

Simulationsprogramme bilden modellbasiert die energetische Leistungsfähigkeit eines Gebäudes mit dem Ziel ab, eine maximale Behaglichkeit bei minimalem Energiebedarf zu erreichen. Sie unterstützen den Planungsprozess und erhöhen die Planungssicherheit. Für den gesamten Entwicklungsprozess eines Energiekonzepts stehen verschiedene Softwaresysteme (EnEV-Tools wie der BKI Energieplaner, thermisch-dynamische Systeme wie TRNSYS oder IDA-ICE, Tageslichtsimulation wie Relux etc.) zur Verfügung, in denen das Gebäude, einzelne Räume oder Bauelemente als virtuelles Modell

mit den für die jeweilige Fragestellung relevanten energetischen Eigenschaften abgebildet wird. Der Einsatz einer speziellen Simulationssoftware erfolgt in der Regel nur bei größeren Gebäuden (Bürogebäude mit Atrien, Schulen, Veranstaltungsräumen etc.). Hier bestehen bei detaillierterer Optimierung teilweise erhebliche Einsparpotenziale. Aber auch bei kleinen Gebäuden, wie etwa einem Einfamilienhaus, können spezifische Detailuntersuchungen sinnvoll sein. Beispiele hierfür sind Ertragsprognosen von Solarsystemen oder die Überprüfung der Effizienz von Speicherkonzepten.

Berechnung / Simulation			Auswertung Bewertung Nachweis	CAD-Verknüpfung bildgebend filmgebend
statische Planungshilfen	Anwendung	Ergebnisse		
Heizlast	Ermittlung der maximalen Heizleistung im ungünstigsten Fall zur Dimensionierung der Nutzenübergabe und Wärmeerzeugung	Normheizlast [W]	● ●	
Kühllast	Ermittlung der maximalen Kühllast im ungünstigsten Fall zur Dimensionierung der Nutzenübergabe und Kälteerzeugung	Kühllast [W]	● ●	
Jahresenergiebedarf	Ermittlung der Jahresenergiemengen für verschiedene Energiedienstleistungen nach definierten Rechenmethoden	Heizwärmebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> a)] Primärenergiebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> a)] für Heizung, Trinkwasser, Lüftung, Beleuchtung, Kühlung	● ● ●	●
dynamische Planungshilfen				
thermische Simulation	Ermittlung des thermodynamischen Verhaltens von Bauteilen und Gebäuden zur Bewertung von Komfortbedingungen, Jahresenergiemengen und Energieleistungen	Heizlast [W], Kühllast [W], Lufttemperatur [°C], Oberflächentemperatur [°C]	●	● ● ● ●
Tageslichtsimulation	Ermittlung der Beleuchtungssituation von Räumen und Gebäuden zur Tages- und Kunstlichtoptimierung	Verschattungs-/Besonnungsdauer, Leuchtdichteverteilung, Beleuchtungsstärken	●	● ● ● ●
Strömungssimulation	Ermittlung der Raum- und Gebäudedurchströmung zur Bewertung von Komfortbedingungen, d. h. Schadstoffkonzentration und Luftgeschwindigkeiten	lokale Luftgeschwindigkeiten, dynamische Luftwechselrate	●	● ● ● ●
Anlagensimulation	Ermittlung des Energieertrags der Gebäudetechnik zur energetischen Bewertung und Auslegung der Komponenten sowie zur Optimierung der Regelungstechnik	Stromertrag von Photovoltaikanlagen, Erträge von solarthermischen Anlagen, Effizienz von Wärmepumpen, Effizienz von Kraft-Wärme-Kopplung	● ●	●
Verschattungssimulation	Ermittlung der Fremd- und Eigenverschattung in Stadträumen für Einzelgebäude und Innenräume	Licht- und Schattenverläufe in Tages- und Jahreslauf		● ● ● ●

Abb. C.2.2: Übersicht und Anwendungsfelder für die Energiesimulation

Simulationsprogramme ermöglichen es, sowohl den Energiebedarf von Gebäuden als auch die energetischen Auswirkungen alternativer Planungsentscheidungen quantitativ zu ermitteln. Die Vielzahl der gängigen Softwareprogramme bietet für alle Fragestellungen spezialisierte Anwendungen (Abb. C.2.2), z. B. Analyse des Energiebedarfs, Temperaturbetrachtungen in Innenräumen, strömungstechnische Berechnungen oder Ertragsprognosen technischer Systeme. Prinzipiell unterscheidet man statische und dynamische Berechnungsmethoden. Statische Simulationen setzen einfache Berechnungsalgorithmen um. Sie dienen zur punktuellen Berechnung von Extremwerten (z. B. Heiz- und Kühllast) oder zur vereinfachten Ermittlung von Jahresenergiesummen (z. B. Jahresprimärenergiebedarf nach EnEV oder Heizwärmebedarf nach Passivhausprojektierung). Die Ergebnisse basieren auf vereinfachten Kennwerten.

Dynamische Simulationen dagegen haben das Ziel, die Energieströme in Gebäuden unter den veränderlichen inneren und äußeren Lasten realitätsnah abzubilden. Unter Einfluss variabler Parameter ermitteln sie in definierten Zeitschritten den Energiefluss und berücksichtigen so z. B. die Speicherfähigkeit von Bauteilen, ein sich änderndes Nutzerprofil oder den Tages- und Jahresverlauf der Solarstrahlung. Die Ergebnisse werden meist im Stundenrhythmus berechnet und haben daher eine wesentlich bessere Aussagekraft als beispielsweise die EnEV-Berechnung, die auf monatlichen Bilanzen basiert. Neben Analysen zum thermischen Verhalten des Gebäudes lassen sich über dynamische Simulationen auch die Beleuchtungssituation und Luftbewegungen in Räumen simulieren.

Beim Einsatz der Planungshilfen steigt die Aussagekraft der Ergebnisse mit zunehmendem Detaillierungsgrad der Randbedingungen, was im Planungsprozess einen entsprechenden Informationsstand erfordert. Statische Berechnungen ermöglichen über vereinfachte Angaben einen schnellen Einstieg und eine grobe Abschätzung des energetischen Verhaltens. Bei detaillierten Fragestellungen können dann dynamische Simulationen eingesetzt werden, beispielsweise:

- Verschattungsanalyse durch umgebende Bebauung
- Einfluss der Öffnungsgrößen auf die Tageslichtnutzung

- Einfluss des Sonnenschutzes auf die Kühllast
- Einfluss der Kühlleistung auf die sommerliche Raumtemperatur
- Temperaturschichtung in einem Atrium etc.

Je nach Fragestellung und Berechnungsmethode werden Simulationsprogramme für die Bewertung von Einzelbauteilen, Gebäuden und Planungsalternativen eingesetzt. Darüber hinaus dienen die Ergebnisse der Auslegung bzw. Dimensionierung von Komponenten der Gebäudetechnik oder auch der Erstellung von Nachweisen.

Die Anwenderfreundlichkeit von Simulationsprogrammen wird wesentlich durch die Oberflächenstruktur und Dateneingabe bestimmt. Insbesondere die Einbindung in CAD-Systeme bietet Synergiepotenziale. Die Datenausgabe ermöglicht:

- unterschiedliche Kennwertausgaben, z. B. Heizlast, Kühllast, Jahresprimärenergiebedarf etc.
- grafische Ergebnisdarstellungen, z. B. Tagesverlauf der Raumtemperatur, Jahresverlauf der solaren Energieerzeugung etc.
- bildhafte Ergebnisdarstellung, wie Leuchtdichteverteilung an den Oberflächen, Temperaturschichtung im Raum (Abb. C.2.3), Isothermenverlauf in Bauteilen, lokale Luftgeschwindigkeiten im Raum etc.

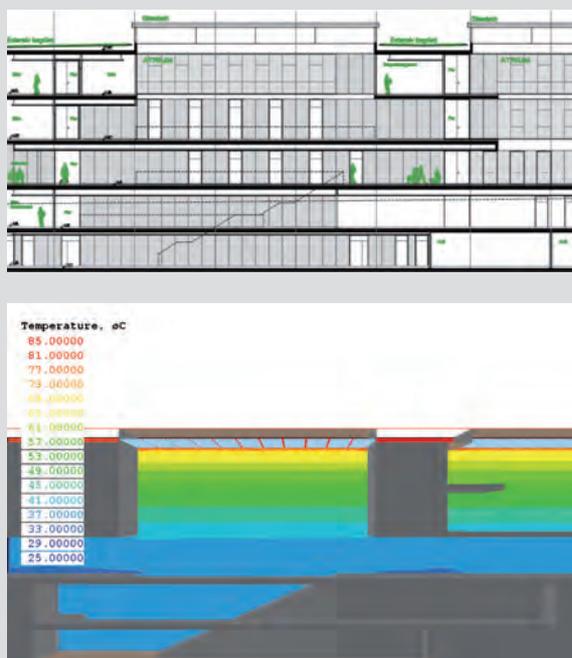


Abb. C.2.3: beispielhaftes Ergebnis der Strömungssimulation eines Atriums