

Energiedatenmanagement / Planning mit ennovatis

Was verbraucht Ihr Auto? Sie kennen die Antwort! Können Sie auch einschätzen ob der Verbrauch Ihres Gebäudes angemessen ist? Durchschnittlich sind 30% des Energieverbrauches einzusparen! Die Effektivität von einzelnen Sanierungsmaßnahme entscheidet! ennovatis Planning erstellt dynamische Gebäudesimulationen und unterstützt bei Analysen aufgrund von Gebäude- Anlagen- und Nutzungsdaten, sowie Prognosen für den zukünftigen Verbrauch. Einsparpotentiale werden aufgedeckt und die Wirkung von Maßnahmen und Investitionen transparent gemacht.

- **Optimierung der Investitionen durch energetische Planung**
Prognosen und Diagnosen
- **Erfolgskontrolle durch Gebäudespezifische Kennzahlen** anhand dynamische Simulationen
- **Benutzerorientierte Eingabe** durch Windowsbasierte Anwendung
- **Vollständige Integrierbarkeit** in Ihre vorhandene bzw. geplante IT-Landschaft durch moderne Komponententechnologie und standardisierte Schnittstellen, z. B. zum Facility Management, GLT, CAD und Datenerfassung.

ennovatis Planning ist eine vollständige und durchgängige Lösung für alle Aufgaben, die sich Ihnen im Rahmen eines modernen und effizienten Energiemanagements stellen. Es ist ein professionelles Werkzeug für Planer, Gebäudemanager und Energiebeauftragte. Profitieren auch Sie von den Vorteilen einer professionellen Energiemanagement-Lösung!

Systemkonzept

Die Gesamtlösung von ennovatis integriert sich in bestehende Strukturen. Dazu gehört insbesondere die Integration mit Systemen zur Datenerfassung (z.B. Gebäudeleittechnik), zur Konstruktion (CAD) sowie mit Systemen aus dem „klassischen“ technischen Facilitymanagement (FM). Über die offene COM/DCOM Schnittstelle ist die Integrierbarkeit in eine ggf. vorhandene technische Infrastruktur gewährleistet.

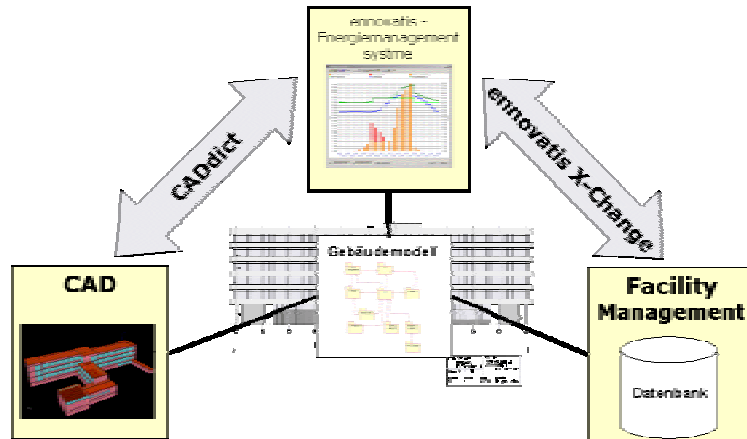


Abb. 1: Systemintegration über Schnittstellen

Das Energiemanagement System verfügt über eine intuitive grafische Benutzeroberfläche sowie eine deutschsprachige Online-Hilfe.

ennovatis Planning umfasst die Bereiche Gebäude- und Anlagensimulation, ennovatis controlling die Betriebsüberwachung und ennovatis Professional integriert alle Funktionalitäten zur Betriebsoptimierung. Ennovatis controlling- Clients unterstützen die Erfassung und Pflege von Energie Daten Management relevanten Daten sowie die Durchführung technischer Prozesse wie z.B. die Aggregation von Zeitreihen und das Erstellen von Energieberichten.

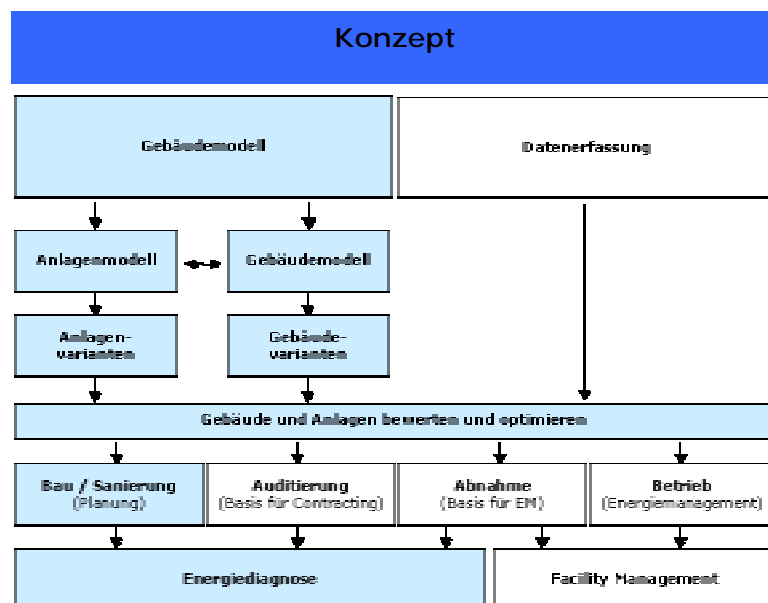


Abb. 2: Gebäude und Anlagensimulation

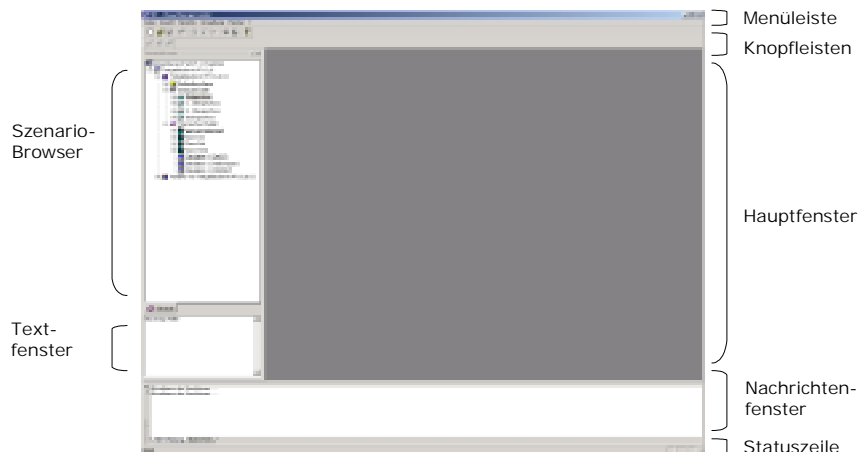
ennovatis Planning

Das während der Entwurfsphase entstandene, digitale Gebäude- und Anlagedatenmodell kann im Laufe der Planung verfeinert und dann als **Referenzmodell für den Soll-/Ist-Vergleich** zur Verfügung gestellt werden.

Während der Betriebsphase können die selben Berechnungsmethoden wie während des Entwurfs eingesetzt werden. Der eigentliche Verbrauch wird durch den tatsächlichen Betrieb (Nutzung) und die tatsächlichen Betriebsrandbedingungen (z.B. Meteorologie) bestimmt. Werden diese Berechnungsmethoden mit Daten des Referenzmodells verwendet, beschreiben sie das ideale Verhalten des Gebäudes. Abweichungen davon, erfasst über Messungen, weisen abgesehen von Messfehlern auf Änderungen und/oder Fehler im Betrieb hin.

Die Benutzeroberfläche des ennovatis-Systems ist entsprechend den Windows-Konventionen aufgebaut und strukturiert. Die Verwendung der COM-Technologie sowie die Unterstützung Windows-üblicher Arbeitsweisen wie „Drag&Drop“ garantieren die schnelle Einarbeitung in den Umgang mit der fachspezifischen Materie.

Die Oberfläche des ennovatis gliedert sich neben dem Hauptfenster in die Bereiche:



Entwurfsplanung bis Gebäudebetrieb

Oberfläche zur Dateneingabe von Gebäuden und Liegenschaften

Aufbau des Hauptfensters und Dialogmasken

Abb. 3: Aufbau des Hauptfensters und der Dialogmasken im ennovatis

Im Szenariobrowser werden übersichtlich alle relevanten Objekte des aktuellen Arbeitsbereichs dargestellt. Der Szenariobrowser unterteilt sich in zwei Baumansichten, die entsprechend den Funktionalitäten des ennovatis-Systems die Sicht auf das Simulationsmodell eines Gebäudes und das Datenerfassungsmodell eines Gebäudes zulassen. Für das **Simulationsmodell** gilt folgende Grobgliederung:

Szenariobrowser

Arbeitsbereich, bestehend aus:
Projekt 1

- Gebäude 1
 - Basisdaten-
 - Gebäude und Standort-
 - Bauteilauswahl-
 - Energieträger-
 - Profile-
 - Zusatzkosten\$
 - Gebäudemodell-
 - Stockwerkeo
 - Räume
 - Gebäudesysteme-
 - HLK-Anlagen-
 - Kaltwasseranlagen
 - Elektrische Systeme\$
 - Thermisches Modell-
 - Zonen
 - Raumzuordnung-
 - Simulationsverfahren (Gebäude)
- Gebäude 2

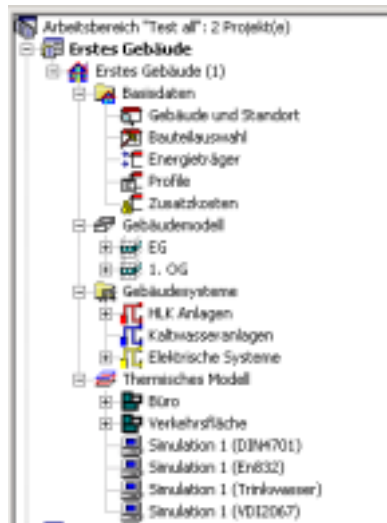


Abb. 4:
Projektgliederung im Szenariobrowser

Unter den Basisdaten werden die Randbedingungen des Gebäudes angelegt. Neben Standort, Testreferenzjahr und Ausrichtung werden Schichtaufbauten für die Bauteile definiert, **U-Werte** ermittelt und Dampfdiffusionsberechnung durchgeführt.

Basisdaten

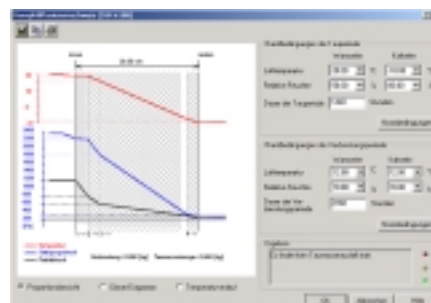
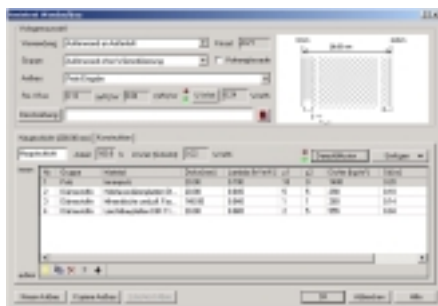


Abb. 5: U-Wert
ermittlung Abb. 6:
Dampfdiffusionsberechnung

Für die Kostenberechnungen werden Preisangaben für die eingesetzten **Energieträger** gemacht.

Ergänzend zu den **Standartprofilen** für die Beleuchtung, Temperatur, Luftwechsel, Anwesenheit und Nutzung, können im Projekt eigene Profile erstellt und eingesetzt werden.

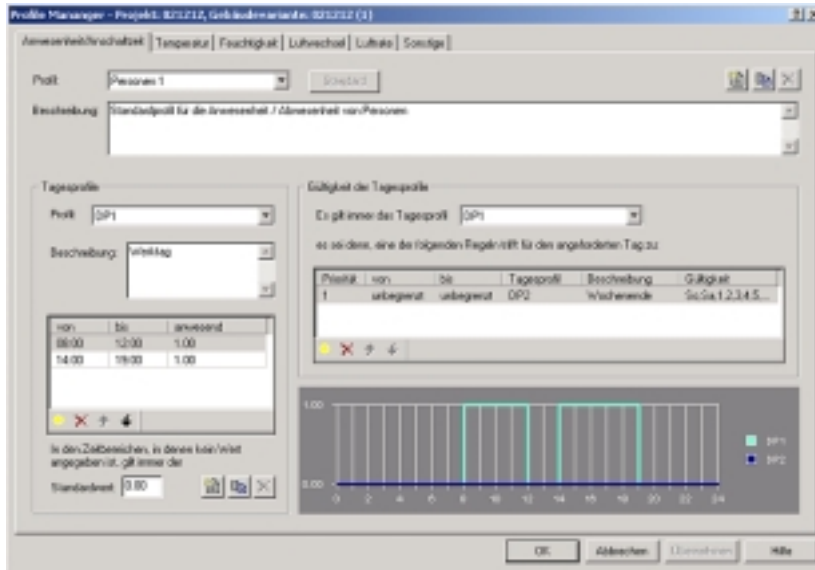
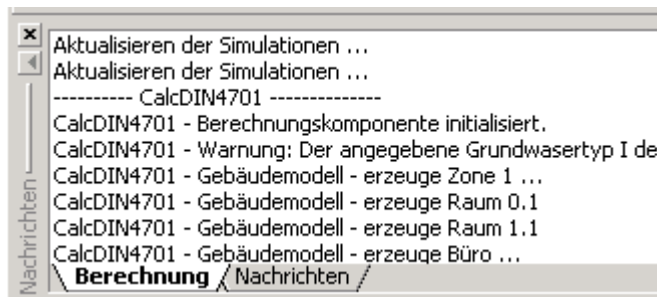


Abb. 7: Profileingabe



Nachrichten- und Statusfenster

Im Nachrichtenfenster werden:

- im Bereich "Berechnung" aktuelle Informationen zum Berechnungsverlauf dargestellt und
- im Bereich "Nachrichten" interne Programmierungen mit Informationen zum Systemstatus bzw. mit Warn- und Fehlerhinweisen dargestellt.

Grafisches Gebäudemodell

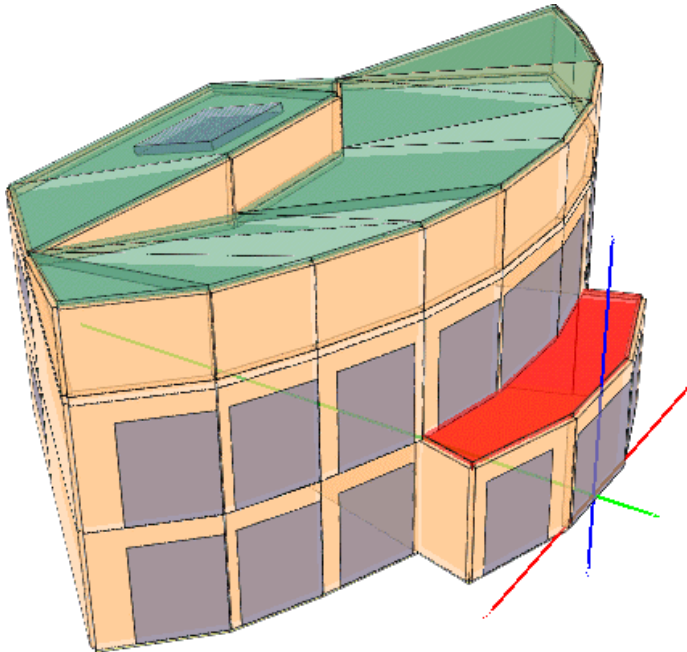
Eine wesentliche Hürde bei der Erstellung geeigneter Berechnungsmodelle ist die Eingabe des Gebäudemodells. Speziell für die graphische Eingabe und Nachbearbeitung von umfangreichen Gebäudemodellen wurde das CAD Werkzeug „CADdict“ entwickelt. CADdict ist ein graphisches Konsistenz- und Visualisierungswerkzeug, das die Erzeugung von konsistenten, 3-dimensionalen, mehrzonigen Gebäudemodellen unterstützt. Elemente, die dabei verwendet werden, sind:

CADdict light

- Interne und externe Wände
- Interne und externe Türen und Fenster

- Decken / Fußböden
- Komplexe Dächer

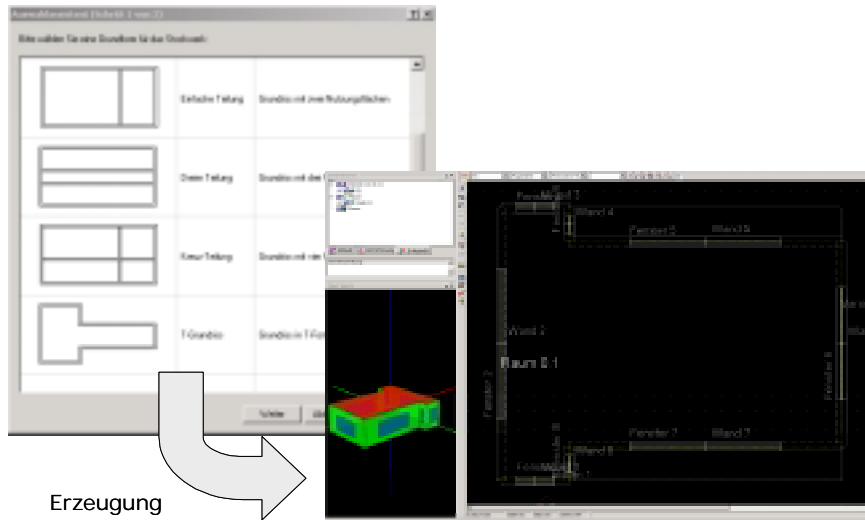
Die zusätzliche Nutzung als Viewer, z.B. für die Darstellung von CAD-Files als Hintergrundgrafiken, ermöglicht den direkten Vergleich der in ein Gebäudemodell transformierten Zeichnungen mit den Originalen (z.B. linienbasierte dwg-Formate).



*Abb. 8: 3D
Gebäudemodell*

Für den schnellen Einstieg in die Gebäudeerstellung bietet das ennovatis einen Grundrissassistenten, der eine Reihe gebräuchlicher Grundrisse mit der Aufteilung in Nutzflächen zur Auswahl gibt. Diese Grundrisse können parametrisiert werden, was auch die Angabe der prozentualen Fensterfläche in den vier Himmelsrichtungen beinhaltet. Das Ergebnis ist ein eingeschossiges Gebäude, das in weiteren Schritten schnell und einfach weiter unterteilt und verändert werden kann. Über die Funktionalität, vollständige Stockwerke zu kopieren, lassen sich in kurzer Zeit auch komplexe Gebäudestrukturen nachbilden.

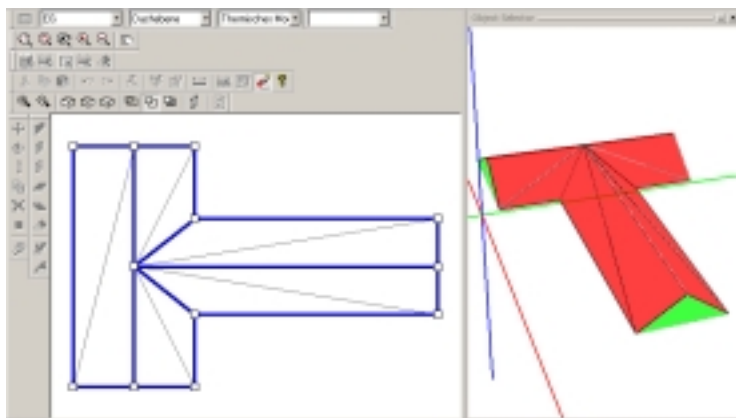
Abb. 9:
Grundrissassistenten
für den Schnelleinstieg



Komplexe Dächer

Im „Dachmodus“ lassen sich über die sogenannte „Gummibandfunktion“ einzelne Schnittpunkte oder komplette Teilflächen in der Höhe variieren. CADdict ergänzt oder entfernt selbstständig fehlende Wandteile, so dass als Ergebnis immer ein konsistenter Zustand erreicht wird.

Abb. 10: Dachmodus
zur Konstruktion
komplexer Dächer



Warum ein neues CAD-System

Das grafische Gebäudemodell ist verknüpft mit Angaben zu Bauphysik Zonierung, Nutzung und klimatischen Anforderungen sowie mit den Komponenten der Anlage.

FDE-Technologie

Als Grundlage für die Simulationen und Berechnungen muß das Gebäudemodell besonderen Anforderungen entsprechen.

Im Gegensatz zu vektorbasierten CAD-Daten ist das CADdict Modell:

- Objektorientiert, Bauteile, Räume und Zonen können ausgewählt und mit Eigenschaften belegt werden
- konsistent abgespeichert, als Voraussetzung für die dynamische Simulation

Die neu entwickelte FDE - Technologie (Fault Detection and Elimination) stellt ein revolutionär neues Konzept bei der Erfassung von Gebäudemodellen für den Einsatz im Rahmen von Energiemanagementsystemen dar. Die FDE-Technologie ergänzt die Standard-Funktionen um eine Reihe weiterer intelligenter Berechnungsalgorithmen, die in der Lage sind, inkonsistente Zustände (z.B. doppelte Decken und Wände, Fenster die auf einer Schnittkante zweier Wände liegen etc.) zu erkennen und teilweise automatisch zu beseitigen. Durch diese zusätzlichen Funktionen wird der Eingabekomfort deutlich erhöht und es ist bereits nach kurzer Einarbeitungszeit möglich, komplexe Gebäudemodelle zu erstellen.

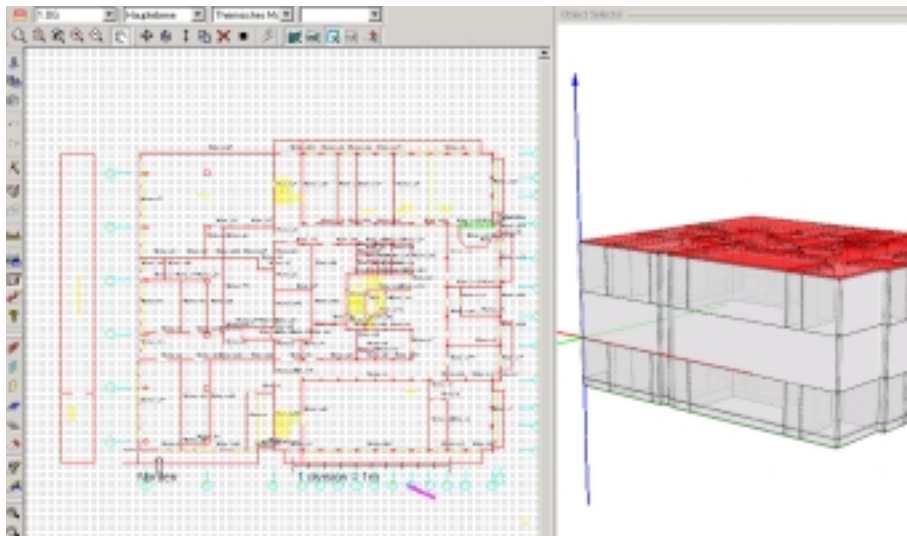


Abb.11: Exemplarische 2D- und 3D Darstellung eines Gebäudemodells

Konfigurationsdatenbanken

Im ennovatis-System stehen eine Reihe von Konfigurationsdatenbanken zur Verfügung, umfangreichen Sammlungen aus denen Sie Vorgabewerte wie z.B. Wandaufbauten oder typische Raumnutzungen auswählen können. Über die COM Schnittstelle ist zum einen die Abfrage von Konfigurationsdaten durch die jeweiligen Assistenten möglich, zum anderen können neue Konfigurationen angelegt oder (falls zulässig) vorhandene Konfigurationen modifiziert oder gelöscht werden.

Für die übergreifende Verwaltung stehen eine Reihe Dialogmasken zur Verfügung. Über diese ist das Ergänzen, Verändern und Löschen der Konfigurationsdaten (z.B. Anlagen, Bauphysikalische Daten, ...) möglich. Insbesondere werden folgende Daten verwaltet:

- Gebäudetypen
- Raumtypen
- Bereichstypen (Zonen) (Nutzung, Belegungszeiten ...)
- Anlagensysteme (Warmwasserheizung, ...)

- Anlagentypen (Erzeugung, Übergabe, Verteilung)-
- Standortdaten (TRY)-
- Bauphysikalische Materialdaten (DIN 4108, TGL; Herstellerdaten)
- Typische Bauteile(Wandaufbauten, Fenster, Tür, Dach, Boden)

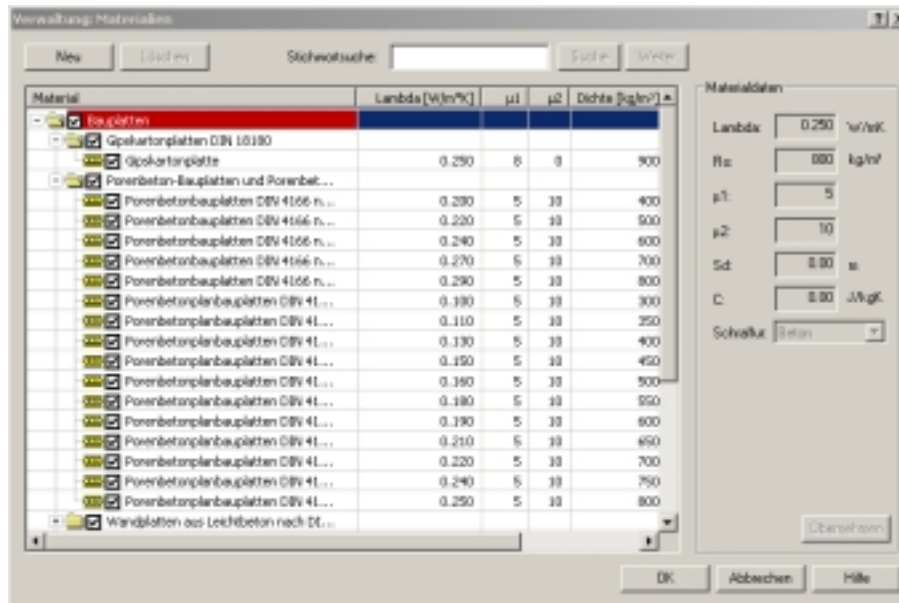


Abb. 12:
Verwaltungsmaske für
Materialdaten

Berechnungsmethoden

Die verwendeten Berechnungsmethoden im ennovatis Planning decken unterschiedliche Anforderungen.

In einer frühen Phase der Planung wird das System zur **Grenzwertabschätzung** angewendet. Im Laufe der Planung werden die ungenauen Eingaben detailliert, dem entsprechend werden die Ergebnisse verbessert.

In einem späten Planungsstadium bzw. im Fall der Betrachtung von Sanierungsvarianten im Bestand sind detaillierte Angaben über das Gebäude, seine Anlagen und ihr Verhalten bekannt und können in das System eingebracht werden. So lässt sich die Aussagegenauigkeit so weit steigern, daß man mit ihrer Hilfe nicht nur Entwürfe von Gebäuden und ihrer Anlagen wertend vergleichen kann, sondern daß es möglich wird, **Prognosen** über einen korrekten Betrieb zu erstellen. Aus den Differenzen zwischen Prognose und Verbrauch kann dann auch auf Fehler in der Anlage oder ihrer Steuerung geschlossen werden. Voraussetzung dafür sind Anlagesimulationen etwa nach VDI 2067.

Im Rahmen der Berechnungsverfahren werden drei Berechnungsansätze, hinsichtlich der Randbedingungen und Zielsetzungen unterschieden:

- Berechnungen für Norm-Kennwerte unter festgelegten Randbedingungen (Nutzung, Klima etc.), um gesetzliche Nachweise zu führen

- Berechnungen für Objekt-Kennwerte mit für das Gebäude typischen Randbedingungen um größere Gebäudebestände zu analysieren und zu klassifizieren
- Berechnungen für die Energieberatung mit individuellen Randbedingungen für die Energieberatung für Einzelgebäude.

Als Ergebnis enthält das speziell für die Erfordernisse von Energiemanagern entwickelte Softwaresystem ennovatis zum einen Berechnungsverfahren zum Nachweis nach der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV), zum anderen wird die VDI 2067 (Blatt 10/11) verwendet, eine dynamische Methode zur Bestimmung des jährlichen Bedarfes an Heizwärme und Kühlleistung für beliebige Gebäude und bei einer vorzugebenden Nutzung.

Die Berücksichtigung der Anlagenkomponenten erfolgt über Anlagenaufwandszahlen, unterteilt in Übergabe, Verteilung und Erzeugung.

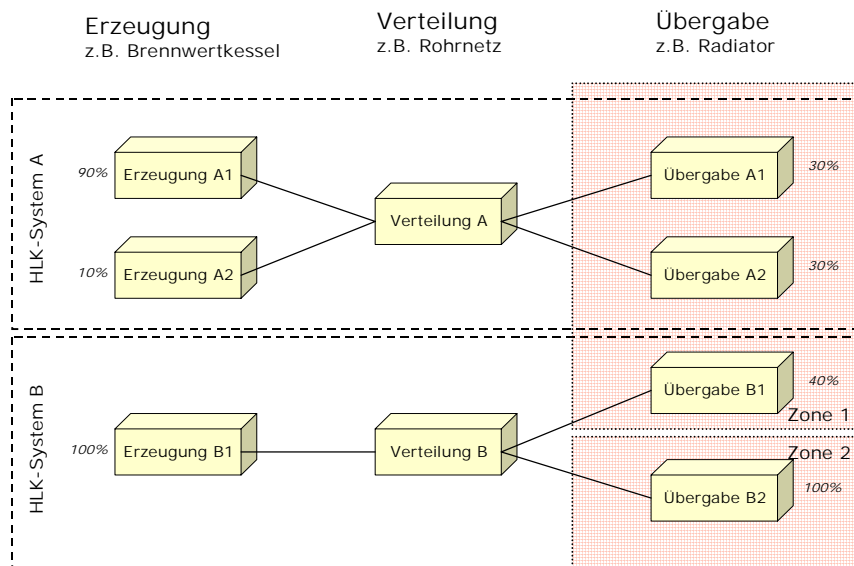


Abb. 13: Einteilung der Anlagenkomponenten in Erzeugung, Verteilung und Übergabe

Insgesamt sind in das System bisher folgende Berechnungsverfahren integriert:

- Energiebedarf nach VDI2067 (Stand: September 2000 - Gründruck)
- Energiebedarf nach En832 (Stand: 1998)
- Energiebedarf nach DIN V 4108-6 (EnEV)
- Warmwasserbedarf nach VDI2067 - 12.
- Dampfdiffusionsnachweis (DIN 4108) und Temperaturverlauf

Berechnungsverfahren Gebäude

Berechnungsverfahren Anlagen

- Heizlastberechnung (DIN 4701)
- Energieaufwand mit Anlagenaufwandszahlen
- Kosten- Emissions- und Primärenergieanalyse
- Wasserbedarf
- Strombedarf

Berechnungs- verfahren Verbrauch

Dynamische Simulation nach VDI 2067

Das zentrale Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs ist die dynamische Methode von VDI 2067 in ihrer Formulierung im Entwurf vom September 2000, wobei das Verfahren im Rahmen der Entwicklung verbessert wurde.

In diesem Verfahren wird das Gebäude durch Zonen gleicher Nutzung beschrieben. Die Nutzung bestimmt sowohl die Behaglichkeitsanforderungen an eine Zone als auch die inneren Lasten für die Zone. Für die Zonen werden Bilanzen erstellt. Die bei der Berechnung zu berücksichtigenden thermischen Raumbelastungen sind:

- Äußere Raumbelastungen
- Transmission durch speichernde Außenflächen,
- Sonnenstrahlung durch nichtspeichernde Außenflächen,
- in den Raum gelangte Energie der Sonnenstrahlung
- Außenluftwechsel über Fenster, Türen und Fugen.
- Innere Raumbelastungen
- Beleuchtung
- Maschinen
- Soll-Raumlufttemperatur
- Nachbarraumtemperatur
- Luftaustausch
- Anlagenbedingte Raumbelastungen
- Gesteuerte RLT-Anlagen
- Gesteuerte Heizanlagen

Letztere werden nur berücksichtigt, wenn sie bestimmungsgemäß nicht zur Deckung der Heiz- oder Kühllast dienen.

Die Berechnung liefert als Raumreaktionen:

- Konvektive Wärmelast (Heiz- und Kühlenergiebedarf)
- Raumlufttemperatur.

Die Berechnung erfolgt entweder mit einem definierten Satz von Wetterdaten (Testreferenzjahr) oder mit real gemessenen Wetterdaten.

Die Berechnung setzt die Kenntnis folgender Daten voraus:

- Abmessungen und Orientierung der Zonen, Räume bzw. des Gebäudes
- Standort
- Nutzung der Zone
- Bauphysikalische Daten der Baukonstruktion

Ersatzwert- komponente für unvollständige

Wetterdaten

Während die Erfassung von Temperatur und Feuchte am Standort des betrachteten Objekts kostengünstig realisiert werden kann, fehlen in den allermeisten Fällen Messeinrichtungen für die lokalen Strahlungswerte. Die Investitionskosten für eine vollwertige Wetterstation liegen derzeit bei ca. 3 – 4 TEUR, wobei die Kosten für Wartung und Instandhaltung noch nicht berücksichtigt sind. Andererseits sind insbesondere die Strahlungswerte für aussagekräftige Berechnungen unabdingbar. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Projekts eine Berechnungskomponente entwickelt, die auf Basis der vorhandenen Wetterdaten „Ersatzwerte“ für die fehlenden Wetterdaten generiert. In diesem Abschnitt sind die Grundlagen für diese Ersatzwertkomponente zusammengestellt.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den Stundenverlauf über vier Tage im Juni. Dargestellt sind der Verlauf der gemessenen Außentemperatur und die daraus errechnete Strahlung.

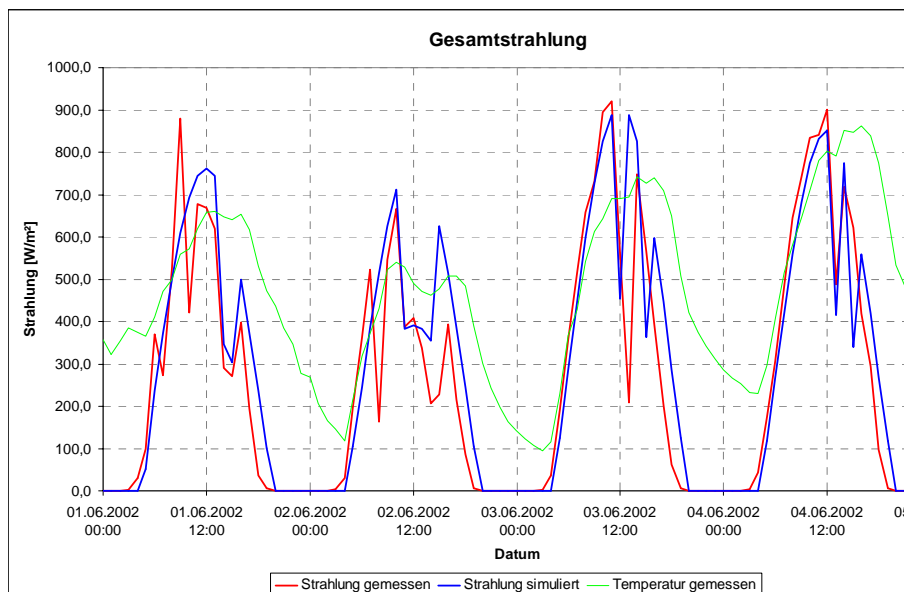


Abb. 14: Vergleich zwischen simulierter und gemessener Strahlung

Der Vergleich mit der gemessenen Strahlung zeigt eine gute Übereinstimmung der simulierten und gemessenen Werte. In guter Näherung kann damit in der Praxis auf teure Messeinrichtungen zur Strahlungsmessung verzichtet werden. Die Ersatzwertkomponente leistet damit einen wichtigen Beitrag, um Energiemanagement auch für kleinere Liegenschaften kostengünstig umsetzen zu können.

Ablauf bei der Ermittlung der Simulationsdaten

Der grundsätzliche Ablauf bei der Ermittlung der Simulationsdaten ist wie folgt:

1. Bestimme Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie) aus Gebäude und Nutzung
2. Bestimme Jahresheizenergie (Endenergie) durch Bewertung der Anlagentechnik
3. Bestimme Kosten (ökonomische Bewertung -
Energiekosten = Arbeitspreis * Endenergie +

4. Grundpreis + Meßpreis + Mehrwertsteuer)
Bestimme Schadstoffemissionen (ökologische Bewertung)

Für Jahreskühlenergie, Jahresbefeuchtungsenergie und Jahresentfeuchtungsenergie gilt obiges Vorgehen analog. Die **Ergebnisse aus den Simulationsrechnungen werden im Datenmanagement als Zeitreihen** zwischengespeichert und stehen so für weitere Auswertungen in Berichten, dem Visual Data Analyser (VDA) oder in den Datenvisualisierungskomponenten zur Verfügung.

Auswertung der Daten

Das ennovatis controlling- System sieht für die Darstellung und Auswertung von Simulations- und Messdaten eine Reihe von Werkzeugen vor, die allen Anforderungen an ein modernes Energiemanagementsystem gerecht werden:-

- Flexible Zeitreihendarstellung-
- Berichte (incl. Vertragskontrolle)
- Visual Data Analyser (VDA)

**Flexible
Zeitreihen-
darstellung**

Ein flexibles Werkzeug zur Visualisierung von Zeitreihen ist die Komponente „Mehrfach Datenansicht“. Die wichtigsten Funktionalitäten sind:-

- Darstellung in allen gängigen Grafik-Typen (Torte, Balken, Linien, Pareto, ...)-
- Export als Grafik, Objekt oder Zeitreihen-
- Darstellung beliebig vieler Zeitreihen mit zwei verschiedenen Ordinaten

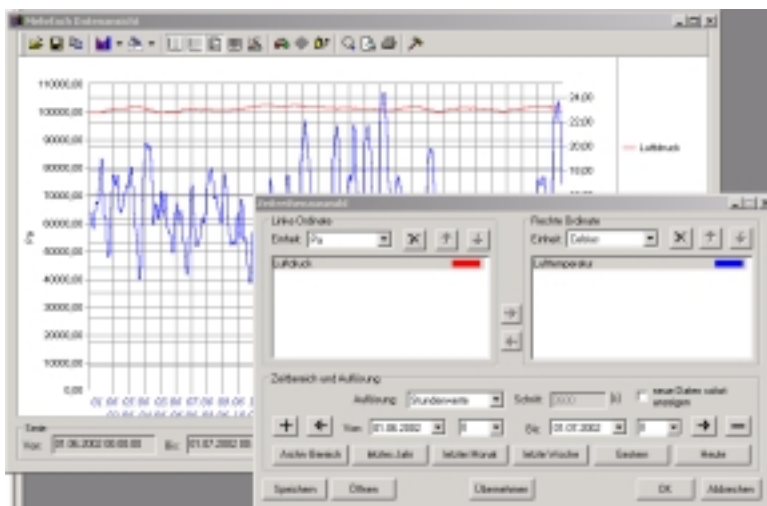


Abb. 15: flexible Auswertung über Zeitreihenansicht

Alle Zeitreihen (Ergebnisse der Simulation) können per „Drag&Drop“ direkt aus der Baumansicht in die Zeitreihenauswahl übernommen werden.

Die „Mehrfach Datenansicht“ bietet außerdem die Möglichkeit,

Zusammenstellungen von Zeitreihen abzuspeichern und zu einem späteren Zeitpunkt erneut zu öffnen. Selbstverständlich ist auch die Übernahme der Grafiken und Daten in Windows-Anwendungen wie z.B. Microsoft Excel, Word oder Powerpoint gewährleistet.

Berichte

Neben der Darstellung von Zeitreihen ist die Ausgabe von Berichten eine wesentliche Funktionalität. Der Berichtsgenerator des ennovatis-Systems basiert auf HTML-Technologie.

Erzeugt werden statische Berichte mit Bildern, Tabellen und Textbausteinen, sowie interaktive Berichte. Der Vorteil der HTML-Technologie ist, das beispielsweise der darzustellenden Zeitraum oder die Art der Darstellung im Bericht modifiziert werden kann.

Derzeit stehen im System über 30 Standardberichte in verschiedenen Gruppen (z.B. Energiebilanzen, Messdatenerfassung, Variantenvergleiche etc.) zur Verfügung.

Über das integrierte Berichtswesen lassen sich u.a. folgende Aufgaben im Rahmen des Energiemanagements erfüllen:

- Soll/Ist-Verbrauchsanalyse unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verbrauchswerte, der Auslegung der Heizungsanlage, der Benutzungsstruktur, der Gebäudenutzung und der regelungstechnischen Ausstattung
- Prognose der Verbrauchsentwicklung
- erstellen von Jahresabschlüssen und Kostenprognosen für Haushaltspläne und -hochrechnungen unter Berücksichtigung der Energiepreisentwicklung
- erstellen von Kostenprognosen für Haushaltspläne und -hochrechnungen unter Berücksichtigung von Änderungen in der Bausubstanz, Anlagentechnik oder Nutzung
- Kosten- und Verbrauchsaufteilung z.B. nach Haushaltsjahren, Monaten, Objekten, Liegenschaften und Nutzungsarten

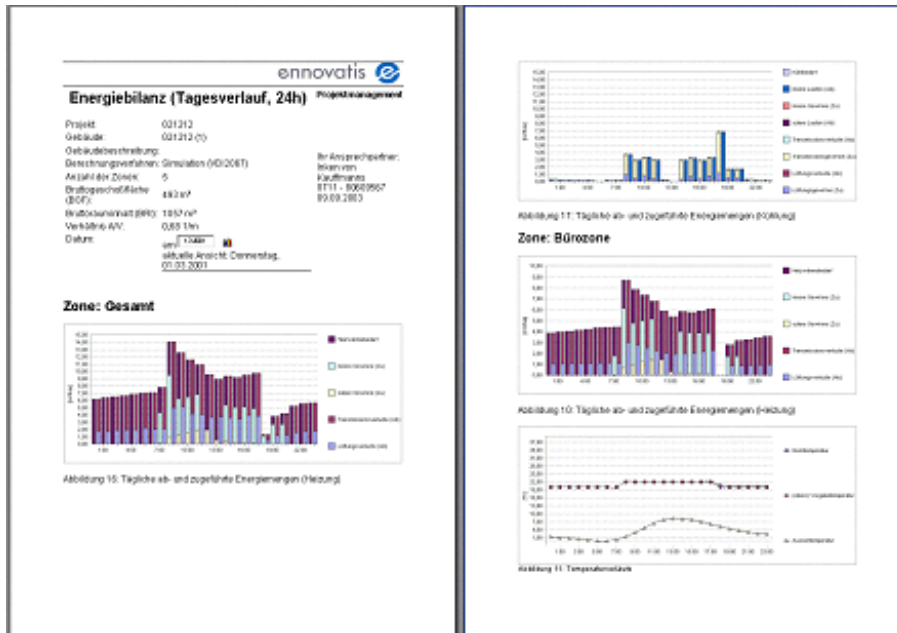


Abb 16: Beispielbericht

Export der Berichte und Information über Internet

Zu den erweiterten Funktionen des Berichtsgenerators gehört die Exportfunktion für Berichte nach HTML, Word und Excel. In Verbindung mit dem Visual Data Analyser (VDA) besteht ebenfalls die Möglichkeit, Berichte zyklisch für die Präsentation im Inter- oder Intranet bereit zu stellen bzw. Kunden in regelmäßigen Intervallen Energieberichte zu senden.