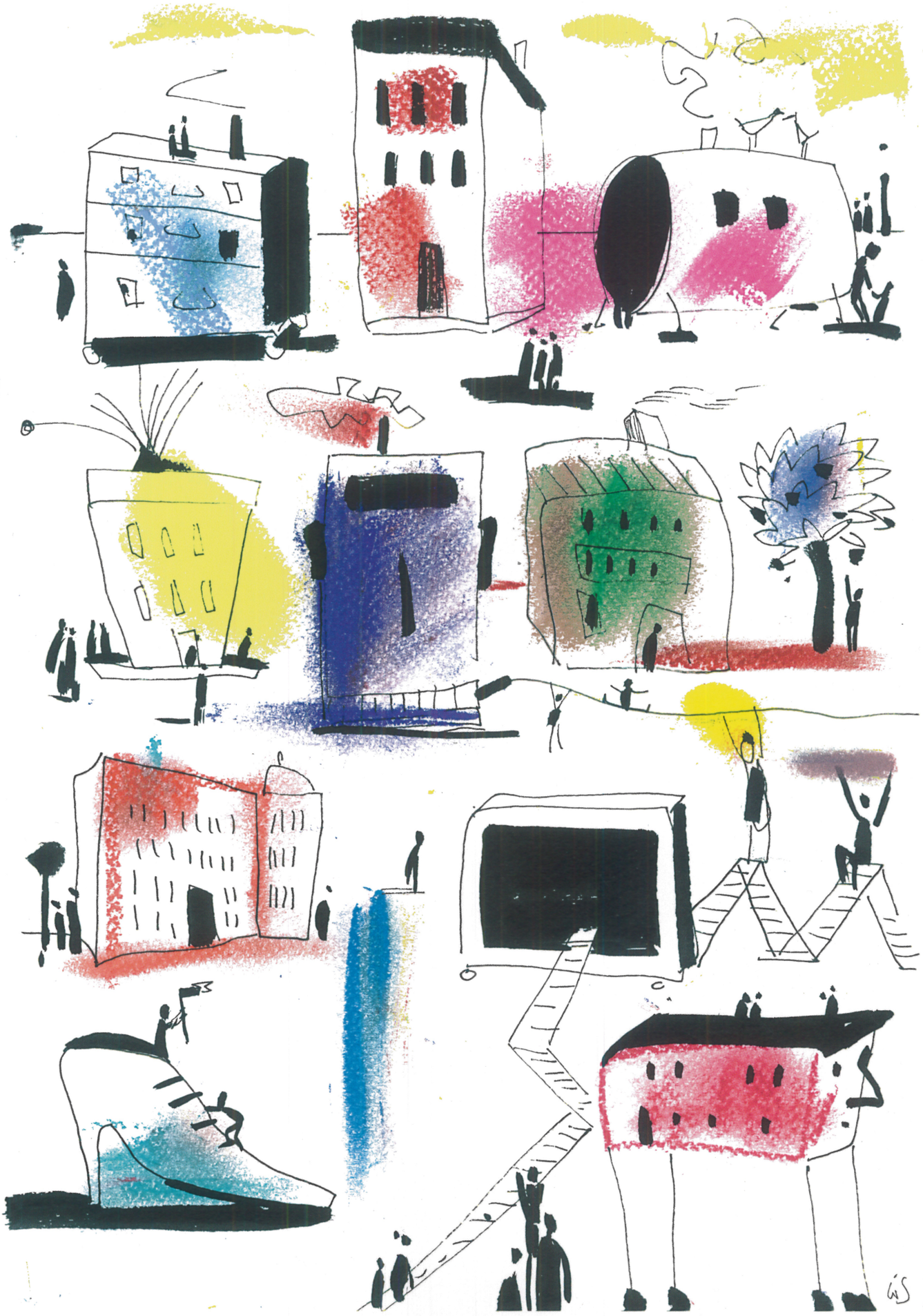
xia intelligente architektur

07-09/14 Zeitschrift für Architektur und Technik



20 Jahre xia

4 195135 012502 03

AUSGABE 88
Juli - September 2014

D EUR 12,50
A EUR 13,70
L EUR 13,80
CH sfr 24,50

Das CO_2-neutrale Logistikzentrum

Entwicklung von ganzheitlichen Handlungsempfehlungen für energieeffiziente Logistikzentren

Bislang erfolgt die Planung von Logistikgebäuden überwiegend nach intralogistischen Aspekten, denen sich das Gebäude anzupassen hat. Dabei wird oft vergessen, dass das Gebäude durch seine Gestalt und die integrierte Haustechnik eine große Stellschraube für den Energiebedarf und folglich die laufenden Kosten darstellt.

Im IFL-Forschungsvorhaben „Das CO_2-neutrale Logistikzentrum – Entwicklung von ganzheitlichen Handlungsempfehlungen für energieeffiziente Logistikzentren" wurden diese beiden Bereiche in den vergangenen zwei Jahren gemeinschaftlich von den Lehrstühlen „Bauklimatik und Haustechnik" sowie „Fördertechnik Materialfluss Logistik" an der Technischen Universität München untersucht.

Von Philipp Vohlidka und Julia Freis

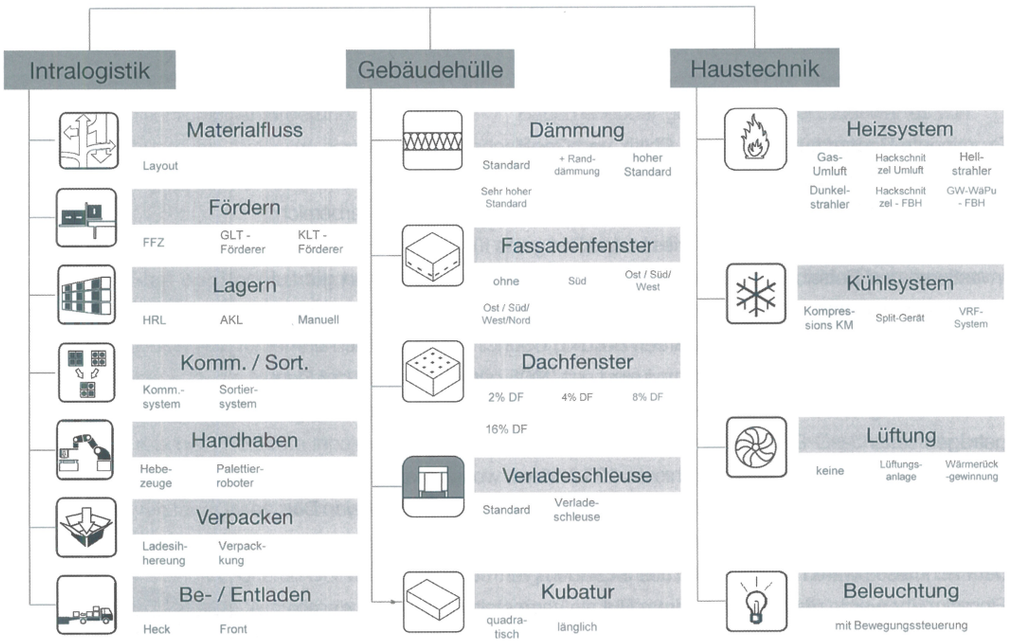


Abb. 1: Übersicht der identifizierten Grundelemente der Bereiche Intralogistik, Gebäudehülle und Haustechnik

Die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten wurden in den zurückliegenden Jahren immer weiter verschärft, derzeit ist für alle Neubauten ab dem Jahr 2021 ein Niedrigenergiestandard vorgesehen. Dies betrifft somit auch Logistikgebäude, die ebenso eine hohe Gesamtenergieeffizienz nachweisen müssen. Das bedeutet, dass neben einem niedrigen Energiebedarf der verbleibende Rest zu einem erheblichen Teil aus Quellen erneuerbarer Energie gedeckt werden muss [EU-2013].

Neben dem Hintergrund der politischen Reglementierungen zwingen die stetig steigenden Energiepreise in Deutschland und der damit verbundene größer werdende Einfluss auf die Lebenszykluskosten von Anlagen und Immobilien die Logistikverantwortlichen zum Handeln. Zudem wächst gleichermaßen das gesamtgesellschaftliche ökologische Bewusstsein, sodass die Kundenanforderungen an eine grüne Logistik zunehmen. Der Druck der Kunden auf die Branche wird auch in Zukunft weiter steigen, denn aus Imagegründen achten die Firmen zunehmend auf effiziente und klimafreundliche Lieferketten, in denen Logistikimmobilien maßgeblich beteiligt sind [WEF-2009]. So geben 57 Prozent der vom Logistikdienstleister DHL befragten Unternehmen an, in den kommenden Jahren einen grünen Logistikanbieter einem kostengünstigen Anbieter vorzuziehen [DVZ-2012]. Aus diesen Gründen stehen Bauherren, Planer wie auch Investoren zunehmend in der Pflicht, Energieeffizienzmaßnahmen in Logistikzentren umzusetzen.

Um die Stellschrauben für die hohen Kosten als auch CO_2-Emissionen in einem Logistikzentrum zu identifizieren, sollten nicht nur einzelne Bereiche oder Anlagen gesondert vom Gesamtsystem betrachtet werden. Sowohl die Förder- und Materialflusstechnik als auch die Haustechnik sowie die Gebäudehülle haben Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch und stehen miteinander in Wechselwirkungen. Um eine verbesserte Energiebilanz in Logistikzentren zu erreichen, sind dementsprechend die Bereiche der Intralogistik [1] wie auch der Gebäudetechnik samt Hülle zu optimieren.

Untersuchungsmethodik des Forschungsprojekts

Je nach Branche und Artikelspektrum gilt es unterschiedliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Um die große Bandbreite an möglichen Ausprägungen von Logistikzentren einzugrenzen, wurden zuerst sogenannte Grundelemente identifiziert, die der Intralogistik, der Gebäudetechnik bzw. der Gebäudehülle zugeschrieben werden und sich in Logistikgebäuden wiederfinden. Zielsetzung ist eine Optimierung der Grundelemente zu minimalem Energieverbrauch und maximaler Energienutzung/-wandlung. Beispiele für Grundelemente sind der Niederhubwagen in der Intralogistik bzw. die Dämmung in der Gebäudehülle, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Die Berechnungen des Energiebedarfs der intralogistischen Anlagen wurde mit verschiedenen Methoden, abhängig vom Förderelement, mittels Herstellerangaben, Referenzwerten bzw. analytisch er- mittelt, die entstehende Abwärme wurde in die Be-rechnung des Heizenergiebedarfs integriert. Der Energiebedarf des Gebäudes wurde mit der Software ZUB-Helena im Monatsbilanzverfahren nach der [DIN 18599] ermittelt.

Zur Bestimmung der Grundelemente wurden zu Projektbeginn acht unterschiedliche Logistikzentren von den beiden Forschungsstellen besucht und um Angaben von Betreibern und Mietern von Logistikunternehmen ergänzt, die in einer anschließenden, fünfmonatigen Online-Umfrage ermittelt wurden. Zudem

[1] Planung, Einrichtung, Durchführung und Kontrolle innerbetrieblicher Materialflüsse in Fertigungs- und Handelsunternehmen sowie in öffentlichen Einrichtungen mittels fördertechnischer Systeme und unterstützender Informationssysteme. Definition: Gabler Wirtschaftslexikon

gab es mehrere Interviews mit Experten, die ein im Hinblick auf das Forschungsthema spezifisches Wissen mitbringen.

Sensitivitätsanalyse

Für die Ableitung ganzheitlicher Energieeffizienzmaßnahmen wurden drei Untersuchungsmodelle entwickelt (Abbildung 2), welche die Typologien der manuellen Lagerhalle, des halbautomatischen Logistikzentrums sowie des vollautomatischen Distributionszentrums vertreten. Diese Modelle wurden jeweils mit drei unterschiedlichen Temperaturniveaus untersucht: 6 °C, 12 °C und 17 °C. Das gewählte Temperaturniveau von 6 °C repräsentiert dabei ein Kühllager, 12 °C ist den Nutzungsrandbedingungen für Logistikhallen der [DIN 18599] entnommen. Aufgrund von Erkenntnissen aus den Besichtigungen und der Online-Umfrage wurde zusätzlich das Temperaturniveau 17 °C untersucht.
Anhand jedes dieser Gebäudemodelle wurde eine Sensitivitätsanalyse an zuvor definierten Grundelementen durchgeführt. Diese wurden durch Variation auf maximale CO_2-Einsparungen untersucht, bewertet und mit Investitionen sowie laufenden Energiekosten pro Jahr hinterlegt. Anschließend wurden die Grundelemente im Gesamtsystem der jeweiligen Typologie und des angestrebten Temperaturniveaus zu energieeffizienten und wirtschaftlichen Kombinationen zusammengeführt. Für die Deckung des verbleibenden Energiebedarfs nach der Optimierung der Grundelemente besitzen die Gebäude eine Fotovoltaikanlage.
Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass in allen Typologien durch die Kombination der einzelnen optimierten Grundelemente die CO_2-Emissionen deutlich gesenkt werden können. Jedoch zeigen sich bei den drei Typologien deutliche Unterschiede dahingehend, wo die jeweiligen Einsparpotenziale liegen. Durch den geringen Einsatz stromintensiver Materialflusstechnik in der manuellen Lagerhalle hat das Gebäude den größten Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf und bietet somit auch die meisten Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Energieeffizienz. Eine optimierte Dämmausführung der Fassade in Kombination mit einem regenerativen Wärmeerzeugungssystem sind dabei die wichtigsten Maßnahmen. Auch die Wahl der Kälteerzeugung im Falle eines Kühllagers hat einen entscheidenden Einfluss. In den optimierten Varianten der drei untersuchten Temperaturniveaus wird der Energiebedarf für den Betrieb so weit gesenkt, dass der verbleibenden Strombedarf durch die Fotovoltaikanlage ausgeglichen werden kann. Ein CO_2-neutrales Gebäude ist im Fall der manuellen Lagerhalle realisierbar.

Die Verteilung des Energiebedarfs ändert sich im Falle des halbautomatischen Logistikzentrums deutlich. Werden in der manuellen Lagerhalle am Beispiel von 17 °C Innenraumtemperatur noch ca. 80 % der CO_2-Emissionen durch das Gebäude verursacht, reduziert sich der Einfluss des Gebäudes beim halbautomatischen Logistikzentrum auf ein Drittel des Gesamtbedarfs. Dementsprechend stellen Optimierungen der intralogistischen Anlagen die größten Stellschrauben zur CO_2-Reduzierung dar, im Falle des Kühllagers um über 30 %. Ungeachtet dessen stellen Maßnahmen an der Gebäudehülle und -technik weitere Potenziale zur Reduzierung des Bedarfs im Gesamtsystem Logistikzentrum dar. In Verbindung mit der Fotovoltaikanlage am Gebäude lassen sich somit in Summe ca. 92 % der CO_2-Emissionen (Temperaturniveau 17 °C) vermeiden.

Der Anteil der Intralogistik am Gesamtenergiebedarf steigt bei der Typologie des vollautomatischen Distributionszentrums auf fast 85 %, Gebäudehülle und -technik haben kaum mehr Einfluss auf die CO_2-Emissionen. Optimierungspotenzial bei der Intralogistik liegt beispielsweise in der intermittierenden Betriebsstrategie der Regalbediengeräte von Ketten- und Rollenförderern oder in der Ausstattung des Hochregallagers mit Energierückspeiseeinheiten. Da die intralogistischen Anlagen jedoch ausschließlich mit Strom betrieben werden, welcher zum Großteil aus nicht-erneuerbaren Energien gewonnen wird und somit einen entsprechend schlechten CO_2-Faktor besitzt, liegen die CO_2-Einsparungen im optimierten Gesamtmodell, abhängig vom gewünschten Temperaturniveau, nur noch zwischen ca. 70 bis 75 Prozent.

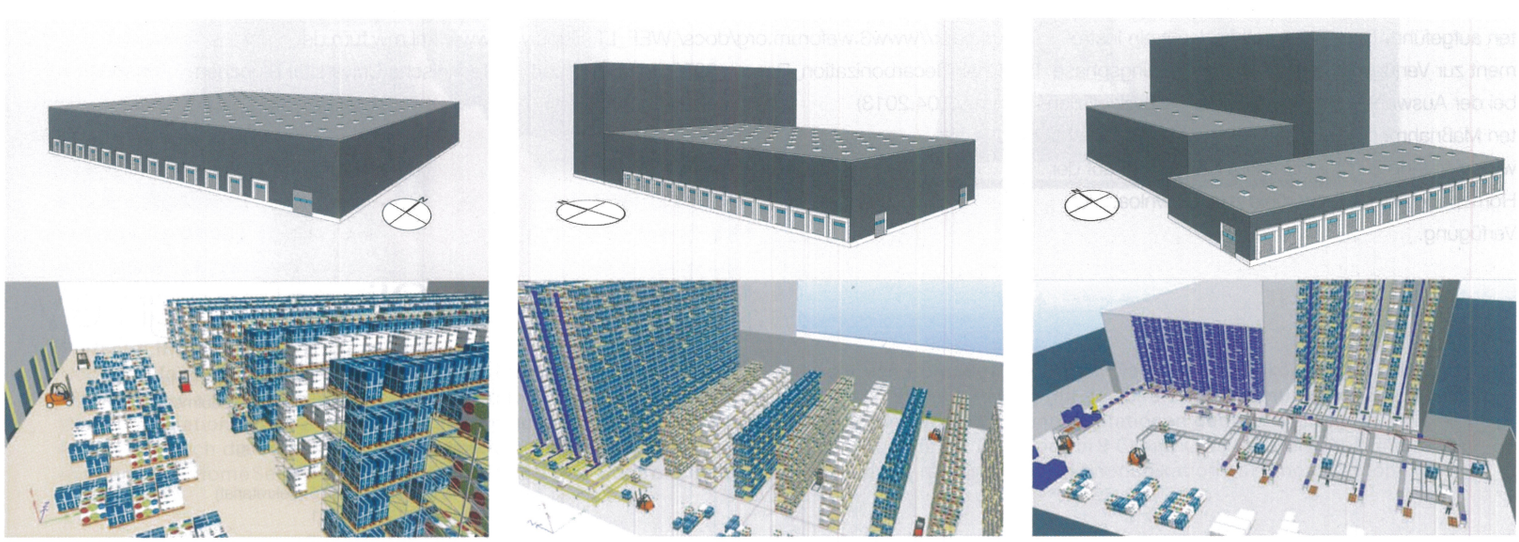


Abb. 2: Außen- und Innenansichten der Untersuchungsmodelle manuelle Lagerhalle, halbautomatisches Logistikzentrum sowie vollautomatisches Distributionszentrum

Information und Kontakt
Technische Universität München
Fakultät für Architektur
Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik
Prof. Dipl.-Ing. Thomas Auer
Arcisstraße 21
80333 München
T +49 (0)89-28 92 24 75

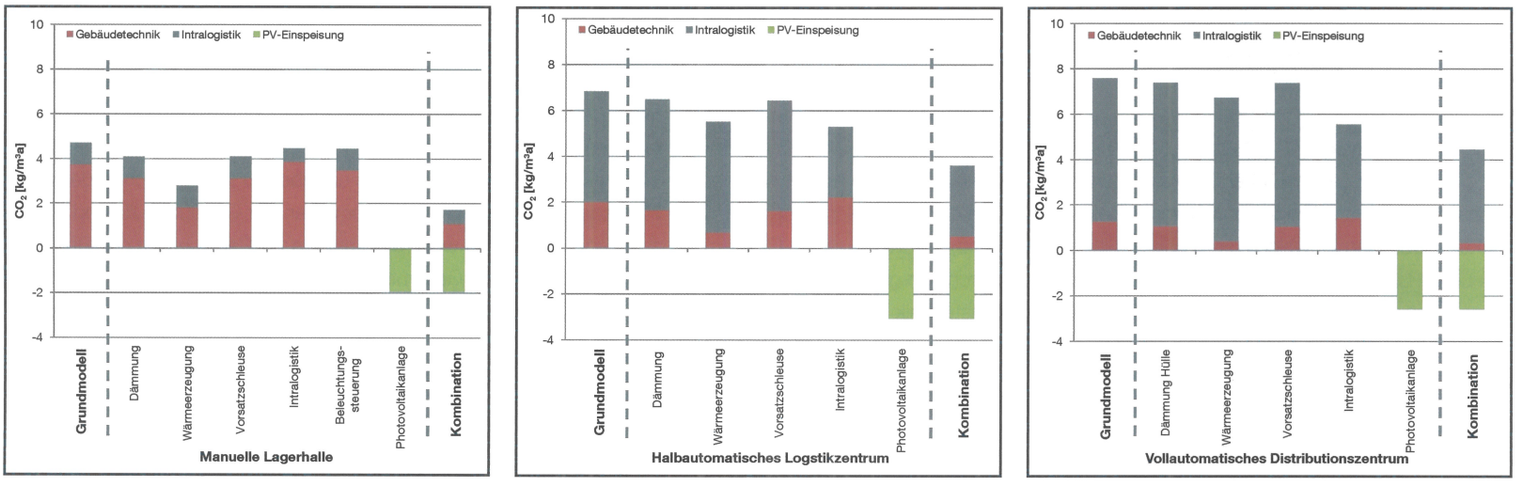


Abb. 3: Vergleich der CO2-Emissionen (kg/m³a) der untersuchten Typologien bei 17 °C

Abbildung 3 zeigt die CO_2-Emissionen der drei Typologien bei 17° C Innenraumtemperatur jeweils für das Grundmodell, einzelne optimierte Grundelemente sowie deren Kombination.
Alle durchgeführten Untersuchungen sind in einem Excel-basierten Tool implementiert und mit Hinweisen und Handlungsempfehlungen hinterlegt. Das Softwaretool steht allen Interessenten kostenlos zur Verfügung und bietet dem Nutzer durch eine intuitiv aufbauende Struktur und Visualisierung die Möglichkeit, schnell und einfach die erarbeiteten Ergebnisse zu erfassen. Dabei sind neben den CO_2-Emissionen auch Informationen über den Endenergiebedarf, Investitionen sowie die zu erwartenden laufenden Kosten aufgeführt. Dem Planer steht damit ein Instrument zur Verfügung, das ihn in der Planungsphase bei der Auswahl und Bewertung von energieeffizienten Maßnahmen unterstützt. Der Abschlussbericht wurde Anfang 2014 veröffentlicht und steht auf der Homepage beider Lehrstühle zum Download zur Verfügung.

Quellen

[DIN 18599] Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Stand: Dezember 2011
[DVZ-2012] Deutsche Verkehrs Zeitschrift (DVZ): DVZ Nachhaltigkeitsreport Transport und Logistik. DVV Media Group, Belm: 2012.
[EU-2013] Europäische Union Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, Brüssel 2012
[WEF-2009] World Economic Forum: Supply Chain Decarbonization - The role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emissions, 2009. url:http://www3.weforum.org/docs/ WEF_LT_SupplyChainDecarbonization_Report_2009.pdf (Download am 08.04.2013)

Autoren

Dipl.-Ing. Philipp Vohlidka
philipp.vohlidka@lrz.tum.de

Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik,
Prof. Dipl.-Ing. Thomas Auer
www.bk.ar.tum.de
Technische Universität München

Dipl.-Wi.-Ing. Julia Freis
freis@fml.mw.tum.de

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik,
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. W. A. Günthner
www.fml.mw.tum.de
Technische Universität München

ClimaDesign e.V.
Technische Universität München
Vorstand: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Gerhard Hausladen,
Prof. Dipl.-Ing. Architekt Hermann Kaufmann,
Dr.-Ing. Petra Liedl
Geschäftsstelle/Geschäftsführung:
Dipl.-Ing. Univ. Katrin Rohr
T +49 (0)89 289-22875 (Sekretariat)
F +49 (0)89 289-23851
E mail@climadesign.org
www.climadesignverein.org