



PSD-Bank Saarbrücken, Bayer & Strobel Architekten

Simulationen werden in der Planung bisher überwiegend dazu eingesetzt, die sommerlichen Klimaverhältnisse in ausgewählten kritischen Räumen zu untersuchen. Die neue Generation leistungsfähiger Simulationswerkzeuge erlaubt mittlerweile die Bearbeitung deutlich komplexerer und umfangreicherer Fragestellungen. Dies eröffnet neue Perspektiven im Planungsprozess sehr zum Vorteil des Bauherrn.

Nun können mit vertretbarem Aufwand vollständige Gebäude einschließlich ihrer haustechnischen Anlagen und Energieversorgung auf den virtuellen Prüfstand gestellt werden. Dies ermöglicht eine detaillierte Analyse der Gebäudeperformance und die Entwicklung ganzheitlicher und kostenoptimierter Klima- und Energiekonzepte, die optimal auf den Standort und die Bedürfnisse des Bauherrn zugeschnitten sind.

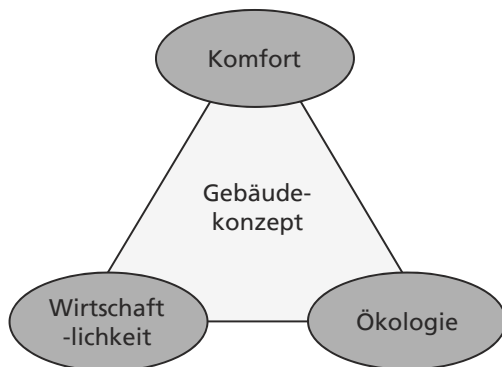


Abbildung 1: Ganzheitliche Gebäudekonzepte müssen im Spannungsfeld zwischen Komfort, Wirtschaftlichkeit und Ökologie entwickelt werden

Whole Building Simulation

Ein Planungswerkzeug für ganzheitliche und kostenoptimierte Gebäudekonzepte

Alexander Schröter, Müller-BBM GmbH

Der thermische Komfort, der bisher im Vordergrund stand, stellt dabei nur einen Teilaspekt dar. Vielmehr ist ein ganzheitliches Gebäudekonzept im Spannungsfeld zwischen Komfort, Wirtschaftlichkeit und Ökologie zu entwickeln (siehe Abbildung 1). Das Lösungskonzept soll schließlich nicht nur sicherstellen, dass sich der Nutzer im Gebäude wohl fühlt, sondern soll auch die Umwelt schonen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten standhalten.

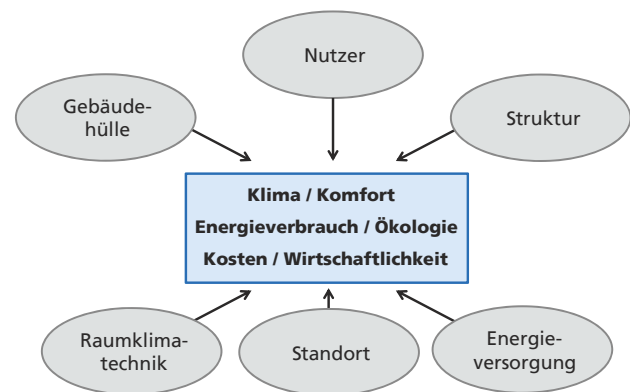


Abbildung 2: Wechselwirkungen haben einen wesentlichen Einfluß auf die Gebäudeperformance

Ganzheitliche Gebäudekonzepte müssen die vergleichsweise komplexen und dynamischen Wechselwirkungen innerhalb eines Gebäudes ausreichend berücksichtigen (siehe Abbildung 2). Bisher werden diese Wechselwirkungen im Planungsprozess noch viel zu wenig berücksichtigt. Dies ist u. a. auf die strikte Gewerketrennung im Bausektor und die zunehmende Spezialisierung

der einzelnen Fachdisziplinen zurückzuführen. Die ganzheitliche Gebäudesimulation kann diese Lücke schließen und die Wechselwirkungen zwischen Architektur, technischer Gebäudeplanung, Fassadenplanung und Bauphysik auflösen (siehe Abbildung 2).

Voraussetzung für die Entwicklung einer für den Bauherrn optimalen Lösung ist die Betrachtung unterschiedlicher Lösungsvarianten. Gewöhnlich werden heute in der frühen Planung viel zu selten Konzepte kritisch hinterfragt und nach möglichen Alternativen gesucht. Erst der direkte Vergleich unterschiedlicher Lösungsansätze

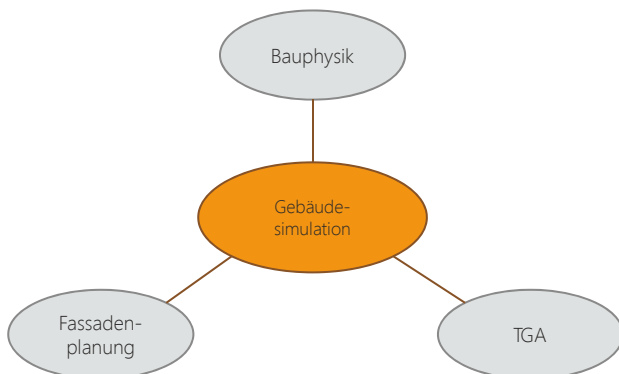


Abbildung 3: Die Gebäudesimulation als ganzheitliches Bindeglied der Fachdisziplinen

ermöglicht es, die beste Lösung zu finden. Mit den zur Verfügung stehenden Simulationswerkzeugen kann diese Leistung nun mit einem vertretbaren Aufwand erbracht werden. Der höhere Planungsaufwand wird mit einer kostenoptimierten und ideal auf die Bedürfnisse des Bauherrn zugeschnittenen Lösung belohnt.

Die Vorteile einer ganzheitlichen Gebäudesimulation (Whole Building Simulation) seien am

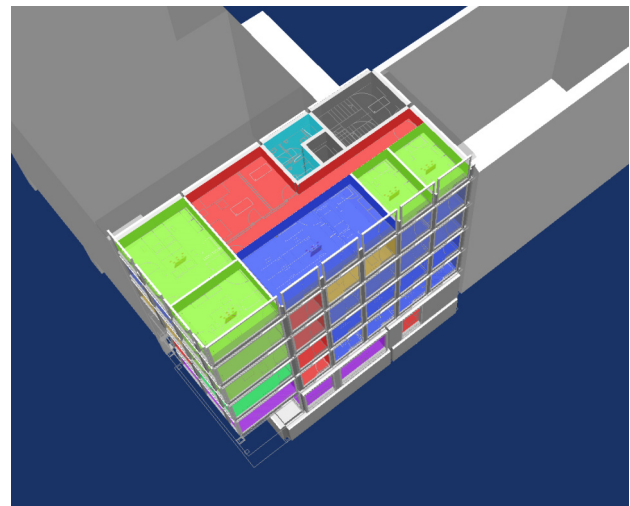


Abbildung 4: Simulationsmodell vom Gebäude

Neubau eines Bankgebäudes verdeutlicht. Die PSD-Bank plant einen Neubau für ihre Filiale in der Innenstadt Saarbrückens. Das Gebäude wird nach den Entwürfen von Bayer & Strobel Architekten erstellt und ist durch ein transparentes Erscheinungsbild gekennzeichnet.

Im ersten Schritt wurden das Ausgangskonzept im Planungsteam intensiv mit all seinen Vor- und Nachteilen diskutiert und mögliche Optimierungen bzw. Alternativen angedacht. Insbesondere die Fassadenausbildung und das Raumklimakonzept standen dabei im Vordergrund.

Die Bürofassaden beispielsweise werden vollflächig verglast. Bei den vorliegenden Rahmenbedingungen war ein Außensonnenschutz unter gestalterischen Gesichtspunkten nicht möglich. Als ersten Lösungsansatz hatten die Architekten einen in der Verglasung integrierten Sonnenschutz vorgesehen. Unter bauphysikalischen Gesichtspunkten stellt dies eine sehr hochwertige

Variante 1	Variante 2	Variante 3
- Ausgangsvariante - 3-fach WSIV $g=52\%$ - Coating Pos.3 + 5 - Lamellenraffstore im SZR - teuer	- Verglasung optimiert - 3-fach SSIV $g=24\%$ - Coating in VSG + Pos.3 + 5 - Lamellenraffstore im SZR - weniger Tageslicht + weniger Technikeinsatz - kostenintensiver	- kostenoptimierte Variante - 3-fach SSIV $g=24\%$ - Coating Pos.2 + 5 - Innensonnenschutz - höhere Lasten im Sommer - weniger Tageslicht - mehr Technik + kostengünstiger

Abbildung 5: Fassadenvarianten

ge Lösung dar. Nachteilig sind allerdings die vergleichsweise hohen Investitionskosten sowie ein erhöhter Wartungsaufwand.

Im Rahmen der Untersuchung wurden mehrere Alternativen betrachtet (siehe Abbildung 5). Eine Variante, die auf die Ausgangsvariante aufbaut und die sommerlichen Strahlungslasten durch eine zusätzliche Sonnenschutzbeschichtung weiter reduziert. Dies führt zu geringeren Kühllasten und reduziert die erforderliche Technikausstattung. Nachteilig sind die nochmals höheren Kosten und ein geringerer Tageslichteintrag gegenüber der Ausgangsvariante.

Als dritte Fassadenvariante wurde eine ausgeprägte Sonnenschutzverglasung mit einem innenliegenden Sonnenschutz betrachtet. Diese Variante führt zu deutlichen Einsparungen bei den Fassadenkosten. Dieser Vorteil wird aber mit höheren solaren Lasten im Sommer, einem höheren Technikaufwand zur Raumkühlung sowie einem geringeren Tageslichteintrag erkauft.

Welche dieser drei Fassadenvarianten bei den vorliegenden Rahmenbedingungen letztendlich die optimale Lösung darstellt, lässt sich ohne Simulation nicht beantworten. Hierzu sind die teilweise gegenläufigen Auswirkungen auf die solaren Wärmegegewinne im Winter, die sommerlichen Kühllasten und den Tageslichteintrag im Jahresverlauf zu berücksichtigen. Dies hat maßgebliche Auswirkungen auf den Energiebedarf und die Energiekosten. Auch die Investitionskosten sind im Rahmen einer Wirtschaftlich-

keitsbetrachtung mit einzubeziehen.

Für das Klimakzept sah die Ausgangsvariante eine mechanische Be- und Entlüftung über einen Hohlboden vor, der mit einer integrierten Wasserverrohrung zum Heizen und Kühlen verwendet werden kann (siehe Abbildung 6). Dieses System ist energetisch sehr effizient und bietet einen hohen thermischen Komfort. Nachteilig ist allerdings das träge Reaktionsvermögen, das eine individuelle Temperaturregulierung praktisch ausschließt.

Alternativ zum Heiz-/Kühlbodensystem wurden Heiz-/Kühlsegel mit Akustikfunktion betrachtet. Ein wesentlicher Vorteil dieses Systems liegt in der schnellen Reaktionsfähigkeit, die eine individuelle Regulierbarkeit ermöglicht. Zudem vereint dieses System drei Funktionen (Heizen, Kühlen, Akustik), was sich in diesem Fall auch monetär vorteilhaft darstellt.

Bei der dritten Variante wird in den Büros auf eine mechanische Be- und Entlüftung zu Gunsten einer Fensterlüftung verzichtet. Den Einsparungen bei den Investitions- und Betriebskosten steht ein geringerer Lüftungskomfort im Winter, insbesondere in Mehrpersonenbüros gegenüber. Darüber hinaus fallen im Sommer die Wärmelasten bei geöffneten Fenstern höher aus, so dass die Raumkühlung hier etwas größer ausfallen muss.

Auch bei den Varianten für das Klimakzept kann ohne ganzheitliche Betrachtung unmöglich vorausgesagt werden, welcher Ansatz für

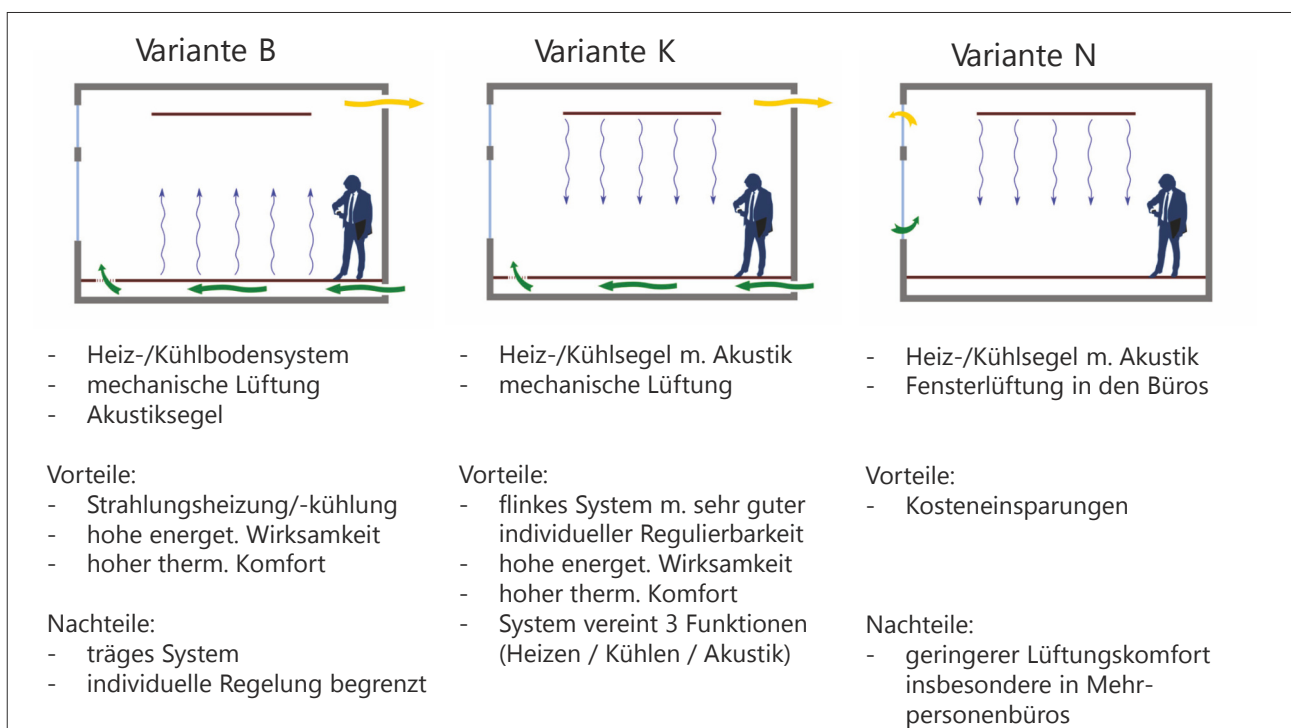


Abbildung 6: Varianten für die Raumklimatechnik in den Büros

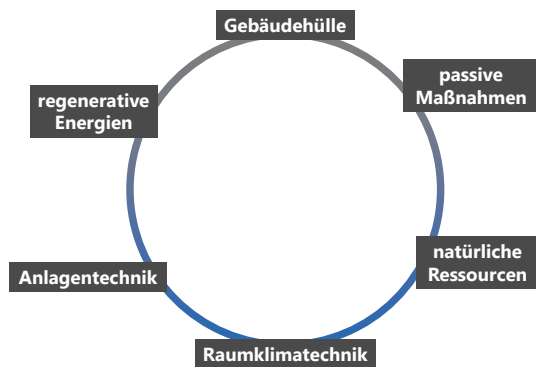


Abbildung 7: Optimierungskreislauf während einer whole-building-simulation

den Bauherrn letztendlich die geeignete Lösung darstellt. Dass die unterschiedlichen Klimakonzeptvarianten im Wechselspiel mit den unterschiedlichen Fassadenvarianten zu sehen sind, macht die Verhältnisse nochmals komplexer.

Nachdem die zuvor beschriebenen Fassaden- und Klimakonzeptvarianten im Planungsteam diskutiert und für die weitere Betrachtung ausgewählt worden waren, wurde vom gesamten Gebäude ein detailliertes dreidimensionales Simulationsmodell erstellt. Sämtliche Aufenthaltsbereiche wurden dabei als eigene Zone

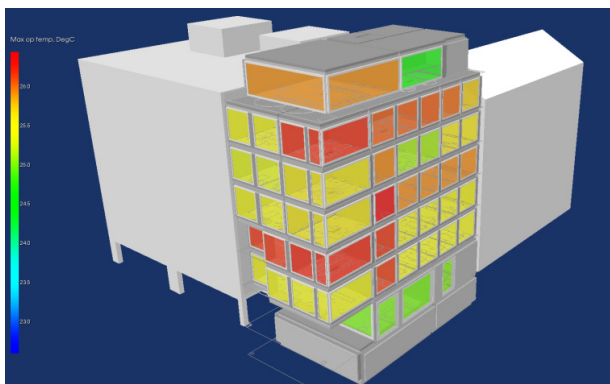


Abbildung 8: maximale Raumtemperaturen im Gebäude an einem Sommertag

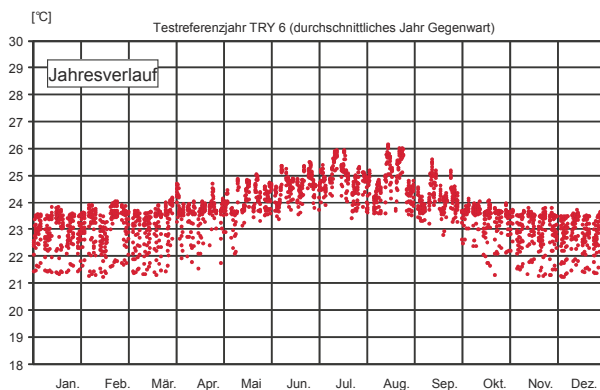


Abbildung 9: Temperaturen in einem Büro während der Nutzung im Jahresverlauf

abgebildet (siehe Abbildung 4). Auch die verschattende Nachbarbebauung wurde berücksichtigt.

Ferner wurde eine realitätsnahe Gebäudenutzung nachgebildet. Hierbei wird zwischen Extremszenarien und durchschnittlichen Nutzungsszenarien unterschieden. Letztere dienen der Prognose der Energieverbräuche. Bei der Dimensionierung der haustechnischen Ausstattung sind sowohl die Extremszenarien als auch die durchschnittliche Nutzung zu berücksichtigen.

In einem nächsten Schritt wurden die Temperaturverhältnisse im gesamten Gebäude für die unterschiedlichen zur Diskussion stehenden Varianten untersucht (siehe Abbildungen 8 und 9). Die Kühlsysteme wurden optimal an die vorliegenden Lastverhältnisse angepasst. Da das gesamte Gebäude abgebildet wurde, konnten sämtliche kritische Bereiche aufgespürt werden, auch wenn diese im Vorfeld als unkritisch eingestuft worden waren. Dies führt zu einer hohen Planungssicherheit.

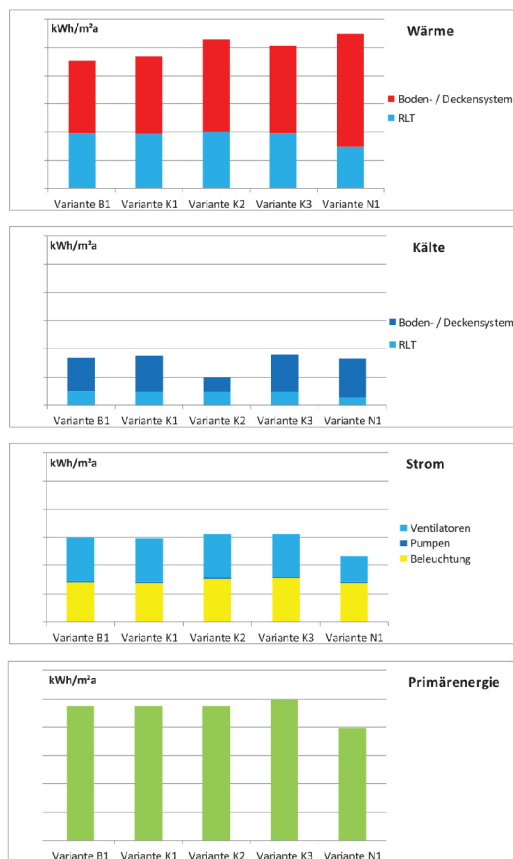
Im Rahmen des „Klimachecks“ kristallisierten sich mehrere leistungsstarke Varianten heraus, die den raumklimatischen Anforderungen des Bauherrn gerecht werden. Eine Variante schied aufgrund zu hoher Temperaturen im Sommer aus.

Auch die Anlagentechnik der Energieversorgung wurde im Detail einschließlich Pumpen und realitätsnaher Regelung im Simulationsmodell abgebildet. Die auf Basis der Nutzungsszenarien ermittelten Lastgänge erlauben eine bedarfsgerechte Dimensionierung der Wärme- und Kälteversorgung. Auch hier können Überdimensionierungen gegenüber den deutlich größeren Normauslegungsverfahren ausgeschlossen werden. Dies ist insbesondere bei der Nutzung regenerativer Energien, die vergleichsweise kostenintensive Anlagenkomponenten erfordern, von Bedeutung.

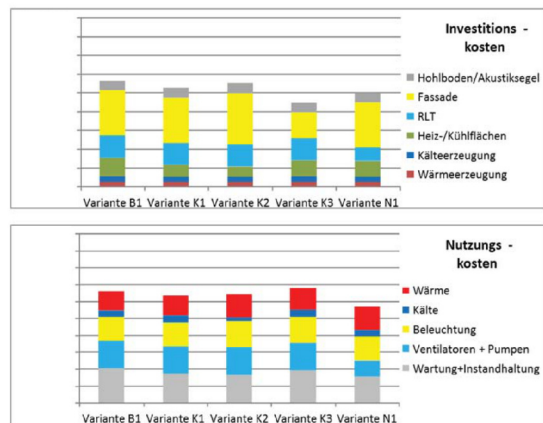
Schließlich wurden für die verbliebenen Lösungsvarianten die Energieverbräuche (Wärme, Kälte, Strom) sowie der Primärenergiebedarf und die Betriebskosten ermittelt und vergleichend gegenüber gestellt (siehe Abbildung 11). Im Rahmen einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden auch die Investitionskosten für die Fassaden und die haustechnische Ausstattung mit berücksichtigt. Diese Ergebnisse wurden abschließend in einer Bewertungsmatrix nach den drei Kriterien Komfort, Ökologie und Wirtschaftlichkeit zusammengefasst (siehe Abbildung 12).

Das Ergebnis ist eine für den Bauherrn transpa-

Energieverbräuche



Kosten



Wirtschaftlichkeit

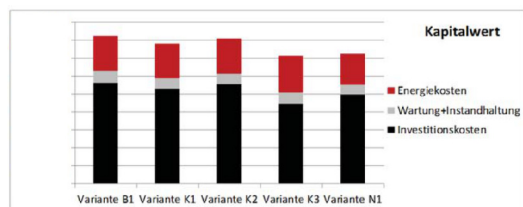


Abbildung 11: Energieverbräuche, Kosten und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Varianten

rente und objektive Bewertungsgrundlage. Sie ermöglicht eine bewusste Entscheidung zugunsten einer Variante, die die Ziele des Bauherrn bestmöglich erfüllt.

Gegenüber der Ausgangsvariante, die bereits sehr hochwertig war, konnte dank der Simulationen für jeden Aspekt (Komfort, Ökologie, Wirtschaftlichkeit) eine noch bessere Lösung erarbeitet werden.

Die Variante, für die sich die PSD-Bank schließlich entschied, zeichnet sich nicht nur durch einen

hohen Komfort und eine gute Umweltverträglichkeit sondern auch durch hohe Wirtschaftlichkeit aus. Diese Lösung führte zudem gegenüber der Ausgangsvariante zu Einsparungen bei den Investitionskosten von Fassade und Technik in Höhe von 21 %. Die Einsparungen betragen ein Vielfaches der für die simulationsgestützte Untersuchung angefallenen zusätzlichen Planungskosten. Dies unterstreicht den immensen Vorteil derartiger Untersuchungen für den Bauherrn.

		Variante B1	Variante K1	Variante K2	Variante K3	Variante N1
Konzept	Fassade Raumklimakonzept Lüftung	WSIV g=52% + SS im SZR Heiz-/Kühlboden (Climalevel) mechanisch	WSIV g=52% + SS im SZR Heiz-/Kühlsegel (50%) mechanisch	SSIV g=24% + SS im SZR Heiz-/Kühlsegel (40%) mechanisch	SSIV g=24% + IS Heiz-/Kühlsegel (80%) mechanisch	WSIV g=52% + SS im SZR Heiz-/Kühlsegel (80%) Büros Fensterlüftung
Komfort	Thermische Behaglichkeit	++	++	++	+	+
	Tageslichtversorgung	+	++	+	+	++
	Luftqualität	+	+	+	+	○
	Nutzerkomfort	+	++	++	++	-
Ökologie	Primärenergiebedarf	+	+	+	○	++
Wirtschaftlichkeit	Energiekosten	+	+	+	○	++
	Investitionen	○	+	○	++	+
	Wirtschaftlichkeit	○	+	○	++	++

Abbildung 12: Bewertungsmatrix als transparente Entscheidungsgrundlage