

Projektbeschreibung

Stadt mit Energie-Effizienz SEE Stuttgart

Stand 30. Januar 2009

Landeshauptstadt Stuttgart
in Kooperation mit
EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Universität Stuttgart

1	Ziele	1
1.1	Gesamtziel des Vorhabens	1
1.2	Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Vorhabens	2
1.3	Übertragbarkeit und Anwendungspotenzial	3
1.4	Projektkonsortium	3
2	Stand der Wissenschaft und Technik	4
2.1	Stand der Wissenschaft und Technik	4
2.1.1	Gebäude	4
2.1.2	Verkehr	4
2.1.3	Ver- und Entsorgung	5
2.1.4	Entscheidungsprozesse und Verhalten von Privatpersonen	6
2.1.5	Bilanz- und Strategiemodelle	6
2.2	Arbeiten der Antragsteller	7
2.2.1	Landeshauptstadt Stuttgart (LHS)	7
2.2.2	Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)	8
2.2.3	Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)	8
2.2.4	Universität Stuttgart (UniS)	9
3	Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans	9
3.1	AP1: Modellspezifikation und Erarbeitung von Umsetzungskonzepten	10
3.1.1	AP1.1: Spezifikation der Datenerfassung und der Modellentwicklung	10
3.1.2	AP1.2: Erarbeitung von Umsetzungskonzepten	10
3.2	AP2: Entwicklung eines makroskopischen Bilanz- und Strategiemodells	10
3.3	AP3: Entwicklung eines mikroskopischen Bilanz- und Strategiemodells	11
3.4	AP4: Abschätzung von Optimierungspotenzialen	12
3.5	AP 5: Entwicklung einer Energie Road Map bis 2050	12
3.6	AP 6: Umsetzung von Maßnahmen	12
3.6.1	AP 6.1: Umsetzung konkreter Maßnahmen im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen	12
3.6.2	AP 6.2: Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens von Privatpersonen	13
3.6.3	AP 6.3: Kommunikationsstrategien	14
3.7	AP 7: Evaluierung der Maßnahmen und Erfolgskontrolle	14
4	Realisierungsplan	14
5	Verwertungsplan	15
6	Meilensteinplanung	15
7	Finanzierungsplan für Projektphase 1	15

1 Ziele

1.1 Gesamtziel des Vorhabens

Voraussetzung für eine zukunftsfähige Gesellschaft ist neben ökonomischem Wohlstand und sozialer Wohlfahrt auch eine intakte Umwelt. Hierzu ist es erforderlich, die Emissionen an Schadstoffen – insbesondere klimarelevanter Schadstoffe – deutlich zu reduzieren und den Ressourcenverbrauch effizienter zu gestalten. Ziel ist dabei, eine nachhaltige Energieversorgung aufzubauen. Hierzu muss der Energieverbrauch auf ein Minimum begrenzt und der verbleibende Energiebedarf mit dem lokalen Energieangebot gedeckt werden. Diese Umgestaltung der Energieversorgung ist eine zentrale Aufgabe insbesondere für die Kommunen als Träger öffentlicher Belange, die es zu lösen gilt, damit Städte zukunftsfähig bleiben.

Stuttgart hat in diesem Bereich in der Vergangenheit bereits Maßnahmen erfolgreich umgesetzt. Dazu gehört seit über 30 Jahren ein Energiemanagement für die stadt eigenen Liegenschaften, das mit einem zentralen Controlling, energetischen Vorgaben, einem stadtinternen Contractingmodell, über 30 Anlagen mit erneuerbaren Energien und insbesondere mit vorbildhaften, energetischen Demonstrationsvorhaben den Energie- und Wasserverbrauch signifikant reduziert hat. Mit vertraglich abgesicherten Energievorgaben in privaten Bauvorhaben, einem Förderprogramm im Energiebereich und einem Energieberatungszentrum für Privatpersonen im Wohnbau wurden bereits richtungsweisende Ansätze in der Stadt begonnen. Mit dem Projekt Stadt mit Energieeffizienz (SEE Stuttgart) sollen diese Ansätze ausgebaut, vorangetrieben und in einer Strategie für die ganze Stadt münden.

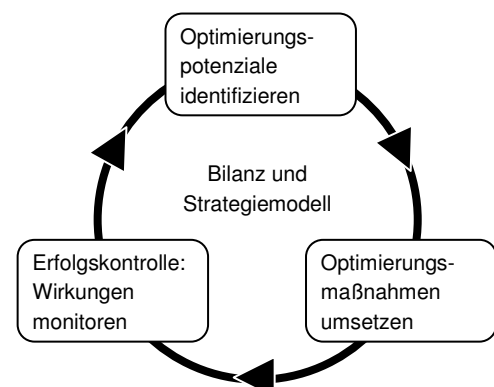
Die hohe Importabhängigkeit Deutschlands bei derzeit stark steigenden Preisen auf den Weltenergiemärkten erfordern weiterreichende Schritte der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung. Städte und Kommunen müssen in diesem Prozess einen Weitblick üben und sich mit möglichen Veränderungen strategisch auseinandersetzen, um bei einsetzenden signifikanten Veränderungen rechtzeitig reagieren zu können. Hierzu gehören neben der kurzfristigen Anpassung der Energieversorgung an sich verändernde wirtschaftliche Randbedingungen, auch die mittelfristige Auseinandersetzung mit möglichen demographischen und strukturellen Veränderungen im Einzugsgebiet, sowie die langfristige Ausrichtung der Struktur der Energieversorgung an die Qualität und Quantität des regionalen Energieaufkommens. In diesen Prozess müssen alle Beteiligten einer Kommune eingebunden werden.

So unumstritten die Notwendigkeit zur Energieeinsparung und Ressourceneffizienz in Gesellschaft und Politik ist, so schwierig gestaltet sich die Festlegung auf konkrete Ziele sowie die Verständigung über die „richtigen“ Strategien und Maßnahmen. Ursachen dafür sind unter anderem die Schwierigkeiten der Wirkungsbeurteilung von Maßnahmen im Rahmen der Formulierung von politischen/planerischen Strategien (generelle Wirksamkeit als auch der Beitrag von Maßnahmen zur treffsicheren Erreichung der Ziele) und die Unsicherheit über Art und Umfang von Opportunitätskosten im Falle der Zielerreichung und mögliche sozialen Verteilungswirkungen von Kosten. Ein geeignetes Werkzeug kommunaler Strategieplanung können Modelle sein, mit denen die Wirkungen verschiedener Maßnahmen im Hinblick auf ihre individuelle wie auch kumulative Wirksamkeit bewertet werden können. Vor diesem Hintergrund soll mit dem Projekt SEE ein makro- und mikroskopisches Bilanz- und Strategiemodell zur Flankierung der kommunalen Strategie- und Maßnahmenplanung entwickelt werden. SEE unterstützt als makroskopisches Modell die synoptische Bilanzierung sektoraler Energieverbräuche. Auf dieser Basis sollen realistische Minderungsziele mit sektoralen „Umsetzungspflichten“ formuliert werden. Als mikroskopisches Modell zielt SEE auf die individuellen Verhaltensweisen von einzelnen Akteuren (insbesondere der privaten Haushalte) als Reaktion auf gewählte bzw. geplante Maßnahmen. Hier geht es um die Beurteilung der Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen basierend auf definierten Verhaltens- und Reaktionswahrscheinlichkeiten.

Das Projekt SEE verfolgt dazu folgende Ziele:

1. Entwicklung eines makroskopischen Bilanzmodells
2. Entwicklung eines mikroskopischen Strategiemodells
3. Identifizierung von Optimierungspotenzialen
4. Erstellung einer Road Map Energie bis zum Jahr 2050
5. Umsetzung identifizierter Maßnahmen
6. Evaluierung der Maßnahmen und Erfolgskontrolle

Im Folgenden werden diese Teilziele genauer dargelegt.



Das Projekt SEE unterstützt so eine systematische Herleitung kommunaler Strategien zur Ressourceneinsparung, die Auswahl geeigneter Maßnahmen und das Monitoring ihrer Wirksamkeit. SEE sieht im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung eine Betrachtung von Prozessketten vor. Damit soll sichergestellt werden, dass die Erreichung von gesetzten Minderungszielen ohne (nicht erkannte) regionale und/oder überregionale Transfers von negativen Externalitäten erfolgt. Auch sollen soziale Verteilungswirkungen von Opportunitäts- bzw. Anpassungskosten stets mit betrachtet werden.

1.2 Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Vorhabens

Ausgehend von der Vorstellung, dass jeder Energieverbrauch durch Aktivitäten menschlicher Individuen verursacht wird, kombiniert das Projekt SEE zur Bilanzierung und Optimierung des Energieverbrauchs einen Top-Down Ansatz mit einem Bottom-Up Ansatz.

Entwicklung eines makroskopischen Bilanz- und Strategiemodells

Ein Stadtgebiet wird im Bereich der leitungsgebundenen Energien in der Regel von einem Energieversorger beliefert. Daher ist es möglich zentrale Kennwerte für die Energieversorgung des Stadtgebietes aufzubereiten und mit Kennwerten der nicht leitungsgebundenen Energien zu ergänzen. Mittels eines Top-Down Ansatzes wird so der gesamte Energieverbrauch der Stadt Stuttgart erfasst und mit Hilfe eines makroskopischen Bilanzmodells den einzelnen Sektoren (Haushalt, Industrie, Verkehr, Gewerbe/Handel, Dienstleistung) zugeordnet. Dieser Ansatz kann später zu einem Benchmarksystem für andere Kommunen ausgeweitet werden.

Entwicklung eines mikroskopischen Bilanz- und Strategiemodells

Für die Sektoren Haushalt, Verkehr und Dienstleistungen, die den Kern des städtischen Lebensraums bilden, wird das makroskopische Bilanzmodell mit einem Bottom-Up Approach zu einem mikroskopischen Strategiemodell erweitert. Das Strategiemodell ermöglicht es, die Wirkungen menschlichen Handelns auf der Ebene des Individuums, die Wirkungen politischer Entscheidungen und die Wirkungen technischer Maßnahmen in Hinblick auf den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen abzuschätzen. Entsprechend dem Verursacherprinzip wird beim Bottom-Up Ansatz der Energieverbrauch auf der Mikroebene den nachfolgenden Objekte zugeordnet und dann über alle Objekte aufsummiert:

- private Personen und Haushalte: Energie für Wohnen, privaten Konsum, privater Verkehr.
- öffentliche Einrichtungen: Energie für Gebäude und Betrieb der Einrichtungen.
- öffentliche Dienstleistungen: Energie für Straßenbeleuchtung, Wasserversorgung, Müllentsorgung.
- Gewerbe/Handel/Industrie: Energie für Gebäude, Produktion, Personenwirtschaftsverkehr, Güterwirtschaftsverkehr.

Identifizierung von Optimierungspotenzialen

Die Anwendung des Bilanz- und Strategiemodells ermöglicht es, verschiedene Szenarien für eine zukünftige Entwicklung der Stadt Stuttgart durchzuspielen, so dass relevante Handlungsfelder und effiziente Maßnahmen identifiziert und priorisiert werden können. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Optimierungspotenziale in Städten in den Bereichen Wohnen, Verkehr, Versorgung und Entsorgung zu quantifizieren und Maßnahmen zur Nutzung der Potenziale im Hinblick auf ihre Wirksamkeit, Finanzierbarkeit und Durchsetzbarkeit zu bewerten.

Unter Verwendung von Erfahrungen der Stadt Stuttgart im Energie- und Verkehrsbereich (cities for mobility, kommunales Energiemanagement, Begleitung von privaten Neubauvorhaben, Energieberatung von Bauherren, Energie- und Klimaschutzkonzept) und partiellen Kennwerten aus Referenzobjekten, wie z. B. der EU Concerto Initiative oder den Demonstrationsprojekten des BMWi Förderschwerpunkts EnEff-Stadt sowie des BMVBS Förderschwerpunkts „Nachhaltige Stadtentwicklung“ sollen mit dem entwickelten Modell Potenziale zur Energieoptimierung abgeschätzt werden. Darüber hinaus erlaubt ein systematisch angelegter Screeningprozess die erschließbaren Potenziale einzelner Sektoren besser einzugrenzen.

Road Map Energie bis 2050

Mit den erarbeiteten wirtschaftlich erschließbaren Optimierungspotenzialen kann eine langfristige dynamische Energie Road Map unter Annahme verschiedener Entwicklungsstrategien erarbeitet werden. Das bereitgestellte Werkzeug erlaubt es, sich verändernde Prozesse kontinuierlich in die Entscheidungsfindungsprozesse der städtischen Organe einzubinden und an die Evaluierungsergebnisse anzupassen. Als quantifizierbare Zielwerte werden Energiebedarf und die CO₂-Emissionen als Hauptindikatoren geführt. Das langfristige Ziel der Energie Road Map ist es, den Energiebedarf der Stadt an das lokale Energieangebot anzupassen und so die Importabhängigkeit des Rohstoffs Energie zu senken.

Umsetzung von Maßnahmen im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen

Aus den Erfahrungen bisheriger Demonstrationsprojekte auf europäischer und nationaler Ebenen hat sich gezeigt, dass die Vorbildwirkung der öffentlichen Hand entscheidend ist für die Akzeptanz von Maßnahmen im privaten Bereich. Daher gilt es kurzfristig signifikante Effizienzverbesserungen im Bereich der öffentlichen Einrichtungen zu realisieren und zu kommunizieren. Hierbei kann nicht nur auf Erfahrungen des bestehenden Energiemanagements zurückgegriffen werden, sondern vor allem auf ein bereits entwickeltes Maßnahmenpaket für die kommenden Jahre. Parallel sind die Dienstleistungen im privaten und öffentlichen Bereich auszubauen und die in der Road Map identifizierten Maßnahmen umzusetzen. Hier gilt es besonders neue innovative Ansätze zu erproben und zu neuen Geschäftsfeldern weiter zu entwickeln.

Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens von Privatpersonen

Um das energieeffiziente Verhalten von Privatpersonen zu fördern, wird ein spezielles Analyse- und Optimierungsprogramm für private Haushalte entwickelt. Ähnlich dem Energiepass für Gebäude wird ein Instrument erstellt, das den Energieverbrauch im Haushalt (Heizung, elektrische Geräte, Fahrzeuge) und aller Aktivitäten der Haushaltsmitglieder (Verkehrverhalten, Konsumverhalten) dokumentiert. Mit Hilfe eines Energie-Benchmarking werden die Haushaltsmitglieder über die Qualität ihre technischen Geräte und über ihr energierelevantes Verhalten informiert. Darauf aufbauend wird für jeden Haushalt ein individuelles Optimierungsprogramm erstellt.

Evaluierung der Maßnahmen und Erfolgskontrolle

Alle energierelevanten Maßnahmen im Gebiet der Stadt Stuttgart werden mit Hilfe des Bilanz- und Strategiemodells erfasst und bewertet. Das Bilanz- und Strategiemodell soll ein kontinuierliches Controlling der Energieströme in der Stadt Stuttgart ermöglichen und die Wirksamkeit der gewählten Maßnahmen dokumentieren. Die Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen soll sowohl im mikroskopischen als auch im makroskopischen Bereich erfolgen. Hierzu werden die ausgewählten öffentlichen Liegenschaften und die noch zu definierenden Bereiche wie z.B. eine Stichprobe von Privathaushalten eines längerfristigen Energiemonitorings unterzogen. Darüber hinaus wird über die Entwicklung des leitungsgebundenen Gesamtenergieverbrauchs auf der Kommunengemarkung regelmäßig durch den Energieversorger berichtet.

1.3 Übertragbarkeit und Anwendungspotenzial

Die Ergebnisse des Projekts sind in die bereits existierenden Ansätze der Stadt im Umweltschutz zu integrieren. Hierzu zählt ein im Jahr 2007 entwickeltes 10-Punkteprogramm des Oberbürgermeisters, in welchem die Aufgabenfelder der Klimaschutz- und Energiepolitik zusammengefasst sind.

Die im Projekt SEE entwickelten Erkenntnisse sollen in einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit mit möglichst vielen Beteiligten in Stuttgart diskutiert und weiter vorangetrieben werden. Nur so lassen sich Bewusstseinsveränderungen bei den Einwohnern in Stuttgart aber auch bei den Entscheidungsträgern in der Politik, in der Industrie, in der Wirtschaft, in der Energieversorgung oder wo auch immer erreichen. Darüber hinaus müssen von Seiten der Stadt in ihrem Einflussbereich Entscheidungen herbeigeführt werden, die den Wandel zur nachhaltigen Energieversorgung unterstützen und sicherstellen.

Darüber hinaus ist die Stadt in verschiedenen nationalen (Deutscher Städtetag) und internationalen Netzwerken (Rat der Gemeinden und Regionen in Europa, Energie Cités, Klimabündnis) vertreten, die eine Verbreitung der Ergebnisse sicherstellen.

1.4 Projektkonsortium

Das Projektkonsortium umfasst als Projektpartner die Landeshauptstadt Stuttgart, die EnBW AG, das Fraunhofer-Institut für Bauphysik und die Universität Stuttgart. Das Projektkonsortium wird um Kooperationspartner ergänzt, die das Projekt z.B. durch die Bereitstellung von Daten unterstützen.

- Die Landeshauptstadt Stuttgart (LHS) fungiert als Projektkoordinator. Die Stadt übernimmt die Moderatorenrolle und bringt wissenschaftliche Einrichtungen und die notwendigen Akteure in Stuttgart zusammen. Sie übernimmt die Aufgabe, Entscheidungsträger einzubinden, die notwendigen Maßnahmen weiterzuverfolgen und deren Umsetzung langfristig sicher zustellen.
- Die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) bringt Ihre Erfahrung als Betreiber von Energieversorgungsanlagen und Verteilnetzen in das Vorhaben ein. Dies beinhaltet auch die Expertise aus Praxistests regenerativer Versorgungsanlagen.
- Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) ist maßgeblich für die makroskopische Modellbildung des Energieverbrauchs im Gebäudebereich und sich daraus ableitenden Verbesserungspotenzialen, für die

mikroskopische Modellvertiefung und die Erarbeitung von Umsetzungsstrategien für den Sektor öffentliche Einrichtungen und Dienstleistungen und für die Entwicklung der Road Map zuständig

- Die Universität Stuttgart (UniS) ist an der Modellentwicklung und der Identifizierung von Optimierungspotenzialen beteiligt. Im Rahmen des makroskopischen Bilanzmodells übernimmt sie den Bereich Verkehr und Entsorgung. Beim mikroskopischen Bilanz- und Strategiemodell liegt der Schwerpunkt auf dem Bereich der privaten Haushalte. Sie betreut und analysiert außerdem die Maßnahmenumsetzung. Am Projekt sind folgende Institute beteiligt, die in der zweiten Projektphase bei Bedarf um weitere Institute erweitert werden:
 - Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung
 - Institut für Straßen- und Verkehrswesen
 - Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen
 - Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
 - Institut für Sozialwissenschaften.

Als Kooperationspartner werden in der Phase 1 eingebunden:

- | | |
|---|--|
| • ADAC Württemberg e. V. | • Industrie: Bosch, Daimler AG, IBM |
| • Architektenkammer Baden-Württemberg | • Kirchen |
| • Banken | • Mieterverein Stuttgart |
| • Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt | • Stuttgarter Haus- und Grundbesitzerverein e.V. |
| • Einzelhandelsverband Baden-Württemberg | • Stuttgarter Straßenbahn AG |
| • Energieberatungszentrum Stuttgart | • Südwestverband Brennstoff-/Mineralölhandel |
| • Flughafen Stuttgart | • Wohnbauunternehmen: SWSG, GWG, SWI |
| • Handwerkskammer Region Stuttgart | • Verkehrsclub Deutschland Kreisverband |
| • Industrie- und Handelskammer | • Verkehrswacht Stuttgart e. V. |

2 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1.1 Gebäude

Der Energiebedarf im Neubausektor ist, bedingt durch die kontinuierliche Weiterentwicklung von Baustoffen und –systemen, seit Jahrzehnten stark rückläufig. Niedrigenergiehäuser haben sich zum Standard entwickelt; Passivhäuser und 3-Liter-Häuser werden als Highend-Lösungen am Markt zu vertretbaren Kosten angeboten und erste Plusenergiehäuser werden zu Marktlösungen fortentwickelt. Auch im Bereich der Sanierung sind die energetischen Niveaus der Neubauten häufig die Zielmarken, die es dank hochwertiger Bausysteme zu erreichen gilt.

In der Entwicklung befinden sich im besonderen Maße versorgungssystemintegrierte Baukomponenten, Superdämmungssysteme, Bauteilanschlussysteme und multifunktionale und dynamisierbare Fassadenkomponenten, sowie kostenoptimierte Komponentenentwicklungen. Daneben sind visualisierende Verbrauchsanzeigen und nutzerunterstützende Steuerungssysteme besonders im Nichtwohnungsbau Gegenstand der umsetzungsnahen Forschung und Entwicklung.

Forschungsbegleitende Hypothese

Die größten Optimierungspotenziale im Gebäudebereich schlummern im Wärmebereich der selbstgenutzten Ein- und Zweifamilienhäuser aus den 50er bis 80er Jahren, gefolgt von den Gebäudebeständen der Wohnungsbaugesellschaften aus dem gleichen Zeitraum¹. Darüber hinaus sind im privaten und öffentlichen Dienstleistungssektor sowohl Raumwärme- als auch Stromeinsparpotenziale von über 50% schon heute bei Sanierungen wirtschaftlich erschließbar. Neue Dienstleistungsstrukturen und Finanzierungsmodelle müssen die technischen Entwicklungen unterstützen um zu einer raschen Marktumsetzung zu gelangen.

2.1.2 Verkehr

Zwischen 1991 und 2005 ist es in Deutschland gelungen die Effizienz der Verkehrsmittel so zu verbessern, dass heute über alle Verkehrsmittel pro Liter Kraftstoff 68% mehr Verkehrsleistung erbracht werden. Trotzdem hat der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in diesem Zeitraum um rund 8% zugenommen. Der Anteil des Verkehrssektors am gesamten Energieverbrauch ist damit in Deutschland von 26% auf 29% gestiegen. Die Zunahme der Verkehrsleistung im privaten Personenverkehr hat bei einer stagnierenden Bevöl-

¹ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (2007). CO₂ Gebäudereport 2007, Eigenverlag.

kerungszahl zwei wesentliche Ursachen. Zum einen hat sich die Altersstruktur, so verändert, dass das Verkehrsaufkommen gestiegen ist, da Kinder im Mittel weniger Wege als Erwachsene durchführen. Zum anderen haben sich die Fahrtweiten erhöht. Menschen können oder müssen weiter entfernte Ziele wählen. Weil die Fahrtweite zunimmt, entfallen immer mehr Fahrten auf den Pkw, der für größere Entfernungen und sub-urbane Siedlungsstrukturen das beste Verkehrsmittel darstellt.

Über die energie- und emissionsrelevanten Wirkungspotenziale einzelner Maßnahmen im Verkehrssektor (fahrzeugtechnische Maßnahmen, Koordinierung von Lichtsignalanlagen, Straßenbenutzungsgebühren, Parkgebühren, Durchfahrtsverbote, Verbesserung der Verkehrsleittechnik) und die Wirkungen allgemeiner Energiepreiserhöhungen auf das Verkehrsverhalten liegen wenig quantitativ abgesicherte Erkenntnisse vor. Es ist nicht bekannt, in welchem Umfang private Haushalte Fahrten mit motorisierten Verkehrsmitteln durch eine andere Organisation ihrer Aktivitäten, durch eine veränderte Ziel- oder Verkehrsmittelwahl substituieren können, bei steigenden Energiepreisen sogar substituieren müssen.

Die Kenngrößen für eine Bilanzierung des Energieverbrauchs und der Emissionen im Verkehr können aus nationalen Statistiken² in Kombination mit Verkehrsmodellen abgeleitet werden. Als Inputdaten für ein mikroskopisches Strategiemodell stehen Befragungen zum Mobilitätsverhalten³ von Haushalten und Verkehrsmodele zur Verfügung.

Forschungsbegleitende Hypothese

Die größten Optimierungspotenziale im städtischen Verkehr liegen im privaten Personenverkehr, gefolgt vom städtischen Wirtschaftsverkehr und im Verkehr der ÖV-Fahrzeuge. Um das Potenzial im privaten Personenverkehr zu nutzen, müssen in erster Linie die Aktivitätenketten der Menschen so beeinflusst werden, dass die Fahrtweite reduziert und die Nutzung energieeffizienter Verkehrsmittel möglich wird. Das erfordert langfristig eine angepasste Stadtstruktur, die kurze Wege ermöglicht. Kurzfristig müssen den Haushalten neue Möglichkeiten zur Verfügung gestellt werden, ihr Mobilitätsverhalten zu analysieren und zu optimieren. Dabei sind die Zeitbudgets, die Finanzbudgets und spezifische Randbedingungen jedes Haushalts zu berücksichtigen.

2.1.3 Ver- und Entsorgung

Die Energieversorgungsstruktur wird sich langfristig signifikant von der heutigen Prägung unterscheiden. Im Bereich der Energieversorgung nimmt die Vielfalt der Versorgungssysteme dabei eher zu als ab. Ein Trend geht zu umgebungstemperaturnahen Systemtemperaturen (Niedrigexergiesystemen - LowEx), um die Verluste zu minimieren und den Einsatz regenerativer Energien zu erhöhen. Darüber hinaus sind Systeme zur kombinierten Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom auf Basis nicht fossiler Brennstoffe, begünstigt durch die europäischen und nationalen politischen Rahmenbedingungen stark im Markttrend. Konkurrierend dazu steht der politisch geförderte Ausbau der Nah- und Fernwärmesysteme. Hier wirkt sich insbesondere der häufig verordnete Anschlusszwang innovationshemmend aus.

In der Entwicklung befinden sich Kleinst-Blockheizkraftwerke auf Basis biogener Brennstoffe, die es erlauben einen wärmegeführten Betrieb zu realisieren und so die kostenintensive Anbindung an Wärmenetze zu vermeiden. Um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen, werden diese häufig mit Speichersystemen kombiniert. Darüber hinaus sind solare Kühlungssysteme und (bio)-gasbetriebene geothermische Wärmepumpensysteme bis hin zu Hybridgeneratoren ebenso Gegenstand der anwendungsnahen Forschung und Entwicklung wie auch effizienzsteigernde Maßnahmen im Kraftwerksbereich. Bei der Erschließung von natürlichen Energiequellen spielen Wärme/Kälte aus Abwasser, unterirdischen Bauwerken, Abfall oder Klärschlamm durch Vergärung und/oder Verbrennung eine zunehmende Bedeutung.

In Deutschland werden über 50% der häuslichen Abfälle einer Verwertung zugeführt. Neue Ansätze zur Energieoptimierung befassen sich somit sowohl mit Konzeptionen und Technologien zur Reduzierung des Energieverbrauchs als auch mit Technologien zur Steigerung der Wärmenutzung und Stromproduktion aus Reststoffen. Trotzdem ist die Ressourceneffizienz noch deutlich zu steigern (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2008). Darüber hinaus ist ein deutliches Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz von Entsorgungsanlagen, besonders bei biologischen und thermischen Abfallbehandlungsanlagen zu konstatieren. Bis zu 10% des bundesdeutschen Erdgasverbrauches kann durch Biogaserzeugung abgedeckt werden (Wuppertal-Institut 2008). Einen besonderen Stellenwert nehmen auch Energiemanagementsysteme sowohl

² z.B. BmVBS (2006). Verkehr in Zahlen 2006/2007, Deutscher Verkehrsverlag.

³ z.B. MOBILITÄT IN DEUTSCHLAND (MiD) (<http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/>)

im dezentralen als auch im regionalen Versorgungsbereich ein⁴.

Forschungsbegleitende Hypothese

Der gleichzeitige Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, verbunden mit einem Ausbau der Nah-/Fernwärme, der Nutzung von Abwärme aus Industrie oder Abwasser, der konsequenten Umsetzung des baden-württembergischen erneuerbaren Wärmegesetzes bei Heizungssanierungen verbunden mit einem Boom für thermische Solaranlagen und die in Stuttgart konsequent verfolgte erhöhte Verschärfung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung können sich entsprechend den Anwendungen ergänzen und zu einem gesamtwirtschaftlichen Optimum führen.

2.1.4 Entscheidungsprozesse und Verhalten von Privatpersonen

Art und Umfang der Ressourcennutzung ergibt sich aus der Summe aller menschlichen Aktivitäten. Menschliche Aktivitäten werden dabei maßgebend von Bedürfnissen geleitet. Nach Abraham Maslow reichen die menschlichen Bedürfnisse von primären physiologischen Grundbedürfnissen (Essen, Trinken, Schlafen, Kleidung) über Sicherheitsbedürfnisse (geordnete Strukturen, Stabilität, Schutz), Zugehörigkeitsbedürfnisse (Kontakte, soziale Beziehungen, Gemeinschaft), Geltungsbedürfnisse bis hin zum Bedürfnis nach Selbstverwirklichung. Definiert man ein Bedürfnis als das Verlangen einen tatsächlichen oder empfundenen Mangel zu beseitigen, dann führen Bedürfnisse zu konkreten Verhalten, d.h. zu Aktivitäten, die den aktuellen Zustand verändern. In vielen Fällen wird menschliches Verhalten dabei nicht nur von Bedürfnissen und den sie leitenden Werten bestimmt, sondern auch von den Gegebenheiten der sozialen und natürlichen Umwelt. In Abhängigkeit der Gegebenheiten bietet sich dem Menschen als Akteur nicht nur eine Handlungsoption zur Befriedigung seiner Bedürfnisse, sondern eine Menge von Optionen. Diese verfügbaren Handlungsoptionen ergeben sich insbesondere aus den natürlichen Gegebenheiten (Klima, Geografie, Raumstruktur), dem gesellschaftlichen Umfeld (politische Entscheidungsprozesse, soziale Kontakte), den technischen Möglichkeiten (Verfügbarkeit und Anwendbarkeit einer Technik), den Eigenschaften der handelnden Person (Werthaltungen, Erfahrungen, Einstellungen, finanzielle Mittel etc.) und aus der Kenntnis der Handlungsoptionen (verfügbare Angebote).

Forschungsbegleitende Hypothese

Menschen wählen in einem mehr oder weniger bewussten Entscheidungsprozess aus den verfügbaren Handlungsoptionen aus. Will man den Ressourcenverbrauch in privaten Haushalten effizienter gestalten, dann muss man zum einen durch entsprechende Gestaltung von Rahmenbedingungen die Potenziale zur Steigerung der Effizienz anbieten und zum anderen den Menschen das Wissen bezüglich der Gestaltungsmöglichkeiten von Handlungen zukommen lassen. Insbesondere das Alltagshandeln zeigt ein hohes Potenzial zur Energieeinsparung auf. Hier gilt es anzusetzen und das Potenzial der Energieeinsparung im Alltag mit geeigneten Rahmenbedingungen sowie technischen Innovationspotenzialen zu kombinieren.

2.1.5 Bilanz- und Strategiemodelle

Der Einsatz von Modellen hat in der energiewirtschaftlichen, umwelt- und raumwissenschaftlichen Forschung lange Tradition. Anwendungsbeispiele sind

- die Bilanzierung und Prognose des Energiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland und regionaler sowie kommunaler leitungsgebundener Versorgungsgebiete (z.B. IKARUS, Markal, Times),
- urbane Landnutzungsmodelle zur Schätzung der Verkehrsentsstehung und -verflechtung (z.B. POLIS, RURBAN oder TRANUS),⁵
- Gebäude- und Stoffstrommodelle zur Simulation von energetischen und stofflichen Aufwendungen des Wohnens (z.B. BASIS II).⁶

Nach einer langen Phase der Abwendung von Modellen als Grundlage für politisches und planerisches Handeln lässt sich in der jüngeren Vergangenheit eine „Renaissance“ der Modellierung ausmachen, deren Hintergründe u.a. in der verbesserten Theoriebildung und leistungsfähigeren Rechentechnik liegen.

4 Erhorn, H. und Hauser, G.: Rahmenbedingungen für effizienten Klimaschutz im Gebäudebereich. Teilstudie 2: Energieversorgungsstrukturen im Gebäudesektor in Deutschland (2008).

5 Vgl. Wegener, M. (1994): Operational urban models. State of the art. In: Journal of the American Planning Association, Vol. 60, No. 1, pp. 17-32.

6 Buchert, M. et al. (2004): Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland. Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“. UBA-Texte 01/04. Berlin.

Die bislang in Forschung und Praxis eingesetzten Modelle zeigen zum Teil extreme Unterschiede in ihrer grundsätzlichen Orientierung (mit deskriptivem, explikativem oder präskriptivem Anspruch), ihrem theoretischen Bezug (mit wirtschafts-, sozial-, ingenieur- oder umweltwissenschaftlichem Hintergrund), ihren Grad der thematischen Integration (sektorale vs. integrierte Modellierung), ihren Konstruktionsprinzipien (z.B. statische vs. dynamische Modellierung, Makro- vs. Mikromodellierung, Grad der hierarchischen Strukturierung), ihrer räumlichen Maßstäblichkeit und den Datenanforderungen. Da das Projekt SEE beabsichtigt, bestehende sektorale Modelle mit Bezug zu der hier aufgeworfenen Themenstellung in einer übergeordneten Modellarchitektur zu integrieren, müssen sachliche und räumliche Schnittstellen zwischen verschiedenen Teilmodellen entwickelt werden.

Forschungsbegleitende Hypothese

Die Schätzung der zukünftigen Ressourcennutzung und Energiekonsums und ihrer Wirkungen sowie der Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen zur Ressourceneinsparung lässt sich mit Modellierungstechniken in geeigneter Weise unterstützen. Als zielführend wird dabei die Kombination einer Makro- und Mikromodellierung angesehen, die bereits existierende sektorale Modelle in einer übergeordneten Modellarchitektur zusammenführt.

2.2 Arbeiten der Antragsteller

2.2.1 Landeshauptstadt Stuttgart (LHS)

Als zentrales Element der Klima- und Energiepolitik der Stadt Stuttgart wurde 2007 ein 10-Punkte-Programm entwickelt. In diesem Programm spielen neben nachhaltiger Stadtentwicklung, Boden- und Gewässerschutz, die Bereiche Energie sparen und Energieeffizienz sowie umweltfreundliche Verkehrsentwicklung die zentrale Rolle. Im direkten Einflussbereich der Kommune liegen die stadt eigenen Liegenschaften. Das seit 30 Jahren bestehende Energiemanagement hat den Energieverbrauch der städtischen Gebäude signifikant reduziert. Für den Betrieb und die Planung im Energiebereich wurden energetische Leitlinien entwickelt. Ein stadinternes Contractingmodell hilft Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz umzusetzen. Der Anteil an erneuerbaren Energien zur Versorgung der Gebäude wurde kontinuierlich gesteigert.

Ein besonderer Fokus lag in den vergangenen Jahren auch auf dem Bereich Energieforschung. Die Stadt hat eine Reihe von Forschungsvorhaben initiiert und durchgeführt mit dem Ziel, neue und innovative Technologien anzuwenden und ihre Praxistauglichkeit zu erproben. Mit diesen Projekten war es möglich, den Energieverbrauch bestehender Gebäude deutlich zu reduzieren. Die so sanierten Pilotprojekte dienen einerseits als Demonstrationsobjekt für Planer, Gebäudenutzer und Bauherren. Darüber hinaus werden die aus den Projekten gewonnenen Erkenntnisse auf andere Vorhaben übertragen und die stad internen Anforderungen im Energiebereich entsprechend fortgeschrieben. Im Einzelnen wurden folgende Vorhaben durchgeführt:

- Reduktion des Wärmeverbrauchs in einer Schule um 75 % (BMBF)
- Senkung des Primärenergieverbrauchs in einem Altenpflegeheim um 70 % (BMW i)
- Reduktion des Primärenergieverbrauchs in einem Pflegeheim um 75 % und Einsatz regenerativer Energien (20%) (EU-Projekt)
- Einsatz und Betrieb einer Brennstoffzelle in einem Klärwerk (BMW i)
- Entwicklung von Lösungen der Energiefragen für die „Megacities von Morgen“ (BMBF)
- Städtebauliche Entwicklung „Wohnen am Veielbrunnen- LowEnergy als Standortfaktor“ (BBR)
- Best Practice Implementation of Solar Thermal Obligations (EU-Projekt)
- Anpassung an den Klimawandel (EU-Projekt)
- In Planung: Sanierung einer Schule zur PLUS-Energieschule (BMW i)

Neben den kommunalen Liegenschaften werden bei Neubauvorhaben innerhalb des gesamten Stadtgebiets erhöhte Anforderungen beim baulichen Wärmeschutz gestellt. Diese Anforderungen wurden in städtebaulichen Verträgen und Kaufverträgen mit privaten Bauherren vertraglich fixiert. Über ein städtisches Energiesparprogramm, über Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion finanziell gefördert. Im Zeitraum von 1998 bis 2006 wurden über 12 Mio. Euro an Zuschüssen bewilligt. Dies hat überwiegend im örtlichen Handwerk Gesamtinvestitionen von knapp 90 Mio. Euro ausgelöst. Im Rahmen einer kostenlosen Energieberatung werden Bauherren auch im Nichtwohnungsbau über energiesparende und energieeffiziente Bauweisen informiert. Dies betrifft insbesondere das Baugebiet von Stuttgart 21, eine der größten städtebaulichen Entwicklungen in Deutschland.

Der öffentliche Nahverkehr in Stuttgart und in der Region wird konsequent, qualitativ, wie quantitativ ausgebaut. Dadurch steigen jährlich die Fahrgastzahlen, obwohl die Zahl der Pkws ebenfalls stetig zunimmt. Im Rahmen der Stadtentwicklungsplanungen werden Verkehrskonzepte entwickelt, die auf Effizienzsteigerung und Verkehrseinsparung abzielen. Private Bauherren im Wohnungsbaubereich werden über das 1999 gegründete Energieberatungszentrum Stuttgart e.V. neutral und kostengünstig informiert. Zum Leistungsspektrum gehören Informationsveranstaltungen, Energiediagnosen und der so genannte Stuttgarter Standard, der von der Erstberatung bis zur Kontrolle der Bauausführung sämtliche Phasen einer Sanierung umfasst.

In der Mobilitätsberatung wird ein Beratungsservice für alle Verkehrsarten, umweltfreundliche Verkehrsmittel und entsprechenden Entwicklungsplänen angeboten. Im ECOfit-Programm für Betriebe werden Firmen und Einrichtungen in Stuttgart gezielt auf Einsparmöglichkeiten im Energiebereich, aber auch im Bereich Wasser und Abfall aufmerksam gemacht. Die Umweltberatung der Stadt Stuttgart informiert die Bevölkerung über Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zu allgemeinen Fragen im Umweltschutz. Durch eine Vielzahl von Aktionen in Schulen, mit Umweltverbänden, der Volkshochschule und den Berichten des Amtes werden zusätzlich die Bürger in Stuttgart auf Maßnahmen hingewiesen. Darüber hinaus ist Stuttgart in verschiedenen Netzwerken (Arbeitskreis Energieeinsparung des Deutschen Städtetags, Klimabündnis, Rat der Gemeinden und Regionen in Europa, Energie Cités) vertreten. Auch die bereits in der Vergangenheit durchgeführten Forschungsvorhaben zeigen, dass sich die Stadt bereits intensiv mit innovativen Ansätzen und Technologien auseinandergesetzt hat und dass sie sich bei den Demonstrationsvorhaben mit den Gedanken der Umsetzung der notwendigen Schritte und der damit verbundenen Verbreitung der Maßnahmen intensiv beschäftigt hat.

Mit einem auf die kommenden Jahre angelegten Klima-, Energie- und Ressourcenspar-Programm mit dem Namen Triple Zero sollen Gebäude entwickelt werden, die keinen Energieverbrauch haben, die keine Emissionen erzeugen und die möglichst keine natürlichen Ressourcen (Materialien oder Flächen) verbrauchen.

2.2.2 Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)

Die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) ist als Energieversorgungsunternehmen in allen Stufen der Erzeugung und Verteilung von Energie tätig und verfügt über umfangreiche Erfahrungen im Betrieb von Kraftwerken und Netzen. Sie beschäftigt sich mit zahlreichen Projekten zur Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Energieerzeugung in konventionellen Kraftwerken. Die Bestrebungen zum CO₂-freien Kraftwerk werden tatkräftig unterstützt.

Alle neuen Entwicklungen zur alternativen Energieerzeugung werden aufmerksam begleitet und in Vorseerien-Anlagen getestet (z. B. Brennstoffzellen). Die EnBW investiert in die CO₂-freie Energieerzeugung (Wasserkraft, Windenergie, tiefe Geothermie). Im Bereich der Gasversorgung unterstützt sie die Biogas-Einspeisung in die Erdgasnetze.

Für die Entwicklung neuer Siedlungsgebiete erstellt die EnBW Energiekonzepte in Zusammenarbeit mit der Kommune und dem Bauträger. Durch den Einsatz moderner Konzepte und Rechenverfahren (EnBW EnyCity) werden optimale Lösungen erarbeitet. Industrie, Gewerbe und Privatkunden werden bei Schritten zur Steigerung der Energieeffizienz und damit zur Reduzierung des Energieverbrauchs unterstützt. Der Einsatz intelligenter Zähler (Smart Metering) bietet insbesondere Haushalten die Möglichkeit den Energieverbrauch zu minimieren. Die EnBW arbeitet an der Erstellung von Prototypen für intelligente Netze (Smart Grid). Lokale Erzeugung und Verbrauch werden eng abgestimmt, um ein energetisch und wirtschaftlich optimiertes Gesamtsystem zu erhalten.

Zur Wärmeversorgung betreibt die EnBW ein ausgeprägtes Fernwärmenetz, durch den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung (mit großteils Abfall als Energieträger) wird mit hohem Gesamtwirkungsgrad Strom und Wärme erzeugt. Lokal bei den Verbrauchern entstehen keinerlei Emissionen.

2.2.3 Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik ist das im gebäudespezifischen Energieeffizienzbereich europaweit führende, anwendungsorientierte Forschungsinstitut mit den Schwerpunkten: Planung, Betreuung und Beurteilung von Niedrigenergie-, Niedrigentropie-, Null- und Plusenergie-Häusern und -Siedlungen; Erarbeitung von energetischen Sanierungskonzepten für den Gebäudebestand und deren Umsetzung in baupraktische Lösungen; Entwicklung und Untersuchung von Fassadensystemen und Heizungs-, Lüftungs-, Solar-, Hybrid-, Speicher-, Niedrigentropie- (lowEx) und Energieversorgungssystemen für den praktischen Gebäudeeinsatz; Erstellung und Entwicklung von Gesamtenergiebilanzen (inkl. Ökobilanzanteil) von Gebäuden und Wärmeversorgungssystemen; Analyse und Bewertung von Energiepotenzialen im Neubau und im Gebäudebe-

stand; Berechnung und Messung von Luftströmungen in Räumen und großen Hallen (Atrien); Beurteilung des sommerlichen Temperaturverhaltens von Gebäuden; Berechnung und Messung der Beleuchtung und Tageslichtversorgung in Gebäuden; Entwicklung und Pflege von computergestützten Planungsinstrumenten und Informationssystemen; <http://www.ibp.fraunhofer.de/wt/info.html> Koordination integraler nationaler und internationaler Demonstrations- und Normungsvorhaben sowie Richtlinienkomitees, Konzeption und Koordination von nationalen und internationalen Studien und Transferprojekten der Internationalen Energie Agentur -IEA-, der Europäischen Union, von Bund, Ländern und Kommunen sowie der Industrie, Entwicklung und Umsetzung von Demonstrationszentren, Ausstellungen, Informationsveranstaltungen und –broschüren, Weiterbildungs- und Wissenstransfer Seminare, Veranstaltungen, Programme, Evaluation von Forschungs-, Förder- und Transferprogrammen öffentlicher und privater Projektträger.

Hinsichtlich des Projekts besonders hervorzuheben sind:

- über 200 richtungsweisende Demonstrationsprojekte mit Förderung von BMWi und EU
- die originäre Mitarbeit bei der Ikarus Datenmodellentwicklung
- die Koordination der Bewertungsmethoden zur Energieeffizienz von Gebäuden und Siedlungen
- die stetige Fortentwicklung von marktgängigen Gebäudesystemen zu Plusenergiehauskonzepten

2.2.4 Universität Stuttgart (UniS)

Die Institute der Universität Stuttgart verfügen über umfassendes Know-How und große Erfahrung im Gebiet der Modellierung und Optimierung komplexer System. Bezogen auf das Thema energieeffiziente Stadt wurden an der Universität Stuttgart u.a. folgende Arbeiten durchgeführt:

- Die Institute für Straßen- und Verkehrswesen sowie Eisenbahn- und Verkehrswesen verfügen über umfassende Erfahrungen in der Verkehrsmodellierung über alle Verkehrsträger. Sie betreuen das Verkehrsmodell der Region Stuttgart und können so differenzierte Aussagen zur heutigen und zukünftigen Verkehrsnachfrage, Verkehrsleistung und zum verkehrsbezogenen Energieverbrauch machen.
- Das Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung verfügt über umfassende Kompetenzen mit demographischen Prognosen, Szenarien der Raum- und Siedlungsentwicklung sowie der Modellierung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen räumlicher Prozesse.
- Das Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft befasst sich seit Jahren mit energetischen Aspekten bei der Abwasser- und Abfallentsorgung. Dazu gehören die biologische Wasserstoffproduktion, das Potenzial und der Einsatz von Brennstoffzellen auf Kläranlagen, der Einsatz von Co-Substraten bei der Vergärung, sowie Energieanalysen.
- Das Institut für Sozialwissenschaften befasst sich u.a. mit der systemischen Analyse von Voraussetzungen und Folgen nachhaltiger Technikentwicklung im Zusammenspiel mit politischen, wirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Elementen. Beispielprojekte, die sich mit nachhaltiger Technikentwicklung im Energiesektor befassen, sind das vom BMBF geförderte Projekte „Energie nachhaltige konsumieren – nachhaltige Energie konsumieren“ sowie das von der EU geförderte Projekt „New Energy Externalities Development for Sustainability“.

Weitere Institute der Universität Stuttgart (z.B. Institut für Gebäudeenergetik, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendungen, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik) werden in der ersten Projektphase in einer projektbegleitenden Arbeitsgruppe eingebunden, so dass ihre Anregungen für die Gestaltung der zweiten Projektphase berücksichtigt werden können.

3 Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans

Der folgende Arbeitsplan umfasst 7 Arbeitspakete, die in der ersten Projektphase (Erarbeitung von Umsetzungskonzepten) und in der zweiten Projektphase (Umsetzungsprojekte) bearbeitet werden. Bestandteile der ersten Projektphasen sind

- das Arbeitspaket AP1 Modellspezifikation und Erarbeitung von Umsetzungskonzepten,
- das Arbeitspaket AP2 Entwicklung eines makroskopischen Bilanz- und Strategiemodells und

- ein Pretest zu den Arbeitspaketen AP 6.1 mit der Umsetzung konkreter Maßnahmen im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen und AP 6.2 von Maßnahmen zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens von Privatpersonen.

In der ersten Projektphase können sich im Rahmen der Modellspezifikation und der Erarbeitung von Umsetzungskonzepten Änderungen in den nachfolgenden Arbeitspaketen ergeben.

3.1 AP1: Modellspezifikation und Erarbeitung von Umsetzungskonzepten

3.1.1 AP1.1: Spezifikation der Datenerfassung und der Modellentwicklung

Für eine Bilanzierung der Energieflüsse und CO₂-Emissionen im Gebiet der Stadt Stuttgart bzw. im Einflussbereich der Stadt Stuttgart müssen die Grenzen des betrachteten Systems räumlich und objektbezogen festgelegt werden. Für die makroskopische Bilanzierung soll das System im Wesentlichen räumlich abgegrenzt werden. Bei der mikroskopischen Bilanzierung sollen Objekte (Gebäude, Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Dienstleistungen) analysiert und in ihrer Entwicklung prognostiziert werden. Dazu werden in diesem Arbeitspaket die Daten aus den verfügbaren Datenquellen (u.a. Energieversorger, Industriebetriebe, Gebäudedekataster, Verkehrsbetriebe, Daten aus vorhandenen Modellrechnungen) zusammengetragen, analysiert und in einem Sektor übergreifenden Datenmodell fusioniert.

Sowohl für das makroskopische als auch das mikroskopische Bilanz- und Strategiemodell werden in einer Spezifikation die Anforderungen, die zu untersuchenden Anwendungsfälle (Use Cases) und die erforderlichen Methoden definiert. Beide Modelle sollen nicht neu entwickelt, sondern aus vorhandenen sektoralen Modellen (Gebäudemodelle, Verkehrsmodelle, Modelle des privaten Konsums und der Stoffkreisläufe) abgeleitet werden. Das erfordert eine Abstimmung der Schnittstellen zwischen den Teilmodellen.

3.1.2 AP1.2: Erarbeitung von Umsetzungskonzepten

In diesem Arbeitspaket werden für die Sektoren Haushalt, Industrie, Verkehr und Gewerbe / Handel / Dienstleistung alle denkbaren Maßnahmen aufgelistet. Jede Maßnahme wird auf der Basis vorhandener Kenntnisse u.a. im Hinblick auf folgende Punkte bewertet:

- Wirksamkeit im Hinblick auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen,
- finanzieller Aufwand zur Implementierung der Maßnahme,
- Kosten-Nutzen-Analyse der Maßnahme unter Berücksichtigung steigender Energiepreise,
- Identifikation von Akteuren für die Umsetzung (EU, Bund, Land, Kommune, private Wirtschaft, private Haushalte),
- Umsetzungshemmnisse, soziale Verträglichkeit, Akzeptanz und Durchsetzbarkeit der Maßnahme,
- erwarteter Wirkungsgrad bzw. Befolungsgrad,
- erforderlicher Zeitraum für die Umsetzung und bis zur Wirksamkeit der Maßnahme,

Dazu wird ein Bewertungsschema erstellt. Zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit wird das makroskopische Bilanz- und Strategiemodell verwendet. Ergebnis ist eine Übersicht und ein Ranking aller Maßnahmen. Daraus wird ein konkretes Umsetzungskonzept für die zweite Projektphase erstellt.

3.2 AP2: Entwicklung eines makroskopischen Bilanz- und Strategiemodells

Das makroskopische Bilanzmodell Gesamtstadt basiert auf einer globalen Quellen- und Senkenanalyse. Es umfasst die Bereiche Wohngebäude, öffentliche und private Dienstleistungen, Gewerbe, Handel und Industrie sowie Verkehr. Das Bilanzmodell für den Gebäudebereich fußt im Wesentlichen auf den verfügbaren Informationsquellen zum sektoralen Energieumsatz, die vom örtlichen Energieversorgungsunternehmen EnBW für das SEE-Projekt bereitgestellt werden. Diese stellen die Baseline dar, an der sich gebäudetyp- und benchmarkbezogene Hochrechnungen orientieren lassen. Lediglich im Bereich der Industrie bedarf es noch umfangreicherer Analysen in Zusammenarbeit mit den örtlichen Repräsentanten, um ein einfaches kennwertbasiertes Benchmarksystem zu entwickeln. Ggf. wird über die Verwendung von Standard Wirtschaftskennwerten, z.B. BIP bezogene Energiekennzahlen, eine Abschätzung dieser Sparte erfolgen. Im Bereich Verkehr wird der Energieverbrauch für das Stadtgebiet Stuttgart im öffentlichen Verkehr aus den Daten der Stuttgarter Straßenbahn AG abgeleitet. Für den motorisierten Individualverkehr und den Güterverkehr erfolgt die Bilanzierung mit Daten aus dem Verkehrsmodell der Stadt Stuttgart.

3.3 AP3: Entwicklung eines mikroskopischen Bilanz- und Strategiemodells

Das mikroskopische Strategiemodell in SEE zielt darauf ab, vorgeschlagene Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs einer integrierten Wirkungsbetrachtung zu unterziehen. Die vom Fraunhofer IBP aktualisierte und angepasste IKARUS Datenbank bildet den Wohngebäudebestand Deutschlands energetisch zufrieden stellend ab. Diese Datenbasis wurde im Rahmen der Arbeiten zum CO₂ Gebäudereport des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung an den Bestand von 2005 angepasst, indem die Wohnflächen sowie die energetische Qualität der Gebäudehülle aufgrund der ermittelten Sanierungszyklen der einzelnen Gebäudehüllteile auf den Stand von 2005 gebracht wurden und die Heiztechnik an die Veränderungen der Beheizungsstruktur angepasst wurde. So entstand ein aktualisierter Datensatz von über 80 Typgebäuden mit bis zu je 9 Typheizungsanlagen, der über 600 Gebäudedatensätze enthält. Diesen Referenzgebäuden lassen sich repräsentative Wohnflächen zuordnen. Unter Verwendung der normativen Bewertungsverfahren zur Berechnung des Energiebedarfs von Wohngebäuden lässt sich hiermit der Nutz-, End- und Primärenergiebedarf, sowie die CO₂ Emission ermitteln. Im Bereich der öffentlichen Gebäude und des Dienstleistungssektors wird eine vergleichbare Vorgehensweise angewendet, die im Wesentlichen auf die Verbrauchswertanalyse des städtischen Energiecontrollings und des IEMB für die Erstellung der Energieausweise zurückgreift und diesen Kennwerten repräsentative Nutzflächen zuordnet. Abbildung 1 verdeutlicht die Grundkonstruktion des mikroskopischen Strategiemodells.

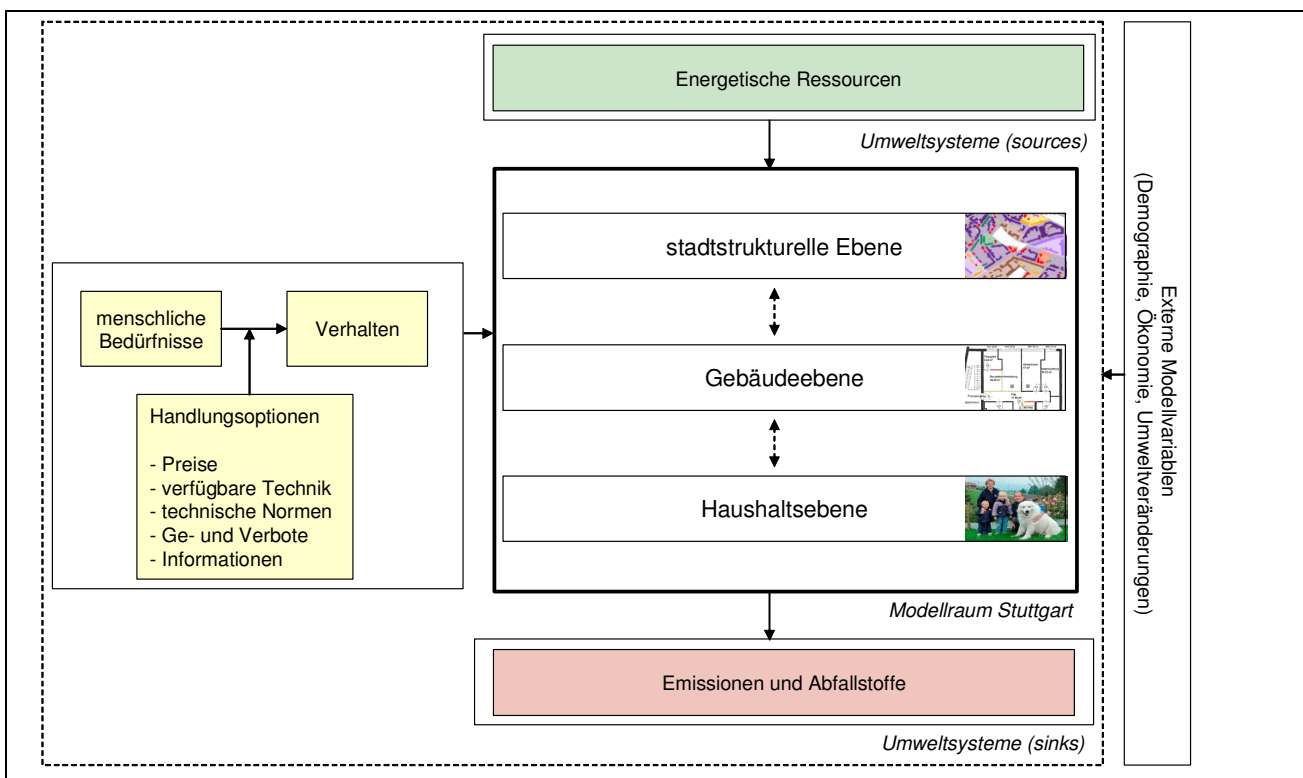


Abbildung 1: Mikroskopisches Mehrebenenmodell zur Bilanzierung und Prognose der Energieflüsse

Für die privaten Haushalte soll analysiert werden, welche verhaltensrelevanten Wirkungen bestimmte Maßnahmen haben könnten. Basierend auf empirisch gestützten Annahmen zu Verhaltens- und Reaktionswahrscheinlichkeiten werden energierelevante Aktivitätsmuster privater Haushalte und das maßnahmenspezifische Veränderungspotenzial modelliert.

Dazu wird für die Stadt Stuttgart ein räumliches Modell entwickelt, mit dem Determinanten energierelevanter Verhaltensweisen privater Haushalte systematisch abgebildet werden können. Die hier betrachteten Determinanten sind

- Haushalts- und Lebensstile, die zum Teil auch eine räumliche Dimension aufweisen,
- die Art und Ausstattung von (Wohn-) Gebäuden mit jeweils spezifischen energetischen und stofflichen Standards (Raumwärme- und Baustoffnachfrage) und
- die stadtstrukturelle Lage der Wohnstandorte (z.B. Nähe zu Versorgungs- und Bildungsinfrastrukturen, Verfügbarkeit von öffentlichen Verkehrsangeboten).

Es wird davon ausgegangen, dass mit Lebensstil-, Gebäude- und dem Wohnstandorteseigenschaften ein erheblicher Teil haushaltsbezogener Varianzen des Energieverbrauchs privater Haushalte erklärt werden kann. Für die Modellbildung werden geeignete Objektklassen (Haushaltstypen, Gebäudetypen, Stadtstrukturtypen) entwickelt, die Gegenstand bzw. Adressaten von Maßnahmen (z.B. neue Technik, Energiepreise, CO₂-Zertifikate) sind. Die Gesamtzahl der Haushalte wird auf die gebildeten Haushalts-, Gebäude- und Stadtstrukturtypen mit Hilfe von geeigneten statistischen Daten „verteilt“. Das räumliche und zeitliche Verhalten der Objekte – z.B. im Hinblick auf Fahrtweiten, Raumwärmeverbrauch – soll dann ausgehend von einzelnen Entitäten (Haushalte) über die einzelnen Ebenen zu globalen (gesamstädtischen) Werten aggregiert werden, welche mit Ergebnissen der Makrofinanzierung kalibriert und validiert werden können.

Darüber hinaus soll auch für den Bereich öffentliche Einrichtungen und Dienstleistungen ein mikroskopisches Modell entwickelt werden, mit dem neben dem Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energiebedarf spezifischer Gebäudetypen (Schulen, Ämter, Bürohäuser, Gemeindezentren, Altenheime) auch wesentlich die erschließbaren (kumulativen) Potenziale integraler Sanierungsmaßnahmen analysiert werden können. Aufgrund des eingeführten stadt-eigenen Energiemonitorings können die verhaltensbedingten Einflüsse in situ quantitativ getestet werden.

3.4 AP4: Abschätzung von Optimierungspotenzialen

Ein wesentliches Ziel des Forschungsprojekts ist es, belastbare Aussagen über Optimierungspotenziale und daraus abgeleitete Handlungsoptionen zu machen, mit denen die politischen Ziele einer Reduktion des Energieverbrauchs und der Emissionen erreicht werden können. Dabei ist zwischen Potenzialen und Handlungsoptionen zu unterscheiden, die direkt durch politische Entscheidungen auf kommunaler Ebene genutzt werden können und die von der Kommune nicht oder nur indirekt beeinflusst werden können. Aufbauend auf den Ergebnissen des AP1.2: „Erarbeitung von Umsetzungskonzepten“ ermöglicht das mikroskopische Bilanz- und Strategiemodell verschiedene Szenarien für eine zukünftige Entwicklung der Stadt Stuttgart durchzuspielen, so dass relevante Handlungsfelder und effiziente Maßnahmen identifiziert und priorisiert werden können.

Für ausgewählte Haushalte (Stichprobengröße ca. 300 Haushalte) werden Optimierungspotenziale ermittelt, die durch technische Maßnahmen (Gebäude, Haustechnik, Energietechnik, elektronische Geräte, Fahrzeugtechnik) und durch Verhaltensänderung (Konsumverhalten, Verkehrsverhalten) realisierbar sind. Außerdem wird abgeschätzt welche finanziellen Belastungen auf den Haushalt mit und ohne die technischen Maßnahmen entfallen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Energiepreisentwicklungen.

3.5 AP 5: Entwicklung einer Energie Road Map bis 2050

Aufbauend auf das Gesamtbilanzmodell soll in verschiedenen Szenarien untersucht werden, welche politischen, technologischen oder sozio-ökonomischen Maßnahmenpakete welche Minderung des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen bis 2050 erreichen. Hieraus soll eine Energie Road Map für Stuttgart abgeleitet werden. Das entscheidungsträger-orientierte Werkzeug soll ergebnisoffen aktualisierbar sein, so dass es in der fortschreitenden Realisierung entsprechend angepasst werden kann und so immer zur aktuellen Diskussion fortgeschriebene Ergebnisse bereitstellen kann. Das Werkzeug soll darüber hinaus auf andere Kommunen übertragbar sein.

3.6 AP 6: Umsetzung von Maßnahmen

3.6.1 AP 6.1: Umsetzung konkreter Maßnahmen im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen

Der Stadtverwaltung fällt bei der Umgestaltung der Energielandschaft eine Vorbildfunktion zu. Der bisher eingeschlagene Weg zum sparsamen Umgang mit Energie soll konsequent weiterverfolgt und ausgebaut werden. Dazu hat die Stadt für die städtischen Liegenschaften ein Maßnahmenpaket entwickelt, das den CO₂-Ausstoß bis 2020 um mindestens 40 % senkt.

Mit diesem Ansatz lässt sich beim Bürger eine Akzeptanz im privaten Bereich aufbauen. Der Dienstleistungssektor steht vor der Herausforderung neue Geschäftsfelder zu etablieren. Hierzu muss er als Akteur innovative Impulse setzen und neue Finanzierungs- und Realisierungskonzepte anstoßen. Einige der möglichen Maßnahmen, die im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen weiter vorangetrieben werden können, sind in Abbildung 2 angesprochen.

Controlling <ul style="list-style-type: none"> • Benchmarksystem einführen • Energieausweis aushängen • Carbon Footprint publizieren • Ausbau energetische Betreuung von komm. Gebäuden 	Konzeptionelles Arbeiten <ul style="list-style-type: none"> • Energienutzungspläne erstellen • Portfoliomanagement für Liegenschaften • Neue Ausbildungsschwerpunkte entwickeln 	Neue Finanzierungsmodelle entwickeln <ul style="list-style-type: none"> • Wärmecontracting an bauliche Maßnahmen binden • Stadtinternes Contracting ausweiten • Erfolgsgebundene Energieberaterhonorare
Nutzer motivation <ul style="list-style-type: none"> • Spartarife anbieten • 50/50 Modelle in Schulen und Stadtverwaltung ausbauen • Integration in Lehrplan 	Sanierung von Gebäuden <ul style="list-style-type: none"> • Schulsanierungsprogramm • Kindergärten • Reporting OB, Gemeinderat 	Beratungsangebot ausbauen <ul style="list-style-type: none"> • für Bürger • für Gewerbe/Industrie • für KMU • Unternehmerstammtische
Demonstrationsvorhaben <ul style="list-style-type: none"> • Plus-Energieschule • Energetische Bauausstellung • Neue Anlagen mit EE + KWK 	Verwaltungsabläufe optimieren <ul style="list-style-type: none"> • energetisches Bestellwesen ausbauen • Verhaltenstraining durchführen (BISHes umsetzen) 	Neue Dienstleistungskonstrukte <ul style="list-style-type: none"> • Abwärmenutzung aus Industriebetrieben, Tunnel oder Abwasser • Rationelle Energienutzung in Nahwärmeverbänden

Abbildung 2: Beispiel für konkrete Maßnahmen

Die Ideensammlung soll im Laufe des Projekts ausgeweitet und erfolgsversprechende Ansätze hieraus realisiert werden. Dabei muss die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen im Kontext der kommunalen Liegenschaften bewertet werden.

3.6.2 AP 6.2: Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens von Privatpersonen

Die Bewohner der Stadt haben einen großen Anteil am städtischen Energieverbrauch, können aber in ihrem energierelevanten Verhalten nicht direkt von der Stadt beeinflusst werden. Je nach Lebensstil, Wohnlage und technischer Ausstattung variiert der Energieverbrauch der privaten Personen deutlich. Energierelevante Entscheidungen in privaten Haushalten werden meist aufgrund individueller Werthaltungen und bisheriger Erfahrungen getroffen. Sie reichen von langfristigen Entscheidungen bis hin zu kurzfristigen und spontanen Entscheidungen. Langfristige Entscheidungen betreffen z.B. die Wahl des Wohnorts/ Arbeitsplatzes/ Schulstandorts, die Entscheidung ein technisches Gerät (Haushaltsgerät, Fahrzeug) anzuschaffen oder das Wohngebäude zu sanieren. Kurzfristige Entscheidungen umfassen u.a. die Planung der Aktivitätenfolge eines Tages und die Verkehrsmittelwahl. Alle diese Entscheidungen werden heute nur in Ausnahmefällen unter Einbeziehung des Energieverbrauchs getroffen. Im Gegensatz zu einem gut geführten Wirtschaftsunternehmen findet eine zielgerichtete Optimierung der Entscheidungsprozesse in Haushalten nicht statt.

Hier setzt das Projekt SEE an. Die Erfahrungen der Stadt Stuttgart mit einer Energieoptimierung der städtischen Gebäude und Prozesse sollen auf die privaten Haushalte übertragen werden. Um das energieeffiziente Verhalten von Privatpersonen zu fördern, wird ein spezielles Analyse- und Optimierungsprogramm für private Haushalte entwickelt, das geeignete Maßnahmen aus Abbildung 2 integriert.

- In der *Analysephase* soll es den aktuellen Energieverbrauch eines Haushalts (Heizung, elektrische Geräte, Fahrzeuge) und alle Aktivitäten der Haushaltsmitglieder (Verkehrverhalten, Konsumverhalten) aufzeichnen. Dabei werden neben den inhäusigen und innerstädtischen Aktivitäten ganz bewusst auch die Aktivitäten außerhalb der Stadt Stuttgart protokolliert (z.B. Fernreisen). Die erfassten Energiedaten werden dann in einem Energie-Benchmarking mit Durchschnittsverbrauchswerten und optimal erreichbaren Verbrauchswerten verglichen. Dieser Vergleich erfolgt differenziert für den Energieverbrauch der Gebäude und technischen Geräte (z.B. Energieeffizienzklasse) und für das Verhalten der Menschen (z.B. gewählte Raumtemperatur, zurückgelegte Pkw-Kilometer).
- In einer anschließenden *Optimierungsphase* wird für jeden betrachteten Haushalt ein individuelles Optimierungsprogramm erstellt, das wiederum die Bereiche technische und verhaltensbezogene Maßnahmen unterscheidet. Das Optimierungsprogramm soll dem einzelnen Haushalt aufzeigen, welche Maßnahmen ein besonderes Potenzial besitzen und welche Wirkungen diese Maßnahmen auf die Haushalte im Hinblick auf den Zeitaufwand, die Kosten und den Energieverbrauch haben. Maßnahmen können dabei zum Beispiel die Sanierung von Gebäuden, die Erneuerung technischer Geräte, die Ziel- und Verkehrsmittelwahl oder das Einkaufsverhalten umfassen.

Dieses Analyse- und Optimierungsprogramm soll in der ersten Projektphase konzipiert und in einem Pretest für ausgewählte Haushalte angewendet werden. In der zweiten Projektphase soll das Programm einer größeren Anzahl von Haushalten angeboten und mit Unterstützung eines Marketingunternehmens promotet werden. In einem Energiesparwettbewerb „Resource Watchers“ soll geprüft werden, ob zusätzliche Anreize, wie z.B. die Bereitstellung eines Pedelec (Pedal Electric Cycle = Fahrrad mit Elektro-Hilfsmotor), zu einer Verbrauchsreduzierung beitragen können.

3.6.3 AP 6.3: Kommunikationsstrategien

Eine Zielsetzung des Projekts ist es, die Beratungs- und Dienstleistungsangebote in der Stadt Stuttgart (Energieberatung Stadt Stuttgart, EnBW, Verbraucherzentralen, u. a.) und die Angebote für Haushalte zur Förderung der Energieeffizienz und des Energiesparens bereitstellen, sowie Multiplikatoren (bsp. Wohnbau-gesellschaften, Mieter- und Eigentümerverbände) zu vernetzen, um abgestimmte Nachhaltigkeitsstrategien zu entwickeln und damit Synergieeffekte zu nutzen. Dabei werden Kooperationen mit Energienetzwerken gestärkt und wissenschaftliche Experten einbezogen. Dazu werden Kommunikationsstrategien entwickelt.

Die Planung von Kommunikationsstrategien und Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und des Energiesparens in Haushalten (in Bezug auf Kaufentscheidungen und Nutzungsverhalten) erfolgt für die Bereiche Wärmeenergie, Strom und Verkehr auf der Grundlage der Projektvorarbeiten sowie einer Analyse wissenschaftlicher Studien zur Effektivität von Maßnahmen und einer Analyse von Best-Practice Beispielen in anderen Kommunen und bezieht Handlungsempfehlungen aktueller Projekte wie beispielsweise „Energie nachhaltig konsumieren – nachhaltige Energie konsumieren. Wärmeenergie im Spannungsfeld von sozialen Bestimmungsfaktoren, ökonomischen Bedingungen und ökologischem Bewusstsein“ (ZIRN, Universität Stuttgart, Stuttgart, BMBF Förderung 2008-2011) oder „Effiziente Beratungsbausteine zur Minderung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten“ (ifeu-Institut, BW-Plus-Förderung) ein.

Die Kommunikationsstrategien bzw. Maßnahmen, die sich auf Stuttgarter Haushalte beziehen, werden auf unterschiedliche Ziel- und Konsumstilgruppen abgestimmt. Bei der Maßnahmenplanung werden die Zielgruppen partizipativ einbezogen, um die Maßnahmen auf die Zielgruppen optimal anzupassen und Identifikations- und Motivationseffekte für die Effektivität der Maßnahme zu nutzen.

Auch für öffentliche Gebäude und Dienstleistungen werden geeignete Kommunikationsstrategien entwickelt und mittels der Kooperationspartner vielfältig umgesetzt. Hierzu können beispielsweise die Displays in den SSB Fahrzeugen und Stationen oder Infotafeln auf dem Flughafen oder im Rathaus genau so genutzt werden, wie entsprechend eingerichtete Infoterminals in Schulen oder anderen öffentlichen Einrichtungen. Ebenso wird der Internetauftritt der Landeshauptstadt diesem Projekt im besonderen Maße Rechnung tragen. Darüber hinaus werden über die leitenden Funktionen der städtischen Vertreter im Deutschen und Europäischen Städtetag die Ergebnisse des Vorhabens in eine breite Öffentlichkeit getragen.

3.7 AP 7: Evaluierung der Maßnahmen und Erfolgskontrolle

Die Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen soll sowohl im mikroskopischen als auch im makroskopischen Bereich erfolgen. Hierzu werden die ausgewählten öffentlichen Liegenschaften und Privathaushalte eines längerfristigen Energiemonitorings unterzogen. Darüber hinaus wird über die Entwicklung des leistungsgebundenen Gesamtenergieverbrauchs auf der Kommunengemarkung durch den Energieversorger regelmäßig berichtet. Der Evaluierungsplan wird im Laufe der Phase 1 weiterentwickelt und konkretisiert.

4 Realisierungsplan

In der ersten Phase des Projekts sollen die beiden ersten Arbeitspakete abgearbeitet werden. Zunächst werden alle Fragen zum Bilanzraum Stadt definiert. Dazu gehören die Betrachtung der Energieströme und die Definition der Randbedingung und der Messgrößen. Parallel werden für die Sektoren Haushalt, Industrie, Verkehr, Gewerbe / Handel / Dienstleistung gemeinsam mit alle Projekt- und Kooperationspartner denkbare Maßnahmen gesammelt und hinsichtlich der Wirksamkeit bewertet. Ergebnis ist eine Übersicht und ein Ranking aller Maßnahmen. Daraus wird ein konkretes Umsetzungskonzept für die zweite Projektphase erstellt.

Ebenfalls in der ersten Phase ist die Erstellung des makroskopischen Bilanzmodells für die Gesamtstadt. Dies umfasst die Bereiche Gebäude, Dienstleistungen, Industrie und Verkehr. Am Ende der ersten Phase sollen erste Schritte für den Aufbau der mikroskopischen Bilanz begonnen werden und die Grundlagen für die zweite Projektphase mit der Umsetzung und Evaluierung der Maßnahmen geschaffen werden.

5 Verwertungsplan

Alle in Kapitel 1.4 erwähnten Kooperationspartner haben in Vorgesprächen großes Interesse an den Ergebnissen dieses Vorhabens bekundet. Insbesondere die Wohnbauunternehmen, die in den kommenden Jahren massiv in die Gebäudeunterhaltung investieren müssen, sind an einem zielgerichteten Einsatz und an der Entwicklung eines Portfoliomanagements interessiert. Aufgrund der Veränderungen in der Energieversorgung können mit den Ergebnissen Dienstleistungsunternehmen entstehen, um die vorgeschlagenen Maßnahmen umzusetzen oder deren Umsetzung zu begleiten oder erst zu ermöglichen. Die Stadt und ihre Entscheidungsträger können anhand der entwickelten Road Map die notwendigen Schritte einleiten, um den Wandel im Energiebereich zu einer nachhaltigen Energieversorgung voranzutreiben und abzusichern. Darüber hinaus können die Ergebnisse über die bereits vorhandenen Netzwerke in Deutschland und Europa verbreitet werden.

Als Forschungseinrichtungen haben das Fraunhofer-Institut und die Universität Stuttgart keine wirtschaftlichen Verwertungspläne. Aus wissenschaftlicher Sicht lassen sich die Projektergebnisse sowohl in allgemeiner Form im Bereich der Modell- und Optimierungstechnik als auch speziell für das Untersuchungsgebiet im Bereich der konkreten Planung verwerten.

6 Meilensteinplanung

In Abbildung 3 ist der Zeitplan nach Quartalen für die erste und zweite Projektphase für einen Projektbeginn zum 1.4.2009 dargestellt. Der erste Meilenstein ist der Abschluss der ersten Projektphase nach einem Jahr. Zu diesem Meilenstein liegen folgende Ergebnisse vor:

- vollständiges Umsetzungskonzept für die zweite Projektphase
- makroskopisches Bilanz- und Strategiemodell für Stuttgart
- Pretest von Maßnahmen im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen
- Pretest von Maßnahmen zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens von Privatpersonen

Weitere Meilensteine für die zweite Projektphase werden in der ersten Projektphase festgelegt.

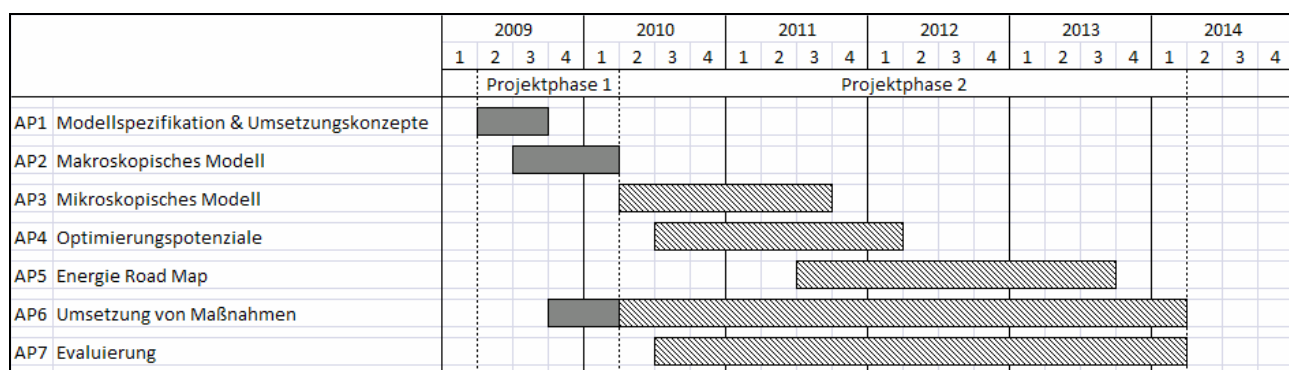


Abbildung 3: Zeitplan

7 Finanzierungsplan für Projektphase 1

Tabelle 1 zeigt den Finanzierungsplan für die erste Projektphase. Die Kosten für die zweite Projektphase werden in der ersten Projektphase ermittelt. Da der Partner EnBW für seinen Beitrag keine Förderung benötigt, steht in Tabelle 1 in der 2. Spalte eine Null und in der folgenden Tabelle 2 keine Personalmonate für die EnBW.

Tabelle 1: Finanzierungsplan für die erste Projektphase

Arbeitspaket	Stadt Stuttgart	EnBW	Fraunhofer-Institut für Bauphysik	Universität Stuttgart	Gesamt
Summe	58.060 €	0 €	69.999 €	70.496 €	198.555 €

8 Arbeitsteilung für Projektphase 1

Tabelle 2: Arbeitsteilung für die erste Projektphase, Aufwand je Partner in Personenmonaten

Arbeitspaket	Aufgabe	Stadt Stuttgart	Fraunhofer- Institut für Bauphysik	Universität Stuttgart
AP 1.1 Spezifikation der Datenerfassung und der Modellentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse und Aufbereitung verfügbarer Datenquellen • Spezifikation Datenmodell • Spezifikation makroskopisches Bilanzmodell • Spezifikation mikroskopisches Strategiemodell • Festlegung von Anwendungsfällen 	0,5	1,0	4,0
AP 1.2 Erarbeitung von Umsetzungskonzepten	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenstellung von Maßnahmen • Erstellung eines Bewertungsschemas • Bewertung der Maßnahmen 	0,5	0,5	2,0
AP 2 Entwicklung eines makroskopischen Bilanz- und Strategiemodells	<ul style="list-style-type: none"> • Bilanzmodell Gebäude • Bilanzmodell Dienstleistungen • Bilanzmodell Industrie • Bilanzmodell Verkehr 	1,0	4,0	2,0
AP 6.1 Umsetzung konkreter Maßnahmen im Bereich öffentlicher Einrichtungen und Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmenammlung 	4,0	0,0	0,0
AP 6.2 Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung eines energieeffizienten Verhaltens von Privatpersonen	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Analyse- und Optimierungsprogramm für private Haushalte • Pretest des Programms 	1,0	0,0	5,0
AP 6.3 Kommunikationsstrategien	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Kommunikationsstrategien 	0,5	0,5	1,0
Summe		7,5	6,0	14,0