterscheiden, lässt sich eine direkt proportionale Beziehung zwischen der Bruttostromerzeugung von kohlebefeuerten Kraftwerken und dem Aufkommen der Sekundärrohstoffe herstellen.

Für die künftige Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Deutschland wird im Folgenden die Energiereferenzprognose des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (Prognos 2014; vgl. hierzu Exkurs „Entwicklung der künftigen Struktur der Energieerzeugung", Seite 35) zugrunde gelegt. Die Energiereferenzprognose schätzt den zukünftigen Energiemix bis 2050 in zwei Szenarien ab und deckt damit ein breiteres Spektrum ab als die in der ersten Auflage dieser Studie herangezogene „Leitstudie 2011" (Szenario 2011 A) des Bundesumweltministeriums.

[23] Die hier betrachteten Sekundärrohstoffmengen umfassen nicht diejenigen Mengen, die aufgrund ihrer Qualität von vornherein nicht für eine Weiterverwendung zur Verfügung stehen und damit unmittelbar nach ihrem Anfall zur Deponierung ausgeschleust werden.

EXKURS

Entwicklung der künftigen Struktur der Energieerzeugung

Die Bundesregierung legt mit ihrer Energiereferenzprognose eine Abschätzung über die energiewirtschaftliche Entwicklung von 2020 bis 2030 vor. In der Studie werden darüber hinaus zwei Szenarien untersucht. Das Trendszenario – als Fortschreibung der Referenzprognose – skizziert die energiewirtschaftliche Entwicklung für den Zeitraum von 2040 bis 2050 und geht erst für den Zeitraum nach 2030 von einem signifikanten Rückgang der Kohleverstromung aus. Hier spiegeln sich auch der temporäre Anstieg der Kohleverstromung in den vergangenen Jahren sowie die notwendige Substitution wegfallender nuklearer Kraftwerkskapazitäten wider. Das Zielszenario für den Zeitraum von 2020 bis 2050 gibt an, wie Deutschlands Energiemix gestaltet werden müsste, um die mit dem Energiekonzept der Bunderegierung (2010) verbundenen energie- und klimapolitischen Ziele bis 2050 zu erreichen. Dieses Szenario geht bereits ab 2020 von einem erheblichen Rückgang insbesondere der Steinkohleverstromung aus. Somit unterscheiden sich das Trend- und das Zielszenario hinsichtlich des künftigen Energiemixes erheblich (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: Bruttostromerzeugung nach der BMWi-Energiereferenzprognose in TWh pro Jahr

	Referenzprognose (2020 bis 2030) und Trendszenario (2040 bis 2050)		Zielszenario (2020 bis 2050)	
	Steinkohle	Braunkohle	Steinkohle	Braunkohle
2013*	121,7	160,9	121,7	160,9
2020	106	156	45	147
2025	101	143	44	119
2030	109	140	32	113
2035**	83	122	22	89
2040	57	104	11	64
2050	52	31	6	20

Anmerkung:
* Quelle: BMWi (Stand: Mai 2015)
** Der Wert für 2035 ist nicht in der Studie ausgewiesen und wurde mittels Interpolation errechnet.
Quelle: Prognos 2014

Während das Trendszenario erst nach 2030 signifikante Rückgänge bei der Kohleverstromung vorsieht, dürfte sich im Zielszenario die Energieerzeugung aus Stein- und Braunkohle bereits von 2013 bis 2020 in der Summe um knapp ein Drittel reduzieren. Bis 2035 würde sich im Trendszenario die Verstromung von Steinkohle um 31,8% und von Braunkohle um 24,2% reduzieren. Im Zielszenario wären die Rückgänge für den gleichen Zeitraum mit 82,3% (Steinkohle) bzw. 45,0% (Braunkohle) signifikant höher. Durch die Veränderung in der Zusammensetzung des Energiemixes ergeben sich Auswirkungen auf die Nachfrage bzw. das Aufkommen von Primär- und Sekundärrohstoffen: So wird die Produktionsmenge an REA-Gips und Steinkohlenflugaschen (beides industrielle Nebenprodukte) zurückgehen; ebenso die Nachfrage nach Kalkstein zur Rauchgasreinigung (Branntkalk sowie Kalkstein für ungebrannte Produkte). Die Höhe des Rückgangs ist abhängig vom Erreichungsgrad der mit dem Energiekonzept verbundenen energie- und klimapolitischen Ziele. Trend- und Zielszenario dürften hierbei einen Korridor angeben, in dem die realisierten Produktionsmengen liegen werden.

Rückgänge beim Aufkommen von REA-Gips könnten – neben einer Einstellung der Exporte – durch eine Ausweitung der Naturgips- und Anhydritversorgung kompensiert werden. Um das rückläufige Aufkommen an Steinkohleflugaschen für die Betonherstellung auszugleichen, wären z. B. größere Mengen an Zement erforderlich. Insbesondere im Zielszenario würde die generierte Zusatznachfrage eine erhebliche Größenordnung erreichen. Schließlich müssten gegenüber dem Ausgangsjahr bis 2035 Rückgänge beim Aufkommen von REA-Gips von 3,9 Mio. t und bei Steinkohleflugaschen von 2,6 Mio. t kompensiert werden.

4.2 Rückgewinnung („Recovery“)

Mit Blick auf die Verwertungspfade und Substitutionspotenziale in der Steine-Erden-Industrie ist auch die Rückgewinnung („Recovery“), d. h. das Recycling von Fertigprodukten oberhalb der ersten Fertigungsstufe, von erheblicher Bedeutung. Insbesondere bei Industriemineralen wird häufig nicht die Gesteinskörnung, sondern das daraus hergestellte Fertigprodukt dem Kreislaufprozess zugeführt.

Ein Beispiel hierfür stellt die Glasindustrie als einer der wichtigsten Abnehmer von Spezialsanden dar. Im Behälterglasmarkt werden bereits Recyclingquoten von bis zu 90% erreicht (BV Glas 2015). Im Flachglasbereich ist der Recyclinganteil bislang zwar deutlich geringer, dennoch nimmt auch hier die Recyclingquote zu. Damit werden Sande, die in der Glasindustrie Verwendung finden, nicht als solche recycelt, sondern in Gestalt der hergestellten Produkte. Diese Rückgewinnung senkt die Nachfrage nach Primärrohstoffen deutlich. Gleiches gilt für die Papierindustrie, in die u.a. Kaolin und Kalk geliefert werden: Die Recyclingquote liegt hier bei rund 83% (VDP 2015). Die Rückgewinnung von Fertigprodukten leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Substitution von Primärrohstoffen im Bereich der Industrieminerale.

Da die künftige Entwicklung der Rückgewinnung im Rahmen dieser Studie nicht prognostiziert werden kann, bleibt der mögliche Effekt einer steigenden Rückgewinnungsquote auf die Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen hier rechnerisch unberücksichtigt. Dies ist bei Interpretation der Daten zur Primärrohstoffnachfrage zu berücksichtigen.

4.3 Recyclingbaustoffe

Recyclingbaustoffe sind in einem aktiven Aufbereitungsprozess (i. d. R. Brechen/Sortieren/Klassieren) aus mineralischen Bauabfällen hergestellte Baustoffe. Dies unterscheidet die Recyclingbaustoffe von einer direkten Verwertung mineralischer Abfälle für die Herstellung, Sicherung oder Gestaltung von Landschaftsbauwerken ohne tiefgreifende vorherige Aufbereitung. Die Ausgangsstoffe für das Baustoffrecycling sind die mineralischen Abfälle, die sich aus Boden und Steinen, Bauschutt, Straßenaufbruch sowie Baustellenabfällen zusammensetzen. Die unter dem Begriff Boden und Steine zusammengefassten Materialien werden als Verfüll- oder Auffüllmaterial im Straßen-, Landschafts- und Deponiebau bzw. zur Rekultivierung von Abbauflächen verwertet. Häufig erhalten die Bauschuttaufbereitungsanlagen als Input Gemische von Bauschutt, Straßenaufbruch sowie Boden und Steinen. Bei der Aufbereitung dieses Inputs werden auch die im Boden enthaltenen Körnungen verwertet und zu RC–Baustoffen aufbereitet. Die Produktionsmenge an Recyclingbaustoffen ist nicht frei variabel, sondern richtet sich nach dem Umfang der Bau- und Abbruchaktivitäten.

Die Idee des „urban mining“, also die Nutzung des abgebrochenen Baubestands als Rohstoffquelle, ist nicht neu und wird bereits heute in hohem Umfang zur Rohstoffschonung umgesetzt. Von den geschätzten 60 Mrd. t im Baubestand verbauter mineralischer Rohstoffe (Hoch- und Tiefbau) in Deutschland (Umweltbundesamt 2010) sind im Jahr 2012 82,2 Mio. t der Fraktionen Bauschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfälle angefallen. Davon wurden 95,5% verwertet (Kreislaufwirtschaft Bau 2015).[24] Die als RC-Baustoffe wiederverwendete Menge betrug inkl. aufbereiteter Gesteinskörnungen aus der Fraktion Boden und Steine 66,2 Mio. t (Abb. 27) und entsprach damit einem Anteil von 10,3% der gesamten Nachfrage nach primären und sekundären Steine-Erden-Rohstoffen in Deutschland im Jahr 2012.

Die Zusammensetzung der Abbruchmaterialien ist sehr unterschiedlich, je nach den zur Bauzeit eingesetzten oder zur Verfügung stehenden Materialien. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der Betonanteil in den zum Abriss kommenden Bauwerken zunehmen wird, da der Einsatz von Beton seit den 1950er Jahren deutlich angestiegen ist.

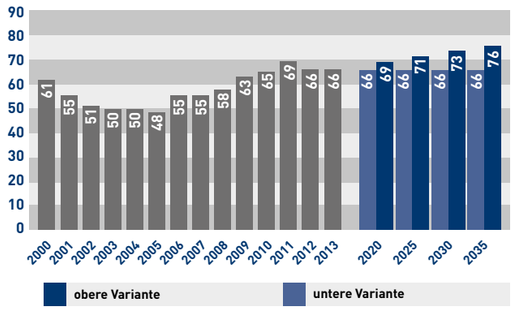
Es stellt sich bei der Verwendung der anfallenden RC-Materialien die Frage, inwieweit eine Anhebung des RC-Anteils in hochwertigen Betonanwendungen sinnvoll ist. Solange wie das komplette Aufkommen an RC-Material bedarfsgerecht verwertet wird, würde eine Verschiebung

[24] Die Daten des Jahres 2012 stellen die letzte bis zum Redaktionsschluss verfügbare Datenbasis dar (Kreislaufwirtschaft Bau 2015). Das Aufkommen an RC-Baustoffen im Basisjahr der Studie 2013 betrug 65,6 Mio. t.

– etwa in die Betonherstellung – dazu führen, dass die dadurch entstehende Versorgungslücke in den Verwendungen mit weniger hohen Anforderungen durch primäre Rohstoffe geschlossen werden müsste. Daraus würde sich trotz höherer Recyclingaufwendungen unter dem Strich keine Verbesserung mit Blick auf die Ressourcenschonung ergeben.

Die Mengenentwicklung bei den mineralischen Bauabfällen ist nur begrenzt prognostizierbar. Daher wird im Rahmen dieser Studie die Annahme getroffen, dass eine steigende Neubautätigkeit im Wohnungsbau auch mit zunehmendem Abbruch der bisherigen Bausubstanz einhergehen wird. So dürften – auch aufgrund der hohen Nachfrage nach innerstädtischen Wohnlagen – bislang wenig flächeneffizient genutzte Wohnungsbestände in Teilen ersetzt werden. Auch der aufgestaute Sanierungsbedarf im Tiefbau (z. B. bei Straßenbrücken) spricht für steigende Ersatzinvestitionen und ist damit mit einem zunehmenden Aufkommen von mineralischen Bauabfällen verbunden. Allerdings ist der Anstieg der (Ersatz-) Neubautätigkeit aufgrund der strukturellen Heterogenität der Baunachfrage nur eingeschränkt auf das Aufkommen an RC-Baustoffen übertragbar. Daher wird die Annahme so getroffen, dass in der oberen Variante der Szenarienbetrachtung eine Zunahme maximal in Höhe der Hälfte der korrigierten Wachstumsrate des Bauvolumens laut DIW-Abschätzung erfolgt, während in der unteren Variante die Menge – ausgehend vom Basisjahr – stabil bleibt.

Abb. 27: Produktionsmenge von Recyclingbaustoffen* (in Mio. t)



Anmerkung:
* ab 2009 inklusive Recyclingbaustoffe aus Boden und Steinen
Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
Unter den wirtschaftlich günstigen Rahmenbedingungen der oberen Variante wird es neben einer sich positiv entwickelnden Baukonjunktur auch verstärkt zum Ersatz von Bestandsbauwerken durch Abriss und Neubau kommen, was zu einem Mehraufkommen an RC-Baustoffen führt. Im oberen Szenario stehen in Verbindung mit der oben getroffenen Annahme rund 76 Mio. t RC-Material im Jahr 2035 zur Verfügung. Im Vergleich zum Jahr 2013 wäre dies eine Steigerung um 15,4%.

Untere Variante
In der unteren Variante stagnieren die Mengen – annahmegemäß – auf dem Niveau von 2013 mit rund 66 Mio. t (Veränderung 2035/2013: ± 0%).

RC-Baustoffe substituieren im Tiefbau Primärrohstoffe (Naturstein sowie Kies und Sand). Unter der Annahme, dass die Verwendung von RC-Baustoffen in die Zukunft – entsprechend dem Referenzjahr 2013 – fortgeschrieben wird, ergäbe sich in der oberen Variante ein Nachfrageüberschuss nach RC-Baustoffen (hypothetische Nachfrage übersteigt Aufkommen), der durch eine zusätzliche Gewinnung dieser Primärrohstoffe gedeckt werden müsste. In der unteren Variante ergeben die Berechnungen einen Angebotsüberschuss für die Jahre 2025 bis 2035. Die resultierenden Nachfrageveränderungen nach Naturstein sowie Kies und Sand wurden entsprechend in die Berechnungen zum Bedarf an mineralischen Primärrohstoffen (Abschnitt 3.2.2) einbezogen.

Neben der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, die die Bereitschaft und die Notwendigkeit zum Abbruch von Bestandsbauten beeinflusst, bestimmen die eingesetzten Baustoffe bzw. die über die Jahre veränderten Bauweisen (z. B. verstärkter Einsatz von Beton seit den 1950er Jahren oder intensivierte Wärmedämmung der Gebäude ab den 1980er Jahren) das Aufkommen an Recyclingbaustoffen. Durch eine sich verschärfende Umweltgesetzgebung und Verbesserungen in der Analysetechnik könnte der auszuschleusende Anteil an potentiellem RC-Material tendenziell zunehmen. Es ist daher darauf hinzuweisen, dass die oben stehenden Abschätzungen von den Status-quo-Rahmenbedingungen ausgehen.

4.4 Industrielle Nebenprodukte

Als industrielle Nebenprodukte werden alle Stoffe bezeichnet, die in großtechnischen Prozessen als Nebenstoffstrom entstehen. Sie sind in der nachfolgenden Aufzählung jeweils in Klammern hinter dem Primärprozess ausgewiesen und stammen im Wesentlichen aus folgenden Produktionsbereichen:

- Eisenhütten- und Stahlindustrie sowie Nichteisen-Metallurgie einschließlich Gießerei-Industrie (Schlacken, Stäube, Gießereialtsande),
- Thermische Abfallbehandlung (Aschen),
- Energieerzeugung aus Braun- und Steinkohle (Aschen),
- Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA-Gips) und Sprühabsorptionsprodukte (SAV) aus Kraftwerken.

Die bei der Verstromung von Braunkohle anfallenden Aschen sind nach heutigem Wissensstand aufgrund ihrer Inhaltsstoffe nicht für den Einsatz als Sekundärrohstoff geeignet. Sie werden derzeit hauptsächlich in der Stabilisierung der notwendigen Tagebauverfüllung eingesetzt und hier nicht weiter betrachtet.

4.4.1 Schlacken

Unter Schlacken werden die bei der Produktion von Roheisen, Stahl und Nichteisenmetallen entstehenden nichtmetallischen Schmelzen verstanden. Nach ihrer langsamen Abkühlung an der Luft liegen sie als künstliches, kristallines Gestein vor. Ihre Entstehung entspricht somit derjenigen von natürlichen magmatischen Gesteinen wie Basalt oder Granit. Schlacken unterscheiden sich von den Aschen dadurch, dass sie grundsätzlich aus einer geschmolzenen Phase gebildet werden. Sie weisen dadurch ein hochfestes Gefüge auf. Die Eigenschaften können durch einen gesteuerten Abkühlungs- und gezielte Nachbehandlungsprozesse (z. B. Granulation, Brechen/Klassieren) anwendungsbezogen beeinflusst werden.

An dieser Stelle werden folgende Schlacken betrachtet:

- Hochofenstückschlacken/Hüttensand aus der Eisenerzeugung,
- Stahlwerksschlacken (Schlacken aus dem Blasstahl/Linz-Donawitz-Verfahren sowie Schlacken aus dem Elektroofenverfahren) aus der Stahlerzeugung, außerdem sekundärmetallurgische Schlacken aus nachgeschalteten metallurgischen Prozessen der Stahlerzeugung.

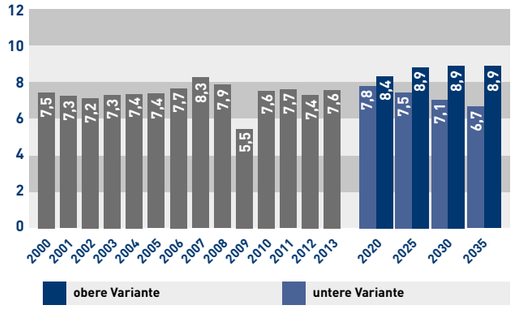
Die Eisenhüttenschlacken (zusammenfassende Bezeichnung für Hochofen- und Stahlwerksschlacken) werden wegen der baustofftechnischen Eignung (i. W. Festigkeit, Frostsicherheit) und des günstigen Umweltverhaltens (keine organischen Schadstoffe; anorganische Schadstoffe, z. B. Schwermetalle, sind mineralisch fest gebunden) umfangreich im Erd-, Straßen-, Wege-, Wasser- und Gleisbau sowie in der Zementindustrie eingesetzt (Abb. 29 und 31). Die Verwendung erfolgt seit vielen Jahren nahezu vollständig.

Das Aufkommen von Schlacken wird determiniert durch die Produktion von Roheisen, Stahl und Nichteisenmetallen. Wie bereits in Kapitel 3.2.1 angemerkt, ist für die Eisen- und Stahlindustrie nicht zu erwarten, dass innerhalb des Betrachtungszeitraumes bis 2035 in Deutschland zusätzliche Kapazitäten in Betrieb genommen werden. Damit ist die maximale Produktionskapazität begrenzt. Es ist davon auszugehen, dass die zukünftige Produktion nicht wesentlich über das Niveau des Jahres 2007 hinausgeht, da zu diesem Zeitpunkt die Kapazitäten nahezu vollständig ausgelastet waren. Für die Berechnung wird daher angenommen, dass die Produktion des Jahres 2013 (2013 = 100) plus 17,5% die obere Grenze (Deckel) für die Roheisenerzeugung in Deutschland darstellt. Zudem beeinflusst der Anpassungsfaktor, der für die Eisen- und Stahlindustrie 2,0% pro Jahr beträgt, die Produktion und damit die Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen aus diesem Sektor entsprechend.

4.4.1.1 Hochofenschlacken

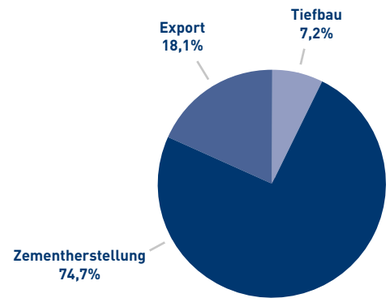
Die Produktionsmenge von Hochofenschlacken in Deutschland lag im Durchschnitt der vergangenen 14 Jahre (2000 bis 2013) bei rund 7,4 Mio. t. Dabei verlief die Produktion bzw. das Aufkommen – mit Ausnahme des Krisenjahres 2009 – relativ gleichmäßig. Ein Großteil der Hochofenschlacken wird heute in Granulationsanlagen mit Wasser schnell abgekühlt; das erzeugte Produkt wird (im Gegensatz zu an Luft kristallin erstarrten Hochofenstückschlacken) Hüttensand genannt. Hüttensand ist wegen seiner latent hydraulischen Eigenschaften von erheblicher Bedeutung für die Zementherstellung. Der Einsatz bei der Zementproduktion kann den aus den primären Rohstoffen (insbesondere Kalkstein) hergestellten Zementklinker teilweise substituieren, indem Hüttensand direkt im Zementmahlprozess zugesetzt oder getrennt vermahlen und anschließend dem gemahlenen Klinker zugegeben wird. Dies substituiert Primärrohstoffe und vermeidet Energieaufwand und CO_2-Emissionen im Klinkerbrennprozess. Deutschlandweit wurde 2013 eine Menge von rund 5,6 Mio. t Hüttensand (75 % der produzierten Hochofenschlacken) im Zementherstellungsprozess eingesetzt.[25]

Abb. 28: Produktionsmenge von Hochofenschlacken (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Abb. 29: Verwendung von Hochofenschlacken 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
In der oberen Variante dürfte das Aufkommen an Hochofenschlacken bis 2035 maximal 8,9 Mio. t betragen. Dieses Niveau wird im Jahr 2030 erreicht. Danach greift der angenommene Auslastungsdeckel für die Eisen- und Stahlproduktion (117,5% der Produktion von 2013).

Untere Variante:
Im unteren Szenario steigt das Aufkommen bis zum Jahr 2020 auf 7,8 Mio. t an, nimmt dann aber bis zum Jahr 2035 schrittweise deutlich auf 6,7 Mio. t ab (Veränderung 2035/2013: -11,6%).

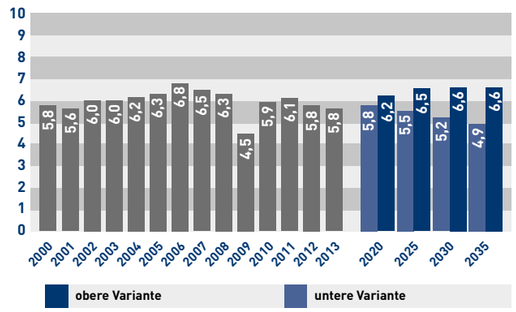
Die beim Abgleich des Aufkommens mit der theoretischen Nachfrage entstehenden Angebotslücken bzw. Angebotsüberschüsse wurden mit den Primärrohstoffen Kalkstein für die Zementherstellung und Naturstein (Tiefbau) verrechnet (vgl. Kapitel 3.2.2).

4.4.1.2 Stahlwerksschlacken

Das Aufkommen an Stahlwerksschlacken lag in den Jahren von 2000 bis 2013 bei durchschnittlich rund 6,0 Mio. t pro Jahr (Abb. 30). Einzig das Jahr 2009 war krisenbedingt durch einen größeren Abfall in der Produktion gekennzeichnet.

Bei Stahlwerksschlacken stellt sich die Verwendung anders dar als bei den Hochofenschlacken. Der überwiegende Teil (rund 67%) ging im Jahr 2013 in den Tiefbau. Rund 16% des Aufkommens werden im Produktionsprozess der Eisen- und Stahlindustrie als Kalk- und Eisenträger intern recycelt. Die verbleibenden Anteile werden als Düngemittel verwendet (rund 11%) bzw. exportiert (Abb. 31).

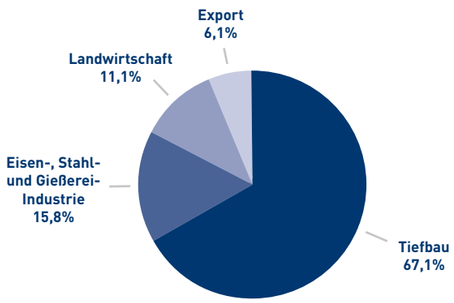
Abb. 30: Produktionsmenge von Stahlwerksschlacken (in Mio. t)



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

[25] Im Jahr 2013 wurden in Deutschland insgesamt 6,12 Mio. t Hüttensand für die deutsche und ausländische Zementindustrie produziert (Merkel 2014).

Abb. 31: Verwendung von Stahlwerksschlacken 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:
Ab dem Jahr 2030 greift – analog zu dem Berechnungsverfahren der Hochofenschlacken – der angenommene Auslastungsdeckel für die Eisen- und Stahlproduktion (117,5% der Produktion von 2013). Demnach werden ab 2030 maximal 6,6 Mio. t Stahlwerksschlacken produziert.

Untere Variante:
In der unteren Variante steigt die Produktionsmenge von Stahlwerksschlacken zunächst auf 5,8 Mio. t im Jahr 2020 und sinkt anschließend auf 4,9 Mio. t im Jahr 2035 (Veränderung 2035/2013: -11,6%).

Beim Vergleich des Aufkommens mit der hypothetischen Nachfrage entsteht in der unteren Variante für die Jahre 2025 bis 2035 ein Nachfrageüberschuss. Dieser wurde, ebenso wie der umgekehrte Fall (obere Variante), bei der Ermittlung des künftigen Primärrohstoffbedarfs (Kapitel 3.2.2) mit der Nachfrage nach Naturstein (Tiefbau) und Kalkstein für ungebrannte Produkte (Düngemittel) verrechnet.

4.4.2 Aschen

Aschen entstehen bei Verbrennungs- bzw. Pyrolyseprozessen als Rückstände der mineralischen Bestandteile des Verbrennungsgutes. Das Aschenaufkommen ist material- und prozessabhängig von unterschiedlicher Menge und Qualität.

Die hier unter Aschen zusammengefassten Rückstände aus Verbrennungsprozessen umfassen Aschen aus der Trockenfeuerung, Schmelzkammergranulate aus der Hochtemperaturverbrennung sowie Rückstände aus der Kesselreinigung. Eine weitere Spezifizierung ist auf Basis der verfügbaren Angaben nicht möglich.

Die in den thermischen Prozessen anfallenden Aschen sind nach der Art der Anlagen und der Einsatzstoffe zu unterscheiden in:

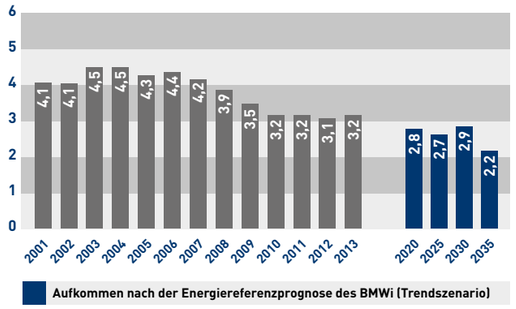
- Aschen aus der Energieerzeugung mit Steinkohle (Steinkohlenflugaschen),
- Aschen aus der Energieerzeugung mit Braunkohle (Braunkohlenflugaschen; werden – wie bereits beschrieben – aufgrund ihrer vollständigen internen Verwendung in der eigenen Industrie nicht betrachtet),
- Aschen aus der thermischen Abfallbehandlung (Hausmüllverbrennungsaschen).

4.4.2.1 Steinkohlenflugaschen

In Deutschland fielen im Jahr 2013 3,2 Mio. t Aschen aus der Steinkohlenfeuerung an (Abb. 32). Das Aufkommen ist seit dem Jahr 2006 stetig gesunken, wobei der Durchschnitt im Zeitraum von 2001 bis 2013 bei rund 3,9 Mio. t pro Jahr lag.

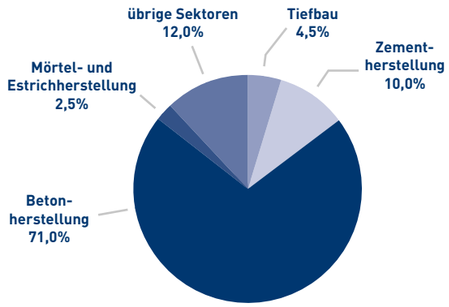
Die Steinkohlenflugaschen werden nahezu vollständig im Betonbau (Zusatzstoff), bei der Zementherstellung (als Sekundärrohstoff oder Hauptbestandteil), der Baustoffherstellung (Zusatzstoff für Estriche, Mörtel, Pflaster- und Betonsteine), im Straßen-, Wege- und Erdbau (Bodenverfestigung, Asphalt, hydraulisch gebundene Tragschichten) sowie in der Abfallwirtschaft (Schlammkonditionierung, Abfallverfestigung) eingesetzt (Abb. 33).

Abb. 32: Produktionsmenge von Steinkohlenflugaschen* (in Mio. t; Aufkommen nach Energiereferenzprognose, Trendszenario)



Anmerkung:
* Konjunkturelle Einflüsse werden bei der Errechnung der Produktionsmenge von Steinkohlenflugaschen nicht berücksichtigt.
Quelle: VGB PowerTech; Berechnungen SST

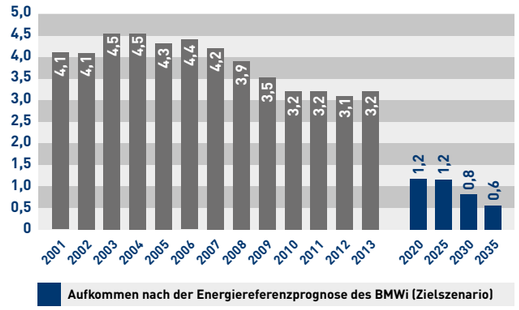
Abb. 33: Verwendung von Steinkohlenflugaschen 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Steinkohlenflugaschen entstehen bei der Verstromung von Steinkohle. Nach der Energiereferenzprognose des BMWi wird der Einsatz von Steinkohle bei der Bruttostromerzeugung (Trendszenario) von 121,7 TWh im Jahr 2013 auf 57 TWh im Jahr 2040 zurückgehen (vgl. hierzu Exkurs zur Entwicklung der künftigen Struktur der Energieerzeugung, Seite 35). Bis zum Jahr 2035 ergäbe sich ein Rückgang von 31,8% gegenüber dem Basisjahr 2013 auf 83 TWh/a. Entsprechend wird sich auch das Aufkommen an Steinkohlenflugasche reduzieren. Während das Angebot 2013 noch bei 3,2 Mio. t lag, wird es sich bis 2035 auf Basis der Daten aus der BMWi-Energiereferenzprognose (Trendszenario) schrittweise verringern. Danach werden 2020 immerhin noch 2,8 Mio. t als Nebenprodukt entstehen, während das Aufkommen im Jahr 2035 lediglich noch 2,2 Mio. t beträgt (Veränderung 2035/2013: -31,8%; Abb. 32). Im Fall der Realisierung des Zielszenarios würde die Produktion von Steinkohleflugaschen bis 2035 sogar auf 0,6 Mio. t zurückgehen (Veränderung 2035/2013: -82,3%; Abb. 34).

Abb. 34: Produktionsmenge von Steinkohlenflugaschen* (in Mio. t; Aufkommen nach Energiereferenzprognose, Zielszenario)



Anmerkung:
* Konjunkturelle Einflüsse werden bei der Errechnung der Produktionsmenge von Steinkohlenflugaschen nicht berücksichtigt.
Quelle: VGB PowerTech; Berechnungen SST

Bezieht man an dieser Stelle wieder die Nachfrageseite mit ein, so wird die Entwicklung der Steinkohleverstromung auch im Trendszenario insbesondere mit Blick auf die Betonproduktion eine erhebliche Angebotslücke nach sich ziehen, welche vorrangig durch die Substitution mit Zement geschlossen werden müsste.[26] Dies bedeutet zugleich, dass für Kalkstein zur Herstellung von Zement in gewissem Umfang eine höhere Förderung notwendig wäre, was bei der Berechnung der Primärrohstoffmengen im dritten Kapitel berücksichtigt wurde.[27]

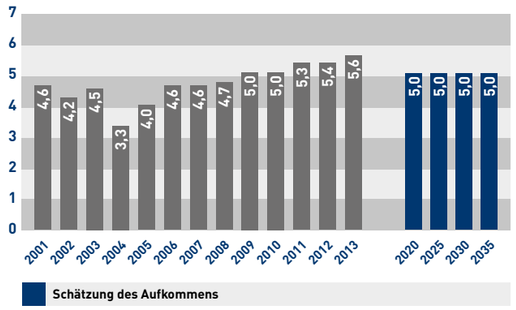
[26] Dies stellt eine vereinfachende Annahme dar; auch eine Substitution durch Hüttensand wäre möglich.
[27] Die Verrechnung mit Kalkstein für die Herstellung von Zement wurde zur Vereinfachung nur mit dem im Trendszenario errechneten Aufkommen an Steinkohlenflugasche vorgenommen.

4.4.2.2 Sonstige Aschen aus der Müllverbrennung und der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen (HMVA)

Die Produktionsmenge der Aschen aus den Hausmüllverbrennungsanlagen und der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen belief sich im Jahr 2013 auf ca. 5,6 Mio. t (Abb. 35). Seit dem Jahr 2006 ist das Aufkommen der sonstigen Aschen tendenziell gestiegen, wobei der Durchschnitt der Jahre 2001 bis 2013 bei 4,7 Mio. t pro Jahr lag.

Die HMVA werden fast vollständig im Baubereich verwertet. Sie werden dabei u.a. im klassischen öffentlichen Tiefbau für den Unterbau von Straßen, Wegen und Plätzen sowie bei privaten Baumaßnahmen (z. B. Industrie- und Gewerbeflächen) eingesetzt. Abbildung 36 zeigt die Verteilung der Verwendung in 2013.

Abb. 35: Produktionsmenge von sonstigen Aschen* (in Mio. t)

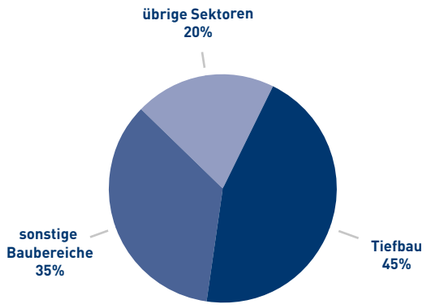


Anmerkung:

* Konjunkturelle Einflüsse werden bei der Errechnung der Produktionsmenge von sonstigen Aschen nicht berücksichtigt.

Quelle: Statistisches Bundesamt; Prognose: Verbandsabschätzung

Abb. 36: Verwendung von sonstigen Aschen 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Das Aufkommen an Aschen aus den Hausmüllverbrennungsanlagen sowie der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen bis 2035 ist nur schwer einzuschätzen. Tendenziell dürfte es aufgrund der demografischen Entwicklung (pro Kopf-Abfallaufkommen als Berechnungsfaktor) und der Anstrengungen um die Abfallvermeidung bzw. -verminderung eher leicht zurückgehen. Hinzu kommen möglicherweise sinkende Abfallimporte aufgrund der Ausweitung der Verbrennungskapazitäten im Ausland. Der Rückgang dürfte einer Schätzung zufolge im gesamten Zeitraum etwa 10 % betragen, so dass sich das Gesamtaufkommen 2035 immer noch auf rund 5 Mio. t belaufen würde.

Beim Abgleich des Aufkommens mit der theoretischen Nachfrage ergibt sich sowohl in der oberen Variante als auch in der unteren Variante für alle Jahre zwischen 2020 und 2035 ein Nachfrageüberschuss. Dieser müsste im Tiefbau durch den Einsatz von Naturstein kompensiert werden und wurde bei den entsprechenden Berechnungen des Primärrohstoffbedarfs (Kapitel 3.2.2) berücksichtigt.

4.4.3 REA-Gips/SAV-Produkt, Flusssäure-Anhydrit

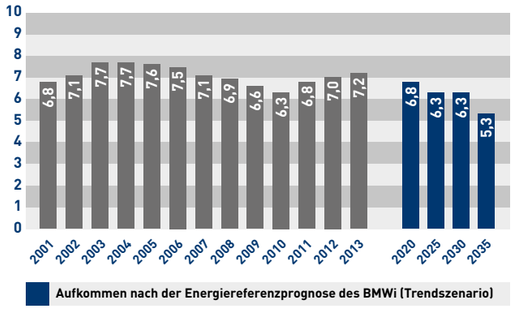
Kohlekraftwerke sind mit Entschwefelungsanlagen ausgerüstet. Bei den Verbrennungsprozessen fallen Nebenprodukte an, welche als REA-Gips oder SAV-Produkt bezeichnet werden (REA = Rauchgasentschwefelungsanlage, SAV = Sprühabsorptionsverfahren).

REA-Gips

Bei der Rauchgasreinigung im Kalkwaschverfahren in Großfeuerungsanlagen entsteht aus der Reaktion von Kalk und Wasser mit Schwefeldioxid und Luftsauerstoff letztlich REA-Gips. Bedeutend sind hier nur Gipse aus Braun- und Steinkohlekraftwerken, da bei thermischen Abfallbehandlungsanlagen nur geringe Mengen mit qualitätsbedingt meist geringem Nutzungspotenzial anfallen. Der überwiegende Teil des REA-Gipses (2013: rund 75%) stammt heute aus Braunkohlekraftwerken, die mit Kohle aus heimischen Lagerstätten versorgt werden.

In der Zeitspanne von 2001 bis 2013 wurden durchschnittlich rund 7,1 Mio. t REA-Gips pro Jahr produziert, wobei die Erzeugung relativ gleichmäßig verteilt war (Abb. 37). Die Inlandsnachfrage nach REA-Gips lag 2013 bei etwa 4,7 Mio. t. Da REA-Gips Naturgips- und Anhydritstein substituiert, hätte ein Rückgang des REA-Gipsaufkommens unter die bestehende Nachfrage eine Steigerung der Naturgips- und Andydritförderung zur Folge. Die Verwendung von REA-Gips entspricht weitgehend der von Naturgips und Anhydrit (Abb. 38).

Abb. 37: Produktionsmenge von REA-Gips* (in Mio. t; Aufkommen nach Energiereferenzprognose, Trendszenario)

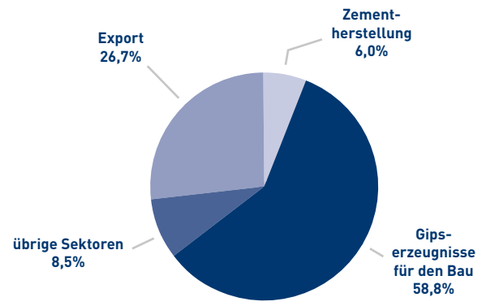


Anmerkung:

* Inklusive der Mengen, die im Tagebau Verwendung finden und ins Rohstoffdepot geliefert werden. Konjunkturelle Einflüsse werden bei der Errechnung des REA-Gips-Aufkommens nicht berücksichtigt.

Quelle: REA-Gips-Menge bis 2013 VGB PowerTech; Berechnungen SST

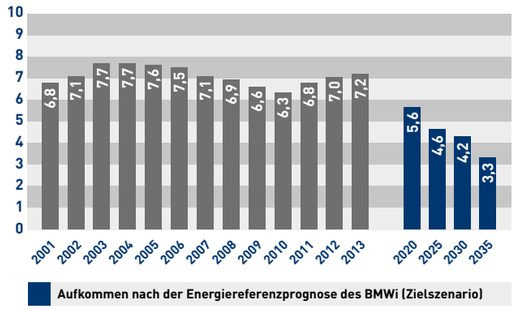
Abb. 38: Verwendung von REA-Gips 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Die Entwicklung des Aufkommens von REA-Gips hängt vom Einsatz von Stein- und Braunkohle in der Stromerzeugung ab (vgl. hierzu auch Exkurs zur Entwicklung der künftigen Struktur der Energieerzeugung, Seite 35). Wie bereits in Kapitel 4.1 in Tabelle 13 gezeigt, wird die Stromerzeugung in Stein- und Braunkohlekraftwerken mit dem von der Bundesregierung angestrebten Umbau der Energieerzeugung langfristig zurückgehen, was einen negativen Einfluss auf die verfügbare Menge an REA-Gips hat.[28] In Abb. 37 wird der abgeschätzte Verlauf des REA-Gips-Aufkommens – analog zur Entwicklung der Braun- und Steinkohleverstromung gemäß des Trendszenarios der BMWi-Energiereferenzprognose– dargestellt. Es wird deutlich, dass das Aufkommen zunächst weniger stark abnimmt. Bis 2030 sinkt es auf 6,3 Mio. t. Für die Jahre ab 2030 ist mit einem signifikanten Rückgang der Kohleverstromung zu rechnen, was mit einem Absinken des REA-Gips-Aufkommens auf 5,3 Mio. t einhergeht (Veränderung 2035/2013: -26,5%). Falls bei verstärkten Anstrengungen zur Umsetzung der Energiewende das Zielszenario der Energiereferenzprognose realisiert werden sollte, würde das Aufkommen an REA-Gips bis 2035 sogar nur noch 3,3 Mio. t betragen (Veränderung 2035/2013: -54,5%; Abb. 39). Im Rahmen dieser Studie werden jedoch die Annahmen des Trendszenarios zugrunde gelegt.

Abb. 39: Produktionsmenge von REA-Gips* (in Mio. t; Aufkommen nach Energiereferenzprognose, Zielszenario)



Anmerkung:

* Inklusive der Mengen, die im Tagebau Verwendung finden und ins Rohstoffdepot geliefert werden. Konjunkturelle Einflüsse werden bei der Errechnung des REA-Gips-Aufkommens nicht berücksichtigt.

Quelle: REA-Gips-Menge bis 2013 VGB PowerTech; Berechnungen SST

Um das verringerte Aufkommen auszugleichen, dürften die Exporte zurückgefahren (Export 2013: rund 27% des Aufkommens) und darüber hinaus entsprechend mehr Naturgips gefördert werden. Entstehende Angebotsüberschüsse und Angebotslücken wurden entsprechend mit Naturgips und Anhydrit verrechnet (vgl. Kapitel 3.2.2).[29]

[28] Mögliche gegenläufige Effekte durch Qualitätsveränderungen der eingesetzten Brennstoffe (Schwefelgehalt) dürften nur begrenzt zu Buche schlagen und werden hier nicht weiter berücksichtigt.

Da in Deutschland ca. 40% des europäischen REA-Gipses anfallen, bestehen nur eingeschränkte Möglichkeiten, wegfallende REA-Gipsmengen durch Importe zu kompensieren. Insofern könnten die Pläne der Gipsindustrie, ein eigenes Recyclingkonzept für Gipsprodukte zu entwickeln, langfristig zur Entschärfung dieser Situation beitragen. Allerdings wird ebenso wie bei anderen mineralischen Baustoffen die aus dem Recycling gewinnbare Menge bei weitem nicht die Größenordnung erreichen, die zur Kompensation wegfallender REA-Gipsmengen notwendig wäre. Eine verstärkte Nutzung heimischer Naturgipslagerstätten ist damit absehbar.

SAV-Produkt

Sprühabsorptionsprodukt (SAV-Produkt) entsteht bei der Rauchgasreinigung u.a. in Kraftwerken. Es ist ein Gemisch aus Entschwefelungsprodukten, also nicht reagiertem Absorbens (Kalkhydrat), Calciumsulfit und ggf. auch Flugaschen. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen werden Sprühabsorptionsprodukte vielfältig verwendet, so z. B. im Bergbau, im Landschafts- und Deponiebau, zur Schlammverfestigung sowie als Düngemittel (nur ohne Flugaschen). Dabei werden z. T. die sich aus dem Restkalk- und Calciumsulfitgehalt ergebenden Verfestigungseigenschaften sowie die Füllereigenschaften der Flugaschen genutzt. Auf diese Weise können in geringem Umfang Kalk bzw. Zement und damit im Weiteren Kalkstein substituiert werden. Die Produktionsmenge aus kohlebefeuerten Kraftwerken beträgt deutschlandweit etwa 310.000 t (2013).[30] Ein zusätzliches Substitutionspotential ist wegen der begrenzten Anfallmenge und der Nicht-Trennbarkeit der Komponenten im Gemisch zukünftig nicht zu erwarten.

Das Aufkommen an SAV-Produkt (aus kohlebefeuerten Kraftwerken) dürfte sich mit der abnehmenden Kohleverstromung ebenfalls verringern. Reduziert sich der Einsatz von Steinkohle im Stromerzeugungsmix entsprechend der Energiereferenzprognose des BMWi (Trendszenario), dürfte die Produktionsmenge – ausgehend von 310.000 t in 2013 – auf rund 210.000 t in 2035 fallen (Veränderung 2035/2013: -31,8%). Entsprechend höhere Rückgänge wären bei der Realisierung des Zielszenarios zu erwarten: Hier fällt die Produktionsmenge auf 50.000 t in 2035 (Veränderung 2035/2013: -83,9%).

Flusssäure-Anhydrit

Flusssäure-Anhydrit ist ein Koppelprodukt bei der Flusssäureherstellung aus Flussspat und Schwefelsäure. Dabei wird zunächst Fluorwasserstoffgas (HF) durch Erhitzen von Flussspat (Calciumfluorid) mit konzentrierter Schwefelsäure in einem Drehrohrofen erzeugt; als Reaktionsprodukt fällt $CaSO_4$ (Anhydrit) an. Das Fluorwasserstoffgas wird in Wasser eingeleitet, wodurch Flusssäure entsteht. Das wasserfrei anfallende Anhydrit wird mit Branntkalk oder Kalkhydrat neutralisiert, vermahlen und in der Produktion von Anhydrit-Estrich oder als Sulfatträger im Zement verwendet (IWM 2009). Das Aufkommen an Flusssäure-Anhydrit in Deutschland beträgt nach Verbandsangaben etwa 400.000 t pro Jahr. Damit ist die Menge im Vergleich zu den Vorjahren um etwa 50.000 t/a gesunken. Grund hierfür ist eine verschärfte Konkurrenzsituation mit dem Ausland.

Da für den Sekundärrohstoff Flusssäure-Anhydrit keine dezidierte Betrachtung vorgenommen werden kann, wird das Aufkommen für die Jahre von 2020 bis 2035 mit 400.000 t als konstant angenommen (Veränderung 2035/2013: ±0%). Würde auch zukünftig die Menge an Flusssäure-Anhydrit weiter abnehmen, müsste der Rückgang entsprechend durch die Gewinnung natürlichen Anhydrits kompensiert werden.

4.4.4 Gießereialtsande

Das Sandgussverfahren ist eine weitverbreitete Technologie bei der Herstellung von Gussmetall. Gussformen und Gusskerne werden nach üblicher Technik aus entsprechend geeignetem Quarzsand, gebunden mit organischen (vorwiegend Kunstharze bei der Kernherstellung) oder anorganischen Bindemitteln (vorwiegend Bentonit bei Formen) hergestellt. Gießereialtsand entsteht durch die notwendige Erneuerung des Gießereisandes, Kernsand als Kernbruch, Überschusssand oder Fehlchargen bei der Kernherstellung (Giegrich et al. 2002). Gießereisande

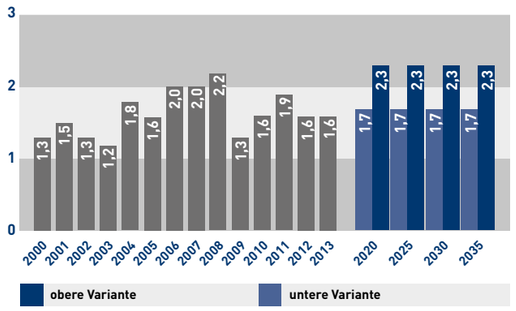
[29] Die Verrechnung mit Naturgips und Anhydrit wurde zur Vereinfachung nur mit dem im Trendszenario errechneten REA-Gips-Aufkommen vorgenommen.
[30] In diesem Gutachten wird nur das SAV-Produkt, welches in Steinkohlekraftwerken anfällt, betrachtet.

werden im Produktionsprozess mehrfach einem internen Recycling unterzogen und als sogenannte Umlaufsande wieder verwendet. Beim Aufbereitungsprozess werden sie wieder weitgehend von den – teilweise durch den Gießprozess pyrolytisch veränderten – Zusatzstoffen sowie den Gießresten befreit. Dieser Stoffstrom wird aus dem Gesamtprozess ausgeschleust und durch eine Zugabe von 5 bis 10% frischem Gießerei-Quarzsand ausgeglichen. Periodisch wird der gesamte Formsand gewechselt.

Die Verwertung der Gießereialtsande erfolgt als Sekundärrohstoff beim Klinkerbrennprozess in der Zementindustrie und als Hilfsstoff bei der Konditionierung von Dichtungsmaterialien im Deponiebau (Basis- und Oberflächenabdichtungen). Es ist von einer vollständigen Verwertung der nicht bzw. nur leicht verunreinigten Gießereialtsande auszugehen. Stärker verunreinigte Gießereialtsande bzw. Reinigungsrückstände werden der Deponierung zugeleitet. Der Schwerpunkt beim Einsatz der anfallenden Gießereialtsande liegt auf dem Recycling (Abb. 41).

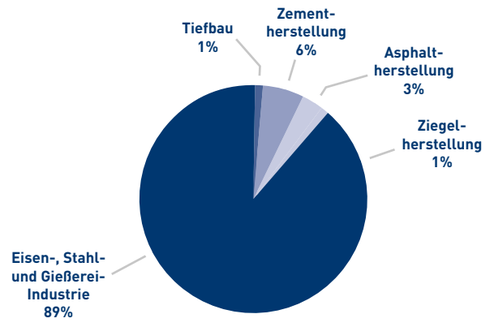
Die Produktionsmengen von Gießereialtsanden sind relativ volatil und bewegten sich im Zeitraum von 2000 bis 2013 zwischen 1,2 Mio. t und 2,2 Mio. t (Abb. 40; Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2013: 1,6 Mio. t). Ein Ausreißer bestand im Jahr 2009, da die Gießerei- und Stahlproduktion in diesem Jahr krisenbedingt um mehr als 30% eingebrochen ist.

Abb. 40: Produktionsmenge von Gießereialtsanden (in Mio. t)



Quelle: Statistisches Bundesamt

Abb. 41: Verwendung von Gießereialtsanden 2013



Quelle: Verbandsangaben, Berechnungen SST

Obere Variante:

Da hier keine dezidierte Branchenbetrachtung erfolgen kann, wird angenommen, dass bei positivem Konjunkturverlauf das Aufkommen der Gießereialtsande bis 2035 maximal 2,3 Mio. t betragen wird. Damit würde das Aufkommen leicht über dem in der Vergangenheit erreichten Niveau von 2008 liegen (Veränderung 2035/2013: +43,8%).

Untere Variante:

Im unteren Szenario dürfte das Aufkommen an Gießereialtsanden bei mindestens 1,7 Mio. t liegen, d. h. es würde gegenüber dem Basisjahr 2013 leicht zunehmen (Veränderung 2035/2013: +6,3%).

Beim Abgleich der theoretischen Nachfrage mit dem Aufkommen ergibt sich in der oberen und unteren Variante für alle Jahre zwischen 2020 und 2035 ein Angebotsüberschuss. Dieser wurde mindernd beim Primärrohstoff Kies und Sand im Kapitel 3.2.2 berücksichtigt.

5. AGGREGIERTE PRIMÄR- UND SEKUNDÄRROHSTOFFMENGEN BIS 2035 EINSCHLIESSLICH SUBSTITUTIONS- UND VERWERTUNGSQUOTE

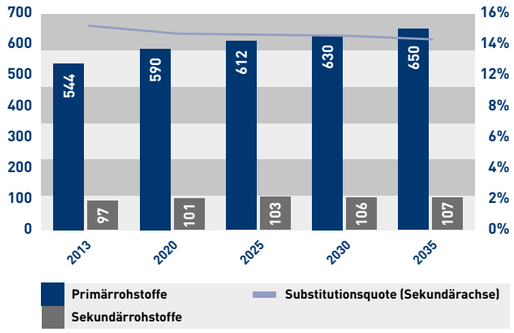
Für die Interpretation der in Zukunft zu erwartenden Primärrohstoffgewinnung und die mögliche Substitution durch Sekundärrohstoffe werden im Folgenden die in Kapitel 3.2.2, 4.3 und 4.4 errechneten Rohstoffmengen aggregiert.

In der Vergangenheitsbetrachtung zeigt sich, dass die gewonnene Menge an Primärrohstoffen vor allem in Verbindung mit der rückläufigen Baukonjunktur gesunken ist. So ist die Gewinnung im Zeitraum von 2001 bis 2013 von 639 Mio. t auf 540 Mio. t, d. h. um rund 100 Mio. t oder etwa 15%, gefallen (ohne Gips- und Anhydritstein). Das Angebot an Sekundärrohstoffen lag ohne REA-Gips in 2013 bei 89,9 Mio. t. Die Substitutionsquote[31] betrug damit 14,3%. Unter Einbeziehung der Naturgips- und Anhydritförderung sowie des Aufkommens an REA-Gips, für die konsolidierte Daten nur für die Jahre 2010 und 2013 vorliegen, belief sich die Substitutionsquote in 2013 bei einer Primärrohstoffgewinnung von rund 544 Mio. t und einem Sekundärrohstoffaufkommen von rund 97 Mio. t sogar auf 15,1%.

Obere Variante:

Die Nachfrage nach Primärrohstoffen bis 2035 (inklusive Gips- und Anhydritstein) dürfte auf dem oberen der beiden betrachteten Wachstumspfade von rund 544 Mio. t in 2013 auf 650 Mio. t in 2035 ansteigen (vgl. Abb. 42). Dies entspricht einer Zunahme um 106 Mio. t bzw. 19,5% und ist insbesondere auf die stärkere Bautätigkeit im oberen Szenario zurückzuführen. Das Aufkommen an Sekundärrohstoffen wird von 97 Mio. t in 2013 auf 107 Mio. t in 2035 steigen, wobei die anfallenden Mengen an REA-Gips sowie Steinkohlenflugaschen aufgrund der rückläufigen Kohleverstromung im Zuge der Energiewende deutlich zurückgehen, während das RC-Baustoffaufkommen – in Verbindung mit der in dieser Variante unterstellten guten Baukonjunktur – ansteigt. Damit ist ein insgesamt geringer Teil der zusätzlichen Primärrohstoffnachfrage darauf zurückzuführen, dass die entstehende Angebotslücke bei den Kraftwerksnebenprodukten neben einem Rückgang der entsprechenden Exporte durch eine höhere Förderung von Gips- und Kalkstein sowie Sand und Kies kompensiert werden dürfte (vgl. Kapitel 4.4). Diese Verschiebungen führen dazu, dass bei Einbeziehung von Naturgips- und Anhydritstein sowie REA-Gips die Substitutionsquote von 15,1% im Jahr 2013 auf 14,1% in 2035 sinkt.

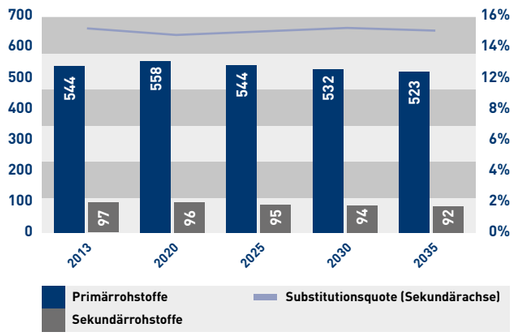
Abb. 42: Entwicklung der Primär- und Sekundärrohstoffmengen* (in Mio. t) – Obere Variante



* Anmerkung: mit Gips- und Anhydritstein bei den Primärrohstoffen und mit REA-Gips bei den Sekundärrohstoffen

Quelle: Berechnungen SST

Abb. 43: Entwicklung der Primär- und Sekundärrohstoffmengen* (in Mio. t) – Untere Variante



* Anmerkung: mit Gips- und Anhydritstein bei den Primärrohstoffen und mit REA-Gips bei den Sekundärrohstoffen

Quelle: Berechnungen SST

[31] Substitutionsquote = Menge Sekundärrohstoffe/(Menge Primärrohstoffe + Menge Sekundärrohstoffe) x 100

Untere Variante:

Im unteren Szenario (vgl. Abb. 43) sinkt die Nachfrage nach Primärrohstoffen. Sie liegt 2035 bei 523 Mio. t (inkl. Naturgips- und Anhydritstein), dies entspricht gegenüber dem Basisjahr 2013 einer Veränderung von -3,8%. Ausschlaggebend hierfür ist insbesondere die im Vergleich zum oberen Wachstumsszenario schwächere Bautätigkeit. Das Aufkommen an Sekundärrohstoffen (inkl. REA-Gips) sinkt von 97 Mio. t im Jahr 2013 auf 92 Mio. t im Jahr 2035. Dabei bleibt das Aufkommen an RC-Baustoffen stabil. Wie im oberen Szenario dürfte der Anfall an Kraftwerksnebenprodukten aufgrund der Energiewende deutlich zurückgehen. Dieser Rückgang wird voraussichtlich neben einer Verringerung der entsprechenden Exporte durch die zusätzliche Gewinnung von Primärrohstoffen ausgeglichen. Die Substitutionsquote bleibt in diesem Szenario unter Einbeziehung von Naturgips und Anhydrit bzw. REA-Gips – ausgehend vom Basisjahr – nahezu konstant (2013: 15,1%; 2035: 15,0%). Damit ist die relative Bedeutung von Sekundärrohstoffen im betrachteten Zeitraum leicht höher als in der oberen Variante, da insgesamt weniger Rohstoffe nachgefragt werden.

Die Abschätzungen für beide Varianten zeigen, dass die Nachfrage nach Steine-Erden-Rohstoffen, die in der Wertschöpfungskette meist klassische Vorleistungsgüter darstellen, stark von der konjunkturellen Entwicklung in den Abnehmerzweigen abhängig ist. Bei einer verhältnismäßig schwachen wirtschaftlichen Entwicklung wird die Nachfrage nach primären Steine-Erden-Rohstoffen 2035 immer noch deutlich über 500 Mio. t liegen (siehe auch Tabelle 14). Daraus folgt, dass auch in Zukunft die Gewinnung von Steine-Erden-Rohstoffen in erheblichem Umfang notwendig sein wird, um das gesamtwirtschaftliche Wachstum abzusichern. Im oberen Szenario sorgt insbesondere die starke Bautätigkeit für einen deutlichen Nachfrageschub nach Steine-Erden-Rohstoffen. Auch in dieser Variante liegt die Primärrohstoffnachfrage aber weit unterhalb der Mengen, die in der Vergangenheit gewonnen wurden (z. B. 1995: 760 Mio. t, 2000: 690 Mio. t; Angaben ohne Gips- und Anhydritstein).

Der Einsatz von Sekundärrohstoffen leistet einen wichtigen Beitrag zur Substitution primärer Rohstoffe und trägt damit aktiv zur Ressourcenschonung bei. Im Betrachtungszeitraum sinkt – bei weiterhin hoher Verwertungsquote – die relative Bedeutung der Sekundärrohstoffe (Substitutionsquote) von 15,1% in 2013 auf 14,1% (oberes Szenario) bzw. 15,0% (unteres Szenario) in 2035, da insbesondere die Energiewende zu einem geringeren Aufkommen an Kraftwerksnebenprodukten führt. Für die anderen industriellen Nebenprodukte kann mit Blick auf die entsprechenden Produktionsprozesse nicht mit einer starken Ausweitung des Angebots gerechnet werden. Das Aufkommen an Recyclingbaustoffen wird – in Abhängigkeit von der Abbruchtätigkeit – je nach Szenario bis 2035 um rund 15% steigen bzw. stabil bleiben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die hohe Verwertungsquote auch bei den mineralischen Bauabfällen, die bereits heute bei über 90% liegt, nur noch geringfügig zu steigern sein dürfte.

Tabelle 14: Zusammenfassung der berechneten Primär- und Sekundärrohstoffmengen (in Mio. t)

	Status quo-Betrachtung													Obere Variante				Untere Variante			
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035
Sand und Kies	313,0	292,0	286,0	267,0	252,0	266,0	252,0	238,0	227,0	229,0	253,0	235,0	236,0	255,9	265,0	272,2	279,9	242,3	236,4	231,6	228,1
Spezialkies/-sand	11,5	11,4	11,3	11,6	11,0	11,0	11,4	11,1	8,7	9,8	10,5	10,1	9,7	10,6	11,1	11,3	11,6	10,0	9,7	9,4	9,0
Naturstein	220,0	210,0	195,0	190,0	181,0	190,0	215,0	218,0	216,0	208,0	229,0	211,0	207,0	224,6	233,1	241,5	250,0	212,5	206,2	201,3	197,9
Naturwerkstein	0,47	0,43	0,38	0,36	0,38	0,42	0,40	0,38	1,10	1,20	1,40	1,40	1,30	1,41	1,47	1,50	1,55	1,33	1,29	1,26	1,24
Kalkstein insg.	63,2	61,6	64,2	66,7	60,4	63,8	65,6	66,2	54,7	60,0	63,3	61,7	60,9	66,2	68,3	69,7	71,1	62,7	61,0	59,6	58,2
- für Zement	39,9	37,6	40,0	41,0	37,1	38,6	40,2	42,1	34,6	37,5	40,4	39,1	37,2	41,2	42,6	43,7	45,3	38,8	38,0	37,2	37,0
- gebrannt	9,5	11,5	12,3	13,9	12,4	14,0	13,1	12,9	10,1	11,6	11,8	11,4	11,8	12,5	12,9	13,1	13,1	12,0	11,5	11,3	10,7
- ungebrannt	13,8	12,5	11,9	11,8	10,9	11,2	12,3	11,2	10,0	10,9	11,1	11,2	11,9	12,5	12,7	13,0	12,7	11,9	11,5	11,1	10,5
Ziegelton	15,7	14,3	14,2	14,5	12,5	13,7	13,5	11,5	9,7	10,8	11,6	11,5	11,3	13,1	13,5	13,6	13,8	12,2	12,0	11,7	11,5
Spezialton, Kaolin	14,9	13,3	13,2	14,9	14,0	15,2	15,2	13,9	13,1	14,6	13,9	13,9	13,3	14,0	14,4	14,7	15,0	13,5	13,3	13,1	12,7
Gipsstein										4,7			4,5	4,3	5,4	5,7	7,1	3,7	4,0	3,9	4,7
Primärrohstoffe	638,8	603,0	584,3	565,1	531,3	560,1	573,1	559,1	530,3	538,1	582,7	544,6	544,0	590,0	612,2	630,3	650,1	558,2	543,8	531,7	523,3
RC-Baustoffe	55,0	51,1	50,0	49,6	48,0	55,4	55,0	57,7	63,0	65,0	69,0	66,2	65,6	68,8	71,2	73,4	75,7	65,6	65,6	65,6	65,6
Hochofenschlacken	7,3	7,2	7,3	7,4	7,4	7,7	8,3	7,9	5,5	7,6	7,7	7,4	7,6	8,4	8,9	8,9	8,9	7,8	7,5	7,1	6,7
Stahlwerksschlacken	5,6	6,0	6,0	6,2	6,3	6,8	6,5	6,3	4,5	5,9	6,1	5,8	5,6	6,2	6,5	6,6	6,6	5,8	5,5	5,2	4,9
Steinkohlenflugasche	4,1	4,1	4,5	4,5	4,3	4,4	4,2	3,9	3,5	3,2	3,2	3,1	3,2	2,8	2,7	2,9	2,2	2,8	2,7	2,9	2,2
sonstige Aschen (HMVA)	4,6	4,2	4,5	3,3	4,0	4,6	4,6	4,7	5,0	5,0	5,3	5,4	5,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Gießereialtsand	1,5	1,3	1,2	1,8	1,6	2,0	2,0	2,2	1,3	1,6	1,9	1,6	1,6	2,3	2,3	2,3	2,3	1,7	1,7	1,7	1,7
REA-Gips	6,8	7,1	7,7	7,7	7,6	7,5	7,1	6,9	6,6	6,3	6,8	7,0	7,2	6,8	6,3	6,3	5,3	6,8	6,3	6,3	5,3
SAV-Produkt	0,38	0,38	0,33	0,28	0,34	0,32	0,26	0,25	0,17	0,25	0,24	0,24	0,31	0,27	0,26	0,28	0,21	0,27	0,26	0,28	0,21
Flusssäure-Anhydrit	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sekundärrohstoffe	85,7	81,8	82,0	81,2	80,0	89,2	88,4	90,3	90,0	95,3	100,7	97,1	97,1	100,9	103,5	106,0	106,6	96,1	94,9	94,5	92,1
Substitutionsquote	11,8%	11,9%	12,3%	12,6%	13,1%	13,7%	13,4%	13,9%	14,5%	15,0%	14,7%	15,1%	15,1%	14,6%	14,5%	14,4%	14,1%	14,7%	14,9%	15,1%	15,0%

Quelle: Berechnungen SST

LITERATUR

Adam, Hermann (2011):
Perspektiven des Wohnungsmarkts und der Wohnungspolitik. Betriebswirtschaftliche Blätter 04, S. 190-194.

BGR (2014):
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Deutschland – Rohstoffsituation 2013, Hannover.

Blazejczak, Jürgen/ Jochen Diekmann/ Dietmar Edler/ Claudia Kemfert/ Karsten Neuhoff/ Wolf-Peter Schill (2013):
Energiewende erfordert hohe Investitionen. DIW Wochenbericht 26 / 2013, S. 19-30.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR 2015a):
Claus Schlömer, Hansjörg Bucher, Jana Hoyman. Die Raumordnungsprognose 2035 nach dem Zensus. BBSR-Analysen KOMPAKT 05/2015.

Bundesinstitut für Stadt-, Bau- und Raumforschung (BBSR 2015b):
Tobias Held, Matthias Waltersbacher. Wohnungsmarktprognose 2030. BBSR-Analysen KOMPAKT 07/2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi 2015):
Stärkung von Investitionen in Deutschland. Bericht der Expertenkommission, Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi 2014):
Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2013. Bergwirtschaft und Statistik – 65. Jahrgang 2014. Dokumentation, Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi 2010):
Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen, Berlin.

Bundesregierung (2015):
Mehr Geld für sozialen Wohnungsbau. Interview mit Barbara Hendricks im Wortlaut. Online im Internet: http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Interview/2015/09/2015-09-10-hendricks-rp.html (30.9.2015)

BV Glas (2015):
Bundesverband Glasindustrie. Glas – ein Werkstoff mit vielen Talenten, Düsseldorf. Online im Internet: http://www.bvglas.de/fileadmin/media/Presse/Publikationen/BV_Glas_Imagebroschuere.pdf (16.9.2015).

DIW (2015):
Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose, Gemeinschaftsdiagnose Frühjahr 2015. DIW Wochenbericht 17/2015.

Dorffmeister, Ludwig/ Michael Ebnet (2012):
Langfristige Baunachfrage: Wohnungsbau auf Expansionskurs, öffentlicher Bau auf Schrumpfungskurs. Ifo Schnelldienst, S. 35- 46.

Dorffmeister, Ludwig/ Michael Ebnet/ Erich Gluch (2011):
ifo Bauvorausschätzung Deutschland 2011-2016/2021, ifo Institut, München.

Giegrich, Jürgen et. al. (2002):
Bewertung der Umweltverträglichkeit von Entsorgungsoptionen. Methodenentwicklung und Durchführung einer vereinfachten Bewertung und deren beispielhafte Überprüfung an vier Abfallarten. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Reihe Abfall Heft 63, Heidelberg.

Gornig, Martin et al. (2014):
Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe - Berechnungen für das Jahr 2013. BMUB-Online-Publikationen, Berlin.

Gornig, Martin et al. (2011):
Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe - Berechnungen für das Jahr 2010. BMVBS-Online-Publikationen, Nr. 19/11, Berlin.

Gornig, Martin/ Hendrik Hagedorn (2011):
Bauwirtschaft: Stagnation nach starkem Wachstum. Wochenberichte des DIW, Heft 48, S. 3-13.

Gornig, Martin/ Alexander Schiersch (2012):
Deutsche Industrie trotzt dem Aufstieg der Schwellenländer. Wochenbericht des DIW Berlin, 10 / 2012, S. 11-15.

Hämker, Sebastian/Robert Koschitzki (2013):
Wohnungsmarktbeobachtung 2012/13. Wohnen in Niedersachsen 2012-2030: Investitionen in zukunftssichere Bestände. NBank (Hrsg.), Hannover.

Helmrich, Zika (2010):
Robert Helmrich, Gert Zika (Hrsg.), Beruf und Qualifikation in der Zukunft – BIBB-IAB-Modellrechnungen zu den Entwicklungen in den Berufsfeldern und Qualifikationen bis 2025, Bonn.

Hotze, Susanne/ Christian Kaiser/ Christian Tiller (2011):
Struktur der Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen. Heinze GmbH, Celle.

IAB (2011):
Anhangtabelle zu IAB-Kurzbericht 9/2011: Arbeitszeit und Arbeitsvolumen von Frauen und Männern in Deutschland 1991 bis 2010 - Beschäftigte Arbeitnehmer. Online im Internet: http://doku.iab.de/kurzber/2011/kb0911anhangtabelle3.pdf (18.04.2012)

IWM (2009):
Industrieverband WerkMörtel, Industriegruppe Estrichstoffe (IGE) im Bundesverband der Gipsindustrie: Die Rohstoffe für Calciumsulfat-Fließestriche, Darmstadt, Duisburg.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2008):
Die Rohstoffinitiative – Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern, Brüssel.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW 2014):
Busso Grabow, Stefan Schneider (DIFU). KfW-Kommunalpanel 2014, KfW-Research, Frankfurt am Main.

Kreislaufwirtschaft Bau (2015):
Mineralische Bauabfälle Monitoring 2012. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2012, Berlin.

„Leitstudie 2011“ (2012):
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, Ingenieurbüro für neue Energien. Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Stuttgart, Kassel, Teltow.

Merkel, Thomas (2014):
Erhebungen zu Produktion und Einsatz von Hochofen- und Stahlwerksschlacke. Report des FEhS-Instituts1/2014, S. 18, Duisburg.

Pötsch, Olga (2011):
Entwicklung der Privathaushalte bis 2030: Ende des ansteigenden Trends. Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik, S. 205-218.

Prognos (2014):
Prognos, EWI, GWS. Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Projekt Nr. 57/12, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Basel, Köln, Osnabrück.

„ProgRess“ (2012):
Deutsches Ressourceneffizienzprogramm. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Beschluss des Bundeskabinetts, Berlin.

„Rohstoffnutzung in Deutschland“ (2004):
Naturschutzbund (NABU) Deutschland e.V., Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V., Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt. Gemeinsame Erklärung, Rohstoffnutzung in Deutschland, Bonn, Berlin, Hannover, Frankfurt.

StaBuA (2014):
Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung 2010. Fachserie 18, Reihe 2, Wiesbaden.

StaBuA (2015a):
Statistisches Bundesamt, Bevölkerung Deutschlands bis 2060 - Tabellenband. Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung 2015, Wiesbaden.

StaBuA (2015b):
Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktsberechnung. Lange Reihen ab 1970. 2014. Fachserie 18, Reihe 3.1, Wiesbaden.

StaBuA (2015c):
Statistisches Bundesamt, Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Vorläufige Ergebnisse der Bevölkerungsfortschreibung auf Grundlage des Zensus 2011, 2013, Wiesbaden.

StaBuA (2015d):
Statistisches Bundesamt, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung, 2013, Fachserie 3 Reihe 5.1, Wiesbaden.

StaBuA (2015e):
Genesis-Datenbank. Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Warenverzeichnis (6-/8-Steller). https://www-genesis.destatis.de/genesis/online (22.09.2015)

Tränkle, Ulrich/ Markus Röhl (2001):
Naturschutz und Zementindustrie. Projektteil 1: Auswertung einer Umfrage. Düsseldorf: Verlag Bau + Technik.

Umweltbundesamt (2010):
Nachhaltiges Bauen und Wohnen. Ein Bedürfnisfeld für die Zukunft gestalten, Dessau.

VDP (2015):
Verband Deutscher Papierfabriken. Papier recyceln, Stand Juni 2015, Bonn.

World Bank (2015):
World Data Bank. Online im Internet: http://databank.worldbank.org/data/home.aspx (06.05.2015)

Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V.
German Building Materials Association

Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V.
Kochstraße 6-7, 10969 Berlin
Tel: +49 (0)30 / 726 19 99-0
www.baustoffindustrie.de

Herausgeber
Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V.

Verantwortlich
Michael Basten

Betreuung
Christian Engelke, Tanja Lenz

Fotonachweis
MIRO / Meier

Berlin, März 2016