

Ein Beitrag zur Erhöhung der Plausibilität bei der Material- und Produktauswahl in der Architektur

Technical Report (Stand April 2007)

Problemstellung

Architektur wird – egal ob als Baukörper oder als Zwischenraum – immer wahrgenommen über die den Raum begrenzenden Oberflächen. Über einen bewussten Einsatz entsprechender Oberflächenmaterialien kann daher die Entwurfsintention und die Wahrnehmung des Baukörpers / des Raums gezielt beeinflusst werden. Gleichzeitig zu diesen eher „weichen“, gestalterischen Kriterien sollen oder müssen die eingesetzten Materialien aber auch „harte“, nämlich technische, ökonomische und ökologische Anforderungen erfüllen. Die Wahl des „besten“ Materials beruht letztlich also auf der Optimierung einer Vielzahl inhaltlich unterschiedlicher Parameter, die zudem auch - je nach Anwendungsfall - verschieden wichtig genommen werden wollen.

Es gibt verschiedene – analoge und auch digitale - Ansätze, die Wahl des besten Materials zu unterstützen. Einige davon helfen eher bei der Formulierung des Materialwunschs (z.B. Visualisierungssoftware), andere eher bei der Suche nach Materialien und Bauprodukten (z.B. Baudatenbanken). Eine fachliche Hilfe bei der Bewertung der Suchergebnisse findet man dagegen selten, zudem wird der Fokus oft eingeschränkt auf nur einzelne Teilbereiche der Kriterien.

Ein übergreifendes Aufrechnen aller Kriterien kann daher meist nur unscharf und „aus dem Bauch heraus“ vorgenommen werden. Die Entscheidung für das Material ist somit subjektiv, also wenig plausibel im Sinne einer Nachvollziehbarkeit.

Angestrebtes Forschungsziel

Im Rahmen einer Promotion soll ein Beitrag dazu geleistet werden, die Auswahl eines geeigneten Materials in der Architektur zu erleichtern, diese Entscheidung begründen zu können oder zumindest den Weg der Entscheidungsfindung nachvollziehbar (für andere, aber auch für sich selbst) werden zu lassen. Hierzu wird eine grundsätzliche Strategie vorgeschlagen und derzeit an einer prototypischen Software-Umsetzung untersucht.

Prämissen

Es wird niemals nur ein einziges Material geben, welches – vor allem im Gegensatz zu allen anderen Materialien - alle geforderten Kriterien optimal erfüllt. Es muss daher letztendlich immer eine Entscheidung getroffen werden zwischen mehreren möglichen Materialien, welche die Anforderungen und Wünsche in der Summe aller Kriterien nur relativ gut erfüllen.

Aus anderen Fachgebieten ist bekannt, dass Entscheidungen mittels entscheidungunterstützender Systeme (decision support systems) abgestützt und begründet, wenn auch dem Nutzer nicht abgenommen werden können. Meistens betrachten solche Systeme dabei nur eine begrenzte Anzahl an Alternativen, die Auswirkungen der Entscheidungen dagegen sind oft immens (z.B. Standortentscheidungen von Unternehmen). Ein gewisser zu treibender Aufwand kann sich daher dennoch rechnen. Im Falle der Materialwahl in der Architektur dagegen ist die Zahl der prinzipiell einsatzfähigen Materialien sehr groß, der Aufwand, der im Auswahlprozess getrieben werden kann, sollte jedoch möglichst gering gehalten werden.

Nicht alle Techniken solcher Entscheidungsunterstützenden Systeme lassen sich daher direkt übernehmen. Ausgehend davon, dass solche Systeme aber prinzipiell Hilfestellung bei der Entscheidungsfindung geben können, soll dennoch versucht werden, einzelne Ansätze und Verfahren zu adaptieren und für die Materialwahl in der Architektur verfügbar zu machen.

Verfolgte Strategie

Der Planer wird letztlich das Material wählen, welches sowohl seine gewünschten als auch die geforderten Kriterien insgesamt am weitesten erfüllt, einem von Ihm formulierten „Idealmaterial“ also unter einer vorgenommenen Gewichtung der Einzelkriterien „am wenigsten unähnlich“ ist. Sein verfolgtes Ziel ist also eine Minimierung dieser „Unähnlichkeit“.

1: Transformation der Einzelkriterien in Zahlwerte

Zur Umsetzung muss als erstes ein Weg gefunden werden, die anwendbaren Kriterien in „objektive“ Zahlwerte zu übersetzen. Für jedes Kriterium muss also eine Funktion / Relation beschrieben werden, wie die realen Sachverhalte mit Zahlwerten korrelieren. Geeignete Transformationsverfahren dafür sind aus der Statistik bekannt.

Was bei technischen Werten noch recht eindeutig aussieht, wird bei den „weicheren“ Kriterien, die vielleicht nur durch Begrifflichkeiten geprägt sind (z.B. „warmes“ oder „kaltes“ Material), eher eine Definitionsfrage sein. Diese Definition muss dann natürlich fachlich begründet werden können.

Liegen die „objektiven“ Zahlwerte aber einmal vor, kann die gewünschte / geforderte Eigenschaft mit den vorliegenden Eigenschaften aller Materialien verglichen werden. Nach Anwendung geeigneter Normierungsverfahren bewegt sich die jeweilige Unähnlichkeit bei einem Einzelkriterium immer zwischen 0 (überhaupt nicht unähnlich) und 1 (100% = maximal unähnlich).

2: Individuelle Gewichtung

Der zweite Schritt ist das Vornehmen einer individuellen Gewichtung der Einzelkriterien im Vergleich zu den anderen. Auch hierfür sind relativ genaue Methoden bekannt (z.B. über Paarvergleiche im AHP-Verfahren), die aber in ihrer Anwendung – gerade bei vielen Kriterien - recht umfangreich ausfallen können. Hier ist sicher eine einfachere, wenn auch dadurch ungenauere Vorgehensweise gefordert.

Die im ersten Schritt berechneten „realen Unähnlichkeiten“ können im Anschluss mit ihrem Gewichtungsfaktor zu „gewichteten Unähnlichkeiten“ multipliziert werden, so dass z.B. als unwichtig beachtete Werte (Faktor 0) auch nicht zum Tragen kommen.

3: Gesamtbewertung aller Kriterien

Die Gesamtbewertung der verschiedenen Kriterien kann dann in einem dritten Schritt erfolgen. Interpretiert man jedes Kriterium als eine Dimension in einem n-dimensionalen Raum, kann eine Gesamtunähnlichkeit z.B. als Euklidische Distanz, also der Wurzel aller Summenquadrate, berechnet werden. Alle Materialien können so in Bezug auf das vorher formulierte „Idealmaterial“ in eine Reihenfolge gebracht werden.

$$\delta_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{a=1}^q w_{ija} \delta_{ija}^2}{\sum_{a=1}^q w_{ija}}}$$

Berechnung der Gesamtunähnlichkeit zwischen zwei Materialien i und j bei q Kriterien

Es wird allerdings erwartet, dass diese Rangfolge bereits auf kleinste Veränderungen in den (mit Unsicherheiten behafteten) Gewichtungen sensibel reagieren wird, das Ergebnis also nicht ausreichend stabil ist. Es müssen daher weitergehende Methoden angewendet werden, um das gesteckte Ziel einer plausibleren Materialwahl zu unterstützen.

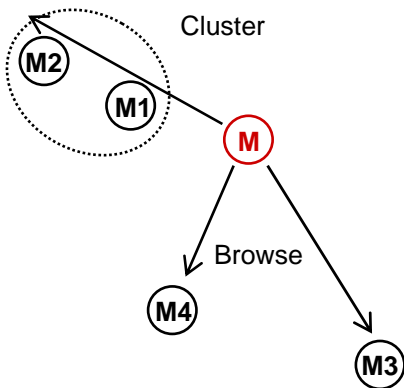
4: Weitere Verfahren der Informationsvisualisierung

Die im Weiteren hauptsächlich verfolgte Strategie ist die Technik des „multidimensional scaling“ (MDS), bei der die Materialien nicht nur in Bezug auf das „Idealmaterial“, sondern auch noch untereinander verglichen werden. Ihre Unähnlichkeiten werden dann als räumliche Distanzen aufgefasst

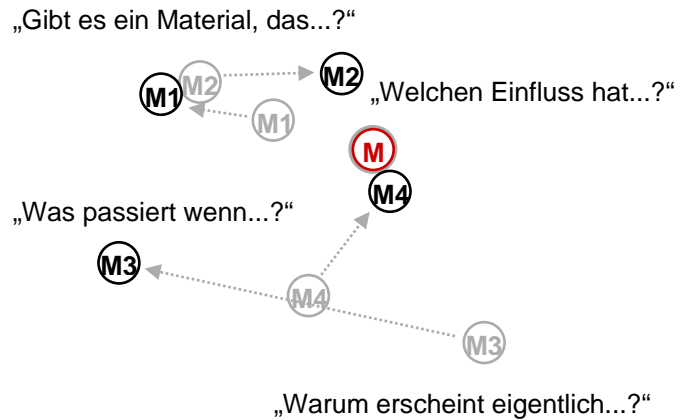
und in geeigneter Form visualisiert. Ähnliche Materialien ordnen sich so nahe beieinander an, unterschiedliche weit entfernt.

Eine solche Clusterbildung ermöglicht anschließend gezieltes Browsen in bestimmte Materialrichtungen, also auch näheres Untersuchen weiterer, vorher nicht berücksichtigter Alternativen. Auch unerwartete Ergebnisse können dabei vorkommen und inspirierend wirken.

Die Form der räumlichen Darstellung kann zudem auf einer Metaebene weitere Einsichten über die eigene Suche vermitteln, vor allem, wenn sie flexibel auf Änderungen in der Gewichtung oder in den gesuchten Werten reagiert. Für eine solche, spielerische „Was-wäre-wenn“-Erkundung umfangreicher Datensätze (What-If-Strategy) sind verschiedene Beispiele bekannt.



Räumliche Anordnung durch MDS



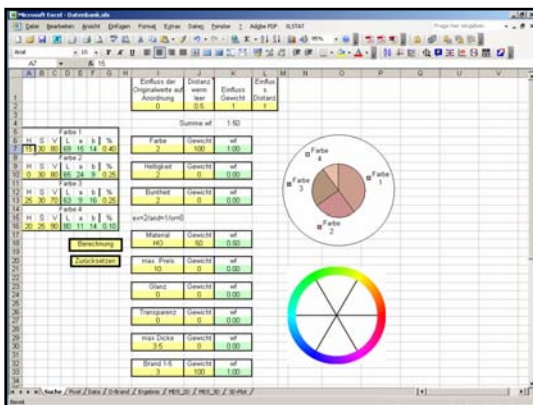
Anwendung der What-If-Strategy

Letztlich wird erwartet, dass durch eine Kombination verschiedener Such- und Bewertungsmethoden (Analyse, Synthese, Ähnlichkeiten, Inspiration) ein sinnvoller Auswahlprozess stattfinden kann.

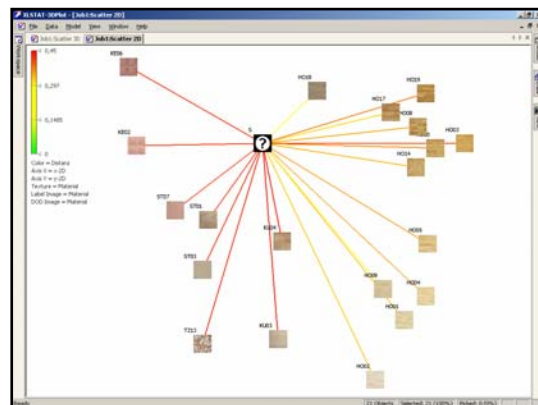
Prototyp

Die vorgeschlagene Strategie wird derzeit prototypisch in Excel (mit dem Statistikaufsatz XLStat und weiteren Addins) an wenigen Materialien unter Berücksichtigung weniger Kriterien untersucht. Die Ergebnisse entsprechen bisher den Erwartungen.

Eine Ausweitung der Datenbasis, vor allem hinsichtlich weiterer Kriterien ist angestrebt, jedoch aufgrund einer großen Uneinheitlichkeit der Produkt-Datenblätter nicht einfach umzusetzen.



Eingabemaske in Excel



Ausgabe MDS in XLStat / 3D-Plot

Dipl. Ing. Architekt Christoph Spiekermann
 Weimar, April 2007