



# MehrWert Gips

Mit seinen bauphysikalischen Eigenschaften und funktionalen Vorteilen beantwortet Gips schon heute die Fragen, die morgen an Gebäude gestellt werden.



In fast jedem Gebäude und in jedem Raum ist der Mensch vom Baustoff Gips umgeben – oft ohne es zu wissen und ohne ihn zu sehen. Tatsächlich ist Gips einer der Leitwerkstoffe im modernen Innenausbau: Mit seinen Bauteiloberflächen entstehen Räume und Raumerlebnisse, durch seine speziellen Baustoffeigenschaften schafft er in vorher unwirtlichen Rohbauten eine wohnliche Atmosphäre. Dabei bietet er umfassende Freiräume für eigene Ideen und erfüllt alle Anforderungen an wohngesunde, sichere Gebäude mit hoher technischer Funktionalität.





**Universeller Einsatz** 

Systemlösungen mit Gips sind für Neubauten geeignet, aber auch für Umbauten oder Modernisierungen vorhandener Bausubstanz. Im Wohnungsbau ebenso wie bei Büros oder gewerblichen und öffentlichen Bauten.

Flexibles Bauen

Leichte Trockenbauweisen mit Gips können unabhängig vom Rohbau geplant und ausgeführt werden. Immobilien lassen sich dadurch jederzeit flexibel an neue demografische Anforderungen anpassen.

Vielseitige Gestaltung

Gips ist der variantenreiche Baustoff für Wände, Decken und Fußböden in beinahe jeder Form: als Plattenwerkstoff für den Trockenbau, als Putz oder Spachtel für Oberflächen im High-End-Bereich oder als selbstnivellierender Fließestrich.

Schnelle Wirtschaftlichkeit

Der Trockenbau mit Gipsprodukten hat einen neuen Standard für das leichte und effiziente Bauen mit rationellen Abläufen gesetzt.

Zeitgemäße Energieeffizienz

Mit einem Minimum an Energieeinsatz bei der Herstellung sowie Energieeinsparungen durch innovative Bauweisen wie Innendämmungen oder Flächenheizungen unterstützt Gips das energieeffiziente Bauen von heute.

Sicherer Brandschutz

Der mineralische Gips ist nicht nur selbst nicht brennbar, sondern wirkt durch das kristallin gebundene Wasser der Ausbreitung von Feuer auch aktiv entgegen.

**Hochwertiger Schallschutz** 

Optimierte Aufbauten im Trockenbau reduzieren die Weiterleitung von Geräuschen im Gebäude und schützen die Bewohner vor Lärm und Belästigungen.

Mineralisches Recycling

Gips kombiniert die baubiologische Sicherheit eines mineralischen Baustoffs mit der Nachhaltigkeit eines recyclingfähigen Materials.



Gips ist ein seit Jahrtausenden bewährter Baustoff des Menschen und zugleich ein junggebliebenes Material, mit dem immer wieder neue Lösungen für das moderne nachhaltige Bauen entwickelt werden.

Viele Bau- und Gestaltungsweisen sind überhaupt erst durch das Innovationspotenzial des Gipses möglich geworden. Vor allem der Trockenbau mit Gips hat
völlig neue Maßstäbe für schnelles und wirtschaftliches Bauen gesetzt. Mit
neuen Systemlösungen, beispielsweise für Innendämmungen oder energieeffiziente Wand- und Fußbodenheizungen, unterstützt er den Einsatz moderner
Haustechnik und das Bauen nach den aktuellen Erkenntnissen der Bauphysik.
Andere Anwendungen wie Gips als Wandputz oder für dekorative Stuckgestaltungen sind seit Jahrhunderten Tradition und kontinuierlich nach zeitgemäßen
Qualitätsstandards weiterentwickelt worden.



Trockenbau-Ständerwände



Trennwände mit massiven Gips-Wandbauplatten



Glatte und strukturierte Oberflächen im High-End-Bereich



Deckenbekleidungen und Trockenputz



Estrich-Elemente für den Trockenbau



Einlagige Putze für Wände und Decken



Selbstnivellierender Calciumsulfat-Fließestrich



Brandschutz für tragende Bauteile



Innenraumdesign und Stuckgestaltungen



Wandheizung in einlagigem Gipsputz





Die Möglichkeit des stofflichen Recyclings von Gips und die Nutzung des Sekundärrohstoffs REA-Gips eröffnen neue Perspektiven beim sparsamen Umgang mit natürlichen Ressourcen.



#### Rein mineralisch

Gips ist ein natürlich gebildetes Mineral, das als Gipsstein sehr wirtschaftlich über oder unter Tage gewonnen werden kann. Der in der Natur vorkommende Gipsstein ist Calciumsulfat-Dihydrat, in dessen Kristallstruktur zwei Wassermoleküle pro Molekül Calciumsulfat eingelagert sind (CaSO $_4 \cdot 2H_2O$ ). Die kristallwasserfreie Form des Calciumsulfats wird als Anhydrit (CaSO $_4$ ) bezeichnet.

Daneben nutzt die Gipsindustrie zur Schonung der natürlichen Ressourcen REA-Gips, der als Nebenprodukt in Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen von Kraftwerken entsteht.

## Stoffliches Recycling

Die Besonderheit des mineralischen Rohstoffs Gips ist seine faktisch unbegrenzte Recyclingfähigkeit. Nach der Nutzungsphase kann zum Beispiel aus Gipsplatten grundsätzlich wieder neuer Rohgips gewonnen werden – ein unter den mineralischen Baustoffen einzigartiger Vorteil. Der bei einem Abriss oder Umbau anfallende Gips lässt sich unter Berücksichtigung möglichst hoher Sortenreinheit hochwertig recyceln und kann wieder in den Kreislauf der Rohstoffe zurückgeführt werden.



## Ressourcen Gipsstein und REA-Gips

Calciumsulfat-Dihydrat CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O

Sortenrein aus dem Rückbau gewonnene Gipsbaustoffe sind kein Abfall, sondern können erneut der Herstellung von abbindefähigem Gips zugeführt werden.

1 GEWINNUNG & STOFFKREISLAUN

 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 

VON GIPS

VERWENDLING

Allein durch die Zugabe von Wasser geht Gips wieder in seinen ursprünglichen Zustand als Calciumsulfat-Dihydrat CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O über, jetzt jedoch in der vom Menschen gewünschten Form.

Gipsstein wird gebrannt und dabei unter Entzug von Wasser zu abbindefähigem Calciumsulfat-Halbhydrat CaSO<sub>4</sub> · 1/2H<sub>2</sub>O.



# Freiräume aus Gips

Gips gibt Antworten auf die wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Fragen unserer Zeit. Komplexe bauphysikalische Anforderungen und anspruchsvolle individuelle Gestaltungen können mit Gips und der Trockenbauweise verwirklicht werden.

#### Ressourcenschonendes leichtes Bauen

Konstruktionen in Leichtbauweise schonen die natürlichen Ressourcen und die Umwelt, weil geringes Eigengewicht auch weniger Materialverbrauch bedeutet. Die geringen flächenbezogenen Massen des Trockenbaus bedeuten weniger Lasten, die in die tragende Konstruktion eines Gebäudes eingeleitet werden. Tragwerke können schlanker und damit von vornherein wirtschaftlicher dimensioniert werden. Statt schwerer Massen bietet Gips den leichten Zugang zu Formen- und Funktionsvielfalt.

#### Bausubstanz modernisieren und bewahren

Beim Bauen im Bestand kann der leichte Ausbau mit Gips weitgehend unabhängig von der vorhandenen Konstruktion geplant und ausgeführt werden. Neue Trennwände und Fußböden oder Einbauten für einen zeitgemäßen technischen Wohnkomfort sind dadurch in jedem Bauwerk möglich: in historischen Fachwerkgebäuden ebenso wie in traditionellen Mauerwerks- oder jüngeren Stahlbeton-Skelettbauten. Die Verarbeitung im Trockenbau mit ihrer geringen Feuchtigkeit schont in jedem Fall die Bausubstanz und sorgt für einen zügigen Ausbau ohne Wartezeiten. Gebäude können durch Modernisierung erhalten und einmal gebaute Werte damit sogar gesteigert werden.

#### Wirtschaftliche Systemlösungen

Gipsbaustoffe und -bauteile sind durch ihre intelligente, ineinandergreifende Systemtechnik und die rationelle Ausführung unverzichtbar für die Weiterentwicklung des wirtschaftlichen und damit bezahlbaren Bauens. Die Bausysteme vereinfachen Planung und Ausführung, sie bieten Komplettlösungen und Qualitätssicherheit. Ob in Trockenbauweise oder mit Nassmörteln: Großformatige Platten sorgen für einen schnellen Baufortschritt ohne lange Trocknungszeiten. Putz- und Estrichmörtel rationalisieren den Einbau durch ihre maschinelle Ausführung sowie durch ihre leicht zu verarbeitende, auf dem Fußboden sogar von selbst nivellierende Konsistenz.













#### Flexible Raumgestaltung

Bauteile aus Gips können unabhängig von der tragenden Konstruktion eines Gebäudes ausgeführt werden und erlauben klar strukturierte, gut planbare Baustellenabläufe. Leichte Trennwände können zudem mit geringem Aufwand bedarfsgerecht hinzugefügt, verändert oder auch wieder entfernt werden. Ihre Vielseitigkeit ist darum nicht nur auf den erstmaligen Einbau in ein Gebäude beschränkt, sondern erzeugt auch eine hohe Nutzungsvariabilität, wenn Immobilien für demografische Entwicklungen oder neue Lebenssituationen der Bewohner fit gemacht werden müssen.

#### Aktiver Brandschutzbaustoff

Gips ist ein nichtbrennbarer Baustoff der höchsten Baustoffklasse A1 nach DIN 4102. Darüber hinaus leistet er einen zusätzlichen, aktiven Beitrag gegen die Ausbreitung des Feuers. Denn abgebundener Gips besteht zu rund 20 Masseprozent aus kristallin gebundenem Wasser. Bei einer 12,5 mm dicken Gipsplatte sind dies mehr als 2 I Wasser je Quadratmeter, die unter Einwirkung der Brandhitze aus der Kristallstruktur freigesetzt werden und faktisch wie "Löschwasser" die Ausbreitung der Flammen erschweren.

Gips schützt durch die Kapselbauweise Holzkonstruktionen vor dem Feuer, erhöht den Widerstand von Stahl und Stahlbeton gegen die Brandhitze und hält Fluchtwege länger von direkter Flammeneinwirkung und gefährlichem Brandrauch frei.

#### Geschützte Räume

Systembauweisen mit Gips übernehmen im modernen Bauen Schutzfunktionen gegen die verschiedensten Einwirkungen und Gefahren für Menschen in Gebäuden. Neben dem klassischen Brandschutz haben Gipsbauweisen vor allem im Trockenbau Maßstäbe beim Schallschutz von Wänden und Decken gesetzt. So wichtige Werte unserer Zeit wie Ruhe und Ungestörtheit benötigen keine besonders dicken oder schweren Bauteile mehr, sondern können auch mit wirtschaftlich-leichten Bauweisen verwirklicht werden.

Selbst für neue, früher kaum beachtete Anforderungen bietet Gips überzeugende technische Lösungen. Etwa für eine gute Raumakustik zum Beispiel in Schul- oder Vortragsräumen, die sich mit gelochten Gipsplatten erreichen lässt. Spezielle Konstruktionen können darüber hinaus Menschen, Räume und empfindliche Geräte gegen Elektrosmog schützen und als aussteifende Platten im Holzbau sogar die Erdbebensicherheit von Gebäuden erhöhen.















#### Klimaregulierende Oberflächen

Der Mensch verbindet mit allen Baustoffen bestimmte Temperaturerfahrungen. So wie Metall oder Glas oft als kalt gelten, werden Gipsoberflächen subjektiv als warm und damit behaglich empfunden. Der zwar schwache, aber kontinuierliche Wärmeentzug, wie er für Räume mit gefühlt kalten Wandoberflächen typisch ist, tritt bei Baustoffen aus Gips nicht auf.

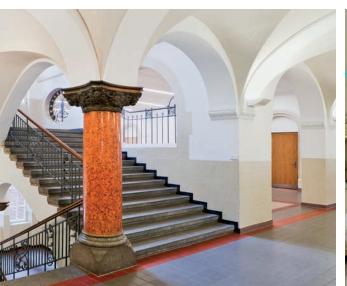
Objektiv und messbar ist der regulierende Einfluss von Gips auf die Raumluftfeuchtigkeit, der durch das offenporige Gefüge und die relativ großen Kapillaren entsteht. Bei Gipsputz können die Poren 50 bis 65 Volumenprozent des gesamten Putzes erreichen und einen Überschuss an Luftfeuchtigkeit im Raum speichern, aber in trockenen Perioden auch wieder abgeben. Extreme von zu feuchter oder zu trockener Luft werden dadurch vermieden und das Raumklima stets in einem für den Menschen angenehmen Bereich gehalten.

#### Wohngesunde Innenräume

Als mineralischer Baustoff setzt Gips im Rahmen der Berücksichtigungsgrenzen keine gesundheitsschädlichen Weichmacher, Aldehyde, Fasern oder anderen flüchtigen Stoffe frei. Die Raumluft in den Gebäuden wird nicht durch unerwünschte Schadstoffe belastet. Spezielle Gipsprodukte können sogar zur Schadstoffsanierung belasteter Innenräume verwendet werden.

Der Beitrag zur Wohngesundheit entwickelt sich zunehmend zu einem wichtigen Auswahlkriterium von Baustoffen, weil moderne Gebäude heute aus Gründen der Energieeinsparung mit sehr dichter Gebäudehülle ausgeführt werden. Der Luftaustausch ist dadurch geringer als früher, sodass sich Schadstoffe im Raum gefährlich anreichern können. Die baubiologische Sicherheit von Gipsbaustoffen ist im Rahmen von ausführlichen Emissionsuntersuchungen nachgewiesen worden.

















# DGNB, BNB, EPD ... Gips

#### Nachhaltige Baustoffauswahl

Der Bundesverband der Gipsindustrie hat die Umweltleistungen des Gipses und der daraus gewonnenen Bauprodukte ausführlich untersuchen lassen. Die Ergebnisse sind als Ökobilanzen in Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) nach dem anerkannten Standard ISO 14025 veröffentlicht. Noch einen Schritt weiter auf dem Weg zur nutzerfreundlichen Transparenz gehen die Umwelt-Systemdeklarationen (ESD) für komplette Trennwände. EPD und ESD ermöglichen eine fundierte ökologische und nachhaltige Baustoffauswahl. Sie schaffen die Voraussetzungen für den Einsatz von Gipsprodukten und Gipsbauteilen im zertifizierten Bauen, z.B. nach DGNB Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen oder BNB Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude.

## Wohngesunde Innenräume mit Gips

Neben den Ökobilanz-Daten enthalten die EPD freiwillige Zusatzangaben zu den Innenraum-Emissionen und der natürlichen Radioaktivität, die in unabhängigen Baustoffprüfungen ermittelt wurden. Die untersuchten Gipsprodukte unterschreiten alle für die Hygiene der Innenraumluft relevanten Grenzwerte für schädliche Emissionen und können ohne Bedenken eingesetzt werden.





# Herausforderungen für die gebaute Umwelt

Energieeffizienz, Ressourcenschonung und demografischer Wandel sind die Megatrends des zukunftsfesten Bauens.

Bauwerke werden für viele Jahrzehnte, wenn nicht gar Jahrhunderte errichtet und müssen darum sowohl jetzigen als auch künftigen Ansprüchen gerecht werden. Nur dann können kommende Generationen die gebaute Umwelt, also ihre ererbte Substanz, dauerhaft und damit nachhaltig nutzen. Es sind vor allem drei große Trends, mit denen wir schon heute die Lebensqualität sowie die Existenzbedingungen der Zukunft bestimmen:

#### 1. Energieeffizienz

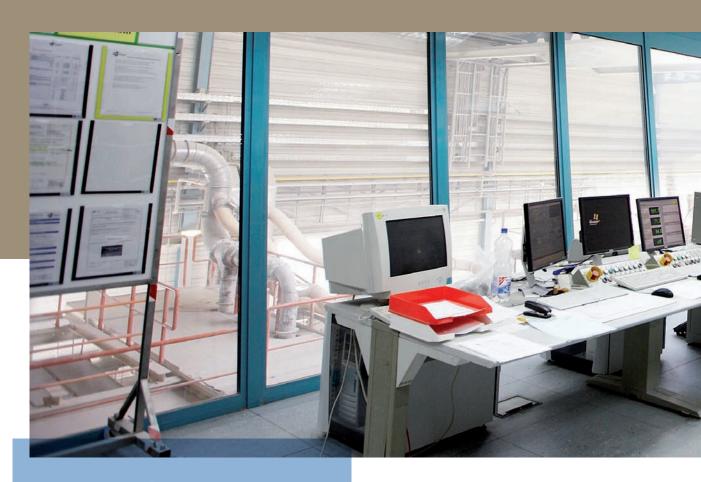
Gips öffnet neue Wege beim energieintelligenten Innenausbau mit effizienten haus- und heizungstechnischen Anlagen. Vor allem aber werden Gipsprodukte energiesparend hergestellt und reduzieren damit den Einsatz der sogenannten Grauen Energie.

## 2. Ressourcenschonung

Die Begrenztheit der bisherigen fossilen Energieträger hat ein geschärftes Bewusstsein für die Endlichkeit auch aller anderen Rohstoffe gefördert. Langfristiges Ziel ist die geschlossene Kreislaufführung der stofflichen Ressourcen, die sich mit Gips bereits heute verwirklichen lässt.

#### 3. Demografischer Wandel

Nur mit flexiblen Grundriss- und Ausbaulösungen, die sich jederzeit und mit wenig Aufwand an neue Nachfragesituationen anpassen können, lassen sich Leerstand oder Rückbau langfristig vermeiden.



MEGATREND

# Energieeffizienz mit Gips

Auf modernsten Anlagen energiesparend hergestellte Gipsprodukte sowie der Trocken- und Leichtbau mit Gips reduzieren den Energieaufwand für die Errichtung oder die Modernisierung von Gebäuden nachhaltig.



## Reduzierte Graue Energie

Nicht nur die Wärmedämmung oder eine moderne Heizung bestimmen die Energieeffizienz von Gebäuden, sondern auch der Energieaufwand für die eingesetzten Baustoffe: von der Produktion über den Transport bis zur späteren Nachnutzung. Diese vergegenständlichte, sogenannte Graue Energie bildet bei modernen Gebäuden mit ihrem immer kleiner werdenden Heizenergiebedarf einen maßgeblichen Anteil am Energieverbrauch und an den CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Durch energiesparende Produktionstechniken mit Wärmerückgewinnung und möglichst geringen Brenntemperaturen engagiert sich die deutsche Gipsindustrie für die Reduzierung der Grauen Energie. Die Umstellung auf moderne Energieträger wie Gas und neue Generationen effizienter Anlagentechnik senken die umweltschädlichen Emissionen des Herstellungsprozesses.

## Energieeffiziente Gipsbauweisen

Zeitgemäße Energieeinsparung während der Nutzungsphase eines Gebäudes verlangt ein intelligentes Zusammenspiel von klassischer Wärmedämmung und moderner Heizungstechnik. Sowohl im Neubau als auch in der energetischen Modernisierung sind Gips und Gipsprodukte wesentliche Bestandteile dieses energiesparenden Gebäudeausbaus:

- Bei der Innendämmung historischer oder denkmalgeschützter Gebäude, die zur Raumseite im Trockenbau mit Gipsplatten bekleidet werden – mit dem Zusatznutzen glatter und gerader Wände auch im ältesten Baudenkmal.
- Wandheizungen in Gipsputz oder hinter Vorsatzschalen sorgen für eine effiziente Wärmeverteilung bei innovativen Niedertemperaturheizungen auf der Basis erneuerbarer Energien.
- Fußbodenheizungen unter Fließ- oder Fertigteilestrich eignen sich mit ihrem geringen Gewicht und kleinen Aufbauhöhen auch für die Modernisierung.
- Verbundplatten aus Gips und Wärmedämmstoff vereinen
   Wärmeschutz und Innenausbau zeitsparend in einem Bauelement.





MEGATREND 2

## Ressourcenschonend bauen mit Gips

Gips hat das Potenzial für ein vollständiges stoffliches Recycling im Sinne der Kreislaufwirtschaft: Gips-Bauabfälle können zurückgewonnen und daraus neue Bauprodukte hergestellt werden.



## Umweltschonender Abbau von Naturgips

Die wichtigste Ressource bei der Herstellung von Gipsbaustoffen ist das natürlich vorkommende Mineral Gipsstein. Schonende Abbaumethoden mit moderner Technik ermöglichen heute eine umweltverträgliche und effektive Ausnutzung der Rohstoffvorkommen unter Einhaltung aller Anforderungen an den Emissionsschutz.

Nach Abschluss der Gewinnung sichert die Gipsindustrie die Folgenutzung der ehemaligen Abbauflächen durch Wiederherrichtung des Geländes sowie langfristige Maßnahmen zu Rekultivierung und Renaturierung. Es entstehen standortspezifische neue Lebensräume, die nicht selten wegen ihrer Artenvielfalt sogar unter Naturschutz gestellt werden.

#### **Nutzung von REA-Gips**

Die deutsche Gipsindustrie ergänzt die Verwendung des Gipssteins aus natürlichen Vorkommen durch die Nutzung von Gips als Sekundärrohstoff. Der wichtigste als Nebenprodukt in anderen technischen Prozessen anfallende Gips ist der sogenannte REA-Gips aus Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen von Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden. REA-Gips besteht aus sehr feinteiligem Calciumsulfat in hoher Reinheit und ist ein wichtiger, direkt verwertbarer Rohstoff.

#### Geschlossener Stoffkreislauf

Gipsplatten gehören zu den wenigen Baumaterialien, die ein vollständiges Recycling und einen geschlossenen Stoffkreislauf ermöglichen. Statt "Downcycling" zu einfacheren Hilfs- und Füllmaterialien auf einem niedrigeren technologischen Niveau lässt sich hier echte stoffliche Wiederverwendung für neue Produkte erreichen. Denn nach dem Rückbau aus einem Gebäude können die sortenrein erfassten Platten erneut aufbereitet und gebrannt werden, wodurch wieder abbindefähiger Gips entsteht.

Die Abbruch- und Recyclingwirtschaft sowie die Gipsindustrie haben gemeinsam eine Gips-Recycling-Strategie entwickelt, die mit klar definierten Aufgaben und Investitionen in neue technische Verfahren den Ausbau der Rücknahme von recyceltem Gips durch die Gipsindustrie zum Ziel hat. Mit dieser Effizienzstrategie schont die Gipsindustrie die natürliche Ressource Gips.



# Bauen im demografischen Wandel

Veränderungen in der persönlich-familiären Lebenssituation und im sozialen Gefüge der Gesellschaft sowie vielfältige Wanderungsbewegungen in unserem Land verlangen flexible Gebäude, die sich einfach umbauen und anpassen lassen.





#### Wechselnde Lebensformen

Durch die gesellschaftlichen Veränderungen werden künftig Wohnungen für eine Vielzahl unterschiedlicher Lebensentwürfe und -situationen benötigt: für jüngere und ältere Alleinlebende, für Alleinerziehende, für klassische Familien mit Kindern oder für noch sehr aktive Seniorenpaare. Der Gebäudebestand wird sich stets neu immer wieder veränderten Nachfragesituationen anpassen müssen – mit Gebäuden, die flexibel umzubauen und umzunutzen sind.

Der wachsende Anteil älterer Menschen wird selbst das bewährte Einfamilienhaus vor ganz neue Herausforderungen stellen, sodass die Häuser in der normalen Lebensspanne mehrfach für neue Situationen umgebaut werden: wenn die Kinder aus dem Haus gehen, wenn die Eltern pflegebedürftig werden oder ganz allgemein wenn Menschen neue Wohnformen ausprobieren möchten.

## Umbau und Umnutzung

Bauweisen mit Gips, speziell der Trockenbau und die Verarbeitung von vorgefertigten Elementen aus Gips, zeichnen sich durch hohe Flexibilität und Reversibilität aus: Die leichten Bauteile können mit geringem Aufwand bedarfsgerecht hinzugefügt, verändert oder auch wieder entfernt werden. Ihre Vielseitigkeit ist nicht nur auf den Neubau beschränkt, sondern erzeugt auch eine hohe Nutzungsvariabilität für Immobilien, die schnell an spätere Veränderungen im privaten Umfeld (bei Eigenheimen) bzw. an neue demografische oder marktrelevante Gegebenheiten (bei Vermietungen) angepasst werden müssen.



## Bundesverband der Gipsindustrie e.V.

Kochstraße 6-7 10969 Berlin (Mitte) Telefon +49 30 31169822-0 Telefax +49 30 31169822-9 E-Mail info@gips.de

www.gips.de

#### April 2014

Bildnachweis © Bundesverband der Gipsindustrie 2013 sowie Rigips (5 obere Reihe 4.v.l.; 10 4.v.o.; 15 1.v.l.; 18/19; 20 1.v.l.); VG-ORTH (5 obere Reihe 2.v.l.; 5 untere Reihe 1.v.l.; 10 1.v.o.; 15 3.v.l.; 22); Siniat (10 3.v.o. + 1.v.r.; 16); © A. Biederbeck | Schulz & Kühnapfel, Gettorf (2/3 oben 2.v.l. + 3.v.l.; 5 obere Reihe 3.v.l.); Knauf (4; 5 obere Reihe 1.v.l. + 5.v.l.; 5 untere Reihe 2.v.l., 3. v.l. + 5.v.l.; 9 1.v.l. + 2.v.l.; 12 obere Reihe 1.v.l. + 2.v.l.; 13 untere Reihe 1.v.l. + 2.v.l. + 3.v.l.; 14; 23 1.v.r.); GKD (20/21 1.v.r. www.gkd.de); Fotolia (23 u.r. © iceteaimages - Fotolia.com)