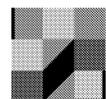


Manfred Hegger, Michael Eichmann, Thilo Koch, Isabell Schäfer, Andreas Kinkeldey

**Forschungsprojekt energy:base  
– Konzeptionelle Entwicklung einer  
gebäudetechnischen Plattform  
für Gebäude mit niedrigem  
Energieverbrauch.  
Solar Decathlon 2007**



## F 2703

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2008

ISBN 978-3-8167-7881-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

### **Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/bauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/bauforschung)



## **Forschungsprojekt energy:base**

*Konzeptionelle Entwicklung einer gebäudetechnischen Plattform für Gebäude mit niedrigem Energieverbrauch*

Abschlussbericht

Abschluss: 31. März 2008

## Forschungsinitiative ZukunftBau

### **Abschlussbericht**

*Im Rahmen der Forschungsinitiative ZukunftBAU des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesministeriums für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und anlässlich der Teilnahme des Fachgebiets Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (ee), Fachbereich Architektur der Technischen Universität Darmstadt (TUD) am internationalen Studenten-Wettbewerb Solar Decathlon 2007.*

*Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.  
(Aktenzeichen: Z6 – 10.08.18.7 – 06.22/II2 – F20-06-016)*

*Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.*

### **Verfasser**

Fachbereich Architektur  
Fachgebiet Entwerfen und  
Energieeffizientes Bauen  
Prof. Manfred Hegger  
Dipl.-Ing. M. Sc. Econ

El-Lissitzky-Straße 1  
64287 Darmstadt  
Tel +49 6151 16 2046  
Fax +49 6151 16 5247  
[www.ee.tu-darmstadt.de](http://www.ee.tu-darmstadt.de)

### **Bearbeitung**

Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger (hg)  
Dipl.-Ing. Michael Eichmann  
Dr.-Ing. Thilo Koch  
Dipl.-Ing. Isabell Schäfer  
cand. arch. Andreas Kinkeldey



## Forschungsgruppe energy:projekte am Fachgebiet ee

Die Erarbeitung des Forschungsprojektes energy:base erfolgt im Verbund von drei Forschungsprojekten am Fachgebiet ee unter der Leitung von Prof. Manfred Hegger. Der Bearbeitungszeitraum der Projekte läuft von Februar 2007 bis Ende März 2008.

### energy:base

Theoretische und konzeptionelle Entwicklung einer gebäudetechnischen Plattform für Gebäude mit extrem niedrigem Energieverbrauch

### energy:shell

Leitfaden zur Integration energiegewinnender Systeme in die Gebäudehülle

### energy:label

Ganzheitliche Bewertung eines Plusenergiehauses und Prüfung der DIN 18599 anhand der Planung und des Betriebes

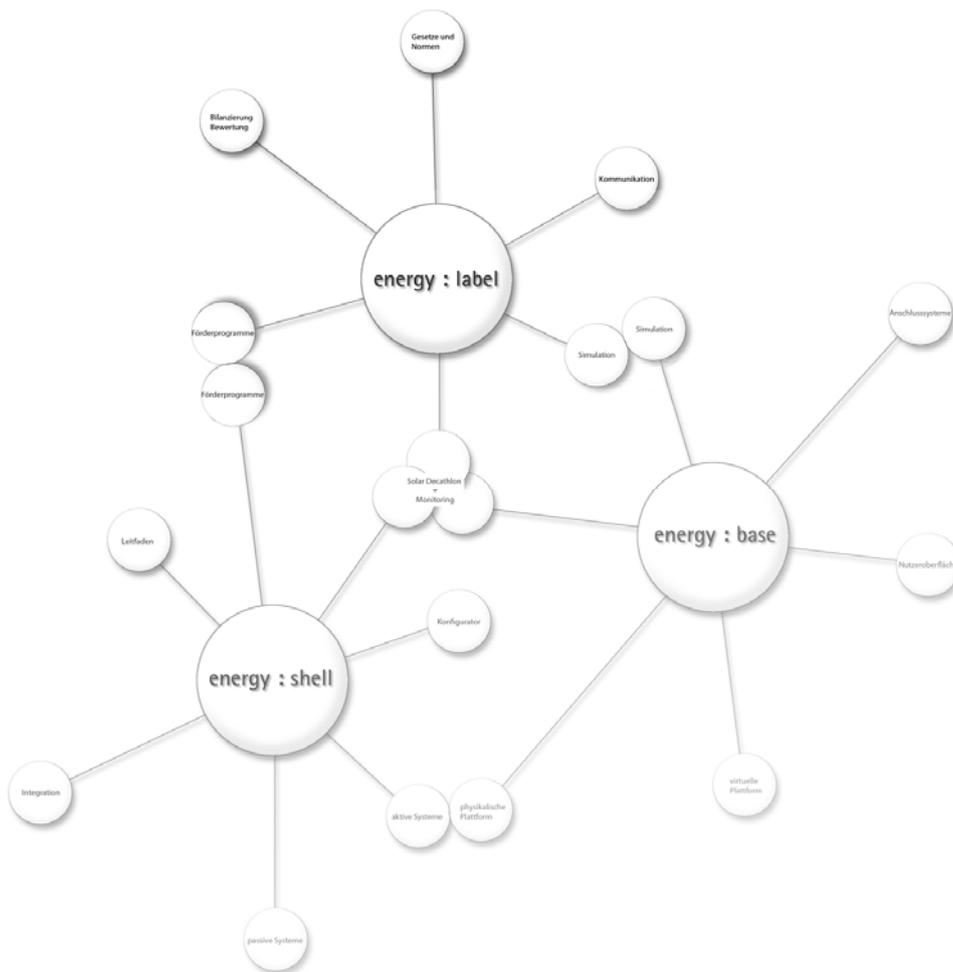


Abb. 1 Vernetzung der drei Forschungsprojekte, Quelle: FG. ee

## Inhaltsverzeichnis

Forschungsprojekt energy:base	1
Forschungsinitiative ZukunftBau	2
Abschlussbericht	2
Verfasser	2
Forschungsgruppe energy:projekte am Fachgebiet ee	4
Forschungsauftrag energy:base	7
energy:base	7
Ausgangslage	7
Ziele	7
Inhalte	8
Fertigstellung	8
1    Inhalte und Ziele	9
1.1    Vorbemerkungen	10
1.2    Produktidee	12
1.3    Projekthinhalte	13
2    Produkteinsatz	15
2.1    Einsatzmöglichkeiten	16
2.2    Zielgruppen	17
2.3    Geschäftsmodell bzw. Industriedefinition	17
2.4    Weiterentwicklungsmöglichkeiten	18
2.5    Plattformstrategien	18
3    Produktübersicht haustechnischer Energiesysteme	22
3.1    Systemkatalog / Übersicht über gebräuchliche Systeme	23
3.2    Untersuchung der Systembausteine – Analyseresultate	28
4    Produkt-/Plattformentwicklung	36
4.1    Auswahl der Plattformkomponenten und deren Schaltschemata	37
4.2    Entwicklung und Vorschlag einer Plattform	58
4.3    Modularisierung und Standardisierung der Komponenten	66
4.4    Plattformstandort und Integration	68
5    Virtuelle Plattform/ Bedieneroberfläche	71
5.1    Aufbau der Hardware	72
5.2    Aufbau der Softwarearchitektur und Oberfläche	74
5.3    Virtuelle Plattform - Nutzerverhalten	88

6	Beispiel Solar Decathlon 2007	89	
6.1	Solar Decathlon 2007		90
7	Zusammenfassung und Ausblick	99	
8	Quellennachweis	102	
[11]	VDI-Richtlinie: VDI 6023 Blatt 1. Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Juli 2006.	103	
9	Abbildungsnachweis	104	
10	Anhang	107	

## Forschungsauftrag energy:base

### **energy:base**

*Konzeptionelle Entwicklung einer gebäudetechnischen Plattform für Gebäude mit niedrigem Energieverbrauch*

### **Ausgangslage**

Das energieeffiziente Bauen stellt erhöhte technische Anforderungen an die Gebäudetechnik, an die Integration technischer Anlagen in Gebäude und an die intelligente Steuerung und Regelung dieser Anlagen.

Diese Anforderungen treffen vielfach auf mangelnde Planungskompetenz, eine kleinteilige Bauwirtschaft mit weitgehend ungelerten Arbeitskräften, und zunehmend komplexere Anlagen zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen.

Immer kürzer werdende Bau- und Planungszeiten erhöhen den Druck, Planungs- und Auslegungsprozesse zu vereinfachen, sowie eine schnelle praktische Umsetzung zu unterstützen.

### **Ziele**

Ziel ist die konzeptionelle Entwicklung einer gebäudetechnischen Plattform, die zunächst für den Wohnungsbau verfügbar gemacht werden soll. Dabei ist das Augenmerk auf Gebäude mit extrem niedrigem Energieverbrauch gerichtet, die eine Optimierung von gebäudetechnischen Komponenten in Leistung und Größe bedingen und somit die Grundlage für die angestellten Überlegungen sind.

Durch die angestrebte Zusammenfassung von Komponenten auf einer Plattform als Grundmodul ergibt sich ein Baukastenprinzip und damit eine deutliche Vereinfachung und Überschaubarkeit der haustechnischen Anlagen.

Durch Standardisierung dieser Komponenten wird eine hohe Flexibilität in ihrer Zusammensetzung und Anpassungsfähigkeit erreicht. Die Möglichkeit der Integration in verschiedene Räumlichkeiten, beispielsweise eine Haushaltsküche oder ein Badezimmer, bietet den Vorteil der Platzersparnis und des Verzichtes auf einen Technikraum, sowie der einfachen Zugänglichkeit der haustechnischen Anlage

## **Inhalte**

Auf konzeptioneller Ebene wird die beschriebene Plattform für den Wohnungsbau in folgenden Schritten entwickelt:

Plattformstrategien und Entwicklung eines Systemkataloges

Untersuchung der Systembausteine

Plattformkomponenten, DIN Vorschriften, Geometrien

Entwicklung und Vorschlag einer Plattform

Modularisierung und Standardisierung der Bausteine

Plattformstandort und Integration

Bedienoberfläche

## **Fertigstellung**

Die Laufzeit dieses Forschungsprojektes endet im März 2008.

# 1 Inhalte und Ziele

## 1.1 Vorbemerkungen

Das energieeffiziente Bauen sowie die hohen gesetzlichen Anforderungen der DIN-Normen und die Energieeinsparverordnung (EnEv) [1] stellen hohe technische Anforderungen an die Gebäudetechnik und deren praktische Umsetzung, die Integration technischer Anlagen und deren intelligente Steuerung und Regelung.

In der Praxis wird demgegenüber auf eine qualifizierte technische Planung häufig ganz verzichtet. Häufig mangelt es an der notwendigen Kompetenz der Ausführenden im Bereich ganzheitlicher Energie- bzw. Gebäudetechnik.

Zudem tragen die kürzer werdenden Bau- und Planungszeiten zur Erhöhung der Risiken in Bezug auf eine sach- und zukunftsgerechte Planung und praktische Umsetzung bei. Die kleinteilige Struktur der Bauwirtschaft erfordert ein hohes Maß an Koordination der Schnittstellen und Gewerke und birgt ein hohes Fehlerpotential. Eine fehlerhafte praktische Umsetzung ist oft auch auf, wegen des Preisdruckes häufig eingesetzten, mangelhaft ausgebildete Arbeitskräfte zurückzuführen.

Technische Weiterentwicklungen und steigende Energiepreise erfordern zudem eine einfache und wirtschaftliche Anpassung der Systeme an die jeweilig neueste Gebäudetechnik.

Die entwickelte Plattform „energy base“ soll hierzu einen Lösungsansatz bieten. Sie soll zur Vereinfachung der praktischen Umsetzung der komplexen und vielfältigen Gesamtsysteme beitragen, um den steigenden Anforderungen des Nutzers an Komfort und Energieverbrauch unter Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse gerecht zu werden.

### Zielsetzung

Durch die angestrebte Zusammenfassung von Komponenten auf einer Plattform, ergibt sich ein Baukastenprinzip und damit eine deutliche Vereinfachung und bessere Überschaubarkeit der haustechnischen Anlage.

In Analogie zur Plattformtechnologie in der Automobilindustrie bietet dieses Baukastenprinzip die Möglichkeit der Serienfertigung komplexer technischer Systeme, die ein zuverlässiges Zusammenwirken der Komponenten garantieren können.

Die Plattform und das Baukastenprinzip der gebäudetechnischen Anlage sollen hohe Betriebssicherheit, einfache Montage sowie eine hohe Flexibilität in ihrer Zusammensetzung ermöglichen.

Durch die Plattform wird die Anpassung an zukünftige Entwicklungen möglich. Ein möglicher Umbau der Anlage erfolgt dann lediglich über den Austausch einzelner Zusatzkomponenten.

Ein hohes Maß an Vorfertigung, einfacher und schneller Einbau vor Ort und geringer Wartungsaufwand sorgen für die notwendige Wirtschaftlichkeit. Hierdurch werden zudem Fehlerpotentiale beim Einbau und regelungstechnische Probleme verringert.

Die Vereinfachung der Regel- und Steuerungstechnik wird durch die Integration eines Regelungssystems an zentraler Stelle ermöglicht. Hierdurch wird eine Erleichterung der Einstellung und des Abgleichs einzelner Subsysteme und eine Minimierung von Fehlerpotentialen durch die Regelung von Laien erreicht. Dies ermöglicht die Kommunikation zwischen den Komponenten. Die optimale Steuerung und Abstimmung der Komponenten ermöglicht eine Reduktion der Energieflüsse und eine Steigerung der Gesamteffizienz der Anlage.

## 1.2 Produktidee

Die Plattform „energy base“ gliedert sich grundsätzlich in eine physische und eine virtuelle Ebene. Die physische Ebene beinhaltet alle notwendigen haustechnischen Geräte. Die virtuelle Ebene umfasst die Bedieneroberfläche, welche mit dem Energiemanager als steuerungstechnische Einheit kommuniziert

Die physische Ebene setzt sich zusammen aus den notwendigen haustechnischen Komponenten wie Wärmespeicher, Pumpen, Verrohrungen, Ventilen und hydraulischen Anschlüssen. Diese Komponenten werden in der Plattform zusammengefasst. Die weiteren, zur Zusammensetzung der verschiedenen Systemvarianten notwendigen, zusätzlichen Geräte werden zum Anschluss an die Plattform als Zusatzkomponenten als Baukastensystem entwickelt. Die Zusatzkomponenten werden über standardisierte und lösbare Anschlüsse mit der Plattform verbunden.

Die angestrebte Standardisierung, Modularisierung und das damit einhergehende hohe Maß an Vorfertigung der Komponenten sind Grundlage für eine Qualitätssicherung des eingebauten haustechnischen Gesamtsystems. Reaktionen auf Marktneuerungen werden durch eine nachträgliche Integration neuer Komponenten ohne Austausch des Gesamtsystems möglich. Die Reaktion auf individuelle Bedürfnisse und Kombinationsmöglichkeiten, sowie auf Marktneuerungen soll einfach und schnell umsetzbar sein. Der Planungs- und Herstellungsaufwand wird minimiert. Unterstützt wird dies durch eine schnelle Montage und Betriebsbereitschaft der Anlage, bei geringer Fehleranfälligkeit, einfacher Instandhaltung und Wartung.

Der Energiemanager als in die physische Ebene integriertes, intelligentes System optimiert das Zusammenspiel der Anlagenkomponenten und übernimmt die Kalibrierung und modulübergreifende Regelung. Die virtuelle Ebene unterrichtet den Nutzer über Informationen zum aktuellen Energieverbrauch, zur Raumtemperatur, Heizungs- und Wetterdaten. Sie ermöglicht dem Nutzer individuelle Eingriffe und gibt über ein intuitiv bedienbares Interface (Bedieneroberfläche) Hinweise zur möglichen Energieeinsparung durch gezieltes Nutzerverhalten. Hierdurch werden im Zusammenspiel mit dem Energiemanager Synergien im Gesamtsystem erreicht.

### **1.3 Projektinhalte**

Die Analyse und die Plattformentwicklung erfolgten in folgenden Schritten:

#### Plattformstrategien und Entwicklung eines Systemkataloges

Zunächst erfolgen eine Grundlagenanalyse zu vorhandenen Plattformstrategien in der Industrie, sowie Begriffsdefinitionen. Im Bereich des energieeffizienten Bauens besteht eine große Kombinationsvielfalt aus passiven und aktiven Systemen. Die Erarbeitung eines Systemkataloges haustechnischer Systeme im Hinblick auf energetische Gebäudestandards dient als Übersicht, Basis und Grundlage für die Entwicklung der gebäudetechnischen Plattform.

#### Untersuchung der Systembausteine

Es werden die Schaltschemata der gebäudetechnischen Systeme, deren Verrohrungen, hydraulische Anschlüsse, sowie die inneren und äußeren Anschlüsse und Einzelkomponenten der haustechnischen Gebäudesysteme analysiert.

#### Plattformkomponenten, DIN- Vorschriften, Geometrien

Die einzelnen Komponentengruppen der Systeme werden untersucht, ihre Verbindungen systematisch dargestellt und ihre geometrischen Verbindungsstrukturen analysiert. Die möglichen Plattformkomponenten werden festgelegt und deren Anschlüsse und Geometrien sowie die zu beachtenden Regelwerke und DIN-Vorschriften untersucht.

#### Entwicklung und Vorschlag einer Plattform

Die Komponenten der Plattform und die daran anschließbaren Geräte werden festgelegt. Ein Schaltschema und der mögliche Aufbau und die Plattformarchitektur sind exemplarisch erarbeitet. Die Eigenschaften der vorgeschlagenen und entwickelten Plattform werden benannt.

#### Modularisierung und Standardisierung

Die verschiedenen Komponenten werden zu einer Plattform und anschließbaren Geräten zusammengefasst. Diese werden in Leistung und Größe (physischer Ausdehnung) untersucht und optimiert. Mit dem Ziel der Vereinfachung sind Plattform und Geräte auf ein Standardmaßsystem bezogen. Diese Standardisierung steigert die Flexibilität der Plattform in Bezug auf die mögliche Zusammensetzung des gebäudetechnischen Gesamtsystems.

#### Plattformstandort und Integration

Der Standort der Plattform, die erreichbare bzw. angestrebte Effizienzsteigerung des Gesamtsystems sowie die Möglichkeiten der architektonischen Integration werden untersucht. Beispielhaft wird die mögliche Integration der Plattform in eine Hausküche als gestalterisch schwierigster Fall aufgezeigt.

#### Bedienoberfläche

Eine intuitiv verständliche und einfach bedienbare Bedienoberfläche gibt Informationen zum aktuellen Energieverbrauch im Gebäude und zu Energieeinsparmöglichkeiten. Diese Bedienoberfläche wird beispielhaft entwickelt.

## 2 Produkteinsatz

## 2.1 Einsatzmöglichkeiten

Steigende Energiekosten, Sorgen um die Versorgungssicherheit und der Klimawandel führen zu einem gesteigerten Interesse der Bevölkerung an energieeffizienten Technologien und am Einsatz regenerativer Energien. Unterstützt wird dies durch verschiedene Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), beispielsweise die Einspeisevergütung für regenerative Energieträger. Diese Entwicklung bildet die Grundlage für einen stabilen und wachsenden Markt im Bereich der zukunftsfähigen Entwicklung von Wohngebäuden mit niedrigem Energieverbrauch.

Derzeit verändern sich die Auslegungsgrundlagen für haustechnische Anlagen, die infolge erhöhter baulicher Effizienzstandards vielfach zu überdimensionierten und damit unwirtschaftlichen Anlagen führen. Die mögliche Senkung des Flächen- und Raumbedarfes durch eine kompakte Bauweise der Anlage bietet hier einen weiteren potenziellen Vorteil. Durch die Flexibilität und die individuellen Kombinationen in der Zusammensetzung der gebäudetechnischen Komponenten können zudem differenzierte Märkte angesprochen werden.

Aufgrund des wirtschaftlichen Druckes werden die zur Verfügung gestellten Zeiten für die Durchführung von Bau- und Planungsleistungen immer kürzer. Daher werden erhöhte Anforderungen an die Qualität der Planung, Effizienz und Qualitätssicherung der Anlagen und die Verminderung der Fehlerpotentiale gestellt. Die Entwicklung der Plattform schafft Planungssicherheit durch ein hohes Maß an Vorfertigung, zuverlässige Bemessungs- und Regelungstechniken und erhöht damit das Vertrauen und die Bereitschaft des Nutzers, in neue Techniken zu investieren.

Die Plattformentwicklung ist aufgrund der klar abgegrenzten Rahmenbedingungen und hohen qualitativen Anforderungen im Neubaubereich sinnvoll und erfolgt zunächst für kleinere Wohngebäude (Einfamilienhäuser) mit niedrigem Energieverbrauch, d.h. im Rahmen der Verbräuche nach EnEV 2007 [1].

Eine zukünftige Übertragbarkeit auf den Geschosswohnungsbau und den Sanierungsbereich erscheint möglich und einfach realisierbar. Es werden derzeit bereits zwei Drittel der Bauvorhaben im Bereich der Sanierung durchgeführt. Hier besteht auch weiterhin mittelfristig ein hoher Bedarf, zumal weit über 2.0 Mio. Ölkessel älter als 25 Jahre [2] und damit sanierungsbedürftig sind. Neben dem Neubaubereich bestehen im

Gebäudebestand daher ebenfalls gute Voraussetzungen für die Einführung einer gebäudetechnischen Plattform zur schnelleren und effizienteren Optimierung und Anpassung alter Anlagen an die gesetzlich geforderten, reduzierten Heizleistungen.

## **2.2 Zielgruppen**

Die Entwicklung der haustechnischen Plattform wird zahlreiche Auswirkungen in den Bereichen Planung, praktische Umsetzung und Wartung haben können. Hierdurch werden die Zielgruppen der Planer, Fachplaner, Handwerker und die Nutzer/Betreiber direkt angesprochen. Die wirtschaftlichen Vorteile und Potentiale im Bereich der Herstellung, Vermarktung und Flexibilität sind von großem Interesse für die Industrie/Hersteller und Investoren, Bauherren bzw. Bauträger.

## **2.3 Geschäftsmodell bzw. Industriedefinition**

Durch herstellerübergreifende Vereinheitlichung im Bereich der Komponenten und Anschlüsse der energetischen Plattform wird Wettbewerb unter den Herstellern gefördert. Dieser Wettbewerb kann zu einer Weiterentwicklung der haustechnischen Systemkomponenten und ihrer Normierung führen und damit einhergehend zu einer Stärkung der Konkurrenzfähigkeit der deutschen Bau- und Komponentenindustrie im internationalen Vergleich.

Durch die Möglichkeiten in der Anpassung der Herstellerproduktion auf die Plattformstrategie und die dementsprechende Entwicklung der Gerätestrukturen können neue bzw. zukünftige Märkte erschlossen werden und die Produktpalette der Hersteller zukunftsfähig erweitert werden.

Gegebenenfalls notwendige höhere Sachinvestitionen für die Plattform sollen durch vereinfachte und schnellere Montage und damit kürzere Bauzeiten, durch reduzierte Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten ausgeglichen werden ( Verlagerung von Personal- und Rüstkosten auf Sachkosten).

Ein weiterer Geschäftsanreiz und Ziel der Plattformentwicklung ist die deutliche Reduktion von Schnittstellen für den Bau und Planungsprozess. Dies bietet Vorteile in den haustechnischen Gewerken Heizung, Lüftung, Sanitär und Elektrotechnik. Dies schafft einerseits einen Gewinn an Zuverlässigkeit aus Sicht des Herstellers, anderer-

seits führen die Vorteile der verkürzten Bau- und Montagezeiten durch vereinfachte Anschlüsse und ein hohes Maß an Vorfertigung zu einer Reduktion der Fehleranfälligkeiten, insbesondere auch auf die, oft mangelnden Fachkompetenz der Arbeitskräfte. Insgesamt wird durch die Plattformstrategie eine „Win- Win- Situation“ im Interesse aller angesprochenen Zielgruppen erwartet.

## **2.4 Weiterentwicklungsmöglichkeiten**

Die Plattform bildet eine Grundstruktur zur Integration und Anbindung von Komponenten der Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung. Die derzeit gebräuchlichen Hydrauliksysteme wurden berücksichtigt. Die Plattform ist im Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energie ausgelegt.

Die Plattform wurde im Rahmen dieser Arbeit für kleinere Wohngebäude konzipiert. Erweist sich das Konzept als praxistauglich, ist ein Schwerpunkt in der Erweiterung des Anwendungsbereiches und der Auslegung für größere Wohngebäude mit Anlagenleistungen bis 300 kW, Wohngebäude ab 300 kW Anlagenleistung und Gebäude mit Kühl- und Klimatisierungsbedarf (Büro- und Verwaltungsgebäude, usw.), abgestuft nach Anlagenleistung denkbar.

## **2.5 Plattformstrategien**

### **2.5.1 Plattformstrategien in der Automobilindustrie**

In der Automobilindustrie haben vergleichbare Überlegungen, zusätzlich hervorgerufen durch gesättigte Massenmärkte, steigende Kundenanforderungen, zunehmende Komplexität der technischen Anforderungen und kürzere Produktlebenszyklen zur Entwicklung der Plattformstrategie geführt.

Die Anwendung der Plattformstrategie bereits im Bereich der Produktentwicklung und die konsequente Anwendung im Produktionsprozess bei Verwendung prinzipiell gleicher Bauteile (Plattform/Bodengruppe) für verschiedene Produktfamilien führte im Ergebnis zu einem hoch entwickelten Baukastensystem.

Hierdurch werden die komplexen inneren Zusammenhänge der Systeme für den Nutzer/Käufer reduziert, während gleichzeitig die äußere Komplexität bzw. Modellvielfalt gesteigert wird. Die Herstellung und Entwicklung neuer Modelle kann mit geringerem Aufwand und geringeren Kosten erfolgen. Es entstehen für die Entwicklung weiterer Varianten größere finanzielle Spielräume. Durch eine Erhöhung der produzierten Stückzahlen gleicher Komponenten ergibt sich eine Kostensenkung in der Produktion. Unterstützt wird dies durch Einsparungen und Preisnachlässe im Einkauf durch höhere benötigte Volumina gleicher Einzelteile. Eine verbesserte „time-to market-Reaktion“ wird durch die Verkürzung der Produktentwicklung neuer Modelle mit weniger neuen Einzelteilen erreicht. Maßgeschneiderte bzw. individualisierte Produktpaletten ermöglichen das Erreichen von Marktnischen.

Die Plattformstrategie verfolgt grundsätzlich folgende Prinzipien:

- Unterscheidung von Plattformelementen und Nicht- Plattformelementen
- Entkoppelung von funktional unabhängigen Elementen (Unsichtbare Elemente)
- Standardisierung und Modularisierung der funktional unabhängigen Elemente durch Festlegung von Fixationspunkten in Größe und Abmessung.
- Modellvielfalt durch unterschiedliche Zusammensetzung der einzelnen Module aufgrund einer einheitlichen Grundstruktur
- Individualisierung durch Nicht-Plattformelemente (anschließbaren Komponenten)

Auch im gebäudetechnischen Bereich findet das erfolgreiche Modell der Plattformstrategie, das modularisierte Planungs- und Herstellungsprinzip allmählich Eingang. Einzelne Hersteller (z. B. Viessmann) haben bereits modularisierte Heizsysteme entwickelt. Die Ergebnisse sind hier vor allem eine Reduktion von Einzelteilen, die vereinfachte Installation sowie eine vereinfachte Wartung und Bedienung durch den Nutzer. Die Entwicklung in diesem Bereich ist jedoch noch nicht so weit fortgeschritten wie in der Automobilindustrie. So fehlen, für die angestrebten Ergebnisse vor allem system- und herstellerübergreifende Festlegungen und Standardisierungen wie einheitliche Maßsysteme und Anschlüsse für die Komponenten.

### **2.5.2 Transformation Plattformstrategie auf die gebäudetechnische Plattform**

Die Plattform „energy base“ soll anknüpfend an die geschilderten vorhandenen Plattformstrategien entwickelt werden und mit vorgegebenen Anschlüssen, modularisier- ten und entsprechend standardisierten anschließbaren Geräten eine herstellerüber- greifende Grundlage für zukünftige Anlagen schaffen.

Entsprechend den verschiedenen Automodellen, die auf Grundlage ein und derselben Plattform hergestellt und angeboten werden soll, die haustechnische Plattform indivi- duelle Gebäudeanforderungen, unterschiedliche Energieträger/-wandler und ver- schiedene Energiestandards gleichermaßen ermöglichen.

Als Einstufung und Definition der unterschiedlichen energetischen Niveaus bietet sich an, die nach Energieeinsparverordnung und der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) definierten und in der Praxis eingeführten Energiestandards [3] zu wählen. Die Defini- tion erfolgt über den Primärenergieverbrauch und/oder den Heizwärmebedarf des Gebäudes.

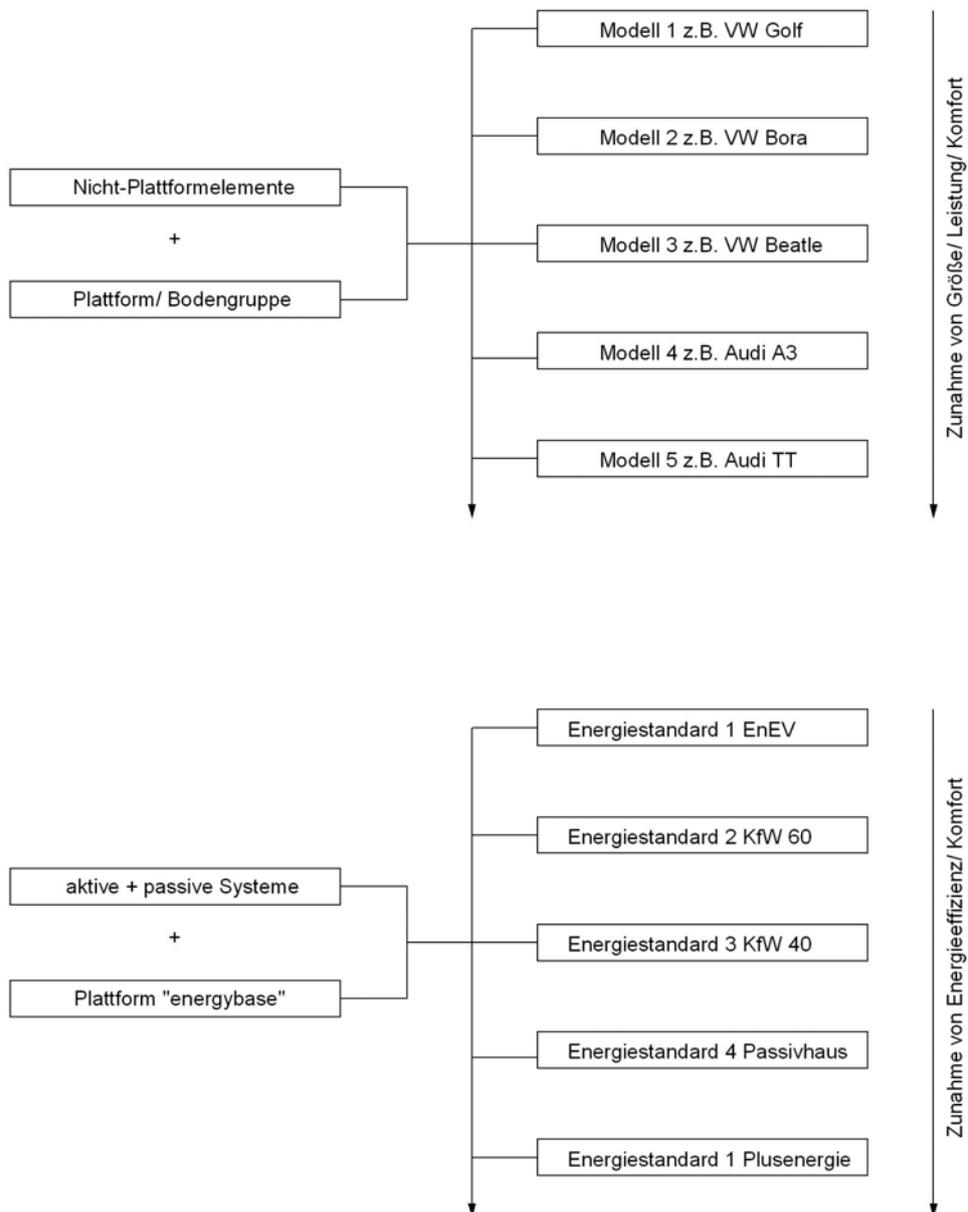


Abb. 2.1.: grafische Darstellung der Transformation der Plattformstrategie aus der Automobilindustrie (oben) auf eine gebäudetechnische Plattform (unten). Quelle FG ee

### 3 Produktübersicht haustechnischer Energiesysteme

### **3.1 Systemkatalog / Übersicht über gebräuchliche Systeme**

#### **3.1.1 Bestandsaufnahme der haustechnischen Systeme**

Als Grundlage für die Erarbeitung der Plattform wird zunächst ein Systemkatalog über die Komponenten gebäudetechnischer Systeme im Wohnungsbau erarbeitet.

Die gängigen gebäudetechnischen Systeme (aktiven Systeme) im Wohnungsbau setzen sich prinzipiell aus folgenden Grundbausteinen zusammen:

Wärmeerzeuger  
Lüftungssysteme  
Solare Systeme  
Energiespeicher

##### 1. Wärmeerzeuger:

Als Wärmeerzeuger stehen primär Heizkessel und Wärmepumpen zur Verfügung. Die Wärmeerzeuger werden für die Klassifizierung nach Energiestandards grundsätzlich nach ihrem Verbrauchsmedium unterschieden:

Heizkessel:

Fossile Brennstoffe: Kohle, Erdöl, Gas

regenerative Brennstoffe: Rapsöl, Holz (Pellet oder Hackschnitzel)

Wärmepumpen:

Wasser-Wasser (Erdsonden, Brunnen, Flächenabsorber)

Luft- Wasser, Wasser- Luft, Luft- Luft

##### 2. Lüftungssysteme:

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (Luftheizung, Lüftungskompaktanlage)

### 3. solare Systeme:

solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung  
Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung

### 4. Energiespeicher:

Der Energiespeicher ist die „Wärmemanagementzentrale“ der Systemtechnik. Die gespeicherte Heizwärme ermöglicht eine Leistungsreduzierung des Wärmeerzeugers und damit dessen Auslegung auf einen reduzierten Heizleistungsbedarf bei Beibehaltung des Warmwasserkomforts. Die Verlängerung der Brennerlaufzeiten führt insgesamt zu einer Verbesserung der Brennstoffausnutzung und Verringerung von Emissionen. Die Wärmespeicher können auch über Solarwärme, über die aus der Lüftungsanlage gewonnene Abwärme wie auch über Wärmepumpen oder Heizkessel geringer Wärmeleistung gespeist werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Heizsystemen für Niedrigstenergie-Gebäude bzw. Passivhäuser mit einem Jahres-Heizwärmebedarf von nur noch rd. 30 bzw. 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) sind effiziente Wärmespeicher die Zentralbausteine der Wärmeversorgungssysteme.

Als mögliche Energiespeichersysteme für Brauch- und Heizwasser stehen Kurzzeit- und Langzeitspeicher zur Verfügung:

#### Kurzzeitspeicher (Tage):

Warmwasserspeicher  
Solarspeicher als Pufferspeicher  
Kombinationsgeräte aus Solar- und Heizwasserspeicher  
Batteriespeicher

#### Langzeitspeicher (Jahreszeiten):

Thermochemische Speicher  
Latentwärmespeicher  
Erdsondenspeicher

Die Langzeitspeicher werden aufgrund des hohen Platzbedarfes nur sehr selten verwendet und werden daher im Bereich des Wohnungsbaus für die Plattformentwicklung nicht weiter betrachtet. Als Speichermedium für den Energiespeicher werden Wasser, Wasser- Kies/Stein, Salzlösungen und Phase Change Materials (PCM, z.B. Paraffine) unterschieden. Als derzeitiger und wirtschaftlicher Standard kommt im Wohnungsbau jedoch vorwiegend der Warmwasserspeicher zum Einsatz.

### **3.1.2 Systemübersicht**

Die nachfolgende Systemübersicht setzt die haustechnischen Systeme und passiven Systeme in Zusammenhang mit dem erreichbaren energetischen Standard und schafft so eine Grobübersicht für die Auswahl des jeweiligen Systems.

Die unterschiedlichen Energiestandards können durch die Wahl der Komponenten als aktive Systeme in Kombination mit den entsprechenden passiven Systemen beispielhaft wie folgt erreicht werden:

#### **Energiestandard 1 (nach EnEV)**

Aktive Systeme:

Mögliche Energieerzeuger:

1. Heizkessel, fossile oder regenerative Brennstoffe
2. Wärmepumpe

Erforderliche passive Systeme:

Wärmedämmstandard nach EnEV [1]

#### **Energiestandard 2 (KfW 60)**

Aktive Systeme:

Mögliche Energieerzeuger

1. Heizkessel, regenerative Brennstoffe
2. Heizkessel, fossile Brennstoffe in Verbindung mit Solarthermie zur Warmwassererzeugung

### 3. Wärmepumpe

Erforderliche passive Systeme

Wärmeschutzverglasung

Wärmedämmung

#### **Energiestandard 3 (KfW 40)**

Aktive Systeme:

Wie Energiestandard 2

Passive Systeme:

Wie Energiestandard 2, jedoch erhöhte Wärmedämmung

#### **Energiestandard 4 (Passivhaus)**

Aktive Systeme:

Wie Energiestandard 3, jedoch zusätzlich Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Passive Systeme

Mindestens wie Energiestandard 3, jedoch 3-Scheiben- Wärmeschutzverglasung

#### **Energiestandard 5 (Null-/ Plusenergiehaus)**

Aktive Systeme:

Wie Energiestandard 4, jedoch zusätzlich solare Stromerzeugung durch Photovoltaikanlage, ggf. Erdwärme

Passive Systeme

Mindestens wie Energiestandard 4

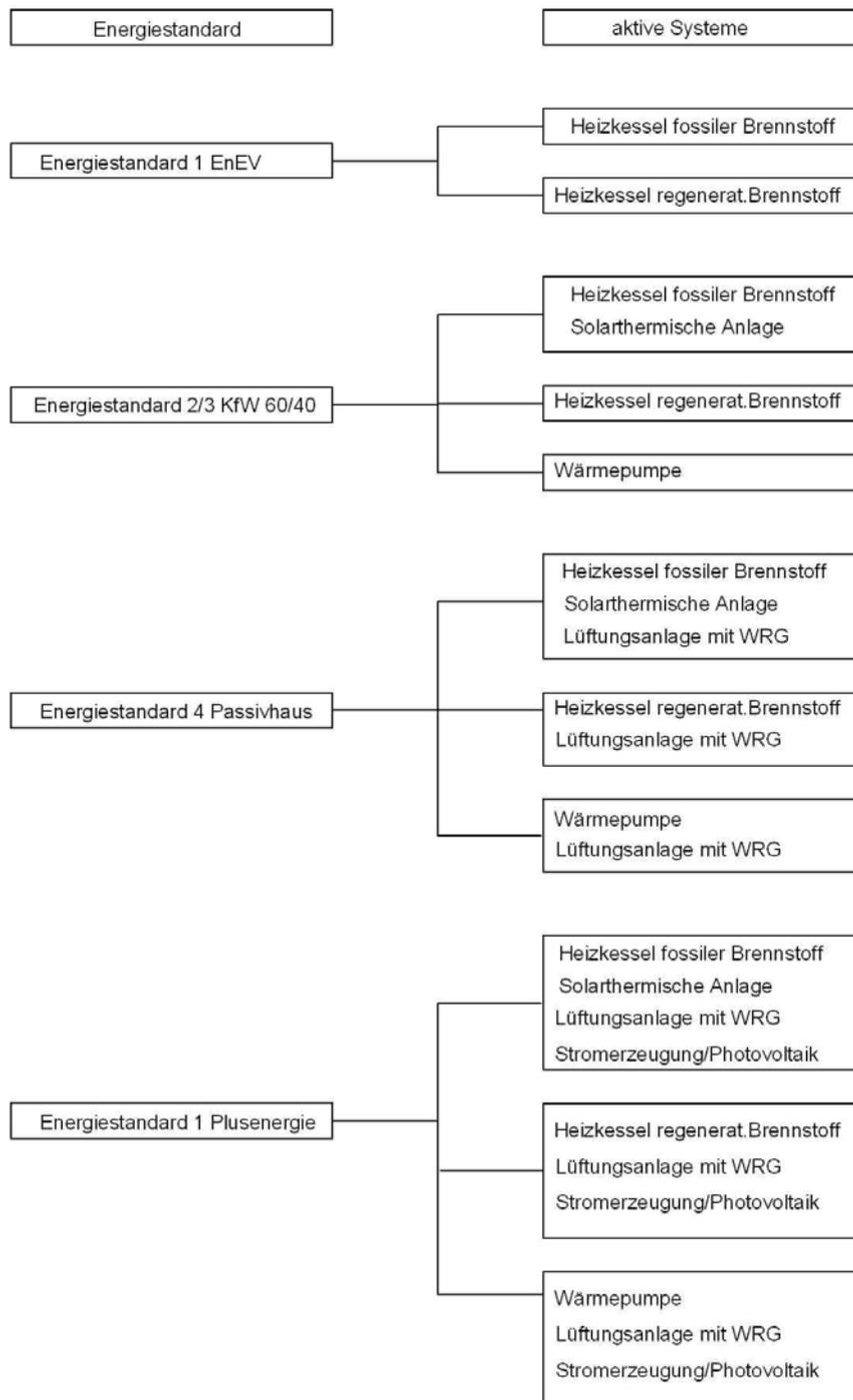


Abb. 3.1.: Übersicht der alternativ möglichen aktiven Systeme in Bezug auf den entsprechenden Energiesstandard.  
 Quelle FG ee

## **3.2 Untersuchung der Systembausteine – Analyseresultate**

In Wohngebäuden existiert eine Vielzahl unterschiedlicher gebäudetechnischer Systeme. Diese unterscheiden sich je nach eingesetztem Energieträger und Art der Warmwasserbereitung und Wärmespeicherung deutlich voneinander. Dabei gibt es nicht nur unterschiedliche Wärmeerzeuger, Boiler, Speicher, Pumpen, Ventile usw., sondern auch unterschiedliche Leitungsschemata, mit welchen diese Komponenten verbunden sind. Die Plattform soll derart konzipiert sein, dass sie sowohl für die gebräuchlichen, als auch für besonders energieeffiziente und zukunftsweisende gebäudetechnische Systeme einsetzbar ist. Aus diesem Grunde wurde ein möglichst breites Spektrum gebäudetechnischer Systeme analysiert, um deren technische Komponenten und Schaltschemata zu kennen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten. Weiterhin wurden die gesetzlichen Grundlagen, Vorschriften und Funktionsanforderungen betrachtet, um diese in die Konzeption der Plattform einfließen lassen zu können.

### **3.2.1 Systemkomponenten, Verbindungen, Anschlüsse...**

Ein breites Spektrum gebäudetechnischer Systeme im Bereich von Einfamilienhäusern wurde analysiert. Systeme, welche der Gebäudekühlung dienen, wurden nicht betrachtet. In der Analyse der Systeme wurden unterschiedliche Wärmeerzeuger und Systeme zum Einsatz erneuerbarer Energien zur Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung untersucht.

Hierzu wurde eine Bestandsliste der gebäudetechnischen Systeme, die in Einfamilienhäusern zur Anwendung kommen (siehe Abbildung 3.2, Tabelle gebäudetechnische Systeme), erarbeitet. Diese beginnt bei einem einfachen Heizkessel, welcher allein die Wärme für eine Zentralheizung zur Verfügung stellt (Warmwasserbereitung würde z.B. lokal über Durchlauferhitzer erfolgen) und geht bis hin zur komplexen Anlage mit Heizkessel (z.B. Pelletkessel), Wärmepumpe, Solarkollektoren, Wärmespeicher mit integriertem Boiler und zusätzlichem Pufferspeicher. Ebenfalls berücksichtigt wurden Luftheizungen (Heizregister, Wärmerückgewinnung aus der Abluft) im Bereich von Passiv-, Null- und Plusenergiehäusern.



Einzelne Komponenten sind zu Komponentengruppen zusammen gefasst. Dies sind z.B. Umwälzpumpen mit den Absperrventilen und die Sicherheitsgruppe mit Thermometer, Manometer, einem Sicherheitsventil und eventuell einem Schnellentlüfter.

Zusätzlich zu Komponentenkombinationen gibt es bei gleichen Komponenten unterschiedliche Bauarten (z.B. Heizkessel mit 2 oder 4 Anschlüssen, Speicher mit 4 bis 9 Anschlüssen) und sich in den hydraulischen Verbindungen unterscheidende Schemata. Durch die Vielzahl der Kombinationen von Komponenten und deren hydraulische Verbindungen ergibt sich eine große Zahl von möglichen, sich unterscheidenden gebäudetechnischen Systemen. Es erscheint sinnvoll, die Plattform aufgrund der sich ergebenden hohen Komplexität nicht für all diese möglichen Systeme zu entwickeln. Die Plattform muss hier notwendigerweise vereinfachen; nur die gängigsten und die energieeffizientesten Systeme sind berücksichtigt. Weiterhin wurde analysiert, welche hydraulischen Leitungsführungen bei unterschiedlichen Systemen zusammen fallen bzw. zusammengelegt werden können, um auch hier ein hohes Maß an Vereinfachung zu erreichen.

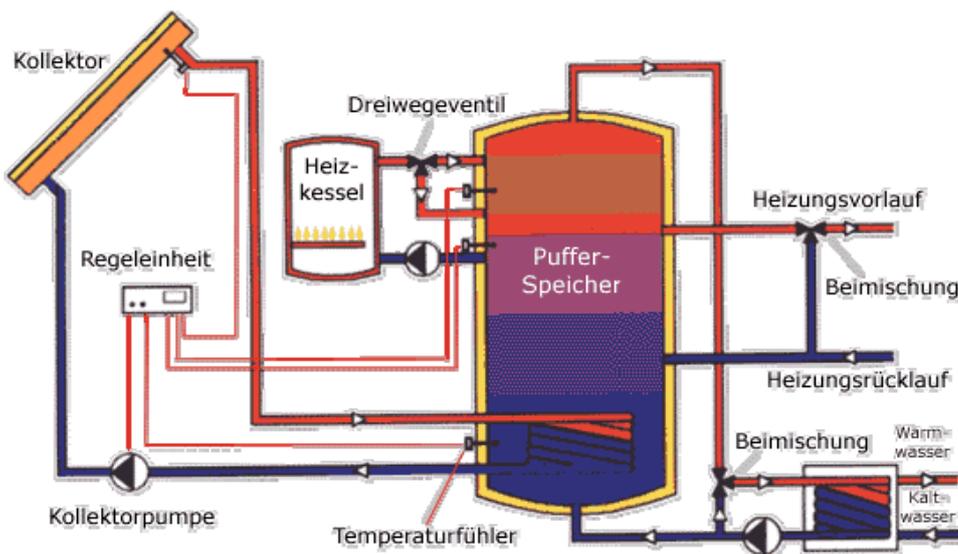


Abb. 3.3.: Beispielhaft ausgewähltes Schaltschema für ein System, bestehend aus Heizkessel, Pufferspeicher, externem Wärmetauscher für Warmwasser, Kollektor und Energiemanager. Quelle: Solargenossenschaft Liechtenstein

Für die Plattformkonzeption wurden zunächst für unterschiedliche Schaltschemata von gebäudetechnischen Systemen Einzelmatrizen erstellt, welche die einzelnen Komponentengruppen bzw. Komponenten der analysierten Systeme aufweisen. Alle

dabei auftretenden hydraulischen Verbindungen und Signalleitungen sowie die Leitungen der Stromversorgung sind in diese Matrizen eingetragen. Anhand eines ausgewählten Beispiels, bestehend aus Heizkessel, Pufferspeicher, externer Wärmetauscher für Warmwasser, Kollektor und Energiemanager lässt sich mit Hilfe des Schaltschemas in Abbildung 3.3 die Matrix (Abbildung 3.4.) leicht erklären.

Anhand der Überlagerung dieser Einzelmatrizen konnten Aussagen zur Häufigkeit von hydraulischen Verbindungen getroffen werden. Dazu wurden die Werte in den Einzelmatrizen addiert, wodurch sich für häufig auftretende Verbindungen zwischen einzelnen Komponenten im jeweiligen Feld der Matrix höhere Werte ergaben. Verbindungen mit hohen Werten waren für die Plattformentwicklung vorrangig zu berücksichtigen. Dieses Verfahren erwies sich als hilfreich, weil letztendlich bei einem Teil der betrachteten Schaltschemata nur noch die Unterschiede zu den zuvor bereits analysierten Systemen herausgearbeitet werden mussten.

4.1) Konventioneller Kessel + Speicher (9er) mit externen Wärmetauscher für Brauchwasser mit externer Regelung / Energiemanager	Verbindung von:																
	Heizkessel oder WP	Steuerung	Heizkessel oder WP	Heisswasserboiler oder ext. WT	Warm/Kalt Beimisch.	Boilerzuluß	3-Wege Ventil Speicher	Wärmespeicher / integrierter Boiler	Heizkreislauf	Umschaltventil	Rücklaufwächter	Wärmespeicher mit Durchlauferw.	Warm/Kalt Beimisch.	Sonnenkollektor	Kollektorsteuerung	Solarmodul	Photovoltaik
Heizkessel oder Wärmepumpe		1					1										
Pumpe		1					1										
Heizkessel oder Wärmepumpe																	
Heisswasserboiler oder ext. WT						1											
Pumpe																	
Warm/Kalt Beimisch.				1			1										
Drei Wege Ventil für Speicher	1																
Wärmespeicher / integr. Boiler		3		1			2							1			
Pumpe		1		1													
Warm/Kalt Beimisch.																	
Heizkreislauf																	
Pumpe																	
Umschaltventil																	
Wärmespeich. m. Durchlauferw.																	
Warm/Kalt Beimisch.																	
Warm/Kaltwasserbeimischung																	
Warmwasser für Gebäude					1												
Sonnenkollektor		1					1										
Pumpe		1					1										
Solarmodul																	
Photovoltaik																	
Schornstein	1																
Betriebsstrom		1	1				2										
Aussenfühler			1														
BUS-System																	
Abzweig Ausdehnungsgefäß									1					1			
Abzweig Wasserzulauf									1								
Entleerungsventil tiefster Punkt									1								
Kanalisationsabfluss																	
Rohrverbindung																	
Pumpe / in der Regel mit Absperrarmatur verbunden																	
Umschaltventil/Rücklaufwächter																	
Signalkabel = Steuersignal																	
Messung einer Stellgröße																	

Abb. 3.4.: Matrix der Verbindungen für beispielhaft ausgewähltes Schaltschema aus Abbildung 3.3. zwischen den einzelnen Komponenten eines gebäudetechnischen Systems. Quelle FG ee

Die in dieser Matrix (Abbildung 3.4.) dargestellten hydraulischen Verbindungen sind grau, blau (wenn sie zu einer Pumpe führen) oder grün (wenn sie zu einem Ventil führen) hinterlegt. Signalleitungen, welche Steuerungssignale übertragen sind lila gekennzeichnet, Leitungen zur Messdatenerfassung gelb, zahlen in weissen Feldern kennzeichnen die Anbindung an die elektrische Versorgung.

Parallel zur Erstellung der Matrizen wurden alle Verbindungen in ein Schaltbild eingetragen, welches alle vorkommenden Komponenten enthielt. Durch Überlagerung der Verbindungen und Hervorheben der häufigeren Verbindungen wurden die Resultate der Verbindungsmatrix anschaulich und waren leichter zu bewerten (siehe Abbildung 3.5.).

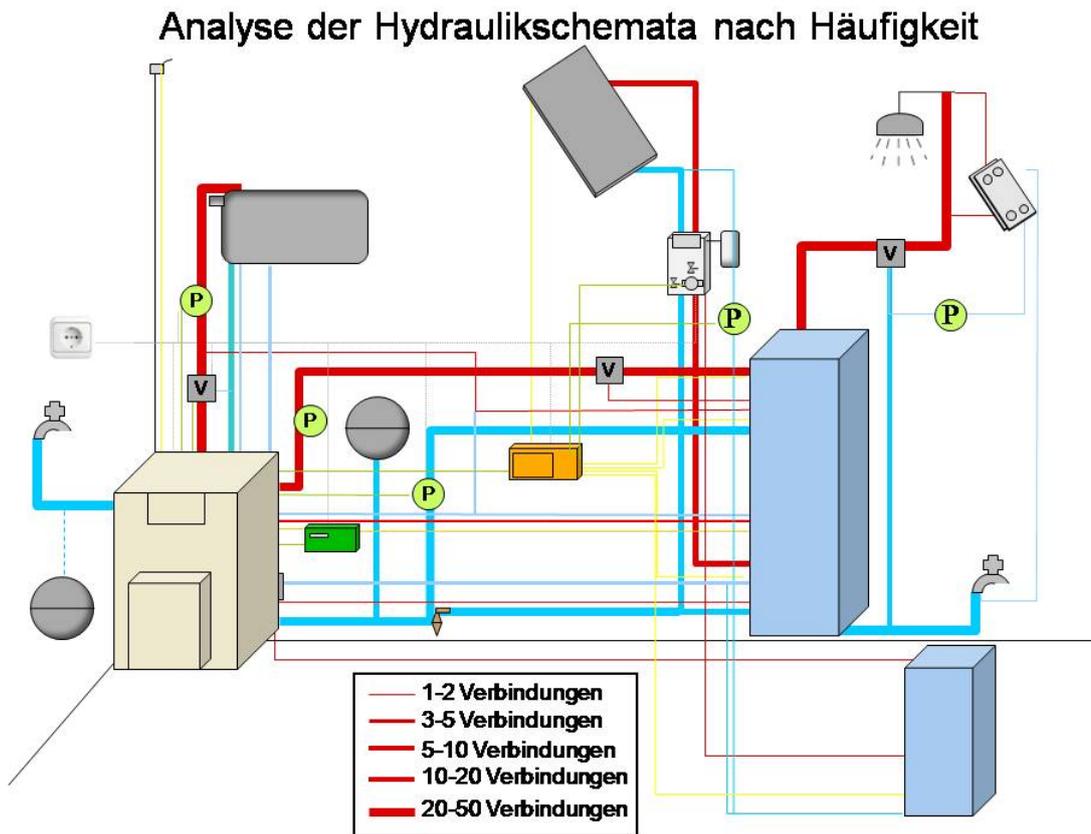


Abb. 3.5.: Grafische Überlagerung aller Verbindungsstränge der untersuchten haustechnischen Systeme und Erhöhung der Linienstärke mit Häufigkeit der Verbindung. Symboldarstellung gemäß Abbildung 4.1. Quelle FG ee

Nachdem alle Verbindungen in diese Grafik eingetragen waren, ergaben sich Hinweise darauf, welche Verbindungsstränge vorrangig zu berücksichtigen sind. Selten vor-

kommende Verbindungen zwischen Komponenten (dünne Linien) wurden dahingehend überprüft, ob andere bereits vorhandene Verbindungen genutzt werden konnten, um damit den gleichen Effekt an Massentransport oder Signalübertragung zu erreichen. Mit dieser Vorgehensweise konnten Aussagen getroffen werden, welche haustechnischen Komponenten und Schaltschemata bei der Konzeption und Entwicklung der Plattform zu berücksichtigen sind (Kapitel 4.1.1 – 4.1.3). Für die Plattformkonzeption sind darüber hinaus noch geometrische Daten von Bedeutung, wie der Durchmesser der hydraulischen Leitungen und deren Anschlusspositionen an den Komponenten, die Ausbildung der Anschlüsse sowie die Abmessung der Komponenten.

### **3.2.2 Vorschriften und Grundregeln zum Plattformentwurf**

Das für die Plattformentwicklung besonders zu beachtende Regelwerk ist die DIN EN 12828 [4] zur Planung von Warmwasser- Heizungsanlagen. Diese ist seit dem 31.12.2004 in Kraft und löste u.a. die vorangegangene DIN 4751 1-4 ab. Diese wird durch zu berücksichtigende nationale Anhänge ergänzt (für Deutschland aus DIN 4747 1 [5], 4751 1-3 [6], ZHV-Richtlinie 12.02, AGFW-Arbeitsblatt FW 519 [7]), welche Klimaunterschiede und Traditionen berücksichtigen. Da es nicht möglich ist, alle Eventualfälle einer Heizungsanlage in eine Norm zu integrieren, stellt die DIN EN 12828 [4] im wesentlichen nur Funktionsanforderungen auf, verbunden mit Schutzzielanforderungen, Lösungsvorschlägen und Empfehlungen für die Ausführung der Anlagenplanung. Letztere schließt die Planung von Wärmeerzeugungsanlagen, Wärmeverteilungssystemen, Wärmeabgabesystemen sowie die Regelanlagen mit ein. Ein wichtiges Anliegen der Verfasser war, durch die DIN EN 12828 [4] zukünftige technische Innovationen nicht zu behindern.

Weiterhin zu nennen sind prEN 806-2 (technische Regeln für Trinkwasser-Installationen) [8] und prEN 1268-1 (Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck) [9], wobei letztere bei Zuordnung der Sicherheitsgruppe zum externen Wärmeerzeuger nicht die Plattform betrifft. Darüber hinaus bestehen verschiedene Normen, welche sich auf die einzelnen Komponenten und somit deren Hersteller beziehen und nicht direkt die Plattform berühren, wie z.B. zur Temperatur berührbarer Oberflächen von Maschinen (Heizkessel), zu Ausdehnungsgefäßen, Fernwärmeanlagen, Fußbodenheizungen oder Regel- und Steuergeräten.

Viele der in der DIN EN 12828 [4] genannten Funktionsanforderungen betreffen den Planer der Gesamtanlage und müssen berücksichtigt werden, da die Plattform Planungsaufgaben ersparen soll. Funktionsanforderungen, welche bei der Konzeption der Plattform und der Anbindung der anschließbaren Geräte erfüllt, bzw. berücksichtigt sein sollen, sind in Anhang A, Tabelle 10.1 in Stichpunkten aufgeführt.

Für Trinkwasser-Installationen gilt DIN 1988 [10], das DVGW-Arbeitsblatt W 553 und VDI 6023 [11]. Die Trinkwasser-Installation der Plattform besteht nur aus dem Speicher- Trinkwassererwärmer und den zu- und abführenden Leitungen. Ist ein Gerät für die Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser integriert bzw. angeschlossen, arbeitet dieses nach den Gegenstromprinzip und wird vom dem Trinkwassererwärmer zugeführten Kaltwasser durchflossen. Für diese Geräte gelten DIN 4753 [12] und DVGW VP 670 [13]. Es wird davon ausgegangen, dass nur abgenommene und geprüfte Geräte von Herstellern zur Anwendung kommen, welche die Vorschriften erfüllen. Da die Plattform für Ein- und Zweifamilienhäuser ausgelegt ist, wird hier vorausgesetzt, dass keine Trinkwassererwärmer mit mehr als 400 l Speicherinhalt sowie ein Wasserinhalt von weniger als 3 Litern je Leitung zwischen Abgang und Entnahmestelle vorhanden sind. Aus diesem Grunde unterliegt die Anlage nicht der Legionellenverordnung [14], wodurch die energieverbrauchserhöhende und für thermische Solaranlagen effizienzverringende, kurzzeitige Erwärmung des Trinkwassers auf 60° C entfallen kann.

Die Dämmstärke für die warmwasserführenden hydraulischen Leitungen und Armaturen wird durch die ENEC, Anhang 5 [1] vorgegeben. Die Mindestdicke der Dämmschicht berechnet sich aufgrund einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m\*K), wie in Abbildung 3.6. Tabelle (Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Wasserleitungen) dargestellt.

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m · K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm

Abb. 3.6.: Tabelle Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Wasserleitungen sowie Armaturen nach der ENEC 2007, Anhang 5 [1].

Für die Plattform mit angeschlossenem Wärmeerzeuger müssen die Vorschriften der Feuerungsverordnung (FeuVo) erfüllt sein. Diese beschreiben die Anforderungen an Feuerstätten, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke und ortsfeste Verbrennungsmotoren bezüglich deren Aufstellungsräume und Abgasanlagen, Abstände zu brennbaren Bauteilen, zur Abführung von Abgasen sowie zur Brennstofflagerung. Da dies nicht die Plattform unmittelbar, sondern die anschließbaren Komponenten betrifft, sind die Verordnungen hier nicht einzeln aufgelistet.

## 4 Produkt-/Plattformentwicklung

#### **4.1 Auswahl der Plattformkomponenten und deren Schaltschemata**

Die entwickelte Plattform besteht grundsätzlich aus ihrem Gehäuse und den integrierten bzw. integrierbaren Plattformkomponenten. Mit der Plattform können unterschiedliche anschließbare Geräte (z.B. Wärmeerzeuger) verbunden werden.

Basierend auf der Analyse der in Kapitel 3 betrachteten heiztechnischen Systeme, insbesondere der Systemkomponenten (Kapitel 3.2.1) wurde festgelegt, welche haustechnischen Komponenten Bestandteil der Plattform oder in diese integrierbar sein sollen. Ebenso wurde festgelegt, welche anschließbaren Geräte mit der Plattform verbunden werden können.

Bei der Auswahl der Plattformkomponenten wurden typische Schaltschemata und die entsprechend notwendigen einzelnen haustechnischen Komponenten berücksichtigt.

So wurden bei der Auswahl der Plattformkomponenten typische Schaltschemata und die entsprechend notwendigen einzelnen haustechnischen Komponenten berücksichtigt. Dazu gehört z. B. der einfache Standardfall eines Wärmeerzeugers mit Boiler und Heizkreis, aber auch die Nutzung von Solarenergie und die Wärmeeinspeisung mittels zusätzlicher Wärmepumpe unter Verwendung unterschiedlicher Speicher oder Boiler-Speicherkombinationen. Ebenso wurde die Wärmeübertragung mittels Heizregister bei Verwendung einer Luftheizung oder die Verwendung von zwei sich ergänzenden Wärmeerzeugern (z.B. Heizkessel und Wärmepumpe) betrachtet.

Die hydraulische Verrohrung und die Leitungsführung für die Messdatenerfassung, die Steuerung und die Stromversorgung der Plattform ergaben sich aus den festgelegten haustechnischen Komponenten sowie den unterschiedlichen, ausgewählten hydraulischen Leitungsschemata. Mit eingeflossen sind die Resultate aus der Untersuchung von Geometrien und Anschlüssen haustechnischer Komponenten (Kapitel 4.1.3.), sowie die Berücksichtigung von DIN-Vorschriften zu den gebäudetechnischen Systemen (Kapitel 3.2.2.).

### **4.1.1 Plattformkomponenten**

Im Rahmen der Plattformentwicklung hat es sich als sinnvoll erwiesen, eine Unterteilung vorzunehmen zwischen Komponenten, welche direkt in die Plattform integriert, bzw. integrierbare sind und Komponenten, welche extern an die Plattform angeschlossen werden können. Für Plattformkomponenten, welche erst später integriert werden, muss auf der Plattform die Voraussetzung für ein nachträglich leichtes Einfügen geschaffen werden. Dazu müssen sowohl die Voraussetzungen auf der Plattform vorhanden sein, als auch diese Komponenten geometrische Voraussetzungen erfüllen, damit ein Einbau möglich ist.

Eine Übersicht über die Plattformkomponenten findet sich in Abbildung 4.1. Tabelle mit Auflistung der integrierten und integrierbaren Plattformkomponenten. Es wird hierbei in der zweiten Spalte angegeben, wie viele der Komponenten sich aufgrund der sich auf der Plattform befindlichen hydraulischen Verbindungen und Anschlusspunkte jeweils in die Plattform einfügen lassen sollen.

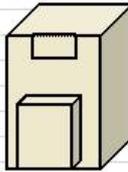
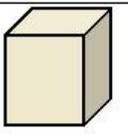
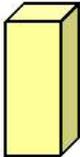
Extern Anschliessbar	Gerätetypen	Symbol / Anzahl	Plattformkomponenten	Symbol / Anzahl
Energieumwandlung mit Sicherheitsgruppe (Anlagen < 300 kW)	Ölkessel	 0-2	Pumpen (bis zu 5 Stück) mit Absperr- Rückschlagventilen Zwei- und Dreiwegeventil Vierwegeventil	 1-4
	Ölbrennwertkessel			
	Gaskessel			
	Gasbrennwertkessel			
	Pelletkessel			
	Hackschnitzelkessel			
	Scheitholzessel			
Kraft-Wärmekopplung			 3-10	
			 0-1	
	Wärmepumpe	 1-3	Ausdehnungsgefäß	 1
Energiespeicherung	Kombispeicher	 0-1	Entleerungsventil	 1
	Boiler		Solarstation	 1
Energiespeicherung	Solarspeicher	 0-2	Temperatursensoren	 4-12
	Kombispeicher		Energimanager	 1
	Pufferspeicher			
	Boiler		Rücklaufwächter	 1-3
Verbraucher	externer Wärmetauscher entfällt		Abwasser-Wärmetauscher	 0-1
	Heizkreislauf			
Anschlüsse	Wasserzulauf	  	Externer Wärmetauscher	
	Stromzuführung			
	Aussenfühler			

Abb. 4.1.: Tabelle mit Auflistung der integrierten und integrierbaren Plattformkomponenten und deren Anzahl je nach realisiertem gebäudetechnischem System. Quelle: FG ee

Die integrierten Plattformkomponenten sind Bestandteil der Plattform. Sie sind verantwortlich für die Verteilung und Steuerung der Massenströme, Messdatenerfassung innerhalb der Plattform und eventuelle Entleerungs- und Serviceaufgaben. Diese Komponenten sollen aufgrund der Vorgaben des Auftragsgebers bei Anlieferung bereits in der Plattform integriert sein.

Die Frage, ob die Plattform mit allen Komponenten am Werk vorgefertigt wird, oder nur einen Teil der Komponenten enthält und vor Ort ergänzt wird, kann hier nicht abschließend beantwortet werden, da sie Teil der Vermarktungsstrategie und der Herstellerinteressen ist. Anstrebenswert erscheint jedoch eine Vorfertigung am Ort der Herstellung mit einer Vorinstallation aller notwendigen Plattformkomponenten.

Sind diese Komponenten eingefügt, können bei einer späteren Modifikationen oder Erweiterungen des gebäudetechnischen Systems weitere Komponenten hinzugefügt werden. Diese werden im Folgenden als integrierbare Komponenten bezeichnet. Die benötigten hydraulischen Verbindungsstränge, sowie Anschlüssen zur späteren Integration dieser Plattformkomponenten sollen bereits auf der Plattform so angelegt sein, dass ein späterer Einbau mit möglichst geringem Aufwand leicht und schnell durchführbar ist. Hierzu wurde ausgearbeitet, welche geometrischen Voraussetzungen die zu integrierenden Komponenten erfüllen müssen, damit sie mit den vorhandenen Anschlüssen und dem Platzangebot kompatibel sind (Kapitel 4.3. 1). Der Raum innerhalb der Plattform, welcher zur nachträglichen Integration dieser Komponenten benötigt wird, wurde aufgrund der Dimensionen von gängigen, aber energieeffizienten Komponenten (z.B. Energiesparpumpen) im Leistungsbereich der Plattform bestimmt.

Neben dem Warmwasserspeicher als zentrale Plattformkomponente ergaben sich als zu integrierende und integrierbare Komponenten der Plattform folgende haustechnischen Elemente:

### **Pumpengruppen:**

Pumpen, verbunden mit Absperr- und eventuell einem Rückschlagventil kommen dann zum Einsatz, wenn einem geschlossenen hydraulischen Kreissystem eine Eigenströmung aufgezwungen werden soll, so dass es zu einer Zirkulation kommt. Deshalb spricht man auch von Zirkulations- oder Umwälzpumpen. Bis zu vier Pumpengruppen, sowie eine weitere als Bestandteil einer Solarstation sollen integrierbar sein. In gebäudetechnischen Systemen sind diese zuständig:

für den direkten Heizkreislauf

Dieser ist zuständig für den Wärmetransport vom Wärmeerzeuger zu den Heizflächen (1. Pumpe). Alternativ ist diese Pumpe in einem indirekten Kreislauf zu einem Wärmetauscher zum Einsatz, welcher z.B. einem Heizregister einer Luftheizung Wärme zuführt.

für einen zweiten Heizkreis

Mitunter gibt es mehrere Heizkreisläufe, gespeist durch einen Wärmeerzeuger. Die Erweiterbarkeit auf einen zweiten Heizkreislauf auf der Plattform wurde vorgesehen, da

dieser Fall z.B. bei Einfamilienhäusern mit Einliegerwohnung oder bei Anbauten an Gebäuden vorkommt (2. Pumpe).

für Boiler und Wärmespeicher

Hierbei wird ein erster Wärmespeicher, sei es nun ein Boiler (Brauchwasser-ladepumpe), ein Wärmespeicher oder ein Wärmespeicher mit integriertem Boiler, von einem Wärmeerzeuger mit Wärme versorgt (3. Pumpe). Kommt ein zweiter Speicher hinzu (wenn z.B. Boiler und Speicher getrennt oder ein Speicher mit integriertem Boiler und ein weiterer reiner Wärmespeicher vorhanden sind), versorgt diese Pumpe beide Speicher über ein regelbares Ventil.

für einen zweiten Wärmeerzeuger

Eine zusätzliche Pumpe wird notwendig bei einem Kreislauf zwischen einem zweiten Wärmeerzeuger und einem Wärmespeicher, wie z.B. bei der Verwendung einer zusätzlichen Wärmepumpe ohne eigene integrierte Pumpe (4. Pumpe).

für einen Solarkreislauf

Diese ist notwendig, falls ein an den Wärmespeicher oder Boiler angeschlossener Solarkreislauf vorhanden ist. Die Plattform hier ist so konzipiert, dass die Pumpengruppe Bestandteil einer Solarstation ist, welche hier als eigenständige Komponente klassifiziert wird.

Ist eine Wärmepumpe vorhanden, welche über zwei Vorläufe auf unterschiedlichen Temperaturniveaus Warmwasser zur Verfügung stellt, wird davon ausgegangen, dass es sich um einen Bautyp mit integrierter Umwälzpumpe handelt, so dass der zweite Kreislauf dieses Gerätes keine weitere Umwälzpumpe erforderlich macht.

Im Vorgriff auf die Entwicklung eines Schaltschema (Kapitel 4.1.4) ist in Abbildung 4.5 skizziert, welche Komponenten, hydraulischen Verbindungen und Leitungen ausgeführt sein sollen, wenn alle möglichen Plattformkomponenten berücksichtigt werden (in der Praxis wird immer nur ein Teil dieser Komponenten gleichzeitig vorhanden sein). Die Funktion der aufgezählten Komponenten kann anhand dieser Zeichnung nachvollzogen werden. Die Nummerierung der Komponenten ist in der Darstellung beibehalten.

## **Ventile:**

Im Regelfall treffen drei hydraulische Leitungen aufeinander. Beim Zweiwegeventil wird (in der Regel erwärmtes) Wasser aus einem zuführenden Rohr in das eine, das andere oder beide abführenden Rohre weitergeleitet. Die entsprechende Schaltung kann elektrisch oder thermostatisch geregelt werden. Bei den Dreiwegeventilen (Verwendung eines Vierwegeventils bei einem zweiten Heizkreis) bzw. Mischventilen wird zugeführtes Wasser aus zwei Rohren mit unterschiedlicher Temperatur zu 0 – 100% gemischt, meist derart, dass die Temperatur im abführenden Rohr konstant ist. Die entsprechende Zusammenführung der Volumenströme wird bei konventionellen Anlagen entweder elektrisch, thermostatisch oder per Hand geregelt werden. Für die Plattform wird hier bezüglich der geometrischen Auslegung und der Leitungsführung angenommen, dass es sich jeweils um ein elektrisch geregeltes Ventil mit einem damit verbundenen Stellmotor handelt (Auslegung nach dem maximalen Platzbedarf). Zwei- als auch Dreiwegeventile verfügen über jeweils drei Anschlüsse. Für die Plattformentwicklung werden diese daher nicht weiter unterschieden und unter Dreiwegeventilen zusammengefasst.

In die Plattform sollen bis zu elf unterschiedliche Drei- und ein Vierwegeventil integrierbar sein, wobei gleichzeitig maximal sieben Ventile vorhanden sein können (siehe Abbildung 4.5). Diese übernehmen die folgenden Aufgaben:

### Dreiwegeventil 1 und Vierwegeventil V1

Dem Heizungsvorlauf wird kühleres Wasser aus dem Heizungsrücklauf über einen Bypass durch ein Dreiwegeventil beigemischt, um somit eine konstante Vorlauftemperatur aufrecht zu erhalten. Sind zwei Heizkreisläufe vorhanden, wird dieses durch ein Vierwegeventil ersetzt. Es findet dann zusätzlich zur Beimischung kühleren Wassers des Rücklaufs zum Vorlauf eine Weiterleitung des Heizwassers zum Mischventil des nächsten Heizkreises statt.

### Dreiwegeventil 2

Dem zweiten Heizungsvorlauf wird, falls vorhanden, kühleres Wasser aus dem Heizungsrücklauf über einen Bypass durch ein Dreiwegeventil beigemischt, um somit eine konstante Vorlauftemperatur aufrecht zu erhalten.

### Dreiwegeventil 3

Je nach Konzeption der haustechnischen Anlage werden die beiden rückführenden Rohrleitungen vom Heizkreis (Rücklauf) und vom Wärmespeicher oder Boiler zum Wärmeerzeuger über ein geregeltes Mischventil zusammengeführt. Ein Rücklaufwächter oder die zentrale Regelung (Energiemanager) entscheiden hier, aus welchem rückführenden Kreis welcher Anteil zur Erwärmung in den Wärmeerzeuger gelangt. Sind die Ventile bereits im Vorlauf vorhanden, entfallen diese und die rückführenden Leitungen werden hier direkt zusammengeführt.

### Zweiwegeventil 4

Sind zwei Wärmeerzeuger vorhanden, verteilt dieses Ventil das rücklaufende Wasser auf diese Wärmeerzeuger. Sind die Ventile bereits im Vorlauf vorhanden, entfallen diese und die rückführenden Leitungen werden hier direkt zusammengeführt.

### Dreiwegeventil 5

Dem warmen Brauchwasser wird kaltes Trinkwasser durch ein Dreiwegeventil zugemischt, um eine konstante Warmwassertemperatur zu garantieren. Dies ist z.B. bei Boilern oder Wärmespeichern mit integrierten Boilern notwendig, welche über eine Solaranlage ihre Wärme beziehen und Boilertemperaturen über der gewünschten Warmwassertemperatur erreichen.

### Zweiwegeventile 6 und 7

Wird ein zweiter externer Speicher angeschlossen (siehe Kapitel 04.01.02), kann dieser je nach System von zwei Wärmeerzeugern versorgt werden. Die geregelte Wärmeverteilung an den zweiten Speicher erfolgt damit mit bis zu zwei Dreiwegeventilen.

### Dreiwegeventil 8

Sind zwei Speicher vorhanden, welche zur Heizungsunterstützung herangezogen werden, erfolgt die Entnahme des Warmwassers über dieses Dreiwegeventil.

### Zweiwegeventil 9

Die Entscheidung, ob ein zweiter möglicher Wärmeerzeuger dem Heizkreislauf Wärme zuführt oder dem Speicher/Boiler nachheizt, wird über dieses Zweiwegeventil umgesetzt.

### Zweiwegeventil 10

Ist eine Wärmepumpe mit integrierter Speicherladepumpe vorhanden, so wird über dieses Ventil bestimmt, ob eine Speicheraufladung auf einem niedrigeren Temperaturniveau stattfindet oder die erzeugte Wärme direkt dem Heizkreislauf zugeführt wird.

### Zweiwegeventil 11

Die von den Solarkollektoren bereitgestellte Wärme verteilt sich über dieses Ventil bei auf zwei Speicher, falls diese vorhanden sind.

Einzelne Wärmespeicher, die als Schichtenspeicher ausgelegt sind, verfügen mitunter über zwei oder drei ventilgesteuerte Zuleitungen für den Zulauf auf unterschiedlichem Höhenniveau. Die Speicherladung erfolgt nach der Zulauftemperatur jeweils an dem Ort, welcher dabei die effizienteste Speichernutzung ermöglicht. Da nicht all diese Bautypen berücksichtigt werden können, sind die dann notwendigen Ventile und zusätzlichen Leitungen vor dem Speicher, nicht auf der Plattform zu montieren.

### Entleerungs-/ Ablassventil:

Dieses ist am tiefsten Punkt des Heizkreises, am besten kurz vor der äußeren Anschlussverbindung des Rücklaufs zum Wärmeerzeuger, anzubringen.

### **Steuerungseinheiten:**

#### Rücklaufwächter:

Rücklaufwächter übernehmen die Steuerung eines geregelten Mischventils mit Stellantrieb und entscheiden über die Mischung des Heizwassers aus den jeweiligen zuführenden Rohrleitungen. Der Platz für mehrere Geräte sowie eine Leitungsführung soll

vorgesehen werden, auch wenn meist höchstens nur ein Gerät zum Einsatz kommt oder diese Funktion zusätzlich vom Energiemanager übernommen wird.

#### Temperaturfühler:

Je nach Regelstrategie und angeschlossenen haustechnischen Komponenten ist eine Temperaturerfassung des Heizwassers notwendig. Auf der Plattform soll im Rücklauf jedes Heizkreises kurz vor der Position des Mischventils die Installationsmöglichkeit jeweils eines Temperaturfühlers vorgesehen sein. Dabei ist an eine verschließbare Öffnung im Rohrleitungssystem gedacht, in welche die Temperaturmessfühler nachträglich bei Bedarf eingeschraubt werden können. Ebenso ist es hilfreich, solch eine Installationsmöglichkeit im Vorlauf jedes Heizkreises hinter den Pumpen und dem Absperrventil vorzusehen; insgesamt also bei zwei Heizkreisen vier Messpunkte. Weitere, meist benötigte Temperaturmesswerte stammen direkt von den externen Geräten (Speichertemperaturen, Vorlauftemperatur Heizkessel, usw.), so dass hier für die Plattform nur die Signalleitungsführung zu den Regel- und Steuergeräten berücksichtigt werden muss.

#### Energiemanager:

Der Einsatz eines Energiemanagers wird besonders dann sinnvoll, wenn mehr als eine Wärmequelle zur Verfügung steht. Dieser regelt energieeffizient die Heizkreise, die Wärmeerzeuger, die thermische Solaranlage, die Boileraufladung sowie die Aufladung und Wärmeentnahme aus dem Wärmespeicher. Der Energiemanager soll mit einem Display versehen und außerhalb der Plattform leicht Ablesbar- und Bedienbar sein.

#### **Solarstation:**

Wird eine thermische Solaranlage als Bestandteil des gebäudetechnischen Systems betrieben, ist es von Vorteil, anstelle einer Vielzahl einzelner technischer Komponenten eine Solarstation zu installieren. Solarstationen werden, meist einschließlich des Ausdehnungsgefäßes, von verschiedenen Herstellern als komplette Einheit angeboten, meist bereits mit Wärmedämmung und ausgelegt auf die vorhandene thermische Solaranlage. Eine Solarstation beinhaltet in der Regel Pumpe, Manometer, Sicherheitsventil, Rückschlagklappe, Absperrhahn, Rücklauffühler, elektrischen Durchflussmesser sowie eine Solarregelung mit den entsprechenden Anschlüssen zur Erfassung der Kollektor- und Speichertemperatur.

### **Abwasserwärmetauscher:**

Hierbei handelt es sich um eine optional speziell für die Plattform zu entwickelnde Gegenstromwärmetauscher, welcher ein Teil der im sanitären Abwasser enthaltenen Wärmemenge zur Vorerwärmung des nachströmenden Kaltwassers in den Boiler oder Kessel nutzt. Für die weitere Plattformentwicklung wurde der Abwasserwärmetauscher nicht weiter betrachtet.

Nicht Bestandteil der Plattform ist die Sicherheitsgruppe: Diese ist für die Heizkreise mit Wärmeerzeugern vorgeschrieben und besteht in der Regel aus Thermometer, Manometer und einem Sicherheitsventil, bei größeren Anlagen zusätzlich ggf. aus Schnelllüfter und Wassermangelsicherung. Die Sicherheitsgruppe wird, in unmittelbarer Nähe zum Wärmeerzeuger in dessen Vorlauf montiert und ist Bestandteil der anschließbaren Geräte.

#### **4.1.2 Hydraulische Anschlüsse:**

Neben den Verbindungen für die oben genannten anschließbaren Geräte sind folgende hydraulische Anschlüsse vorhanden:

Heizkreise:

Die Plattform soll über zwei Vorlaufleitungen für zwei potentielle Heizkreise und zwei Rücklaufleitungen verfügen.

Kalt- und Warmwasserversorgung:

Die Plattform erhält eine Kaltwasserzuleitung, sowie eine Warmwasserentnahme.

#### **4.1.3 Anschließbare Geräte**

Bei den anschließbaren Geräten handelt es sich um die externen Komponenten, welche sich von außen über die vorgesehenen Anschlüsse an die Plattform anschließen lassen. Diese übernehmen die Funktion der Wärmeversorgung- und der Wärmespei-

cherung. Diese Komponenten können direkt über das Anschlussystem der Plattform, oder über eine z.B. flexible hydraulische Verbindung bei einem nicht unmittelbar neben der Plattform befindlichen Standort, mit dieser verbunden werden. Ebenfalls zu den anschließbaren Geräten werden die Verbraucher (z.B. der Heizkreislauf) gezählt, sowie externe Messfühler- und Versorgungsleitungen. Die folgenden anschließbaren Geräte sollen sich mit den erforderlichen hydraulischen Verbindungen an die Plattform verbinden lassen:

### **Erster Wärmeerzeuger:**

Bei einem anschließbaren Wärmeerzeuger ist für die Entwicklung der Plattform meist weniger entscheidend, um welche Art von Wärmeerzeuger es sich dabei handelt, sondern viel mehr, welche Abmessungen dieser aufweist, wie viele Vor- und Rücklaufleitungen vorhanden, wo diese am Gerät lokalisiert sind und welche Leitungsquerschnitte vorliegen. Aus diesem Grunde werden verschiedenste Wärmeerzeuger zusammengefasst.

Es sind Wärmeerzeuger auf den Markt, welche

- eine Vor- und eine Rücklaufleitung aufweisen. Hier findet eine Aufteilung des Heizwasserstromes auf die Wärmezuführung zu den Heizflächen und zur Aufheizung von Boiler oder Speichers durch Abzweige im Rohrleitungssystem statt,
- zwei Vorlauf- und zwei Rücklaufleitungen für getrennte Heizkreise aufweisen. Heizflächen und Boiler, bzw. Speicher werden mit unterschiedlichen Vorlauf-temperaturen versorgt
- zwei Vorlauf- und eine Rücklaufleitung nutzen. Dies kann z.B. der Fall bei solarer Gebäudeheizungsunterstützung sein, wenn im Vorlauf Heizflächen und ein Speicher mit integriertem Boiler getrennt versorgt werden. Findet dann beim Rücklauf aus dem Heizkreislauf eine Rücklaufanhebung über den Wärmespeicher statt, ist nur eine rückführende Leitung zum Wärmeerzeuger notwendig. Häufig ist dies auch bei Wärmepumpen der Fall, welche auf zwei Temperaturniveaus Wärme für die Niedertemperaturheizung und für die Warmwasserbereitung bereitstellen (Heizungsrücklauf über Speicher/Boiler-Kombination).

### **Zweiter Wärmeerzeuger:**

Zwei Wärmeerzeuger sollen bei Bedarf an die Plattform anschließbar sein. Dies kann bezüglich der Energieeffizienz der Gesamtanlage von Vorteil sein, z.B. wenn eine Wärmepumpe in Kombination mit einem Pelletheizkessel betrieben wird. Hier arbeitet die Wärmepumpe als alleiniger Wärmeerzeuger, solange deren COP- Wert während des Betriebes ausreichend hoch ist. Überschreitet die aufgewendete Primärenergie jene der Pelletheizung, kann automatisch auf Betrieb mit Pellets umgestellt werden oder der Temperaturhub durch die Wärmepumpe zur Grundlastabdeckung verringert werden (Erhöhung des COP- Wertes), wobei die Pelletheizung die restliche Wärmemenge erzeugt. Bei der Plattformkonzeption wurde angenommen, dass nur einer von zwei Wärmeerzeugern mit zwei Vorlaufleitungen (Wärmepumpe) versehen ist und entsprechend an die Plattform angeschlossen werden kann.

### **Zweiter Warmwasserspeicher:**

Es stehen Boiler, Wärmespeicher und Wärmespeicher mit integriertem Boiler zur Verfügung. Diese sich in ihrer Funktion und ihrem Aufbau unterscheidende Geräte werden hier zusammengefasst. Die Plattform soll die Möglichkeit bieten, neben dem integrierten Warmwasserspeicher einen zusätzlichen zweiten Wärmespeicher anzuschließen. Dies Kombination kann z.B. je ein Boiler und ein Wärmespeicher sein, oder alternativ ein Wärmespeicher mit integriertem Boiler und ein zweiter ergänzender Speicher.

Je nach Typ weisen diese Geräte eine unterschiedliche Anzahl von Anschlüssen auf, bei Wärmespeichern können dies bis zu 9 unterschiedliche Anbindungen sein:

- Vor- und Rücklauf der Warmwasserversorgung bzw. zu einem externen Wärmetaucher zur Warmwasserbereitung,
- Vor- und Rücklauf des Heizkreises,
- Vor- und Rücklauf zu den Kollektoren,
- Zwei Vor- und ein Rücklauf zum Heizkessel (Schichtenspeicher, bei welchem die Entnahme für Heiz- und Warmwassererwärmung auf verschiedenen Höhenniveaus liegt und entsprechend gestuft auch die Wärmezuführung erfolgt).

Soll ein zweiter Speicher parallel angeschlossen werden, soll zumindest nur der erste von beiden der Warmwasserversorgung dienen, um die Anzahl der Leitungsführungen

zu verringern. Benötigt werden für diesen zweiten Speicher dann sechs weitere, von der Plattform ausgehende hydraulische Verbindungen:

- Vor- und Rücklauf des Heizkreises
- Vor- und Rücklauf zu den Kollektoren
- Vor- und ein Rücklauf zum Wärmeerzeuger, z.B. einer Wärmepumpe, die unter günstigen Bedingungen auf Vorrat den Speicher lädt (Schichtenspeicher, bei dem die Entnahme von Warmwasser entfällt)

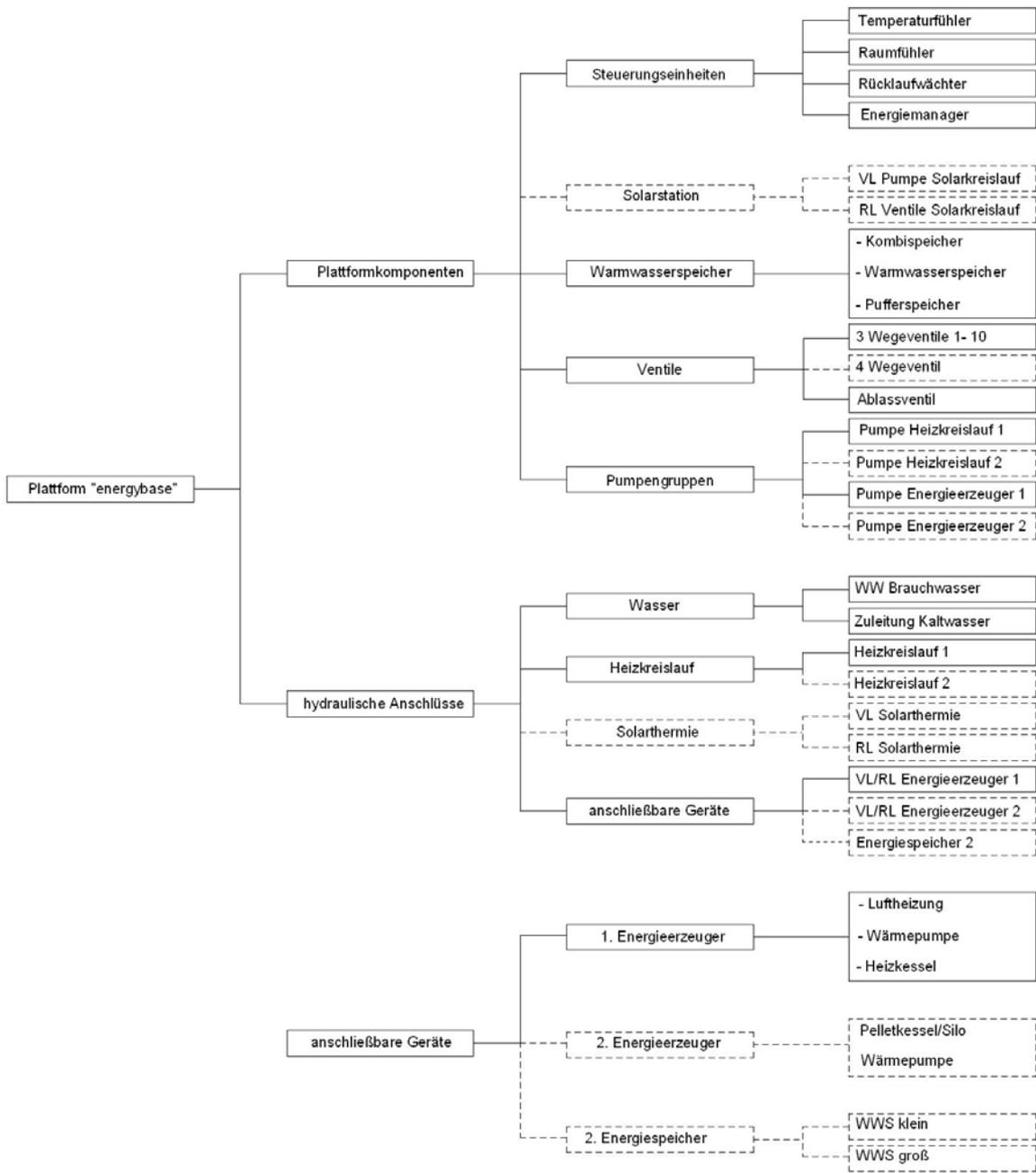
Die verteilte Wärmezuführung über den Wärmeerzeuger und die Kollektoren erfolgt bei einem zweiten Speicher im Vorlauf je über ein geregeltes Dreiwegeventil und wird im Rücklauf auf eine Leitung zusammengeführt. Im selteneren Maximalfall können so für zwei Speicher 15 hydraulische Verbindungen bestehen.

#### **Externer Wärmetauscher:**

Auf die Anschließbarkeit eines externen Wärmetauschers wurde verzichtet, da diese Geräte vorwiegend bei größer dimensionierten haustechnischen Anlagen im Bereich von Mehrfamilienhäusern zur Anwendung kommen.

#### **Heizregister und Lüftungsmodul:**

Im Falle einer Luftheizung bewirkt ein Heizregister eine Erwärmung der in das Gebäude geleiteten Luft. Dieses Gerät ist in den zuführenden Luftkanal integriert und wird in der Regel durch den Wärmespeicher mit Wärme versorgt. Eine Wärmezuführung direkt vom Wärmeerzeuger ist hier nicht vorgesehen, da Luftheizungen in der Regel in Wohngebäuden mit sehr geringem Heizwärmebedarf, wie Passivhäusern, zur Anwendung kommen. Dort werden meist Wärmepumpen oder regenerative Energieträger verwendet, welche ihre erzeugte Wärme zunächst in Wärmespeicher abführen. Das Wärmetauschermodul wird als dem Heizregister vorgeschaltete Komponente eingebaut.



getrichelte Elemente sind optional

Abb. 4.2.: grafische Darstellung der Struktur des Plattformaufbaus mit Plattformkomponenten, hydraulischen Anschlüssen und anschließbaren Geräten. Quelle: FG ee

#### **4.1.4 Geometrien und Anschlüsse haustechnischer Komponenten**

Nach Festlegung der integrierten und integrierbaren Komponenten der Plattform sowie der anschließbaren Geräte, ist deren geometrische Anordnung- und Anbindung zu klären. Aus diesem Grunde wurden erste Untersuchungen zu marktüblichen Komponenten durchgeführt, deren Resultate nachfolgend kurz dargestellt werden. Es zeigte sich dabei, dass die Geräte unterschiedlicher Hersteller meist in Ihren Abmessungen, oft in der Position und teilweise auch im Durchmesser ihrer Anschlüsse selbst bei gleichen Leistungsdaten unterschieden. Eine Plattform kann dieser Vielfalt an Möglichkeiten nicht in vollem Umfang gerecht werden. Aus diesem Grunde werden anschließbaren Geräte mit flexiblen hydraulischen Leitungen an die externen Anschlüsse der konzipierten Plattform unter Verwendung von Adaptern anschlossen. Integrierte oder insbesondere integrierbare Komponenten müssen dagegen in das von der Plattform an der jeweiligen Stelle bereitgestellte Platzangebot passen. Weiterhin muss die hydraulische Einbindung der jeweiligen Komponente- auch nachträglich - in die Plattform möglichst leicht und anschlussicher erfolgen. Da die Plattform nicht allen, auf dem Markt befindlichen Komponenten gerecht werden kann, ist es für Komponentenhändler, welche ihre Produkte auch für den Anschluss an die Plattform vermarkten wollen, erforderlich, diese an Vorgaben anzupassen, welche durch die Plattform vorgegeben werden. Diese Vorgaben wurden aufgrund der Untersuchung von marktüblichen Komponenten erstellt (siehe Kapitel 4.3.1)

Ausgewertet wurden in erster Linie Komponenten, welche eine hohe Energieeffizienz ermöglichen (z.B. Energiesparpumpen). Erste Resultate der Auswertung von Geometrien und Anschlüsse sind im Folgenden dargestellt.

##### **Hydraulische Leitungen:**

Der Durchmesser der auf der Plattform verwendeten hydraulischen Leitungen wurde mit 1.1/4" festgelegt. Für 1-2 Familienhäuser sind zwar meist kleinere Querschnitte ausreichend, jedoch ergab den Ausschlag die Anschließbarkeit von Wärmeerzeugern, welche auf sehr niedrigem Temperaturniveau arbeiten (z.B. Wärmepumpen) und dadurch der Heizkreislauf einen höhere Volumenstrom benötigt. Da aus diesem Grunde die Vorlauf- Rücklaufanschlüsse bei Wärmepumpen oft 1" oder 1 1/4" betragen, wurde der Leitungsquerschnitt auf dieses Maß festgelegt.

Die Auswahl der eingesetzten Komponenten (wie z.B. Pumpen) richtet sich nach der Dimensionierung des gebäudetechnischen Systems und weisen oft kleinere hydraulische Durchmesser auf. In diesem Fall ist die Verbindung zwischen Leitung und Komponente über einen Adapter notwendig. Eine Baulänge von maximal 50 mm ist für die Adapter vorgesehen.

Am Ende jedes hydraulischen Leitungsstranges (Anschlussort von Plattformkomponenten) befindet sich ein Außengewinde. Vorhandene Leitungsstränge, welche nicht genutzt werden, da die anschließbaren Komponenten nicht installiert sind, werden mit einer aufgeschraubten Kappe verschlossen.

Für die hydraulischen Leitungen bieten sich verschiedene, flexible Materialien an, wie PB (Polybuten), PE-X (vernetztes Polybuten), PP-R (Polypropylen Random-Copolymer), MVR (Mehrschichtverbundrohre), PPSU (Polyphenylsulfon), PVDF (Polyvinylidenfluorid) sowie flexible Kupferrohre (z.B. cuprotherm CTX) [15]. Entsprechend des eingesetzten Materials unterscheiden sich die Verbindungstechniken (z.B. Kleben, Schweißen, Klemm-, Press- und Steckverbindungen). Klemm-, Press- oder Steckverbindungen kommen z.B. bei PB, PE-X oder MVR zur Anwendung. Im Hinblick auf einen späteren Einbau weiterer Komponenten in die Plattform und der damit verbundenen Anbindung an das Leitungssystem könnten sich Mehrschichtverbundrohre (MVR) sowie flexible Kupferrohre als besonders geeignet erweisen, da diese sich auch mit Schiebetechnik ohne Einsatz von Werkzeugen verbinden lassen.

Alle installierten, Warmwasser führenden Leitungen werden mit einer Wärmedämmung entsprechend der ENEC [1] versehen (siehe Kapitel 3.3.2).

### **Pumpengruppe:**

Betrachtet wurden verschiedene modulierende Energiespar- und Hocheffizienz- bzw. Niedrigenergiepumpen (Wilo, Grundfos, Laing) in für die Plattform geeigneter Dimensionierung, welche bedarfsabhängig und stufenlos ihre Förderleistung anpassen. Diese können sowohl als Umwälzpumpe, als wie auch als Ladepumpe für Speicher eingesetzt werden. Die Leistungsaufnahme lag je nach Auslegung zwischen 5 und 185 Watt (siehe Abbildung 4.3. Tabelle Pumpe), der hydraulische Anschlussquerschnitt (Innendurchmesser) zwischen 0.5 und 1.25", die Fördermengen zwischen ca. 3 und 11 m<sup>3</sup>/h. Die elektrische Versorgung erfolgte bei allen betrachteten Pumpen im Bereich von 230V/50Hz (bzw. 6

Hersteller	Name	Baulänge [mm]	Watt	Volt
Wilo	Stratos 25/1-6.	180	7 - 86	230
Grundfos	Magna 32-100 180	180	10 - 185	230
Grundfos	ALPHA Pro 25-40	180	6 - 25	230
Laing	Ecocirc E4vario	130	9 - 35	220
Grundfos	Alpha2 15-40	130	5 - 22	230
Laing	Ecocirc	180	9 - 35	220

Abb. 4.3.: Tabelle Pumpe: Baulänge, Leistungsaufnahme und Stromversorgung der aufgeführten Energiesparpumpen. Die ersten beiden aufgeführten Pumpen sind in ihrer Dimensionierung eher für kleinere Mehrfamilienhäuser ausgelegt. Quelle: FG ee

Die Baulängen dieser Pumpen betragen entweder, je nach Dimensionierung 130 mm oder 180 mm. Die Maße einer für 1-2 Familienhäuser geeigneten Niedrigenergie Heizungspumpe (mindestens 1 Watt pro 5 m<sup>2</sup> Wohnfläche) der betrachteten Pumpen ist in Abbildung 4.4 dargestellt. Der entsprechende Raum zum Einsatz einer solchen Pumpe in die Plattform soll vorhanden sein (vor dem Leitungsstrang mindestens 130 mm, besser 150 mm Platzbedarf, seitlich mindestens jeweils 100 mm).

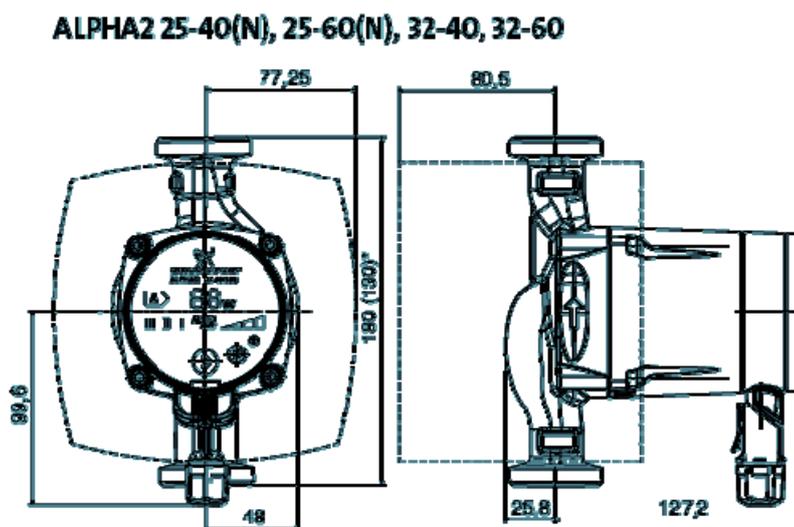


Abb. 4.4.: Pumpe: Abmessungen der Grundfos ALPHA 25-40 mit 180 mm Baulänge. Quelle: www.ecopumpen.de

Hinzu kommen für die Pumpengruppe noch Adapter und Absperrventil. Für die nachträgliche Erweiterbarkeit der Plattform ist es montagetechnisch von Vorteil, Ventile mit Außengewinde zu verwenden. Die Baulängen der Absperrventile unterscheiden sich stark abhängig vom Leitungsquerschnitt, Bautyp und Hersteller. Wird davon ausgegangen, dass der Leitungsquerschnitt der auf der Plattform installierten hydraulischen Leitungen 1 ¼" beträgt, so ist es mehr als ausreichend, von einer maximalen Einbaulänge von 100 mm auszugehen. Vor dem Leitungsstrang sollen am Ort des Absperrventils aufgrund der Zugänglichkeit keine weiteren Installationen vorhanden sein.

Insgesamt beträgt die vorzusehende Einbaulänge für die Pumpengruppe damit mindestens 280 mm sowie 100 mm für die Adapter. Die Anschlüsse der vorinstallierten Leitungen der Plattform weisen somit einen Abstand von 380 mm auf. Kommen Pumpen und Absperrventile zum Einsatz mit kürzeren Baulängen ist ein entsprechendes Leitungselement z.B. zwischen Pumpe und Absperrventil einzufügen.

#### **Mischventile:**

Die Baulängen von Drei- und Vierwegeventile liegen, abhängig von Bauform und Hersteller, bei einem Leitungsquerschnitt von 1 ¼" in der Regel unter 120 mm. Für die Breite soll der gleiche Platzbedarf von 120 mm, für die Einbautiefe ein Platzbedarf von mindestens 160 mm (Stellmotor) angenommen werden. Gerade hier bieten sich besonders standardisierte Baulängen für die Pumpen an, damit für den Einbau bei kürzeren Baulängen nicht weitere Leitungszwischenstücke eingefügt werden müssen.

#### **Rücklaufwächter:**

Ein Platzangebot von 200 mm x 100 mm x 100 mm soll vorgesehen sein.

#### **Temperaturfühler:**

Es muss gewährleistet sein, dass der notwendige Platz für die eingesetzten Temperaturfühler vorhanden ist. Da deren Abmessungen meist nur im Bereich von wenigen Zentimetern liegen, sollen angrenzende Bauteile diesen Mindestabstand am Ort der Temperaturfühler aufweisen. Bei der Planung der Leitungsführung der Plattform ist zu berücksichtigen, dass eine Zugänglichkeit für einen leichten Austausch besteht.

### **Solarstation:**

Aus der Auswertung der geometrischen Abmessungen verschiedener Solarstationen ergab sich der Platzbedarf. Für jeden Einzelstrang der Solarstation (meist 2 Stränge) wird eine Einbaulänge von 500 mm angenommen, eine Breite von 160 mm und eine Einbautiefe von 140 mm. Leitungsquerschnitte sind oft 1", so dass ein Platzbedarf von zwei mal 50 mm für den Anschlussadapter hinzukommt (Gesamteinbaulänge 600 mm). Meist kommen in Solarstationen 24 V, Gleichstrompumpen zum Einsatz.

### **Abwasserwärmetauscher:**

Ein geeignetes Gerät für die Plattform befindet sich noch nicht auf dem Markt. Es ist hier an eine Neuentwicklung gedacht, welche nach dem Gegenstromprinzip funktioniert, mit einer Revisionabdeckung und einem Vorfilter ausgestattet ist, um Sanitärabwasserbestandteile herauszufiltern, welche in ihrer Abmessung den Wärmetauscher verstopfen können. Dieser Wärmetauscher erhält sein Abwasser lediglich aus dem Sanitärbereich (da Küchenabwasser aufgrund der hohen Fettanteile schnell zu Verstopfung führen können), welches seine Wärme an das zuströmende Wasser zum Warmwasserspeicher abgibt. Gedacht ist hier z.B. an eine Wärmerückgewinnung aus dem Duschwasser. Die Abmessungen sollen eine Breite von 20 cm, eine Bauhöhe von 40 cm und eine Tiefe von 3 cm nicht überschreiten.

### **Energiemanager:**

Ein Platzangebot von 250 mm x 200 mm x 100 mm soll vorgesehen sein. Das Display muss von außen gut zugänglich und bedienbar sein. Die elektrische Versorgung erfolgt mit 230 V.

### **Wärmespeicher**

Eine besondere Rolle nimmt der Wärmespeicher als Bestandteil der Plattform ein, sei es für Warmwasser oder als Pufferspeicher zum Einsatz erneuerbarer Energien. Wird für die äußeren Abmessungen ein Standardmaßsystem für Kücheneinbauten (Kapitel 4.3.3) zu Grunde gelegt, befindet sich der Speicher im hinteren Teil der Plattform und ist für diesen Zweck passend anzufertigen.

## **Elektrische Versorgung:**

Aufgrund der Auswertungen zu den einzelnen Komponenten wurde festgelegt, dass eine elektrische Versorgung der Umwälz- und Speicherladepumpen mit 230 V erfolgt, ebenso jene der Stellmotoren der Mischer, der Rücklaufwächter und des Energiemanagers. Die Pumpen der Solarstation sollen darüber hinaus mit 24 Volt betrieben werden können.

## **Geometrien und Anschlüsse der externen Komponenten und externen Versorgungsleitungen:**

Zu verschiedenen, auf dem Markt befindlichen anschließbaren Geräte, wie Wärmeerzeuger oder Speicher, wurden Abmessungen, Lage der Anschlüsse und deren Durchmesser ausgewertet. Da diese Geräte jedoch mit flexiblen Edelstahlwellrohren angebunden werden und der Leitungsquerschnitt der Plattform ausreichend groß gewählt wurde, hatten diese Daten keinen mittelbaren Einfluss auf die Konzeption der Plattform, so dass hier auf eine Darstellung dieser Resultate verzichtet wird. Bedeutend war hier jedoch die Anordnung der anschließbaren Geräte relativ zur Plattform (siehe dazu Kapitel 4.2.4). Da nicht nur die Aufstellung der Plattform in einem Keller- oder Heizraum betrachtet werden soll, wurde ein Standardmaßsystem für Kucheneinbauten vorgeschlagen (Kapitel 4.3.3). Durch dessen geometrische Vorgaben ist für dieses Konzept nur der Anschluss eines Teils der auf dem Markt befindlichen Komponenten, wie Wärmeerzeuger oder Speicher möglich.

### **4.1.5 Mögliche Schaltschemata für die Plattform**

Als Resultat der vorangegangenen Auswertungen, insbesondere der Festlegung der Plattformkomponenten wurde ein Schaltschema skizziert. Dieses zeigt die hydraulischen und elektrischen Leitungen zur Messwerterfassung und Signalübertragung für den fiktiven Fall, dass alle unter Kapitel 4.1.1 genannten Plattformkomponenten gleichzeitig installiert und allen möglichen externen Anschlüsse genutzt sind (Abbildung 4.5). Diese Entwurfsskizze zeigt lediglich, welche Verbindungen zwischen Komponenten und Anschlüssen besteht, nicht jedoch, wie diese letztendlich auf der Plattform angeordnet sein sollen. Mischventile und Pumpen sind nummeriert, wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben. Alle optionalen Plattformkomponenten, deren Einbau von den

jeweilig angeschlossenen Geräten abhängen, sind gestrichelt dargestellt. Warmwasserführende Vorlaufleitungen sind rot, Kalt- und Rücklaufwasser führende Leitungen blau dargestellt. Leitungen zur Messwerterfassung sind gelb, Leitungen zur Signalübertragung in lila ausgeführt. Rücklaufwächter und Energiemanager sind als graue Rechtecke, mit den Abkürzungen RW und EM dargestellt.

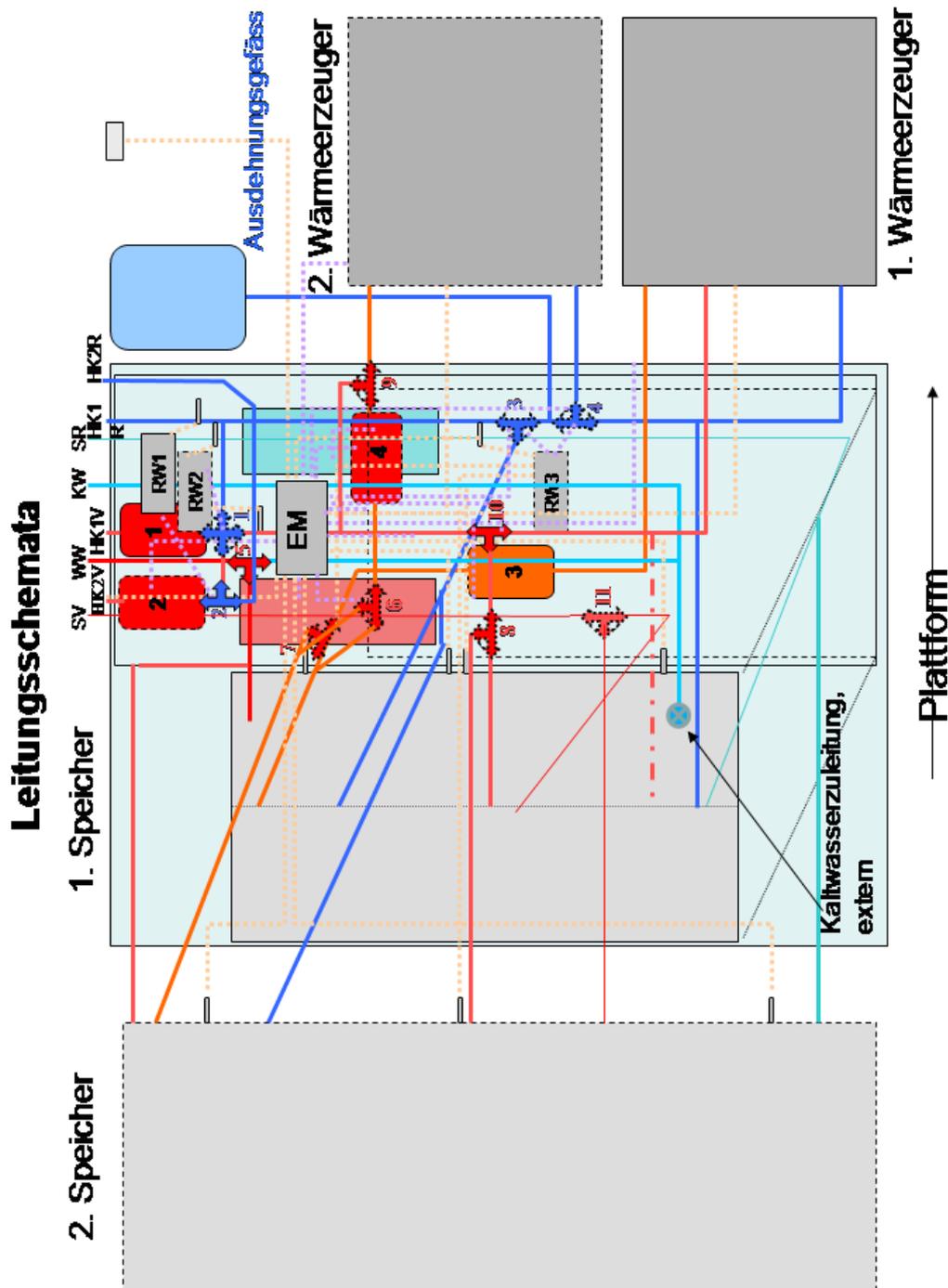


Abb. 4.5.: Schaltskizze: Entwurfskizze, welche die Gesamtheit aller Plattform- und aller extern anschließbaren Komponenten und das daraus resultierenden Leitungsschemata aufzeigt (optionale Komponenten sind gestrichelt dargestellt, Plattformkomponenten durch gelbes Rechteck eingefasst; genauere Erläuterung, siehe Text). Quelle: FG ee

## **4.2 Entwicklung und Vorschlag einer Plattform**

### **4.2.1 Plattformkonstruktion**

Bei den Überlegungen zur Plattformkonstruktion wurde von einem Metall-Trägergestell ausgegangen, wie es bei der Montage gebäudetechnischen Systemen häufig Anwendung findet. Diese Art der Herstellung ermöglicht eine Vormontage und Einzelisolierung der Rohre, ganz ähnlich einer konventionellen Erstellung vor Ort. Der Vorteil dieses Konstruktionsprinzips der Plattform liegt im Wesentlichen bei einer durch möglichen hohen Stückzahl verringerten Produktionskosten und der Montagevereinfachung vor Ort.

Die tatsächliche Konstruktion der Plattform muss an dieser Stelle jedoch dem Hersteller der Plattform und seinen Produktionsmöglichkeiten überlassen werden. Die wirtschaftlichste und praktikabelste Lösung wird sich hier entsprechend durchsetzen. Aufgrund der bereits in der Praxis bewährten Konstruktion mit Metall-Trägergestellen wird im Folgenden von dieser Konstruktionsart ausgegangen.

### **4.2.2 Die Plattform als modular aufgebaute, flexible Andockstation**

Eine Einteilung des Gesamtsystems in die Plattform und die modulare Anbindung der anschließbaren Geräte bringt die genannten Vorteile des Plattformprinzips zum Tragen. Durch die Kombination unterschiedlicher anschließbarer Geräte mit ein und derselben Plattform können auf einfache Weise die verschiedenen Gesamtsysteme zusammengesetzt werden.

Es ist an ein Anschluss- bzw. Andocksystem gedacht, bei welchem Plattform und anschließbare Geräte nur noch aneinander gestellt werden und über vorgesehene Anschlusspunkte und flexible Verbindungsleitungen hydraulisch miteinander verbunden werden müssen. Die genaue Ausformung der Anschlüsse und Verbindungen wird im folgenden Kapitel genauer untersucht und dargestellt.

### **4.2.3 Position, Ausführung und Durchmesser der Anschlüsse**

Die externen Anschlüsse der Plattform ergeben sich aus der Leitungsführung innerhalb der Plattform, welche wiederum von der räumlichen Anordnung der anschließbaren Geräte abhängen. Insgesamt befinden sich 28 externe Anschlüsse an der Plattform. Je nach Art des gebäudetechnischen Systems variiert die Zahl der genutzten Anschlüsse stark. Da nun die Anschlussdurchmesser an den einzelnen anschließbaren Geräten je nach Hersteller und Leistung variieren, wurde der innere Rohrquerschnitt der hydraulischen Verrohrung auf der Plattform nach den mit 1.25 Zoll in dieser Leistungsklasse größten Querschnitt anschließbarer Wärmeerzeuger festgelegt. Da nur drehzahlregelte Energiesparpumpen auf der Plattform eingesetzt werden, ermöglicht dieser Durchmesser eine breite Toleranz des Volumenstromes, abgestimmt auf die jeweilige Vorlauftemperatur. Auch eine später notwendige Leistungssteigerung der Anlage, z.B. durch einen hinzugekommenen Anbau am Gebäude oder einer die Erweiterung der thermischen Solaranlage, lässt sich damit bewerkstelligen.

Die hydraulische Anbindung zum Andocken der anschließbaren Geräte erfolgt mit Hilfe von biegsamen Rohrverbindungen, wie sie von verschiedenen Herstellern angeboten werden. Dies erlaubt eine schnelle Montage vor Ort. Die Schraubverbindungen erfolgen in entsprechend vorgesehenen Anschlussnischen, um Toleranzen auszugleichen und die Passgenauigkeit zu gewährleisten. Wird ein anschließbares Geräte nicht direkt angedockt, sondern weiter entfernt aufgestellt (z.B. bei Platzierung der Plattform im Keller), erfolgt die Anbindung mit entsprechend verlängerter Rohrverbindung.

Es ist vorgesehen, dass die Anschlussverbindungen mit einem inneren Durchmesser zur Befestigung an der Plattform von 1.25 Zoll und als Standardadapter mit äußeren Durchmessern von 1.5, 1.25, 1.0, 0.75 und 0.5 Zoll zur Verfügung stehen. Je nach anschließbarem Gerät, muss lediglich der passende Anschluss Schlauch aufgeschraubt werden.

Der Anschlussdurchmesser interner Komponenten soll dem Leitungsquerschnitt von 1.25 Zoll entsprechen. Die Befestigung kann durch eine Überwurfmutter erfolgen (beidseitiges Gewinde).

#### 4.2.4 Plattformarchitektur – geometrische Umsetzung

Die Plattform wurde geometrisch für den Fall umgesetzt, dass die oben aufgeführten Plattformkomponenten, hydraulischen Anschlüsse und anschließbaren Geräte komplett enthalten wären. Die so entwickelte Plattformarchitektur kann damit auch die Systeme mit entsprechend weniger Komponenten abdecken. Die Plattformarchitektur wird zur Übersichtlichkeit in drei Konstruktionsebenen, Plattformgehäuse, Plattformkomponenten, Steuerungseinheiten und nachfolgend in Kombination mit den anschließbaren Geräten dargestellt.

#### Plattformgehäuse

Das Plattformgehäuse besteht aus einem Metall- Traggerüst mit einer Bekleidung aus Metallblech. Das Gehäuse ist innenseitig mit entsprechender Wärme- und Schalldämmung versehen. Die Abmessungen sind: Breite x Höhe x Tiefe: 60 x 140 x 60 cm. Die Front des Gehäuses ist dekorfähig und für die Revision zu öffnen. Die Bedieneroberfläche ist als Touch- Screen Monitor in die Front integriert.

Plattformgehäuse:

Abmessungen:

Breite: 60 cm  
Höhe: 140 cm  
Tiefe: 60 cm  
Sockel: 10 cm

Korpus:

- Traggerüst Metall
- Bekleidung Metallblech
- Wärme- und Schalldämmung

Front:

- dekorfähig
- reVISIONIERBAR

Bedieneroberfläche:

- integrierter Touch-Screen Monitor

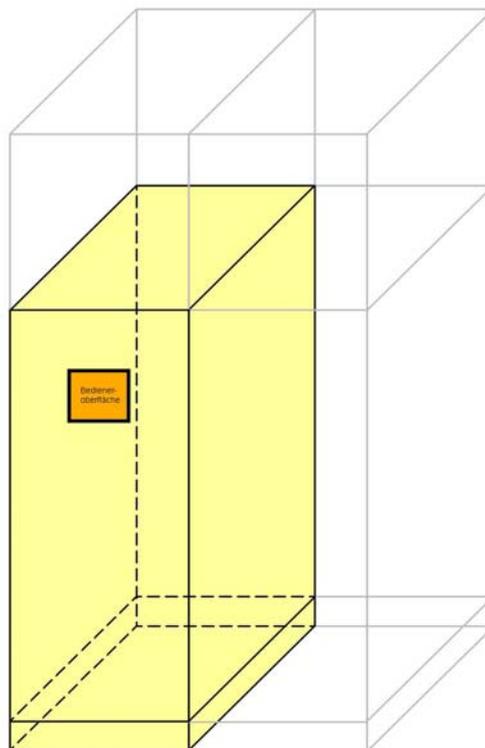


Abb. 4.6.: Darstellung der geometrischen Umsetzung des Plattformgehäuses. Quelle: FG ee

## Plattformkomponenten

Der Warmwasserspeicher ist im hinteren Bereich der Plattform angeordnet. Im vorderen Bereich sind die Pumpengruppen, Solarstation, Verrohrung und Ventile zugänglich angeordnet. Die hydraulischen Anschlüsse erfolgen im Hinblick auf eine Integration der Anlage im oberen Bereich von hinten. Die Verrohrung wird oberhalb des Warmwasserspeichers nach vorne geführt. Die Anschlüsse für einen zweiten Warmwasserspeicher sind über seitliche Anschlüsse vorgesehen.

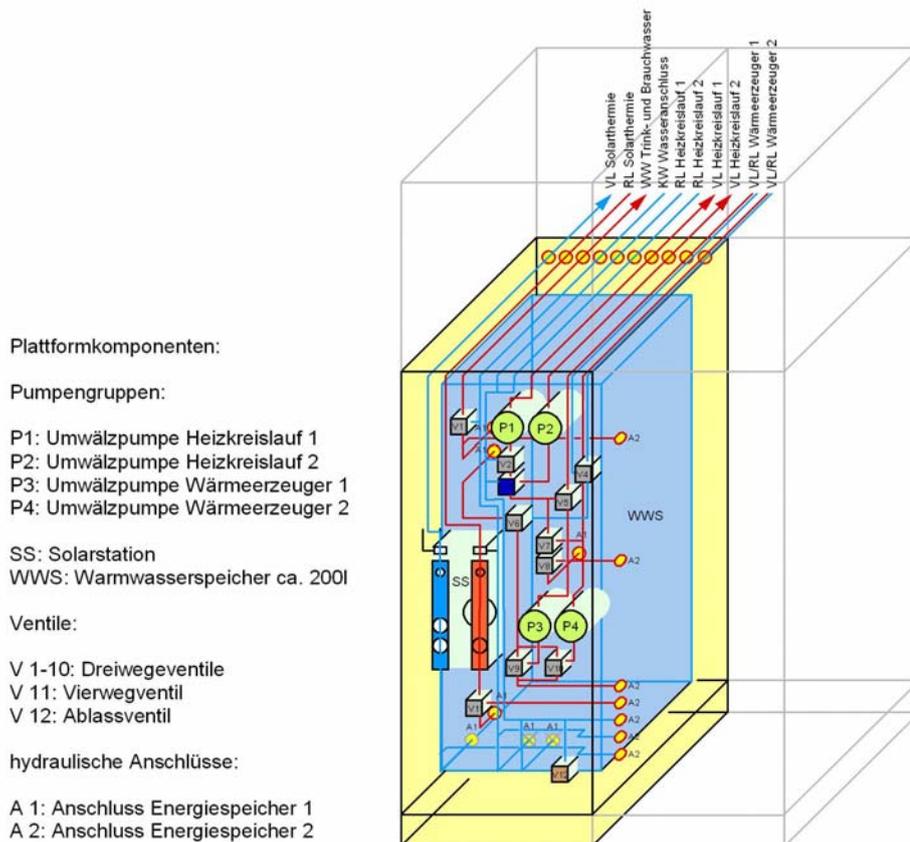


Abb. 4.7.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der Plattformkomponenten. Quelle: FG ee

## Steuerungseinheiten

Der Energiemanager bzw. die Bedieneroberfläche ist als Touch-Screen-Monitor in die Gehäusefront integriert. Der Energiemanager steuert die entsprechenden Plattformkomponenten und angeschlossenen Geräte. Der Steuerungsinpult erfolgt über Raum- und Temperaturfühler an den Energiemanager.

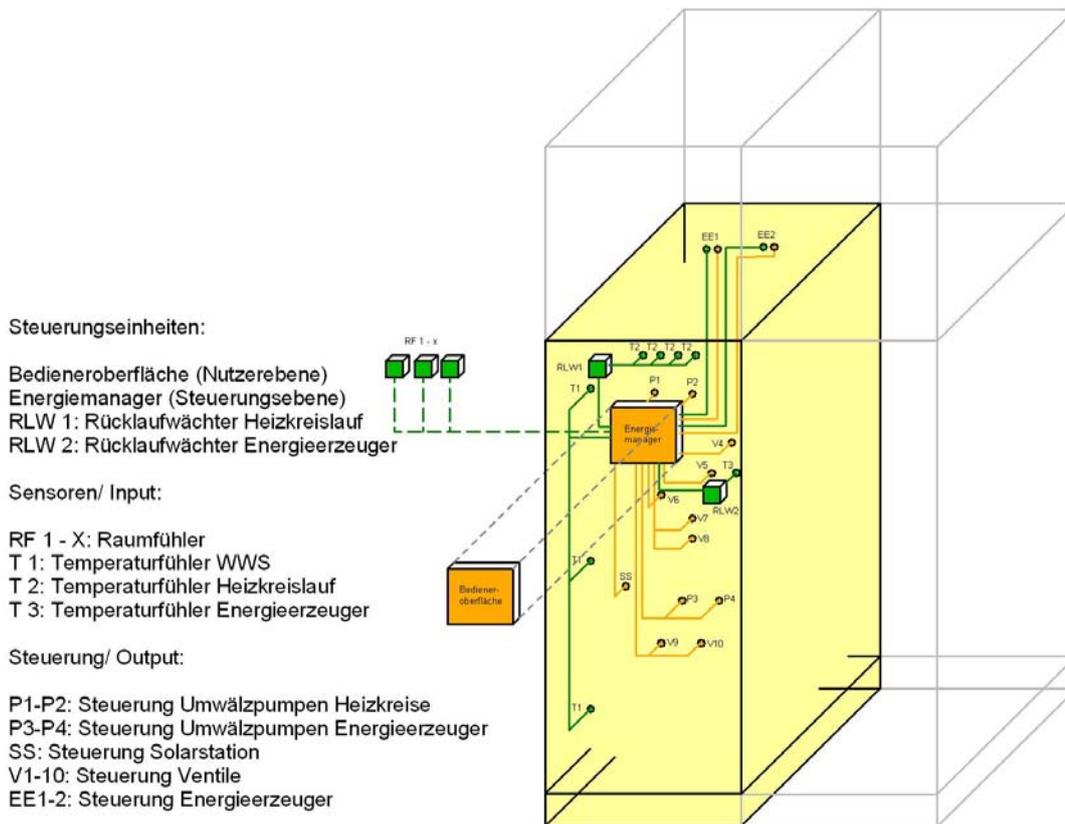


Abb. 4.8.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der Steuerungseinheiten. Quelle: FG ee

## anschließbare Geräte

Die oben dargestellte Plattform ist zusätzlich mit unterschiedlichen anschließbaren Geräten kombinier- und erweiterbar. Die Gehäuse der anschließbaren Geräte werden entsprechend dem Plattformgehäuse ausgeführt. Die geometrischen Kombinationsmöglichkeiten mit 1. Wärmeerzeuger, 2. Wärmeerzeuger und 2. Warmwasserspeicher sind in den Abb. 4.9. bis 4.12. dargestellt.

### 1. Wärmeerzeuger

Der erste Wärmeerzeuger wird oberhalb des Plattformgehäuses mit den Abmessungen Breite x Höhe x Tiefe: 60 x 60 x 60 cm angeordnet.

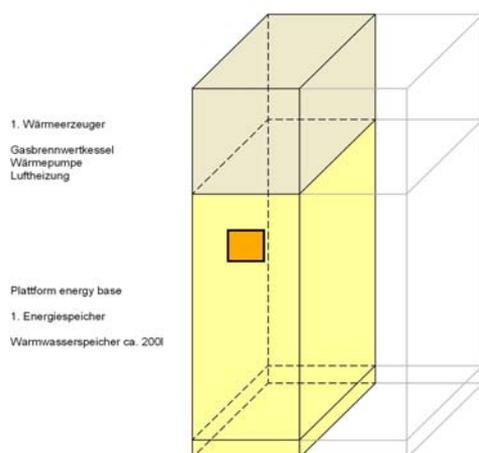


Abb. 4.9.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. Wärmeerzeuger. Quelle: FG ee

### Kombination mit 2. Warmwasserspeicher

Als Erweiterung kann seitlich optional ein zweiter zusätzlicher Energiespeicher ergänzt werden. Der 2. Energiespeicher hat die Abmessungen: Breite x Höhe x Tiefe: 60 x 200 x 60 cm.

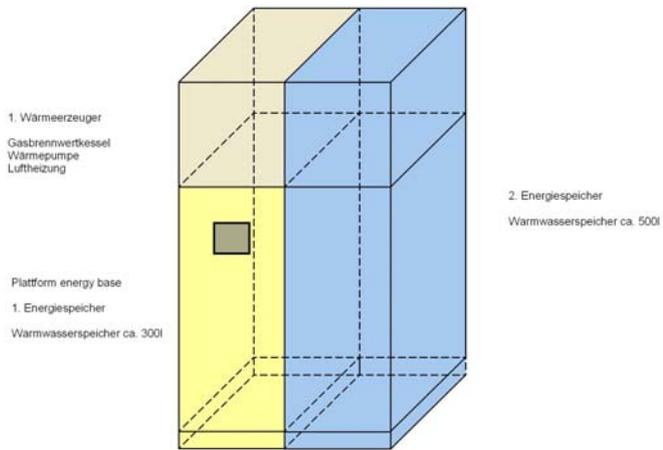


Abb. 4.10.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. Wärmeerzeuger und 2. Warmwasserspeicher. Quelle: FG ee

### Kombination mit 2. Wärmeerzeuger mit 2. Warmwasserspeicher

Alternativ kann optional ein zweiter Wärmeerzeuger in Kombination mit einem zusätzlichen Energiespeicher seitlich mit entsprechenden Abmessungen an die Plattform angeschlossen werden.

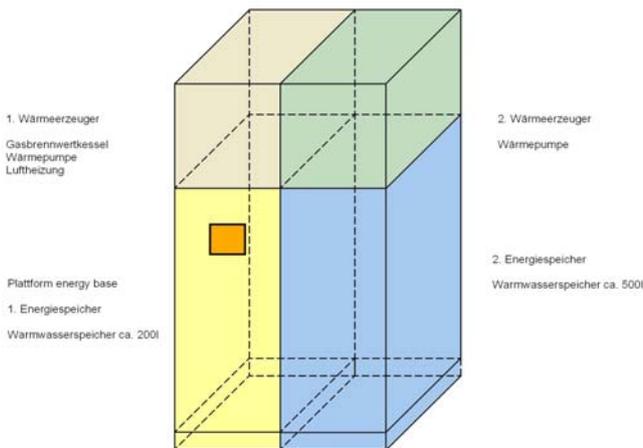


Abb. 4.11.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. und 2. Wärmeerzeuger und 2. Warmwasserspeicher. Quelle: FG ee

## Kombination mit Pelletkessel mit Vorratsbehälter

Eine weitere Möglichkeit ist die Kombination mit einer Pelletkessel inkl. Vorratsbehälter. Die Anordnung und Abmessungen entsprechen der vorgenannten Variante.

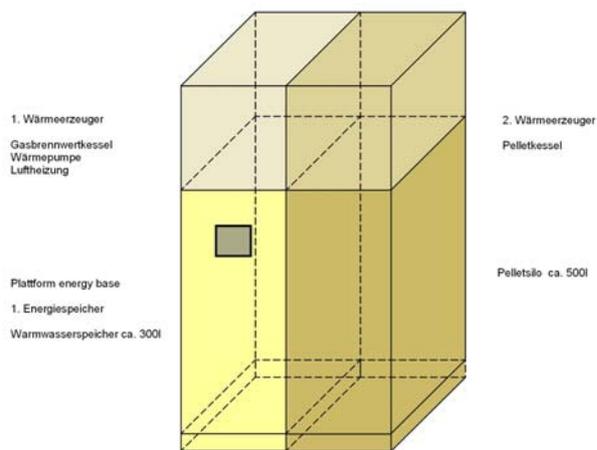


Abb. 4.12.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. Wärmeerzeuger und Pelletkessel mit Vorratsbehälter. Quelle: FG ee

### **4.3 Modularisierung und Standardisierung der Komponenten**

#### **4.3.1 Abmessungen und Geometrien der Komponenten**

Die äußeren maximalen Abmessungen der Plattform „energybase“ und der einzelnen anschließbaren Geräte werden in einem Standardmaßsystem festgelegt und vorgegeben. Das Gewicht und die Auflagefläche der Geräte sind so zu gestalten (eventuell mit einem eigenen Tragrahmen), dass sie den, eventuell noch festzulegenden, statischen Anforderungen der Plattform bzw. dem Ort der Aufstellung entsprechen.

Die Abmessungen der Plattform und der anschließbaren Geräte orientieren sich an den aus der Marktuntersuchung gewonnenen Daten von verfügbaren Geräten mit kompakterer Bauart (Kapitel 3.3.2). Bei den Pumpen sind die Masse von Energiesparpumpen ausschlaggebend.

#### **4.3.2 Standardisierung/Vorschlag Standardmaßsystem**

Die zuvor beschriebenen Standardisierungsgrundlagen in Abmaßen, Geometrien und Anschlussvorrichtungen der einzelnen gebäudetechnischen Komponenten sollen zukünftig zu einem hohen Maß der Modularisierung haustechnischer Geräte führen. Herstellerübergreifende Regeln und Festlegungen bestimmen die äußere Ausformung und Anschlüsse. Geräteintern sind die Hersteller weiterhin völlig frei in der Entwicklung ihrer Produkte, lediglich die Lage und Typologie der Anschlüsse an der äußeren Gerätehülle bilden eine fixe Vorgabe. Wie bei Haushaltsgeräten können Planer auf genormte geometrische Standardformen in der Planung zurückgreifen und bereits in frühen Entwurfsstadien einbinden. Dies vereinfacht die Planung und minimiert die Vielzahl der Bausteine. Trotz der hier beschriebenen Flexibilität in der räumlichen Ausprägung wird eine überschaubare Anzahl an anschließbaren Geräten durch das System generiert und festgesetzt, um Planung und Kombination zu vereinfachen.

Durch die festgesetzten Geometrie und das vereinheitlichte Anschlusssystem können im inneren Aufbau unterschiedliche, neue anschließbare Geräte einfach ergänzt oder ausgetauscht werden. Einbau- und Umbaukosten werden auf diesem Wege stark ver-

ringert. Zudem wird die Fehleranfälligkeit beim Einbau stark minimiert, da Anschlüsse immer gleich und reversibel ausgeführt werden.

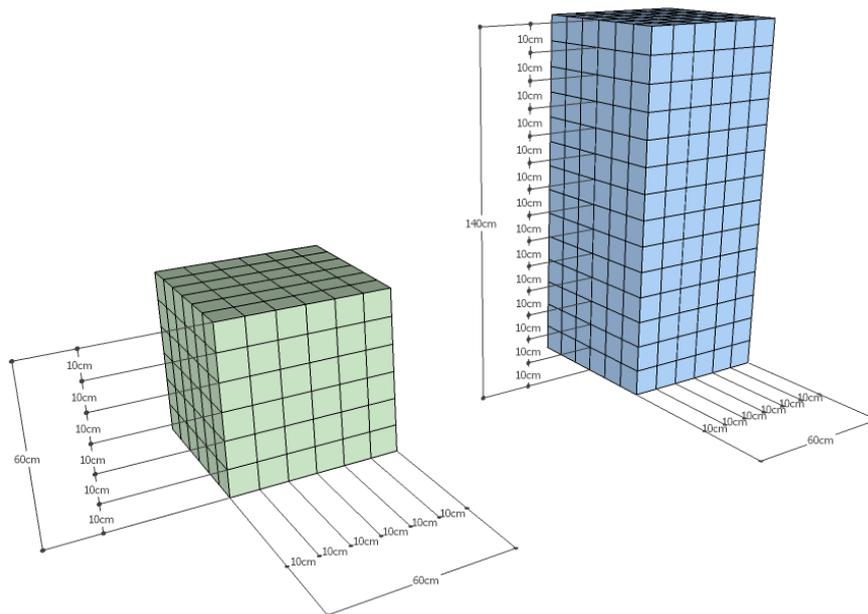


Abb. 4.13.: Prinzip der Festlegung für ein Maßsystem der äußeren Form, Lage, Typologie und Dimensionierung der Plattform und der anschließbaren Geräte. Quelle: FG ee

### 4.3.3 Vorschlag der Umsetzung im Standardmaßsystem von Kücheneinbauten und Küchengeräten

Das Kücheneinrichtungen und –geräten zugrunde liegende Maßsystem ist auf Praxis-tauglichkeit geprüft und hat sich im Hinblick auf die Integration technischer Geräte bewährt (Integration in den Raum, Erreichbarkeit, Erneuerung etc.)

Eine Euronorm für Kücheneinbaugeräte schreibt Größen in einer Abstufung von 10cm vor. Für die Breite werden in der Regel 60 cm verwendet, die Höhe ist variabel und richtet sich nach Arbeitshöhe und gestalterischen Aspekten wie Tür- und Raumhöhe. Die Tiefe der einzelnen Technikkomponenten ist, wie im Küchenbereich, auf 60cm festgelegt. Dieses Maßsystem für Kücheneinbaugeräte ist als eingeführtes System auf Praxistauglichkeit geprüft und hat sich bewährt.

Die gleichen Vorgaben liegen den geometrischen Überlegungen für die Plattform „energybase“ zu Grunde. Es können verschieden große anschließbare Geräte entwi-

ckelt werden, um unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden. Trotzdem sind diese immer mit der Plattform zu einem kompakten Gesamtsystem addierbar. Beispielsweise kann ein Wasserspeicher mit den äußeren Abmaßen 60X60 cm in verschiedenen Höhen ausgeführt werden, um unterschiedliche Speichervolumina zu generieren. Kleinere Geräte wie z. B. Wärmepumpen hingegen werden in der Regel in der gleichen kompakten Größe hergestellt werden. Dies vereinfacht die Planung und die minimiert die Vielzahl der geometrischen Bausteine.

Neben der geometrischen Integration der einzelnen Gebäudetechnikkomponenten stellt das System ebenfalls die Möglichkeit zu einer optischen Integration dar. Durch Materialität der Fronten kann die Gebäudetechnik an zentraler Stelle komplett „unsichtbar“ bzw. voll integriert werden.

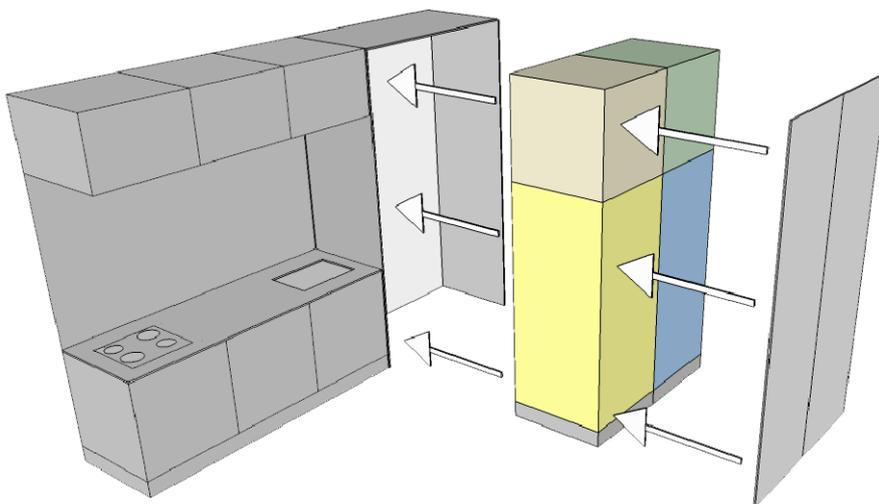


Abb. 4.14.: Prinzip einer möglichen Integration der Plattform und anschließbaren Geräte in ein Küchensystem. Quelle: FG ee

## 4.4 Plattformstandort und Integration

### 4.4.1 Standort

Die zunehmende Kompaktheit und räumliche Minimierung gebäudetechnischer Geräte erhöht die Unabhängigkeit von speziellen Technikräumen. Benötigte man in der Vergangenheit für Heizanlagen in Gebäuden mit hohem Energieverbrauch viel Raum, lässt die zukünftige Generation von Gebäuden mit sehr geringem Energiebedarf gerade im Neubaubereich eine Reduktion des Raumbedarfs der gebäudetechnischen An-

lage erkennen. Mit dem hier beschriebenen Plattformsystem soll in Zukunft in diesen Gebäuden die Möglichkeit bestehen, Technik technisch und ästhetisch sinnvoll in den Wohnungsgrundriss zu integrieren. Diese Standortlösung bietet neben Raumgewinn durch ggf. nicht benötigten zusätzlichen Raum ein hohes Maß an Sichtbarkeit und Kontrollierbarkeit.

Die Küche ist in vielen Wohngebäuden meist als zentrales Element vorhanden und bietet somit beste Voraussetzungen für die Lage der Haustechnik innerhalb des Gebäudes (zentrale Lage – kurze Leitungswege). Durch bereits vorhandene haustechnische Anschlüsse und vertikale Verteilungsmöglichkeiten (Schächte) stellt diese Integrationsmöglichkeit eine wirtschaftliche Lösung dar. Zudem bieten die Zentralität der Lage und die hohe Nutzungsfrequenz des Raums eine automatische und stetige Kontrolle der Anlage. Nicht zuletzt wird die Identifikation des Nutzers mit dem Gebäude und der gebäudetechnischen Anlage durch die Sichtbarkeit und Gegenwärtigkeit gesteigert.

Sollte die Küchenintegration nicht realisierbar sein, kann das System natürlich auch unabhängig an anderer Stelle integriert werden („Gebäudetechnikschrank“). Hier ist speziell für jedes Gebäude die sinnvollste Lage zu untersuchen. Die Plattform könnte in vielen Gebäuden beispielsweise im Eingangsbereich direkt an den Verteilerschacht angeschlossen werden. Durch die optisch und räumlich einfache Integration sind zahlreiche weitere Aufstellungsorte denkbar. Zu beachten ist bei der Standortwahl, dass notwendige Brandschutzmaßnahmen für die technischen Geräte eingehalten werden.

Beim Mehrfamilienhaus lässt sich durch die beschriebene, flexible Integrationsmöglichkeit sowohl eine zentrale als auch eine dezentrale Lösung realisieren.

#### **4.4.2 Effizienzsteigerung des Gesamtsystems**

Durch die angestrebte Kompaktheit und die angestrebte Serienfertigung des Systems wird es möglich, den Materialeinsatz zu reduzieren, Synergien zu nutzen und die Effizienz des Systems zu erhöhen.

Die Längen von Rohrleitungen können im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen reduziert werden. Die Anschlüsse sind aufeinander abgestimmt und die Geräte direkt aneinander anschließbar. Weiter können „warme“ Komponenten und Verbindungen

durch das kompakte System einfach gebündelt und als ein Ganzes gedämmt werden. Dies erspart Dämmmaterial und Arbeitsaufwand. Synergien von Energieflüssen sind ebenfalls durch die Kompaktheit der Plattform bedingt nutzbar.

### 4.4.3 Beispiel der Integration in eine Haushaltsküche

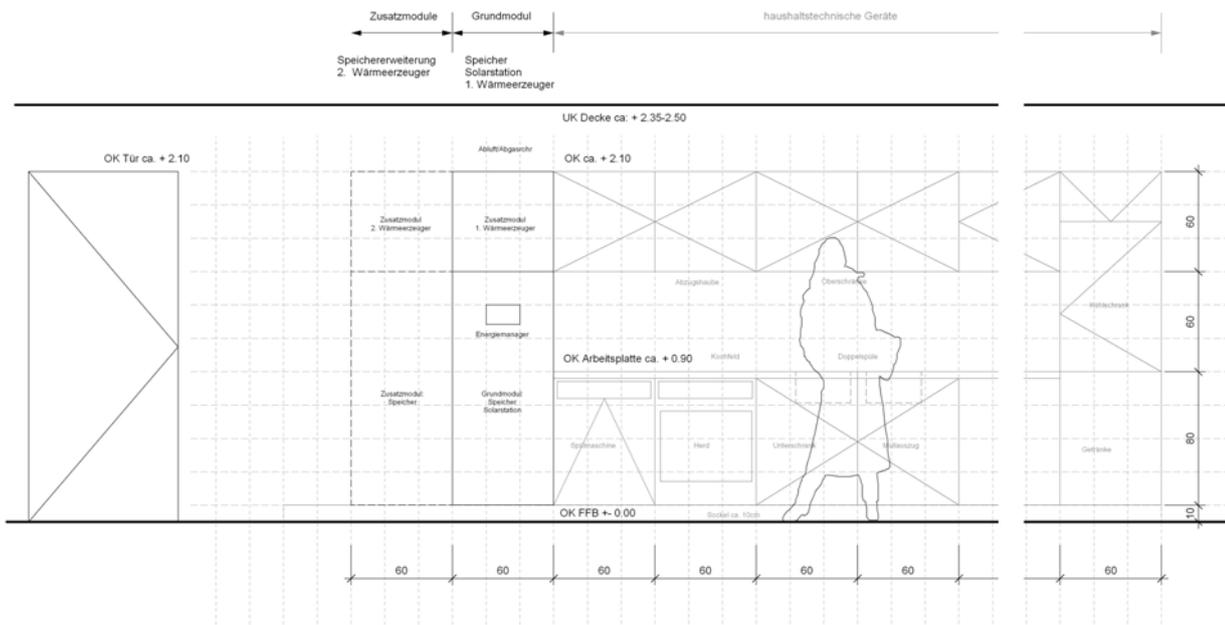


Abb. 4.15.: Beispielhafte Darstellung der Integration in eine Haushaltsküche, Ansicht. Quelle: FG ee

## 5 Virtuelle Plattform/ Bedieneroberfläche

Um Steuerung und Regelung der internen Komponenten der Plattform und der anschließbaren externen Geräte zu gewährleisten, sowie die Kommunikation mit Nutzer und Bediener zu ermöglichen, wird die physische Plattform durch eine virtuelle Plattform ergänzt. Ihre Hauptaufgabe ist die optimale technische Steuerung der Energie und deren Flüsse. Weiter schafft sie durch eine überschaubare intuitive Bedienung Eingriffsmöglichkeiten und Transparenz und informiert den Nutzer über Energieverbräuche sowie eventuelle Schwachstellen.

Da das Forschungsprojekt als Kernthema die physische Entwicklung der Energy:Base betrachtet, soll im Folgenden lediglich die Funktionsweise und der Mehrwert der virtuellen Plattform beschrieben werden ohne technische Fragestellungen im Einzelnen zu klären.

### 5.1 Aufbau der Hardware

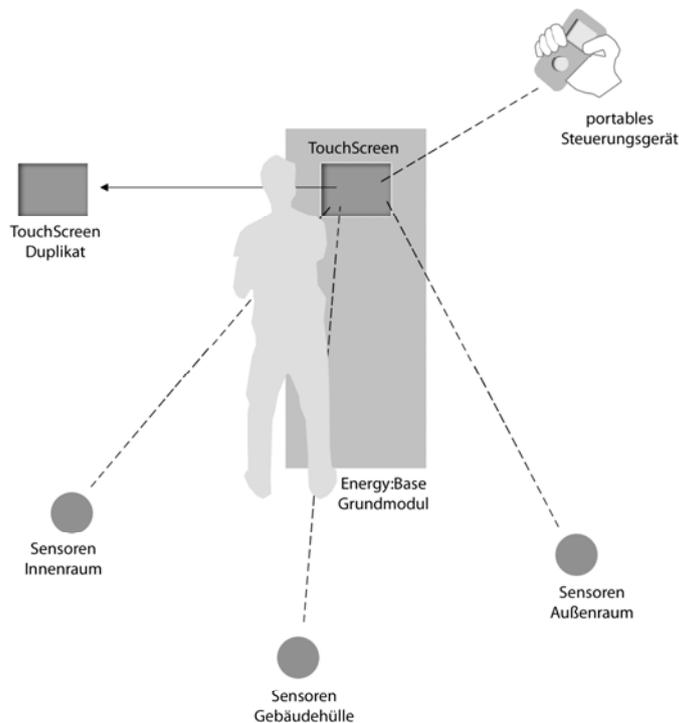


Abb. 5.1.: Struktureller Aufbau der Hardwarekomponenten. Quelle: FG ee

Zentrales Element der virtuellen Plattform ist ein Bildschirm als Kommunikationsoberfläche, der an der „energbase“ auf durchschnittlicher Augenhöhe angebracht ist und Informationen verarbeitet sowie Befehle zur optimalen Steuerung an die einzelnen Geräte übermittelt. Über

diesen Screen werden per Touch-Funktion alle steuerungs- und regelungstechnischen Vorgänge koordiniert und kommuniziert. Mit der Anbringung an der Plattform sind kurze Leitungsführungen, eine Vorinstallation und somit ein direkter Einsatz nach Einbau des Gerätes gewährleistet. Zusätzlich kann ein Duplikat des TouchScreens an einer anderen zentralen Stelle der Wohneinheit angebracht werden. Besonders zweckmäßig erscheint eine Anordnung im Eingangsbereich, um beim Eintreten und Verlassen der Wohnung direkt Einstellungen vornehmen zu können oder das Gesamtsystem auf Standby zu fahren.

Eine mögliche Erweiterung dieses Regelungselements stellt ein portables Gerät dar. Hiermit ist ein Softwareaufsatz für das eigene Mobiltelefon gemeint. Dieses bietet sich von daher an, da es ohnehin stets mitgenommen wird und ein portables extra Bedienungselement für die Plattform nur eine Dopplung der mitzuführenden Geräte bedeuten würde. Das Mobiltelefon ermöglicht dann die wichtigsten steuerungstechnischen Funktionen auch von unterwegs auszuführen.

Weitere Elemente im Bereich der Hardwareausstattung sind Sensoren, die im Gebäude angebracht sind und Informationen an das zentrale Steuerungselement auf der „energybase“ senden, die von diesem verarbeitet werden. Generell sind Sensoren in vier Ebenen angebracht, um eine stabile Aussage über das Gesamtsystem treffen zu können.

#### Sensoren im Innenraum:

##### Notwendig:

- Temperatur
- Luftfeuchte
- Luftstrom
- Energieverbrauch
- CO<sub>2</sub>-Gehalt
- Beleuchtungsstärke

##### Optional:

- Bewegungsmelder

#### Sensoren innerhalb der gebäudetechnischen Elemente:

##### Notwendig:

- Wärme- und Warmwasserspeicher:  
Temperaturmesser  
Volumenstrommesser bei Entnahme
- Heizkreislauf  
Temperaturmesser  
Volumenstrommesser
- Lüftung:

Temperaturmesser

Volumenstrommesser

- Stromkreislauf:  
Stromzähler an den einzelnen Entnahmepunkten

Sensoren in der Gebäudehülle

Optional:

- Kontakt (Fenster, Türen)
- Materialtemperaturen

Bei passiven Parametern des Energiekonzeptes kann hier beispielsweise gemessen werden, wie viel Wärme ein Material gespeichert hat und eine Aussage darüber getroffen werden, wie viel es noch aufnehmen kann, bevor aktive Systeme zur Unterstützung des Raumklimas angeschaltet werden müssen. Damit kann die Trägheit der Materialien eingeschätzt und auf Entladungszustände frühzeitig reagiert werden.

Sensoren im Außenraum:

Notwendig:

- Temperatur
- Windstärke
- Windrichtung
- Beleuchtungsstärke
- Solareinstrahlung

Ausblick: Ziel sollte es sein, eine Wetterstation mit Prognose-Daten in das Steuerungssystem zu integrieren, um frühzeitig das Gesamtsystem auf Änderungen einzustellen und damit die Trägheit des Systems zu kalkulieren.

## **5.2 Aufbau der Softwarearchitektur und Oberfläche**

### **5.2.1 Der Bedienbildschirm als zentrales Steuerungselement**

Der Bedienbildschirm als TouchScreen- Monitor am Plattformgehäuse der „energybase“ steuert und regelt alle Energieflüsse und ist für die optimale Einstellung des Gesamtsystems zuständig.

Der Bildschirm zeigt im normalen Betrieb eine dauerhafte Starteinstellung und fährt nach den betätigten Einstellungen in einen Ruhezustand, um möglichst wenig Energie zu verbrauchen. Durch Berührung der Oberfläche wird dieser Zustand aufgehoben und man gelangt zur ak-

tuellen Startanzeige. Durch eine Übersicht mit Icons kann man auf zwei verschiedene Einstellungsebenen zugreifen. Die Startanzeige gibt Auskunft über den aktuellen Zustand des Systems:

- Anzeige der Raumzustände (Temperatur, Luftfeuchte, Heizkurven etc.)
- Anzeige der Energieverbräuche mit Darstellung der Kosten
- Anzeige der Energiegewinne mit Darstellung der Kosten (beispielsweise bei solaraktiven Systemen)
- Anzeige der aktuellen Systemauslastung (welche Komponenten laufen aktuell mit welchen Leistungen)

Unterbrochen wird der Ruhezustand, wenn das System deutliche Abweichungen von Sollzuständen oder Fehler lokalisiert. Dann werden diese über den Bildschirm kombiniert mit einem akustischen Signal kommuniziert und ein Ratschlag zur Behebung an den Nutzer weitergegeben. Läuft das Heizsystem beispielsweise auf sehr hohem Niveau und einer der Kontaktsensoren meldet ein offen stehendes Fenster, wird auf der Anzeige über Worte und eine grafische Lokalisierung in Form des Grundrisses dieser Zustand angezeigt. Zudem errechnet das System den Verlustwert in Euro, um Anreiz zu schaffen, den vermeintlichen Fehler zu eliminieren. Dieses Aufzeigen von Einsparpotentialen über das Kommunikationselement ist ein wichtiger Bestandteil der Plattform, um auch verhaltensorientiert Energie einzusparen und auf das nicht regulierbare Nutzerverhalten einzuwirken.

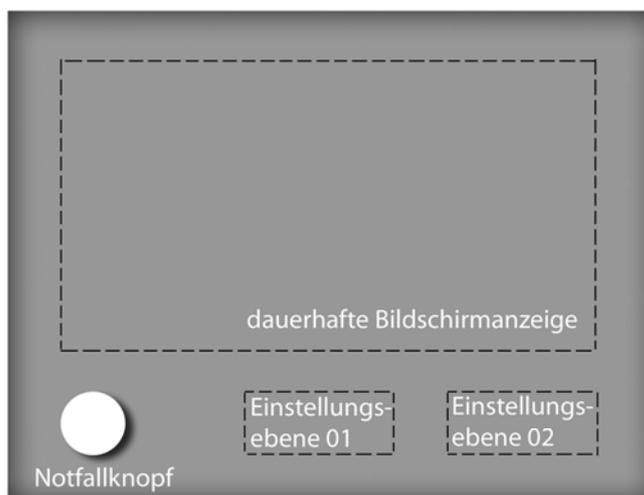


Abb. 5.2.: Struktureller Aufbau der TouchScreen-Oberfläche. Quelle: FG ee

## 5.2.2 Unterschiedliche Einstellungsebenen

Weiter wird der Ruhezustand unterbrochen, wenn Einstellungen im System vorgenommen werden. Generell können Einstellungen auf zwei Ebenen vorgenommen werden. Zu jeder Ebene gibt es auf der Bildschirmoberfläche einen ständig angezeigten Button.

In Ebene 01 werden die dauerhaften Basiseinstellungen eingerichtet. Diese sollten hauptsächlich vom Fachmann vorgenommen werden, da sie ein technisches Verständnis des Systems voraussetzen. Deshalb ist der Zugriff auf diesen Softwarebereich Passwort geschützt, um sachunkundige oder zufällige Änderungen des Systems zu vermeiden. Bei Erstinbetriebnahme werden hier die individuellen Einstellungen vom Fachmann in Zusammenarbeit mit dem Nutzer bzw. Betreiber der Anlage individuell vorgenommen. Über eine Eingabemaske können alle Grundeinstellungen für das ganze Jahr individuell vorgenommen werden. Hier können beispielsweise Heiztemperaturen für einzelne Räume festgelegt werden, um Heizniveaus zu differenzieren und somit effizienter im Energieverbrauch zu wirtschaften. Neben der Jahreseinstellung ist eine Tages- und Wochenregelung der einzelnen Räume möglich, um innerhalb des Jahres auf besondere Umstände und Änderungen zu reagieren.

Folgende Einstellungen sind möglich:

Geometrische Erfassung des Gebäudes:

- Abmaße und Geometrie des Grundrisses
- Anzahl der Geschoße
- Dachgeometrie
- Aufbau der Außenwände
- Aufbau der Dachhaut
- Ausrichtung (Nord, Süd)
- Verschattende Elemente (durch Gebäude, Bäume)

Diese Angaben müssen bei Erstinbetriebnahme eingegeben werden.

Grundlegende Einstellungen der spezifischen Klimazone:

- Durchschnittliche Sonnenscheindauer (Monat)
- Durchschnittliche Solareinstrahlung (Monat)
- Durchschnittlicher Temperaturverlauf (Monat)
- Durchschnittliche Windrichtung und -stärke (Monat)

Für die jeweiligen Klimazonen und Standorte sind Werte im System hinterlegt, die direkt angewählt werden können.

Individuelle raumklimatische Einstellungen:

- Zeitraum der Heizperiode (Jahr – Monat - Tag)

- Temperaturniveaus innerhalb des Grundrisses, Raumweise möglich (Jahr – Monat - Tag)
- Temperatur angrenzender Zonen (Jahr – Monat - Tag)
- Durchschnittlicher Luftvolumenaustausch (Jahr – Monat - Tag)
- Durchschnittliche Luftfeuchte (Jahr – Monat - Tag)
- Durchschnittliche Beleuchtungsstärke
- Zusätzliche Wärmequellen

Weitere individuelle Einstellungen:

- Energiepreise
- Einstellung von Szenarien zur Kurzanwahl

Diese eingegebenen Daten bieten die Grundlage, auf der die virtuelle Plattform im Hintergrund ein Gebäudezonenmodell aufbaut. Dieses ermöglicht die Berechnung der Wärmebilanz für Einzelzonen im beheizten Volumen. Weiter wird die energetische Beschaffenheit der Gebäudehülle in Form von U-Werten und A/V-Verhältnis ermittelt sowie durch ein „Live-Monitoring“ das Gebäudezonenmodell rechnerisch ständig überprüft und abgeglichen. Beim Live-Monitoring werden über die beschriebenen Funksensoren in den Räumen ständig Werte erfasst und mit dem Berechnungsmodell abgeglichen bzw. rückgekoppelt. Dadurch werden mögliche Abweichungen und Fehlerquellen schnell erkannt und reguliert. CO<sub>2</sub>-, Luftfeuchte, Luftstromsensoren gewährleisten einen intelligenten und vorausschauenden Betrieb der Gebäudetechnik zu und somit ein Maximum an Komfort für den Nutzer.

Zudem kann durch Prognosen von Wetterdaten die Berechnung und Einstellung optimiert werden. Durch ständiges Einbinden der Prognosedaten in die Berechnung kann das System im Vorfeld auf Wetteränderungen reagieren. Die Behaglichkeit für den Nutzer wird erhöht, da sich beispielsweise bei einem Temperaturabfall kein unbehagliches Raumklima einstellt, sondern im Vorfeld die Heizleistung angepasst wird. Dies verhindert zudem, dass schnell nachgeheizt werden muss oder im Vorfeld das System bereits zu hoch eingestellt ist. Wichtig für diesen Punkt sind die Angaben der Bauart und der Heizleistung im System, da darüber die Trägheit bestimmt werden kann.

Durch das beschriebene Berechnungs- und Monitoringverfahren ist ein Aufschluss über die optimale Regelung der einzelnen Systeme und Energieverbräuche möglich. Auf dieser Grundlage kann der Computer Befehle über ein BUS gesteuertes System senden und somit das Zusammenspiel der einzelnen gebäudetechnischen Komponenten regeln.

Durch Eingabe von Energiepreisen oder der Verlinkungen mit einer Onlinedatenbank mit immer aktualisierten Preisen errechnet die virtuelle Plattform den Verbrauch in einen Geldwert

um und kann auf der dauerhaften Anzeige des TouchScreens Informationen über die Kosten geben. Durch den Abgleich mit einem errechneten Durchschnittswert kann angezeigt werden, ob und wie viel gespart wird.

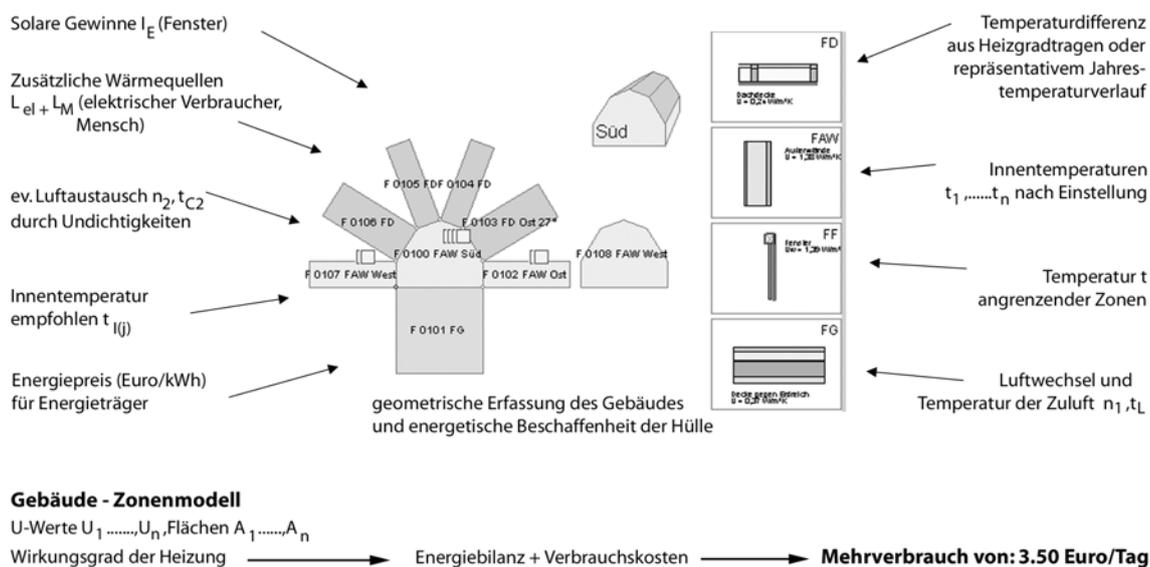


Abb. 5.3.: Struktur des Gebäudezonenmodells als Live-Monitoring des gebäudetechnischen Systems. Quelle: FG ee

Das System wird durch diesen so genannten „Energie-Manager“ automatisiert auf dem eingegebenen Niveau gehalten, bis neue Energieprofile in Einstellungsebene 01 durch den Fachmann eingegeben werden oder der Nutzer in Ebene 02 eingreift.

Das Kommunikationsdesign von Ebene 01 ist in einer Baumstruktur aufgebaut. Eine schlichte und herkömmliche Darstellung zielt auf den rein fachkundigen Bediener und eine einfache Navigation ab. Die Baumstruktur ist flexibel und erweiterbar. Innerhalb der einzelnen Bereiche können Angaben und Werte in eine Eingabemaske rechts neben der Baumstruktur eingetragen werden. Um die Komplexität der Eingaben zu minimieren, werden nur die individuell beeinflussbaren Daten eingegeben. Weitere, für die Berechnungen notwendige Daten bezieht der Computer von hinterlegten Datenbanken, die online regelmäßig aktualisiert werden.

Eine fehlerfreie Eingabe und die korrekte Verknüpfung mit den hinterlegten Daten ermöglicht ein Scroll-down-Menü neben den einzelnen Eingabefeldern. Beispielsweise kann man im Bereich „Aufbau der Außenwände“ die Materialität der einzelnen Schichten aus einem Katalog auswählen. Diese sind dann bereits mit den jeweiligen Materialeigenschaften in der Datenbank verknüpft. Durch Eingabe der Schichtstärke kann das hinterlegte Rechenmodell mit den Informationen aus der Datenbank den U-Wert der Wand berechnen. Zum Verständnis und zur

Transparenz werden Wandaufbauten und errechnete Werte neben der Eingabemaske grafisch dargestellt.

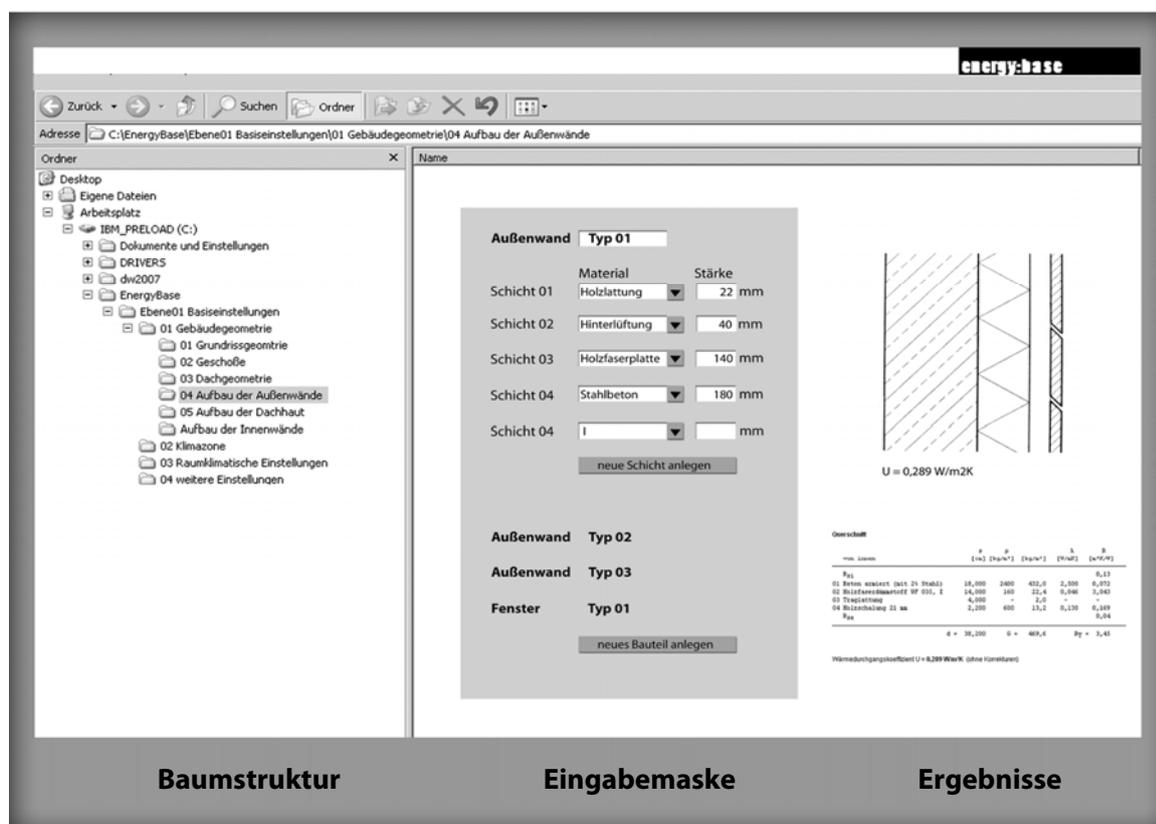


Abb. 5.4.: Beispiel der grafischen Oberfläche in Form einer Eingabemaske der Einstellungsebene 01. Quelle: FG ee

Die Einstellungsebene 02 wird, wie die zuvor beschriebene Ebene 01, über einen Button auf dem TouchScreen angewählt. Sie dient in erster Linie dazu, Informationen über Betriebszustände zu liefern und schnelle Einstellungen für den Nutzer bzw. den Laien vornehmen zu können.

Durch Betätigen des Buttons der Einstellungsebene 02 „Nutzereinstellungen“ gelangt man zur übergeordneten BildschirmEinstellung dieses Funktionsbereichs. Es öffnen sich zwei Bereiche, die wiederum per Touchfunktion geöffnet werden können – Systeminformationen und Szenarienwahl.

Wie im Vorangegangenen beschrieben, gibt die Daueranzeige des TouchScreens Informationen über den Istzustand der Energy:Base wieder. Im Bereich Systeminformationen kann der Nutzer weitere Angaben über sein gebäudetechnisches System und dessen Auslastung erhalten sowie die Daueranzeige einstellen. Folgende Anwahlmöglichkeiten stehen zur Auswahl:

- Energieverbräuche

Es öffnet sich ein Fenster, in dem die aktuellen Energieverbräuche je nach Energieträger im Normalzustand und in Sonderfällen dargestellt sind. Über dem Bild des Wohnungsgrundrisses sind die zurzeit aktiven Systeme mit Ihren je nach Quantität dargestellten Energieflüssen eingezeichnet. Das System errechnet einen Geldwert, der den aktuellen Energieverbrauch widerspiegelt. Damit soll der Nutzer für die verursachten Kosten sensibilisiert werden und ein Gefühl dafür bekommen, welche Werte vertretbar sind und welche die Grenze überschreiten.

Außerdem kann der Nutzer Grafiken in diesem Bereich aufrufen, die den Jahres-, Monats- oder Tagesverlauf der Energieverbräuche aufzeigen. Ein Analysetool gibt Anmerkungen zu jeweiligen Schwachstellen.

- Energiegewinne (optional einstellbar, je nach Systemart)

Gemäß der beschriebenen Visualisierung der Energieverbräuche ist die Darstellung von Energiegewinnen aufgebaut. Über einem dreidimensionalen Bild des Gebäudes verlaufen die aktuellen Energiegewinnströme. Sowohl aktive (Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie etc.) als auch passive (Solareinstrahlung) Gewinne werden berücksichtigt. Hier können ebenfalls Jahres-, Monats- und Tagesverläufe aufgerufen werden.

- Systemauslastung

Der Nutzer soll alle Systeme (aktive und passive) des energetischen Systems in grafischer Form beobachten können. Hervorgehoben sind die derzeit im Betrieb befindlichen Subsysteme. Weiter zeigt die Grafik alle derzeit von Funksensoren gemessene Werte innerhalb und außerhalb des Gebäudes. Durch Klick auf die einzelnen Geräte können aktuelle und geplante Betriebszeiten sowie –leistungen angezeigt werden. Der interessierte Nutzer kann hier bei Bedarf einen sehr detaillierten Einblick in sein gebäudetechnisches System erlangen und nach und nach mehr dazulernen.

- Energiekosten

Im Bereich der Energiekosten und -erträge können die aktuellen Preise in Abhängigkeit von Energieträger abgerufen werden. Zudem gibt es neben der aktuellen Darstellung von Energieverbrauch und –gewinn die Möglichkeit, auf Datenbanken zurückzugreifen, die wiederum eine Jahres-, Monats- oder Tagesdarstellung zulassen. Der Nutzer kann sich hier ein Konto anlegen, mit dem er Lebenszykluskosten abrufen kann und somit eine wirtschaftliche Aussage über sein System erhält.

- Systemfehlerlokalisierung

Wie im Vorangegangenen beschrieben, deckt das System durch die Berechnungen im Gebäudezonenmodell und die Informationen der Sensoren mögliche Fehlerquellen im Gesamtsystem auf. Diese werden direkt im Grundriss verortet und beschrieben. Die Daueranzeige wird unterbrochen und ein Hinweisfeld sowie ggf. ein akustischer Sig-

nalton weisen auf eine Fehlermeldung hin. Vergangene Fehler samt Protokoll und Gegenmaßnahme können in diesem Bereich aufgerufen werden. Mit Datum und Uhrzeit versehen werden Beschreibungen und eventuelle Kostenverluste aufgezeigt.

Zudem können einzelne Räume aufgerufen werden, für die die Sensorendaten wie Temperatur, Co2-Gehalt, Luftfeuchte, Beleuchtungsstärke und Belegung angezeigt werden. Nutzung und Betriebszustände lassen sich auf diese Weise abgleichen.

Weiter können auf Ebene 02 Einstellungen des gebäudetechnischen Systems vorgenommen werden. Generell sind dies hauptsächlich Einstellungen, die von kurzfristiger Dauer sind, eine spezielle Nutzungssituation darstellen und nicht regelmäßig wiederkehren (wie unvorhergesehene Raumnutzung, Party oder Abwesenheit). Aufgrund dieses Charakters sind sie nicht Teil der Basiseinstellungen. Allerdings werden die technischen Einstellungen im Bereich der Basiseinstellungen also Ebene 01 vorgenommen. Das heißt hier wird eingerichtet in welcher Zusammensetzung und Auslastung das System für den jeweiligen Fall gefahren werden soll. Gespeichert werden diese Angaben unter einem Wort oder Pitko, das das betreffende Szenario beschreibt. Angewählt wird die Einstellung dann über Ebene 01 / Szenarienanwahl. Hier sind alle Optionen mit jeweiligem Wort oder Pitko aufgelistet und per Touchfunktion aktivierbar. Mögliche Szenarien könnten sein:

- Urlaub

Während die Nutzer im Urlaub verweilen, kann das System ganz ausgeschaltet oder auf niedrigerem Niveau gefahren werden. Bei Aktivierung dieses Szenarios kann eine Zeitspanne eingegeben werden, damit das System pünktlich zur Rückkehr wieder die gewünschten raumklimatischen Werte erreicht.

- Gäste

Das System ist zur Einhaltung von Temperatur und Luftaustausch auf die in den Basiseinstellungen eingegebene normalerweise im Haushalt wohnende Personenzahl ausgelegt. Sollten sich zu bestimmten Anlässen wesentlich mehr Personen im Haus aufhalten, kann das System durch diese Kurzanwahl auf erhöhte interne Wärmequellen und Luftfeuchte im Vorfeld eingestellt werden.

- Single

Ähnlich der Einstellung „Gäste“ kann dieses Szenario angewählt werden, wenn über einen längeren Zeitraum deutlich weniger Personen sich im Gebäude aufhalten als üblich.

- Kochen

Vor dem Kochen kann durch Anwahl dieses Szenarios der Luftaustausch, die Luftfeuchte und die Dunstabzughaube während des Kochvorgangs optimal gesteuert werden.

- Baden

Um erhöhte Luftfeuchte nach dem Baden zu vermeiden, wird die Lüftung im Bereich des Badezimmers dem Szenario entsprechend voreingestellt.

- Aktiv

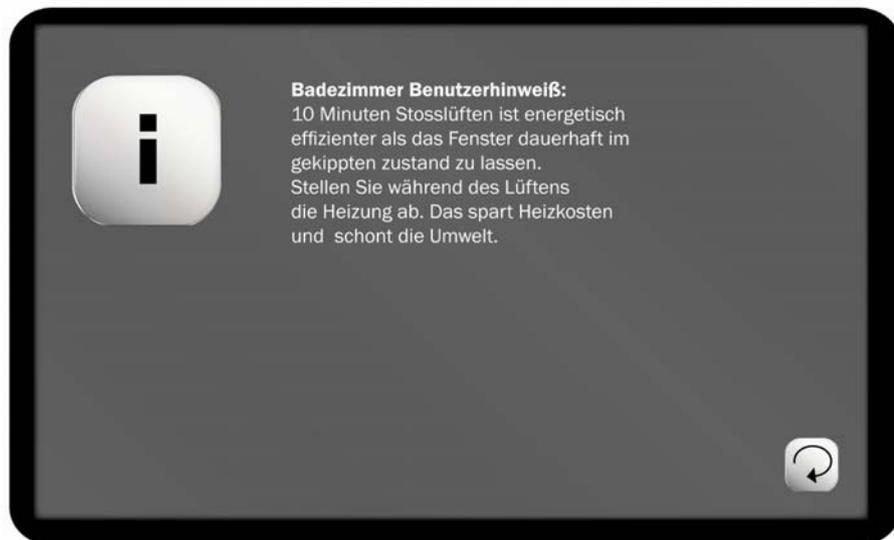
Bei körperlicher Anstrengung in geschlossenen Räumen sollte der Luftaustausch erhöht werden und das Temperaturniveau herunter gefahren werden. Dies wird durch das „Aktiv-Szenario“ gewährleistet.

Das Design der Einstellungsebene 02 ist schlicht gehalten und intuitiv bedienbar. Lediglich wenige Auswahlmöglichkeiten können per Touch angewählt werden. Die Anwahl ist immer über ein erklärendes Wort oder Symbol möglich. Hinweise und Textpassagen werden auf das Nötigste reduziert, um eine Unüberschaubarkeit zu vermeiden. Je weiter man sich in das Menü hereinklickt, desto mehr Informationen gibt das System und desto mehr Optionen stehen zu Verfügung. Die Idee dahinter ist, dass jene Nutzer, die sich nur schnell mit der Einstellung der „energybase“ beschäftigen wollen und keine genauen Informationen haben möchten, sehr schnell im Menü navigieren können. Trotzdem bietet sich aber die Möglichkeit für jene, die sich für die Vorgänge interessieren, tiefer in die Thematik und die Einstellungen einzudringen.

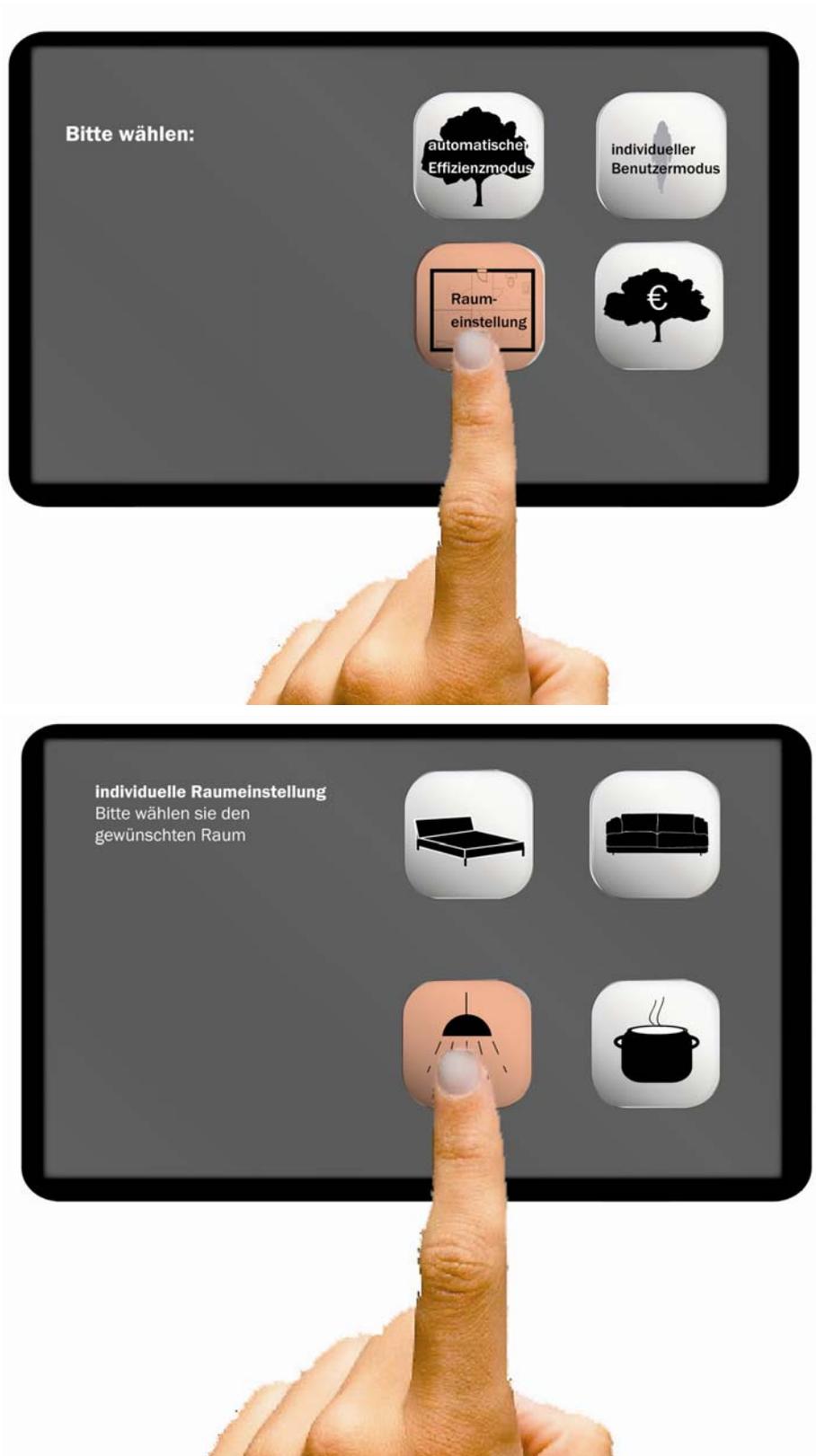
Im Folgenden ist ein Beispiel der Bildschirmdarstellung mit unterschiedlichen Szenarien aufgeführt:

## Beispiel - Szenario 1





## Beispiel - Szenario 2





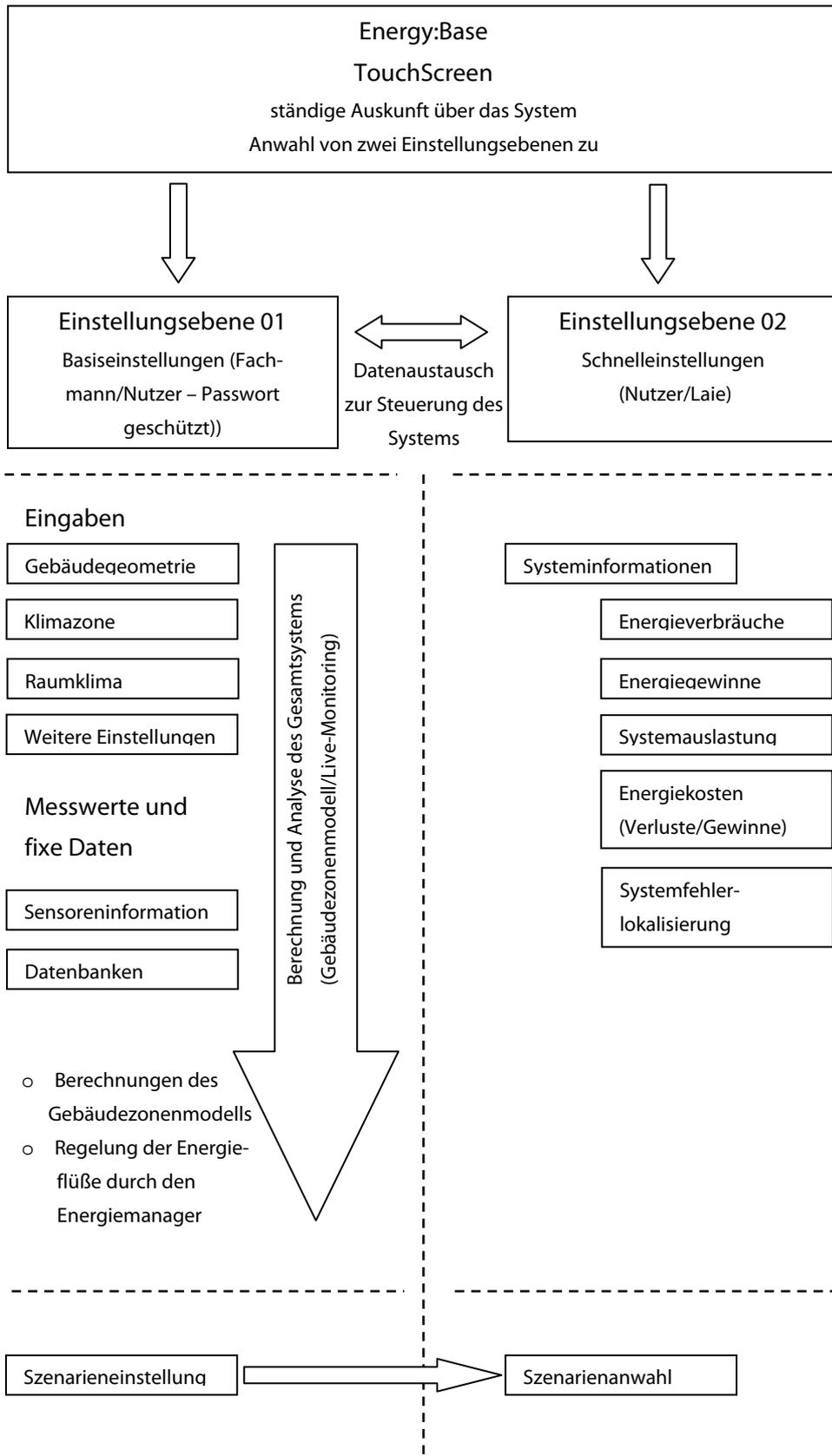


Abb. 5.5.: Funktionsweise der gesamten Softwarearchitektur. Quelle: FG ee

### **5.2.3 Weitere Steuerungsgeräte**

Das im Bereich Hardware erwähnte Duplikat des Bedienbildschirms ist ähnlich wie das in der Plattform „energybase“ integrierte aufgebaut. Es ist in seinen Funktionen jedoch eingeschränkt. Die Einstellungsebene 01 fällt hier weg, da die Basiseinstellungen nur selten eingegeben oder verändert werden.

Alle Funktionen der Einstellungsebene 02 können über das Duplikat erfolgen. Diese kann beispielsweise im Eingangsbereich angebracht werden. Szenarien können somit bei Eintreten oder Verlassen des Hauses direkt angewählt werden.

Weiter verfügt das System über den im vorangegangenen beschriebenen Zugriff per Mobiltelefon zur flexiblen Steuerung der Gebäudetechnik. Dieses dient vor allem dazu, auf die Funktionsweise des Gesamtsystems zu zugreifen wenn man unterwegs ist. Auch hier wird ausschließlich Ebene 02 angezeigt. Fehlermeldungen des Systems erreichen den Nutzer so auch außer Haus. Er kann entscheiden, ob er den Ratschlag auf dem Display bestätigt und damit annimmt oder diesen ignoriert.

### **5.3 Virtuelle Plattform - Nutzerverhalten**

Der Faktor Nutzerverhalten spielt bezüglich der Energiebilanz eines Haushaltes eine wesentliche Rolle, beispielsweise durch falsches Lüftungsverhalten (zu lang-zu kurz). Hier besteht die Notwendigkeit einer Optimierung. Zwar wird diese „Fehlerquelle“ nicht regulierbar sein, so soll in diesem Konzept jedoch ein Weg entwickelt werden, über Transparenz, Hinweise und nutzerrelevante Tipps auf das Nutzerverhalten einzuwirken. Unwissenheit, falsch erlerntes Verhalten bezogen auf Energieeffizienz, sind oft die Ursache für hohe Energieverbräuche. Wie bereits im vorhergegangenen Punkt erwähnt, stellt die Plattform über ein Live-Monitoring mögliche Fehlerquellen fest. Sind diese vom Nutzer verursacht, beispielsweise zu lange offen stehende Fenster, weist die Plattform daraufhin. Der Energieverlust bzw. der Mehr-Energieverbrauch wird ermittelt und angezeigt. Um die Motivation beim Nutzer zu erhöhen, wird der errechnete Wert in einen Geldwert umgerechnet. Das Einschreiten bleibt ihm jedoch selbst überlassen, denn die Plattform möchte keine Automatisierung und Bevormundung des Nutzers sondern eine Art erzieherischen Aspekt und Aufklärung bezwecken. Lediglich das optimale Zusammenspiel der einzelnen Komponenten wird automatisch geregelt. Durch dieses System soll eine höhere Identifikation geschaffen und das Bewusstsein im Umgang mit Energieverbrauch geschärft werden.

## 6 Beispiel Solar Decathlon 2007

## 6.1 Solar Decathlon 2007

Die theoretisch entwickelten Ansätze zur Plattform „energybase“ sind eng mit der Teilnahme der forschenden Stelle am Solar Decathlon 2007 [16] verknüpft. Dieser internationale Hochschulwettbewerb wird alle zwei Jahre vom U.S. amerikanischen Energieministerium ausgeschrieben. 20 Teams von Universitäten aus mehreren Ländern präsentierten im Herbst 2007 ihre über Solarenergie betriebenen Wohnhäuser auf einer Bauausstellung auf der National Mall in Washington D.C. und traten in einem, 10 Disziplinen umfassenden Wettkampf gegen einander an. Anhand von Aspekten wie Architektur, Ingenieurkunst, Gebrauch von Haushaltsgeräten und Energiebilanz wurde darin die Alltags- und Zukunftsfähigkeit der Häuser bewertet. Ziel des Solar Decathlon ist, die Potentiale des solaren Bauens und der regenerativen Energienutzung aufzuzeigen, neue zukunftsfähige Gebäude- und Technikkonzepte zu entwickeln und diese einem breiten, internationalen Publikum zugänglich zu machen.

Das SD Haus (SD- Haus = Solar Decathlon Haus), der Wettbewerbsbeitrag der TUD zum Solar Decathlon 2007 [16], als hochgradig energieeffizientes Gebäude mit komplexem, gebäudetechnischen Gesamtsystem bietet sich als Beispiel für eine Integration der Plattform „energybase“ an. Um die Möglichkeit einer Integration aufzuzeigen, werden das zugrunde liegende energetische Konzept, die vorgesehenen aktiven Systeme und eine Weiterentwicklung im Zusammenhang mit der Plattform dargestellt.



Abb. 6.1.: Ansicht SD Haus

## **Energetisches Konzept**

Das für den Wettbewerb umgesetzte energetische Konzept des SD Hauses beinhaltet folgende aktive und passive Systeme:

Passive Systeme:

- kompakte Gebäudehülle
- hocheffiziente Gebäudedämmung
- hohe Gebäudedichtheit
- Tageslichtnutzung
- Passive Wärmegewinne
- Interne Gewinne
- Thermische Speichermasse
- Verschattung (sommerlicher Wärmeschutz)

Aktive Systeme:

- Photovoltaikanlage
- Solarthermische Anlage
- Kühldecke
- Kontrollierte Lüftung/ Lüftungskompaktgerät
- Haushaltsgeräte
- Unterhaltungselektronik
- Batterien

### **Aktive Systeme:**

Für die angestrebte Integration der Plattform sind die eingebauten aktiven Systeme von Bedeutung. Diese sind:

#### **Photovoltaikanlage:**

Auf dem Dach des Hauses wurden 40 monokristalline Sunpower SPR 215 Elemente mit einer Leistung von 8,4 kWp integriert. Zusätzlich wurden 6 Sunways Lochzellen mit einer Leistung von 1 kWp eingebaut. Die Neigung beträgt abwechselnd 3° Nord, 3°

Süd. Zusätzlich wurden in der Fassade 1020 amorphe Schottlamellen mit einer Leistung 2 kWp integriert.



Abb. 6.2.: Integration Photovoltaikanlage in Dach und Fassade. Quelle: FG ee

### **Solarthermische Anlage:**

Die solarthermische Anlage besteht aus 2 Flachkollektoren, Buderus SKN 3.0, mit einer 3° Neigung, südorientiert. Als Besonderheit wurden die Maße der Flachkollektoren auf die Sunpower Module angepasst, damit eine maximale Flächenausnutzung erreicht werden konnte.



Abb. 6.3.: Solarthermische Anlage auf dem Dach des SD Haus. Quelle: FG ee

### **Kühldecke:**

Die in den PCM- Kühldecken (PCM = phase-change-material) gespeicherte Wärme wird über wasserführende Kapillarrohrmatten abtransportiert. Hierdurch wird das PCM in den festen Aggregatzustand zurückgeführt und ist wieder einsatzbereit. Das hierfür benötigte kalte Wasser wird durch Verdunstung und Wärmeabstrahlung nachts auf der wasserführenden Dachschicht erzeugt und in einem Tank gespeichert. Die Kühlleistung beträgt  $70\text{W/m}^2 \times 30\text{m}^2 = 2,1\text{kW}$ .



Abb. 6.4.: Einbausituation der PCM- Kühldecke. Quelle: FG ee

### **Kontrollierte Lüftung/ Lüftungskompaktgerät:**

Für die kontrollierte Lüftung ist eine Lüftungskompaktanlage mit Wärmerückgewinnung über Kreuzgegenstromwärmetauscher mit 85 % Wirkungsgrad vorgesehen. Die Lüftungsanlage ist für einen 0,6-fachen Luftwechsel bei 2 Personen ausgelegt. Die Zuluft wird in die Wohnräume geführt, die Abluftführung erfolgt im Bad und über die Dunstabzugshaube. Das Lüftungskompaktgerät enthält zusätzlich eine reversibel arbeitende Wärmepumpe, die die Wärme aus der Abluft zur Erwärmung der Zuluft verwendet. Bei Kühlung der Zuluft wird die gewonnene Abwärme direkt in den in das

Kompaktgerät integrierten Warmwasserspeicher für das Brauchwasser eingeleitet. Die Heizleistung des Gerätes beträgt 1,8 KW, die Kühlleistung beträgt 0,8 KW und der COP Wert liegt im Jahresmittel bei 2-3.



Abb. 6.5.: Einbausituation des Lüftungskompaktgerätes. Quelle: FG ee

### Haushaltsgeräte:

Es wurden ausschließlich energieeffiziente Haushaltsgeräte ausgewählt. Beispielsweise öffnet sich der Backofen nach unten, so dass die Wärme im Backofen verbleibt. Bei Nutzung der Dunstabzugshaube erfolgt eine Erhöhung der Abluftmenge.



Abb. 6.6.: Haushaltsgeräte in der Küche. Quelle: FG ee

### **Unterhaltungselektronik:**

Der in die Wohnzimmerwand integrierte Fernseher ist im ausgeschalteten Zustand ein Spiegel. Die vorgesehene Spielkonsole „Nintendo Wii“ hat im Vergleich zur Konkurrenz einen äußerst geringen Stromverbrauch.



Abb. 6.7.: Situation Unterhaltungselektronik im Wohnbereich. Quelle: FG ee

### **Batterien:**

Als Energiespeicher für die Stromerzeugung sind 24 Stück Hoppecke OPzV, 2V, 2000 Ah Batterien in Reihe geschaltet ( 48 V, 2000 Ah). Die Kapazität beträgt 96 kWh.



Abb. 6.8.: Batteriestandort im Aussenbereich des SD Hauses. Quelle: FG ee

### **Weiterentwicklung durch die Integration der Plattform „energy base“**

Die Idee einer gebäudetechnischen Plattform entstand bereits in der Konzeptphase zum Wettbewerb. Der zeitliche Rahmen des Wettbewerbs ließ aber nicht zu, die Plattform rechtzeitig zu entwickeln und zu realisieren. Das Haus wurde bereits im August 2007 verschifft, um zum Wettbewerb vor Ort in Washington zu sein. Es enthält in der Ausführung ein Lüftungskompaktgerät als Ersatz zur angestrebten Plattform. Für das Lüftungskompaktgerät musste im Kern des SD Hauses ein eigener Technikraum vorgesehen werden.

Durch die entwickelte Plattform „energybase“ kann das eingebaute Lüftungskompaktgerät ersetzt werden. Die Plattform wird hierbei, wie in Abbildung 6.9. dargestellt mit den eingebauten aktiven Systemen kombiniert. Sie beinhaltet den Warmwasserspeicher für das Brauchwasser, die Solarstation für die solarthermische Anlage, sowie die notwendigen Verrohrungen, Pumpengruppen und hydraulischen Anschlüsse. Der an die Plattform angeschlossene Wärmeerzeuger besteht aus einem Kreuzwärmetauscher für die kontrollierte Lüftung in Kombination mit einer reversiblen Wärmepumpe.

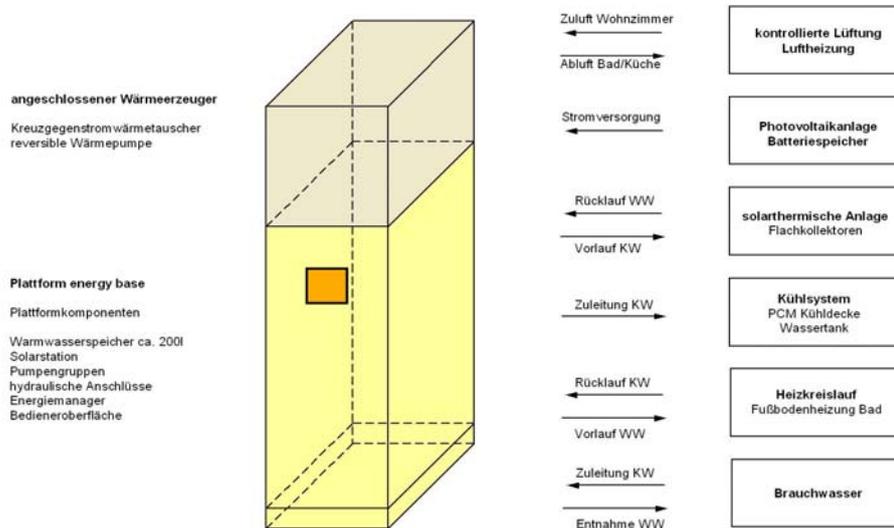


Abb. 6.9.: Kombination der aktiven Systeme des SD Hauses mit der Plattform „energybase“ . Quelle: FG ee

Ein zusätzlicher Vorteil gegenüber dem Lüftungskompaktgerät läge beim konkreten Beispiel in den kompakteren Abmessungen der Plattform und in der Möglichkeit der, in Abbildung 6.10 dargestellten, Integration in die Küche des SD Hauses und dem damit einhergehenden Raumgewinn. Der nun nicht mehr benötigte Technikraum stünde somit als Nutzfläche zur Verfügung.

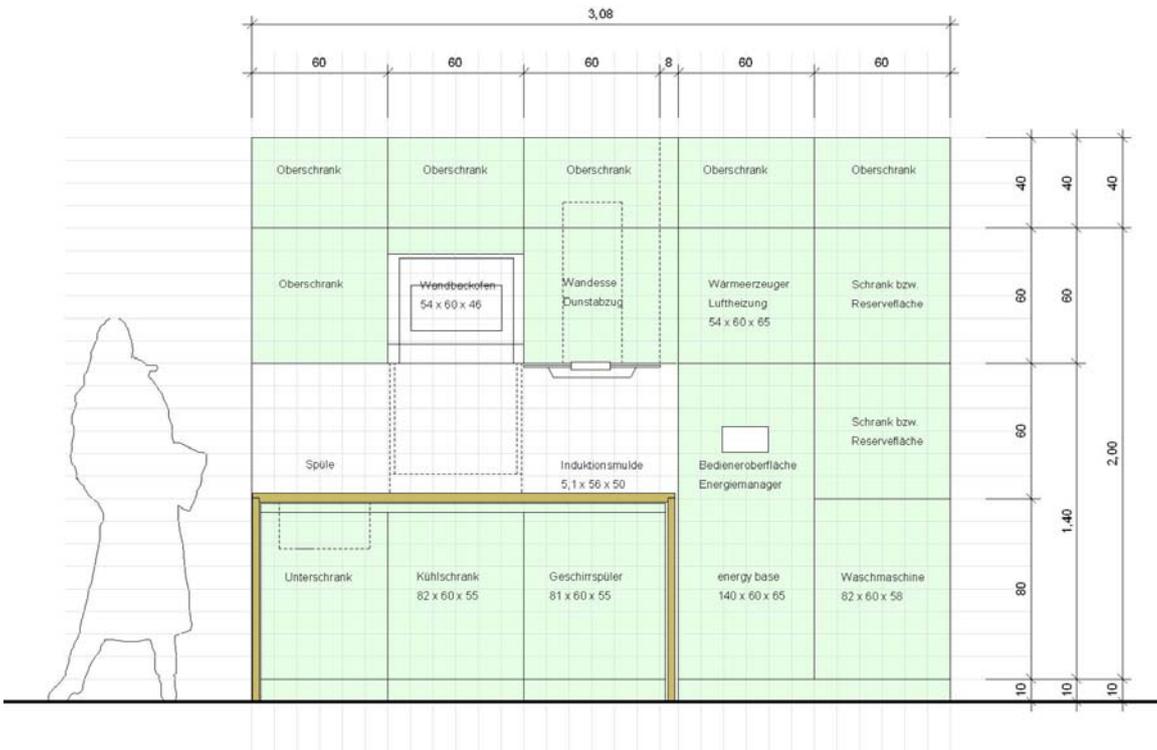


Abb. 6.10.: Beispielhafte Plattformintegration in die Küche SD Haus, Ansicht. Quelle: FG ee

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Noch entfallen ungefähr 40% des Primärenergiebedarfs in Deutschland auf Raumheizung und Warmwasser – ein großer Teil davon ließe sich einsparen. So lassen sich durch das optimale Zusammenwirken der einzelnen gebäudetechnischen Komponenten und ihre intelligente Abstimmung auf den Bedarf des jeweiligen Gebäudes und dessen Nutzer erhebliche Energieeinsparungen erzielen. Das Forschungsprojekt energy:base setzt an dieser Stelle an und will durch die erfolgte, konzeptionelle Entwicklung einer gebäudetechnischen Plattform dazu beitragen.

Zukünftige Gebäude weisen einen geringen Wärmebedarf auf. In dieser Studie wurde speziell für solche Wohngebäude im Bereich der 1- und 2-Familienhäuser eine gebäudetechnische Plattform konzipiert, welche den Einsatz energieeffizienter Gebäudetechnik sowohl von Seiten der Montage, wie von Seiten der Erweiterung und des Umbaus vereinfacht. Dazu wurden energieeffiziente und erneuerbare Energien nutzende gebäudetechnische Systeme und deren Komponenten systematisch untersucht und die Systeme und deren Komponenten ausgewählt, welche durch die Plattform unterstützt werden sollen. Die Plattform übernimmt die Funktion eines Komponententrägers sowie die Verteilung und Optimierung der Wärmeströme für Heizung und Warmwasser. Sie lässt sich mit einer unterschiedlichen Anzahl von Komponenten wie Pumpen, Ventile oder Solarstation nach Baukastensystem bestücken. Es können, verschiedene technischen Geräten, wie Wärmeerzeuger und Speicher angeschlossen werden. Ein Energiemanager optimiert das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten und Geräte. Die Nutzer des Gebäudes haben die Möglichkeit, über eine bedienbare virtuelle Plattform die Informationen bereitzustellen, welche einen besonders energieeffizienten Betrieb des Gebäudes ermöglicht. Die virtuelle Plattform weist den Nutzer auf Einsparmöglichkeiten hin und berechnet durch ein hinterlegtes Gebäudezonenmodell den aktuellen monetären und umweltbezogenen Wert des Einsparpotentials.

Die geometrische Auslegung der Plattform erfolgte nach dem Standardmaßsystem für Kücheneinbauten. Wird bei den anschließbaren Komponenten eine Standardisierung nach dem gleichen Maßsystem eingehalten, lassen sich nahezu beliebig konfigurierte, energieeffiziente gebäudetechnische Systeme kompakt, flexibel und platzsparend realisieren.

In einem zukünftigen Schritt wäre zu überprüfen, inwieweit sich das hier entwickelte Plattformkonzept, zentral oder dezentral, auf andere Gebäudetypen, auch außerhalb des Wohnungsbaus, übertragen lässt. In gewerblich genutzten Gebäuden sind in der Regel gebäudetechnische Anlagen komplexer und aufwendiger als im Wohnungsbau.

Auch hier wäre zu erwarten, daß ein energetisch und wirtschaftlich effizientes System, wie es die Plattform durch Standardisierung einzelner Elemente darstellt, Vorteile und Einsparungen mit sich bringen kann.

Durch die Ergebnisse und die Realisierung soll eine zukunftssträchtige Entwicklung im Bauwesen eingeleitet werden. Eine konsequente Weiterführung der bisherigen Arbeit wären die Erstellung eines Pflichtenheftes sowie der Bau eines Prototyps, dessen Erprobung und Weiterentwicklung unter Anwendungsbedingungen.

## 8 Quellennachweis

- [1] Verordnung über energieeinsparenden Wärmeschutz und energieeinsparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – ENEV) vom 24. Juli 2007; veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Nr. 34/2007 vom 26.07.2007.
- [2] VDZ, Journalistenworkshop; Intelligent heizen – Mit moderner Technik Energie und Kosten sparen, Vereinigung der deutschen Zentralheizungswirtschaft e.V. am 06.03.2008.
- [3] Merkblatt – Ökologisch Bauen (144, 145), KfW Förderbank, 12/2007.
- [4] R. Nagel, Europäische Norm für Heizungsanlagen DIN 12828. Haustechnik IKZ, Jg.: 59, Nr. 10, 2004.
- [5] DIN 4747-1, November 2003. Fernwärmeanlagen - Teil 1: Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze 2003, 35 S., Beuth Verlag GmbH.
- [6] DIN 4751-3, Februar 1993. Wasserheizungsanlagen - Geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wärmeerzeugungsanlagen mit 50 kW Nennwärmeleistung mit Zwangsumlauf-Wärmeerzeugern und Vorlauftemperaturen bis 95 °C - Sicherheitstechnische Ausrüstung, 1993, 5 S., Beuth Verlag GmbH.
- [7] AGFW-Arbeitsblatt FW 519. Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum indirekten Anschluss an Dampf-Fernwärmenetze.
- [8] DIN EN 806-2, Mai 1996. Technische Regeln für Installationen innerhalb von Gebäuden für Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch - Teil 2: Planung; Deutsche Fassung prEN 806-2:1996, Beuth Verlag GmbH.
- [9] DIN EN 1268-1. Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck – Teil 1 Deutsche Fassung prEN 1268-1.
- [10] DIN 1988 Teil 3: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen; Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW. Berlin: Beuth Verlag, 1988.

- [11] VDI-Richtlinie: VDI 6023 Blatt 1. Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Juli 2006.
  
- [12] DIN 4753-11. Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser; Zwischenmedium-Wärmeaustauscher; Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung, Beuth Verlag, Februar 1990.
  
- [13] DVGW VP 670. Anforderungen und Prüfungen für Trinkwassererwärmer, Beuth Verlag, April 1999.
  
- [14] DVGW, 1993, Richtlinie W551 "Legionellenverordnung", Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Arbeitsblatt W 551, 04/04, Bonn, Deutschland.
  
- [15] Erfolgreich und langlebig. Kunststoffrohre in Bad und Heizung, ik praxis, Ausgabe 6/2003.
  
- [16] Siehe: <http://www.solardecathlon.de/index.php/home/>

## 9 Abbildungsnachweis

Abb. 1 Vernetzung der drei Forschungsprojekte, Quelle: FG.ee

Abb. 2.1.: grafische Darstellung der Transformation der Plattformstrategie aus der Automobilindustrie (oben) auf eine gebäudetechnische Plattform (unten). Quelle FG ee

Abb. 3.1.: Übersicht der alternativ möglichen aktiven Systeme in Bezug auf den entsprechenden Energiestandard. Quelle FG ee

Abb. 3.2.:Tabelle Gebäudetechnischer Systeme: Liste möglicher gebäudetechnischer Systeme in kleineren Wohngebäuden nach Wärmeerzeuger und anschließbaren Geräten (maximal zwei Wärmeerzeuger und zwei Speicher, jeweils nach Anzahl der hydraulischen Anschlüsse, sowie Wärmetauscher). Es wird hier nicht unterschieden, ob die Wärme an den Heizkreislauf (HK) oder den Wärmetauscher einer Luftheizung abgegeben wird.

Abb. 3.3.: Beispielhaft ausgewähltes Schaltschema für ein System, bestehend aus Heizkessel, Pufferspeicher, externem Wärmetauscher für Warmwasser, Kollektor und Energiemanager.

Quelle: Solargenossenschaft Liechtenstein

Abb. 3.4.: Matrix der Verbindungen für beispielhaft ausgewähltes Schaltschema aus Abbildung 3.3. zwischen den einzelnen Komponenten eines gebäudetechnischen Systems. Quelle FG ee

Abb. 3.5.: Grafische Überlagerung aller Verbindungsstränge der untersuchten haustechnischen Systeme und Erhöhung der Linienstärke mit Häufigkeit der Verbindung. Symboldarstellung gemäß Abbildung 4.1. Quelle FG ee

Abb. 3.6.: Tabelle Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Wasserleitungen sowie Armaturen nach der ENEC 2007, Anhang 5 [1].

Abb. 4.1.: Tabelle mit Auflistung der integrierten und integrierbaren Plattformkomponenten und deren Anzahl je nach realisiertem gebäudetechnischem System. Quelle: FG ee

Abb. 4.2.: grafische Darstellung der Struktur des Plattformaufbaus mit Plattformkomponenten, hydraulischen Anschlüssen und anschließbaren Geräten. Quelle: FG ee

Abb. 4.3.: Tabelle Pumpe: Baulänge, Leistungsaufnahme und Stromversorgung der aufgeführten Energiesparpumpen. Die ersten beiden aufgeführten Pumpen sind in ihrer Dimensionierung eher für kleinere Mehrfamilienhäuser ausgelegt. Quelle: FG ee

Abb. 4.4.: Pumpe: Abmessungen der Grundfos ALPHA 25-40 mit 180 mm Baulänge. Quelle: [www.ecopumpen.de](http://www.ecopumpen.de)

Abb. 4.5.: Schaltskizze: Entwurfskizze, welche die Gesamtheit aller Plattform- und aller extern anschließbaren Komponenten und das daraus resultierenden Leitungsschemata aufzeigt (optionale Komponenten sind gestrichelt dargestellt, Plattformkomponenten durch gelbes Rechteck eingefasst; genauere Erläuterung, siehe Text). Quelle: FG ee

- Abb. 4.6.: Darstellung der geometrischen Umsetzung des Plattformgehäuses. Quelle: FG ee
- Abb. 4.7.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der Plattformkomponenten. Quelle: FG ee
- Abb. 4.8.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der Steuerungseinheiten. Quelle: FG ee
- Abb. 4.9.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. Wärmeerzeuger. Quelle: FG ee
- Abb. 4.10.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. Wärmeerzeuger und 2. Warmwasserspeicher. Quelle: FG ee
- Abb. 4.11.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. und 2. Wärmeerzeuger und 2. Warmwasserspeicher. Quelle: FG ee
- Abb. 4.12.: Darstellung der geometrischen Umsetzung der anschließbaren Geräte: Kombination Plattform mit 1. Wärmeerzeuger und Pelletkessel mit Vorratsbehälter. Quelle: FG ee
- Abb. 4.13.: Prinzip der Festlegung für ein Maßsystem der äußeren Form, Lage, Typologie und Dimensionierung der Plattform und der anschließbaren Geräte. Quelle: FG ee
- Abb. 4.14.: Prinzip einer möglichen Integration der Plattform und anschließbaren Geräte in ein Küchensystem. Quelle: FG ee
- Abb. 4.15.: Beispielhafte Darstellung der Integration in eine Haushaltsküche, Ansicht. Quelle: FG ee
- Abb. 5.1.: Struktureller Aufbau der Hardwarekomponenten. Quelle: FG ee
- Abb. 5.2.: Struktureller Aufbau der TouchScreen-Oberfläche. Quelle: FG ee
- Abb. 5.3.: Struktur des Gebäudezonenmodells als Live-Monitoring des gebäudetechnischen Systems. Quelle: FG ee
- Abb. 5.4.: Beispiel der grafischen Oberfläche in Form einer Eingabemaske der Einstellungsebene 01. Quelle: FG ee
- Abb. 5.5.: Funktionsweise der gesamten Softwarearchitektur. Quelle: FG ee
- Abb. 6.1.: Ansicht SD Haus
- Abb. 6.2.: Integration Photovoltaikanlage in Dach und Fassade. Quelle: FG ee
- Abb. 6.3.: Solarthermische Anlage auf dem Dach des SD Haus. Quelle: FG ee
- Abb. 6.4.: Einbausituation der PCM- Kühldecke. Quelle: FG ee
- Abb. 6.5.: Einbausituation des Lüftungskompaktgerätes. Quelle: FG ee
- Abb. 6.6.: Haushaltsgeräte in der Küche. Quelle: FG ee
- Abb. 6.7.: Situation Unterhaltungselektronik im Wohnbereich. Quelle: FG ee
- Abb. 6.8.: Batteriestandort im Außenbereich des SD Hauses. Quelle: FG ee

Abb. 6.9.: Kombination der aktiven Systeme des SD Hauses mit der Plattform „energybase“ .

Quelle: FG ee

Abb. 6.10.: Beispielhafte Plattformintegration in die Küche SD Haus, Ansicht. Quelle: FG ee

## 10 Anhang

<b>Zu beachtende Punkte zur Plattformauslegung nach DIN EN 12828 und den dortigen Verweisen</b>	
Heizungsanlage darf keine Schäden am Gebäude oder anderen Einrichtungen verursachen	
Einhaltung relevanter lokale oder gesetzliche Vorschriften (Bedarf Prüfung ob noch weitere lokale) Vorschriften existieren	
Zugänglichkeit für die Instandhaltung, für die Wege der Abgasführung und die Verbrennungsluft, FeuVO	
Geometrische Abmessungen (z.B. Eignung von Abgaseinrichtungen, usw..)	
Vorkehrung, um Energieverbrauch zu messen	
Vorkehrung zur Behandlung des Heizwassers	
Wärmeverteilsysteme müssen mit Vorrichtungen versehen sein, welche den hydraulischen Abgleich ermöglichen (z.B. Pumpe, Differenzdruckgesteuertes Venti, Strangventil, Rücklaufverschraubung)	
<b>Spezifische Komponente</b>	<b>Zu berücksichtigen</b>
Bei mehr als einem Wärmeerzeuger	So, dass Normheizlast zugeführt werden kann Verschiedene Betriebsperioden (z.B. Winter, Sommer) Verschiedene Betriebsbedingungen (z.B. Heizung, Trinkwassererwärmung)
Heizwasser	Berücksichtigung der Qualität des Heizwassers (pH, Gehalt O <sub>2</sub> , Chlor und Karbonaten)
Massenfluss	Berechnet und dokumentiert: Volumenstrom, Einstell. für hydr. Abgleich, nach wassermenge, Wärmeerzeugung, Wärmeabgabesystem drehzahlgeregelte Umwälzpumpe, ...
Umwälzpumpen	(Leistungsdiagramm und optim. Leistungsbereich) variable Mengenregelung, drehzahlgeregelt Minimierung der elektr. Antriebsleistung Geräuschübertragung Automatische Ein- und-Kontrollschaltung Statische Höhe auf Zulaufseite, um Kavitation zu vermeiden
Rohrleitungen	So, dass mit Heizwasser erforderl. Heizleistung zugeführt werden kann Werkstoffe mit Wärmedämmung verträglich Berücksichtigt sein muss: Temperatur Betriebsdruck Druckverlust notw. Elektr. Antriebsleist. Korrosion und Verträglichk. Der einzelnen Komponenten Geräuschübertragung therm. Ausdehn. Leitungsverl. Messung des Energieverbrauch Feuerwiderst. Wartung einschl. Befüllen, Entleeren und Entlüften
Regelung	(Sicherstellen, dass Raumtemperaturen erreicht werden, sowie separat ev. getroff. Vereinbarungen erfüllen) Heizungsanlage muss automat. oder v. Hand aussellbar sein In Betracht ziehen zur Energieverbrauchssenkung: Zeitabhängige Temperaturregelung Wärmezufuhr über: Auf-Zu-Regelung, Rückstellregelung, optimierende oder intermittierende Regelung
Sicherheitstechnische Anforderungen	Einrichtungen gegen Überschreitung max. Druck -> Sicherheitsgruppe, ist Wärmeerzeuger zugeordnet: Sicherheits-Temperaturbegrenzer immer in der Vorlaufleitung möglichst nahe am Wärmeerzeuger!! Sicherheitstemperaturwächter bei indirekt beheizten Anlagen Sicherheitsventil, prEN 1268-1 immer in der Vorlaufleitung möglichst nahe am Wärmeerzeuger Wassermangelsicherung, normalerweise erst ab 300kW Wassermangelsicherung notwendig, falls der Wärmeerzeuger höher als die meisten Heizkörper
Druckausdehnungsgefäß	Müssen mindestens das maximale Ausdehnungsvolumen aufnehmen können und EN 12831 entsprechen In frostgeschützten Räumen eingebaut sein Möglichst an Rücklaufleitung, am besten am tiefsten Punkt, damit max. Zul. Temp nicht überschritten Kein Absperrventil zw. Druckausdehnungsgefäß und Wärmeerzeuger
offene Ausdehnungsgefäße	Notwendig am höchsten Punkt der Anlage -> nicht relevant für Plattform
Wärmedämmung	Heizungsanlage, alle Rohre, passen zur Heizungsanlage Feuersicherheit Feuerbeständigkeit nach nationalen Vorschriften Widerstandsfähig gegen Feuchte, chemischen und bakteriellen Einflüssen
Maximale Oberflächentemperaturen	nach EN 563 und EN 13202 für die Plattform selber eher kaum relevant basierend auf Auslegungstemperatur, Ausleg. Temp. Der Umgebung, Wärmeleitfähigkeit der Dämmung
Bedienungs- und Wartungsanleitung	Sollte vorhanden sein

Tabelle 10.1: Funktionsanforderungen an die Plattform, basierend auf DIN EN 12828

[4].