

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

LUX – Wertvolle Ressource für Stadt und Haus

Langfassung Titel: „Auswertung und Vergleich bestehender und neu zu planender Gebäude hinsichtlich des Energieeintrags. Bilanzierung der Verbrauchsenergie mit dem Fokus auf den Lichtanteil der solaren Strahlung. Erstellung eines Energieeffizienz (Licht) Planungstools mit Musterkatalog.“

Anlass/ Ausgangslage

Vor dem Hintergrund der Wohnungsknappheit und Notwendigkeit der Nachverdichtung stellt sich die Frage nach zufriedenstellender Tageslichtversorgung in dichten Quartieren. Wieviel Tageslicht braucht der Mensch? Welche Bauformen sind dazu geeignet, auch bei hohen Dichten ein Maximum an Tageslicht ins Gebäudeinnere zu lassen? Je kompakter die Baukörper, desto tiefer werden die Grundrisse. Wie kann man auch dies in der Betrachtung berücksichtigen?

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Ziel und Aufbau:

Um den Aspekt des Tageslichts sinnvoll in den Planungsprozess einbinden zu können, insbesondere in frühen Stadien, ist eine einfache Bewertungsmethode und ein grundlegendes Verständnis der geometrischen Zusammenhänge erforderlich. An dieser Stelle setzt das vorliegende Forschungsvorhaben an.

Zur Bewertung von Belichtungsverhältnissen in Räumen steht eine Reihe gängiger und erprobter Simulationsverfahren zur Verfügung. Für deren Anwendung ist aber meist das Expertenwissen eines Fachingenieurs erforderlich. Zudem geben sie nur über die konkreten Belichtungsverhältnisse in einer jeweiligen Einzeluntersuchung einer bereits entwickelten Geometrie Auskunft. Zum grundsätzlichen Verständnis der geometrischen Abhängigkeiten – zumal im städtebaulichen Maßstab – tragen sie wenig bei.

Genau diese grundsätzlichen Zusammenhänge sollen erforscht, analysiert, und in ein leicht verständliches Regelwerk überführt werden. Entscheidend ist dabei, dass zu den bisherigen Parametern Gebäudehöhe und Gebäudeabstand, die bereits im heutigen Planungsrecht eine Rolle spielen, die Parameter Gebäudetiefe und Orientierung hinzukommen, die maßgeblichen Einfluss auf die Tageslichtausbeute im Innenraum haben.

Kern des Vorhabens ist die Überführung der Parameter und Zusammenhänge von Sonnenstrahlung (Tageslicht, Wärmeeintrag, Energiegewinnung) und städtebaulicher Planung (Dichte, Gebäudetiefen, Gebäudehöhen, Abstandsflächen, Orientierung, Dachformen, Grundrissformen) in ein leicht verständliches Regelwerk für den planenden Architekten.

Dies soll in Form einer Datenbank erfolgen, die einerseits ausgewertet wird, um grundlegende Zusammenhänge zu veranschaulichen; Andererseits macht ein Online-Tool den Inhalt der Datenbank für Einzelfallbetrachtungen zugänglich.

Der entwerfende Architekt oder Stadtplaner soll damit in die Lage versetzt werden, noch vor Hinzuziehen eines Fachplaners energetisch günstige Parameter zu setzen und die Konsequenzen seiner Handlungen in Bezug auf Tageslichtausbeute und Solarenergieertrag früh einschätzen zu können.

Methoden:

Für die Relevanz der Untersuchungsergebnisse ist entscheidend, dass die geometrischen Annahmen einen Bezug zur architektonischen Realität aufweisen. Die Grenzwerte und die Intervalle der Parameter für die Versuchsanordnung orientieren sich daher an baugesetzlichen Bestimmungen und Erfahrungswerten aus der architektonischen Praxis. Da die bauphysikalischen Annahmen für Deutschland gelten, orientieren sich die räumlichen Rahmenbedingungen ebenfalls an deutschen Standards und Richtlinien. Die Festlegung und Begrenzung der Parameter ist erforderlich, um die Anzahl der untersuchten Varianten auf ein handhabbares Maß zu beschränken, ohne die Aussagefähigkeit der Ergebnisse zu beschneiden.

Eine zentrale Bedeutung kommt der Art und Weise zu, in welcher das verfügbare Licht gemessen und bewertet wird. Welche Kriterien sind für die Qualität des Wohnens relevant, und wie lassen sich diese beschreiben und messen?

Im Bürobau übliche Verfahren konzentrieren sich auf die Tageslichtautonomie, also auf die Wahrscheinlichkeit, in der Hauptbetriebszeit (9 -18 Uhr) ohne künstliche Lichtquellen die geforderten Werte von 300 Lux auf Schreibtischhöhe zu erreichen. Wesentliches Kriterium der Optimierung ist die Energie- und damit Kostenersparnis. Die Lichtverteilung soll hierbei möglichst gleichmäßig sein, da die Nutzung weitestgehend homogen ist und annähernd vollständig aus Arbeitsplätzen besteht.

Zur Bewertung der im Gebäude verfügbaren Lichtmenge wird zunächst die Menge des verfügbaren Lichts auf der Gebäudehülle gemessen. Dies erfolgt über eine Tageslichtsimulation auf Basis eines künstlichen Himmels unter Verwendung von Wetterdaten. Berechnet wird die Strahlungsleistung in kWh. Dies gibt Auskunft sowohl über direkte Sonneneinstrahlung bei klarem Himmel als auch über indirektes Licht bei bedecktem Himmel.

Die Betrachtung der Gebäudehülle allein gibt jedoch noch keine Auskunft über die Lichtverhältnisse im Innern, insbesondere über deren Verschlechterung mit zunehmender Gebäudetiefe.

In einem zweiten Schritt wird daher überprüft, wieviel Fassadenöffnung von einem beliebigen Punkt im Gebäude für das Auge sichtbar ist. Der Anteil der Fassadenöffnung am Blickfeld ergibt einen Faktor, mit dem die Werte aus der Tageslichtsimulation multipliziert werden. So kann eine Aussage über die Menge des potentiell für das Auge verfügbaren Lichts an jedem Punkt im Gebäude getroffen werden.

Die Methode erlaubt auch Aussagen zum Einfluss der Art und Größe der Fassadenöffnungen.

Fazit

Das Forschungsprojekt LUX hatte zwei vorrangige Ziele: Die Erforschung der geometrischen Zusammenhänge von städtebaulichen Anordnungen und der Tageslichtausbeute im Innenraum, sowie die Zusammenfassung der Ergebnisse in einer zugänglichen und praxistauglichen Form.

Hierzu entstand eine umfangreiche Datenbank von typisierten Geometrien sowie deren geometrischen und solaren Parametern. Dabei wurden die Simulationsergebnisse sowohl numerisch, als auch in Form von Bildern und 3D-Objekten gespeichert. Die Datenbank steht für zukünftige Forschungsvorhaben uneingeschränkt zur Verfügung.

Die Auswertung der Simulationsergebnisse ist dem vorliegenden Schlussbericht zu entnehmen. Die Daten liefern eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Analyse von Zusammenhängen und Wechselwirkungen der einzelnen Parameter. Die im Schlussbericht zusammengetragenen Auswertungen und Erkenntnisse sind dabei nicht als erschöpfend zu betrachten.

Die durchgeführte Analyse legt die Vermutung nahe, dass das Verhältnis von Sonneneinstrahlung auf die Fassade zur Geschossfläche ($\text{kWh/m}^2 \text{ GF}$) als belastbarer Kennwert zur schnellen Bewertung der potentiellen Tageslichtausbeute von Baukörpern herangezogen werden kann. Eine umfassende Verifizierung der Aussagekraft dieses Kennwertes war im Rahmen dieses Forschungsprojekts nicht möglich, wird aber als erstrebenswert erachtet.

Um einen unmittelbaren praktischen Nutzen der Forschungsergebnisse - unabhängig von einer ggf. weiteren wissenschaftlichen Vertiefung der behandelten Themen - sicherzustellen, wurde ein Online-Tool zur Untersuchung von Lichtverhältnissen im Innenraum, sowie ein Online-Zugriff auf den Inhalt der Datenbank entwickelt. Beide sind unter der Web-Adresse: <http://www.citylux.de> frei zugänglich.

Diese Tools und die darin hinterlegten Informationen ermöglichen es, die Erkenntnisse dieses Forschungsprojekts unmittelbar in Planung und Lehre einzusetzen.

Der Ansatz dieses Forschungsprojekts hinterfragt die bestehenden rechtlichen und normativen Regelungen zu Abstandsflächen. Aus den Auswertungen lässt sich deutlich ablesen, dass Faktoren wie Typologie, Orientierung und Gebäudetiefe einen großen Einfluss auf die reale Tageslichtausbeute haben. Allgemeingültige Faustformeln sind aus diesem Projekt jedoch noch nicht hervorgegangen. Auf Grundlage der erhobenen Daten wäre eine zukünftige Vertiefung der Analyse sehr interessant. Dabei könnte die Entwicklung von belastbaren Regeln für die Anordnung von Baukörpern als Alternative zu bisher bestehenden Regeln für Abstandsflächen und Belichtungsdauern im Vordergrund stehen. Dies könnte die Grundlage für eine wissenschaftlich belastbare normative Regelung von Anforderungen an die Tageslichtausbeute bilden.

Als Anregung sei hier das Feld des Machine-Learning genannt. Die bestehende Datenbank kann eine gute Grundlage für einen auto-matisierten Lernprozess bilden. Dabei ist bereits die Datenbank selbst als Versuchsfeld für die Entwicklung von automatisierten Computer-Lernprozessen wertvoll. Die Anwendung solcher Verfahren auf die LUX-Datenbank birgt darüber hinaus auch die Chance auf neue Erkenntnisse und ein tieferes Verständnis der Zusammenhänge zwischen Gebäudegeometrien und Tageslichtausbeute jenseits herkömmlicher Analyseverfahren

Eckdaten

Kurztitel: LUX _ Licht, natürliche Ressource für Stadt und Gebäude

Forscher / Projektleitung:

Leitung:

Institut Wohnen und Entwerfen, Thomas Jocher, Universität Stuttgart

Autoren:

Jakub Pakula, Diego Romero

Technische Mitarbeit:

Dylan Wood und Boris Plotnikov

Wissenschaftliche Begleitung:

Transsolar Energietechnik GmbH, Stefan Holst, Diego Romero
Institute for Computational Design, Achim Menges, Dylan Wood, Universität Stuttgart
Markus Nepl, Karlsruhe Institute of Technology
Michael Schmidt, Hochschule Augsburg
Herbert Plischke, Hochschule München

Fachliche Betreuung:

BBSR, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn
Fraunhofer Informationszentrum, Raum und Bau IRB, Stuttgart, Fabian Brodbeck

Mittelgeber:

B+O Stammhaus GmbH & Co. KG BBSR Forschungsinitiative Zukunft Bau

Gesamtkosten: 200.000,00 € €

Anteil Bundeszuschuss: 140.000,00 €

Projektlaufzeit: 36 Monate