

Thermische Simulation im Zertifizierungskontext

Die thermische Simulation, die durch die Verbindung von Gebäude und Anlagentechnik dargestellt wird, kann die Raumbehaglichkeit, das Energiekonzept, das Regelungsverhalten, die Betriebs- und Investitionskosten prüfen und optimieren. Die ökonomischen und ökologischen Bewertungen durch Simulationen spielen eine große Rolle in der Nachhaltigkeitszertifizierung nach LEED und DGNB.

Einleitung

Das aus den USA stammende Zertifizierungssystem LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) existiert bereits seit 1998. Es wurde von der Organisation U.S. Green Building Council (USGBC) entwickelt und laufend weiterentwickelt. Das LEED-Zertifizierungssystem bietet die Möglichkeit, anhand eines Kriterienkatalogs die Nachhaltigkeit eines Gebäudes zu bewerten und zu vergleichen.

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) wurde 2007 gegründet. Zusammen mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat sie 2008 das deutsche Zertifizierungssystem Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen (DGNB) konzipiert und entwickelt.

LEED und DGNB unterscheiden, je nach Art und Struktur des Gebäudes, verschiedene Zertifizierungsverfahren. Um genauer vergleichen zu können, wurden hier „Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude“ untersucht, d.h. für „LEED 2009 for New Construction and Major Renovations“ (LEED-NC 2009) und DGNB „Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude Version 2009“ (DGNB-NBV 2009).

LEED

Die LEED-Zertifizierung eines Gebäudes ist ein öffentlichkeitswirksamer Ausdruck seines ökologischen und ökonomischen Wertes und den Vorkehrungen die getroffen wurden, um die Nachhaltigkeit des Gebäudes zu erhöhen. Die Kategorien sind in folgende Anforderungen unterteilt:

- Nachhaltige Grundstückentwicklung/Sustainable Sites
- Effizienter Wasserhaushalt/Water Efficiency
- Energie und Atmosphäre/Energy and Atmosphere
- Materialien und Ressourcen/Materials and Resources
- Innenraumluftqualität/Indoor Environmental Quality
- Innovationen und Design/Innovation and Design Process
- Regionale Schwerpunkte/Regional Priority

Die jeweilige Gewichtung ist in der Abbildung 1 grafisch dargestellt. Zu erkennen ist, dass die beiden Kategorien Sustainable Sites und Energy & Atmosphere einen besonders starken Einfluss haben.

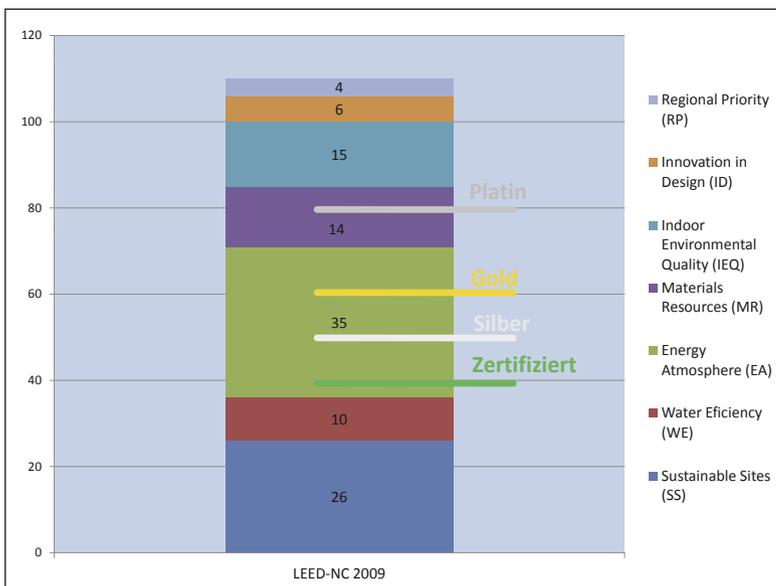


Abbildung 1: LEED 2009 for New Construction and Major Renovations

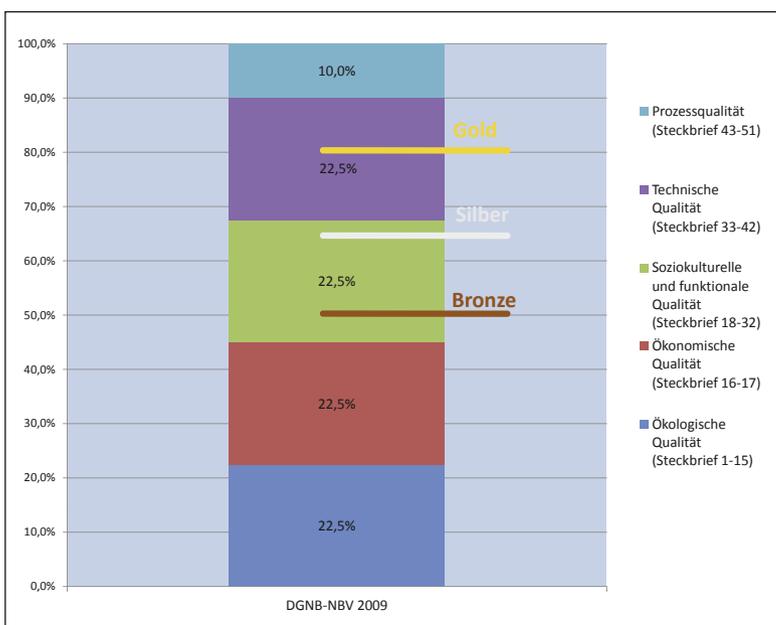


Abbildung 2: DGNB Neubau Büro und Verwaltungsgebäude Version 2009

In der LEED Version 2009 v3 können 110 Punkte erreicht werden. Die Punkte werden wie folgt verteilt:

- Zertifiziert: 40–49 Punkte
- Silber: 50–59 Punkte
- Gold: 60–79 Punkte
- Platinum: 80 und mehr Punkte

DGNB

Das DGNB (**D**eutsche **G**esellschaft für **N**achhaltiges **B**auen) Zertifizierungssystem dient dazu, Wege und Lösungen für nachhaltiges Planen, Bauen und Nutzen von Bauwerken zu entwickeln und zu fördern. In die Bewertung fließen, je nach Nutzungsprofil, ca. 60 Kriterien aus den Themenfeldern Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standort ein. Werden diese in herausragender Weise erfüllt, erhält das Gebäude das DGNB-Zertifikat in der Kategorie Gold, Silber oder Bronze.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, beeinflussen vor allem die ökologische, die ökonomische, die soziokulturelle und die technische Qualität, mit jeweils 22,5% die Gesamtnote des Gütesiegels, die Prozessqualität fließt lediglich mit 10% in die Gesamtbewertung ein.

Thermische Simulation

In der Gebäudesimulation wird das Gebäude in ein 3D-Modell mit physikalischen Eigenschaften abgebildet. Dabei werden Gebäudehülle, innere Last,

Nutzungsprofil, interzonaler Luftwechsel, natürliche und mechanische Lüftung, Heizungs- und Kühlsystem betrachtet.

Durch hinterlegte Witterungsdaten wird das Modell in definierten Zeitschritten dem Außenklima mit Temperatur, Luftfeuchte, Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeit ausgesetzt und das thermische Verhalten des Gebäudes mit den sich im Inneren einstellenden Klimabedingungen simuliert. Als Ergebnis erhält man die Lufttemperatur, die Luftfeuchte, die Strahlungstemperatur und die Luftqualität des Gebäudes. Dadurch können auch die Heizungs-, Kühlungs-, Planungs- und Regelungsstrategien geprüft und optimiert werden oder der Heiz- und Kühlbedarf ermittelt werden.

Die mit der Gebäudesimulation gekoppelte Anlagensimulation berechnet die Wärmeerzeugung, Wärmeübertragung, Energieverteilung und das Regelungsverhalten. Es ist eine virtuelle Inbetriebnahme über das ganze Jahr. Dadurch können Planungsfehler vermieden, verschiedene Energiekonzepte verglichen und die Betriebs- und Investitionskosten analysiert werden.

Mit den Simulationsergebnissen wie z. B. thermischer Komfort, Energiebedarf, Inbetriebnahme, Betriebs- und Investitionskosten können mehrere Punkte der LEED- und DGNB-Zertifizierungssysteme bewertet werden. (Abbildung 3)

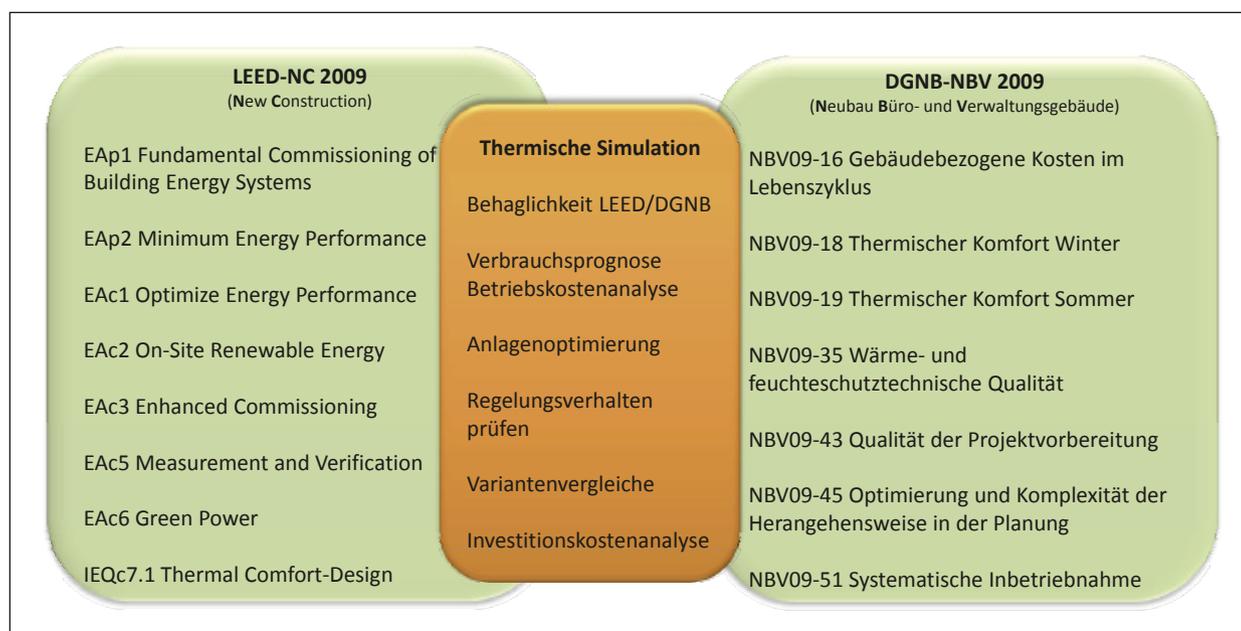


Abbildung 3: Thermische Simulation im LEED- und DGNB-System

Unterschiede in der energetischen Bewertung von LEED und DGNB

Aus energetischer Sicht haben LEED- und DGNB-Zertifizierungen das gleiche Ziel. Beide Systeme wollen die ökologischen und ökonomischen Belastungen so gering wie möglich halten. Aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus der Zertifizierungssysteme und der Kriterien können unterschiedliche Ergebnisse für ein Gebäude herauskommen. Folgender Vergleich zeigt die Unterschiede der beiden Zertifizierungssysteme für einen Neubau.

Wie in Tabelle 1 dargestellt ist, werden „Realgebäude“ und „Referenzgebäude“ bei LEED „Proposed Building“ und „Baseline Building“ genannt.

Heiz-/Kühlenergieerzeugung

Sowohl eine Anlagensimulation, als auch eine 10-prozentige Kosteneinsparung des gesamten Jahresenergiebedarfs im Vergleich zum Baseline Building, ist für LEED-NC (New Construction v2009) Pflicht. Die Ansprüche an die Simulationssoftware sind nach ASHRAE 90.1-2007 vorgeschrieben. Die Investitionskosten von HLK-Systemen

im Gebäude und Energieerzeugungssystemen werden nicht berücksichtigt. Der Primärenergiebedarf und die CO₂-Emissionen werden mittels Energy Star berechnet. Das Ergebnis des Energy Stars beeinflusst die Zertifizierungsbewertung jedoch nicht. Bei der DGNB-Zertifizierung gibt es keine Mindestanforderungen an den Jahresenergiebedarf. Der Heiz-/Kühlenergiebedarf der Nutzenergie, Endenergie und Primärenergie wird nach den Vorgaben der EnEV 2009 berechnet. Die Endenergie zusammen mit den Investitionskosten für ein HLK-System im Gebäude und die Energieerzeugungssysteme beeinflussen die Lebenszykluskosten. Zusätzlich wirkt sich der Endenergiebedarf auf die Ökobilanzbewertung aus. Die Unterschiede in Jahresenergiebedarf sind in Tabelle 1 dargestellt.

Thermischer Komfort

Zur Bewertung des thermischen Komforts sind in beiden Zertifizierungssystemen die Stoffwechselrate und die Bekleidung je nach Nutzungsprofil vorgegeben. Die Bewertung des thermischen Komforts ist bei LEED nicht so bedeutend wie die Bewertung der Jahresenergiekosten. Für die DGNB-Zertifizierung spielt die Bewertung

	LEED (Simulation)		DGNB (Ennovatis EnEV+)	
	Proposed Building	Baseline Building	Realgebäude	Referenzgebäude
Gebäudemodell	real	real, aber nur bis zu 40% der Fensterfläche und bis zu 5% der Dachoberlichter	real	real
U-/g-Wert		nach ASHRAE	real	nach EnEV 2009
HLK im Gebäude			real, aber begrenzt nach den Vorgabewerten/ Rechenverfahren der DIN V 18599	nach EnEV 2009/DIN V 18599
Heiz-/Kühlenergieerzeugung	real, mit technischen Daten vom Hersteller			
Heizenergie für Trinkwarmwasser	real			
Beleuchtung			nach Vorgabewerten der DIN V 18599 die von der Realität ergänzt werden	
Ventilator			nach DIN V 18599	nach EnEV 2009
Pumpe				
Prozessenergie (z. B. Bürogeräte, Computer, Aufzug, Rolltreppe, Küchengeräte, Kühlschrank, Waschmaschinen, Sonderleuchten, Wasserfallpumpen, usw.)	Prozessenergie wird durch entsprechende Dokumentation nachgewiesen oder gleich wie das Baseline Building gerechnet	25% der gesamten Energiekosten des Baseline Building	wird nicht berücksichtigt	wird nicht berücksichtigt

Tabelle 1: Jahresenergiebedarfsberechnung bei LEED und DGNB

des thermischen Komforts eine große Rolle. Im Gegensatz zu LEED ist die Bewertung in mehrere Stufen unterteilt. Die Berechnung des Jahresenergiebedarfs durch EnEV 2009 ist dabei nicht so exakt wie die der thermischen Simulation, da die Vorgabewerte nach DIN V 18599 verwendet werden müssen. Der Energieausweis ist deswegen für eine weltweite Betrachtung nicht geeignet.

Für die LEED-Zertifizierung wird der thermische Komfort nach ASHRAE Standard 55-2004 in der Planungs- und Nutzungsphase betrachtet. Um die erforderliche Punktzahl zu erzielen, müssen im LEED-System, im Unterschied zu DGNB, die Anforderungen an die Lufttemperatur-, Strahlungstemperatur-, Zugluft- und Luftfeuchtebedingungen jeweils einzeln für jede Anforderung erreicht werden.

Bei der DGNB-Zertifizierung wird die operative Temperatur durch die Über-/Unterschreitungshäufigkeiten während der Nutzungszeit nach DIN EN 15251 und DIN 4108-2 bewertet. Die Bewertung durch die Über-/Unterschreitungshäufigkeiten und die Grenzwerte der maximalen und minimalen operativen Temperatur wird in drei Ränge für den Winter und in fünf Ränge für den Sommer unterteilt. Ergänzend gibt es Punkte für Zugluft, Strahlungstemperatur und relative Luftfeuchte.

Sonstiger Energiebedarf

Bei LEED werden reale Nutzungszeiten für das Proposed Building und das Baseline Building angenommen, während bei einer EnEV Berechnung (DGNB) für das Real- und Referenzgebäude festgelegte Nutzungszeiten/Nutzungsprofile nach DIN V 18599 verwendet werden. Beide Zertifizierungssysteme berechnen den Jahresenergiebedarf unter Berücksichtigung der Wärmeabgabe von Computern und anderen Bürogeräten. Zusätzlich berücksichtigt die LEED-Zertifizierung den Strombedarf dieser Geräte im Jahresenergiebedarf. Außerdem werden weitere Energieverbraucher im Gebäude wie z. B. Aufzüge, Rolltreppe, Küchengeräte, Kühlschränke, Waschmaschinen etc. bei der Betrachtung nach LEED berücksichtigt. In der DGNB-Zertifizierung werden diese Geräte von dem Jahresenergiebedarf ausgeschlossen.

Internationale Projekte

Für LEED-Zertifizierungen, die außerhalb der USA stattfinden, können bei einigen Credits die Alternative Compliance Paths (ACPs) benutzt werden. Dadurch ist die Verwendung von äquivalenten lokalen Standards erlaubt.

Die energetische Bewertung durch die thermische Simulation ist somit flexibler und auch weltweit geeignet.

Zusammenfassung

Durch die hohe Komplexität und Flexibilität der Gebäude- und Anlagensimulation können unterschiedliche Energieversorgungsstrategien analysiert werden. Im Vergleich zu den Kosten der Simulation ist die Einsparung der Betriebs- und Investitionskosten deutlich höher. Durch die Simulation können ökologische und ökonomische Belastungen so gering wie möglich gehalten werden. Das gleiche Ziel haben Nachhaltigkeitszertifizierungen wie LEED und DGNB auch, weshalb die Ergebnisse einer Simulation auch in den Zertifizierungssystemen verwendet werden. Die Simulation, die für ein ganzes Jahr durchgeführt wird, ist wie eine virtuelle Inbetriebnahme. Dadurch werden die Planung und die Regelungsstrategie überprüft. Als Ergebnisse können Planungsfehler schon in den frühen Planungsphasen vermieden werden, die zu einem späteren Zeitpunkt nur mit einem sehr hohen Aufwand behoben werden können.

Yu Wang

