

# KNOW-HOW

Qualitätsmerkmale technischer Dämmstoffe:

**Dämmung ist die Schlüsseltechnologie zu einer höheren Energieeffizienz**



Mit der Dämmung technischer Anlagen lässt sich ein enormes Energieeinsparpotenzial realisieren. Es ist die effektivste und kostengünstigste Methode, um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.



**Die Wärmeleitfähigkeit eines Materials ist eine zentrale, sollte aber nicht die allein entscheidende technische Eigenschaft bei der Wahl eines Dämmstoffs sein. Ein normgerechtes Brandverhalten, mechanische Beständigkeit (Alterungsverhalten) und eine gute Verarbeitbarkeit sind weitere offensichtliche Anforderungen, die Dämmstoffe erfüllen müssen. Aber wie ist es um einen möglichen Feuchteintrag bestellt? Besteht die Gefahr der Korrosion unter der Dämmung (CUI)? Lassen sich die Dämmstoffe sicher, schnell und sauber verarbeiten?**

Die Firma Armacell hat diese und weitere Eigenschaften von Dämmstoffen mittels umfangreicher Tests untersucht. Die zentralen Ergebnisse werden in einer Artikelreihe vorgestellt werden. Zunächst soll aber ein Blick auf die zunehmende Bedeutung technischer Dämmungen angesichts der Klimaveränderungen und weiterer globaler Trends geworfen werden.

#### **Entwicklung der Dämmtechnik**

Das Thema Wärmedämmung ist so alt wie die Menschheit: Um sich vor der Kälte in den nördlichen Breitengraden zu schützen, fertigten die Urmenschen der

Steinzeit schon Kleidung aus Tierfellen. Das Prinzip der geringen Wärmeleitfähigkeit ruhender Luftschichten nutzt der Mensch seit Jahrtausenden. In der Bronzezeit wurden schilf- oder strohgedeckte Häuser gebaut, die einen guten Wärmeschutz boten. Es wurden sogar schon zweischalige Mauern gebaut: Mit zwei lehmeworfenen Flechtwänden, deren Zwischenraum mit trockenem Gras gefüllt wurde, erreichte man hervorragende Dämmwerte, die erst mit der Wärmeschutzverordnung von 1995 wieder erreicht wurden. Das Prinzip der ruhenden Luftschichten wurde im Laufe der Geschichte immer wieder aufgenommen.<sup>1</sup>

Ganz entscheidend für die Weiterentwicklung von Dämmstoffen waren die Kältetechnikverfahren, die Anfang des 20ten Jahrhunderts zum Bau der ersten Kühlhäuser führten. Als Dämmstoffe wurden zunächst modifizierte Korkplatten verwendet. Weitere Impulse für die Entwicklung und den Einsatz von Dämmstoffen gab in Deutschland die 1. Wärmeschutzverordnung von 1977, die als Folge der Ölkrise erlassen und später von der noch heute gültigen Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) abgelöst wurde. Heute können Anwender aus einer großen Zahl unterschiedlicher Dämmstoffe für verschiedenste Anwendungen wählen.

Die Ölkrise der 70er Jahre haben erstmals die starke Abhängigkeit der Wirtschaft vom Öl ins Bewusstsein der Bevölkerung gerückt und auf die politische Agenda gesetzt. Die Endlichkeit der fossilen Brennstoffe und Suche nach alternativen Technologien, aber auch die Sorge um die Auswirkungen auf die Umwelt und das Klima führten zu neuen sozialen Bewegungen.

Während frühe wissenschaftliche Studien zum Klimawandel zunächst als hysterisch abgetan wurden, besteht heute in der Wissenschaft weitestgehend Einigkeit darüber, dass der Klimawandel anthropogene (vom Menschen gemachte) Ursachen und gefährliche Folgen für die Umwelt hat. Dass wir in einer Ära des Klimawandels leben, ist inzwischen unstrittig. Dies zeigt sich am schrumpfenden Meeresspiegel, Klimarekorden in Serie, zunehmenden Hitzewellen und steigenden Meeresspiegeln.

### Gebäudesektor bietet größtes Energieeinsparpotenzial

Mit der Unterzeichnung des Weltklimavertrags in Paris hat die internationale Staatengemeinschaft die globale Energiewende eingeläutet. Erstmals haben sich alle 195 Mitgliedsstaaten der UN-Klimarahmenkonvention zum Klimaschutz verpflichtet und sich ausnahmslos darauf verständigt, die globale Erwärmung auf weniger als 2 °C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen. Auf ihrem Weg zu einer CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft will die Europäische Union ihre Treibhausgasemissionen bis 2050 schrittweise um 80 % gegenüber 1990 senken. Dieses ehrgeizige Ziel kann nur erreicht werden, wenn die europäischen Richtlinien zur Steigerung der Energieeffizienz zukünftig national konsequenter umgesetzt werden. Das größte Einsparpotential bietet der Gebäudesektor: In den Industrieländern fließt viel Energie in das Verkehrswesen und die Industrie, doch der größte Teil – rund 40 % des europäischen Energieverbrauchs! – entfällt auf den Gebäudesektor. Zugleich zählt die Baubranche weltweit zu den ressourcenintensivsten Wirtschaftssektoren und 30 – 40 % des weltweiten Mülls stammen aus dem Rückbau und der Entsorgung von Gebäuden. Der Gebäudesektor ist nicht nur die größte Einzelquelle des weltweiten Rohstoffeinsatzes und größter Verursacher von Abfällen, die höchste Umweltbelastung stellen Gebäude während ihres Betriebs dar: Rund 40 % der weltweiten Treibhausgasemissionen entstehen in Gebäuden.

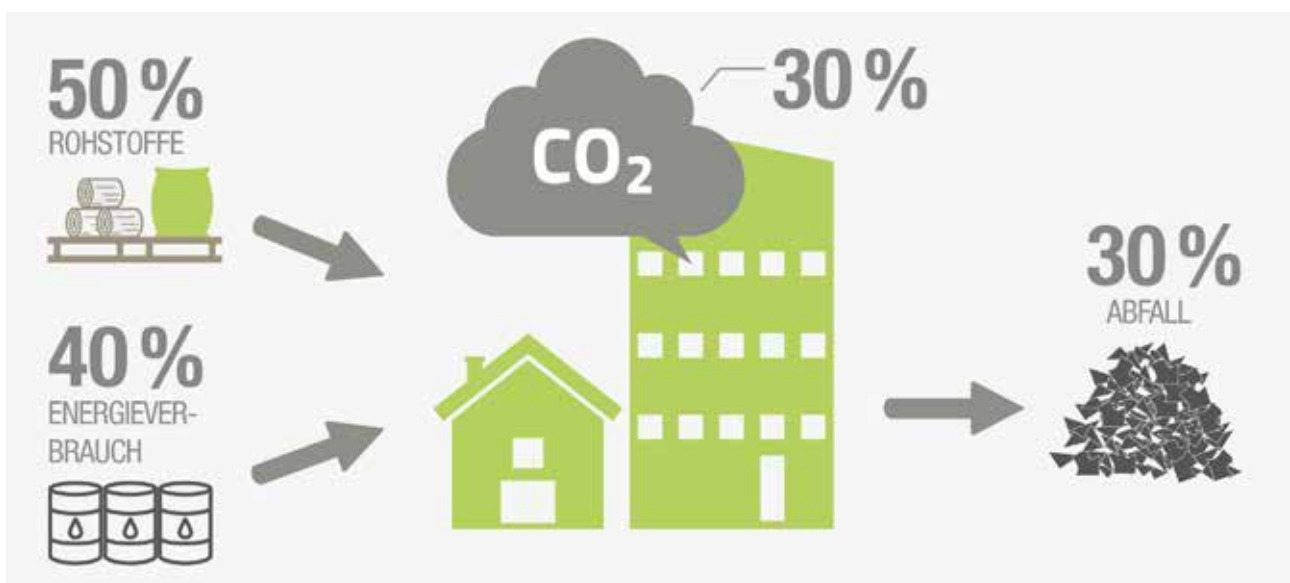


Abbildung 1: Gebäude sind die größte Einzelquelle für Rohstoffe, größter Verursacher von Abfällen, sie benötigen 40 % des weltweiten Energieverbrauchs und verursachen 30 % der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen



Über 30 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen in Europa in Gebäuden

Weit mehr als die Hälfte des Energiebedarfs geht auf Kosten der Heizung und Kühlung von Gebäuden. In Deutschland entfallen sogar fast 90 % des Energieverbrauchs der privaten Haushalte auf die Beheizung des Gebäudes und die Bereitstellung von Warmwasser. Den deutlich überwiegenden Anteil macht dabei mit rund drei Vierteln die Raumwärme aus. Aber auch die Gebäudeklimatisierung ist auf dem Vormarsch: Auf Kühlung und Klimatisierung entfallen in deutschen Privathaushalten etwa 8 % des gesamten Stromverbrauchs; insgesamt werden in Deutschland 14 % der elektrisch erzeugten Energie für Kühlung und Klimatisierung eingesetzt.<sup>2</sup>

84 % der für Heizen und Kühlen benötigten Energie wird aus fossilen Brennstoffen erzeugt, während nur 16 % aus erneuerbaren Energien stammen.<sup>3</sup> Um den Klimaschutzzielen der EU gerecht zu werden, muss der Energieverbrauch für die Beheizung und Kühlung von Gebäuden stark reduziert und die Nutzung fossiler Brennstoffe verringert werden.

Das Problem wird durch die relativ lange Lebensdauer von Gebäuden und veralteten gebäudetechnischen Anlagen in bestehenden Gebäuden sowie einem globalen Bauboom noch verschärft. Das UN-Umweltprogramm (United Nations Environment Programme, UNEP) schätzt, dass sich die Treibhausgasemissionen aus dem Bausektor in den nächsten 20 Jahren noch verdoppeln werden, wenn keine entsprechenden Gegenmaßnahmen getroffen werden.<sup>4</sup>

Keine oder unzureichende Dämmungen, alte Heizkessel sowie überdimensionierte, falsch eingestellte und ineffiziente Umwälzpumpen treiben den Gas-, Öl- und Stromverbrauch in Gebäuden in die Höhe. Altbauten müssen besser gedämmt und ineffiziente Heizungen durch moderne Anlagen ersetzt werden. Bei Altbauten lässt sich der Energiebedarf in Einzelfällen um bis zu 90 % verringern, im Durchschnitt um rund 50 %.<sup>5</sup>



### Steigerung der Energieeffizienz entscheidend

Allein durch die Nutzung bestehender, bewährter Technologien könnten bis zu 80 % der Energie, die in Gebäuden benötigt wird, eingespart werden. Wirtschaftlich betrachtet, sind Programme zur Steigerung der Energieeffizienz der zweckmäßigste Weg zur Reduktion von Treibhausgasen. Experten gehen davon aus, dass durch Energiesparmaßnahmen kurzfristig mindestens doppelt so viel erreicht werden kann wie durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Das bestätigt auch die Studie zum Emissionsreduktionspotenzial und den damit verbundenen Kosten von McKinsey & Company. In der umfassenden Studie wurden mehr als 200 Technologien aus 10 verschiedenen Bereichen und alle relevanten Emissionsquellen (nicht nur energiebezogene) in 21 verschiedenen Regionen rund um den Globus untersucht (s. Abbildung 2).

Am unteren Ende der Kurve finden sich Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz. Diese Maßnahmen reduzieren Treibhausgas-Emissionen, indem sie den Energiebedarf senken. Am oberen Ende der Kostenkurve sind treibhausgasvermindernde Technologien (wie Windkraft und Kohlenstoffabscheidung und -speicherung). Die Kurve zeigt auch Wege zur Verringerung der Emissionen durch Wiederbepflanzung von Tropenwäldern und durch Umstellung auf landwirtschaftliche Praktiken mit größerer Treibhausgas-Effizienz dar. Links werden die profitabelsten Maßnahmen zur Emissionsminderung, also Maßnahmen mit dem größten Einsparpotenzial und niedrigsten Investitionskosten dargestellt.<sup>6</sup> Die Kostenkurve zur Treibhausgas-Minderung bietet eine quantitative Grundlage dafür, welche Maßnahmen am kosteneffektivsten bei der Umsetzung von Emissionsreduktionspotenzialen sind.

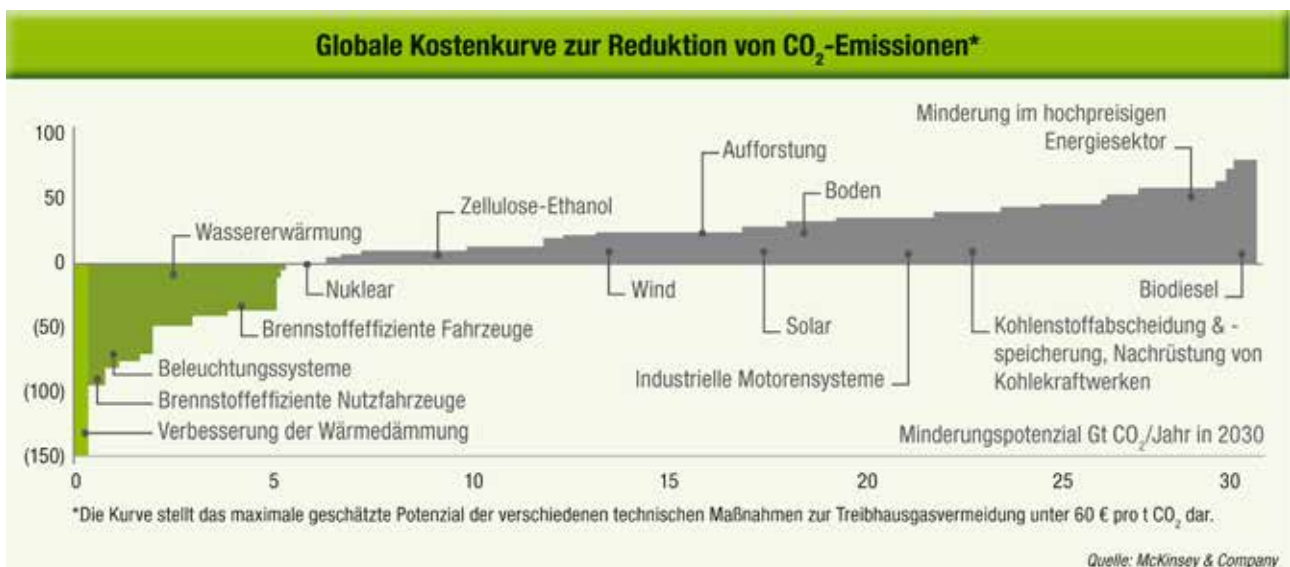


Abbildung 2

# DÄMMUNG IST DIE SCHLÜSSELTECHNOLOGIE

Von den vielen in der Studie untersuchten Technologien stellt die Dämmung die effektivste und kostengünstigste Methode dar, um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Das liegt am enormen Einsparpotenzial. Denn die Dämmung reduziert die Wärmeverluste der größten „Energiefresser“ und vermindert so den Wärme- und Kältebedarf in Gebäuden. Dämmung ist die Schlüsseltechnologie zur Steigerung der Energieeffizienz. Denn wo immer Energie gewonnen, transportiert oder gelagert wird, geht ein Teil der wertvollen Ressource verloren, wenn die Anlagen schlecht gedämmt sind. Das gilt gleichermaßen für die technische Gebäudeausrüstung wie für Anlagen in der Industrie. Technische Dämmungen sind eine der einfachsten, kostengünstigsten und am schnellsten umzusetzenden Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung. Keine andere Investition in den Klimaschutz birgt ein vergleichbares Potenzial und amortisiert sich so schnell. Bei durchschnittlich nur 1 % an den Gesamtkosten des technischen Equipments gewährleisten Dämmungen eine höhere Leistungsfähigkeit, längere Lebensdauer und Effizienz der Anlagen in Gebäuden und in der Industrie.

**>> Wo immer Energie gewonnen, transportiert oder gelagert wird, geht ein Teil der wertvollen Ressource verloren, wenn die Anlagen schlecht gedämmt sind. <<**





Der jährliche Wärmeverlust, der durch ungedämmte Verteilungen und Armaturen im Kellerbereich verursacht wird, beträgt bis zu einem Viertel des Jahres-Heizenergieverbrauchs



Wie eine Studie von Ecofys, einem international führenden Beratungsunternehmen im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz, zeigt, sind Dämmungen industrieller Anlagen in der Regel nicht wirtschaftlich ausgelegt. Der Einsatz optimierter Dämmsysteme ermöglicht Energieeinsparungen von bis zu 45 %. Die Investitionen haben sich oft schon nach wenigen Monaten bezahlt gemacht. Anders als für den Gebäudebereich oder das Transportwesen gibt es für den Industrie-Sektor bislang keine entsprechenden gesetzlichen Vorgaben und Energiesparprogramme.

# Globale Megatrends Treiben die Nachfrage nach Technischer Dämmung

Wirtschaft und Gesellschaft wandeln sich heute um ein Vielfaches schneller als zur Zeit der industriellen Revolution. Die enorme Geschwindigkeit des technologischen Wandels erleben wir derzeit hautnah an der Entwicklung des Internets, sozialer Netzwerke oder auch digitaler Endgeräte. Neue Technologien haben die Welt schon immer verändert, doch heute geschieht das in einem viel höheren Tempo. Während es rund 50 Jahre dauerte, bis die Hälfte aller US-Amerikaner ein Telefon besaß, konnte Facebook schon nach einem Jahr sechs Millionen und wenige Jahre später über eine Milliarde Nutzer aufweisen. Digitalisierung ist einer der Megatrends, die Unternehmen, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft radikal verändern werden. Megatrends sind komplexe Wandlungsprozesse, die über Jahrzehnte hinweg unsere Gesellschafts- und Wirtschaftsstrukturen verändern. Neben der Digitalisierung, Globalisierung und dem demografischen Wandel zählen die Urbanisierung, Energieeffizienz/ Klimawandel und der weltweit wachsende Wohlstand zu den wichtigsten Megatrends, die die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in den kommenden Jahren maßgeblich prägen und aktuelle Trends in der Kälte- und Klimatechnik weiter verstärken werden.



## Megatrend „Energieeffizienz“

Eine zukunftsfähige, nachhaltige Energieversorgung ist eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Der globale Energieverbrauch wird weiter steigen: 2035 wird auf der Erde ein Drittel mehr Energie als heute benötigt, so der britische Energiekonzern BP (s. Abbildung 3).

Eine Energiewende kann nur durch eine Steigerung der Energieeffizienz in allen Bereichen herbeigeführt werden. Während in der Industrie zunächst noch das Bewusstsein dafür geweckt werden muss, dass eine optimierte Dämmung prozesstechnischer Anlagen einen konkurrenzlosen Return on Investment besitzt, sind im Gebäudebereich – dem mit 40 % weltweit größten „Energieverbraucher“ – mit der Einführung der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) in Europa bereits Fakten geschaffen worden. In den Industrieländern steigen die Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden und in den entsprechenden Energieeinspargesetzen werden höhere Dämmstandards zur Isolierung gebäudetechnischer Anlagen gefordert – sowohl im Neubau als auch bei der Renovierung bestehender Gebäude. Steigende Energiepreise, die Gefährdung der Versorgungssicherheit durch knapper und teurer werdende fossile Energieträger, rasant steigende Energieverbräuche in den Schwellenländern und nicht zuletzt die Folgen des Klimawandels werden zwangsläufig zur Einführung strengerer Energieeinspargesetze führen.

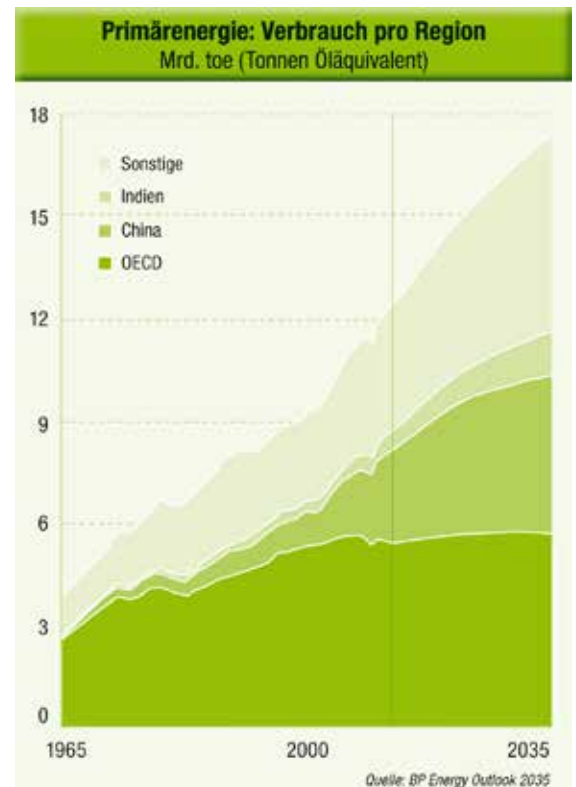


Abbildung 3





2050 werden zwei Drittel der Menschheit in Städten leben - eine nachhaltige Gebäudetechnik wird wichtiger denn je

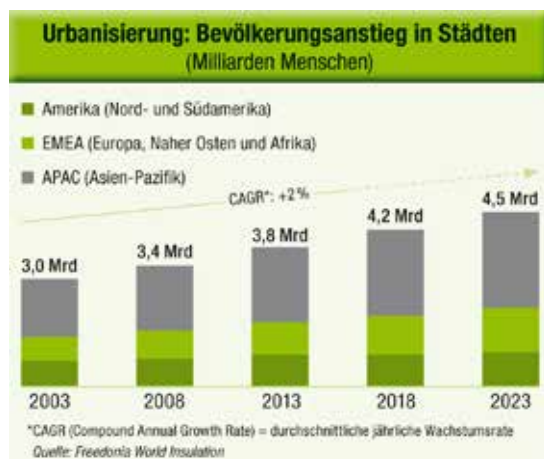


Abbildung 4

### Megatrend „Urbanisierung“

Über die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute in Städten – mehr als jemals zuvor. Und der Trend setzt sich fort: Auch zukünftig werden weltweit immer mehr Menschen vom Land in die Stadt ziehen. Die Dynamik der Landflucht ist in den Schwellenländern besonders hoch, aber auch in hochentwickelten Flächenländern ist der Trend ungebrochen. In den aufstrebenden Ländern wie Indien und China steigt die Nachfrage nach technischen Dämmstoffen durch die insgesamt wachsende Bauindustrie. In den Industrieländern führt der Trend zu einer höheren Immobilien-Nachfrage in den Städten. Der knapper werdende Faktor Boden spiegelt sich in der Konstruktion immer höherer Bauwerke wider. Damit die Infrastruktur in den weiter wachsenden Städten Schritt halten kann, müssen politische Rahmenbedingungen für Neubauten und eine energieeffiziente Sanierung von Altbauten gesetzt werden. Die nachträgliche Dämmung zugänglicher Rohrleitungen ist eine der einfachsten und kosteneffizientesten Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand.

Um dem fortschreitenden Klimawandel zu begegnen und den wachsenden Energiebedarf zu decken, ist es zwingend erforderlich, in Gebäuden Ressourcen zu sparen. Mit moderner Umwelt- und Gebäudetechnik ausgerüstete Gebäude werden zunehmend zum Leitbild für eine neue Gebäudegeneration. Green Building steht für einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen und zukunftsfähige Gebäude.

### Megatrend „wachsender Wohlstand“

Zwischen 1970 und 2014 stieg das reale Welt-Bruttoinlandsprodukt von 12.138 auf 77.451 Milliarden US-Dollar. In Deutschland stieg das BIP pro Kopf im selben Zeitraum um durchschnittlich 6,8 % pro Jahr, in Japan um 7,8 %. Nach Schätzungen der Weltbank wird das Pro-Kopf-Einkommen in Ländern mit niedrigem Einkommen bis 2050 doppelt so stark steigen wie in den OECD-Staaten. Von 1999 bis 2009 wuchs das real verfügbare Pro-Kopf Einkommen in Asien um 90 %. Dank der Internationalisierung der Märkte partizipieren nun auch Schwellenländer am Welt-handel, Wohlstand und wirtschaftlichen Wachstum. Höhere Privateinkommen kurbeln die Wirtschaft in Asien seit Jahren an, führen aber auch zu eklatant gestiegenen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf – eine Entwicklung, die bisher nicht durch den Einsatz energieeffizienter Technologien aufgefangen werden konnte.

### Kühlkettenmarkt boomt

Der steigende Wohlstand in den Schwellen- und Entwicklungsländern führt zu Veränderungen des Kon-

sumverhaltens. Insbesondere in China steigt die Nachfrage nach Milch- und Fleischprodukten rasant. Noch nie zuvor war die Lebensmittelversorgung so reichhaltig wie heute. Dank moderner Kühltechnik können Lebensmittel heute problemlos rund um den Globus transportiert werden. Die Kühlkette – eine durchgängige Kühlung beim Transport zwischen Hersteller, Großhändler, Händler und Verbraucher – wird aufgrund der steigenden Globalisierung nicht nur für die Lebensmittelindustrie, sondern zunehmend auch für pharmazeutische und chemische Produkte immer wichtiger. Das ungebrochene Bevölkerungswachstum und die steigende Lebenserwartung sind weitere Faktoren, die den globalen Markt für Kühlketten noch über Jahrzehnte hinweg beflügeln werden. Die Abbildung 5 zeigt die prognostizierte Entwicklung des Marktsektors. Von diesem Trend werden die Kälte- und Dämmtechnik gleichermaßen profitieren. Um die hohen Energiekosten und Treibhausgasemissionen in diesem Marktsegment zu reduzieren, ist eine optimale Dämmung der Kühltechnik unerlässlich.



Effizient gedämmte Kühlketten werden für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie zukünftig noch wichtiger



Abbildung 5



Abbildung 6



Auch in den eigenen vier Wänden wird ein professioneller Schallschutz immer wichtiger

### Schallschutz auf dem Vormarsch

In den Industrieländern hat der höhere Wohlstand zu einem gestiegenen Wohnkomfort geführt. Aus funktionalen „Nasszellen“ werden Wellnessoasen und Raumklimatisierung ist auch in gemäßigten Temperaturzonen längst kein Luxus mehr, sondern ein Stück Lebensqualität, auf das viele nicht mehr verzichten wollen. Im PKW ist sie ohnehin längst Teil der Standardausrüstung.

Auch an den baulichen Schallschutz steigen die Ansprüche der Hausbewohner: Geräusche, die vor zwanzig oder dreißig Jahren noch nicht als störend empfunden und in Hausgemeinschaften akzeptiert wurden, führen heute als „unzumutbare Belästigung“ zu Problemen der Hausbewohner untereinander. Dass Schallschutz heute eine große Rolle für das Wohlbefinden der Menschen spielt und zu den wichtigsten Qualitätsmerkmalen eines Hauses zählt, zeigen die Ergebnisse repräsentativer Umfragen: 82 % der Befragten sind nicht bereit, Kosteneinsparungen zu Lasten des Schallschutzes hinzunehmen und 94 % halten eine gute Schall-/Geräuschisolierung für wichtig, 57 % sogar für besonders wichtig.<sup>7</sup> Schallschutz in Gebäuden bedeutet Ruhe und Entspannung, aber auch Vertraulichkeit, Intimität und Geborgenheit.

Am Arbeitsplatz sind störende Geräusche nicht nur

nervenaufreibend, sondern auch gesundheitsgefährdend. Das Risiko für Herz-Kreislaufkrankungen, Bluthochdruck und Migräne steigt erheblich. Bei starkem Lärm sinken die Konzentration und die individuelle Leistungsfähigkeit und die Fehlerquote steigt. In der Industrie erhöht ein hoher Lärmpegel durch ungeschützte oder unzureichend gedämmte Anlagenteile die Unfallgefahr am Arbeitsplatz. Lärmschwerhörigkeit führt seit langem die Liste der Berufskrankheiten in Deutschland an und verursacht hohe Kosten für die Volkswirtschaft.

Anlagentechnische Schallschutzmaßnahmen werden in Zukunft immer wichtiger werden. Planer und Installateure müssen sich den gestiegenen Ansprüchen der Hausbewohner stellen und ihre Schallschutzlösungen weiter optimieren. Marktführende Dämmstoffhersteller bieten innovative Produkte, die den Lärm direkt an der Quelle minimieren und den Wohnkomfort in Gebäuden steigern. Für Anforderungen, die eine hohe Schallabsorption verlangen, wie beispielsweise Einhausungen von Wärmepumpen und Blockheizkraftwerken oder schalldämmende Kapselungen von Ventilatoren können Anwender auf neuartige Akustikschäume mit hervorragenden Schallabsorptionseigenschaften zurückgreifen.

## Fazit

Die vorgestellten Trends verstärken sich häufig gegenseitig. So wird die fortschreitende Urbanisierung beispielweise dazu führen, dass Menschen zukünftig tendenziell stärker unter Lärm leiden. Der hohe Verstärterungsgrad in Asien treibt das Wirtschaftswachstum weiter in die Höhe, wird aber auch Folgen für die Umwelt haben. Für die gewaltigen Bauvorhaben werden erhebliche Ressourcen benötigt und die Versiegelung des Bodens und die entstehenden „Wärmeinseln“ werden die Erderwärmung und den Klimawandel weiter beschleunigen. Hier sind innovative Konzepte zur Minderung des Energiebedarfs und der Emissionen (z. B. durch energieeffiziente Heizung und Warmwasserverteilung bzw. Klimatisierung von Gebäuden) gefragt.

Laut UN geht heute ein Drittel aller auf der Welt produzierten Lebensmittel auf dem Weg von der Pflanze zum Teller verloren. Wirksam isolierte Kühlketten verhindern nicht nur die Verschwendung von Lebensmitteln, sie steigern auch die Energieeffizienz der Kühlkette und schonen wertvolle Ressourcen.

Die technische Dämmung ist die Schlüsseltechnologie zur Steigerung der Energieeffizienz. Wo immer Energie gewonnen, transportiert oder gelagert wird, geht ein Teil der wertvollen Ressource verloren, wenn die Anlagen schlecht gedämmt sind. Wie wir in den folgenden Teilen der Artikelserie zeigen werden, bestehen erhebliche Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Materialien, die zur technischen Dämmung eingesetzt werden.

## Literatur

1. <https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/grundlagen/historische-entwicklung-von-daemmstoffen-152220>
2. [http://www.frigokimo.com/fk/site/publication/ASERCOM%20-%20EPEE\\_Symposium\\_Nuremburg%201610\\_Gibson\\_16a.pdf](http://www.frigokimo.com/fk/site/publication/ASERCOM%20-%20EPEE_Symposium_Nuremburg%201610_Gibson_16a.pdf)
3. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/heating-and-cooling>

4. <http://www.nexfilautotint.com/wholesaletint.html>
5. <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/energieeffizienz/gebäude/>
6. <http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/a-cost-curve-for-greenhouse-gas-reduction> Arch-Vision: The United Kingdom and the Netherlands are clearly at the forefront when it comes to Building Information Modeling in Europe (Press Release from 31-05-2016) [http://www.arch-vision.eu/persberichten/Press\\_release\\_1\\_European\\_Architectural\\_Barometer\\_Q4\\_2015.pdf](http://www.arch-vision.eu/persberichten/Press_release_1_European_Architectural_Barometer_Q4_2015.pdf)
7. <http://www.staedtebauliche-laermfibel.de/pdf/Baublatt-2000.pdf>Quelle: AEC3 Deutschland GmbH. Zitiert nach: BIM-Leitfaden für Deutschland - Information und Ratgeber. Enderbericht. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-leitfaden-deu.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-leitfaden-deu.pdf?__blob=publicationFile)



## AUTOR

**Georgios Eleftheriadis**  
Armacell Manager Technical  
Marketing EMEA

## Armacell GmbH

Robert-Bosch-Straße 10 • 48153 Münster Germany  
Fon: +49 (0) 251 76030 • [info@armacell.com](mailto:info@armacell.com)  
[www.armacell.eu](http://www.armacell.eu)