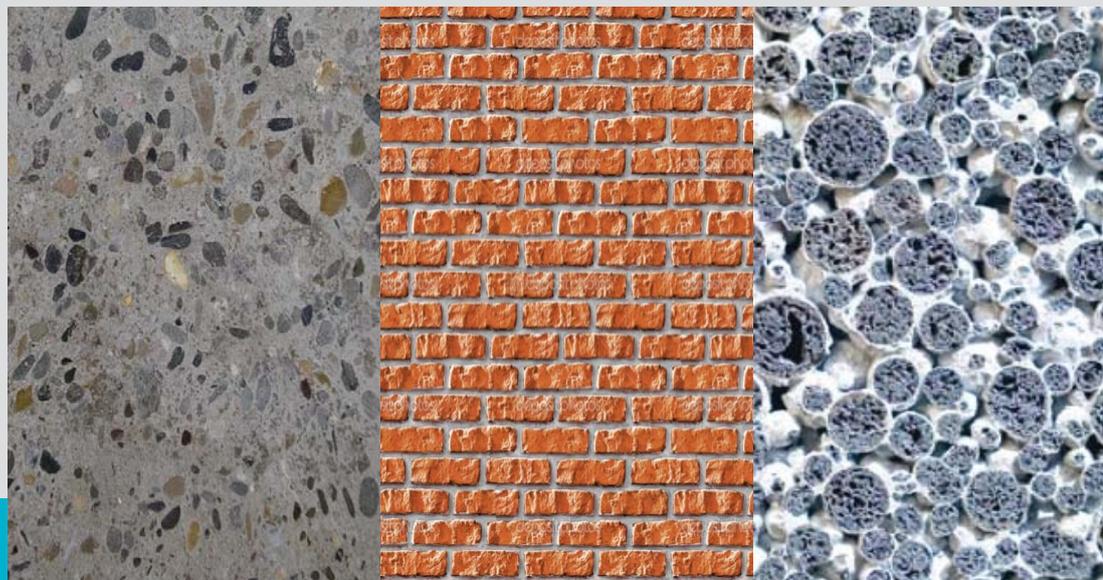


# SWOT-Analyse von Bauprodukten des Massivbaus

D-6-35/2012



**A. Zöhrer**

Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie  
mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung  
Technische Universität Graz

## EIDESSTÄTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....

.....

(Unterschrift)

## STATUARY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, .....

date

.....

(signature)

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Studienzeit und bei der Verfassung dieser Arbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr.techn. Peter Maydl der mir eine große Hilfestellung war. Weiters möchte ich mich am gesamten Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie für das angenehme Arbeitsklima und den zur Verfügung gestellten Arbeitsplatz bedanken.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte und mir ein Studium ermöglichten.

\_\_\_\_\_  
(Ort), am (Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Studenten)

## Kurzfassung

In dieser Arbeit wird eine SWOT-Analyse im Kontext des nachhaltigen Bauens von Bauprodukten des Massivbaus durchgeführt. Die Abkürzung SWOT steht dabei für Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen) und Threats (Risiken).

Ziel dieser Arbeit ist die langfristige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Bauprodukteherzeuger des Massivbaus.

Zu Beginn der Arbeit wird eine umfangreiche Umfeldanalyse durchgeführt, bei der aktuelle Trends aufgezeigt werden. Es werden die heutigen europäischen Richtlinien und Verordnungen auf ihre Relevanz in Bezug auf Bauprodukte des Massivbaus untersucht. Weiters werden Strategien und Intentionen der Kommission durchleuchtet und auf technische Regelwerke und Normen wird näher eingegangen. Im Anschluss an den ersten Teil wird die Umfeldanalyse auf österreichischer Ebene fortgesetzt.

In weiterer Folge werden die künftigen Anforderungen strukturiert, wobei zunächst die Anforderungen aus der Bauprodukteverordnung bzw. den danach strukturierten OIB-Richtlinien vorgestellt werden. Weitere sonstige Anforderungen, wie Wirtschaftlichkeit oder Instandhaltung etc., die nicht in den OIB-Richtlinien enthalten sind, werden ebenfalls ausgearbeitet.

Die Analyse der Stärken und Schwächen der Bauprodukte des Massivbaus wird auf die Struktur der zuvor ausgearbeiteten künftigen Anforderungen aufgebaut und ergibt eine entsprechende Matrixform.

Als Ergebnis werden die identifizierten Stärken den künftigen Anforderungen an Bauprodukte im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung des Bausektors gegenübergestellt. Selbstverständlich werden auch Schwächen bzw. Eigenschaften, die in Anbetracht des künftigen Anforderungsprofils in der Regel als Nachteile im Wettbewerb der Bauprodukte zu sehen sind, aufgelistet.

Abschließend wird ein Handlungs- und Forschungsbedarf aufbauend auf die durchgeführte SWOT-Analyse abgeleitet und aufgelistet.

## Abstract

In this master thesis, a SWOT-analysis in the context of sustainable construction of construction products of solid buildings is carried out. The abbreviation „SWOT“ stands for strengths, weaknesses, opportunities and threats.

The aim of this diploma thesis is the long-term stability of the competitiveness of manufacturer of construction products of solid buildings.

At the beginning an extensive environment analysis to show the current trends is carried out. This report analyses the current European directives and regulations for their relevance with regard to construction of solid building. Furthermore, strategies and intentions of the Commission will be screened and technical regulations and standards will be detailed. Following the first part of the environmental analysis is continued on the Austrian market.

Subsequently the future requirements get structured. First the requirements of the Construction Products Regulation and the OIB guidelines are presented. Additional other requirements like economical and maintenance etc., which are not included in the OIB guidelines will also be developed.

The analysis of the strengths and weaknesses of the construction products of solid buildings is built on the structure of the previously established future requirements and ends in a matrix format.

As a result the identified strengths get compared with the future requirements of construction products in the context of sustainable development in the construction sector. Of course weaknesses respectively characteristics that can be seen in the light of the future requirements profile as competitive disadvantages are listed too.

Finally, the need for action and research based on the SWOT-analysis is derived and illustrated.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anlass und Hintergrund</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Ziele und Vorgangsweise</b>	<b>13</b>
3.1	Ziele .....	13
3.2	Vorgangsweise .....	13
<b>4</b>	<b>SWOT-Analyse</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Umfeldanalyse</b>	<b>18</b>
5.1	Aktuelle Trends .....	18
5.2	Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene .....	19
5.2.1	Richtlinien und Verordnungen .....	19
5.2.2	Strategien und Intentionen der Kommission.....	25
5.2.3	Beispiele für weitere Aktivitäten in der EU.....	29
5.2.4	Technische Regelwerke .....	31
5.3	Österreichische Ebene .....	41
5.3.1	Ressourceneffizienz – Aktionsplan (REAP) (2012).....	41
5.3.2	Deponieverordnung (2008).....	43
5.3.3	Mineralrohstoffgesetz (MinroG) (1999).....	44
5.3.4	Österreichischer Rohstoffplan [48] .....	45
5.3.5	Wohnbauförderung (2009).....	45
5.3.6	Strategie Nachhaltig Bauen und Sanieren (NBS) in der Steiermark.....	47
5.3.7	Baupolitische Leitsätze des Landes Steiermark (2009) .....	47
<b>6</b>	<b>Produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus</b>	<b>49</b>
6.1	Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien .....	51
6.1.1	OIB-Richtlinie 1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit .....	51
6.1.2	OIB-Richtlinie 2 Brandschutz.....	51
6.1.3	OIB-Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz .....	54
6.1.4	OIB-Richtlinie 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit .....	55
6.1.5	OIB-Richtlinie 5 Schallschutz.....	55
6.1.6	OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz .....	55
6.1.7	Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen .....	57
6.2	Sonstige Anforderungen .....	58
6.2.1	Umweltwirkungen .....	58
6.2.2	Kreislauffähigkeit .....	58
6.2.3	Instandhaltung .....	58
6.2.4	Wirtschaftlichkeit.....	59
6.2.5	Gestaltung / Architektur .....	59
<b>7</b>	<b>Stärken und Schwächen der Bauprodukte des Massivbaus</b>	<b>60</b>
7.1	Standsicherheit .....	60
7.2	Brandschutz .....	62

---

7.3	Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz.....	63
7.4	Nutzungssicherheit .....	64
7.5	Schallschutz.....	67
7.6	Energieeinsparung, Wärmeschutz .....	68
7.7	Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen .....	72
7.8	Umweltwirkungen .....	73
7.9	Kreislauffähigkeit .....	74
7.10	Instandhaltung .....	75
7.11	Wirtschaftlichkeit.....	76
7.12	Gestaltung / Architektur .....	78
<b>8</b>	<b>Chancen und Gefahren</b>	<b>79</b>
8.1	Chancen für den Massivbau .....	79
8.2	Mögliche Gefahren für den Massivbau .....	80
<b>9</b>	<b>Anmerkungen zur BauGenial-Studie</b>	<b>82</b>
<b>10</b>	<b>Handlungs- und Forschungsbedarf</b>	<b>83</b>
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>85</b>
<b>12</b>	<b>Literatur- und Normenverzeichnis</b>	<b>88</b>
<b>13</b>	<b>Anhang</b>	<b>13-1</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Vorgehensweise in dieser SWOT-Analyse.....	14
Abbildung 4-1: SWOT-Matrix.....	15
Abbildung 5-1: Abfallvermeidung und –verwertung in allen Lebenszyklusphasen eines Bauwerks .....	22
Abbildung 5-2: Arbeitsgruppen im Rahmen der Leitmarktinitiative Nachhaltiges Bauen.....	28
Abbildung 5-3: Lebenszyklus lt. ÖNORM EN 15804 .....	35
Abbildung 5-4: Klassifizierung der Nutzungsdauer .....	38
Abbildung 5-5: Ressourceneffizienz, Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch in Österreich .....	41
Abbildung 5-6: Übersicht Ressourceneffizienz .....	42
Abbildung 7-1: Verteilung der Katastrophenarten.....	64
Abbildung 7-2: Verteilung der Schadenssummen je Katastrophenart.....	65
Abbildung 7-3: Verteilung der Schadenssummen je Bauweise .....	66
Abbildung 7-4: Verteilung der Schadenssumme je Bauteil.....	66
Abbildung 7-5: Vergleich verschiedener Bauweisen mit Außenverschattung und Nachtlüftung.....	69
Abbildung 7-6: Vergleich verschiedener Bauweisen ohne Außenverschattung und ohne Nachtlüftung.....	70
Abbildung 7-7: Einfluss der Speichermasse auf Temperatur und Komfort.....	71
Abbildung 7-8: Thermische Behaglichkeit als Funktion der mittleren Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen und der Raumlufttemperatur .....	72
Abbildung 12-1: Struktur und Vorgehensweise der SWOT-Analyse .....	86
Abbildung 12-2: Entwicklung vom primitiven über das Komplizierte zum Einfachen	87
Abbildung 1-1: Entwicklung vom primitiven über das Komplizierte zum Einfachen ..	87

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1: Entsorgungskosten.....	44
Tabelle 5-2: Mindestanforderungen für Zwecke der Förderung im Wohnungsneubau .....	46
Tabelle 5-3: Mindestanforderungen für die Förderung umfassender energetischer Wohnhaussanierungen.....	46
Tabelle 6-1: Anforderungen an Bauprodukte .....	50
Tabelle 6-2: Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten .....	52
Tabelle 6-3: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen .....	53
Tabelle 6-4: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile .....	56
Tabelle 7-1: Stärken und Schwächen betreffend der Standsicherheit .....	60
Tabelle 7-2: Stärken und Schwächen betreffend dem Brandschutz.....	62
Tabelle 7-3: Stärken und Schwächen betreffend der Hygiene, Gesundheit und dem Umweltschutz .....	63
Tabelle 7-4: Stärken und Schwächen betreffend der Nutzungssicherheit bzw. Gebrauchstauglichkeit .....	64
Tabelle 7-5: Stärken und Schwächen betreffend dem Schallschutz .....	67
Tabelle 7-6: Stärken und Schwächen betreffend Energieeinsparung und Wärmeschutz.....	68
Tabelle 7-7: Stärken und Schwächen betreffend nachhaltiger Nutzung natürlicher Ressourcen.....	73
Tabelle 7-8: Stärken und Schwächen betreffend Umweltwirkungen .....	73
Tabelle 7-9: Stärken und Schwächen betreffend der Kreislauffähigkeit.....	74
Tabelle 7-10: Stärken und Schwächen betreffend der Instandhaltung.....	75
Tabelle 7-11: Stärken und Schwächen betreffend der Wirtschaftlichkeit .....	77
Tabelle 7-12: Stärken und Schwächen betreffend Gestaltung bzw. Architektur .....	78

## 1 Anlass und Hintergrund

In den letzten Jahren wurde deutlich, dass Umweltprobleme zu irreparablen Folgen in der Ökosphäre führen können und unser Lebensraum, wenn nicht rechtzeitig reagiert wird, bedroht ist.

In der Vergangenheit bestand Umweltschutz darin, durch Gesetze und Vorschriften die Einhaltung von Umweltschutzauflagen einzuhalten bzw. Umweltschäden mit staatlichen Mitteln zu reparieren. Man spricht auch von einer „End-of-pipe-technology“, da die Umwelttechnologie als letztes Glied in einer Produktionskette angehängt wurde. Zukünftig sollten jedoch an Stelle von Reparaturprozessen am Ende der Kette besser präventive Vermeidungsstrategien umgesetzt werden, um dauerhaft eine Lebensgrundlage für zukünftige Generationen zu sichern. Vorausschauender Umweltschutz bedeutet dabei, dass bereits in der Planung von Bauprodukten die Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus zu berücksichtigen und zu minimieren sind. Der „Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit: Die Grenzen des Wachstums“ [1] lieferte dazu einen wichtigen Beitrag. Es wurde auf die Gefahren eines anhaltenden Wirtschaftswachstums angesichts der begrenzten Energie- und Rohstoffreserven der Erde aufmerksam gemacht und ein Grundstein einer Nachhaltigen Entwicklung gelegt. Eines der Ziele war es, die Wirtschaft von der bisher üblichen Durchflusswirtschaft, bei der Umwelt als ein Reservoir von Materie und Energie sowie als Abfalldeponieraum betrachtet wurde, zur Kreislaufwirtschaft zu bewegen. Eine solche Kreislaufwirtschaft wird auch als „nachhaltig“ bezeichnet [2].

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ stammt vom Englischen Wort „sustainability“. Sustainable bedeutet so viel wie langfristig verträglich. Eine nachhaltige Entwicklung befriedigt die gegenwärtigen Bedürfnisse, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können. Der Begriff des „Sustainable Development“ („Nachhaltige Entwicklung“) ist wie folgt definiert [3]:

*„Entwicklung welche den Bedürfnissen der gegenwärtig lebenden Menschen entspricht, ohne die Möglichkeit zukünftiger Generationen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu gefährden.“*

Der Bausektor stellt einen wichtigen Bereich in unserer Gesellschaft dar und beeinflusst unsere Umwelt in vielfältiger Hinsicht. Beginnend mit der Ressourcenentnahme zur Herstellung von Baumaterialien für den Bau neuer Bauwerke, über die Abgabe von Emissionen an die Natur während der Nutzungsphase eines Gebäudes bis zum Rückbau bzw. Abbruch eines Bauwerks ergeben sich signifikante ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen.

Neben den drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales wird die Lebenszyklusorientierung (Life-Cycle-Design) in Zukunft verstärkt an Bedeutung gewinnen und den Bausektor sowie Bauprodukteherzeuger stark beeinflussen. Unter dem gesamten Lebenszyklus wird beginnend mit der Herstellung der Baustoffe, der Errichtung, der Nutzung und dem Rückbau des Gebäudes sowie die Entsorgung der Baustoffe verstanden.

Die Bedeutung des Bausektors ist deshalb so enorm, da sich Menschen in Europa ca. 90% ihrer Zeit in Gebäuden aufhalten und der Energieverbrauch der Gebäude ca. 40% des Gesamtenergiebedarfs beträgt. Unvollständig: Ressourcenverbrauch, Abfallaufkommen!

Das Thema „Nachhaltiges Bauen“ stellt somit einen Paradigmenwechsel für den gesamten Bausektor dar und wird auch den Wettbewerb unter den Bauprodukteherzeugern erheblich verändern. Wesentliche Elemente sind dabei die ganzheitliche Betrachtung der Auswirkungen von Bauaktivitäten in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie und Soziales) sowie die Lebenszyklusorientierung (Life-Cycle-Design). Auch der seit längerem existierende Wettbewerb um Marktanteile zwischen dem Massiv- und dem Leichtbau wird von dieser Entwicklung beeinflusst werden.

Um dieser Veränderung der Rahmenbedingungen gerecht zu werden und die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Baustoffindustrie insgesamt und des „Massivbaus“ im Besonderen sicherzustellen, wird eine Überprüfung der bisherigen Positionierung und in einigen Bereichen auch eine Neuaufstellung erforderlich sein. Erschwert wird die Situation durch eine verbreitete Unsicherheit über die künftige Entwicklung, was aber dennoch eine langfristige Strategie mit möglicherweise unterschiedlichen Szenarien notwendig macht. Daher ist auch geplant, eine Roadmap „Massivbau 2020...2050“ zu entwickeln. Die vorliegende SWOT-Analyse ist als erster Schritt im Rahmen der Vorarbeiten zu sehen.

## 2 Aufgabenstellung

Um den Veränderungen der Rahmenbedingungen im Bereich „nachhaltiges Bauen“ gerecht zu werden und langfristige Wettbewerbsfähigkeit des „Massivbaus“ sicher zu stellen wurde diese SWOT-Analyse (Stärken-Schwächen-Chancen-Gefahren) in Auftrag gegeben. Dabei sollte der Schwerpunkt auf die Darstellung der Stärken (S.... Strength) und Chancen (O.... Opportunities) gelegt werden, ohne jedoch Schwächen und mögliche Gefahren außer Acht zu lassen.

Zu Beginn der Arbeit ist eine umfangreiche Umfeldanalyse zu erstellen, um absehbare Rahmenbedingungen des nachhaltigen Bauens darzustellen. Es wird zuerst eine Analyse des Umfeldes auf europäischer Ebene durchgeführt. Dabei werden Anforderungen aus dem Regelwerk des CEN/TC 350 und der Bauprodukteverordnung aufgezeigt. Auch auf weitere sonstige Bauproduktrelevante Aktivitäten der Europäischen Kommission wird näher eingegangen. Technische Regelwerke und Normen auf europäischer Ebene werden im Kapitel 5.2.4 ausgearbeitet. Als nächster Schritt wird eine Umfeldanalyse auf österreichischer Ebene durchgeführt. Es werden Anforderungen aus der nationalen Umsetzung des europäischen Regelwerks und der Bauprodukteverordnung in Österreich analysiert.

Im Anschluss an die Umfeldanalyse auf europäischer und nationaler Ebene erfolgt eine Analyse des Massivbaus. Es wird ein Anforderungsprofil an mineralische Bauprodukte bzw. Bausysteme entwickelt. Die Betrachtung sollte auf genereller Ebene der „Bauprodukte des Massivbaus“ erstellt werden, ohne im Detail auf Spezifika einzelner Produktgruppen einzugehen. Eine nähere Betrachtung auf Ebene der Produktgruppen oder gar einzelner Bauprodukte wäre gegebenenfalls als zweiter Schritt auf Produktgruppen- oder Unternehmensebene durchzuführen. Weiters war die Betrachtung auf jene Bauprodukte zu fokussieren, die im Hochbau Verwendung finden. Eine Einbeziehung des Ingenieurhochbaus / Tiefbaus / Infrastrukturbaus ist nicht im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgesehen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen können in weiterer Folge Stärken und Schwächen des Massivbaus und seiner Bauprodukte ausgearbeitet werden. Diese Stärken und Schwächen sind in Kapitel 7 detailliert ausgearbeitet. Die Struktur der Stärken und Schwächen ist an die Anforderungen aus den sechs OIB-Richtlinien angelehnt und durch weitere sonstige Anforderungen ergänzt worden.

Stärken und Schwächen von Bauprodukten des Massivbaus werden im Anschluss im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung den Chancen und Gefahren gegenüber gestellt und in weiterer Folge wird daraus ein Handlungs- und Forschungsbedarf abgeleitet.

### 3 Ziele und Vorgangsweise

#### 3.1 Ziele

Generelles Ziel ist die langfristige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Bauprodukteerzeuger des Massivbaus im Kontext des Nachhaltigen Bauens. Um diese Ziel zu erreichen, wurden unterschiedliche Detailziele definiert. Diese Detailziele sind in der folgenden Auflistung kurz dargestellt:

- das Aufzeigen des zu erwartenden künftigen Umfeldes (technisch-rechtliche Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Entwicklung im Bauwesen),
- die Identifizierung genereller Stärken, aber auch Schwächen des Massivbaus unter den geänderten künftigen Rahmenbedingungen, insbesondere im Vergleich mit dem Leichtbau,
- das Entwickeln von Ansatzpunkten zur Überprüfung und eventuell Neupositionierung von Massivbauprodukten allgemein (Aufzeigen von Chancen),
- Schaffung einer Grundlage zur Entwicklung einer Roadmap „Massivbau 2020....2050“.

Um diese Ziele zu erreichen wird in dieser Arbeit auf ein Instrument der strategischen Planung zurückgegriffen. Es wird eine SWOT-Analyse von Bauprodukten des Massivbaus durchgeführt. Dabei ist der Schwerpunkt auf die Stärken des Massivbaus zu legen und auf Grund der absehbaren Rahmenbedingungen eine Strategie für den Massivbau entwickeln zu können.

#### 3.2 Vorgangsweise

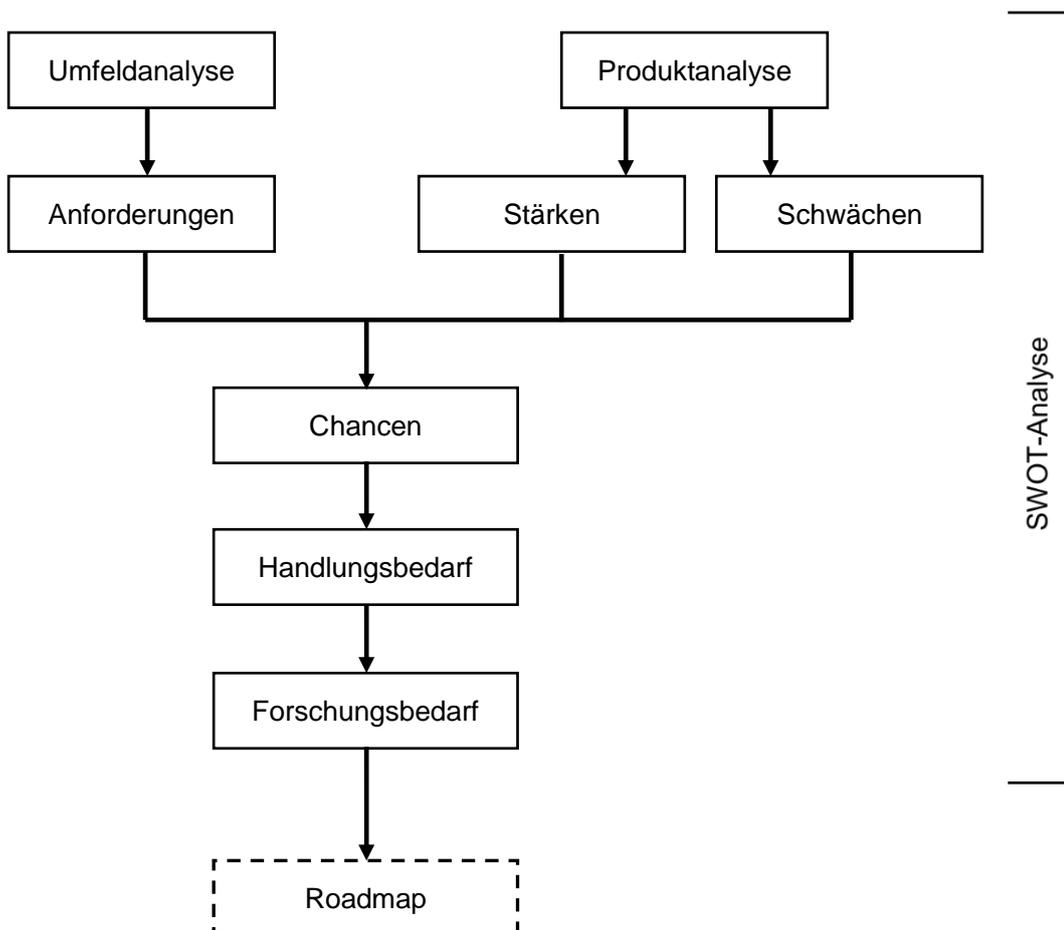
Zu Beginn der SWOT-Analyse wird eine Analyse des Umfeldes durchgeführt. Dabei werden neue Trends aufgezeigt und Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene durchleuchtet und auf ihre Relevanz bezüglich der Nachhaltigen Entwicklung und der Massivbauprodukte untersucht. Dazu zählen Richtlinien und Verordnungen sowie Strategien und Intentionen der Europäischen Kommission. Es wird auf die neue Bauprodukteverordnung, welche die Bauproduktenrichtlinie ersetzt eingegangen. In weiterer Folge werden Technische Regelwerke und Normen die Einfluss auf die Bauprodukteerzeuger und die nachhaltige Entwicklung haben ausgearbeitet. Im Anschluss an das europäische Umfeld wird auch auf österreichischer Ebene eine Umfeldanalyse durchgeführt.

Nach der Umfeldanalyse wird eine Produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus durchgeführt. Es werden die künftigen Anforderungen aus der Bauprodukteverordnung bzw. den danach strukturierten sechs OIB-Richtlinien, einschließlich der Grundanforderung 7, die noch nicht in den OIB-Richtlinien enthalten ist, ausgearbeitet. Weitere sonstige Anforderungen die sich aus der Umfeldanalyse ergeben werden ebenfalls analysiert.

In Kapitel 7 Stärken und Schwächen der Bauprodukte des Massivbaus werden entsprechend den Anforderungen in Kapitel 6 Produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus sowohl Stärken als auch Schwächen des Massivbaus und der Massivbauprodukte zusammengefasst.

Die daraus resultierenden Chancen und Gefahren für den Massivbau werden in Kapitel 8 Chancen und Gefahren erörtert und in weiterer Folge ein möglicher Handlungs- und Forschungsbedarf aufgezeigt.

Die Vorgehensweise in dieser SWOT-Analyse wird in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** grafisch dargestellt. Mit den aus der Umfeldanalyse abgeleiteten Anforderungen zusammen mit den Stärken und Schwächen aus der Produktanalyse werden Chancen für den Massivbau ausgearbeitet. In weiterer Folge werden ein Handlungs- und ein Forschungsbedarf für Bauprodukte des Massivbaus erarbeitet.



**Abbildung 3-1:** Vorgehensweise in dieser SWOT-Analyse

## 4 SWOT-Analyse

Die SWOT-Analyse ist ein Managementinstrument zur strategischen Planung. In der Literatur wird eine Reihe von Möglichkeiten aufgezeigt, die als Leitlinien der Strategieformulierung angesehen werden. Es lassen sich folgende zentrale Prinzipien aus der Literatur ableiten, die unabhängig vom Strategieinhalt bei der Strategieformulierung zugrunde zu legen sind:

- Aufbau von Stärken, Vermeiden von Schwächen,
- Konzentration der Kräfte,
- Optimierung der Ressourcenbasis,
- Ausnutzung bzw. Aufbau von Synergiepotential.

Die zusammenfassende Bewertung der Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken wird als SWOT-Analyse bezeichnet. SWOT ist eine Abkürzung der vier Komponenten welche zu untersuchen sind und bedeutet „strength“, „weakness“, „opportunities“, und „threads“ [4].

In der folgenden Abbildung 4-1 ist eine klassische SWOT-Matrix dargestellt.



Abbildung 4-1: SWOT-Matrix [5]

Bei der Umfeldanalyse, auch externe Analyse genannt, werden neue Chancen und Gefahren aufgezeigt. Eine Chance wird dabei folgendermaßen definiert:

*„Eine Marketingchance ist ein mögliches Marketingvorhaben des Unternehmens, bei welchem das Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil genießen könnte.“ [7]*

Chancen müssen auf ihre Attraktivität und Erfolgswahrscheinlichkeit hin untersucht werden. Die Erfolgswahrscheinlichkeit hängt nicht nur von den eigenen Stärken ab, sondern sie müssen darüber hinaus die Stärken der Konkurrenz übertreffen um langfristig einen Wettbewerbsvorteil erzielen zu können.

Einige Entwicklungen im Umfeld stellen eine Gefahr dar und werden wie folgt definiert:

*„Eine umfeldinduzierte Gefahr ist eine Herausforderung, die dem Unternehmen aus einer ungünstigen Tendenz oder Entwicklung des Umfeldes erwächst und das Unternehmen sowie die gesamte Branche bedroht, wenn keine Marketingmaßnahmen dagegen ergriffen werden.“ [7]*

Gefahren, die ein hohes Gefährdungspotential aufweisen und deren Eintrittswahrscheinlichkeit hoch ist, sind besonders ernst zu nehmen. Es empfiehlt sich Maßnahmen festzulegen, die im Vorfeld bzw. im Verlauf der betreffenden Situation ergriffen werden.

Chancen aus dem externen Umfeld aufzuzeigen alleine reicht jedoch nicht aus. Es müssen die notwendigen Fähigkeiten vorhanden sein, solche Chancen auch wahrzunehmen und zu nutzen. Daher ist es notwendig die vorhandenen Stärken und Schwächen festzustellen.

Ob eine bestimmte Entwicklung eine Chance oder eine Gefahr darstellt, kann erst bestimmt werden, wenn sie den Fähigkeiten gegenübergestellt werden. So können beispielsweise gesetzliche Beschränkungen im ökologischen Bereich eine Gefahr darstellen, wenn auf diese Anforderungen nicht eingegangen wird. Werden solche Beschränkungen bereits im Vorfeld behandelt, kann eine solche Beschränkung auch als Chance wahrgenommen werden [6].

Die Analyse der Stärken und Schwächen wird auch als interne Analyse bezeichnet. Dabei wird überprüft, in wie weit einzelne interne Bereiche oder Funktionen zu einem Wettbewerbsvorteil beitragen können.

Als Ergebnis einer SWOT-Analyse kann eine Stärken-Chancen-Kombination angestrebt werden. Welche eigenen Stärken passen zu den vorhandenen Chancen um eine Chancenrealisierung verwirklichen zu können. Es können auch mehrere Stärken zur Realisierung einer Chance herangezogen werden.

Andere Kombinationen sind beispielsweise die Stärken-Risiken-Kombination, bei der Stärken eingesetzt werden um vorhandene Risiken zu minimieren. Weitere Möglichkeiten sind die Schwäche-Chancen-Kombination und die Schwäche-Risiken-Kombination [7].

In der Literatur ist die SWOT-Analyse auf unternehmerischer Ebene beschrieben. Im gegenständlichen Kontext handelt es sich jedoch um eine Produktanalyse. Es wird das Umfeld der Bauprodukte des Massivbaus durchleuchtet. Dabei werden jene Rahmenbedingungen analysiert, die Einfluss auf Bauprodukte im Bereich des nachhaltigen Bauens haben. Erst wird eine Analyse auf europäischer Ebene vorgenommen und in weiterer Folge auf Österreichischer Ebene. Aus der Umfeldanalyse können in weiterer Folge Chancen und Gefahren für die Massivbauprodukte abgeleitet werden. Im Anschluss an die Umfeldanalyse auf europäischer und nationaler Ebene erfolgt eine Analyse des Massivbaus. Es soll ein Anforderungsprofil an mineralische Bauprodukte bzw. Bausysteme entwickelt werden. Die Betrachtung wird auf genereller Ebene der „Bauprodukte des

Massivbau“ erstellt, ohne im Detail auf Spezifika einzelner Produktgruppen einzugehen.

Im Anschluss an die Umfeldanalyse wird eine produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus durchgeführt. Es werden die künftigen Anforderungen an Bauprodukte im Kontext des nachhaltigen Bauens strukturiert. Aufbauend auf diese Struktur der zukünftigen Anforderungen wird eine interne Analyse der Stärken und Schwächen der Massivbauprodukte durchgeführt. Aus dieser Stärken und Schwächenanalyse werden in weiterer Folge in Kombination mit der Umfeldanalyse Chancen und Gefahren für Massivbauprodukte abgeleitet. Auch wird eine empfohlener Handlungs- und Forschungsbedarf entwickelt.

## 5 Umfeldanalyse

Zu Beginn der SWOT-Analyse wird eine Umfeldanalyse durchgeführt. Dabei werden jene Rahmenbedingungen analysiert, die Einfluss auf Bauprodukte im Bereich des nachhaltigen Bauens haben. Erst wird eine Analyse auf europäischer Ebene vorgenommen. Dabei werden Richtlinien und Verordnungen sowie Strategien und Intentionen der europäischen Kommission auf ihre Relevanz durchleuchtet. Auch Technische Regelwerke der Europäischen Kommission werden genauer betrachtet. Als nächster Schritt wird eine Umfeldanalyse auf österreichischer Ebene durchgeführt. Es werden Anforderungen aus der nationalen Umsetzung des europäischen Regelwerks und der Bauprodukteverordnung in Österreich analysiert. Aus der Umfeldanalyse können in weiterer Folge Chancen bzw. Gefahren für die Massivbauprodukte abgeleitet werden.

### 5.1 Aktuelle Trends

Nachhaltiges Bauen wurde von der europäischen Kommission als Zukunftsmarkt mit großem Potential und daher als sogenannter Leitmarkt eingestuft. Daher sollen hier einige Trends aufgezeigt werden, die in dieser Arbeit in den folgenden Kapiteln näher ausgearbeitet werden:

- Nachhaltiges Bauen als Megatrend
- Life-Cycle-Gedanke
- weiter steigendes Umweltbewusstsein (solange es nichts kostet)
- steigende Anforderungen an Bauprodukte / Gebäude
- steigende Materialvielfalt
- unüberschaubare und weiter steigende Zahl von Vorschriften und Regelwerken („Normenflut“)
- steigendes Bewusstsein für die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes
- steigendes Bewusstsein für Instandhaltungs- und Betriebskosten
- zunehmendes Interesse an einer Abschätzung der Lebenszykluskosten im Planungsstadium (vorerst meist ohne Beseitigungskosten)
- steigende Nachfrage nach Gebäudezertifikaten (vorerst primär bei Nichtwohngebäuden)
- steigende Bedeutung von Nutzungsdauer, Lebensdauer, Dauerhaftigkeit von Bauprodukten
- zunehmendes Interesse an Robustheit von Bauteilen, Konstruktionen, Bauwerken (Widerstandsfähigkeit gegenüber außerplanmäßigen Einwirkungen)
- sinkende Nutzungsdauer von Gebäuden (Büro-, Gewerbe-, Industriebauten)

- Lebensdauer der Bauprodukte, abgestimmt auf die Nutzungsdauer des Gebäudes [8]

## 5.2 Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene

Mit einer Nachhaltigkeitsstrategie für die Bauwirtschaft will die Europäische Kommission mehr qualitatives und quantitatives Wachstum erreichen, ohne die sozialen und ökologischen Aspekte aus den Augen zu verlieren. Es wird auf die Förderung von Niedrig(st)energiegebäuden gesetzt und damit versucht die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Bauwirtschaft zu festigen. Der für Industrie und Unternehmertum zuständige Vizepräsident der Europäischen Kommission Antonio Tajani erklärte dazu am 31.07.2012 in Brüssel: *„In Zeiten einer schweren wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Krise sind Niedrigenergiegebäude eine sichere und tragfähige Investitionsmöglichkeit für die Gesellschaft und für Privatinvestoren. Die Bauwirtschaft sollte dies als Chance dafür begreifen, innovativ zu werden und talentierten Nachwuchs für sich zu gewinnen. Neue Technologien bergen ein enormes Potenzial, und zwar nicht nur für Neubauten, sondern auch für Millionen von Altbauten, die durch die Renovierung nach den Zielen der Strategie „Europa 2020“ hochgradig energieeffizient werden sollen. Wenn wir diese Chance nutzen, kann die Bauwirtschaft zu einem Motor für nachhaltiges Wachstum werden.“* [9]

Weitere bauproduktrelevante Ziele auf europäischer Ebene sind die Schaffung einer Recycling-Gesellschaft, die Reduzierung der Abfallmengen und auch eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen und Ressourcenschonung wird immer mehr in den Vordergrund gerückt.

Das Mandat M/350 "Entwicklung horizontaler standardisierter Methoden für die Beurteilung der integrierten Umweltleistung von Gebäuden" wurde im Jahre 2004 mit dem Ziel erteilt, „eine Methode bereitzustellen, mit der die freiwillige Übergabe von Umweltinformationen erreicht werden soll, um so die Errichtung von nachhaltigen Bauwerken, einschließlich neuer und bestehender Gebäude, zu fördern“ [30]. Das CEN/TC 350 wurde geschaffen, um eine Reihe von Normen und technischen Dokumenten zu entwerfen und auch das Mandat 350 zu unterstützen. Ein Überblick über die bisher veröffentlichten europäischen Normen wird in Kapitel 5.2.4 Technische Regelwerke gegeben.

### 5.2.1 Richtlinien und Verordnungen

Die Verordnung der europäischen Union ist ein Rechtsakt, der sich an die Union selbst, an alle Mitgliedstaaten oder an die Bürger aller Mitgliedstaaten richtet. Verordnungen müssen durch EU-Mitgliedstaaten nicht in nationales Recht umgesetzt werden und sind in all ihren Teilen verbindlich. Das Recht der Mitgliedstaaten, das mit der Verordnung in Widerspruch steht, ist unanwendbar [10].

Die Richtlinie bedarf der Umsetzung innerhalb der Mitgliedstaaten. Eine Richtlinie ist hinsichtlich der zu erreichenden Ziele verbindlich, wobei den Mitgliedstaaten die Umsetzung der Richtlinie selbst überlassen wird.

Die genaue Definition der Richtlinie und Verordnung findet sich in Artikel 288 des Vertrages über die Arbeitsweise der Europäischen Union und lautet wie folgt [11]:

*Die Verordnung hat allgemeine Geltung. Sie ist in allen ihren Teilen verbindlich und gilt unmittelbar in jedem Mitgliedstaat.*

*Die Richtlinie ist für jeden Mitgliedstaat, an den sie gerichtet wird, hinsichtlich des zu erreichenden Ziels verbindlich, überlässt jedoch den innerstaatlichen Stellen die Wahl der Form und der Mittel.*

Das europäische Komitee für Normung CEN hat das Technische Komitee TC eingerichtet. Seit 2005 wird am CEN/TC 350 „Sustainability of construction works“ an Normen für die Bewertung der integrierten Leistungsfähigkeit von Bauwerken über ihren Lebenszyklus gearbeitet mit dem Ziel:

- harmonisierte Methodik zur Bewertung der Umweltleistung von Bauwerken und deren Lebenszykluskosten zu entwickeln.
- Gesundheitliche Anforderungen und Anforderungen an die Behaglichkeit von Bauwerken zu beschreiben.

#### **5.2.1.1 Abfallrahmenrichtlinie (2008) [12]**

RICHTLINIE 2008/98/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 19. November 2008  
über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien

Die Ziele der Abfallrahmenrichtlinie sind

- die Schaffung einer Recycling-Gesellschaft,
- die Deponierung oder Verbrennung von Recyclingmaterialien sollte nicht unterstützt werden.
- die Entkoppelung des Wirtschaftswachstums von den damit verbundenen Umweltauswirkungen.
- die Reduzierung der Abfallmengen und Erhöhung der Recycling- und Wiederverwertungsquoten
- die Schaffung einer modernen Abfallbewirtschaftung
- die Klarheit und Vereinfachung in der Rechtssetzung

Ausnahmen vom Anwendungsbereich der Abfallrahmenrichtlinie sind Böden und Bodenaushub einschließlich nicht ausgehobener kontaminierter Böden sowie nicht kontaminierte Böden und Aushubmaterialien, die an dem Ort, an dem sie ausgehoben wurden, in ihrem natürlichem Zustand wieder verwendet werden.

In der Abfallrahmenrichtlinie wird im Umgang mit Abfällen eine fünfstufige Abfallhierarchie zugrunde gelegt:

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung
5. Beseitigung

In Artikel 8 „Erweiterte Herstellerverantwortung“ zur Verbesserung der Wiederverwendung und der Vermeidung, des Recycling und der sonstigen Verwertung, wird es den Mitgliedstaaten überlassen, Maßnahmen zu treffen, um Hersteller bzw. Importeure eine erweiterte Herstellerverantwortung zu übertragen. Mitgliedstaaten können Maßnahmen ergreifen, damit die bereits erwähnte Abfallhierarchie gewährleistet wird. Dies kann dazu führen, dass Erzeugnisse mit mehrfacher Verwendung, technischer Langlebigkeit und Erzeugnisse mit einer umweltverträglichen Beseitigung gefördert werden.

Die Wiederverwendung oder das Rezyklieren von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen ist in den Mitgliedsstaaten **bis 2020 auf 70 Masseprozent** zu steigern.

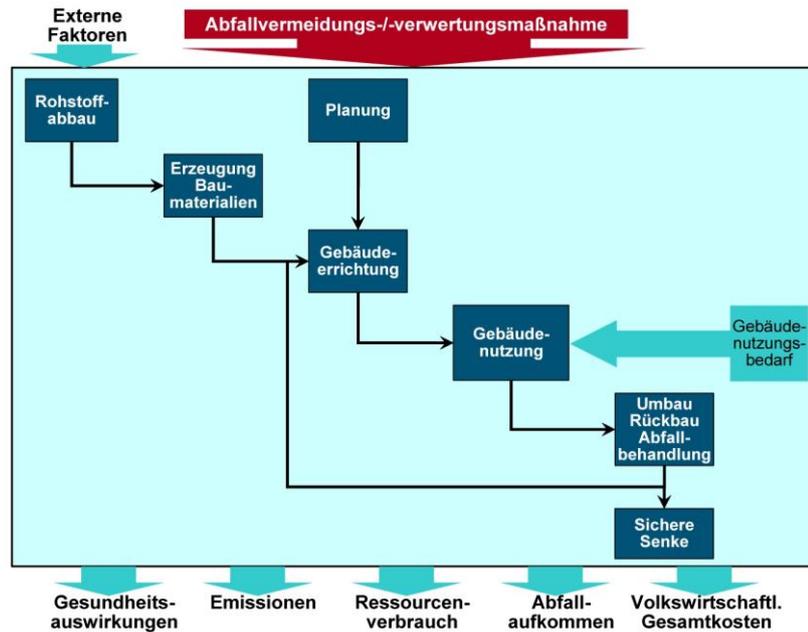
Bis 2014 sollen Ziele für die Abfallvermeidung und Entkopplung der Abfallentstehung vom Wirtschaftswachstum festgelegt werden. Diese Ziele sollen dann 2020 erreicht werden. Bis 2013 sollen Mitgliedstaaten Abfallvermeidungsprogramme erstellen [12].

#### Umsetzung in Österreich:

In der Publikation des Umweltbundesamtes mit dem Titel „Weissbuch Abfallvermeidung und –verwertung in Österreich“ werden Ziele, Grundsätze und Prinzipien vorgestellt, die zu verfolgen sind [13].

Im Anhang B.3. Ökoeffizientes Bauen werden Kernkategorien aufgelistet, um das Aufkommen von Baurestmassen zu vermeiden, den Schadstoffgehalt zu reduzieren bzw. die Verwertung von Baurestmassen zu verbessern:

- Neubau vermeiden
- abfallarmes Bauen
- rationelle Gebäudenutzung
- selektiver Rückbau
- sortenreine Erfassung der Bauabfälle
- hochwertiges Recycling



**Abbildung 5-1:** Abfallvermeidung und -verwertung in allen Lebenszyklusphasen eines Bauwerks [13]

Zu jedem der sechs angeführten Punkte werden im Weissbuch noch nähere Angaben und Maßnahmen aufgezählt [13].

### 5.2.1.2 Gebäude Richtlinie EPBD (2010) [14]

RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 19. Mai 2010  
über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Die Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 wurde neu gefasst und von der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden abgelöst.

Die EU-Länder hatten 2 Jahre Zeit (bis Juli 2012) die Vorgaben in nationales Recht umzusetzen.

In der Richtlinie werden die technischen Einzelheiten der Berechnungsmethode zur Ermittlung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Anhang I angeführt. So werden Anforderungen an die Methode der Berechnung definiert.

Ab dem 1.1.2021 sind alle Neubauten und ab dem 1.1.2019 alle öffentlichen Gebäude als Niedrigstenergiegebäude auszuführen. Niedrigstenergiegebäude oder auch nearly zero-energy buildings sind Gebäude mit einer sehr hohen Energieeffizienz. Der fast bei null liegende Energiebedarf sollte lt. Artikel 9 zu einem wesentlichen Teil aus erneuerbarer Energie bestehen.

Die Mindestanforderungen bei der Modernisierung des Gebäudebestandes gelten bei allen Gebäuden und nicht wie bisher ab 1.000 m<sup>2</sup>.

Der Schwellenwert für den Aushang des Energieausweises in Behörden und Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr wird von 1000 m<sup>2</sup> auf 500 m<sup>2</sup> herabgesetzt. Am 9. Juli 2015 wird dieser Schwellenwert von 500 m<sup>2</sup> auf 250 m<sup>2</sup> herabgesetzt.

Die Energiekennwerte bzw. der Energieausweis sind bei Verkauf und Vermietung unaufgefordert vorzulegen und müssen bei Verkaufs- oder Vermietungsanzeigen angegeben werden.

Energieausweise sind von qualifizierten und / oder zugelassenen Fachleuten zu erstellen und können von einem unabhängigen Kontrollsystem Stichprobenartig kontrolliert werden [14].

### **5.2.1.3 Bauproduktenrichtlinie [15]**

RICHTLINIE DES RATES vom 21. Dezember 1988  
zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über  
Bauprodukte (89/106/EWG)  
geändert durch die Richtlinie des Rates 93/68/EWG vom 22. Juli 1993

Der Rat der europäischen Gemeinschaft hat am 21. Dezember 1988 die Richtlinie zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG) erlassen.

Ziel der Richtlinie ist die Förderung des freien Verkehrs mit Bauprodukten auf dem Binnenmarkt, sowie deren uneingeschränkte Verwendung.

Es wurden sechs wesentliche Anforderungen an Bauwerke definiert. Gemäß Anhang I der Richtlinie handelt es sich um folgende Anforderungen:

1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. Brandschutz
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
4. Nutzungssicherheit
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz

Diesen Anforderungen müssen unter vorhersehbaren Einwirkungen über einen wirtschaftlich angemessenen Zeitraum bei normaler Instandhaltung erfüllt werden [15].

#### 5.2.1.4 Bauprodukteverordnung (2011) [17]

VERORDNUNG (EU) Nr. 305/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND  
DES RATES vom 9. März 2011  
zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten  
und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates

Die Bauprodukteverordnung wurde am 04.04.2012 veröffentlicht. Sie löst die Bauproduktenrichtlinie ab und ist ab 01.07.2013 vollständig gültig. Neu in der Bauprodukteverordnung ist die Grundanforderung 7 „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“. *„Ein Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist:*

- *Das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden können;*
- *das Bauwerk muss dauerhaft sein;*
- *für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden [17].“*

Die Grundanforderung 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ wurde durch die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus erweitert. Es darf keine Gefährdung der Hygiene, Gesundheit und Sicherheit von Arbeitnehmern, Bewohnern oder Anrainern bei Errichtung, Nutzung oder Abriss auftreten [16].

Der Begriff Leistungserklärung wird als Beschreibung der zugesicherten Eigenschaften verstanden und ist Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung. Die CE-Kennzeichnung erfolgt europaweit einheitlich und wird an Bauprodukten angebracht, für die der Hersteller eine Leistungserklärung erstellt hat.

Eine Leistungserklärung ist erforderlich, wenn eine harmonisierte Norm für das betreffende Bauprodukt gilt und Anforderungen in Bezug auf die wesentlichen Merkmale dieses Produktes gelten, wo der Hersteller oder Importeur das Produkt in Verkehr bringen will. Für Produkte, für die es keine harmonisierte Norm gibt, ist die CE-Kennzeichnung auf Basis einer europäisch technischen Bewertung (ETB) möglich. Europäisch technische Bewertung (ETB) ist die neue Bezeichnung der bisherigen europäisch technischen Zulassung (ETZ).

Es gelten vereinfachte Verfahren für Kleinunternehmen, die von einer harmonisierten Norm erfasste Bauprodukte herstellen. Als Kleinunternehmen gilt ein Unternehmen mit nicht mehr als 10 Beschäftigten und einem Jahresumsatz kleiner als 2 Millionen Euro [17].

Laut dem Bericht vom 31. Oktober 2012 zu der Sitzung vom 18. Oktober 2012 des Arbeitskreises Notified Bodies (ANB) zeigte sich, dass für die neue Grundanforderung sieben an Bauwerke (nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen) kein eigenes Mandat vergeben wird. Daher werden auch nach dem 1. Juli 2013 keine Environmental Product Declarations (EPDs) zwingend vorgeschrieben sein [18].

## 5.2.2 Strategien und Intentionen der Kommission

### 5.2.2.1 Thematische Strategie für städtische Umwelt (2006) [19]

#### MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT

##### über eine thematische Strategie für die städtische Umwelt

Ziel dieser Strategie ist es, Städte zu einem attraktiveren und gesünderen Ort zu machen und die negativen Auswirkungen städtischer Ballungszentren auf die Umwelt zu verringern. Es solle eine gemeinsame Methodik zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden entwickelt werden, sowie Indikatoren für die Lebenszykluskosten ausgearbeitet werden.

Die Kommission ermutigt Mitgliedstaaten, regionale und kommunale Behörden dringend, Programme zur Förderung eines nachhaltigen Bauens in ihren Städten aufzustellen. Nachhaltiges Bauen verbessert die Energieeffizienz von Gebäuden und reduziert somit die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Um Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei lokalen und regionalen Akteuren zu fördern, wird die Kommission zur Unterstützung ihrer Energiepolitik das Programm „Intelligente Energie für Europa“ fortführen. Im Grünbuch über Energieeffizienz wird ferner die Frage gestellt, ob der Geltungsbereich der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden auf die Renovierung kleinerer Gebäude ausgeweitet werden sollte.

Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus führt zu einer Reduzierung der Umweltbelastung auf jeder Stufe des Lebenszyklus (Gewinnung, Nutzung, endgültige Beseitigung) [19].

Alle Mitgliedstaaten werden angehalten, bei Ausschreibungen von Bauleistungen und bei der Verwendung von öffentlichen Mitteln für Gebäude und Bauleistungen Anforderungen an die Nachhaltigkeit zu stellen, sowie steuerliche Anreize für nachhaltige Gebäude zu entwickeln [20].

### 5.2.2.2 Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa (2011) [21]

#### MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN

##### Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020

Am 26.01.2011 wurde die Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa vorgestellt. Es handelt sich um eine Leitinitiative der Strategie Europa 2020, in der ein intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum erzielt werden soll. Mit der Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa wird das Ziel verfolgt, den Ressourcenverbrauch vom notwendigen europäischen Wirtschaftswachstum abzukoppeln [21].

### **5.2.2.3 Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa (2011) [22]**

#### MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN

##### Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa

Der am 20.09.2011 vorgestellte Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa behandelt mittel- und langfristige Ziele zur Verwirklichung der Ressourceneffizienz im Kontext mit der Strategie Europa 2020 und der „Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa“. Im Rahmen einer langfristigen Zukunftsperspektive bis zum Jahr 2050 werden Etappenziele für das Jahr 2020 festgelegt.

Es sollten, statt lediglich der Baukosten, zunehmend die während der gesamten Lebensdauer von Gebäuden anfallenden Kosten inklusive der Kosten von Bau- und Abbruchabfällen berücksichtigt werden. Eine Verbesserung des Ressourcen- und Energieverbrauchs während der Lebensdauer von Gebäuden wird zu einer Wettbewerbsfähigkeit des Bausektors und zu einem ressourcenschonenden Immobilienbestand führen. Dies sollte durch die Verwendung besserer und nachhaltiger Werkstoffe, sowie mehr Abfallrecycling geschehen. Vor allem KMUs müssen Anreize für Ausbildungsmaßnahmen und für Investitionen in ressourcenschonende Bauweisen gegeben werden.

Als Etappenziel gilt, dass spätestens im Jahr 2020 für Renovierungen und den Neubau von Gebäuden und Infrastruktur hohe Ressourceneffizienzstandards gelten. Die Anwendung des Lebenszykluskonzepts ist weit verbreitet und alle neuen Gebäude sind Niedrigstenergiegebäude und in hohem Maße materialeffizient. Es gibt Strategien für die Renovierung bestehender Gebäude [14], wonach 2% jährlich kosteneffizient saniert werden und 70% der nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfälle recycelt werden [12].

Die Kommission wird mit den Mitgliedstaaten Pläne zur Investition in Qualifikation, Ausbildungssysteme und Kommunikation bewerten und fortlaufend unterstützen. Weiters wird die Kommission Maßnahmen treffen, die Nachfrage nach ressourcenschonenden Bauweisen und die Anwendung durch Berechnung der Lebenszykluskosten und die nachhaltige Verwendung von Holz im Bauwesen zu fördern [22].

### **5.2.2.4 Leitmarktinitiative „Nachhaltiges Bauen“ (2007) [23]**

#### MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DEN RAT, DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN

##### Eine Leitmarktinitiative für Europa

Im Dezember 2007 rief die EU Kommission eine Leitmarktinitiative für Europa aus. Mit dieser Initiative sollen Märkte gestärkt werden, die das Potenzial haben, ihr Wirtschaftsvolumen bis 2020 mehr als zu verdoppeln und zusammen eine Million

Arbeitsplätze zu schaffen. Die EU Kommission hat sechs erste Leitmärkte benannt. „Nachhaltiges Bauen“ ist einer dieser Leitmärkte.

Die Aufgaben und Ziele für den Leitmarkt des Nachhaltigen Bauens sind in einem Aktionsplan zusammengestellt worden.

Das Baugewerbe erwirtschaftet 10% des BIP, beschäftigt 7% aller Arbeitskräfte, Gebäude verbrauchen 42% der Energie und durch Gebäude entstehen 35% aller Treibhausgase.

Das Nachhaltige Bauen stellt einen umfassenden Marktbereich dar, der Umweltaspekte, Gesundheitsfragen und den Komfort der Nutzer berücksichtigt.

Auf dem Gebiet des Nachhaltigen Bauens will die Europäische Kommission den Geltungsbereich der Richtlinien über die Gesamteffizienz von Gebäuden ausweiten und EU-weite Energieeffizienzziele für neue und renovierte Gebäude einführen und die Entwicklung europäischer Standards anstoßen, die das Nachhaltige Bauen berücksichtigen und fördern.

Aufgaben und Ziele des Leitmarktes sind in einem Aktionsplan zusammengestellt [23].

#### **5.2.2.5 Aktionsplan Nachhaltiges Bauen**

Zur Umsetzung des Aktionsplans wurden 3 Arbeitsgruppen gegründet:

##### WG1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Normung:

- Nachhaltige Baukriterien: ökologisch, ökonomisch, sozial
- Schwerpunkt auf Energie
- In EU-27 wurde noch wenig in Bauvorschriften implementiert
- Nur wenig Aufmerksamkeit für bestehende Gebäude
- Nur wenig Aufmerksamkeit auf die Lebensdauer eines Gebäudes

##### WG 2 Lebenszykluskosten und Öffentliche Beschaffung:

- Bildung der WG 2 wurde zurückgestellt
- Ziel war es die Zuschlagskriterien von Billigstbieter auf Nachhaltigkeitsaspekte und Lebenszykluskosten zu lenken

##### WG 3 Strategien für das Nachhaltige Bauen

- Erstellen einer Übersicht nationaler Strategien im Bereich nachhaltiges Bauen, insbesondere Zielsetzungen, Prioritäten, Meilensteine, Monitoring Prozesse, Bewertungsmethoden, länderübergreifende Vergleiche und Identifikation von Ergänzungen zur Leitmarktinitiative.
- Der Schwerpunkt der Betrachtung sollte auf Bestandsgebäude ausgerichtet sein. Dazu gehören beispielweise Auflagen in der Denkmalpflege, Zugänglichkeit / Barrierefreiheit oder energetische Sanierung.

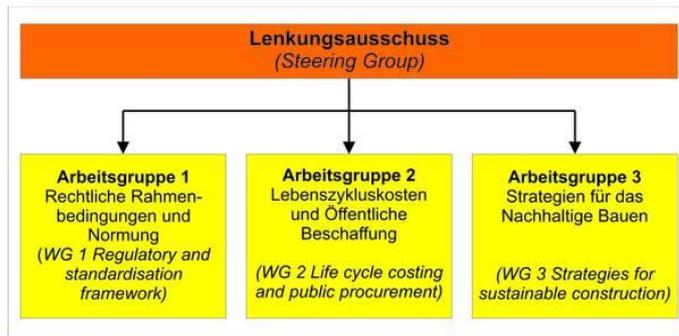


Abbildung 5-2: Arbeitsgruppen im Rahmen der Leitmarktinitiative Nachhaltiges Bauen [24]

### 5.2.2.6 Strategie Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit des Baugewerbes (2012) [25]

MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT

Strategie für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit des Baugewerbes und seiner Unternehmen

In der Strategie für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit des Baugewerbes und seiner Unternehmen vom 31.07.2012 wird der Baubranche eine wichtige Rolle zugeteilt. Dieser Wirtschaftszweig erwirtschaftet fast 10% des BIP und hat 20 Millionen Arbeitsplätze.

Angesichts der Bedeutung der Bauwirtschaft für das BIP und die Beschäftigung in der EU stellt die Wettbewerbsfähigkeit der Bauwirtschaft eine politische Dauerpriorität dar. Eine Politik zugunsten der nachhaltigen Förderung von Gebäuderenovierungen sollte als eine Möglichkeit erkannt werden, Geschäft und Beschäftigung in der Bauwirtschaft mit neuem Leben zu füllen.

Langfristige Investitionen in transeuropäische Netze, in Forschung und Innovation, sowie in eine solidere Grundlage im Bereich des Humankapitals, führen zu einer Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Baubranche sowohl innerhalb des EU-Binnenmarktes als auch auf den internationalen Märkten. Es sollte ein eindeutiger Rechtsrahmen und harmonisierte Leistungsbewertungsverfahren für Nachhaltigkeit zur Verfügung stehen, um einen reibungslosen Binnenmarkt für Bauprodukte und –leistungen zu gewährleisten [25].

### 5.2.2.7 Roadmap 2050 [26]

MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN

Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050

In der Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen wurde am 08.03.2011 ein „Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050“ veröffentlicht. Ziel der Mitteilung ist es, Maßnahmen vorzustellen, mit denen die EU ihr Klimaziel für 2050 erreichen kann bzw. soll.

Zum Schutz des Klimas hat sich die EU verpflichtet, bis 2020 Treibhausgasemissionen um 20% gegenüber 1990 zu reduzieren, die Anteile an erneuerbaren Energieträgern am Energiemix auf mindestens 20% zu erhöhen und die Energieeffizienz um 20% zu verbessern.

Um den globalen Klimawandel auf weniger als 2°C Erwärmung zu begrenzen soll die EU bis 2050 zu einem wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaftssystem übergehen und Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% gegenüber 1990 reduziert werden. In der Mitteilung wird ein Fahrplan für mögliche Maßnahmen bis 2050 mit denen das Klimaschutzziel erreicht werden kann vorgestellt.

Die Kommission schlägt für die verschiedenen Wirtschaftssektoren unterschiedlich hohe CO<sub>2</sub> Emissionssenkungen vor. Der Sektor Gebäude soll Emissionen um etwa 90% bis 2050 senken. Dafür ist es erforderlich ab dem Jahr 2021 sämtliche Neubauten nach Nullenergiestandard zu errichten. Eine Herausforderung wird jedoch die Nachrüstung bestehender Gebäude bzw. die Finanzierung der Investitionen. Die Kommission schätzt, dass für die Nachrüstung bestehender Gebäude mit energiesparenden Gebäudekomponenten und –ausrüstungen bis 2020 rund 200 Mrd. Euro investiert werden müssen [26].

### 5.2.3 Beispiele für weitere Aktivitäten in der EU

#### 5.2.3.1 MaRess (2007 bis 2010) [27]

##### Materialeffizienz und Ressourcenschonung (MaRess)

Ziel des MaRess-Projektes ist die übergreifende und umfassende Analyse von Möglichkeiten zur Ressourcenschonung in den Bereichen Produktion und Konsum. Es sollen Potenziale ermittelt, Maßnahmen und Instrumente analysiert sowie Umsetzungsvorschläge gemacht werden.

Ein Ansatz des MaRess-Projektes ist die Einführung einer Baustoffsteuer je abgebauter Tonnen Sand, Kies, Schotter und Kalkstein. Damit soll der gesamte Verbrauch an Ressourcen reduziert werden. *„Verlagerungsprozesse des Sektors Gewinnung von Steinen und Erden und den nachfolgenden Produktionsstufen ins Ausland sind aufgrund einer solchen Baustoffsteuer nicht zu erwarten. Erwartet wird jedoch ein steigender Einsatz an Recycling- und Sekundärrohstoffen für den Baubereich. Verlagerungen von Betriebsstätten des Sektors sind auch aufgrund der hohen Transportkosten unwahrscheinlich. Zugleich sollte ein Ausgleich für die Abbaugelände vorgesehen werden, um die Umweltfolgekosten zu internalisieren und regionale Innovationspotentiale zu erschließen.“*

Auch Maßnahmen zur Einsparung von Energie und Emissionen im Gebäudebereich durch Dämmungen wurden analysiert. Energieeinsparmaßnahmen können durch die für die Herstellung der Dämmung benötigte Energie aufgehoben werden. Als wesentliches Ergebnis hat sich gezeigt, dass Dämmstoffstrategien sowohl mittels XPS (sic!) als auch mittels Zellulose wesentlich zu Materialeffizienz- und Emissionsminderungszielen beitragen.

Daraus resultierende Empfehlungen sind:

- Energiespar- und Effizienzstrategien sollten zügig umgesetzt werden und hätten positive Wirkung auf fast alle Umweltwirkungskategorien (insbesondere stofflichen Ressourcenverbrauch und fast alle Emissionsindikatoren). Jedoch ist das Treibmittel von XPS-Dämmungen entscheidend (CO<sub>2</sub> oder Fluorkohlenwasserstoffe (FKW)).
- Nicht nur Dämmstoffe, sondern generell Baustoffe sind auf Ressourcenauswirkung in der Herstellung untersuchen.
- Die Ökobilanz-Methodik ist mit umfassenden stofflichen Ressourcenindikatoren zu koppeln und Datensätze sollten bereitgestellt werden [27].

### 5.2.3.2 Leitfaden Architekturpolitik (2009) [28]

#### MITTEILUNG DER KOMMISSION Leitfaden zur Architekturpolitik der Kommission

In dem am 23. September 2009 veröffentlichten „*Leitfaden zur Architekturpolitik der Kommission*“ werden Grundzüge der Architekturpolitik festgelegt, die jeder Marktteilnehmer im Rahmen der Umsetzung der Gebäudepolitik der Kommission zu berücksichtigen hat. Bei allen Ausschreibungen, bei denen die Kommission beteiligt ist, gilt der Leitfaden als Bezugsgröße.

Es sind 10 Bezugsэлеmente herausgearbeitet, die während der gesamten Lebensdauer eines Gebäudes zu berücksichtigen sind. Die drei für Bauprodukte relevanten Bezugsэлеmente sind:

Pkt. 3. Umweltschutz und Energieeffizienz:

Es ist ein Energiekonzept für jedes Gebäude zu erstellen.

Der Schadstoffausstoß ist zu begrenzen.

Erneuerbare Energien sind zu fördern.

Materialien mit geringen Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus sind zu verwenden.

Ein Konzept für nachhaltige/ökologische Nutzung des Gebäudes ist erstellen.

Pkt. 4. Bauqualität und Wohlbefinden

Richtige Materialwahl um die Instandhaltung, die Nachhaltigkeit und den Alterungsprozess zu optimieren.

Die Luftqualität, die Schalldämpfung (sic!) und die Helligkeit usw. müssen die Voraussetzungen für das Wohlbefinden und die Gesundheit in den Gebäuden erfüllen.

Pkt. 8. Funktionalität, Modularität und Flexibilität

Gebäude müssen möglichst modular, das heißt für eine problemlose Umgestaltung der Innenräume geeignet sein

Da ein vorrangiges Ziel der Kommission der Umweltschutz und die Senkung des Energieverbrauches ist, wird die Verwendung von Materialien mit geringen Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus, sowie eine „nachhaltige/ökologische“ Nutzung des Gebäudes gewünscht. Dabei verweist die Kommission auf Methoden der Evaluierung der Umweltverträglichkeit, wie beispielsweise die DGNB. Unter Bauqualität und Wohlbefinden wird die noch gültige Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG für Bauprodukte angeführt [28].

#### 5.2.4 Technische Regelwerke [29]

Auf europäischer Ebene wird die Entwicklung des nachhaltigen Bauens durch zahlreiche Richtlinien, Verordnungen oder Strategieprogramme unterstützt und beschleunigt. Im Jahr 2004 wurde das Mandat 350 „Entwicklung horizontaler standardisierter Methoden für die Beurteilung der integrierten Umwelleistung von Gebäuden“ gegründet. Ziel der Kommission war es, „eine Methode bereitzustellen, mit der die freiwillige Übergabe von Umweltinformationen erreicht werden soll, um so die Errichtung von nachhaltigen Bauwerken, einschließlich neuer und bestehender Gebäude, zu fördern“ [31].

Das CEN/TC 350 ist verantwortlich für die Entwicklung freiwilliger, horizontaler, standardisierter Methoden für die Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten neuer und bestehender Bauwerke und für die Normen betreffend die Umweltproduktdeklarationen von Bauprodukten. Diese Normen sollen allgemein anwendbar (horizontaler Ansatz) und maßgeblich für die Bewertung der ganzheitlichen Leistung/Qualität (Performance) von Gebäuden über den Lebenszyklus sein. Sie beschreiben eine harmonisierte Methodik für die Bewertung des Umweltverhaltens von Gebäuden, der Lebenszykluskosten und der quantifizierbaren Gebäudequalität in Bezug auf Gesundheit und Behaglichkeit [33].

Neben dem europäischen Normungsinstitut CEN laufen auch im Rahmen der internationalen Normungsorganisation ISO zahlreiche Normungsvorhaben zum Thema „Sustainable Construction“. Im Anbetracht der Bedeutung für die österreichische Baustoffindustrie werden jedoch im Folgenden nur die aktuellen europäischen Regelwerke für nachhaltiges Bauen angeführt. Nähere Hinweise auf aktuelle ISO-Normen sind in [29] zu finden.

Im Folgenden soll ein Überblick über die bisher veröffentlichten europäischen Normen gegeben werden.

### 5.2.4.1 Normenreihe EN 15643-1 bis EN 15643-4 [34, 35, 36, 37]

#### *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden*

In der Normenreihe EN 15643 wird die Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden in ökologischer und ökonomischer Qualität, sowie soziale Aspekte betrachtet.

Die Normenreihe der ÖNORM EN 15643 „Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden“ besteht aus vier Teilen:

- ÖNORM EN 15643-1 (2010-11-01): Allgemeine Rahmenbedingungen

Dieser Teil enthält allgemeine Grundsätze und Anforderungen an die Bewertung von Gebäuden hinsichtlich ihrer umweltbezogenen, sozialen und ökonomischen Qualität unter Berücksichtigung der technischen Eigenschaften und Funktionalität eines Gebäudes. Bei neuen Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus und bei Bestandsgebäuden für deren restliche Lebensdauer und die Entsorgungsphase [34].

- ÖNORM EN 15643-2 (2011-04-15): Rahmenbedingungen für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität

Diese Norm beschränkt sich auf die umweltbezogene Dimension der Nachhaltigkeit, auf die Beschreibung der Umweltauswirkungen und -aspekte eines Gebäudes hinsichtlich der lokalen, regionalen und globalen Umwelt. Die Ökobilanz wird beurteilt und zusätzliche Informationen werden an Hand von quantifizierbaren Indikatoren angegeben. Die Analyse der Umweltauswirkungen wird nicht behandelt. Folgende Gruppen von Umweltindikatoren sind im Anhang B der Norm aufgelistet:

- B.1.1 Indikatoren für Umweltauswirkungen
  - Potential für den abiotischen Ressourcenabbau
  - Versauerung von Boden- und Wasserressourcen
  - Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht
  - Eutrophierung
  - Bildung von bodennahem Ozon
  - Treibhauspotential
- B.1.2 Indikatoren für den Einsatz von Ressourcen
  - Einsatz von nicht erneuerbarer Primärenergie, ausgenommen als Ausgangsstoffe verwendete nicht erneuerbare Primärenergien
  - Einsatz von erneuerbarer Primärenergie, ausgenommen als Ausgangsstoffe verwendete erneuerbare Primärenergien
  - Einsatz von nicht erneuerbaren Primärenergien, die als Ausgangsstoffe verwendet werden
  - Einsatz erneuerbaren Primärenergien, die als Ausgangsstoffe verwendet werden
  - Einsatz von Sekundärstoffen
  - Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen
  - Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen
  - Einsatz von Süßwasserressourcen

- B.1.3 Indikatoren für weitere umweltbezogene Informationen
  - Komponenten für die Wiederverwertung
  - Stoffe zum Recycling
  - Stoffe für die Energierückgewinnung
  - nicht gefährliche Abfälle zur Deponierung
  - gefährliche Abfälle zur Deponierung
  - radioaktive Abfälle zur Deponierung
  - exportierte Energie

Weitere Indikatoren, die noch keine Grundlage der Norm bilden sind:

- B.2.1 Indikatoren für Umweltauswirkungen
    - Biodiversität
    - Ökotoxizität
    - Toxizität für den Menschen
    - Änderung der Landnutzung.
  - B.2.2 Indikatoren für den Einsatz von Ressourcen
    - Einsatz von nicht erneuerbaren Ressourcen außer Primärenergie
    - Einsatz von erneuerbaren Ressourcen außer Primärenergie
  - B.2.3 Indikatoren für weitere umweltbezogene Informationen
    - Einsatz von nachhaltig bewirtschafteten Stoffen
    - Einsatz von nachhaltig bewirtschafteten Brennstoffen [35]
- ÖNORM EN 15643-3 (2012-03-15): Rahmenbedingungen für die Bewertung der sozialen Qualität

In diesem Teil der Normenreihe wird die soziale Dimension der Nachhaltigkeit betrachtet. Das Ausmaß der sozialen Qualität wird durch Indikatoren in unterschiedlichen Kategorien wie folgt gegliedert:

- Zugänglichkeit
  - Anpassungsfähigkeit
  - Gesundheit und Behaglichkeit
  - Belastungen für die benachbarten Bereiche
  - Instandhaltung
  - Sicherheit/Schutz
  - Beschaffung von Materialien und Dienstleistungen
  - Einbeziehung der Beteiligten [36]
- ÖNORM EN 15643-4 (2012-03-15): Rahmenbedingungen für die Bewertung der ökonomischen Qualität

Die ökonomische Qualität eines Gebäudes befasst sich mit den Lebenszykluskosten und weiteren ökonomischen Aspekten, die mittels quantitativer Indikatoren angegeben werden.

In der gegenwärtigen Fassung der Norm sind entstehende Kosten über den Lebenszyklus und der Kapitalwert über den Lebenszyklus als Indikatoren definiert. Es sind auch weitere potentielle Indikatoren aufgelistet, die in der aktuellen Fassung der Norm noch nicht als Grundlage dienen, jedoch als Vorschlag für zukünftige Versionen zu verstehen sind.

- Verhältnis Marktwert/Investitionskosten
- Prüfung der Stabilität des langfristigen ökonomischen Wertes
- Indikator zur Darstellung des wirtschaftlichen Risikos
- Externe Kosten
- Ersatzindikatoren für ökonomische Aspekte (z.B. Energieeffizienz, Anpassungsfähigkeit an Nutzungsänderungen, Standortrisiko, Zugänglichkeit, Flächeneffizienz) [37]

Die Normenreihe enthält weder Regeln der Verfahrensweise der Bewertung, noch Grenzwerte, Klassen oder Richtwerte. Zweck ist eine Vergleichbarkeit der Bewertungsergebnisse mit Hilfe der Norm im Hinblick ökologischer, ökonomischer und sozialer Qualität eines Gebäudes.

#### **5.2.4.2 EN 15804 (2012-04-01) [38]**

##### *Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*

Die ÖNORM EN 15804 bietet eine Grundlage für einheitliche Umweltproduktdeklarationen für Bauprodukt, Bauleistungen und Bauprozesse. Damit liefert die Norm die grundlegenden Anforderungen an Produktkategorieregeln für Typ-III-Umweltdeklarationen für Bauprodukte und Bauleistungen aller Art. In den Produktkategorieregeln werden jene Parameter definiert, die deklariert und kommuniziert werden müssen und wie diese auf ihre Vollständigkeit überprüft werden.

Es wird beschrieben welche Phasen im Lebenszyklus eines Produktes in der Umweltproduktdeklaration zu berücksichtigen sind und welche Prozesse in den einzelnen Phasen miteinzubeziehen sind. Weiters werden Regeln zur Entwicklung von Szenarien sowie zur Berechnung der Sachbilanz, zur Wirkungsabschätzung und für die Kommunikation von Informationen definiert. Die Norm schreibt auch fest, unter welchen Voraussetzungen Bauprodukte auf Informationen aus der EPD verglichen werden dürfen. Durch die definierten Produktkategorieregeln ist es möglich einheitliche Daten bereitzustellen und die zugrunde liegenden Umweltinformationen zu kommunizieren.

Für die Ökobilanz sind einzelne Phasen des Produktlebenszyklus von Bedeutung. In der Norm werden die in Abbildung 5-3 abgebildeten Lebenszyklen in Informationsmodulgruppen unterteilt.

Die Deklaration der Module der Herstellungsphase, Rohstoffgewinnung und -verarbeitung, die Verarbeitungsprozesse, der Transport zum Hersteller und die Herstellung selbst, ist für die Übereinstimmung mit dieser Norm Pflicht.

Definierte Lebenszyklusphasen lt. ÖNORM EN 15804:

A 1-3 Herstellungsphase; A 4-5 Errichtungsphase; B 1-7 Nutzungsphase; C 1-4 Entsorgungsphase; D Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen

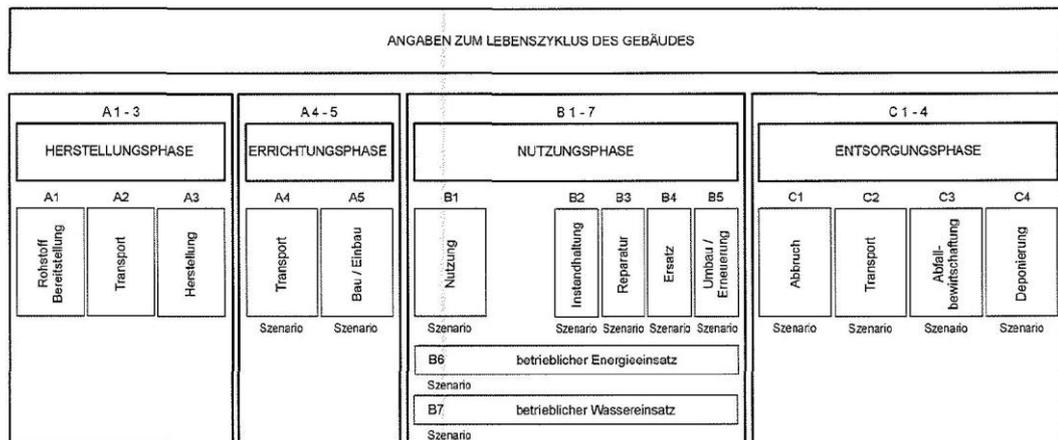


Abbildung 5-3: Lebenszyklus lt. ÖNORM EN 15804 [38]

Indikatoren für Umweltauswirkungen:

- Potential für den abiotischen Ressourcenabbau;
- Versauerung von Boden- und Wasserressourcen;
- Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht;
- Eutrophierung;
- Bildung von bodennahem Ozon;
- Treibhauspotential.

Indikatoren für den Einsatz von Ressourcen (Umweltaspekte) (Tabelle 4)

- erneuerbare Primärenergie o. Energieträger als Rohstoffe
- Erneuerbare Energieträger als Rohstoffe
- Gesamteinsatz erneuerbarer Primärenergie
- Nicht erneuerb. Primärenergie o. Energieträger als Rohstoffe
- Nicht erneuerb. Energieträger als Rohstoffe
- Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie
- Einsatz von Sekundärstoffen;
- Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen;
- Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen;
- Einsatz von Süßwasserressourcen.

Indikatoren für zusätzliche umweltbezogene Informationen (Umweltaspekte) (Tabelle 5)

- Gefährlicher Abfall zur Deponierung
- Entsorgter nicht gefährlicher Abfall
- Entsorgter radioaktiver Abfall
- Komponenten für die Weiterverwendung
- Stoffe zum Recycling
- Stoffe für die Energierückgewinnung
- Exportierte Energie

Eine der EN 15804 entsprechende EPD enthält quantifizierte Umweltdaten für ein Bauprodukt oder eine Bauleistung. Der Zweck einer EPD ist es, die Grundlage für die Beschreibung und Beurteilung von Gebäuden und anderen Bauwerken zu schaffen und die Umweltbelastungen zu identifizieren und vergleichbar zu machen [38].

#### 5.2.4.3 EN 15941 (2009-08-31) [39]

*Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Methoden für Auswahl und Verwendung von generischen Daten*

Die ÖNORM EN 15941 bietet eine Anleitung zur Auswahl und Anwendung unterschiedlicher Typen von generischen Daten, die für die Erstellung und Verifizierung von Umweltdeklarationen für Produkte (EPD) zur Verfügung stehen. Datentypen und mögliche Datenquellen sowie Hinweise zur Auswahl entsprechender Daten werden angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Aggregationsstufen für Daten für Materialkomponenten, Elemente und Gebäude gibt und die Anforderungen an die Qualität werden erläutert.

Die EN 15804 erlaubt den Einsatz von generischen Daten für vorgelagerte und nachgelagerte Prozesse zur Berechnung einer EPD. Dabei handelt es sich um Informationen, die nicht systemspezifisch untersucht wurden. Grundsätzlich sind spezifische Daten von spezifischen Produktionsprozessen oder Durchschnittsdaten aus spezifischen Prozessen den generischen Daten vorzuziehen.

Für die Erstellung einer EPD müssen einheitliche generische Daten für allgemeine Prozesse wie Energiesysteme, Transportsysteme, Basismaterialien, Entsorgungsprozesse und Verpackungsmaterialien verwendet werden. Bei der Verwendung von generischen Daten sollen folgende Kriterien beachtet werden:

- Repräsentativität der Daten bezüglich regionaler Abdeckung und dem Alter der Daten
- Plausibilitätsprüfung
- Prüfung auf Vollständigkeit und Konsistenz
- Verlässlichkeit der Quelle der Daten [39]

#### 5.2.4.4 EN 15942 (2011-12-15) [40]

##### *Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Kommunikationsformate zwischen Unternehmen*

Diese Norm gilt für alle Bauprodukte, Prozesse und Dienstleistungen, die sich auf Gebäude und Bauleistungen beziehen. Es wird das Format für die Kommunikation der Inhalte zwischen Unternehmen, die in der EN 15804 definiert sind, festgelegt. Es wird nicht die Kommunikation zwischen Unternehmer und Verbraucher behandelt.

Umweltbezogene Informationen werden in eine allgemeine Dokumentenvorlage eingetragen welche als Informationstransfermatrix (ITM) bezeichnet wird [40].

#### 5.2.4.5 EN 15978 (2012-10-01) [41]

##### *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bestimmung der Umwelleistung von Gebäuden – Berechnungsmethode*

Diese Europäische Norm ist bei der Evaluation und Bewertung von Entwurfsoptionen und Spezifikationen für neue und bereits bestehende Gebäude, sowie für Modernisierungsprojekte vorgesehen. Es wird eine auf der Ökobilanz basierende Berechnungsmethode zur Bewertung der umweltbezogenen Qualität eines Gebäudes und ein Mittel zur Kommunikation des Ergebnisses dieser Bewertung zur Verfügung gestellt.

Diese Norm enthält:

- die Beschreibung des Zwecks der Bewertung
- die auf der Gebäudeebene geltende Systemgrenze
- das bei der Bestandsanalyse anzuwendende Verfahren
- eine Liste von Indikatoren und Verfahren zur Berechnung dieser Indikatoren
- die Anforderungen an die Darstellung der Ergebnisse im Berichtswesen und bei der Kommunikation
- die Anforderungen an die für die Berechnung benötigten Daten [41].

#### 5.2.4.6 EN 1990 (2003-03-01) [42]

##### *Eurocode Grundlagen der Tragwerksplanung*

Diese Norm legt Prinzipien für die Tragwerkssicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken fest.

EN 1990-1 Einwirkungen auf Tragwerksplanung

EN 1990-2 Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten

Tragwerke sind so zu planen, dass Einflüssen und Einwirkungen (auch Gebrauchstauglichkeit) sowohl bei der Errichtung als auch über die gesamte Nutzungsdauer zuverlässig und wirtschaftlich standgehalten wird. Bei der Planung ist ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit zu berücksichtigen. Im Brandfall ist auf eine ausreichende Tragfähigkeit über die Feuerwiderstandsdauer zu bemessen. Bei Explosionen, Anprall oder menschlichem Versagen sind Tragwerke so zu gestalten, dass keine Schadensfolgen auftreten, die in keinem Verhältnis zur Schadensursache stehen. Diese ÖNORM kann auch zur Beurteilung des Tragverhaltens bestehender Bauwerke bei Instandsetzungs- und Umbaumaßnahmen oder bei beabsichtigten Nutzungsänderungen angewendet werden. Die geplante Nutzungsdauer von Tragwerken sollte in der Planungsphase festgelegt werden. Es sind folgende Nutzungsdauern lt. EN 1990 in Abbildung 5-4 dargestellt: [42]

Klasse der Nutzungsdauer	Planungsgröße der Nutzungsdauer (in Jahren)	Beispiele
1	10	Tragwerke mit befristeter Standzeit <sup>a</sup>
2	10–25	Austauschbare Tragwerksteile, z. B. Kranbahnträger, Lager
3	15–30	Landwirtschaftlich genutzte und ähnliche Tragwerke
4	50	Gebäude und andere gewöhnliche Tragwerke
5	100	Monumentale Gebäude, Brücken und andere Ingenieurbauwerke

<sup>a</sup> ANMERKUNG Tragwerke oder Teile eines Tragwerks, die mit der Absicht der Wiederverwendung demontiert werden können, sollten nicht als Tragwerke mit befristeter Standzeit betrachtet werden.

**Abbildung 5-4:** Klassifizierung der Nutzungsdauer [42]

#### 5.2.4.7 fib Model Code 2010 [43]

Der fib Model Code<sup>2</sup> ist eine Richtlinie für den Entwurf von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken und gilt als Vorlage für zukünftige Normen. Entsprechende Model Codes wurden bereits in den Jahren 1970, 1978 und 1990 veröffentlicht.

Das Hauptziel des Model Code 2010 ist die Entwicklung und Anwendung von verbesserten Baumaterialien. Es wird auf hochfesten Beton, Stahlfaserbeton oder nichtmetallische Bewehrungen Aufmerksamkeit gelegt. In den Model Code 2010 wurde auch der Faktor Zeit im Sinne der Nutzungsdauer miteinbezogen. Der Model Code beinhaltet Kapitel vom konstruktiven Entwurf über die Kräfteübertragung, Ausführung bis zum Rückbau. Nichtmetallische Bewehrungen und Fasern werden ebenfalls als Bewehrung angesehen. Es werden zahlreiche statische als auch nichtstatische Lastfälle, aber auch Erdbeben, Materialermüdung und Einschläge bzw. Explosionen berücksichtigt.

<sup>2</sup> „fib Model Code2010“ Final draft, prepared by Special Activity Group 5, September 2011

Der Model Code 2010 unterscheidet 4 unterschiedliche Phasen in der Lebenszyklusbetrachtung:

- Entwurfsphase
- Produktions- und Ausführungsphase
- Verwendungsphase
- Endphase (Abbruch, Wiederverwendung)

In den Model Code 2010 wurden Nachhaltigkeitsüberlegungen aufgenommen, somit ist die Bemessung einer Konstruktion über einen im Vorfeld festgelegten Zeitraum (Lebenszyklus) durchzuführen. Für den Nachweis der Nachhaltigkeit werden im Model Code 2010 unterschiedliche Nachweisniveaus angeboten (I bis III).

Niveau I betrifft Methoden, die derzeit bereits in mehreren Ländern angewendet werden wie beispielsweise BREEAM in England, BREEAM-NL in den Niederlanden oder LEED in den USA.

Das Niveau II fordert eine „Umwelteinflussberechnung“ auf Element- oder Konstruktionsebene für den Entwerfenden. Dabei ist die gespeicherte Energie (Embodied Energie EE) oder die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die globale Erwärmung (GWP = Global Warming Potential) zu ermitteln. Das GWP stellt Treibhausgase und deren Einfluss auf die globale Erwärmung einem definierten Volumen an CO<sub>2</sub> gleich, wobei die Einheit Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kilogramm Material ist. Für eine Niveau-II-Berechnung ist eine Ermittlung der gesamten Menge jedes Materials (wie Beton, Bewehrungs- oder Spannstahl) die in der Konstruktion oder Konstruktionsteilen verwendet werden.

Die Niveau-III-Berechnung ist eine vollständige Lebenszyklusanalyse für ein System mit deutlichen Randbedingungen, in Einklang mit der ISO 14040 „Umweltmanagement – Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen“. Die Analyse erfolgt über die gesamte Ausführungsphase, Nutzungszeit und die Zeit nach dem Rückbau. Es sollte auch auf die Dauerhaftigkeit und den Unterhalt, Recycling und Wiederverwendung Rücksicht genommen werden. Die Niveau-III-Analyse ist meist geeignet für großmaßstäbliche Konstruktionen.

Im Kapitel 7.1 wird das Konzeptuelle Entwerfen (Conceptual design) behandelt. Es wird die Möglichkeit forciert, schon in der Entwurfsphase die Lebensdauer der Konstruktion zu erhöhen bzw. die Nutzung von Bauteilen oder Materialien nach dem Rückbau zu stimulieren.

Kapitel 7.10 behandelt das Thema Nachhaltigkeit. Dieses Kapitel ist nicht sehr umfangreich, da der Model Code nur etwa alle 20 Jahre erscheint und der Bereich der Nachhaltigkeit sich sehr schnell entwickelt. Im Model Code wurden lediglich Prinzipien formuliert, um die Entwicklung nicht zu bremsen.

Grenzzustände in Bezug auf die Dauerhaftigkeit werden in Kapitel 7.8 behandelt. Der Ingenieur soll bereits in der Entwurfsphase angeregt werden, sich über die Erhaltung der Konstruktion Gedanken zu machen.

Das Kapitel 10 geht auf den Rückbau ein. Es wird das Ende der Lebensdauer definiert und der entwerfende Ingenieur soll Überlegungen über das Ende der Konstruktion anstellen, beziehungsweise, wie das Gebäude entfernt oder wiederverwendet (auch teilweise) werden kann [43].

## 5.3 Österreichische Ebene

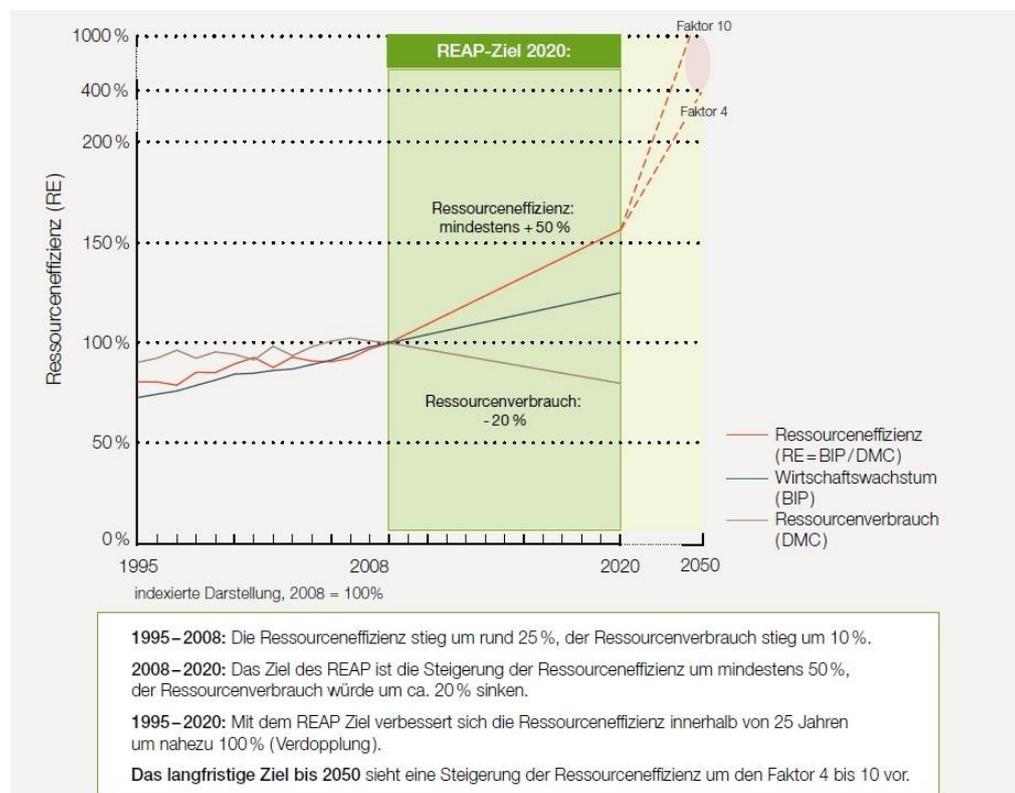
### 5.3.1 Ressourceneffizienz – Aktionsplan (REAP) (2012) [44]

Unter der Leitung des Lebensministeriums entwickelte Österreich seit 2010 einen „Nationalen Ressourceneffizienz – Aktionsplan. Der im Rahmen eines Stakeholderprozesses entstandene „Ressourceneffizienz – Aktionsplan“ ist am 20. September 2011 erschienen und stellt einen konkreten Beitrag Österreichs zur EU-Initiative „Ressourcenschonendes Europa“ dar. Es werden Ziele zur Steigerung der Ressourceneffizienz definiert, sowie wesentliche Aktionsfelder, Instrumente und Maßnahmen für eine Umsetzung vorgeschlagen.

Hauptziel des Aktionsplans ist es, den Ressourcenverbrauch erheblich zu reduzieren und die Chancen, die sich durch eine Ressourceneffizienzsteigerung für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft ergeben, innovativ und erfolgreich zu nutzen.

Weitere Ziele des Aktionsplans sind:

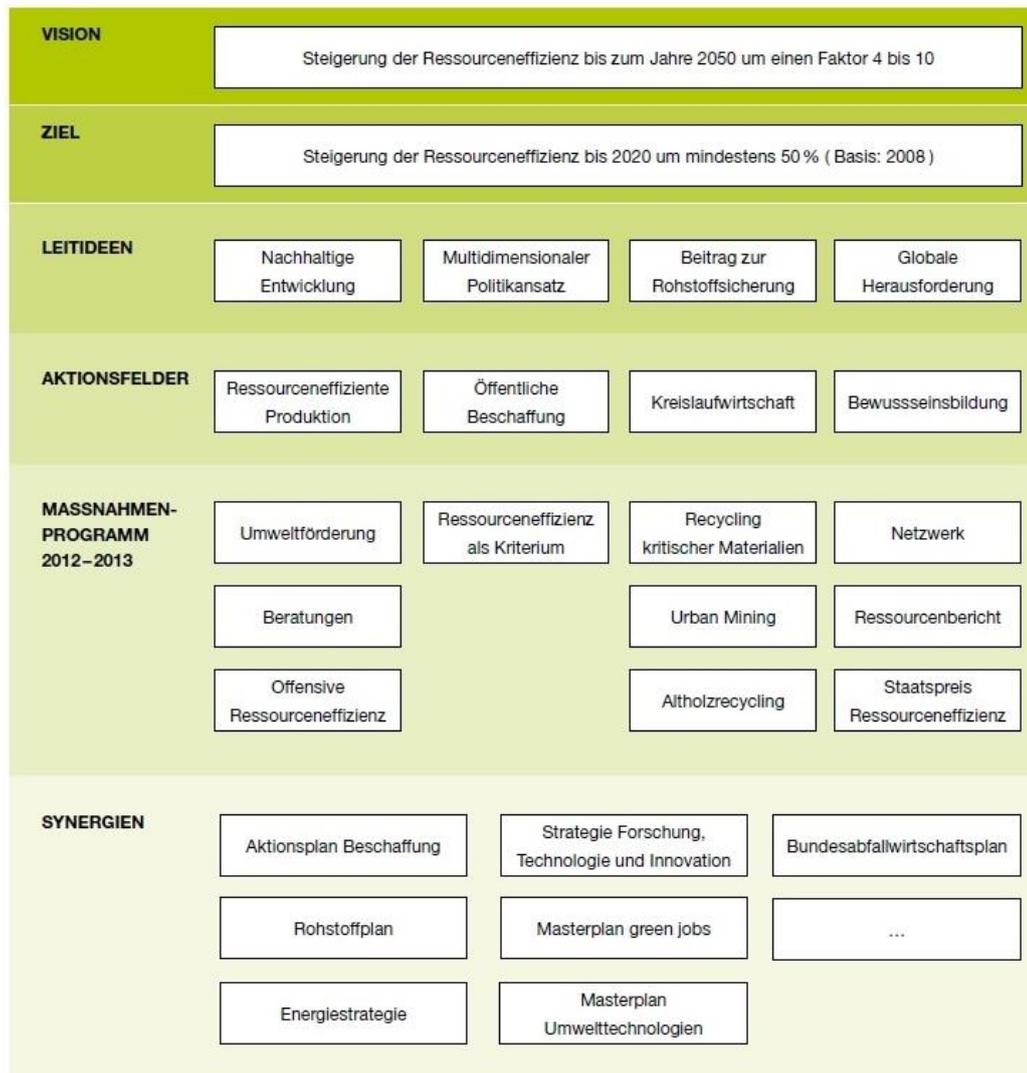
- Nachhaltige Rohstoffpolitik
- Unterstützung von innovativen und ressourceneffizienten Technologien , Produkten und Dienstleistungen der Industrie und Wirtschaft und somit die Entwicklung neuer Märkte und Exportchancen
- Förderung bei der Schaffung weiterer „green jobs“



**Abbildung 5-5:** Ressourceneffizienz, Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch in Österreich [44]

Der REAP orientiert sich an einer Erhöhung der Ressourceneffizienz über einen langen Zeitraum, d.h. bis zum Jahr 2050 wird eine Erhöhung der Ressourceneffizienz (Ressourcenproduktivität) um einen Faktor 4 bis 10 angestrebt. Als Zwischenziel wird eine Erhöhung um mindestens 50% bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 2008 angestrebt (siehe Abbildung 5-5).

In Abbildung 5-6 ist eine Übersicht der Aktionsfelder und Maßnahmen des REAP dargestellt.



**Abbildung 5-6:** Übersicht Ressourceneffizienz

Man spricht von kritischen Ressourcen wenn beispielsweise Vorräte knapp sind, die Gewinnung bzw. der Abbau auf wenige Unternehmen oder Staaten beschränkt ist, die Hauptförderländer politisch bzw. sozial instabil sind, oder der Rohstoff schwer ersetzbar ist.

Handlungsempfehlungen des REAP:

- „Landkarte des Ressourcenverbrauchs“ wird benötigt,
- „Urban mining“ wird an Bedeutung gewinnen,
- Öko-Design: optimaler Ressourceneinsatz unter möglichst großem Nutzen bei minimalen Umweltbelastungen und sozial fairen Bedingungen [44].

### 5.3.2 Deponieverordnung (2008) [45]

Das in §1 der Deponieverordnung 2008 definierte Ziel ist es, durch Festlegung von betrieblicher und technischer Anforderung in Bezug auf Deponien und Abfall, die Auswirkungen auf Umwelt, Oberflächenwasser, Grundwasser, Boden, Luft, globale Umwelt einschließlich Vermeidung des Treibhauseffektes und alle damit verbundenen Risiken für die menschliche Gesundheit möglichst zu vermeiden oder vermindern.

In Abschnitt 2 der Deponieverordnung sind Deponieklassen und die Zuordnung von Abfällen festgelegt und folgendermaßen eingeteilt:

- Bodenaushubdeponie
- Inertabfalldeponie
- Deponie für nicht gefährliche Abfälle
- Deponie für gefährliche Abfälle (nur als Untertagedeponie)

Die Deponie für nicht gefährliche Abfälle kann weiters in eine Baurestmassendeponie, Reststoffdeponie und eine Massenabfalldeponie unterteilt werden.

Bodenaushub ist Material, das durch Ausheben oder Abräumen von natürlich gewachsenen Boden oder Untergrund anfällt.

Baurestmassen sind Materialien, die bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallen, ausgenommen Baustellenabfälle.

#### Inertabfalldeponie:

Abfälle, die keinen wesentlichen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen unterliegen. Auslaugbarkeit und Ökotoxizität müssen unerheblich sein, darf nicht Oberflächenwasser od. Grundwasser gefährden.

Diese Deponiekategorie wird nach den Vorgaben der EU neu eingeführt und stellt gewissermaßen eine „Baurestmassendeponie light“ dar.

#### Deponie für nicht gefährliche Stoffe:

3 Unterklassen: Baurestmassendeponie, Reststoffdeponie, Massenabfalldeponie

Lt. §7 ist eine Deponierung mit einem Anteil an organischem Kohlenstoff (TOC) von mehr als fünf Masseprozent verboten. Im Anhang 2 der Deponieverordnung werden Baurestmassen aufgelistet, bei denen keine analytische Untersuchung erforderlich ist. Es wird in eine „Inertabfalldeponie und Reststoffdeponie“ sowie eine

„Baurestmassendeponie und Massenabfalldeponie“ unterschieden. Die in Liste I und Liste II in der Deponieverordnung angeführten Abfälle dürfen somit ohne analytische Untersuchung abgelagert werden [45].

In der folgenden Tabelle 5-1 wird ein kurzer Überblick über die aktuelle Situation der Entsorgungskosten mineralischer Baustoffe aufgelistet. Es wurden Entsorgungskosten in €/t mit Mindest- bzw. Maximalkosten angegeben. Ebenfalls wurden Entsorgungskosten von unbelastetem bzw. behandeltem Holz recherchiert.

**Tabelle 5-1:** Entsorgungskosten

Stoffgruppe	Bezeichnung	Entsorgungskosten in €/t	
Mineralische Baustoffe	Betonabbruch	3,35 €/t <sup>3</sup>	24,40 €/t <sup>4</sup>
	Erdaushub auf Erdaushubdeponie	4,20 €/t <sup>3</sup>	4,50 €/t <sup>4</sup>
	Erdaushub auf Baurestmassendeponie	15,10 €/t <sup>3</sup>	22,70 €/t <sup>4</sup>
	Bauschutt verunreinigt	17,00 €/t <sup>3</sup>	100 €/t <sup>3</sup>
	Bauschutt rein	5,50 €/t <sup>3</sup>	32,00 €/t <sup>3</sup>
	Mineralfaser, asbestfrei	108,00 €/t <sup>5</sup>	255,00 €/t <sup>6</sup>
Holz	Holz belastet	109,00 €/t <sup>7</sup>	
	Holz unbehandelt	69,00 €/t <sup>7</sup>	130,20 €/t <sup>4</sup>

### 5.3.3 Mineralrohstoffgesetz (MinroG) (1999) [46]

Das Mineralrohstoffgesetz kurz MinroG ist ein Bundesgesetz und gilt für das Aufsuchen und Gewinnen bergfreier, bundeseigener und grundeigener mineralischer Rohstoffe. Es gilt ebenfalls für das Aufbereiten dieser sowie das Suchen und Erforschen geologischer Strukturen zum Speichern flüssiger oder gasförmiger Kohlenwasserstoffe und das Aufbereiten der gespeicherten Kohlenwasserstoffe [46].

Der Bedarf an mineralischen Rohstoffen steigt weltweit. Während in den vergangenen Jahren die Produktion an mineralischen Rohstoffen in den asiatischen Ländern gestiegen ist, gehen die Abbauzahlen im europäischen Raum immer weiter zurück. Europa ist allerdings bei vielen Rohstoffen vom Import abhängig.

<sup>3</sup> Österreichischen Baustoff-Recycling Verband (BRV): Annahme-/Abgabepreise Stand April 2012. <http://www.br.v.at/files/shop/Preisliste.pdf>. Datum des Zugriffs: 18.01.2013.

<sup>4</sup> Günther Spindler GmbH.: Preisliste gültig ab Jänner 2012. <http://www.spindler.co.at/data/Preisliste2012.pdf>. Datum des Zugriffs: 18.1.2013.

<sup>5</sup> Abfallwirtschaftsverband Lavanttal: Preisliste 2012 für die Deponie Hart/Lavamünd. [http://www.awvlavanttal.at/wp-content/uploads/2013/01/Preisliste\\_2012\\_Deponie\\_Hart\\_Gewerbe\\_und\\_Privat.pdf](http://www.awvlavanttal.at/wp-content/uploads/2013/01/Preisliste_2012_Deponie_Hart_Gewerbe_und_Privat.pdf). Datum des Zugriffs: 18.1.2013.

<sup>6</sup> Altlastensanierung und Abraumdeponie Langes Feld GesmbH.: Preisliste Stand 02/2013. <http://www.langesfeld.at/preisliste.pdf>. Datum des Zugriffs 02.02.2013.

<sup>7</sup> Tieber GmbH.: Preisliste ab 01. Februar 2012 Sturzgebühren. <http://mspwhs22.bon.at/tieber-kies.com/2010/files/sturzgebuehren2012.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.02.2013.

Baurohstoffe wie Sand, Kies und Naturstein sind zwar in Österreich in hoher Qualität und großen Mengen langfristig verfügbar, auf Grund der zum Teil eingeschränkten Abbaumöglichkeiten sind jedoch regionale Engpässe mittelfristig zu erwarten.

Da Baurohstoffe keinen großen Erlös haben, ist es dementsprechend wichtig, Sand, Kies und Naturstein im eigenen Land zu gewinnen, denn bereits ab 30 Kilometern überschreiten die Transportkosten den Rohstoffwert [48].

#### **5.3.4 Österreichischer Rohstoffplan [48]**

Nicht jeder Kies hat dieselben Eigenschaften und ist für die Nutzung als Baurohstoff geeignet. In den kommenden Jahren könnten die Baurohstoffe in bestimmten Regionen Österreichs verknappen, große Transportwege wären die Folge. Daher ist neben der Sicherung der Rohstoffversorgung aus Drittstaaten auch der Schutz der heimischen Rohstoffversorgung eine zentrale Aufgabe. Dabei ist der „österreichische Rohstoffplan“ ein erster Schritt in diese Richtung. Es werden die letzten Rohstoffgebiete identifiziert, um in der Raumordnung künftig eine widerspruchsfreie Nutzung zu gewährleisten. Eine weitere innovative Lösung ist das Rohstoffrecycling oder auch „Urban Mining“. Anfallende Baurestmassen aus Altbauten, Straßen etc. werden wiederverwertet.

Die Erstellung des Österreichischen Rohstoffplanes geht auf einen Entschluss des Nationalrates aus dem Jahr 2001 zurück. Ziel des Österreichischen Rohstoffplanes ist es, die Schaffung eines zwischen Bund und den Ländern vereinbarten bundesweiten Masterplans zum Schutz der standortgebundenen Mineralrohstoffvorkommen sowie die Vorsorge einer bedarfsorientierten, umweltgerechten, konfliktarmen Nutzung mineralischer Rohstoffe. Ziel ist nicht die sofortige Schaffung neuer Produktionsstätten, sondern eine Sicherung von Rohstoffgebieten für künftige Generationen [48].

#### **5.3.5 Wohnbauförderung (2009) [49]**

Mit der sogenannten Wohnbauförderung verfügt Österreich über ein Finanzierungsinstrument zur Sicherstellung leistbaren Wohnens für breite Kreise der Bevölkerung. Es werden damit wirksame Anreize gesetzt, Beiträge zur Reduktion der Treibhausgasemissionen zu leisten und umweltorientiertes Bauen im Sinne der ökologischen Nachhaltigkeit zu fördern.

Mit der Vereinbarung gemäß Art. 15a Bundeiverfassungsgesetz zwischen dem Bund und den Ländern über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen wurden wichtige Schritte zur Einsparung von CO<sub>2</sub> im Bereich des Wohnbaus gesetzt.

Der Heizenergiebedarf zur Erzeugung eines behaglichen Raumklimas ist ein Bereich mit hohem Energieeffizienzpotential. Eine verbesserte Energieeffizienz verringert die Abhängigkeit von Energieimporten, sowie der Ausstoß von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen wird gesenkt.

Für die Neuerrichtung von Wohngebäuden werden von den Ländern Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards gemäß unten stehender Tabelle als Voraussetzung für die Gewährung einer Förderung festgelegt, wobei in Bezug auf das Oberflächen-Volumsverhältnis (A/V-Verhältnis) zwischen den Werten linear zu interpolieren ist:

**Tabelle 5-2:** Mindestanforderungen für Zwecke der Förderung im Wohnungsneubau [49]

	HWB <sub>BGF</sub> in kWh/(m <sup>2</sup> .a)	
	bei einem A/V-Verhältnis $\geq 0,8$	bei einem A/V-Verhältnis $\leq 0,2$
bis Ende 2009	65	35
ab 1.1.2010	45	25
ab 1.1.2012	36	20

Zusätzlich wurde der Einsatz innovativer, klimarelevanter Heizungs- und Warmwassersysteme als Förderungsvoraussetzung eingeführt. Ölheizungen werden nicht gefördert, was zu einem Ausstieg führen wird [49].

#### Thermische Gebäudesanierung:

Eine umfassende Sanierung bringt nicht nur CO<sub>2</sub>-Einsparungen, sondern bedeutet für die Mieter und Besitzer eine massive Entlastung der Heizkosten. Eine umfassende Sanierung kann bis zu zwei Drittel der Heizkosten einsparen.

*Für die umfassende energetische Sanierung von Gebäuden werden Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards gemäß unten stehender Tabelle als Voraussetzung für die Gewährung einer Förderung festgelegt, wobei in Bezug auf das Oberflächen-Volumsverhältnis (A/V-Verhältnis) zwischen den Werten linear zu interpolieren ist:*

**Tabelle 5-3:** Mindestanforderungen für die Förderung umfassender energetischer Wohnhaussanierungen [49]

	HWB <sub>BGF</sub> in kWh/(m <sup>2</sup> .a)	
	bei einem A/V-Verhältnis $\geq 0,8$	bei einem A/V-Verhältnis $\leq 0,2$
bis Ende 2009	80	43
ab 1.1.2010	75	35

Eine umfassende energetische Sanierung von Gebäuden bringt quantitative und qualitative Vorteile. Ein neu errichtetes Gebäude verursacht zusätzliche Emissionen. Wird ein Gebäude saniert reduziert sich der Energieverbrauch. Daher sollten der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes und die Lebenszykluskosten stärker in den Fokus gerückt werden.

In der Steiermark wurden 2009 die „Baupolitische Leitsätze des Landes Steiermark“ veröffentlicht, mit dem Ziel nachhaltiges Bauen mit hochwertiger Architektur ebenso wie mit der Denkmalpflege zu verbinden.

### 5.3.6 Strategie Nachhaltig Bauen und Sanieren (NBS) in der Steiermark [50]

„Die Steiermärkische Landesregierung hat mit Beschluss vom 25.06.2007 festgelegt, dass die bestehenden ökologischen Richtlinien zur Wohnbauförderung auf Grund der bisher gewonnenen Erkenntnisse durch die vom Landesamtsdirektor eingesetzte Projektgruppe NBS – Nachhaltig Bauen und Sanieren - evaluiert sowie Grundlagen für nachhaltige Förderungsrichtlinien für den kommunalen Hochbau zusammengestellt werden, in Anlehnung an die Wohnbauförderungsrichtlinien.“ [51]

In der Strategie wird die Ausgangslage unter anderem wie folgt beschrieben:

- *„Umweltwirkungen, wie z.B. Treibhausgaspotential, Versauerungspotential und Primärenergiegehalt, finden derzeit kaum Eingang in die heutige Baustoffauswahl.*
- *Der ständig steigende Anteil an Verbundbaustoffen und die damit einhergehende Materialvielfalt erschweren Bemühungen zur Wiederverwertung der beim Abbruch anfallenden Baurestmasse in der Zukunft.“* [50]

Es wurden „Umsetzungs-Maßnahmen – Pakete“ festgelegt. Unter „Ökologisierung der Wohnbauförderung“ wird der Trend zu einer umfassenden Bewertung von Gebäuden angeführt. Bisher lagen die ökologischen Ziele im Bereich der Einsparung von Heizenergie. In Zukunft werden die gesamten Lebenszykluskosten zu betrachten sein. Daher sollte sich ein Bewertungsmodell an einem ganzheitlichen Gebäudepass orientieren.

### 5.3.7 Baupolitische Leitsätze des Landes Steiermark (2009) [52]

In der Steiermark wurden am 27. Oktober 2009 die „Baupolitische Leitsätze des Landes Steiermark“ von der Steiermärkischen Landesregierung, mit dem Ziel nachhaltiges Bauen mit hochwertiger Architektur ebenso wie mit der Denkmalpflege zu verbinden, einstimmig beschlossen.

Mit diesen Leitsätzen gibt die Landespolitik und -verwaltung eine Qualitätsrichtlinie vor, die für alle Planungen und Bauvorhaben, die im mittelbaren und unmittelbaren Einflussbereich des Landes Steiermark umgesetzt werden, verbindlich einzuhalten sind.

Die Leitsätze sollen dazu beitragen, Themen wie Energieknappheit, Klimawandel, Verringerung räumlicher Ressourcen sowie gesellschaftliche Veränderungen den künftigen Anforderungen anzupassen. Diese Anforderungen werden bei Bauprojekten des Landes Steiermark eine Rolle spielen.

*„Aktuell werden lediglich 23,3% des Endenergieverbrauchs in Österreich aus erneuerbarer Energie gewonnen. Die Erreichung des EU-Zieles von 34% für Österreich ist nur möglich, wenn der Energiebedarf nicht weiter wächst, sondern reduziert wird.“*

Eine angeführte Möglichkeit der Energieeinsparung ist die Forcierung der Sanierung aller Gebäudetypen. Sanierungen sind arbeitsintensiv und stärken somit auch die

regionale Beschäftigung, da viele lokale Unternehmen bzw. Planer an den Projekten beteiligt sind. Es wird in den Baupolitischen Leitsätzen des Landes Steiermark auch auf darauf hingewiesen, dass mit der Wohnbauförderung ein finanzieller Hebel gegeben ist, der einer Sanierungsoffensive ermöglicht.

Mit der gesetzlichen Verankerung des Energieausweises wird der konkrete Heizenergiebedarf und Kühlbedarf eines Gebäudes erhoben, wodurch auch Voraussetzungen für eine effiziente thermische und haustechnische Sanierung geschaffen sind.

## 6 Produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus

Es wurde versucht, die künftigen Anforderungen zu strukturieren, wobei zunächst die Anforderungen aus der Bauprodukteverordnung bzw. den danach strukturierten sechs OIB-Richtlinien erfolgte, einschließlich der Grundanforderung 7, die noch nicht in den OIB-Richtlinien enthalten ist. Weitere sonstige Anforderungen die sich aus der Umfeldanalyse ergeben werden ebenfalls analysiert.

Wie bereits in Kapitel 5.2.1.3 Bauproduktenrichtlinie ausführlich erläutert werden im Anhang der Bauproduktenrichtlinie sechs wesentliche Grundanforderungen, die bei normaler Instandhaltung über einen wirtschaftlich angemessenen Zeitraum, an Bauwerke definiert. Diese sechs Anforderungen wurden in der neuen Bauprodukteverordnung um die siebente Grundanforderung „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“ erweitert. Bei diesen sechs Grundanforderungen erweitert um Grundanforderung 7 handelt es sich um folgende Struktur:

1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. Brandschutz
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
4. Nutzungssicherheit
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz
7. Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen

Aufbauend auf dieser Struktur sind auch die sechs OIB-Richtlinien gegliedert und werden im Folgenden auf ihre Anforderungen an Bauprodukte des Massivbaus im Hinblick des nachhaltigen Bauens durchleuchtet. In Verbindung mit der Eurocode Norm Grundlagen der Tragwerksplanung konnte ein detailliertes Anforderungsprofil für Bauprodukte des Massivbaus ausgearbeitet werden. Die Eurocodes sind europaweit vereinheitlichte Bemessungsregeln im Bauwesen. Für die vorliegende SWOT-Analyse wurde der Eurocode 0 Grundlagen der Tragwerksplanung auf seine Relevanz bezüglich Bauprodukte des Massivbaus im Hinblick nachhaltigen Bauens, sowie die sechs OIB-Richtlinien untersucht und daraus Detailanforderungen abgeleitet.

Diese Detailanforderungen sind in Tabelle 6-1: Anforderungen an Bauprodukte strukturiert dargestellt. In der rechten Spalte wurden die Detailanforderungen an Bauprodukte des Massivbaus festgehalten.

Sonstige Anforderungen die nicht in den OIB-Richtlinien bzw. der Bauprodukteverordnung sind, jedoch vom Autor dieser Arbeit als zukunftsrelevant zu betrachten sind wurden im Anschluss als „sonstige Anforderungen“ ergänzt.

**Tabelle 6-1:** Anforderungen an Bauprodukte

Bauproduktrelevante Anforderungen an Bauwerke		
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Standsicherheit	Tragfähigkeit vertikal
		Erdbebensicherheit
		Verformbarkeit
		Robustheit
	Brandschutz	Brandwiderstandsdauer
		Ausbreitung
		Personenschutz
	Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz	Emission gefährlicher Stoffe
		Emission gefährlicher Strahlen
		Boden-/Wasserkontamination
		Trinkwassergefährdung
		Bauwerksfeuchtigkeit
	Nutzungssicherheit	Einbruchschutz
		Barrierefreiheit / Zugänglichkeit
	Schallschutz	Raumakustik – Oberflächen
		Luftschall
		Körperschall
		Erschütterungsschutz
	Energieeinsparung / Wärmeschutz	Wärmedurchgang
Wärmespeicherung		
Wärmebrücken		
Winddichtheit		
Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen	Rezyklierbarkeit	
	Dauerhaftigkeit	
	Umweltverträgl. Rohstoffe	
Sonstige Anforderungen	Umweltwirkungen	Ressourcenschonung
		Emissionen Herstellung
	Kreislauffähigkeit	Demontierbarkeit
		Fügetechnik
		Trennbarkeit
	Instandhaltung	Trennung von Bauteilschichten
		Reparierbarkeit
		Lebensdauer
		Robustheit
	Wirtschaftlichkeit	Herstellungskosten
		Transportkosten
		Montagekosten
		Instandhaltungskosten
Beseitigungskosten		
Gestaltung/Architektur	Umnutzungskosten	
	Oberfläche	

## 6.1 Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien

Aktuelle baurechtliche Grundlagen sind in Österreich die sechs OIB-Richtlinien die sich in ihrer Struktur an der seinerzeitigen Bauproduktenrichtlinie orientieren. In den sechs OIB-Richtlinien sind bautechnische Anforderungen hinsichtlich

- Mechanischer Festigkeit und Standsicherheit,
- Brandschutz,
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz,
- Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit,
- Schallschutz und
- Energieeinsparung und Wärmeschutz
- *(Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen)*

festgelegt. In den nächsten Jahren wird auch die Anforderung 7 „*Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen*“ Eingang in die OIB-Richtlinien finden müssen.

Die OIB-Richtlinien dienen als Basis für die Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften und werden von den Bundesländern zu diesem Zweck eingesetzt. Die rechtliche Verbindlichkeit der OIB-Richtlinien ist den Bundesländern vorbehalten. In der Steiermark sind die OIB-Richtlinien 1 bis 5 am 1. Mai 2011 und die OIB-Richtlinie 6 am 5. Juli 2008 in Kraft getreten. Derzeit sind noch die OIB-Richtlinien vom April 2007 verbindlich anzuwenden, jedoch sind OIB-Richtlinien vom Oktober 2011 bereits zum Download zur Verfügung gestellt.

In den folgenden Kapiteln werden die für die SWOT-Analyse relevanten bautechnischen Anforderungen aus den 6 OIB-Richtlinien zusammengefasst.

### 6.1.1 OIB-Richtlinie 1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit

Tragwerke sind so zu planen und herzustellen, dass eine ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gegeben ist. Für die Neuerrichtung von Tragwerken oder Tragwerksteilen ist der Stand der Technik einzuhalten und hat den Anforderungen gemäß ÖNORM EN 1990 zu genügen. Bei Änderungen im Bestand mit Auswirkungen auf die Tragstruktur ist das zum Zeitpunkt der Baubewilligung erforderliche Sicherheitsniveau maßgebend. Als Einwirkungen auf ein Tragwerk gelten ständige, veränderliche, seismische und außergewöhnliche Beanspruchungen [53].

### 6.1.2 OIB-Richtlinie 2 Brandschutz

Für das Brandverhalten von Bauprodukten gilt die Tabelle 6-2. Bauprodukte, die nicht in der Tabelle angeführt sind, müssen der Klasse E entsprechen.

Anforderungen an unterschiedliche Bauprodukte werden für unterschiedliche Gebäudeklassen definiert. Diese Gebäudeklassen sind von GK 1 bis GK 5 unterteilt.

Die genaue Definition der einzelnen Klassen ist der OIB-Richtlinie Begriffsbestimmung zu entnehmen. Ausnahmen für Holzwerkstoffe sind in den Fußnoten der Tabelle 6-2 angeführt.

**Tabelle 6-2:** Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten [55]

Gebäudeklassen (GK)		GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
<b>1 Fassaden</b>						
1.1	Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme	E	D	D	C-d1	C-d1
1.2	Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete					
1.2.1	Klassifiziertes Gesamtsystem <i>oder</i>	E	D-d1	D-d1	B-d1 <sup>(1)</sup>	B-d1 <sup>(2)</sup>
1.2.2	Klassifizierte Einzelkomponenten					
	- Außenschicht	E	D	D	A2-d1 <sup>(3)</sup>	A2-d1 <sup>(4)</sup>
	- Unterkonstruktion stabförmig / punktförmig	E / E	D / D	D / A2	D / A2	C / A2
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	E	D	D	B <sup>(3)</sup>	B <sup>(4)</sup>
1.3	Sonstige Außenwandbekleidungen oder -beläge	E	D-d1	D-d1	B-d1 <sup>(5)</sup>	B-d1 <sup>(6)</sup>
1.4	Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u. dgl.	-	-	-	B <sup>(5)</sup>	B <sup>(6)</sup>
<b>2 Gänge und Treppen jeweils außerhalb von Wohnungen: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken</b>						
2.1	Wandbekleidungen <sup>(7)</sup>					
2.1.1	Klassifiziertes Gesamtsystem <i>oder</i>	-	D	D	C	B
2.1.2	Klassifizierte Einzelkomponenten					
	- Außenschicht	-	D	D	C <sup>(5)</sup>	B
	- Unterkonstruktion	-	D	D	A2 <sup>(5)</sup>	A2 <sup>(5)</sup>
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	-	C	C	C	A2
2.2	abgehängte Decken	-	D-d0	D-d0	C-s1, d0	B-s1, d0
2.3	Wand- und Deckenbeläge	-	D-d0	D-d0	C-s1, d0	B-s1, d0
2.4	Bodenbeläge	-	D <sub>fl</sub>	D <sub>fl</sub>	C <sub>fl</sub> -s1 <sup>(8)</sup>	C <sub>fl</sub> -s1
<b>3 Treppenhäuser: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken</b>						
3.1	Wandbekleidungen <sup>(7)</sup>					
3.1.1	Klassifiziertes Gesamtsystem <i>oder</i>	-	D	C	B	A2
3.1.2	Klassifizierte Einzelkomponenten					
	- Außenschicht	-	D	C <sup>(5)</sup>	B	A2
	- Unterkonstruktion	-	D	A2 <sup>(5)</sup>	A2 <sup>(5)</sup>	A2 <sup>(5)</sup>
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	-	C	C	A2	A2
3.2	abgehängte Decken	-	D-s1, d0	C-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0
3.3	Wand- und Deckenbeläge	-	D-s1, d0	C-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0
3.4	Bodenbeläge					
3.4.1	in Treppenhäusern gemäß Tabelle 2a, 2b	-	D <sub>fl</sub> -s1	C <sub>fl</sub> -s1	B <sub>fl</sub> -s1	A2 <sub>fl</sub> -s1
3.4.2	in Treppenhäusern gemäß Tabelle 3	-	D <sub>fl</sub> -s1	C <sub>fl</sub> -s1 <sup>(9)</sup>	C <sub>fl</sub> -s1	A2 <sub>fl</sub> -s1 <sup>(9)</sup>
<b>4 Dächer mit einer Neigung ≤ 60°</b>						
4.1	Bedachung (Gesamtsystem) <sup>(10)</sup>	B <sub>ROOF</sub> (t1)	B <sub>ROOF</sub> (t1)	B <sub>ROOF</sub> (t1)	B <sub>ROOF</sub> (t1)	B <sub>ROOF</sub> (t1) <sup>(11)</sup>
4.2	Dämmschicht bzw. Wärmedämmung in der Dachkonstruktion	E	E	E	B <sup>(12)</sup>	B <sup>(13)</sup>
<b>5 nicht ausgebaute Dachräume: Fußbodenkonstruktionen und Beläge</b>						
5.1	Fußbodenkonstruktionen (Bekleidungen)					
5.1.1	Klassifiziertes Gesamtsystem <i>oder</i>	-	E	D	D	B
5.1.2	Klassifizierte Einzelkomponenten					
	- Außenschicht	-	C	C	B	B
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	-	E	E	B <sup>(12)</sup>	B <sup>(13)</sup>
5.2	Bodenbeläge	-	E <sub>fl</sub>	D <sub>fl</sub>	C <sub>fl</sub> -s1	B <sub>fl</sub> -s1
(1) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig, wenn das klassifizierte Gesamtsystem die Klasse D-d0 erfüllt; (2) Bei Gebäuden mit nicht mehr als fünf oberirdischen Geschossen und einem Fluchtniveau von nicht mehr als 13 m sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig, wenn das klassifizierte Gesamtsystem die Klasse D-d0 erfüllt; (3) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 oder aus Holz und Holzwerkstoffen in D zulässig; (4) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 zulässig; bei Gebäuden mit nicht mehr als fünf oberirdischen Geschossen und einem Fluchtniveau von nicht mehr als 13 m sind bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig; (5) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig; (6) Bei Gebäuden mit nicht mehr als fünf oberirdischen Geschossen und einem Fluchtniveau von nicht mehr als 13 m sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig; (7) Fehlen in Gängen und Treppenhäusern Wand- bzw. Deckenbeläge, gelten für die Bekleidung (als Gesamtsystem) bzw. die Außenschicht der Bekleidung die Anforderungen für Wand- bzw. Deckenbeläge gemäß Zeile 2.3 bzw. 3.3; (8) Laubhölzer (z.B. Eiche, Rotbuche, Esche) mit einer Mindestdicke von 15 mm sind zulässig; (9) Bei Gebäuden mit nicht mehr als fünf oberirdischen Geschossen genügt B <sub>fl</sub> -s1; (10) Sofern bei Dächern mit einer Neigung < 20° eine oberste Schicht mit 5 cm Kies oder Gleichwertigem vorhanden ist, ist Eindeckung in E ausreichend; (11) Bei Dächern mit einer Neigung ≥ 20° müssen Eindeckung, Lattung, Konterlattung und Schalung der Klasse A2 entsprechen; abweichend davon sind für Lattung, Konterlattung und Schalung auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig; (12) In folgenden Fällen sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E zulässig: - auf Dächern mit einer Neigung < 20° bzw. auf der obersten Geschosßdecke oder - auf Dächern mit einer Neigung ≥ 20°, die in A2 hergestellt sind und die gemäß Tabelle 1b erforderliche Feuerwiderstandsdauer auch hinsichtlich der Leistungseigenschaften E und I erfüllen; (13) Es sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E bei Dächern mit einer Neigung < 20° bzw. auf der obersten Geschosßdecke zulässig, sofern diese in A2 hergestellt sind und die gemäß Tabelle 1b erforderliche Feuerwiderstandsdauer auch hinsichtlich der Leistungseigenschaften E und I erfüllt wird.						

Die Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen sind in Tabelle 6-2 geregelt.

**Tabelle 6-3:** Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen [55]

Gebäudeklassen (GK)		GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
<b>1 tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbildende Wände)</b>						
1.1	im obersten Geschoß	-	R 30	R 30	R 30	R 60 <sup>(1)</sup>
1.2	in sonstigen oberirdischen Geschoßen	R 30 <sup>(2)</sup>	R 30	R 60	R 60	R 90 und A2
1.3	in unterirdischen Geschoßen	R 60	R 60	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2
<b>2 Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)</b>						
2.1	im obersten Geschoß	nicht zutreffend	REI 30 EI 30	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 <sup>(1)</sup> EI 60 <sup>(1)</sup>
2.2	in oberirdischen Geschoßen	nicht zutreffend	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.3	in unterirdischen Geschoßen	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.4	zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend
<b>3 brandabschnittsbildende Wände und Decken</b>						
3.1	brandabschnittsbildende Wände an der Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenze	REI 60 EI 60	REI 90 <sup>(3)</sup> EI 90 <sup>(3)</sup>	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
3.2	sonstige brandabschnittsbildende Wände oder Decken	nicht zutreffend	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
<b>4 Decken und Dachschrägen mit einer Neigung <math>\leq 60^\circ</math></b>						
4.1	Decken über dem obersten Geschoß	-	R 30	R 30	R 30	R 60 <sup>(1)</sup>
4.2	Trenndecken über dem obersten Geschoß	-	REI 30	REI 30	REI 60	REI 60 <sup>(1)</sup>
4.3	Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschoßen	-	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90 und A2
4.4	Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschoßen	R 30 <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	R 30	R 90 <sup>(1)</sup> und A2
4.5	Decken über unterirdischen Geschoßen	R 60	REI 60 <sup>(4)</sup>	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2
<b>5 Balkonplatten</b>						
		-	-	-	R 30 oder A2	R 30 und A2
(1) Bei Gebäuden mit nicht mehr als sechs oberirdischen Geschoßen genügt für die beiden obersten Geschoße die Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten ohne A2;						
(2) Nicht erforderlich bei Gebäuden, die nur Wohnzwecken oder der Büronutzung bzw. büroähnlichen Nutzung dienen;						
(3) Bei Reihenhäusern genügt für die Wände zwischen den Wohnungen bzw. Betriebseinheiten auch an der Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenze eine Ausführung in REI 60 bzw. EI 60;						
(4) Für Reihenhäuser sowie Gebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen oder zwei Betriebseinheiten mit Büronutzung bzw. büroähnlicher Nutzung genügt die Anforderung R 60.						

„Definition der Gebäudeklassen lt. OIB-Richtlinie Begriffsbestimmungen:

### **Gebäude der Gebäudeklasse 1 (GK1)**

Freistehende, an mindestens drei Seiten auf eigenem Grund oder von Verkehrsflächen für die Brandbekämpfung von außen zugängliche Gebäude mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 7 m, bestehend aus einer Wohnung oder einer Betriebseinheit von jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße.

### **Gebäude der Gebäudeklasse 2 (GK2)**

Gebäude mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 7 m, bestehend aus höchstens fünf Wohnungen bzw. Betriebseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße; Reihenhäuser mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 7 m, bestehend aus Wohnungen bzw. Betriebseinheiten von jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße.

### **Gebäude der Gebäudeklasse 3 (GK3)**

Gebäude mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 7 m, die nicht in die Gebäudeklassen 1 oder 2 fallen.

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 4 (GK4)**

*Gebäude mit nicht mehr als vier oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 11 m, bestehend aus einer Wohnung bzw. einer Betriebseinheit ohne Begrenzung der Grundfläche oder aus mehreren Wohnungen bzw. mehreren Betriebseinheiten von jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße.*

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 5 (GK5)**

*Gebäude mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 22 m, die nicht in die Gebäudeklassen 1, 2, 3 oder 4 fallen, sowie Gebäude mit ausschließlich unterirdischen Geschoßen [54].“*

Bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 sind Fassaden so auszuführen, dass eine Brandweiterleitung über die Fassadenoberfläche auf das über dem Brandherd liegende Geschoss eingeschränkt wird. Dies gilt bei Außenwand-Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) mit einer Wärmedämmung von nicht mehr als 10cm aus expandiertem Polystyrol (EPS) oder Baustoffe der Klasse A2 als erfüllt.

Für WDVS mit einer Dämmstärke über 10 cm und einer Dämmung der Klasse E ist in jedem Geschoss ein umlaufendes Brandschutzschott aus Mineralwolle mit einer Höhe von mindestens 20 cm auszuführen.

Außenwände an der Grundstücksgrenze bzw. Bauplatzgrenze sind als brandabschnittsbildende Wände gemäß Tabelle 5-2 auszuführen. Wandbeläge und -bekleidungen (z.B. WDVS) sind bei Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 in A2 auszuführen [55].

### **6.1.3 OIB-Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz**

Das Kapitel 6 der OIB-Richtlinie 3 behandelt den Schutz vor Feuchtigkeit. Es wird in Schutz vor Feuchtigkeit aus dem Boden, Schutz gegen Niederschlagswasser, Vorsorge gegen Überflutungen und Vermeidung von Schäden durch Wasserdampfkondensation unterschieden.

Laut Kapitel 8 „Schutz vor gefährlichen Immissionen „ sind Aufenthaltsräume so zu gestalten, dass keine Beeinträchtigung der Gesundheit der Benutzer durch ionisierende Strahlung aus dem Baumaterial und keine Radonemissionen aus dem Untergrund auftreten [56].

Laut der neuen Bauprodukteverordnung muss ein Gebäude derart entworfen und ausgeführt sein, dass während des gesamten Lebenszyklus Hygiene und Gesundheit von Arbeitnehmern, Bewohnern oder Anwohnern nicht gefährdet sind. Bei Errichtung, Nutzung oder Abriss sind insbesondere folgende Einflüsse die auf die Umweltqualität oder das Klima auswirken haben zu vermeiden:

- Freisetzung giftiger Gase;
- Emission von gefährlichen Stoffen, flüchtigen organischen Verbindungen, Treibhausgasen oder gefährlichen Partikeln in die Innen- oder Außenluft;
- Emission gefährlicher Strahlen;

- Freisetzung gefährlicher Stoffe in Grundwasser, Meeresgewässer, Oberflächengewässer oder Boden;
- Freisetzung gefährlicher Stoffe in das Trinkwasser oder von Stoffen, die sich auf andere Weise negativ auf das Trinkwasser auswirken;
- unsachgemäße Ableitung von Abwasser, Emission von Abgasen oder unsachgemäße Beseitigung von festem oder flüssigem Abfall;
- Feuchtigkeit in Teilen des Bauwerks und auf Oberflächen im Bauwerk [17].

Laut der Bauproduktenrichtlinie müssen Bauprodukte mit denen Bauwerke errichten werden unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich sein. „Diese Anforderungen müssen bei normaler Instandhaltung über einen wirtschaftlichen angemessenen Zeitraum erfüllt werden.“ [15]

In der neuen Bauprodukteverordnung ist hier von der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus die Rede. In der aktuellen OIB-Richtlinie ist diese Betrachtung über die gesamte Lebensdauer von Errichtung über Nutzung bis Abriss noch nicht eingegangen und wird in zukünftigen Versionen einzuarbeiten sein.

#### **6.1.4 OIB-Richtlinie 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit**

Die OIB-Richtlinie 4 ist eher planungsrelevant und beinhaltet keinen Bezug auf Bauprodukte [57].

#### **6.1.5 OIB-Richtlinie 5 Schallschutz**

Die OIB-Richtlinie 5 Schallschutz behandelt in Kapitel 2 den baulichen Schallschutz. Es wird in Anforderungen an den Schallschutz von Außenbauteilen, Anforderungen an den Luftschallschutz innerhalb von Gebäuden und Anforderungen an den Trittschallschutz in Gebäuden unterteilt. Es wird auch in schalltechnische Anforderungen zwischen Reihenhäusern und aneinander angrenzenden Gebäuden unterschieden. Um eine gute Raumakustik zu gewährleisten sind in Kapitel 3 Raumakustik-Anforderungen an die Nachhallzeit für Räume mit der Nutzung Sprache (Hörsäle, Vortragsräume, etc.) und Räume mit der Nutzung Kommunikation (Klassenräume, Medienräume, Besprechungsräume, Räume für audiovisuelle Darbietung, etc.) angegeben. Um den Erschütterungsschutz in Gebäuden, Bauteilen und anderen Bauwerken zu gewährleisten, sind geeignete Maßnahmen zur Verhinderung der Übertragung von Schwingungen zu treffen, sodass keine unzumutbaren Störungen durch Erschütterungen für Personen in Aufenthaltsräumen auftreten [58].

#### **6.1.6 OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz**

In der OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz sind Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile durch einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) definiert. Wärmebrücken sind zu minimieren bzw. es gilt die ÖNORM B 8110-2 für

zweidimensionale Wärmebrücken. Beim Neubau ist eine luft- und winddichte Gebäudehülle auszuführen. Es darf bei einem Druckunterschied von 50 Pascal die Luftwechselrate  $n_{50}$  von 3 pro Stunde nicht überschritten werden. Bei einer mechanisch betriebenen Lüftungsanlage darf die Luftwechselrate  $n_{50}$  den Wert von 1,5 nicht überschreiten. Die sommerliche Überwärmung von Gebäuden ist laut OIB-Richtlinie zu vermeiden. Bei Neubau und größeren Renovierungen von Wohngebäuden wird auf die ÖNORM B 8110-3 verwiesen. Für Nicht-Wohngebäude sind Maximalwerte für den außeninduzierten Kühlbedarf pro  $m^3$  Brutto-Volumen definiert [59].

In der Tabelle 6-4 sind Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für wärmeübertragende Bauteile angeführt, welche nicht überschritten werden dürfen.

**Tabelle 6-4:** Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile [59]

	Bauteil	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
1	WÄNDE gegen Außenluft	0,35
2	WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
3	WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60
4	WÄNDE erdberührt	0,40
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
7	WÄNDE kleinflächig gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2% der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die Ö-NORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird	0,70
8	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-
9	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft <sup>2</sup>	1,40
10	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft <sup>2</sup>	1,70
11	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft <sup>1</sup>	1,70
12	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft <sup>2</sup>	2,00
13	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile <sup>1</sup>	2,50
14	DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft <sup>2</sup>	1,70
15	TÜREN unverglast, gegen Außenluft <sup>2</sup>	1,70
16	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile <sup>2</sup>	2,50
17	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u.dgl. gegen Außenluft	2,50
18	INNENTÜREN	-
19	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)	0,20
20	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
21	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90
22	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-
23	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks)	0,20
24	DECKEN gegen Garagen	0,30
25	BÖDEN erdberührt	0,40

<sup>1</sup> Die Konstruktion ist auf ein Prüfnormmaß von 1,23 m x 1,48 m zu beziehen, wobei die Symmetrieebenen an den Rand des Prüfnormmaßes zu legen sind

<sup>2</sup> Bezogen auf ein Prüfnormmaß von 1,23 m x 1,48 m

Hohe Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) sind mit monolithischer Bauweise kaum erreichbar und mehrschichtige Bauweisen sind die

Folge. Mehrschichtige Bauweisen sind sowohl in der Herstellung als auch bei der Entsorgung aufwendiger bzw. komplizierter und somit ist die Fehleranfälligkeit solcher Aufbauten höher.

### **6.1.7 Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen**

Im Anhang 1 der Bauprodukteverordnung werden die Grundanforderungen an Bauwerke angegeben. Neu ist die Grundanforderung Nr. 7 „Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“. Ebenfalls neu ist, dass diese Anforderung über einen „wirtschaftlich angemessenen Zeitraum“ zu erfüllen ist und sich die Anforderungen nicht an Bauprodukte, sondern an das Bauwerk richten.

Die Anforderung Nr. 7 der Bauprodukteverordnung lautet wie folgt:

*Das Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist:*

- *Das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden können;*
- *das Bauwerk muss dauerhaft sein;*
- *für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden [17].*

## 6.2 Sonstige Anforderungen

Neben den Anforderungen aus den sechs OIB-Richtlinien, erweitert um die Grundanforderung 7 der neuen Bauprodukteverordnung, ist zu erwarten, dass künftig auch zusätzliche Anforderungen an Bauprodukte bestehen werden. Einer dieser zusätzlichen Anforderungen ist die Umweltwirkung. Die Auswirkungen von Baumaßnahmen auf die Umwelt stoßen verstärkt auf öffentliches Interesse und sind daher hier aufgelistet. Das Thema Wirtschaftlichkeit ist nicht in den OIB-Richtlinien geregelt, da jeder Bauherr das Bestreben hat, wirtschaftlich zu bauen bzw. ein wirtschaftliches Gebäude über den gesamten Lebenszyklus herzustellen. Die Kreislauffähigkeit einzelner Produkte bzw. Produktgruppen wird in Zukunft an Bedeutung zunehmen und kann auch ein Kostenfaktor werden. Als letzten Punkt wurde noch die Gestaltung bzw. Architektur in die sonstigen Anforderungen aufgenommen.

### 6.2.1 Umweltwirkungen

Die Auswirkungen von Baumaßnahmen auf die Umwelt stoßen verstärkt auf öffentliches Interesse, was sich in der Veränderung der baurechtlichen Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene widerspiegelt (z.B. Grundanforderung 7 der neuen Bauprodukteverordnung). Im Vordergrund stehen dabei auf der Inputseite der Verbrauch an Ressourcen, auf der Outputseite feste Abfälle, Abwässer und gasförmige Emissionen. Im Kapitel Umweltwirkung wird die Thematik der Ressourcenschonung und die anfallenden Emissionen während der Herstellungsphase aufgezeigt. Unter Ressourcenschonung wird im Allgemeinen der „verantwortungsvolle“ Umgang mit vorhandenen Ressourcen verstanden. Emissionen aus der Herstellung sind Störfaktoren wie beispielsweise Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen oder andere Störfaktoren die an die Umwelt abgegeben werden.

### 6.2.2 Kreislauffähigkeit

Der Punkt Kreislauffähigkeit wird in Demontierbarkeit, Trennbarkeit und Rezyklierbarkeit unterteilt. Unter Demontierbarkeit versteht man das Zerlegungspotential in die ursprünglichen Einzelteile eines Bauteiles. Es kann in zerstörungsfreie und zerstörende Zerlegetechniken unterschieden werden. Mit einer geeigneten Füge-technik bei der neben Funktion (Kraft- oder Formschluss) die Lösbarkeit künftig an Bedeutung gewinnen wird. Bauteiltrennung ist die Trennung einzelner Baumaterialien am Ende der Lebensdauer um sie ihrem Stoffkreislauf zurückzuführen bzw. Wiederverwerten.

### 6.2.3 Instandhaltung

Bauteiltrennung ist die Trennung unterschiedlicher Bauteile am Ende der Lebens- und Nutzungsdauer. Sind Bauelemente unterschiedlicher Lebensdauer fest

miteinander verbunden, ist die gesamte Lebensdauer auf die Lebensdauer des kurzlebigen Bauteils reduziert. Die Reparierbarkeit soll aufzeigen, mit welchem Aufwand und welcher Technologien ein entstandener Schaden behoben werden kann, um den Urzustand bzw. die ursprüngliche Nutzung wieder zu gewährleisten. Unter Lebensdauer wird jener Zeitraum verstanden, in dem ein Bauteil seinen geforderten Eigenschaften ohne Einschränkung entspricht.

#### **6.2.4 Wirtschaftlichkeit**

Unter Wirtschaftlichkeit werden unterschiedliche Kostenfaktoren aufgelistet. Es sind Herstellungskosten des Bauteiles selbst, sowie auch Transport- und Montagekosten zu berücksichtigen. Die Instandhaltungskosten sind jene Kosten, die aufzuwenden sind, um einen Bauteil über seine Lebens- bzw. Nutzungsdauer entsprechend zu warten. Wartungsintensive Konstruktionen oder Bauteile haben über Ihre Lebensdauer höhere Wartungs- und Instandhaltungskosten als wartungsarme. Die Beseitigungskosten sind jene Kosten, die entstehen, um ein Bauwerk oder einen Bauteil rückzubauen und in weiterer Folge zu deponieren oder zu rezyklieren.

#### **6.2.5 Gestaltung / Architektur**

Hier soll die Gestaltungsfreiheit eines Bauwerkes betreffend die Tragkonstruktion und der Funktionalität aufgezeigt werden. Baustoffe mit maximalem Gestaltungsspielraum werden von Architekten sehr geschätzt, insbesondere wenn die Erscheinungsbilder der Oberfläche in einem weiten Bereich variiert werden können.

## 7 Stärken und Schwächen der Bauprodukte des Massivbaus

In den folgenden Kapiteln werden die Stärken (S) und Schwächen (W) der mineralischen Baustoffe aufgezeigt. Die Gliederung erfolgt entsprechend der SWOT-Matrix und wird auch zu Beginn jeder Anforderung in Tabellenform übersichtlich dargestellt. Es wird auf folgende Punkte im Hinblick auf Stärken und Schwächen der Bauprodukte des Massivbaus näher eingegangen:

1. Standsicherheit
2. Brandschutz
3. Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz
4. Nutzungssicherheit
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung, Wärmeschutz
7. Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen
8. Umweltwirkungen
9. Kreislauffähigkeit
10. Instandhaltung
11. Wirtschaftlichkeit
12. Gestaltung / Architektur

Die Struktur der Stärken und Schwächen ergibt sich, wie in Kapitel 6 Produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus, aus den sechs OIB-Richtlinien, erweitert um die Anforderung Nummer 7, sowie den sonstigen Anforderungen.

### 7.1 Standsicherheit

Die Bemessung und Konstruktion der vertikalen Tragfähigkeit von Stahl- und Spannbetontragwerken erfolgt nach Eurocode 2 und für Mauerwerksbauten nach Eurocode 6. Für den konventionellen Massivbau gibt es dabei praktisch keine Begrenzung, da eine ausreichende vertikale Tragfähigkeit der mineralischen Baustoffe gegeben ist.

**Tabelle 7-1:** Stärken und Schwächen betreffend der Standsicherheit

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Standsicherheit	Tragfähigkeit vertikal	Bemessung nach Eurocodes 2, 6; für konventionellen Hochbau praktisch keine Begrenzung	Mauerwerk und unbewehrter Beton im Wesentlichen nur auf Druck beanspruchbar
	Erdbebensicherheit	Bemessung nach Eurocode 8; im Stahlbeton-Skelettbau mit Ausfachung-en Aufnahme von Horizontalkräften problemlos möglich	Mauerwerk gegenüber Horizontalbeschleunigungen empfindlich, erf. Nachweise mit bes. Maßnahmen und Anordnung von Stahlbetonscheiben möglich

	Verformbarkeit	Deformationsverhalten im Stahl-/ Spannbetonbau durch Betonfestigkeit, Bewehrungsgehalt und Querschnittsgestaltung einstellbar, duktiler Bruchverhalten im Stahlbetonbau	Sprödes Bruchverhalten von HLZ-Mauerwerk sowie Spannbeton bei Überlastung
	Robustheit	hohe Widerstandsfähigkeit gegen außerplanmäßige Einwirkungen und kombinierte Beanspruchungen (insbes. Stahlbeton, Stahlfaserbeton, NF-ZMK)	Optimierte/ausgereizte Bauprodukte wie HLZ empfindlich gegenüber außerplanmäßige Einwirkungen

Ziegelmauerwerk kann im Wesentlichen nur auf Druck beansprucht werden und keine Zugbeanspruchungen übernehmen.

Die Bemessung von Bauwerken gegen Erdbeben ist im Eurocode 8 geregelt. Für Stahlbetonskelettbauten mit Ausfachungen ist eine Aufnahme von Horizontalkräften problemlos möglich. Mauerwerk ist gegenüber Horizontalbeschleunigungen empfindlicher und es sind erforderliche Nachweise durchzuführen. Mit besonderen Maßnahmen und Anordnung von Stahlbetonscheiben ist ein erdbebensicheres Bauwerk möglich.

Das Deformationsverhalten im Stahl- und Spannbetonbau ist durch Betonfestigkeit und Bewehrungsgehalt anhand moderner Berechnungsverfahren den gewünschten Anforderungen anpassbar.

Werkstoffe mit duktilem Bruchverhalten kündigen bei zu großen Spannungen ihr Versagen durch plastische Verformungen vorzeitig an. Das plastische Verformungsvermögen von Stahlbetonbauteilen wird maßgeblich durch die Duktilitätseigenschaften des Bewehrungsstahls und den Bewehrungsgrad beeinflusst. Durch geeignete Bemessung kann ein solches Verhalten gewährleistet werden [60]. Hochlochziegelmauerwerk und z.T. auch Spannbetonbauten haben jedoch ein sprödes Bruchverhalten bei Überlastung.

Eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber außerplanmäßigen und kombinierten Beanspruchungen ist bei Stahlbeton, Stahlfaserbeton und Normalformatziegelmauerwerk gegeben. Hochlochziegelmauerwerk mit „ausgereizten“ und optimierten Lochbild und Materialeigenschaften ist jedoch gegenüber außerplanmäßigen Beanspruchungen empfindlicher.

Mineralische Baustoffe sind robuste Baustoffe. Das bedeutet sie bieten einen hohen Widerstand gegenüber Witterungseinflüssen und Schädlingsbefall aber auch gegen eindringendes Regenwasser oder Stürme. Gegen weniger häufige Einwirkungen wie Erdbeben oder Überschwemmungen wird ebenfalls ein hoher Widerstand geboten.

Betonbauteile überstehen im Gegensatz zu vielen anderen Materialien viele Frost-Tau-Wechsel ohne schädliche Rissbildung.

## 7.2 Brandschutz

Der Brandschutz ist eines der Stärkefelder des Massivbaus. Mineralische Baustoffe haben die Brennbarkeitsklasse A nicht brennbar und tragen daher auch nicht zur Ausbreitung eines Brandes bei.

Für die Beurteilung des brandschutztechnischen Risikos sind drei Kriterien ausschlaggebend. Die Eintrittswahrscheinlichkeit, die Entstehung und die Ausbreitung. Aufgabe des baulichen Brandschutzes ist es, die Gefährdung von Leben, Gesundheit und Umwelt größtenteils zu verhindern. Es wird zwischen mobiler und immobiler Brandbelastung unterschieden.

**Tabelle 7-2:** Stärken und Schwächen betreffend dem Brandschutz

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Brandschutz	Brandwiderstandsdauer	unbestrittenes Stärkefeld des Massivbaus bei ausreichenden Bauteildicken; Klasse A1	Verlust der Streckgrenzen des Bewehrungsstahls > 400°C
	Ausbreitung	kein Beitrag zur Brandlast	
	Personenschutz	s.o.	

Die immobile Brandlast ist die Brandbelastung aus dem Gebäude selbst, also aus der Tragkonstruktion oder den Verkleidungen etc. Weiters wird die immobile Brandlast in eine bauspezifische Brandlast der tragenden Konstruktion und der konstruktionsneutralen Brandlast differenziert. Konstruktionsneutrale Brandlasten wie Fenster und Türen werden sowohl im Massivbau als auch im Leichtbau eingesetzt und sind daher für beide Bauweisen gleich zu bewerten. Die Gefahr für den Nutzer liegt in der immobilen Brandlast. In der Anfangsphase eines Brandes ist primär der brennbare Inhalt eines Gebäudes von Bedeutung für das Gefahrenpotential im Brandfall. Im Brandfall ist die Rasanze der Brand- und Rauchentwicklung, also die Qualität, Quantität und Verteilung der immobilen Brandlast wesentlich. Der Einfluss der immobilen Brandlast kommt erst mit erheblicher Zeitverzögerung zum Tragen. Die Gefahr für den Nutzer geht von den Rauchgasen aus [61].

Die bisherige Brandschutzphilosophie ist auf den Schutz von Personen (Nutzer und Retter) ausgelegt und die Sanierbarkeit nach Brandschäden stellt kein wesentliches Element des vorbeugenden Brandschutzes dar.

Um einen ausreichenden Brandschutz der Tragkonstruktion zu gewährleisten, ist bei Stahlbetonbauteilen auf eine ausreichende Betonüberdeckung zu achten. Der Bewehrungsstahl verliert seine Streckgrenze bereits bei Temperaturen ab 400°C.

### 7.3 Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz

Eine Stärke der massiven Bauteile ist es, ohne Oberflächenbehandlung ausreichende Widerstandsfähigkeit gegenüber natürlicher Alterung / Verwitterung aufzuweisen.

Auszug aus Anhang 1 „Stärken und Schwächen des Massivbaus“:

**Tabelle 7-3:** Stärken und Schwächen betreffend der Hygiene, Gesundheit und dem Umweltschutz

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz	Emission gefährlicher Stoffe	keine schädlichen Inhaltsstoffe in Massivbaustoffen; keine Wasser-/Bodenkontamination durch Ziegel und Beton	
	Emission gefährlicher Strahlen	keine	
	Boden-/Wasserkontamination	keine	
	Trinkwassergefährdung	keine	
	Bauwerksfeuchtigkeit	Wasseraufnahme und -abgabe poröser mineralischer Baustoffe verbunden mit Beständigkeit auch gegenüber langdauernder Durchfeuchtung (keine Substanzerstörung)	Frostwiderstandsfähigkeit bei Beton ohne LP begrenzt, keramische Baustoffe (nicht gesintert) i.a. nicht frostbeständig (Witterungsschutz erforderlich); erhöhte Baufeuchte in Ortbetonbauteilen in den ersten Jahren

Holzverkleidungen als auch tragende Holzkonstruktionen sind mit chemischen Holzschutzmitteln zu behandeln um einer Verwitterung bzw. Verrottung entgegenzuwirken. Im Massivbau sind keinerlei solcher schädlichen Mittel notwendig. Es kommt daher auch zu keinerlei Wasser- oder Bodenkontaminationen durch Ziegel oder Beton.

Um eine wasserdichte Konstruktion im Betonbau herzustellen ist kein mehrschichtiger Aufbau mit zusätzlicher Abdichtung notwendig. Es ist möglich im einschichtigen Aufbau (weiße Wanne) eine dichte Ebene herzustellen.

Die Hygroskopizität poröser mineralischer Baustoffe ist gegeben. Unter Hygroskopizität wird das Vermögen der Wasserdampfaufnahme und Wasserdampfabgabe bei Veränderung der Luftfeuchtigkeit verstanden.

Auch die Beständigkeit gegenüber langanhaltender Durchfeuchtung ist im Massivbau gegeben.

Ist es notwendig einen frostbeständigen Bauteil herzustellen, ist bei Beton die entsprechende Expositionsklasse zu wählen. Nicht gesinterte keramische Baustoffe sind im Allgemeinen nicht frostbeständig und ein Witterungsschutz ist erforderlich.

In den ersten Jahren ist bei Ortbetonbauteilen im Gegensatz zum Ziegelmauerwerk eine erhöhte Baufeuchte vorhanden.

## 7.4 Nutzungssicherheit

Das Thema Nutzungssicherheit ist für die SWOT-Analyse nur von geringer Bedeutung, da dieses Kapitel nicht von den Baustoffen abhängig ist und zwischen Massiv- und Leichtbau kaum unterschieden wird.

**Tabelle 7-4:** Stärken und Schwächen betreffend der Nutzungssicherheit bzw. Gebrauchstauglichkeit

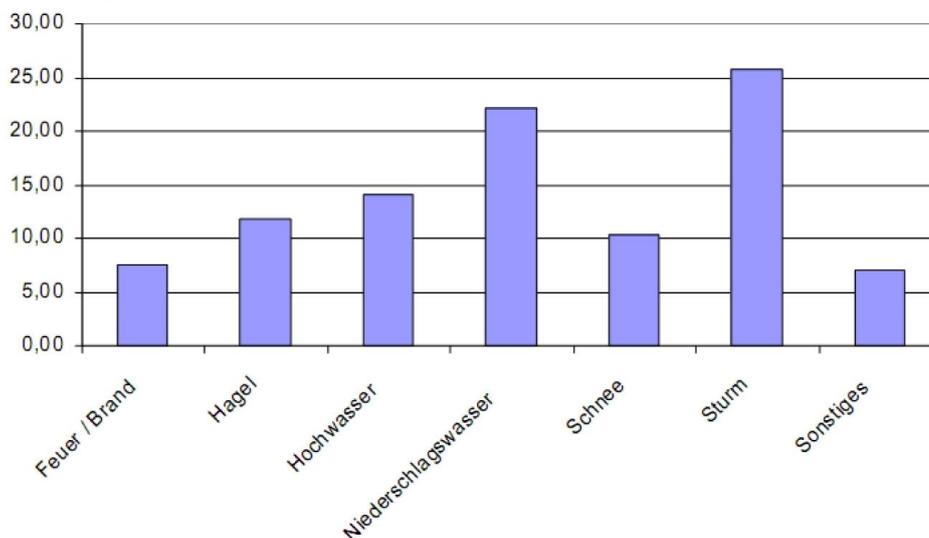
Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Nutzungs-sicherheit/ Gebrauchs-tauglichkeit	Einbruchsschutz	hohe Widerstandsfähigkeit von massiven Wänden gegen Durchbruch	
	Barrierefreiheit/ Zugänglichkeit		keine Baustoffeigenschaft

Im Bereich Einbruchsschutz bietet der Massivbau jedoch eine wesentlich höhere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen.

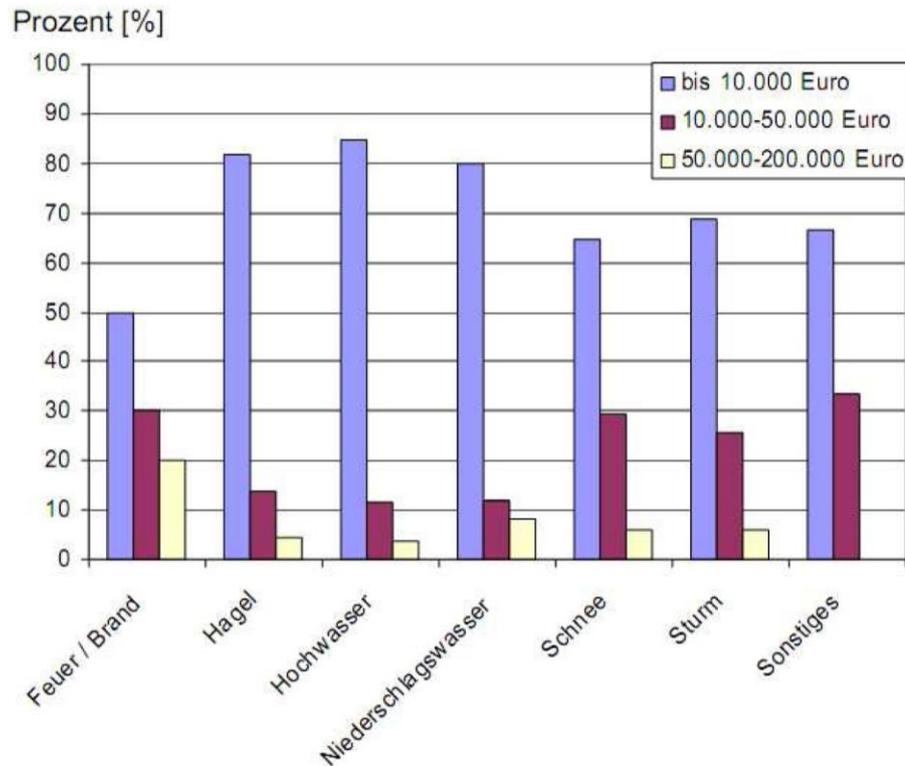
Durch die steigenden Unwetter und Naturkatastrophen wird in Zukunft die Katastrophensicherheit von Gebäuden immer wichtiger. Es ist zu achten, dass ein Gebäude unter Katastropheneinwirkung erhalten bleibt, bzw. einfach und kostengünstig wieder hergestellt werden kann.

In der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ [62] wurde der Einfluss von Naturkatastrophen auf unterschiedliche Bauweisen, sowie die häufigsten Katastrophenarten in Österreich und deren Schadenssumme untersucht.

Prozent [%]



**Abbildung 7-1:** Verteilung der Katastrophenarten [62]



**Abbildung 7-2:** Verteilung der Schadenssummen je Katastrophenart [62]

In Abbildung 7-1 wird die Verteilung der unterschiedlichen Katastrophenarten und deren Häufigkeit dargestellt. Die meisten Katastrophen sind durch Stürme und Niederschlagswasser verursacht. In Abbildung 7-2 ist ersichtlich, dass unabhängig von der Katastrophenart der Großteil der resultierenden Schadenssumme im Bereich bis 10.000 Euro liegt.

Der große Anteil an Schadenssummen bis 10.000 Euro spiegelt sich in allen Bauweisen wieder. Es ist jedoch in Abbildung 7-3 ersichtlich, dass der Anteil im Massivbau bei 76% liegt, im Holzbau bei 40% und im Mischbau bei 50%. Schadenssummen von 50.000 bis 200.000 Euro treten im Massivbau mit nur 3% auf und im Mischbau mit 40% am häufigsten auf.

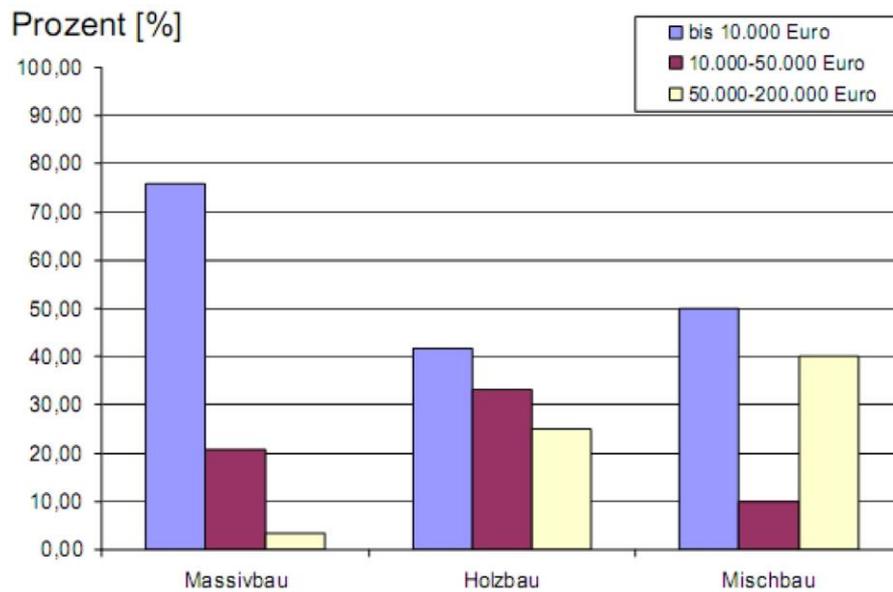


Abbildung 7-3: Verteilung der Schadenssummen je Bauweise [62]

Die Auswertung der Schadenshöhen zeigt, dass Schäden bis 10.000 Euro bei den einzelnen Bauteilen am häufigsten auftreten. Ausnahme ist das Wärmedämmverbundsystem mit Putz, bei dem Schäden in der Höhe von 10.000 bis 50.000 Euro am häufigsten auftreten (siehe Abbildung 7-4) [62].

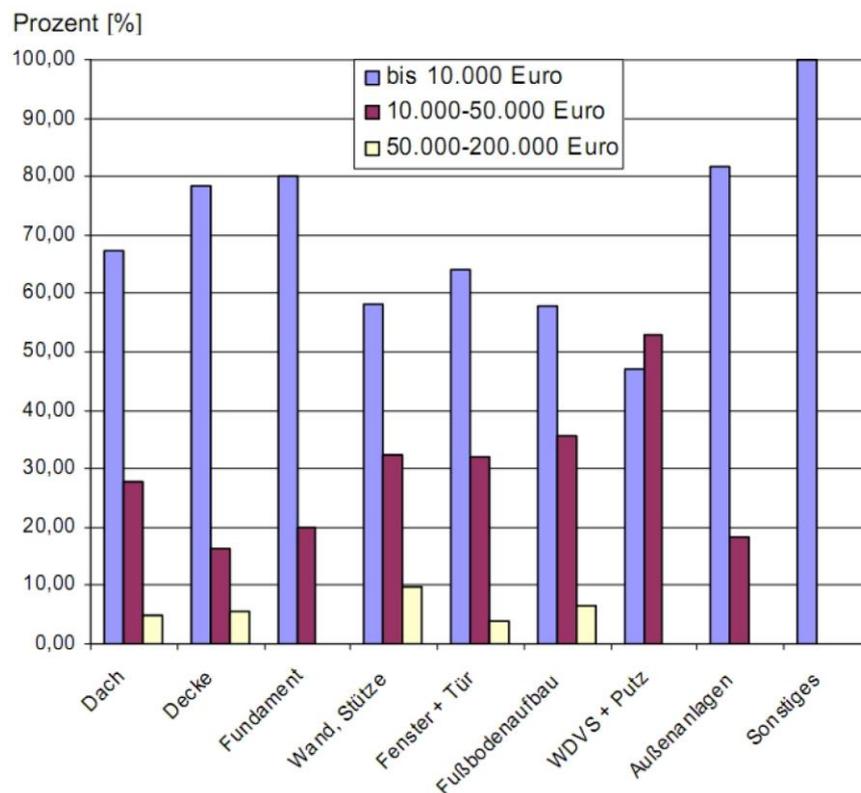


Abbildung 7-4: Verteilung der Schadenssumme je Bauteil [62]

## 7.5 Schallschutz

Mineralische Baustoffe haben meist eine „schallharte“ Oberfläche. Um die gewünschten raumakustischen Eigenschaften zu erhalten sind daher Verkleidungen der Oberflächen notwendig.

Die luftschalltechnischen Eigenschaften von Betonbauteilen und Ziegelmauerwerk sind in der Regel durch die hohen Flächenmassen ausreichend. Bei Hochlochziegeln ist das Schalldämmmaß abhängig von der Steinrohddicht und dem Lochbild.

Es besteht die Gefahr der Schalllängsleitung. Daher ist eine akustische Trennung einzelner Bauteile notwendig. Stiegenlaufplatten müssen beispielsweise schalltechnisch entkoppelt werden um eine Schalllängsleitung zu unterbinden.

**Tabelle 7-5:** Stärken und Schwächen betreffend dem Schallschutz

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Schallschutz	Raumakustik - Oberflächen		"Schallharte" Oberflächen, vielfach absorbierende Bekleidung notwendig
	Luftschall	i.d.R. ausreichender Luftschallschutz durch Flächenmasse von Betonbauteilen und Ziegelmauerwerk	bei HLZ abhängig von Steinrohddichte und Lochbild
	Körperschall		Schalllängsleitung akustisch nicht entkoppelter Bauteile
	Erschütterungsschutz	Bei entkoppelter Anregung sind große Massen wenig vibrationsanfällig	Schwingungsübertragung durch hohe Steifigkeit

Bei korrekter Ausführung besteht keine Gefahr der Übertragung von Erschütterungen, da große Massen nur bedingt vibrationsanfällig sind.

Es ist jedoch auf Schwingungsübertragungen Acht zu geben, da durch die hohe Steifigkeit eine Weiterleitung der Erschütterungen möglich ist.

## 7.6 Energieeinsparung, Wärmeschutz

Mineralische Baustoffe haben ein breites Spektrum an unterschiedlichen Lambda-Werten. Dies kann bei Beton über den Porenraum beeinflusst werden (Leichtbeton, Porenbeton, etc.), bei Mauerziegel über das Lochbild oder eine eventuelle Porosierung. Hochlochziegel mit integrierter Wärmedämmung aus Steinwolle erreichen bei einer Wandstärke von 30 cm und Verlegung im Dünnbettmörtel einen U-Wert von 0,27 W/m<sup>2</sup>K.

Monolithische Außenwandbauteile sind bei wirtschaftlichen Wanddicken nur schwierig mit gefordertem Wärmedurchgang herzustellen, jedoch mit Porenbeton oder Hochlochziegel möglich.

**Tabelle 7-6:** Stärken und Schwächen betreffend Energieeinsparung und Wärmeschutz

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Energie-einsparung/ Wärmeschutz	Wärmedurchgang	breite Variationsmöglichkeit bei Beton (Leichtbeton, Poren-/Mantelbeton) sowie HLZ-Mauerwerk	Abnehmende Dämmfähigkeit mit zunehmender Rohdichte; monolithische Außenwandbauteile bei wirtschaftlichen Wanddicken nur mit Schwierigkeiten machbar (z.B. por. HLZ mit Zusatzdämmung)
	Wärmespeicherung	sehr gute Speichereigenschaften bei hoher Rohdichte, sofern von Luftstrom erfasst (Nachtlüftung); Möglichkeit der Bauteilaktivierung	begrenzte Steuerungsmöglichkeiten und Trägheit der Bauteilaktivierung
	Wärmebrücken	Vermeidung von Wärmebrücken durch poröse Varianten (Leichtbeton, Poren-/Mantelbeton, HLZ-Mauerwerk)	Gefahr von Wärmebrücken bei hoher Rohdichte (Normalbeton, NF-Mauerwerk)
	Winddichtheit		Gefahr red. Winddichtheit bei Verwendung von Hohlkörperbauteilen (HLZ-, Hohlblock-Mauerwerk)

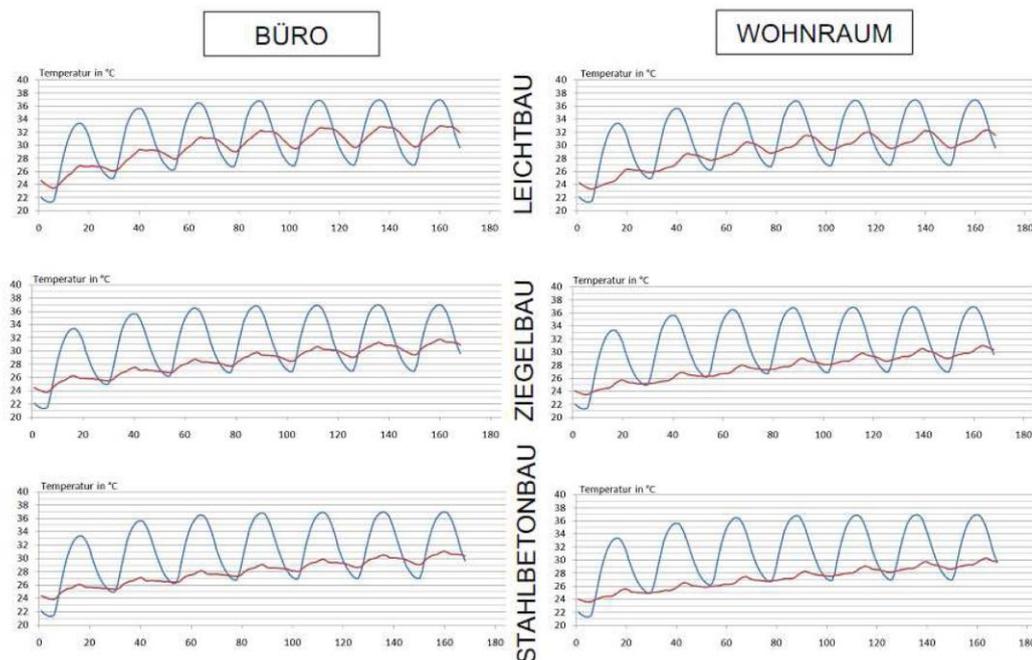
Die Wärmespeicherung mineralischer Baustoffe ist abhängig von der Rohdichte relativ gut und es besteht die Möglichkeit der thermischen Bauteilaktivierung. Bei der thermischen Bauteilaktivierung werden Gebäudemassen zur aktiven Temperaturregulierung genutzt. Die speicherwirksamen Massen werden durch Kühlung mit Kaltwasser bzw. Erwärmung durch Warmwasser über einen Heiz- bzw. Kühlkreislauf aktiviert. Es besteht jedoch nur eine begrenzte Steuerungsmöglichkeit bei der Bauteilaktivierung, da dieses System nur träge auf Temperaturänderungen reagiert. Die Vorteile der Bauteilaktivierung sind der niedrige Energieeinsatz und die Reduktion der Lastspitzen. Durch die großen Abstrahlungsflächen sind nur geringe Temperaturdifferenzen zwischen Innenraumtemperatur und der Wassertemperatur notwendig. Dadurch ist eine Nutzung von alternativen Energiequellen wie

Erdreichwärmetauscher oder Solarkollektoren vorteilhaft. Die Verlegung der Rohre in den Bauteilen hat sorgfältig zu geschehen, da nachträgliche Änderungen oder Reparaturen nicht möglich sind. Auch kurzfristige Steuerung der Raumtemperatur ist auf Grund der Trägheit des Systems nicht möglich.

Die Gefahr von Wärmebrücken ist bei porösen Baustoffen wie Leichtbeton, Porenbeton, Mantelbeton oder Hochlochziegeln gering. Werden Baustoffe mit hoher Dichte verwendet, ist die Gefahr von Wärmebrücken entsprechend höher.

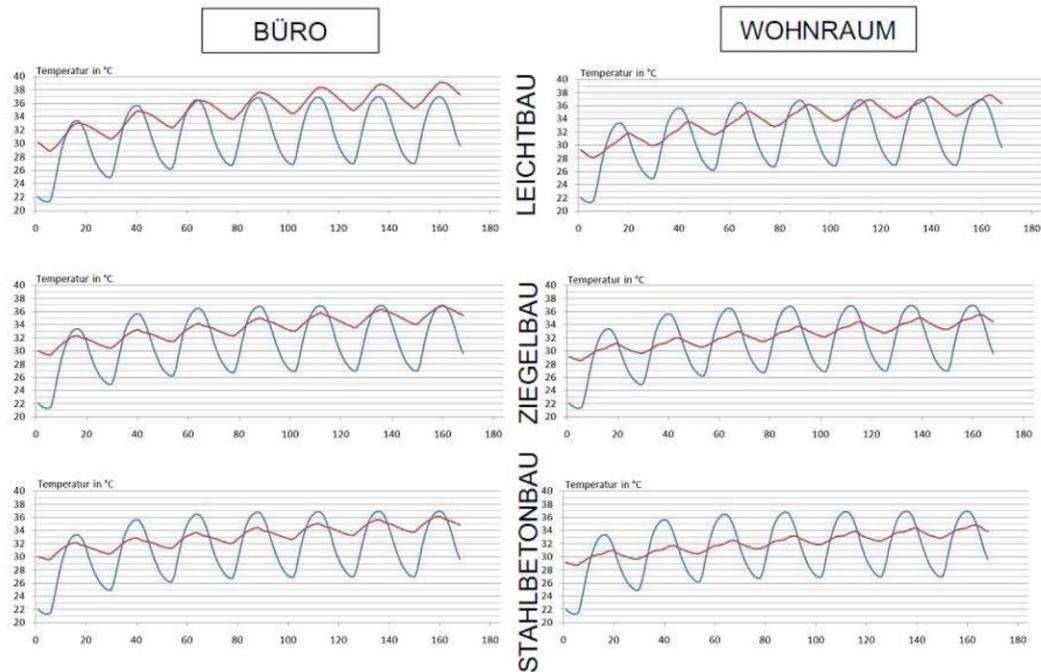
Massive Konstruktionen sind in der Regel materialbedingt winddicht. Bei Verwendung von Hohlkörperbauteilen wie Hochlochziegel oder Hohlblockmauerwerk können bei unsachgemäßer Herstellung Undichtheiten auftreten.

In der Abbildung 7-5 und Abbildung 7-6 sind Untersuchungsergebnisse verschiedener Bauweisen (Stahlbeton-, Ziegel-, und Leichtbau), wobei innere Lasten (Büro bzw. Wohnraum), die nächtliche Fensterlüftung (Fenster geschlossen bzw. offen) und die Verschattung (Fenster verschattet bzw. Fenster nicht verschattet) variiert wurden dargestellt. In Abbildung 7-5 sind Fenster nachts geöffnet und eine Außenverschattung ist vorhanden [63]. Die Verläufe der Innenraumtemperaturen im Massivbau sind gegenüber dem Leichtbau deutlich flacher ausgebildet.



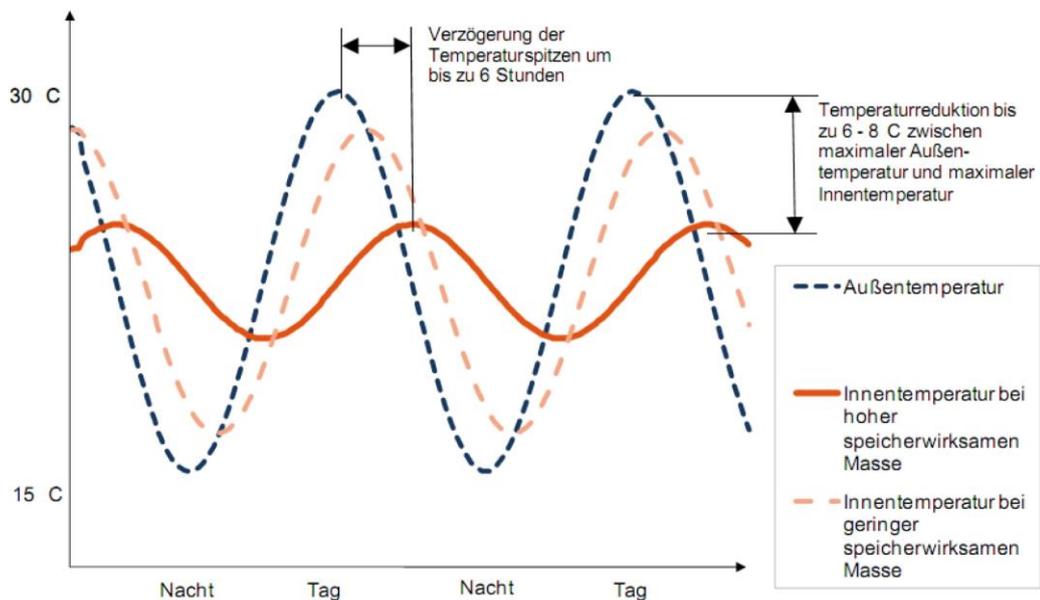
**Abbildung 7-5:** Vergleich verschiedener Bauweisen mit Außenverschattung und Nachtlüftung  
Blaue Kurve: Außentemperatur, Rote Kurve: Raumtemperatur [63]

Abbildung 7-6 zeigt die Ergebnisse mit nachts geschlossenen Fenstern und ohne Verschattungsmaßnahmen. Die Darstellungen zeigen die Vorteile der Massivbauweise im Hinblick auf das Wärmespeichervermögen, sowie den Einfluss der nächtlichen Lüftung.



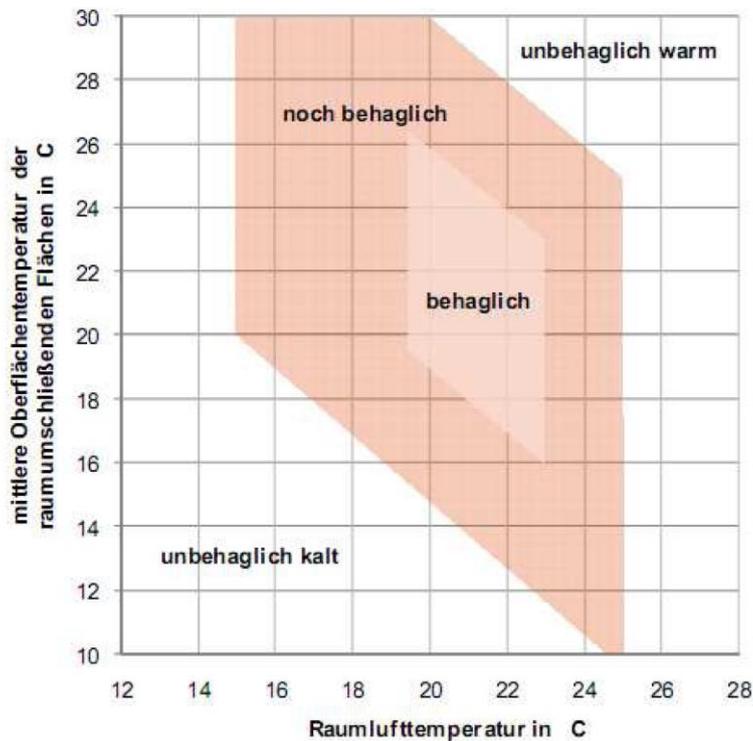
**Abbildung 7-6:** Vergleich verschiedener Bauweisen ohne Außenverschattung und ohne Nachtlüftung. Blaue Kurve: Außentemperatur, Rote Kurve: Raumtemperatur [63]

Im modernen Bürobau werden auf Grund der häufig sich ändernden Situierung der Arbeitsplätze immer häufiger doppelte Böden und abgehängte Decken eingebaut, wodurch die Innenraumluft von der Tragstruktur mit Speichermasse getrennt wird. Dadurch erfolgt nur ein deutlich reduzierter Wärmeaustausch, sodass die Speichermasse nur eingeschränkt genutzt werden kann. Durch wirksame Speichermassen werden Innenraumtemperaturen sowohl im Sommer als auch im Winter stabilisiert. Dies führt zu einer höheren thermischen Behaglichkeit und Spitzenlasten sowie der gesamte Energieeinsatz für Heizung und Kühlung des Gebäudes werden reduziert. Gebäude mit hoher speicherwirksamer Masse verzögern die Temperaturspitzen im Innenraum um bis zu sechs Stunden (siehe Abbildung 7-7). Raumklimatische Bedingungen werden durch Lufttemperatur, Strahlungsverhältnisse, Luftbewegung und Luftfeuchte bestimmt. Niedrigere Lufttemperaturen können durch höhere Oberflächentemperaturen ausgeglichen werden und umgekehrt (siehe Abbildung 7-8) [63].



**Abbildung 7-7:** Einfluss der Speichermasse auf Temperatur und Komfort [64]

Massive Bauteile können Wärme aufnehmen und speichern. Durch die kühlen Oberflächentemperaturen wird die Lufttemperatur auch an heißen Tagen kälter empfunden als tatsächlich vorhanden. Die temperaturnivellierende Wirkung kann vor allem die sommerliche Überhitzung verringern, jedoch muss eine (nächtliche) thermische Abkühlung der Bauteile sichergestellt werden. Dies kann durch einen erhöhten nächtlichen Luftwechsel oder durch direkte Abkühlung mittels Bauteilaktivierung geschehen. Bei einer Abkühlung durch erhöhten Luftwechsel ist darauf zu achten, dass der Luftstrom die massiven Bauteile umströmt und nicht durch Verkleidungen beeinträchtigt wird [64].



**Abbildung 7-8:** Thermische Behaglichkeit als Funktion der mittleren Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen und der Raumlufttemperatur [64]

## 7.7 Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen

Die Rezyklierbarkeit bei allen Betonarten und Ziegeln mit einem geringen Lochanteil ist über mehrere Stoffkreisläufe problemlos gegeben. Hochlochziegel mit dünnen Stegen oder mit Mineralwolle-Füllung sowie Betonsteine mit eingelegtem Dämmstoff sind nur erschwert wiederverwertbar. Auch eine Verwertung von Feinteilen mit einem Durchmesser kleiner 4 mm ist schwierig.

Normalbeton hat bei richtiger Zusammensetzung und Wahl der geeigneten Expositionsklasse die maximale Dauerhaftigkeit. Somit ist eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, physikalische und chemische Angriffe gegeben.

**Tabelle 7-7:** Stärken und Schwächen betreffend nachhaltiger Nutzung natürlicher Ressourcen

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Nachhaltige Nutzung natürl. Ressourcen	Rezyklierbarkeit	Rezyklierbarkeit mit mehreren Stoffkreisläufen bei allen Betonarten und Ziegeln mit geringem Lochanteil	erschwerter Verwertbarkeit von HLZ mit dünnen Stegen, ebenso mit MW-Füllung; desgleichen bei Betonsteinen mit eingelegten Dämmstoffen; Verwertung der Feinteile <4mm schwierig
	Dauerhaftigkeit	bei richtiger Zusammensetzung max. Dauerhaftigkeit von Normalbeton, hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, physikalische und chemische Angriffe	poröse keramische Baustoffe (nicht gesintert) empfindlich gegen Frost- und Salzeinwirkung bei starker Durchfeuchtung, Witterungsschutz erforderlich
	Umweltverträgliche Rohstoffe	umweltfreundliche Gewinnung mineralischer Rohstoffe, Sand und Kies im Alpenraum und insbes. in Ostösterreich in hoher Qualität und großen Mengen langfristig verfügbar, Renaturierung von Kiesgruben	formal "nicht erneuerbare" Rohstoffe

Poröse keramische Baustoffe, die nicht gesintert wurden, sind bei starker Durchfeuchtung empfindlich gegen Frost- und Salzeinwirkung. Daher ist in solchen Fällen ein Witterungsschutz erforderlich.

Die umweltfreundliche Gewinnung mineralischer Rohstoffe wie Sand und Kies ist im Alpenraum und insbesondere in Ostösterreich in hoher Qualität und in großen Mengen langfristig möglich. Jedoch gelten mineralische Rohstoffe nicht als erneuerbare Rohstoffe. Die Renaturierung von Kiesgruben wird in Zukunft mehr an Bedeutung gewinnen.

## 7.8 Umweltwirkungen

**Tabelle 7-8:** Stärken und Schwächen betreffend Umweltwirkungen

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Umweltwirkungen	Ressourcenschonung	siehe oben	hoher Verbrauch nicht erneuerbarer Rohstoffe durch hohe Rohdichte bei massenflussbasierten Bewertungssystemen
	Emissionen Herstellung		hohe Emissionen zufolge Brennprozesse in der Herstellung (Zement, Kalk, keramische Baustoffe), insbes. GWP und PEI

Einige mineralische Baustoffe, insbesondere Zement, Kalk sowie keramische Baustoffe erfordern in ihrer Herstellung Brennprozesse mit Temperaturen z.T. jenseits von 1000°C. Neben den prozessbedingten Treibhausgasemissionen (Zement, Kalk) erhöhen diese Brennprozesse die ökologischen Indikatoren Treibhausgaspotential und Primärenergiegehalt erheblich. Die Bewertung der Umweltwirkung von Bauprodukten erfolgt meist mittels masseflussbasierter Systeme, die - Systemimmanent – Stoffe mit hoher Dichte benachteiligen.

## 7.9 Kreislauffähigkeit

Um der steigenden Ressourcenknappheit entgegen zu wirken, wird die Kreislauffähigkeit von Bauprodukten an Bedeutung gewinnen. Im Kapitel 5.2.1.1 Abfallrahmenrichtlinie wird auf die Wiederverwendung oder das Rezyklieren von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen forciert.

Die Kreislauffähigkeit von Bauprodukten setzt sich zusammen aus Demontierbarkeit, Trennbarkeit und Rezyklierbarkeit.

**Tabelle 7-9:** Stärken und Schwächen betreffend der Kreislauffähigkeit

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Kreislauf-fähigkeit	Demontierbarkeit	zerstörende Zerkleinerung durch Sägen, Einschlagen, Zerkleinern mit Hydraulikscheren möglich	Beton-, Stahlbeton- und Mauerwerksbau sind keine Montagebauweisen mit "Zerlegungspotential", zerstörungsarme Zerkleinerung zu Recyclingzwecken nicht möglich
	Fügetechnik	Schwerlastverankerungen in Beton möglich, auch ungeplant bei Sanierungen	keine lösbaren Verbindungsmittel bzw. Fügetechniken im Massivbau verfügbar, Knotenausbildung im Fertigteilbau nicht auf Lösbarkeit ausgelegt; Schwerlastverankerungen in HLZ nur eingeschränkt möglich
	Trennbarkeit	Beton und Bewehrung trennbar	Faserbeton mit heute verfügbaren Technologien praktisch nicht rezyklierbar

Das (in der Regel unbewehrte) Mauerwerk ist problemlos zu zerkleinern und mit heutigen Werkzeugen ist auch das Zerlegen von Stahlbetonkonstruktionen kein Problem und nur eine Frage des Energieeinsatzes und Werkzeugverschleißes. Mit Ausnahme des Betonfertigteilbaus sind Beton und Mauerwerksbauweisen keine Montagebauweisen wie etwa der Stahl- oder Holzbau.

Beton-, Stahlbeton- und Mauerwerksbauweisen sind jedoch keine Montagebauweisen mit „Zerlegungspotential“. Eine zerstörungsarme Zerkleinerung zu Recyclingzwecken ist kaum möglich.

Im Massivbau und Fertigteilbau sind Verbindungsmittel nicht auf Lösbarkeit ausgelegt und Knotenausbildungen werden als nicht lösbare Verbindungen hergestellt. Schwerlastverankerungen im Beton sind problemlos möglich und auch bei ungeplanten Sanierungen nachträglich möglich. Schwerlastverankerungen im Hochlochziegel sind nur eingeschränkt möglich.

Die Trennbarkeit von Beton und Bewehrung ist problemlos zu bewerkstelligen. Bei Faserbeton ist eine Rezyklierung praktisch nicht möglich.

### 7.10 Instandhaltung

Der Massivbau zeichnet sich durch geringe Materialvielfalt aus und erfordert keine vielschichtigen Bauweisen mit Schichten unterschiedlicher Lebensdauer und zum Teil erschwerter Trennbarkeit.

Aufbauten mit geringer Materialvielfalt und wenigen unterschiedlichen Schichten sind in der Herstellung auf der Baustelle weniger fehleranfällig. Einzelne Schichten geringerer Lebens- oder Nutzungsdauer die nicht voneinander getrennt werden können reduzieren die Lebensdauer des gesamten Aufbaus auf die des kurzlebigen Bauteils.

**Tabelle 7-10:** Stärken und Schwächen betreffend der Instandhaltung

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Instandhaltung	Trennung v. Bauteilschichten	mehrschichtige Bauweisen mit erschwerter Trennbarkeit im Massivbau nicht üblich	
	Reparierbarkeit	umfangreiche Reparaturtechnologien im Beton- und Stahlbetonbau verfügbar, ebenso Regelwerke zur Qualitätssicherung; NF-Ziegelmauerwerk ebenfalls gut reparierbar	eingeschränkte Reparierbarkeit im Stahl- und Spannbetonbau bei jahrzehntelangem Ignorieren von Karbonatisierung und Stahlkorrosion; HLZ-Mauerwerk eingeschränkt reparierbar
	Lebensdauer	höchste Lebensdauer für Betonbauwerke, ebenso NF-Ziegelmauerwerk	
	Robustheit	höchste Widerstandsfähigkeit von Beton- und Stahlbetonbauten sowie NF-Ziegelmauerwerk gegenüber außerplanmäßige Einwirkungen	

Für Beton- und Stahlbetonbauten stehen umfangreiche Reparaturtechnologien zur Verfügung. Es gibt auch Regelwerke zur Qualitätssicherung. Ebenso lassen sich Bauteile mit Normalformatziegel gut reparieren. Wird eine Reparatur jedoch über einen längeren Zeitraum ignoriert und es kommt zur Karbonatisierung und Stahlkorrosion, ist eine Reparatur nur eingeschränkt möglich. Bei Hochlochziegelmauerwerk gibt es ebenfalls eine eingeschränkte Reparierbarkeit da durch die Zerstörung der Lochstruktur im Hochlochziegel schalltechnische oder wärmetechnische Eigenschaften verloren gehen.

Betonbauwerke und ebenso Normalformatziegelmauerwerk haben die höchste Lebensdauer jedoch ist eine Qualitätssicherung auf der Baustelle notwendig. Der geringe Vorfertigungsgrad und die Notwendigkeit von geschultem Fachpersonal machen eine Qualitätssicherung unumgänglich.

Die Widerstandsfähigkeit von Beton- und Stahlbetonbauten sowie Normalformatziegelmauerwerk gegenüber außerplanmäßigen Beanspruchungen sind hoch.

Bei Massivbauten ist nach einem Wasserschaden nicht die gesamte Bausubstanz geschädigt. Es kann jedoch einen größeren Zeitraum in Anspruch nehmen die gesamte Konstruktion wieder austrocknen zu lassen. Im Gegensatz zu mit Mineralwolle gefüllten Leichtbauwänden trocknen Mauerwerk und Beton in relativ kurzer Zeit wieder aus und anschließende Reparaturarbeiten und Renovierungen sind in rasch und mit geringem finanziellem Aufwand zu bewältigen [62].

Massive Bauteile aus Stahlbeton und Ziegelmauerwerk sind äußerst robust gegen außerplanmäßige Beanspruchungen. Zu diesen Beanspruchungen zählen beispielsweise Schnee, Überschwemmungen, Stürme, Hagel, Hagel, sintflutartigen Regen, Murgänge oder Lawinen. Solchen außerplanmäßigen Beanspruchungen können von Leichtbaukonstruktionen nur bedingt standgehalten werden. Durch die steigende Anzahl der Wetterextreme wird der Robustheit in Zukunft vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Daher wird die Robustheit des Massivbaus als eine der wesentlichen Stärken angesehen.

### **7.11 Wirtschaftlichkeit**

Die Herstellungskosten von Baustoffen wie Beton sind durch ihre großen Mengen gering und werden im Vergleich zu weniger häufig verwendeten Materialien als Stärke eingestuft. Ebenso bei den Instandhaltungskosten. Auf Grund des geringen vergleichsweise geringen Wartungsbedarfs bei Massivbauprodukten werden die Instandhaltungskosten als weiterer Vorteil eingestuft.

**Tabelle 7-11:** Stärken und Schwächen betreffend der Wirtschaftlichkeit

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Wirtschaftlichkeit	Herstellungskosten	niedrige Herstellungskosten von Massenbaustoffen wie Beton	
	Transportkosten	Massebedingt geringe Transportradien	
	Montagekosten		vglw. hoher Errichtungsaufwand (Ortbeton, Mauerwerk)
	Instandhaltungskosten	wartungsarm, daher niedrige Instandhaltungskosten	
	Beseitigungskosten	geringe Übernahmegebühren bei Recyclinganlagen für sortenreine mineral. Baurestmassen, insbes. RB	erhöhte Abbruchkosten für Spannbetontragwerke und stark bewehrte Stahlbetonbauteile
	Umnutzungsfähigkeit	gute Umnutzungsfähigkeit im Stahlbetonskelettbau und bei Flachdecken, wenn denkbare Nutzungsvarianten in der Planung berücksichtigt werden, vielfältige Technologien zur Tragwerksverstärkung/ "Ertüchtigung" im Stahlbetonbau verfügbar; insbes. NF-Ziegelmauerwerk beliebig adaptierbar	Beibehalten des statischen Systems bei Umbauten erforderlich (neg. Momente im Stahl-/Spannbetonbau)

Die Gebühren bei der Übernahme mineralischer Baustoffe durch Recyclinganlagen sind vergleichsweise niedrig und in der Tabelle 5-1: Entsorgungskosten angeführt. Ebenso ist der ALSAG-Beitrag (Altlastensanierungsgesetz-Beitrag) mit 9,20 Euro je anfallender Tonne. Jedoch werden Abbruchkosten für Spannbetontragwerke und stark bewehrte Stahlbetonbauteile als Schwäche der Massivbauprodukte eingestuft.

Bei einem Stahlbetonskelettbau und bei Flachdecken ist eine Umnutzung relativ einfach möglich. Werden bereits in der Planung unterschiedliche Nutzungsvarianten berücksichtigt, wird eine spätere Umnutzung weiter vereinfacht.

Wird das statische System verändert oder kommt es durch die Umnutzung zu einer Veränderung im Momentenverlauf (wenn z.B. aus einem positiven Moment ein negatives wird und umgekehrt), können Stahlbetonkonstruktionen und insbesondere Spannbetonkonstruktionen nur noch geringe Kräfte übernehmen. Im Stahlbetonbau gibt es jedoch eine vielfältige Anzahl an Tragwerksverstärkungen und „Ertüchtigungen“, die Umnutzungsfähigkeit kann sowohl als Stärke, jedoch auch als Schwäche durch die Beibehaltung der Tragstruktur gesehen werden.

Der hohe Errichtungsaufwand und die geringe Vorfertigung von Ortbetonbauteilen und Mauerwerk haben bedingt auch höhere Montagekosten die sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit von Massivbauprodukten auswirken kann.

## 7.12 Gestaltung / Architektur

**Tabelle 7-12:** Stärken und Schwächen betreffend Gestaltung bzw. Architektur

Bauprodukt-relevante Anforderungen		Stärken	Schwächen
Gestaltung/ Architektur		max. Gestaltungsfreiheit im Stahlbetonbau, sowohl die Tragkonstruktion betreffend als auch die Betonoberflächen (schalreiner, mechanisch bearbeiteter Sichtbeton), vielfältige Gestaltungsmöglichkeit mit Ziegelmauerwerk (insbes. NF-Ziegel, weniger HLZ)	Herstellung anspruchsvoller Betonoberflächen (Architektur-Sichtbeton) aufwendig

Auf Grund der nahezu beliebigen Formbarkeit des Betons wird dem Architekten ein hoher Gestaltungsspielraum gelassen. Beton ist in seiner Oberfläche sehr variierbar und schalreiner oder Steinmetzmäßig bearbeiteter Sichtbeton, Waschbeton oder ähnliche Oberflächenstrukturen sind möglich. Diese Vielzahl an unterschiedlichen Oberflächenstrukturen können als Stärke der Massivbauprodukte gesehen werden. Jedoch ist eine anspruchsvolle Betonoberfläche auch in der Herstellung aufwendig und auch fehleranfällig.

In der Innenraumgestaltung ist jedoch der Marktanteil an Sichtbetonoberflächen und Sichtziegelmauerwerken gering.

## 8 Chancen und Gefahren

Will der Massivbau seine Potentiale und Chancen nutzen, gilt es, die identifizierten Stärken den künftigen Anforderungen an Bauprodukte im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung des Bausektors gegenüberzustellen. Daher wurden entsprechend der gewählten Struktur der Anforderungen an Bauprodukte Chancen und Gefahren im Anhang im Detail dargestellt. Selbstverständlich sind auch Schwächen bzw. Eigenschaften, die in Anbetracht des künftigen Anforderungsprofils in der Regel als Nachteile im Wettbewerb der Bauprodukte zu sehen sind, zu berücksichtigen. Daraus wird, wie in Abschnitt 5 ausgeführt und im Anhang 3 zusammengestellt, ein Forschungs- und Handlungsbedarf abgeleitet.

Wie auch bei der Stärken- und Schwächenanalyse erfolgt die Bewertung auch der Chancen und Gefahren auf genereller „Massivbauebene“, geht also auftragsgemäß nicht auf die Unterschiede unter den einzelnen Massivbaustoffen ein.

### 8.1 Chancen für den Massivbau

Die in Kapitel 7 Stärken und Schwächen der Bauprodukte des Massivbaus ausgearbeiteten Stärken ergeben für den Massivbau die in weiterer Folge ausgearbeiteten Stärkefelder mit den dazugehörigen Anwendungsbereichen.

Die wesentlichen Chancen des Massivbaus sind in folgenden Stärkefeldern zu sehen:

<b>Stärkefeld</b>	<b>Anwendungsbereich</b>
Dauerhaftigkeit:	Anwendungsbereiche, die lange Nutzungsdauer erwarten verbunden mit folgenden langdauernden Einwirkungen: reguläre und außergewöhnliche Witterung, Wartungsarmut gefordert, Erfüllung der Grundanforderung 7 der BPV
Robustheit:	Risiko unkontrollierter Durchfeuchtung, Brandeinwirkung, Mikroorganismen (z.B. Schimmelpilze) Mikroorganismen, Anprall, Explosion, Erdbeben
Wirtschaftlichkeit:	niedrige Herstellungs- und Instandhaltungskosten = niedrige LZK in Verbindung mit langer Nutzungsdauer
Werthaltigkeit:	Gebäude mit langfristigen Renditezielen und niedrigen Lebenszykluskosten, verbunden mit geplanten Umnutzungskonzepten
Kreislauffähigkeit:	Erfüllung der Grundanforderung 7 der BPV: Rohstoffe in großen Mengen langfristig verfügbar, „Urban Mining“ realisierbar
Masse:	Bauteilaktivierung für sommerlichen Wärmeschutz
Gestaltungsvielfalt:	vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten für den Architekten betreffend Form und Oberfläche der Bauteile: ein- und

zweisinnige Krümmungen, Freiformflächen im Betonbau, Sichtbeton und Sichtziegelmauerwerk

Grundsätzlich gilt, dass der Massivbau mit steigender Nutzungsdauer seine Potentiale im Wettbewerb mit anderen Baustoffen und Bauprodukten (siehe auch „Gefahren“) besser ausspielen kann. Mineralisch gebundene und keramische Baustoffe benötigen in der Herstellung vielfach Brennprozesse und chemische Umwandlungsprozesse. Diese Prozesse verursachen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die jedoch indirekt proportional mit der Nutzungsdauer einhergehen. Je länger die Nutzungsdauer, die aufgrund ihrer Lebensdauer eine Stärke der Massivbauprodukte darstellt, desto weniger schlagen diese Negativeffekte auf die lebenszyklusorientierte Gesamtbewertung durch.

## 8.2 Mögliche Gefahren für den Massivbau

Unter „Gefahren“ werden hier mögliche oder absehbare Entwicklungen verstanden, die die Wettbewerbsfähigkeit des Massivbaus im Vergleich mit dem Leichtbau, insbes. Holzbau, negativ beeinflussen könnten. Unter den im Rahmen der Umfeldanalyse ermittelten künftigen Rahmenbedingungen sind dies u.a.:

- Die hohe Rohdichte vieler Massivbaustoffe, die bei Anwendung massenflussbasierter Bewertungssysteme einen (unvermeidlichen) Startnachteil bei ökologischen Bewertungen darstellen. Gegenstrategien sind u.a. Querschnittsoptimierungen sowie der Einsatz von „high performance“-Werkstoffen, da hochfeste Werkstoffe in Verbindung mit reduzierten Querschnitten tendenziell günstigere ökologische Bewertungen aufweisen. Weiters zählt dazu das Bestreben, den Werkstoffeinsatz auf jene Querschnittsbereiche zu konzentrieren, wo er zur Aufnahme von Lastspannungen benötigt wird (Beispiel Gradientenbeton).
- Mineralisch gebundene und keramische Baustoffen benötigen zu ihrer Erzeugung vielfach Brennprozesse und chemische Umwandlungsprozesse, die mehr oder weniger hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen, ohne nennenswerte Reduktionspotentiale (Treibhauspotential, Primärenergieaufwand). Je länger die Nutzungsdauer, desto weniger schlagen diese Negativeffekte auf die lebenszyklusorientierte Gesamtbewertung durch.
- Es ist ein genereller Trend zu immer kürzeren Nutzungsdauern von Gebäuden festzustellen, was auf den beschleunigten technologischen Wandel sowie auf geänderte Lebensstile zurückzuführen ist-
- Gebäudezertifizierungen wird meist eine Nutzungsdauer von 50 Jahren zugrunde gelegt, was einer realistischen Lebensdauer von geschützten Holzbauteilen entspricht (kein Schädlingsbefall durch Insekten oder Pilze). Dies bedeutet, dass der Massivbau einen erheblichen Teil seiner Stärken nicht ausspielen kann. Denken in längeren Zeiträumen und das Erkennen der Vorteile ist jedoch schwer vermittelbar. In diesem Zusammenhang ist daraufhin zu weisen, dass das Schädigungspotential von organischen

Baustoffen wie z.B. Holz nicht über die Lebensdauer im Rahmen von ökologischen Bewertungen erfasst werden kann, sondern nur über Risikoanalysen.

- „Neuzeitlicher“ Holzbau versucht mittels mehrschichtiger Konstruktionen, der teilweisen Substituierung von Massivholz durch Holzwerkstoffe, großer Werkstoffvielfalt und komplizierten Verbindungstechniken den Eindruck zu vermitteln, durch Kombination verschiedener Werkstoffe diese zu minimieren und eine besonders intelligente Bauweise darzustellen. Die Folgen (erschwerter Lösbarkeit / Trennbarkeit / Rezyklierbarkeit) sowie erhöhte Materialvielfalt sind für den Verbraucher kaum nachvollziehbar. Demgegenüber wird der Massivbau als traditionell, wenig innovative Bauweise von der Öffentlichkeit wahrgenommen.
- Seitens der Arbeitnehmervertretungen auf europäischer Ebene sind verschiedene Bestrebungen zu beobachten, das Thema „Silikatstaub und Gesundheitsschutz in der Produktion“ in die sog. EU-Krebsrichtlinie auszunehmen. Für die Stein- und keramische Industrie könnten sich daraus verschiedene Erschwernisse ergeben.

Im Detail sind die identifizierten „Gefahren“ im Anhang 3 entsprechend der Struktur der Anforderungen aufgelistet.

## 9 Anmerkungen zur BauGenial-Studie [65]

Bei der Bewertung der Stärken und Schwächen einer Produktpalette ist es auch von Interesse, die Einschätzung durch die Mitbewerber zu kennen. 2007 wurde die Studie *Eigenschaften und Potentiale des „leichten Bauens“* veröffentlicht, die primär den Holzbau und dessen Potentiale aus Sicht der Autoren in den Mittelpunkt stellt. In der Einleitung zur Kurzfassung wird dazu u.a. ausgeführt:

*Die Entwicklungen im 21. Jahrhundert führen dazu, dass alle Prozesse des Bauens zunehmend weniger unter dem Aspekt der „Schwere“ und somit der Massivbauweise geplant werden, sondern vielmehr unter den Kriterien der Leichtigkeit, der Ressourcen- und Energieeffizienz sowie der Veränderbarkeit. Unter diesem Aspekt nimmt der Leichtbau eine bedeutende Rolle ein. Unter Leichtbau werden dabei die Bauweisen des Holz- und Trockenbaus verstanden. Diese sehr leistungsfähigen und effizienten Bauweisen werden in Österreich nicht in dem Umfang eingesetzt, wie es den technologischen, ökonomischen und ökologischen Entwicklungen entspricht. .... Die in der Studie dargestellten Vergleiche von Leichtbauweisen gegenüber Massivbauweisen zeigen diese bauweisenspezifischen Möglichkeiten auf, die zur Umsetzung der heutigen und zukünftigen Anforderungen erforderlich sind. ....*

Im Anhang 2 dieser Arbeit befindet sich eine komprimierte Übersicht der BauGenial-Studie. Entsprechend der gewählten Struktur der Stärken und Schwächen in dieser SWOT-Analyse wurde auch die BauGenial-Studie durchleuchtet. Es wurden punktuell einige Anmerkungen dazu gemacht, jedoch wurde auf eine Bewertung der Aussagen verzichtet, da diese Studie als ergänzende Information dieser Arbeit angefügt wurde [65].

## 10 Handlungs- und Forschungsbedarf

Aus der durchgeführten Umfeld- und Produktanalyse wurden Stärken und Schwächen des Massivbaus und der zugehörigen Bauprodukte allgemein und die daraus resultierenden Chancen und Gefahren abgeleitet, die sich für den Massivbau generell ergeben. Die Wahrnehmung der Chancen sowie die (größtmögliche) Vermeidung von Gefahren, die sich aus der Entwicklung der Rahmenbedingungen im Kontext nachhaltigen Bauens ergeben, erfordern aus der Sicht des Autors eine Palette von Maßnahmen, die Im Anhang 3, getrennt für Forschungs- und Handlungsbedarf dargestellt sind. Da sich die identifizierten Ansatzpunkte vielfach überschneiden bzw. sich nicht immer klar voneinander trennen lassen, wurden die empfohlenen Maßnahmen betreffend Forschung, Entwicklung und Marketing in der nachstehenden Auflistung zusammengefasst (ohne Prioritätenreihung):

- Darstellung der Stärke des Massivbaus im Bereich Standsicherheit und Robustheit, also Widerstandsfähigkeit / Funktionserhaltung bei außerplanmäßigen Einwirkungen;
- Auswertung von Schadenstatistiken der Gebäudeversicherer (soweit zugänglich) betreffend Starkregen, Hagel, Hochwasser, Sturm und Brand, Schadensausmaß, Zusammenhänge mit den verwendeten Bauprodukten und Sanierbarkeit / Sanierungsaufwand;
- Beobachtung internationaler Entwicklungen im Bereich des Brandschutzes bezüglich präventiver baulicher Brandschutzmaßnahmen (z.B. Verkleidungen) unabhängig von den verwendeten Baustoffen;
- Nachweises einer reduzierten Schimmelpilzentwicklung durchfeuchteter Oberflächen (Beton, Ziegel, Putze) im Vergleich zu organischen Baustoffen, insbes. im alkalischen Bereich;
- Entwicklung standardisierter und kombinierter Konzepte (Bausysteme) aus Bauteilaktivierung und Nachtlüftung zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes ohne Aktivkühlung;
- Gegenüberstellung der Transportrucksäcke der Bauprodukte des Massivbaus und der Mitbewerber;
- Entwicklung von Demontage-, Trenn- und Verwertungskonzepten einschl. lösbarer Verbindungsmittel / Fügeverfahren von Massivbaustoffen mit anderen Stoffen (Dämmstoffe, Abdichtungswerkstoffe, etc.);
- Entwicklung von Indikatoren zur Quantifizierung des Verbrauchs und der Verfügbarkeit von Rohstoffen, vorzugsweise unabhängig von der Dichte;
- Entwicklung von Lösungsansätzen zur Erfassung des Risikos verkürzter Lebensdauer zufolge mangelnder Robustheit von Baustoffen bei außerplanmäßigen Einwirkungen im Rahmen von lebenszyklusweiten ökologischen Bewertungen;
- Bewertung der Auswirkungen ungleicher Lebensdauern in mehrschichtigen Verbundkonstruktionen;

- Entwicklung von Wartungs- und Instandhaltungskonzepten für Massivbausysteme für eine „garantierte“ Lebensdauer über 50 Jahre und darüber;
- Entwicklung von Massivbausystemen für Decken und Wände einschl. Wärmedämmung und Oberflächenbekleidung und Integration von Haustechnikkomponenten;
- Prüfung der Machbarkeit erhöhter Vorfertigung im Massivbau und erweiterter Qualitätssicherung unter Einbindung des ausführenden Gewerbes.
- Eine effiziente Waldnutzung und verbreitete Monokulturen stehen oft im Widerspruch zur Biodiversität. Es wär zu prüfen, inwieweit dieses Thema bei künftig erweiterten ökologischen Bewertungsmodellen für die Rohstoffgewinnung zur Herstellung von Massivbauprodukten von Bedeutung sein könnte. Ähnliches gilt für den Wasserverbrauch und den Abwasseranfall.

Anlässlich der Sitzung der Technik- und Marketingplattform im November 2012 wurde vereinbart, folgende Themenschwerpunkte den weiteren Aktivitäten zugrunde zu legen: Robustheit, Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz, zukunftsweisende Baukonzepte und Innenraumluft.

## 11 Zusammenfassung

Um den Veränderungen der Rahmenbedingungen im Bereich „nachhaltiges Bauen“ gerecht zu werden und langfristig die Wettbewerbsfähigkeit des „Massivbaus“ sicher zu stellen, wurde diese SWOT-Analyse (Stärken-Schwächen-Chancen-Gefahren) durchgeführt. Dabei wurde das Hauptaugenmerk auf die Darstellung der Stärken und Chancen gelegt, jedoch ist auch eine Betrachtung der Schwächen und Gefahren unumgänglich.

Im Kapitel 5 Umfeldanalyse wurde eine umfangreiche Analyse des externen Umfeldes der Bauprodukte des Massivbaus durchgeführt. Es wurden zuerst Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene analysiert. Dabei wurde auf Richtlinien und Verordnungen wie beispielsweise Bauproduktenrichtlinie und Bauprodukteverordnung näher eingegangen. In weiterer Folge wurden Strategien und Intentionen der Europäischen Kommission sowie technische Regelwerke auf europäischer Ebene aufgearbeitet. Als nächsten Schritt wurde eine Umfeldanalyse auf österreichischer Ebene durchgeführt. Dabei wurden Anforderungen aus der nationalen Umsetzung des europäischen Regelwerks und der Bauprodukteverordnung in Österreich analysiert.

Ausgehend von den Ergebnissen der Umfeldanalyse wurde in Kapitel 6 Produktgruppenübergreifende Analyse des Massivbaus ein künftiges Anforderungsprofil an Bauprodukte / Bausysteme abgeleitet, das unter der Prämisse der aktuellen OIB-Richtlinien und der zu erwartenden künftigen Vorgaben auf europäischer Ebene (Bauprodukteverordnung, europäische Normung etc.) im Kontext nachhaltigen Bauens von Bauprodukten zu erfüllen ist. Es wurde erst auf die sechs OIB-Richtlinien und die zukünftige Anforderung Nummer 7 der Bauprodukteverordnung eingegangen und im Anschluss wurden weiter sonstige zukunftsrelevante Bereiche ergänzt.

Diese Struktur wurde in der anschließenden Stärken-Schwächenanalyse beibehalten.

In der folgenden Abbildung 12-1 wird die dieser Arbeit zugrundeliegende Vorgehensweise grafisch dargestellt. Es werden die wichtigsten Ergebnisse der Stärken-Schwächenanalyse sowie Bauproduktrelevante künftig wesentliche Anforderungen stichwortartig dargestellt. Details zu den Stärken und Schwächen sind dem Anhang 1 zu entnehmen.

Aus den ermittelten Stärken und künftigen Anforderungen wurden Chancen für Bauprodukte des Massivbaus abgeleitet und ebenfalls in der folgenden Abbildung 12-1 dargestellt.

Im Kapitel 8.2 wurden auch mögliche Gefahren ausgearbeitet, jedoch sind diese in der folgenden Abbildung 12-1 nicht enthalten und können im Detail dem Anhang 3 entnommen werden.

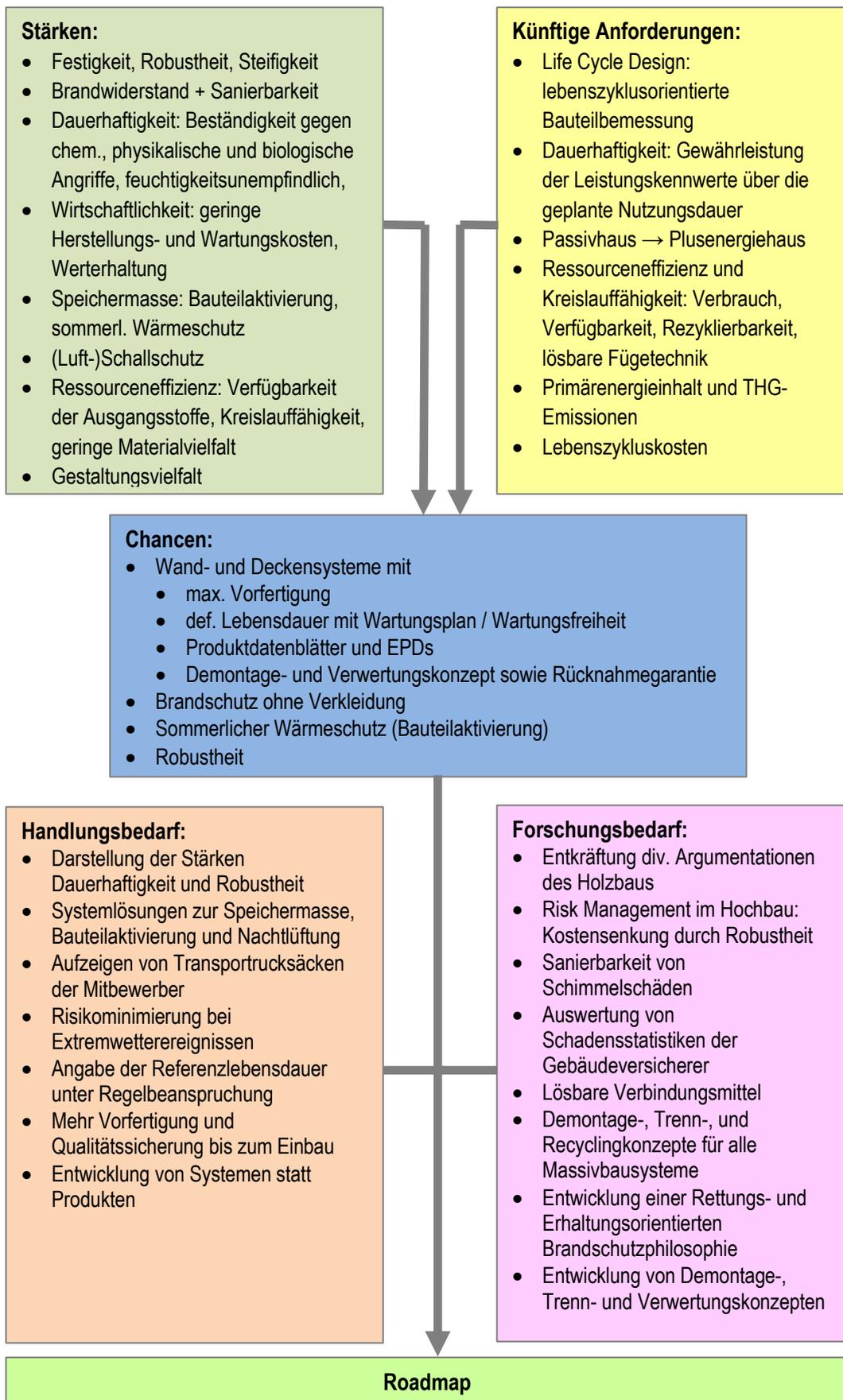
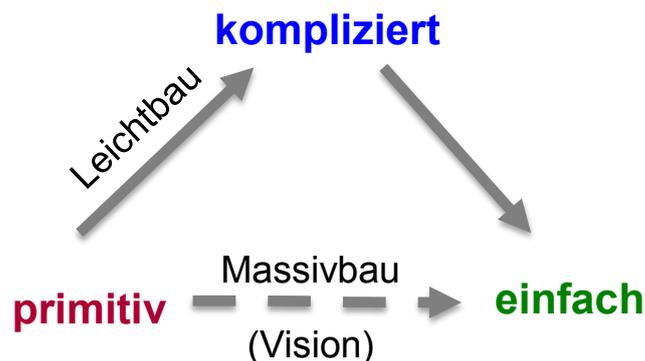


Abbildung 11-1: Struktur und Vorgehensweise der SWOT-Analyse

Aus der durchgeführten Umfeld- und Produktanalyse in Kombination mit den ausgearbeiteten Stärken und Schwächen wurde ein Handlungs- und Forschungsbedarf im Kapitel 10 abgeleitet.

Dieser Handlungs- und Forschungsbedarf ist in der Abbildung 12-1 (ohne Prioritätenreihung) zusammengefasst dargestellt. Da sich die identifizierten Ansatzpunkte vielfach überschneiden bzw. sich nicht immer klar voneinander trennen lassen, wurden die empfohlenen Maßnahmen betreffend Forschung, Entwicklung und Marketing im Anhang 3 detailliert festgehalten.

Abschließend ist festzuhalten, dass der Massivbau über eine Reihe noch zu wenig genützter Potentiale verfügt und sich – stützend auf seine Stärken – positiv von den Mitbewerbern abheben sollte, ohne die Möglichkeit von Mischbauweisen als Kombination unterschiedlicher Baustoffe entsprechend ihren Stärke auszuschließen. Während der Leichtbau zur Erfüllung aller aktuellen Anforderungen aus Statik, Bauphysik und Brandschutz vielfach zu komplizierten, mehrschichtigen Aufbauten mit aufwendigen Verbindungsmitteln greifen muss, kann der Massivbau heutige und künftige Anforderungen mit einfachen und sicheren Konstruktionen erfüllen.



**Abbildung 11-2:** Entwicklung vom primitiven über das Komplizierte zum Einfachen

In Anlehnung an ein Antoine de Saint-Exupéry zugeschriebenes Zitat „Die Technik entwickelt sich vom primitiven über das Komplizierte zum Einfachen“ könnte sich der Massivbau u.a. als einfache (doch nicht minder intelligente) Bauweise positionieren, die robuste, kreislauffähige, ressourceneffiziente und sichere Konstruktionen mit zukunftsfähigen Technologien wie Bauteilaktivierung, intelligente Nutzung der Speichermassen etc. verbindet, um dem Nutzer ein Maximum an Funktionalität, Behaglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Werterhaltung garantiert.

## 12 Literatur- und Normenverzeichnis

- 
- [1] Meadows, D.: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit , Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1972
  - [2] Graubner, C.; Hüske K.: Nachhaltigkeit im Bauwesen; Berlin: Ernst & Sohn Verlag 2003
  - [3] Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.): Konzept Nachhaltigkeit – Zwischenbericht der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ des 13. Deutschen Bundestages, Bonn 1997
  - [4] Welge, M.; Al-Laham, A.: Strategisches Management; 3. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag 2001.
  - [5] SWOT-Analyse, <http://www.keil-steuerberater.de/SWOT-Analyse.81.0.html>. Datum des Zugriffs: 07.03.2013.
  - [6] Lombriser, R.; Abplanalp P.: Strategisches Management; 5. Auflage, Zürich: Versus Verlag 2010.
  - [7] Kotler, P.; Bliemel F.: Marketing-Management: Analyse, Planung und Verwirklichung, 10 Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2001.
  - [8] Walch, K. et al.: Gebaut 2020 Zukunftsbilder und Zukunftsgeschichten für das Bauen von morgen, Endbericht Wien 2001
  - [9] Kommission setzt auf neues Wachstum durch nachhaltiges Bauen, [http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr\\_releases/10816\\_de.htm](http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr_releases/10816_de.htm). Datum des Zugriffs: 08.03.2013
  - [10] Borhardt, K.: Das ABC des Rechts der Europäischen Union, Luxemburg , 2010.
  - [11] Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, Konsolidierte Fassung bekanntgemacht im ABl. EG Nr. C 115 vom 09.05.2008.
  - [12] Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien.
  - [13] Umweltbundesamt: Reisinger, H. & Krammer H.-J.: Weißbuch Abfallvermeidung und -verwertung in Österreich. Report, Bd. REP-0083. Umweltbundesamt, Wien, 2007.
  - [14] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.
  - [15] Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG)

- 
- [16] Maydl, P.; Eustacchio, E.; Passer, A.: Zur Umsetzung der Grundanforderung Nr. 7 in der künftigen Bauprodukteverordnung, in: OIB aktuell, Mitteilungen des Österr. Instituts für Bautechnik, Heft 4, S. 16 – 23, Wien 2010.
- [17] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.
- [18] Group of Notified Bodies for Construction Products – Conference, 18. Oktober 2012 – Brüssel, Bericht.
- [19] Kommission der europäischen Gemeinschaften: Mitteilung der Kommission an den Rat und das europäische Parlament über eine thematische Strategie für die städtische Umwelt, Brüssel, 11.01.2006 KOM(2005) 718 endgültig.
- [20] Kommission der europäischen Gemeinschaften: Mitteilung der Kommission an den Rat, das europäische Parlament, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Entwicklung einer thematischen Strategie für städtische Umwelt, Brüssel, 11.02.2004 KOM(2004)60 endgültig.
- [21] Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Ressourcenschonendes Europa – Eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020, Brüssel, 26.01.2011 KOM(2011) 21.
- [22] Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa, Brüssel, 20.09.2011, KOM(2011) 571 endgültig.
- [23] Mitteilung der Kommission an den Rat, das europäische Parlament, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Eine Leitmarktinitiative für Europa, Brüssel, 21.12.2007, KOM(2007) 860 endgültig.
- [24] EU Leitmarktinitiative (Lead Market Initiative for Europe LMI). <http://www.nachhaltigesbauen.de/eu-leitmarktinitiative.html>. Datum des Zugriffs: 29.01.2013.
- [25] Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat, Strategie für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit des Baugewerbes und seiner Unternehmen, Brüssel, 31.07.2012, COM(2012) 433 final.
- [26] Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050, Brüssel, 08.03.2011, KOM(2011) 112 endgültig
- [27] Wuppertal Institut für Klima, Umwelt Energie GmbH, Bringezu S., Viebahn P.: Materialeffizienz und Ressourcenschonung (MaRess), Wuppertal, 2010.

- 
- [28] Mitteilung der Kommission, Leitfaden zur Architekturpolitik der Kommission, Brüssel 23.09.2009, K(2009) 7032 endgültig.
- [29] Maydl, P.; Passer, A.: Das europäische Regelwerk für Nachhaltiges Bauen, in: OIB aktuell, Mitteilungen des Österr. Instituts für Bautechnik, Heft 4, S. 16 – 21, Wien 2012.
- [31] M/350 EN Standardisation Mandate to CEN, Development of horizontal standardised methods for the assessment of the integrated environmental performance of buildings,  
[http://www.cen.eu/cen/Sectors/Sectors/Construction/SustainableConstruction/Pages/CEN\\_TC350.aspx](http://www.cen.eu/cen/Sectors/Sectors/Construction/SustainableConstruction/Pages/CEN_TC350.aspx); Datum des Zugriffs 25.10.2012.
- [33] CEN/TC 350 Business Plan,  
<http://www.cen.eu/cen/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/PdfDisplay.aspx>; Datum des Zugriffs 17.12.2012.
- [34] ÖNORM EN 15643-1: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden, Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen, Ausgabe: 2010-11-01.
- [35] ÖNORM EN 15643-2: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden, Teil 2: Rahmenbedingungen für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität, Ausgabe: 2011-04-15.
- [36] ÖNORM EN 15643-3: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden, Teil 3: Rahmenbedingungen für die Bewertung der sozialen Qualität, Ausgabe 2012-03-15.
- [37] ÖNORM EN 15643-4: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden, Teil 4: Rahmenbedingungen für die Bewertung der ökonomischen Qualität, Ausgabe 2012-03-15.
- [38] ÖNORM EN 15804, 2012-04-01, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundlage für die Produktkategorie Bauprodukte, Ausgabe: 2012-04-01.
- [39] CEN/TR 15941, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Methoden für die Auswahl und Verwendung von generischen Daten, Ausgabe Mai 2010.
- [40] ÖNORM EN 15942, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Kommunikation zwischen Unternehmen, Ausgabe: 2011-12-15.
- [41] ÖNORM EN 15978, 2010-07-15, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bestimmung der Umwelleistung von Gebäuden – Berechnungsmethode, Ausgabe: 2010-07-15.
- [42] ÖNORM EN 1990, Eurocode Grundlagen der Tragwerkplanung, Ausgabe: 2003-03-01.

- 
- [43] Spezial Activity Group 5: fib Model Code 2010 final draft; September 2011.
- [44] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Umwelt und Wasserwirtschaft; Sektion II Nachhaltigkeit und ländlicher Raum: Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP), Wien, 2012.
- [45] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008), BGBl. II Nr. 39/2008, geändert durch BGBl. II Nr. 185/2009, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 178/2010.
- [46] Mineralrohstoffgesetz – MinroG BGBl I Nr.: 38/1999.
- [48] Weber, L.; Holnsteiner, R.; Reichl, C.; Schinner, E.: Der österreichische Rohstoffplan, in: Raum, Österreichische Zeitschrift für Raumplanung und Regionalpolitik, Heft 73, S. 34-38, Wien 2009.
- [49] Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: 251. Vereinbarung gemäß Art. 15a. B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen, Ausgegeben am 30. Juli 2009.
- [50] Land Steiermark Fachabteilung 19D Abfall- und Stoffflusswirtschaft: Strategie „Nachhaltig Bauen und Sanieren in der Steiermark“, März 2006.
- [51] Land Steiermark: 22. Umweltschutzbericht 2007/2008
- [52] Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion Steiermark: Baupolitische Leitsätze des Landes Steiermark vom 27. Oktober 2009.
- [53] OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit; Ausgabe: Oktober 2011.
- [54] OIB-Richtlinien Begriffsbestimmungen; Ausgabe: Oktober 2011
- [55] OIB-Richtlinie 2: Brandschutz; Ausgabe Oktober 2011 – Revision Dezember 2011.
- [56] OIB-Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz; Ausgabe Oktober 2011.
- [57] OIB-Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, Ausgabe: Oktober 2011.
- [58] OIB-Richtlinie 5 Schallschutz; Ausgabe Oktober 2011.
- [59] OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz; Ausgabe Oktober 2011.
- [60] Sigrist, V.: Zum Verformungsvermögen von Stahlbetonträgern, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich; Juli 1995.
- [61] Tichelmann K.; Merl A.; Pfau J., Pfeiffer-Rudy M.; Winter W.: Schwerpunkt Bauphysikalische Eigenschaften von Leichtbauweisen, BAU.GENIAL Studie; 2007.

- 
- [62] Hofer, I.: Nachhaltigkeit massiv, AP10, Einfluss von Naturkatastrophen auf die Nachhaltigkeit von Gebäuden; September 2009.
- [63] Bednar, T.; Schöberl, H.; Hanic, R.; Harreither, C.: Nachhaltigkeit massiv, AP12, Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch; September 2009.
- [64] Hofer, G.; Varga, M.; Grim, M.; Amann, S.: Nachhaltigkeit massiv, AP7, Wirksame Speichermasse im modernen, nutzungsflexiblen Bürobau; September 2009.
- [65] Merl, A. et al.: Eigenschaften und Potentiale des „Leichten Bauens“, BAU.GENIAL Studie; 2007.

### Linkverzeichnis

- [3] Österreichischen Baustoff-Recycling Verband (BRV): Annahme-/Abgabepreise Stand April 2012. <http://www.brv.at/files/shop/Preisliste.pdf>. Datum des Zugriffs: 18.01.2013.
- [4] Günther Spindler GmbH.: Preisliste gültig ab Jänner 2012. <http://www.spindler.co.at/data/Preisliste2012.pdf>. Datum des Zugriffs: 18.1.2013.
- [5] Abfallwirtschaftsverband Lavanttal: Preisliste 2012 für die Deponie Hart/Lavamünd. [http://www.awvlavanttal.at/wp-content/uploads/2013/01/Preisliste\\_2012\\_Deponie\\_Hart\\_Gewerbe\\_und\\_Privat.pdf](http://www.awvlavanttal.at/wp-content/uploads/2013/01/Preisliste_2012_Deponie_Hart_Gewerbe_und_Privat.pdf). Datum des Zugriffs: 18.1.2013.
- [6] Altlastensanierung und Abraumdeponie Langes Feld GesmbH.: Preisliste Stand 02/2013. <http://www.langesfeld.at/preisliste.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.02.2013.
- [7] Tieber GmbH.: Preisliste ab 01. Februar 2012 Sturzgebühren. <http://mispwhs22.bon.at/tieber-kies.com/2010/files/sturzgebuehren2012.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.02.2013.



## Stärken-Schwächen-Vergleich

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Standsicherheit	Tragfähigkeit vertikal	Bemessung nach Eurocodes 2, 6; für konventionellen Hochbau praktisch keine Begrenzung	Mauerwerk und unbewehrter Beton im Wesentlichen nur auf Druck beanspruchbar
		Erdbebensicherheit	Bemessung nach Eurocode 8; im Stahlbeton-Skelettbau mit Ausfachungen Aufnahme von Horizontalkräften problemlos möglich	Mauerwerk gegenüber Horizontalbeschleunigungen empfindlich, erf. Nachweise mit bes. Maßnahmen und Anordnung von Stahlbetonscheiben möglich
		Verformbarkeit	Deformationsverhalten im Stahl-/Spannbetonbau durch Betonfestigkeit, Bewehrungsgehalt und Querschnittsgestaltung einstellbar, duktiler Bruchverhalten im Stahlbetonbau	Sprödes Bruchverhalten von HLZ-Mauerwerk sowie Spannbeton bei Überlastung
		Robustheit	hohe Widerstandsfähigkeit gegen außerplanmäßige Einwirkungen und kombinierte Beanspruchungen (insbes. Stahlbeton, Stahlfaserbeton, NF-ZMK)	Optimierte/ausgereizte Bauprodukte wie HLZ empfindlich gegenüber außerplanmäßige Einwirkungen
	Brandschutz	Brandwiderstandsdauer	unbestrittenes Stärkefeld des Massivbaus bei ausreichenden Bauteildicken; Klasse A1	Verlust der Streckgrenzen des Bewehrungsstahls > 400°C
		Ausbreitung	kein Beitrag zur Brandlast	
		Personenschutz	s.o.	
	Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz	Emission gefährlicher Stoffe	keine schädlichen Inhaltsstoffe in Massivbaustoffen; keine Wasser-/Bodenkontamination durch Ziegel und Beton	
		Emission gefährlicher Strahlen	keine	
		Boden-/Wasserkontamination	keine	
		Trinkwassergefährdung	keine	
	Bauwerksfeuchtigkeit	Wasseraufnahme und -abgabe poröser mineralischer Baustoffe verbunden mit Beständigkeit auch gegenüber langdauernder Durchfeuchtung (keine Substanzerstörung)	Frostwiderstandsfähigkeit bei Beton ohne LP begrenzt, keramische Baustoffe (nicht gesintert) i.a. nicht frostbeständig (Witterungsschutz erforderlich); erhöhte Baufeuchte in Ortbetonbauteilen in den ersten Jahren	
	Nutzungssicherheit/ Gebrauchstauglichkeit	Einbruchsschutz	hohe Widerstandsfähigkeit von massiven Wänden gegen Durchbruch	
Barrierefreiheit/Zugänglichkeit		keine Baustoffeigenschaft		

## Stärken-Schwächen-Vergleich

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Schallschutz	Raumakustik - Oberflächen	"Schallharte" Oberflächen, vielfach absorbierende Bekleidung notwendig	
		Luftschall	i.d.R. ausreichender Luftschallschutz durch Flächenmasse von Betonbauteilen und Ziegelmauerwerk	
		Körperschall	Schalllängsleitung akustisch nicht entkoppelter Bauteile	
		Erschütterungsschutz	Bei entkoppelter Anregung sind große Massen wenig vibrationsanfällig	
	Energieeinsparung/ Wärmeschutz	Wärmedurchgang	breite Variationsmöglichkeit bei Beton (Leichtbeton, Poren-/Mantelbeton) sowie HLZ-Mauerwerk	Abnehmende Dämmfähigkeit mit zunehmender Rohdichte; monolithische Außenwandbauteile bei wirtschaftlichen Wanddicken nur mit Schwierigkeiten machbar (z.B. por. HLZ mit Zusatzdämmung)
		Wärmespeicherung	sehr gute Speichereigenschaften bei hoher Rohdichte, sofern von Luftstrom erfasst (Nachtlüftung); Möglichkeit der Bauteilaktivierung	begrenzte Steuerungsmöglichkeiten und Trägheit der Bauteilaktivierung
		Wärmebrücken	Vermeidung von Wärmebrücken durch poröse Varianten (Leichtbeton, Poren-/Mantelbeton, HLZ-Mauerwerk)	Gefahr von Wärmebrücken bei hoher Rohdichte (Normalbeton, NF-Mauerwerk)
		Winddichtheit		Gefahr red. Winddichtheit bei Verwendung von Hohlkörperbauteilen (HLZ-, Hohlblock-Mauerwerk)
	Nachhaltige Nutzung natürl. Ressourcen	Rezyklierbarkeit	Rezyklierbarkeit mit mehreren Stoffkreisläufen bei allen Betonarten und Ziegeln mit geringem Lochanteil	erschwerter Verwertbarkeit von HLZ mit dünnen Stegen, ebenso mit MW-Füllung; desgleichen bei Betonsteinen mit eingelegten Dämmstoffen; Verwertung der Feinteile <4mm
		Dauerhaftigkeit	bei richtiger Zusammensetzung max. Dauerhaftigkeit von Normalbeton, hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, physikalische und chemische Angriffe	poröse keramische Baustoffe (nicht gesintert) empfindlich gegen Frost- und Salzeinwirkung bei starker Durchfeuchtung, Witterungsschutz erforderlich
		Umweltverträgl. Rohstoffe	umweltfreundliche Gewinnung mineralischer Rohstoffe, Sand und Kies im Alpenraum und insbes. in Ostösterreich in hoher Qualität und großen Mengen langfristig verfügbar, Renaturierung von Kiesgruben	formal "nicht erneuerbare" Rohstoffe

## Stärken-Schwächen-Vergleich

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	
Sonslige Anforderungen	Umweltwirkungen	Ressourcenschonung	siehe oben	hoher Verbrauch nicht erneuerbarer Rohstoffe durch hohe Rohdichte bei massenflussbasierten Bewertungssystemen
		Emissionen Herstellung		hohe Emissionen zufolge Brennprozesse in der Herstellung (Zement, Kalk, keramische Baustoffe), insbes. GWP und PEI
	Kreislauffähigkeit	Demontierbarkeit	zerstörende Zerkleinerung durch Sägen, Einschlagen, Zerkleinern mit Hydraulischscheren möglich	Beton-, Stahlbeton- und Mauerwerksbau sind keine Montagebauweisen mit "Zerlegungspotential", zerstörungsarme Zerkleinerung zu Recyclingzwecken nicht möglich
		Fügetechnik	Schwerlastverankerungen in Beton möglich, auch ungeplant bei Sanierungen	keine lösbaren Verbindungsmittel bzw. Fügetechniken im Massivbau verfügbar, Knotenausbildung im Fertigteilbau nicht auf Lösbarkeit ausgelegt; Schwerlastverankerungen in HLZ nur eingeschränkt möglich
		Trennbarkeit	Beton und Bewehrung trennbar	Faserbeton mit heute verfügbaren Technologien praktisch nicht
	Instandhaltung	Trennung v. Bauteilschichten	mehrschichtige Bauweisen mit erschwerter Trennbarkeit im Massivbau nicht üblich	
		Reparierbarkeit	umfangreiche Reparaturtechnologien im Beton- und Stahlbetonbau verfügbar, ebenso Regelwerke zur Qualitätssicherung; NF-Ziegelmauerwerk ebenfalls gut reparierbar	eingeschränkte Reparierbarkeit im Stahl- und Spannbetonbau bei jahrzehntelangem Ignorieren von Karbonatisierung und Stahlkorrosion; HLZ-Mauerwerk eingeschränkt reparierbar
		Lebensdauer	höchste Lebensdauer für Betonbauwerke, ebenso NF-Ziegelmauerwerk	
		Robustheit	höchste Widerstandsfähigkeit von Beton- und Stahlbetonbauten sowie NF-Ziegelmauerwerk gegenüber außerplanmäßige Einwirkungen	

## Stärken-Schwächen-Vergleich

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	
Sonstige Anforderungen	Wirtschaftlichkeit	Herstellungskosten	niedrige Herstellungskosten von Massenbaustoffen wie Beton	
		Transportkosten	Massebedingt geringe Transport-radien	
		Montagekosten		vglw. hoher Errichtungsaufwand (Ortbeton, Mauerwerk)
		Instandhaltungskosten	wartungsarm, daher niedrige Instandhaltungskosten	
		Beseitigungskosten	geringe Übernahmegebühren bei Recyclinganlagen für sortenreine mineral. Baurestmassen, insbes. RB	erhöhte Abbruchkosten für Spannbetontragwerke und stark bewehrte Stahlbetonbauteile
		Umnutzungsfähigkeit	gute Umnutzungsfähigkeit im Stahlbetonskelettbau und bei Flachdecken, wenn denkbare Nutzungsvarianten in der Planung berücksichtigt, vielfältige Technologien zur Tragwerksverstärkung/"Ertüchtigung" im Stahlbetonbau verfügbar; insbes. NF-Ziegelmauerwerk beliebig adaptierbar	Beibehalten des statischen Systems bei Umbauten erforderlich (neg. Momente im Stahl-/Spannbetonbau)
Gestaltung/Architektur		max. Gestaltungsfreiheit im Stahlbetonbau, sowohl die Tragkonstruktion betreffend als auch die Betonoberflächen (schalreiner, mechanisch bearbeiteter Sichtbeton), vielfältige Gestaltungsmöglichkeit mit Ziegelmauerwerk (insbes. NF-Ziegel, weniger HLZ)	Herstellung anspruchsvoller Betonoberflächen (Architektur-Sichtbeton) aufwendig	
Allgemeines			geringe Vorfertigung, hohes Fehlerpotential durch Verarbeitung auf der Baustelle mit vielfach un/angelernten Arbeitskräften	

**Komprimierte Sicht der BAU.GENIAL-Studie**

Bauproduktrelevante Anforderungen		Darstellung aus der Sicht des Leichtbaus (2007)	kritische Wertung der BAUGENIAL-Behauptungen	
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Standsicherheit	Tragfähigkeit vertikal	gutes Verhältnis Eigengewicht - Tragfähigkeit, weitere Effizienzsteigerungen der Tragfähigkeit möglich;	
		Erdbebensicherheit	maßgeblich: Horizontallasten und Zähigkeit d. Tragwerks (!) Geringe Massen günstig; Vorteile leichter Ständerwandysteme: gute elastische und plastische Verformungseigenschaften; nichttragende Wände in Massivbauweise ungeeignet (sprödes Verhalten und schlagartiges Versagen, Beton erhöht Flächengewicht);	Elastisch-plastische Aussteifungswirkung der GK-Ständerwände fragwürdig,
		Verformbarkeit	Duktilität, das nichtlineare Verformungsvermögen der Tragstruktur, begünstigt das Gesamtverhalten einer Bauweise; Energiedissipation, die Umwandlung der einwirkenden Bewegungsenergien nichtzerstörende Energieformen	Duktilität ist Werkstoff-, nicht Tragwerkeigenschaft; Argumentationslinie mangels Detaillierung nicht nachvollziehbar
		Robustheit		
	Brandschutz	Brandwiderstandsdauer	Umdenken in der brandschutztechnischen Bewertung von Leichtbauweisen; Massivbau als konstruktionsneutrales Sicherheitsniveau bisher zugrundegelegt; lässt Einflussfaktoren von höherer Schlagbeanspruchung durch Einsturz von Massivbauteilen als bei Holzbauteilen unberücksichtigt; Bisher: brennbare Baustoffe führen zu Erhöhung des Brandrisikos → falsche Annahme, da Brandlasten nicht in vollem Umfang zur thermischen Umsetzung zur Verfügung stehen; durch brandschutztechnische Bekleidungen wesentliche Verbesserung möglich (dickenabhängig); Holzkonstruktionen zeigen duktiler Versagensverhalten unter hohen Temperaturen im Gegensatz zu Massivkonstruktionen; Kein Zusammenhang Brandopfer - Verhältnis mobile/immobile Brandlasten, bei Anwendung von Bekleidungen weisen Gebäude in Holzbauweise höhere Sicherheiten auf als Massivbauten (wegen höheren Brandwiderstandszeiten und geringeren Massen); Baustoffauswahl überschätzte Größe, die Brandverhalten von Bauteilen beeinflusst, aber nur bedingt die realen Brandszenarien	Einschätzung der Schadensfälle (Ausmaß, Häufigkeit) im Widerspruch zu AP 10 von Nachhaltigkeit massiv; siehe auch Handlungsbedarf;
		Ausbreitung	in den ersten 10min mobile Brandlasten maßgeblich, bei immobilen Brandlasten wesentlich, was aktiviert werden kann; Bekleidungen verhindern Brennen der tragenden und aussteifenden Konstruktion, Weiterleitung von Rauch und Feuer über Bauteile und Anschlußfugen; Gefahr bei brennbaren Baustoffen: höhere Wahrscheinlichkeit der Entstehung und Ausbreitung sowie des erhöhten Risikos des Eintritts einer Durchzündung (Flashover); Durch Bekleidungen Gefahr von Glutnestern und Nachzündungen unterbunden	
		Personenschutz	Evakuierung in der ersten 10 ... 15min nach Brandentdeckung abgeschlossen, Rettung durch Feuerwehr flächendeckend in Österreich innerhalb von 20 ... 30min nach Brandentdeckung; Brandopfer sind überwiegend Rauchopfer;	
	Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz	Emission gefährlicher Stoffe		
		Emission gefährlicher Strahlen		
		Boden-/Wasserkontamination		
Trinkwassergefährdung				
	Bauwerksfeuchtigkeit	Verwendung feuchtepuffernder Materialien, stark erhöhte Baufeuchtigkeit von Massivbauten (Putze, Estriche, Beton) in den ersten 2 Jahren		
Nutzungssicherheit/ Gebrauchstauglich-	Einbruchsschutz			
	Barrierefreiheit/Zugänglichkeit			

**Komprimierte Sicht der BAU.GENIAL-Studie**

	Bauproduktrelevante Anforderungen		Darstellung aus der Sicht des Leichtbaus (2007)	kritische Wertung der BAUGENIAL-Behauptungen
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Schallschutz	Raumakustik - Oberflächen	fast ausschließlich mit leichten Ausbausystemen realisiert, herkömmlich massive Systeme nicht geeignet	
		Luftschall	Schallschutz im Verhältnis zu Eigengewicht, Dicke und Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Massivbau deutlich überlegen; mehrschalige Bauteile als Gesamtsystem zu betrachten, vielfältige Einflussmöglichkeiten; Einflussfaktoren addieren sich, Schalldämmmaße bis 60dB möglich, mit Sondersystemen bis 80dB; im Massivbau wirtschaftlich nicht umsetzbar; Installationslärm: erforderliche Flächengewichte durch innovative Lösungen substituiert	Verallgemeinerung einzelner Lösungsansätze, Fehleranfälligkeit komplexer mehrschichtiger Systeme vernachlässigt
		Körperschall		
		Erschütterungsschutz		
	Energieeinsparung/ Wärmeschutz	Wärmedurchgang	bis zu 45% geringere Wandstärken bei gleichem Dämmstandard durch "integrative" Wärmedämmung	quantitative Behauptungen ohne Nachweis oder Quellenverweis
		Wärmespeicherung	intelligent geschichtete Bauteile kompensieren geringere Masse; weiters wird Masse durch PCMs (Latentwärmespeichermaterialien) kompensiert	quantitative Behauptungen ohne Nachweis oder Quellenverweis
		Wärmebrücken	geringeres Risiko von Wärmebrücken durch niedrige U-Werte der Einzelschichten	
		Winddichtheit	Hohle Massivkonstruktionen haben mit einer monolithischen, massiven Konstruktion nicht viel gemeinsam; höhere Luftdichtheit als bei herkömmlichen Massivbauten	Verallgemeinerung von Einzelereignissen
	Nachhaltige Nutzung natürl. Ressourcen	Rezyklierbarkeit	großes stoffliches Verwertungspotential des Holzleichtbaus, hochwertige Wiederverwendung mit hoher Wertschöpfung von Altholz und Gipsplattenrecycling werden bereits praktiziert, Holzasche als Dünger und Rohstoff in der Produktion neuer Baustoffe wie Ziegel einsetzbar; die technische Lebensdauer und die Gesamtnutzungsdauer entsprechen der von Häusern in Massivbauweise	stoffliche Altholzrecycling in Ö. die Ausnahme, meist Downcycling durch Shreddern o.ä. bzw. thermische Verwertung
		Dauerhaftigkeit	die technische Lebensdauer und die Gesamtnutzungsdauer entsprechen der von Häusern in Massivbauweise	Behauptung ohne Nachweis
Umweltverträgl. Rohstoffe		Holz: erneuerbarer Rohstoff mit Substitutionseffekt zur Minderung des Treibhauseffekts		
Sonstige Anforderungen	Umweltwirkungen	Ressourcenschonung	Ausschöpfung des regenerierbaren Rohstoffpotentials wichtig, Massenströme an Baumaterialien durch Einsatz von Holzleichtbauweisen bis 50% reduzierbar; Berücksichtigung regionaler Potentiale	Reduktionspotential nicht nachvollziehbar, vermutlich Extremszenario aus Dissertation Merl, "alles Holzbau"
		Emissionen Herstellung	Temporärer Positiveffekt gegen den Klimawandel durch verstärkte Kohlenstoffbindung bei zunehmender Holzverwendung; geringeres Abfallaufkommen und damit geringerer Bedarf an Deponievolumen bei Holzleichtbauweisen; weniger GWP, ODP und POCP als Massivbau, etwa gleich bei EP und AP; <i>"Aus diesen Gründen schneiden Holzleichtbauweisen bei bestimmten momentan in der Praxis angewendeten Ökokennzahlen besonders gut ab. Zum Beispiel wird der Ökoindex für Baukonstruktionen (OI3Kon) aus den drei Indikatoren PEI ne (Bedarf an Primärenergie aus nicht erneuerbaren Energieträgern), GWP 100 (Treibhauspotential) und AP (Versauerungspotential) berechnet. Ein hoher OI3Kon bedeutet eine hohe durch die Baukonstruktion hervorgerufene Umweltbelastung, wobei die Wahl der Systemgrenzen bei der Ermittlung der drei Umweltwirkungsgrößen eine bedeutende Rolle spielt"</i>	kritische Prüfung zum Stand der Wissenschaft beim Thema CO2-Allokation (Fortsetzung Diskussionsrunde BOKU); die Ansicht betr. OI3-Index ist bei dieser engen Sicht nicht zu widerlegen!
	Kreislaufrfähigkeit	Demontierbarkeit	Demontierbare Systeme ermöglichen effiziente Gebäudebewirtschaftung durch Materialrecycling und thermische Verwertung → Berücksichtigung in der Planung	
		Fügetechnik		
		Trennbarkeit		
	Instandhaltung	Trennung v. Bauteilschichten		
		Reparierbarkeit		
Lebensdauer		techn. Lebensdauer und Gesamtnutzungsdauer entsprechen der von Häusern in Massivbauweise	Behauptung ohne Nachweis	
Robustheit				

**Komprimierte Sicht der BAU.GENIAL-Studie**

Bauproduktrelevante Anforderungen		Darstellung aus der Sicht des Leichtbaus (2007)	kritische Wertung der BAUGENIAL-Behauptungen
Sonstige Anforderungen	Wirtschaftlichkeit	Herstellungskosten	Herstellungskosten gleich vergleichbaren Mauerwerksbauten, Qualitäten unterschiedlich: Dämmstandard besser, Wohnfläche größer (bei gleicher Grundfläche); geringere Anforderungen an Fundamente wg. geringerer Masse, Tragwerksverstärkungen vielfach verzichtbar bei Sanierungen/Aufstockungen; Zwischenfinanzierungszeiten kürzer wg. Vorfertigung
		Transportkosten	Transportwege müssen über die gesamte Prozeßkette minimiert werden.
		Montagekosten	
		Instandhaltungskosten	
		Beseitigungskosten	
		Umnutzungsfähigkeit	Flexibilität der Leichtbausysteme mit massiven Systemen nicht zu erreichen
	Gestaltung/Architektur	wachsender Bedarf an Veränderbarkeit von Gebäuden unter den Aspekten der Planungssicherheit und Werthaltigkeit über einen betrachteten Nutzungszeitraum; flexible Nutzungsansprüche erfordern veränderungstolerante Räume mit flexiblen Grundrissen; Leichtbau = stabförmige Konstruktion, in Raster eingebettet, und Verwendung von nichttragenden, raumabschließenden Elementen; modulares System und Vorfertigung reduzieren Kosten, ohne Gestaltungsmöglichkeiten zu beschränken; in Mischbauweisen mit massiver Primärstruktur erhöhen Leichtbauweisen in der Sekundärstruktur immer die Flexibilität des Gesamtgebäudes; Leichtbauweisen lassen erweiterte Gestaltungsmöglichkeiten offen, die beim Massivbau bereits in frühen Entwurfsphasen praktisch ausgeschlossen sind.	
Allgemeines	hoher Vorfertigungsgrad: witterungsunabhängig, vorgeplanter Montageprozeß, bessere Schnittstellenregelung, weniger fehleranfällig		

**Stärken-Schwächen-Vergleich**

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	Chancen des Massivbaus	Gefahren für den Massivbau	Handlungsbedarf	Forschungsbedarf
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Standicherheit	Tragfähigkeit vertikal	Bemessung nach Eurocodes 2, 6; für konventionellen Hohbau praktisch keine Begrenzung	Mauerwerk und unbewehrter Beton im wesentlichen nur auf Druck beanspruchbar	<p>Beton = Synonym für Dauerhaftigkeit, Robustheit, Widerstandsfähigkeit; (Robustheit = Widerstandsfähigkeit gegen außerplanmäßige Einwirkungen)</p> <p>Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen wie Stoß, Anprall, Explosionen, Muren/Lawinen, Hochwasser</p> <p>Widerstandsfähigkeit mit relativ geringem Aufwand anpaßbar (z.B. Faserverstärkung bei Beton, bewehrtes Mauerwerk)</p>	<p>klare Darstellung dieser Stärken anhand von Beispielen und Schadensfällen;</p> <p>Unterscheidung zw. technisch-wissenschaftlicher und emotionaler Ebene;</p> <p>Beton als Synonym für Beständigkeit/Dauerhaftigkeit/Widerstandsfähigkeit</p>	<p>Auswertung verfügbarer (?) Schadensstatistiken der Gebäudeversicherer</p>
		Erdbebensicherheit	Bemessung nach Eurocode 8; im Stahlbeton-Skelettbau mit Ausfachungen Aufnahme von Horizontalkräften problemlos möglich	Mauerwerk gegenüber Horizontalbeschleunigungen empfindlich, erf. Nachweise mit bes. Maßnahmen und Anordnung von Stahlbetonscheiben möglich			
		Verformbarkeit	Deformationsverhalten im Stahl-/Spannbetonbau durch Betonfestigkeit, Bewehrungsgehalt und Querschnittsgestaltung einstellbar, duktiler Bruchverhalten im Stahlbetonbau	Sprödes Bruchverhalten von HLZ-Mauerwerk sowie Spannbeton bei Überlastung			
		Robustheit	hohe Widerstandsfähigkeit gegen außerplanmäßige Einwirkungen und kombinierte Beanspruchungen (insbes. Stahlbeton, Stahlfaserbeton, NF-ZMK)	Optimierte/ausgereizte Bauprodukte wie HLZ empfindlich gegenüber außerplanmäßige Einwirkungen			
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Brandschutz	Brandwiderstandsdauer	unbestrittenes Stärkefeld des Massivbaus bei ausreichenden Bauteildicken; Klasse A1	Verlust der Streckgrenzen des Bewehrungsstahls > 400°C	<p>Kein Beitrag zur Brandlast, vielfach keine Verkleidungen erforderlich zur Erzielung einer Brandschutzklasse, Möglichkeit fortgesetzter Nutzung nach (zeitlich begrenzter) Brandeinwirkung (Sanierbarkeit von Massivbauten)</p>	<p>Tendenzen in der internationalen Brandschutznormung, die den Massivbau ev. zu nicht notwendigen Maßnahmen zwingen</p>	<p>Beobachtung internationaler Entwicklungen (FSE - Fire Safety Engineering), Gegenstrategien (Massivbau benötigt verschiedene vorgesehene Schutzmaßnahmen nicht); detaillierte Auseinandersetzung mit der Argumentationslinie der BAUGENIAL-Studie und punktweise Entkräftung bzw. detaillierte Gegenargumentation</p>
		Ausbreitung	kein Beitrag zur Brandlast				
		Personenschutz	s.o.				
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Emission gefährlicher Stoffe	Emission gefährlicher Stoffe	keine schädlichen Inhaltsstoffe in Massivbaustoffen; keine Wasser-/Bodenkontamination durch Ziegel und Beton		<p>Keine chemischen Behandlungen zur Erzielung erhöhter Dauerhaftigkeit erforderlich</p> <p>wasserdichte Bauteile ohne Zusatzabdichtungen im Betonbau (weiße Wannen)</p> <p>nach Durchnässung erheblich reduziertes Schimmelpilzrisiko im Vergleich mit Holz, insbesondere bei hoher Alkalität</p>	<p>Austrocknungsverhalten von (Ort-)Beton im Wohnbau.</p> <p>Gefahr erhöhter Schimmelpilzbildung im Betonbau in den ersten Jahren bei ungenügender Trocknung</p>	<p>Nachweis reduzierter Schimmelpilzbildung im Massivbau, insbes. im alkalischen Betonmilieu nach Wasserschäden</p>
		Emission gefährlicher Strahlen	keine				
		Boden-/Wasserkontamination	keine				
		Trinkwassergefährdung	keine				
		Bauwerksfeuchtigkeit	Wasseraufnahme und -abgabe poröser mineralischer Baustoffe verbunden mit Beständigkeit auch gegenüber langdauernder Durchfeuchtung (keine Substanzerdtörung)	Frostwiderstandsfähigkeit bei Beton ohne LP begrenzt, keramische Baustoffe (nicht gesintert) i.a. nicht frostbeständig (Witterungsschutz erforderlich); erhöhte Baufeuchte in Ortbetonbauteilen in den ersten Jahren			
Nutzungssicherheit/ Gebrauchstauglichkeit	Einbruchsschutz	hohe Widerstandsfähigkeit von massiven Wänden gegen Durchbruch		hohe Robustheit gegen mechanische Einwirkungen			
	Barrierefreiheit/Zugänglichkeit	keine Baustoffeigenschaft					

**Stärken-Schwächen-Vergleich**

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	Chancen des Massivbaus	Gefahren für den Massivbau	Handlungsbedarf	Forschungsbedarf
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Schallschutz	Raumakustik - Oberflächen		"Schallharte" Oberflächen, vielfach absorbierende Bekleidung notwendig	gute massebedingte Luftschalldämmung	Raumakustik erfordert absorbierende Oberflächen Schallnebenwege bei starrer Lagerung (z.B. Stiegenlaufplatten)	
		Luftschall	i.d.R. ausreichender Luftschallschutz durch Flächenmasse von Betonbauteilen und Ziegelmauerwerk	bei HLZ abhängig von Steinrohichte und Lochbild			
		Körperschall		Schalllängsleitung akustisch nicht entkoppelter Bauteile			
		Erschütterungsschutz	Bei entkoppelter Anregung sind große Massen wenig vibrationsanfällig	Schwingungsübertragung durch hohe Steifigkeit			
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Energieeinsparung/ Wärmeschutz	Wärmedurchgang	breite Variationsmöglichkeit bei Beton (Leichtbeton, Poren-/Mantelbeton) sowie HLZ-Mauerwerk	Abnehmende Dämmfähigkeit mit zunehmender Rohdichte; monolithische Außenwandbauteile bei wirtschaftlichen Wanddicken nur mit Schwierigkeiten machbar (z.B. por. HLZ mit Zusatzdämmung)	einfacher sommerlicher Wärmeschutz durch Speichermassen und Bauteilaktivierung (Betonbau); Winddichtheit materialbedingt gegeben	Zusatzdämmung von Außenwänden bei konkurrenzfähigen Wanddicken notwendig	Entwicklung standardisierte Systemlösungen zur Kombination von Speichermasse/ Bauteilaktivierung, Nachtlüftung
		Wärmespeicherung	sehr gute Speichereigenschaften bei hoher Rohdichte, sofern von Luftstrom erfaßt (Nachtlüftung); Möglichkeit der Bauteilaktivierung	begrenzte Steuerungsmöglichkeiten und Trägheit der Bauteilaktivierung			
		Wärmebrücken	Vermeidung von Wärmebrücken durch poröse Varianten (Leichtbeton, Poren-/Mantelbeton, HLZ-Mauerwerk)	Gefahr von Wärmebrücken bei hoher Rohdichte (Normalbeton, NF-Mauerwerk)			
		Winddichtheit		Gefahr red. Winddichtheit bei Verwendung von Hohlkörperbauteilen (HLZ-, Hohlblock-Mauerwerk)			
Anforderungen aus der BPV und den OIB-Richtlinien	Nachhaltige Nutzung natürl. Ressourcen	Rezyklierbarkeit	Rezyklierbarkeit mit mehreren Stoffkreisläufen bei allen Betonarten und Ziegeln mit geringem Lochanteil	erschwerter Verwertbarkeit von HLZ mit dünnen Stegen, ebenso mit MW-Füllung; desgleichen bei Betonsteinen mit eingelegten Dämmstoffen; Verwertung der Feinteile <4mm	Massivbaustoffe = Baustoffe mit extrem langer Kreislaufführung (hohe Lebensdauer, mehrere Stoffkreisläufe) Life Cycle Design/Lebensdauerbemessung von Bauteilen, Lebensdauervorhersagemodelle im Bauwesen langfristige Verfügbarkeit der Ausgangsstoffe	Herstellungenergie als Wettbewerbsfaktor Bevorzugung nachwachsender/ erneuerbarer Rohstoffe (Politik, Förderungen)	Aufzeigen der Transportrucksäcke der Mitbewerber Quantifizierung des Reduktionspotentials für GWP und PEI im Zusammenwirken von Werkstoff und Konstruktion;
		Dauerhaftigkeit	bei richtiger Zusammensetzung max. Dauerhaftigkeit von Normalbeton, hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, physikalische und chemische Angriffe	poröse keramische Baustoffe (nicht gesintert) empfindlich gegen Frost- und Salzeinwirkung bei starker Durchfeuchtung, Witterungsschutz erforderlich			
		Umweltverträgl Rohstoffe	umweltfreundliche Gewinnung mineralischer Rohstoffe, Sand und Kies im Alpenraum und insbes. in Ostösterreich in hoher Qualität und großen Mengen langfristig verfügbar, Renaturierung von Kiesgruben	formal "nicht erneuerbare" Rohstoffe			

**Stärken-Schwächen-Vergleich**

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	Chancen des Massivbaus	Gefahren für den Massivbau	Handlungsbedarf	Forschungsbedarf	
Sonsige Anforderungen	Umweltwirkungen	Ressourcenschonung	siehe oben	Vergleichende Produktbewertung auch auf Basis regionaler Verfügbarkeit	vergleichende Produktbewertung nur auf Basis von Masse und Energieinhalt (EPDs)	Aufzeigen der Transportrucksäcke der Mitbewerber in Ergänzung zu den noch zu erstellenden EPDs nach EN 15804 Vergleiche auf Bauteilebene zur Vermeidung von Produktvergleichen auf EPD-Basis	Belastbare und einfach handhabbare Indikator(en) zur Abbildung von Verbrauch und Verfügbarkeit	
		Emissionen Herstellung	hoher Verbrauch nicht erneuerbarer Rohstoffe durch hohe Rohdichte bei massenflußbasierten Bewertungssystemen hohe Emissionen zufolge Brennp Prozesse in der Herstellung (Zement, Kalk, keramische Baustoffe), insbes. GWP und PEI					
Sonsige Anforderungen	Kreislauffähigkeit	Demontierbarkeit	zerstörende Zerkleinerung durch Sägen, Einschlagen, Zerkleinern mit Hydraulischeren möglich	Konsequente Modularkoordination im Betonfertigteiltbau "Urban Mining" durch Kreislauffähigkeit der meisten Massivbaustoffe		Entwicklung von Demontage-, Trenn- und Verwertungskonzepten im Rahmen jeder Produktentwicklung auf Basis aktuell verfügbarer Technologien	lösbare Verbindungsmitteln von Massivbaustoffen mit anderen Bau-/Werkstoffen: Dämmstoffe, Abdichtungswerkstoffe,	
		Fügetechnik	Schwerlastverankerungen in Beton möglich, auch ungeplant bei Sanierungen					keine lösbaren Verbindungsmittel bzw. Fügetechniken im Massivbau verfügbar, Knotenausbildung im Fertigteiltbau nicht auf Lösbarkeit ausgelegt; Schwerlastverankerungen in HLZ nur eingeschränkt möglich
	Trennbarkeit	Beton und Bewehrung trennbar	Faserbeton mit heute verfügbaren Technologien praktisch nicht rezyklierbar					
Sonsige Anforderungen	Instandhaltung	Trennung v. Bauteilschichten	mehrschichtige Bauweisen mit erschwerter Trennbarkeit im Massivbau nicht üblich	Wand- und Deckensysteme mit definierter Lebensdauer, vollständiger Zerlegbarkeit und Rezyklierbarkeit "Wartungsfreiheit" über lange Zeiträume bei RdT-konformer <sup>1)</sup> Ausführung  <sup>1)</sup> Regel der Technik	HLZ-Mauerwerk optimiert für definierten Anwendungsbereich, geringe Variabilität und Wiederverwertbarkeit Fehleranfälligkeit durch geringen Vorfertigungsgrad Tendenzen zur Auslegung sämtlicher Hochbauten auf 50 Jahre (analog Nutzungsdauer bei Gebäudezertifizierungssystemen)	Grundlagen der Lebensdauerangaben des Leichtbaus/Holzbaus hinterfragen; Gespräche mit Versicherungswirtschaft betr. Risikominderung durch Massivbaustoffe bei Extremwetterereignissen (siehe Forschungsbedarf); Angaben von Referenzlebensdauern unter "Regelbeanspruchung" mit "Wartungserfordernissen, Maßnahmen nach Ablauf der Ref.-Lebensdauer zur Erhöhung der Restlebensdauer; Vermeidung ungleicher Lebensdauern von verbundenen Schichten/Bauteilen, Trennung Rohbau- und Ausbauteile	Demontage-, Trenn und Recyclingkonzepte für alle Massivbausysteme (Wand, Decke) •Wartungs- und Instandhaltungskonzepte mit „garantierter“ Lebensdauer und Wartungsplan über 50 Jahre (und darüber)	
		Reparierbarkeit	umfangreiche Reparaturtechnologien im Beton- und Stahlbetonbau verfügbar, ebenso Regelwerke zur Qualitätssicherung; NF-Ziegelmauerwerk ebenfalls gut reparierbar					eingeschränkte Reparierbarkeit im Stahl- und Spannbetonbau bei jahrzehntelangem Ignorieren von Karbonatisierung und Stahlkorrosion; HLZ-Mauerwerk eingeschränkt reparierbar
		Lebensdauer	höchste Lebensdauer für Betonbauwerke, ebenso NF-Ziegelmauerwerk					
		Robustheit	höchste Widerstandsfähigkeit von Beton- und Stahlbetonbauten sowie NF-Ziegelmauerwerk gegenüber außerplanmäßige Einwirkungen					

**Stärken-Schwächen-Vergleich**

Bauproduktrelevante Anforderungen		Stärken	Schwächen	Chancen des Massivbaus	Gefahren für den Massivbau	Handlungsbedarf	Forschungsbedarf
Sonsige Anforderungen	Wirtschaftlichkeit	Herstellungskosten	niedrige Herstellungskosten von Massenbaustoffen wie Beton		niedrigste Lebenszykluskosten durch niedrige Herstellungs- und Instandhaltungskosten  hohe Tragreserven bei geringen Mehrkosten planbar  Skelettbau mit Flachdecken ermöglicht maximale Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	vergleichsweise hoher Demontageaufwand bei kurzer Nutzungsdauer	Prüfung der Potentiale zur Optimierung der Baustandard. Inspektions- und Wartungskonzepte für def. Nutzungsdauerperioden
		Transportkosten	Massebedingt geringe Transport-radien				
		Montagekosten		vglw. hoher Errichtungsaufwand (Ortbeton, Mauerwerk)			
		Instandhaltungskosten	wartungsarm, daher niedrige Instandhaltungskosten				
		Beseitigungskosten	geringe Übernahmegebühren bei Recyclinganlagen für sortenreine mineral. Baurestmassen, insbes. RB	erhöhte Abbruchkosten für Spannbetontragwerke und stark bewehrte Stahlbetonbauteile			
		Umnutzungsfähigkeit	gute Umnutzungsfähigkeit im Stahlbetonskelettbau und bei Flachdecken, wenn denkbare Nutzungsvarianten in der Planung berücksichtigt, vielfältige Technologien zur Tragwerksverstärkung/"Ertüchtigung" im Stahlbetonbau verfügbar; insbes. NF-Ziegelmauerwerk beliebig adaptierbar	Beibehalten des statischen Systems bei Umbauten erforderlich (neg. Momente im Stahl-/Spannbetonbau)			
Sonsige Anforderungen	Gestaltung/Architektur		max. Gestaltungsfreiheit im Stahlbetonbau, sowohl die Tragkonstruktion betreffend als auch die Betonoberflächen (schalreiner, mechanisch bearbeiteter Sichtbeton), vielfältige Gestaltungsmöglichkeit mit Ziegelmauerwerk (insbes. NF-Ziegel, weniger HLZ)	Herstellung anspruchsvoller Betonoberflächen (Architektur-Sichtbeton) aufwendig	maximaler Gestaltungsspielraum durch Variation von Oberfläche und Form	negative Assoziationen der Nutzer bei nicht werkstoffgerechter Architektur ("Bunker", "Betonburg", .....)	Einbindung von Architekten in die Entwicklung neuer Massivbausysteme (insbes. Wände);  Entwicklung neuer Herstellungstechnologien für Freiformflächen aus Beton
Sonsige Anforderungen	Allgemeines			geringe Vorfertigung, hohes Fehlerpotential durch Verarbeitung auf der Baustelle mit vielfach un/angelernten Arbeitskräften			mehr Vorfertigung, mehr "Industrialisierung", Systeme statt Produkte, mehr standardisierte Lösungen; Imgewandel hin zu folgenden Eigenschaften: - kostengünstig - robust und einfach - kombinierbar mit einfacher, aber wirksamer Haustechnik - wartungsfrei - aus natürl. Rohstoffen vor der Haustür, die lange im Stoffkreislauf bleiben und der Natur problemlos zurückgegeben werden können

Titel	Form	Internetverweise
Abfallrahmenrichtlinie	Richtlinie	<a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ.L:2008:312:0003:0030:de:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ.L:2008:312:0003:0030:de:PDF</a>
EPBD	Richtlinie	<a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ.L:2010:153:0013:0035:DE:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ.L:2010:153:0013:0035:DE:PDF</a>
BPV	Verordnung	<a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ.L:2011:088:0005:0043:DE:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ.L:2011:088:0005:0043:DE:PDF</a>
Thematische Strategie für städtische Umwelt	Mitteilung der Kommission	<a href="http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/com_2005_0718_de.pdf">http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/com_2005_0718_de.pdf</a>
Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa	Mitteilung der Kommission	<a href="http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_de.pdf">http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_de.pdf</a>
Fahrplan für ein Ressourcenschonendes Europa	Mitteilung der Kommission	<a href="http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/com2011_571_de.pdf">http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/com2011_571_de.pdf</a>
Leitmarktinitiative nachhaltiges Bauen	Mitteilung der Kommission	<a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0860:FIN:de:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0860:FIN:de:PDF</a>
Strategie Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit des Baugewerbes	Mitteilung der Kommission	<a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0433:FIN:DE:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0433:FIN:DE:PDF</a>
MaRes	Forschungsprojekt	<a href="http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/index.html">http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/index.html</a>
Leitfaden Architekturpolitik	Mitteilung der Kommission	<a href="http://ec.europa.eu/oib/doc/architectural-policy-guide_de.pdf">http://ec.europa.eu/oib/doc/architectural-policy-guide_de.pdf</a>
EN 15643-1	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=376056">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=376056</a>
EN 15643-2	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=329504">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=329504</a>
EN 15643-3	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=418057">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=418057</a>
EN 15643-4	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=418086">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=418086</a>
EN 15804	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=395029">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=395029</a>
EN 15941	techn. Regelwerk	<a href="https://www.astandis.at/shopV5/Preview.action?sessionId=0C6FAF45F30D62D27675059A43BBF2CD?preview=&amp;dockey=333443&amp;selectedLocale=de">https://www.astandis.at/shopV5/Preview.action?sessionId=0C6FAF45F30D62D27675059A43BBF2CD?preview=&amp;dockey=333443&amp;selectedLocale=de</a>
EN 15942	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=408256">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=408256</a>
EN 15978	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=367717">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=367717</a>
EN 1990	techn. Regelwerk	<a href="http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=141191">http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=141191</a>
FIB Model Code 2010	techn. Regelwerk	<a href="http://www.fib-international.org/model-code-2010-final-draft-volume-1">http://www.fib-international.org/model-code-2010-final-draft-volume-1</a>
Ressourceneffizienz Aktionsplan	Aktionsplan	<a href="http://www.lebensministerium.at/dms/ima/umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/aktionsplan_ressourceneffizienz/aktionsplan/REAP-final-23-1-">http://www.lebensministerium.at/dms/ima/umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/aktionsplan_ressourceneffizienz/aktionsplan/REAP-final-23-1-</a>
Deponieverordnung	Verordnung	<a href="http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20005653/DVO%202008%2c%20Fassung%20vom%2024.09.2012.pdf">http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20005653/DVO%202008%2c%20Fassung%20vom%2024.09.2012.pdf</a>
MinroG	Gesetz	<a href="http://www.jusline.at/Mineralrohstoffgesetz_%28MinroG%29.html">http://www.jusline.at/Mineralrohstoffgesetz_%28MinroG%29.html</a>
Wohnbauförderung	Wohnbauförderungsgesetz	<a href="http://www.google.at/url?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=1&amp;ved=0CCEQFIAA&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.ris.bka.gv.at%2FDokumente%2FBgblAut">http://www.google.at/url?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=1&amp;ved=0CCEQFIAA&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.ris.bka.gv.at%2FDokumente%2FBgblAut</a>
Strategie Nachhaltig Bauen und Sanieren in der Steiermark	Strategie	<a href="http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/Files/12060/pdf/aktuelles/SymposiumNHB/504a-Beilage_NBS.pdf">http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/Files/12060/pdf/aktuelles/SymposiumNHB/504a-Beilage_NBS.pdf</a>
Baupolitische Leitsätze des Landes Steiermark	Strategie	<a href="http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11287928_74836314/c60f2e9c/Baupolitische%20Leits%C3%A4tze%20021109-klein.pdf">http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11287928_74836314/c60f2e9c/Baupolitische%20Leits%C3%A4tze%20021109-klein.pdf</a>

## Anhang 5: Ökologische Indikatoren in den ENs:

	prEN 15643-2	FprEN 15804	prEN 15978
<b>Indikatoren für Umweltauswirkungen (LCIA-Kategorien)</b>			
Potential für den abiotischen Ressourcenabbau (Brennstoffe/Elemente)	X	X	X
Versauerung von Boden- und Wasserressourcen	X	X	X
Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht	X	X	X
Eutrophierung	X	X	X
Bildung von bodennahem Ozon	X	X	X
Treibhausgaspotential	X	X	X
<b>Indikatoren für den Einsatz von Ressourcen (Umweltaspekte)</b>			
Einsatz von nicht erneuerbarer Primärenergie	X	X	
Einsatz von nicht erneuerbarer Primärenergie (ohne Rohstoffe)		X	X
Einsatz von erneuerbarer Primärenergie	X	X	
Einsatz von erneuerbarer Primärenergie (ohne Rohstoffe)		X	X
Einsatz von erneuerbaren Rohstoffen		X	X
Einsatz von nicht erneuerbaren Rohstoffen		X	X
Einsatz von Sekundärstoffen	X	X	X
Einsatz von Sekundärbrennstoffen	X	X	X
Einsatz von Sekundärbrennstoffen (erneuerbar)		X	X
Einsatz von Süßwasserressourcen	X	X	X
<b>Indikatoren für zusätzliche umweltbezogene Informationen</b>			
Komponenten für die Wiederverwertung	X	X	X
Stoffe zum Recycling	X	X	X
Stoffe für die Energierückgewinnung	X	X	X
nicht gefährliche Abfälle zur Deponierung	X	X	X
gefährliche Abfälle zur Deponierung (ausser radioaktiven Abfällen)	X	X	X
radioaktive Abfälle zur Deponierung	X	X	X
exportierte Energie	X		X

Dies ist eine Veröffentlichung des

## **FACHBEREICHS INGENIEURBAUKUNST (IBK) AN DER TU GRAZ**

Der Fachbereich Ingenieurbaukunst umfasst die dem konstruktiven Ingenieurbau nahe stehenden Institute für Baustatik, Betonbau, Stahlbau & Flächentragwerke, Holzbau & Holztechnologie, Materialprüfung & Baustofftechnologie, Baubetrieb & Bauwirtschaft, Hochbau & Industriebau, Bauinformatik und Allgemeine Mechanik der Fakultät für Bauingenieurwissenschaften an der Technischen Universität Graz.

Dem Fachbereich Ingenieurbaukunst ist das Bautechnikzentrum (BTZ) zugeordnet, welches als gemeinsame hochmoderne Laboreinrichtung zur Durchführung der experimentellen Forschung aller beteiligten Institute dient. Es umfasst die drei Laboreinheiten für konstruktiven Ingenieurbau, für Bauphysik und für Baustofftechnologie.

Der Fachbereich Ingenieurbaukunst kooperiert im gemeinsamen Forschungsschwerpunkt „Advanced Construction Technology“. Dieser Forschungsschwerpunkt umfasst sowohl Grundlagen- als auch praxisorientierte Forschungs- und Entwicklungsprogramme.

Weitere Forschungs- und Entwicklungskooperationen bestehen mit anderen Instituten der Fakultät, insbesondere mit der Gruppe Geotechnik, sowie nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft.

Die Lehrinhalte des Fachbereichs Ingenieurbaukunst sind aufeinander abgestimmt. Aus gemeinsam betreuten Projektarbeiten und gemeinsamen Prüfungen innerhalb der Fachmodule können alle Beteiligten einen optimalen Nutzen ziehen.

Durch den gemeinsamen, einheitlichen Auftritt in der Öffentlichkeit präsentiert sich der Fachbereich Ingenieurbaukunst als moderne Lehr- und Forschungsgemeinschaft, welche die Ziele und Visionen der TU Graz umsetzt.

Nummerierungssystematik der Schriftenreihe:

D – Diplom(Master)arbeiten/Dissertationen | F – Forschungsberichte  
B - Projekt Bachelor | M - Projekt Master | S – Skripten,  
Vorlesungsunterlagen | V – Vorträge, Tagungen

Institutskennzahl:

1 – Allgemeine Mechanik | 2 – Baustatik | 3 – Betonbau  
4 – Holzbau & Holztechnologie | 5 – Stahlbau & Flächentragwerke  
6 – Materialprüfung & Baustofftechnologie | 7 – Baubetrieb & Bauwirtschaft  
8 – Hochbau & Industriebau | 9 – Bauinformatik  
10 – Labor für Konstruktiven Ingenieurbau

Fortlaufende Nummer pro Reihe und Institut / Jahreszahl