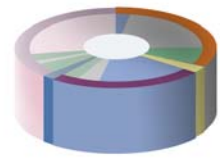


# Energiebedarfsprognose für die Stadt München



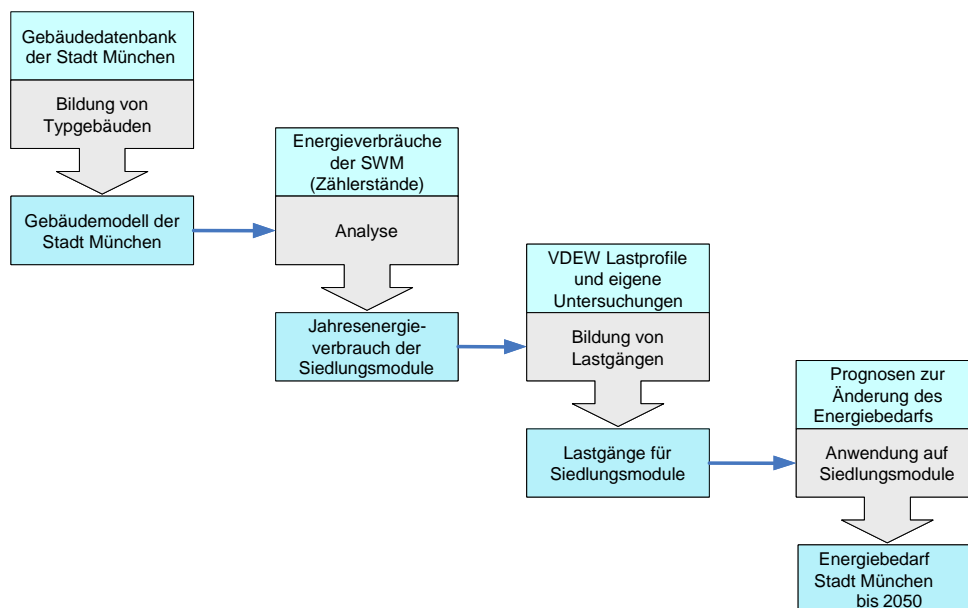
Projektarbeit im Rahmen des TP1 „Strukturoptimierung in Ballungsgebieten unter Berücksichtigung sich ändernder Energiemärkte“ des Verbundforschungsvorhabens „Verbundprojekt Strukturoptimierung“

## 1 Abstract

In dieser Arbeit wurde ein zeitlich wie auch räumlich hoch aufgelöstes Modell des Heizwärme-, Warmwasser-, Kälte und Strombedarfs der Stadt München entwickelt, auf dessen Basis die Projektpartner die optimale Technikstruktur zur Bedarfsdeckung und somit Empfehlungen für die zukünftige Strategie der Stadtwerke München ableiten können.

## 2 Vorgehensweise

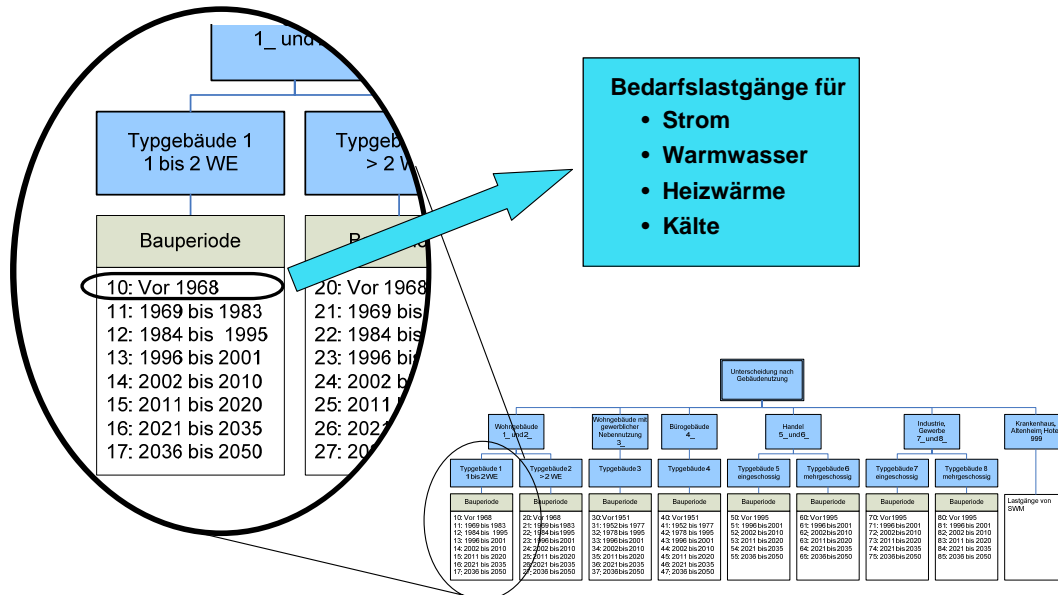
Die Arbeit basiert auf der Auswertung und der Zusammenführung mehrerer Datenbanken (siehe **Abbildung 2-1**). So stellte die Stadt München eine Gebäudedatenbank zur Verfügung, welche alle Gebäude Münchens enthält. Die Stadtwerke München trugen mit einer Verbrauchsdatenbank bei, welche den gebäudescharfen Jahresenergieverbrauch aller Fernwärme- Erdgas- und Stromabnehmer enthält.



**Abbildung 2-1:** Vorgehensweise zur Erstellung des Energiebedarfs von Siedlungen

Zur Modellierung der Stadt wurden von der Stadt München Angaben zur Nutzungsart der Gebäude gemacht. Damit konnten 62 Siedlungsmodule entworfen werden, welche repräsentativ für eine typische Gebäudeklasse mit einer bestimmten Nutzungsart und Altersklasse sind. Die Siedlungsmodule werden in der ersten Gliederungsebene nach der Nutzung unterschieden (z.B. Wohnen, Büro, Handel, Gewerbe), in der zweiten Gliederungsebene nach Gebäudeart (z.B. Einfamilienhaus/Mehrfamilienhaus, Ein- oder

Mehrgeschossig) und in der dritten Gliederungsebene nach der Baualtersperiode des Gebäudes. Wie in **Abbildung 2-2** dargestellt enthält jedes Siedlungsmodul Bedarfslastgänge für Strom, Warmwasser, Heizwärme und Kälte. Jedem Haus in München wurde auf der Basis der Gebäudedatenbank ein passendes Siedlungsmodul zugewiesen.



**Abbildung 2-2:** Schematisierte Darstellung der Siedlungsmodule

Um den Siedlungsmodulen reale Energieverbräuche zuzuordnen, wurden die Gebäudedatenbank der Stadt München und die Verbrauchsdatenbank der Stadtwerke zusammengeführt. Dadurch konnte für jedes Siedlungsmodul ein typischer Fernwärme-, Erdgas- und Stromverbrauch ermittelt werden. Extreme Verbräuche (sowohl hohe als auch niedrige) wurden stichprobenartig untersucht, um die Erkennung von Ausreißern zu verbessern. Da zum Teil mit Strom geheizt wird, und Erdgas sowie Fernwärme sowohl zur Heizwärme- als auch Warmwasserbereitstellung genutzt werden, wurden die Verbrauchswerte für Wärme und Strom mittels Angaben aus Literatur und eigenen Messungen auf die Endenergie für Heizwärme-, Warmwasser-, Kältebereitstellung und Strom aufgeteilt. Über mittlere Nutzungsgrade konnten schließlich die spezifischen Nutzenergiebedarfswerte für alle Siedlungsmodule generiert werden.

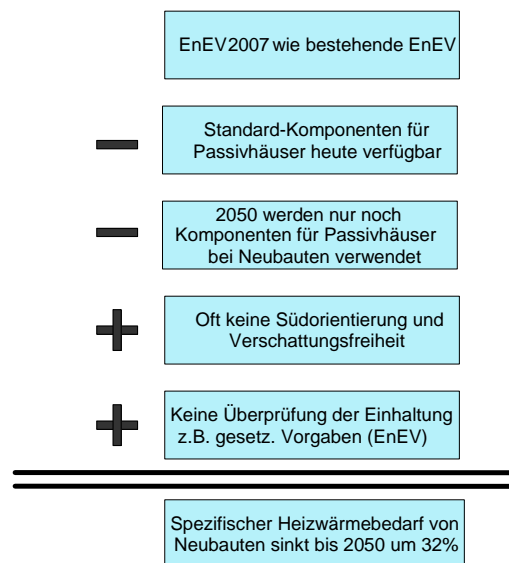
Zur weiteren Verfeinerung des Modells wurden besondere Verbraucher, deren Energiebedarf von dem gemittelten Bedarf der Siedlungsmodule abweicht (wie z.B. die 50 größten Energieabnehmer, dazu noch Schwimmbäder, Krankenhäuser und Schulen) manuell in das Modell eingepflegt.

Die Stromlastgänge konnten zum Teil aus den VDEW Lastprofilen übernommen werden, zum Teil wurden hierzu eigene gemessene Lastprofile verwendet. Hierzu wurden die typischen Lastprofile für Werktag, Samstag und Sonntag so zusammengesetzt, dass der Verlauf der Tage (Werktage, Wochenenden und Feiertage) denen des Basisjahrs 2003 entspricht. Die Warmwasserbedarfslastgänge wurden aus eigenen Messungen und Literaturangaben zusammengestellt und an den Tagesverlauf der Jahres 2003 angepasst. Für die Heizwärmebedarfslastgänge wurden typische Lastprofile für Werktage, Samstage und Sonntage erstellt und an die klimatischen Bedingungen im

Jahr 2003 angepasst. Schließlich wurden alle normierten Bedarfslastgänge an den Jahresenergiebedarf der Siedlungsmodule angepasst, um spezifische Bedarfslastgänge zu erhalten.

Um auch den zukünftigen Bedarf der Stadt abschätzen zu können, wurden mittels Auswertung statistischer Daten Prognosen erstellt. Auf Grundlage des Gebäudezubaues und der Bevölkerungsentwicklung wurden die Art und Anzahl der zukünftigen Energieverbraucher abgeschätzt. Diese Angaben und weitere Annahmen, z.B. zur zukünftigen Gebäudesanierung, zur Effizienz der Stromverbraucher und zu den Verbrauchergewohnheiten, ermöglichten schließlich eine Prognose des zukünftigen Heizwärme-, Warmwasser-, Kälte- und Stromverbrauchs für alle Siedlungsmodule und somit für alle zu versorgenden Siedlungsbereiche.

**Abbildung 2-3** zeigt eine Zusammenfassung von verschiedenen Einflussparametern. Die EnEV 2007 wird gegenüber der heute geltenden Version keine weitere Verschärfung der Grenzwerte enthalten. Da schon heute Passivhäuser gebaut werden können, wird angenommen, dass zukünftig nur noch Komponenten für Passivhäuser verbaut werden. Energetisch schlechtere Komponenten werden wegen der immer geringeren Stückzahl gegenüber den energetisch hochwertigeren Komponenten preislich immer weniger attraktiv. Dies führt im Neubau und bei der Sanierung von Gebäude zu einem sinkenden spezifischen Bedarf. Dennoch kann das Passivhausniveau häufig nicht erreicht werden, da in einer Stadt z.B. Verschattungsfreiheit und Südorientierung durch umstehende Gebäude bzw. den Straßenverlauf nicht erreicht werden kann.



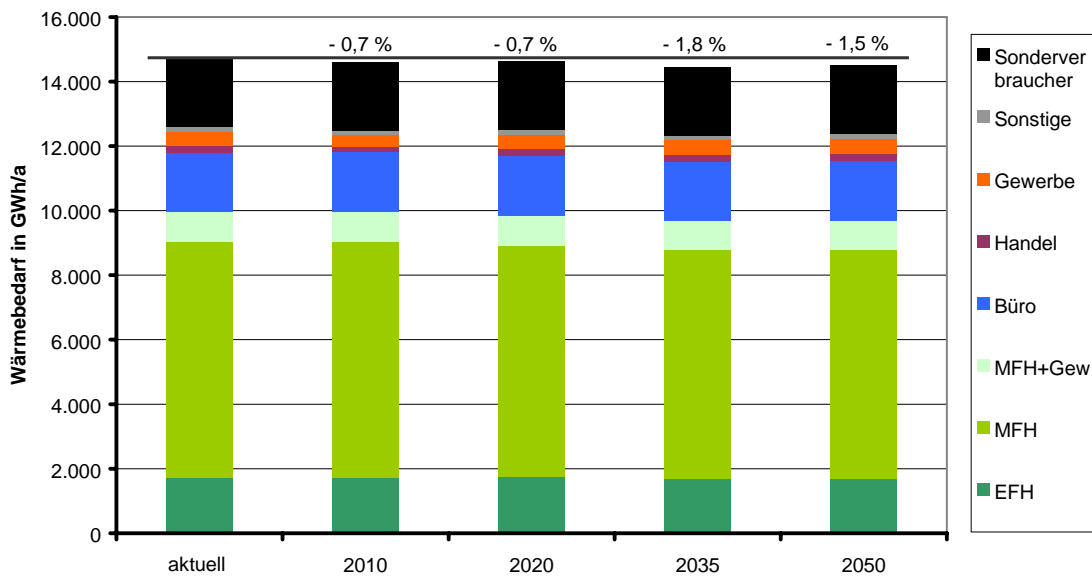
**Abbildung 2-3:** Einflussparameter auf den zukünftigen Wärmebedarf

Es hat sich gezeigt, dass durch die fehlende Kontrolle der Energieeinsparverordnung sowohl bei Sanierungen, als auch beim Neubau, die Grenzwerte der EnEV nicht eingehalten werden. So liegt die Sanierungseffizienz bei etwa 30 %, die Verbrauchsreduktion, die sich bei einer Sanierung nach EnEV ergeben sollte, wird also nur zu einem geringen Teil erreicht /KLE00/. Dies liegt daran, dass bei einer notwendigen Sanierung häufig die billigste Lösung gewählt wurde. Doch auch bei Neubauten wird die EnEV häufig nicht erreicht, da Bauunternehmer, die günstigere Komponenten verbauen, günstiger anbieten können und keine Kontrolle fürchten müssen. Eine in Baden-

Württemberg im Jahr 2006 durchgeführte Studie zeigt, dass bei 30 % der Gebäude niemand auf die Einhaltung der EnEV achtet /IFEU06/. Diese Einflüsse und das Nutzerverhalten führen dazu, dass der spezifische Energiebedarf von Neubauten auch bis zum Jahr 2050 nicht das Niveau von heutigen Passivhäusern erreicht. Auch die Sanierung des Gebäudebestands, welcher den größten Teil des Wärmebedarfs verursacht, verläuft weitaus langsamer als allgemein angenommen.

### 3 Ergebnisse

Die Prognosen haben gezeigt, dass der Energiebedarf der Stadt München durch das fortwährende gemäßigte Wachstum in den nächsten Jahrzehnten keinen großen Schwankungen unterworfen sein wird (siehe **Abbildung 3-1**). Bedarfsreduktionen durch Gebäudesanierung und Energiesparmaßnahmen in Bestandsgebieten werden durch den zusätzlichen Bedarf neu gebauter Gebäude nahezu kompensiert.



**Abbildung 3-1:** Jahreswärmebedarf (Heizwärme und Warmwasser) der Stadt München bis 2050

Quellen:

IFEU06 Hertle, H. et al: *Evaluation und Begleitung der Umsetzung der Energieeinsparverordnung 2002 in Baden-Württemberg*. Ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH) und ECONSULT (Umwelt Energie Bildung GbR), Heidelberg 2006

KLE00 Kleemann, M.; Heckler, R.; Kolb, G.; Hille, M.: *Die Entwicklung des Energiebedarfs zur Wärmebereitstellung in Gebäuden*. Bericht des Bremer Energie-Instituts: 04/2000.

Auftraggeber:	SWM (Stadtwerke München) / PTJ Jülich
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Thomas Gobmaier
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Roger Corradini Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Kraus