

ratiodom Ingenieurgesellschaft mbH

**Erstellung eines standardisierten Verfahrens zur prozessorientierten  
Optimierung von Gebäudeheizungsanlagen**

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,  
gefördert unter dem Az 27585 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dr.-Ing. Martin Donath

Juni 2012

**Bezugsmöglichkeit:**

ratiodom Ing.-GmbH

Am Rondell 6

D-18211 Ostseebad Nienhagen

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

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>27585</b>	Referat	<b>21</b>	Fördersumme	<b>95.500 €</b>
----	--------------	---------	-----------	-------------	-----------------

<b>Antragstitel</b>	<b>Erstellung eines standardisierten Verfahrens zur prozessorientierten Optimierung von Gebäudeheizungsanlagen</b>			
---------------------	--	--	--	--

**Stichworte**

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>18 Monate</b>	<b>01.10.2010</b>	<b>30.04.2012</b>	<b>3 (parallel)</b>

Zwischenberichte	2
------------------	---

<b>Bewilligungsempfänger</b>	ratiodom Ing.-GmbH 18211 Ostseebad Nienhagen	Tel 038203/84855 Fax
		Projektleitung Dr.-Ing. Martin Donath
		Bearbeiter Michael Donath

<b>Kooperationspartner</b>	ratioservice AG, 55585 Altenbamberg Ing.-Büro Dr. Pfann, 16767 Leegebruch
----------------------------	--

**Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Bisher wird der größte Teil der Heizungsanlagen in Deutschland weitab vom energetischen Optimum betrieben. Diese Soll-Ist-Abweichung generiert ein Energieeinsparpotential von Ø 15 % und wurde bisher kaum erschlossen, weil den vorhandenen kleinen und mittelständischen Fachunternehmen bisher noch kein geeignetes Instrumentarium für die effiziente Durchführung der Optimierung zur Verfügung gestellt werden konnte. Eine wirksame Optimierung ist aber erst möglich, wenn zuvor eine fachgerechte Optimierungsempfehlung generiert werden kann. Dazu sind gegenwärtig nur wenige hoch qualifizierte Spezialisten in der Lage, so dass nur eine geringe Zahl von fachgerechten Optimierungen möglich ist. Wenn die bisher durch Spezialisten realisierte ingenieurtechnische Vorgehensweise standardisiert und so breit angewendet werden kann, könnte der Engpass in der Generierung von Einsparaktivitäten durch Optimierung ausgeglichen werden.

**Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Projektphase „Analyse“: Die bisherige einzelfallbezogene Herangehensweise wird in einen softwarebasierten interaktiven Analysealgorithmus transformiert. Das bereits vorhandene Expertenwissen der bisher eingesetzten Auswerter, die bisher akkumulierten Erfahrungswerte sowie die gesetzlichen und normativen (DIN EN 15378) definierten Anforderungen an das Analyseverfahren werden in diesen Algorithmus integriert. Die Teilschritte erfolgen analog des Energiestromes innerhalb des Gebäudes.

Projektphase „Prozesssteuerung“: Aufbauend auf Erfahrungswerten und der Analyse analoger Fremdsysteme wird der Optimierungsprozess entsprechend normativer (DIN EN 15900) Anforderungen strukturiert. Der szenariospezifische Informationsbedarf wird unter Einbeziehung der Daten von Optimierungen des laufenden Geschäfts kontinuierlich analysiert und verbessert, die benötigten Systemfunktionalitäten abgeleitet und in interaktive softwarebasierte Prozessteuerungssysteme überführt.

Projektphase „Qualifikation“: Der geplante know-how-Transfer des zu entwickelnden Verfahrens an einen breiten Anwenderkreis erfolgt aufbauend auf den bereits entwickelten Netzwerkstrukturen. Hierbei wird berücksichtigt, dass die Kompetenzen in den Bereichen Heizungstechnik, Messtechnik, EDV und Kommunikation parallel, effizient und auch bei niedrigem Anfangsniveau zu vermitteln und kontinuierlich weiterzuentwickeln sind.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Projektphase Analyse: Das Kernproblem der Transformation der bewussten analytischen Denkweise des Auswerters in einen adäquaten Programmalgorithmus wurde gelöst. Damit konnte die Auswertungszeit um den Faktor 10-20 reduziert werden. Im Projekt konnte die Produktionsbereitschaft der Expertenanalyse mit ca. 105 Analysekategorien, Indikatoren, Ist-Messwerten, Ist-Berechnungswerten, Ist-Grenzwerten, Sollwerten, Differenzen, Verlusten, Fehlerdiagnosen, Soll-Einstellwerten, Empfehlungen und Einsparprognosen nichtinvestiv, Empfehlungen und Einsparprognosen niedriginvestiv, Empfehlungen und Einsparprognosen investiv fertiggestellt werden. Die Analyseprüfungen wurden mehr als verachtfacht und es wurde eine funktionierende Verknüpfung der wesentlichen Module Datenerfassung, Messdatenaufbereitung (Programm „MIT“), Plausibilitätskontrolle (Programm „Fritz-Check“), Soll-Ist-Analyse, Fehlerindikation, Generierung der Empfehlungen (Programm „ITAP“) erreicht.

Projektphase Prozessteuerung: Mit dem Softwaretool TOPKO kann der gesamte Prozess der Auftragsabwicklung gesteuert und überwacht werden. Das Softwaresystem ist prozessführend linear aufgebaut und bietet die entsprechenden Schnittstellen für die mit TOPKO verbundenen Softwaresysteme MIT, ITAP und internen Prozessführungs- und Auftragsabwicklungssystemen von Kunden, Marktpartnern und Messzentren sowie perspektivisch für die Programmsystem OPTI und PERMA. Zur Absicherung eines reibungslosen Produktionsprozesses erfolgten die Einrichtung von eigenen Entwicklungs-, Produktions- und Sicherungsservern sowie die Ausbildung eines Mitarbeiters als Datenschutzbeauftragter.

Projektphase Qualifikation: Die Qualifizierung der Prozessbeteiligten wurde im Projekt neu strukturiert. Dazu erfolgte eine enge softwarebasierte Verknüpfung der Qualifizierungsmodule mit den Softwarebausteinen TOPKO, MIT und ITAP sowie der Prozessführungssoftware TOPKO. Durch eine entsprechende Gestaltung der Softwarebausteine Prozessdokumentationen und Ergebnisdokumentationen wurde erreicht, dass die Qualifizierung zum integralen Prozessbestandteil der Auftragsabwicklung wird. Dieser Prozess wird analog der Weiterentwicklung des Verfahrens in Fertigungstiefe, Fertigungsbreite und Internationalisierung weitergeführt.

### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Zur Verbreitung der Ergebnisse werden zunächst die bisher entwickelten Möglichkeiten genutzt und ausgebaut. Das sind besonders die Veröffentlichung der Entwicklungs- und Arbeitsergebnisse in Fachzeitschriften, die Nennung bzw. Bezugnahme auf die Arbeitsergebnisse in den geplanten Vortragsveranstaltungen, der Verweis auf die Ergebnisse bei der Mitarbeit in Projekten wie die Entwicklung von Bioenergiedörfern, die Kommunikation über bestehenden Marktpartnerschaften, die Verknüpfung der Projekterfahrung besonders im Modul QUALI bei Verbänden und die Integration der Ergebnisse in die Entwicklung der Ausbildungsprogramme. Es werden die bestehenden und neu zu schaffenden Netzwerke hinsichtlich ihrer medialen Funktion als Einflussfaktor auf die Anlageneffizienz, die jeweiligen Interessenlagen und die Einwirkungsmöglichkeiten durch die Projektpartner zu analysiert. Dementsprechend sind in der Marketingstrategie Inhalte und Kommunikationswege zu entwickeln. Dabei wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass einerseits einfache bildhafte Botschaften und interaktive Regelkreise für Entscheider und Nutzer und anderseits komplexe Qualifikationssysteme für Energieeffizienzdienstleister anzuwenden sind.

### **Fazit**

Im Ergebnis des Projektes wurden die Bausteine TOPKO (Technisch-organisatorische Optimierung kommerzieller und kommunaler Objekte), MIT (Messtechniker Informations Toolbox), ITAP (Interaktives Teilautomatisiertes Auswerter Programm) und QUALI (spezifizierte und aufeinander abgestimmte Qualifikationspakete) anwendungsbereit zur Verfügung gestellt. Mit dem standardisiertem Verfahren kann nunmehr jedem Fachunternehmen ein komplettes aufeinander abgestimmtes System aus mobiler Messtechnik, Softwaretools, Qualifizierung und Betreuung zur Verfügung gestellt werden, mit dem es bei eigener hoher Wirtschaftlichkeit einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz durch die Optimierung von Gebäudeheizungsanlagen leisten kann.

Auf der Basis der grundsätzlich gelösten Aufgabe der Transformation der bewussten Analyseschritte vom Auswerter in das Softwareprogramm muss dieser Prozess iterativ weitergeführt werden. Die technische Umsetzung vor Ort und Erfolgskontrolle der Optimierung bedarf einer entsprechenden Prozessführung und Qualitätssicherung. Die Beibehaltung des optimierten Zustandes ist kontinuierlich zu überwachen.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Zusammenfassung	4
1. Einleitung	5
1.1. Ausgangssituation	5
1.2. Zielsetzung	5
1.3. Aufgabenstellung	5
2. Projektdurchführung	7
2.1. Modul QUALI	7
2.1.1. Arbeitsschritte	7
2.1.2. Kompetenzentwicklung, Methoden	7
2.1.3. Ergebnisse	10
2.2. Module TOPKO und ATA	13
2.2.1. Arbeitsschritte	13
2.2.2. Kompetenzentwicklung, Methoden	15
2.2.3. Ergebnisse	19
2.2.3.1. TOPKO	20
2.2.3.2. MIT	23
2.2.3.3. ITAP	26
3. Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung der Ergebnisse	31
3.1. Potentiale	31
3.2. Hemmnisse	33
4. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse	34
4.1. Nutzung der bestehenden Möglichkeiten	34
4.2. Erweiterung und Neustrukturierung der Kommunikationsstrukturen	34
5. Fazit	36
6. Quellenverzeichnis	37

## **Verzeichnis von Bildern und Tabellen**

<b>Bildnummer</b>	<b>Bildbezeichnung</b>	<b>Seite</b>
1	Fehlerkette	8
2	Optimierungskette	9
3	PDCA Modell	10
4	Organisation der Qualifizierung	10
5	Prozessführungskontrolle	11
6	Informationszusammenhänge	14
7	Prozess TOPKO	15
8	Datenexplosion	16
9	Verfahrensstruktur	17
10	Programmsystem ITAP	17
11	Computersysteme	19
12	To-do-Liste TOPKO	20
13	Abfrage Kunde	21
14	Auftragskopf	21
15	Messobjekt	22
16	Anwählbare Reiter	22
17	Chart Projekt	23
18	Chart Gebäude	23
19	Chart Energie	24
20	Chart Messung	24
21	Chart Wärmesystem	24
22	Hydraulisches System	25
23	Chart Fühler	25
24	Chart Analysieren	26
25	Auftrag	26
26	Ausgangsdaten	26
27	Handlungsbedarf	27
28	Übersicht Empfehlungen	28
29	Zustandsdaten	28
30	Einsparempfehlungen	28
31	Analysecheckliste	29
32	Gebäudekennlinie	30
33	Volumenstromverlauf	30
34	Multimediale Einflussfaktoren auf die Anlageneffizienz	35
35	Kombination von multimedialen Lösungen	35

## Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

Begriff	Definition
ALFA	Projekt der Wohnungswirtschaft zur Verbesserung der Anlageneffizienz
ATA	Projektbaustein für die Analyseprogrammsysteme
B.A.U.M.	Bundesdeutscher Arbeitskreis für Umweltbewusstes Management
BHKW	Blockheizkraftwerk, Anlage zur Gewinnung von Elektroenergie und Wärme
DENEFF	Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz
DIN EN 15378	Norm für die Inspektion von Heizungsanlagen
DIN EN 15900	Norm für Energieeffizienzdienstleistungen
DIN EN 50001	Norm für Energiemanagementsysteme
Endenergie	Energieform, die in das Gebäude eingebracht wird
ESD	Forum für Anlageneffizienz, Verband von Spezialisten der Anlagentechnik
ESYSPRO	Projekt zur Professionalisierung der Energieberatung
Flexim	Unternehmen zur Herstellung von Durchflussmessgeräten
Fritz-Check	Programmsystem zur automatischen Plausibilitätskontrolle
GdW	Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen
Gebäudekennlinie	Korrelation Wärmeverbrauch für Raumheizung und Außentemperatur
GIZ	Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HYDRA	Programmsystem zur Abbildung von hydraulischen Systemen
Ing.-Büro Dr.-Ing. Pfann	Unternehmen zur Erbringung von Analysedienstleistungen
Installierte Leistung	Leistung des für die Wärmeversorgung des Gebäudes eingebauten Moduls
Ista	Unternehmen zur Erfassung und Abrechnung von Energie
ITAP	Programmsystem zur Auswertung
MIT	Programmsystem zur Messdurchführung
MODQS	Projekt zur Einregulierung von haustechnischen Systemen
OPTI	Verfahren zur technischen Umsetzung einer Optimierung
PDCA	Plan-Do-Check-Act Modell für Energiemanagementsysteme
PERMA	System zur Permanentüberwachung
Permutation	Veränderung der Anordnung einer Menge durch Vertauschen ihrer Elemente
QUALI	Projektbaustein, Qualifizierungsmodule für die Anwender des Verfahrens
ratiodomo Ing.-GmbH	Unternehmen zur Entwicklung von technischen Lösungen im Gebäudemanagement
ratioservice AG	Unternehmen zur Entwicklung und Vermarktung von Analysedienstleistungen
Tacosetter	Durchflussbegrenzer für die Einregulierung hydraulischer Systeme
Testo	Unternehmen zur Herstellung mobiler Messgeräte
Thermischer Effekt	Instationär bedingter Energieeintrag oder –austrag in das gemessene Gebäude
TOPKO	Projektbaustein, Programmsystem zur Prozessorganisation
ZVSHK	Zentralverband Sanitär Heizung Klima, Wirtschaftsverband, Standesorganisation

## **Zusammenfassung:**

### **Projektgegenstand:**

Das Projekt beinhaltete die Erstellung eines standardisierten Verfahrens, mit dem die Energieeinsparpotentiale der Gebäudeheizungsanlagen von Fachunternehmen durch eine prozessorientierte Optimierung von Heizanlagen kurzfristig und kostengünstig erschlossen werden können.

### **Projektschwerpunkt:**

Es war eine bisher sehr zeitaufwändige ingenieurtechnische Verfahrensweise der Analyse von energetischen Anlagen in eine standardisierte teilautomatisierte prozessorientierte softwarebasierte Leistung nach DIN EN 15378 und 15900 zu transformieren, damit diese einem breiten Anwenderkreis zur Nutzung verfügbar gemacht werden kann.

### **Projektbestandteile:**

Das Projekt beinhaltete die Entwicklung und Verknüpfung der Teilbereiche Prozessführung, Analyse, Qualifizierung und Qualitätssicherung. Die Entwicklung umfasste die Abschnitte Entwicklung der Algorithmen, softwareseitige Umsetzung, Anpassung der Hardware, Testdurchführung und Weiterentwicklung zur Einsatzreife.

### **Projektergebnis:**

Im Ergebnis wurden die Bausteine TOPKO (Technisch-organisatorische Optimierung kommerzieller und kommunaler Objekte), MIT (Messtechniker Informations Toolbox), ITAP (Interaktives Teilautomatisiertes Auswerter Programm) und QUALI (spezifizierte und aufeinander abgestimmte Qualifikationspakete) anwendungsbereit zur Verfügung gestellt.

### **Projektzweck:**

Mit dem standardisiertem Verfahren kann jedem Fachunternehmen ein komplettes aufeinander abgestimmtes System aus mobiler Messtechnik, Softwaretools, Qualifizierung und Betreuung zur Verfügung gestellt werden, mit dem es bei eigener hoher Wirtschaftlichkeit einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz durch die Optimierung von Gebäudeheizungsanlagen leisten kann.

### **Projektweiterführung:**

Auf der Basis der grundsätzlich gelösten Aufgabe der Transformation der bewussten Analyseschritte vom Auswerter in das Softwareprogramm muss dieser Prozess iterativ weitergeführt werden, um Genauigkeit der Ergebnisse und Komplexität der Anwendungsbereiche zu verbessern. Die technische Umsetzung vor Ort und Erfolgskontrolle der Optimierung bedarf einer entsprechenden Prozessführung und Qualitätssicherung. Die Beibehaltung des optimierten Zustandes ist kontinuierlich zu überwachen. Dazu wurde mit der Entwicklung der Bausteine OPTI (Technische Umsetzung) und PERMA (permanente Zustandskontrolle) begonnen.

### **Projektsynergien:**

Die weiteren Entwicklungsarbeiten werden mit den Ergebnissen geeigneter Projekte wie ModQS (Qualitätssicherung des energetischen Gebäudebetriebs, modellbasierte Einregulierung von haustechnischen Systemen) und ESYSPRO (Energieberatung systematisch professionalisieren) verknüpft.

### **Projektkooperation:**

Das Projekt wurde von der DBU unter dem Az 27585 gefördert und von der ratiodom Ing.-GmbH mit den Kooperationspartnern ratioservice AG (Softwareentwicklung) und Ingenieurbüro Dr. Fritz-Ullrich Pfann (Algorithmen und Systemtest) durchgeführt. Weiterhin wurde das Projekt durch die Testo AG (Weiterentwicklung der Messtechnik, die ista Deutschland GmbH (Testdurchführung) und die Teilnehmer des ALFA-Projektes (Allianz für Anlageneffizienz des GdW) unterstützt.

## 1. Einleitung:

### 1.1. Ausgangssituation:

Mit der Optimierung der Heizungsanlagen im Bestand kann eine kurzfristige und kostengünstige Energieeinsparung in der Größenordnung von ca. 15 % bei Amortisationszeiträumen von 1 Monat bis max. 2 Jahren mit langfristigem Effekt realisiert werden. Diese Einsparung wäre für den gesamten Gebäudebestand in Deutschland kurz- bzw. mittelfristig machbar, da sowohl genügend Personal, als auch erforderlichen Voraussetzungen für die technische Ausführung zur Verfügung stehen. Es fehlt jedoch sowohl eine verbreitet einsetzbare technische Möglichkeit, die für die konkrete Anlage spezifischen erforderlichen Optimierungsschritte überhaupt erst zu bestimmen, als auch ein Prozessteuerungsinstrument für die jeweils optimale Vorgehensweise bei der Ertüchtigung der Gebäudeheizungsanlagen im Bestand.

Die bisherige unstrukturierte und objektorientierte Vorgehensweise bei der Entscheidungsfindung, Planung und Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen in der Anlagentechnik war daher durch eine standardisierte prozessorientierte Vorgehensweise zu ersetzen. Wenn der potentielle Umweltentlastungseffekt greifen soll, dann ist dieses Verfahren als universell anwendbares Werkzeug zur Energieeinsparung durch Optimierung von Heizungsanlagen zu entwickeln.

Derzeit sind für die Auswertung der Messdaten, die Fehlerdiagnose und die Durchführung der Optimierung hochqualifizierte Spezialisten erforderlich. Diese sind jedoch nur in geringer Anzahl vorhanden bzw. kurz- oder mittelfristig nicht in der erforderlichen Menge qualifizierbar. Damit ist die quantitative Möglichkeit der Durchführung von Analysen und die Erstellung von prozessorientierten Optimierungsempfehlungen begrenzt. Eine Erweiterung des bestehenden Spezialistenteams auf die umweltpolitisch bzw. volkswirtschaftlich erforderliche Größenordnung wird als kurz- oder mittelfristig nicht realisierbar bewertet.

### 1.2. Zielsetzung:

Die bisher durch Spezialisten realisierte ingenieurtechnische und prozessorientierte Vorgehensweise ist zu standardisieren und zu teilautomatisieren. Damit kann der Engpass an Spezialisten umgangen werden. Die angestrebte Standardisierung und Teilautomatisierung der Vorgehensweise und damit die Entwicklung eines Verfahrens bedeuten einen Technologiesprung, der die Bereiche Messwerterfassung, Auswertung, Qualifikation, Know-how-Transfer und Organisation umfasst.

### 1.3. Aufgabenstellung:

Die Anforderung an die Innovation resultiert daraus, dass die bisherige einzelfallbezogene Herangehensweise auf der Basis von personengebundenem komplexem Expertenwissen und von Erfahrungswerten nach verfahrensgestützter Analyse der Aufgabenstellung in standardisierte Einzelschritte zerlegt und durch softwarebasierte Algorithmen unterstützt werden muss. Das bisherige Prinzip der Energieeinsparung in der Anlagentechnik nach unstrukturierten Dringlichkeitskriterien wird durch eine Optimierung nach Prozessteuerungskriterien unter Beachtung der Erfordernisse des Gesamtbestandes bzw. Quartiers ergänzt bzw. ersetzt.

Zu diesem Zweck ist die Prozessteuerungssoftware soweit zu qualifizieren, dass sie den gesamten Prozess von der Aufnahme des Ausgangszustandes bis zur Erzielung einer energieoptimierten Betriebsführung benutzerfreundlich erfassen und mit hoher Sicherheit steuern kann. Der Auswertungsalgorithmus ist soweit softwareseitig zu strukturieren, dass die Prozessbeteiligten bei dem aktuellen Qualifikationsstand die entsprechende Analyse und Erstellung der Optimierungsempfehlung mit Einschätzung des Einsparpotentials vornehmen können. Unter diesem Aspekt ist eine adäquate Organisationsstruktur für die kurzfristige Qualifizierung der Prozessbeteiligten zu schaffen.

Die bisherige einzelfallbezogene Herangehensweise wird in einen softwarebasierten interaktiven Analysealgorithmus transformiert. Das bereits vorhandene personengebundene Expertenwissen der bisher eingesetzten Auswerter, die theoretische Grundlage [Don06], die bisher in den Auswertungsprozessen akkumulierten Erfahrungswerte und die gesetzlichen und normativen sowie die in der Norm DIN EN 15378 [Auss07] definierten Anforderungen an das Analyseverfahren werden in diesen Algorithmus integriert.

Die Reihenfolge der zu strukturierenden Analyse entspricht den Schritten Input von Messwerten und manuell aufzunehmenden Daten → Soll- Ist- Vergleich → Fehlerdetektierung nach Ursache und Indikator → Bewertung der entstehenden Effekte hinsichtlich Energieverschwendungen und technischer Probleme → Generierung von Maßnahmenvorschlägen zur Optimierung und Prognose des erwarteten Effektes der Maßnahme.

Die Teilschritte erfolgen analog des Energiestromes innerhalb des Gebäudes. Aufbauend auf den bisherigen Erfahrungswerten und Befragung der Anwender des Systems sowie einer Recherche über technische Abläufe beim Kunden und bei analogen Fremdsystemen wird der Optimierungsprozess weiter zerlegt und strukturiert. Der szenariospezifische Informationsbedarf wird unter Einbeziehung der Daten von Optimierungen des laufenden Geschäfts kontinuierlich analysiert und verbessert, die benötigten und wünschenswerten Systemfunktionalitäten werden abgeleitet.

Die Anforderungen für die Datenbankerstellung werden erarbeitet und strukturiert, es erfolgt das Einbinden von Bibliotheken und der Test von Komponenten. Es werden die Kriterien der technischen und kaufmännischen Algorithmen festgelegt und implementiert. Die Qualifikation beinhaltet die Organisation des geplanten know- how Transfers des zu entwickelnden Verfahrens an einen breiten Anwenderkreis.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Kompetenzen in den Bereichen Heizungstechnik, Messtechnik, EDV und Kommunikation parallel, effizient und auch bei niedrigem Anfangsniveau zu vermitteln und kontinuierlich weiterzuentwickeln sind. Dazu sind verschiedene Methoden der Wissensvermittlung und Lernmotivation entsprechend zu strukturieren und in die spezifischen Qualifizierungspakete für die Ausbilder in den Messzentren, die mit den Messungen beauftragten Techniker und auch die in den Optimierungsprozess eingebundenen Kunden umzusetzen. Es erfolgt hierzu die Einbeziehung bereits vorhandener know- how Träger, die Nutzung von „Testpartnern“ zur Vorbereitung des know- how- Transfers an Marktpartner mit Schwerpunkt SHK- Fachunternehmen und Energieberater.

## 2. Projektdurchführung

### 2.1. Modul QUALI

#### 2.1.1. Arbeitsschritte:

Zu Beginn des Projektes erfolgte die Analyse des Qualifikationsstandes der Durchführenden der Messung, der Experten, der Prozesssachbearbeiter und der Auftraggeber. Das Qualifikationskonzept wurde neu nach den Kriterien erforderliches Rezeptwissen, Regelwissen, Strukturwissen, reflexives Wissen sowie nach den Merkmalen Handlungsebene, Beziehungsebene und Wissensebene strukturiert.

Es erfolgte weiter die Auswertung der bisher durchgeführten Schulungen, Erfahrungen und Forderungen der Schulungsteilnehmer, der vorhandenen Unterlagen sowie der aufgetretenen Messfehler. Da die Auswerter im Schulungsbereich eine Schlüsselfunktion wahrnehmen, erfolgte hierzu eine kontinuierliche Schulung zu den Veränderungen und Neuerungen im derzeitigen System. Die Messdurchführenden wurden in den Phasen der Projektentwicklung direkt unterstützt.

Es wurde eine Kommunikationsschnittstelle für Messdurchführende und Experten eingerichtet und es erfolgte in Kooperation mit der RWTH Aachen [Lehr12] , den Unternehmen Bosch Thermotechnik, Oventrop und Ista [Ista12] die Analyse analoger Schulungsprozesse in Industrie und SHK- Handwerk, sowie von analogen ausgereiften Softwaresystemen hinsichtlich Bedienkomfort, Kombination mit fertigen Datenbanken und Schulungskonzepten.

Die Schulungsprogramme wurden nach den Zielgruppen: „Durchführender der Messung“, „Experte“, „Auftraggeber“ und „Durchführender der Optimierung“ neu strukturiert. Es erfolgte eine Differenzierung in die Module „Akquise Messung“, „Akquise Zentrum“, „Auftragsvergabe Messung“, „Auftragsvergabe Optimierung“, „Programm TOPKO“, „Messdurchführung“, „Programm MIT“, „Programm ITAP“ und „Interpretation Expertenanalyse“.

Dementsprechend wurden die organisatorischen Grundlagen wie Finanzierung der Schulung, Verträge mit den Durchführenden der Schulung, Qualifizierung der Durchführenden der Schulung; Anforderungen an die zu Schulenden, Anforderungen an die Durchführenden der Schulung und Anforderungen an Technik geschaffen.

#### 2.1.2. Kompetenzentwicklung, Methoden:

Im Rahmen der Projektdurchführung und der Erfahrungen mit den Marktteilnehmern wurde deutlich, dass nur dann Erfolge in der Energieeffizienz erzielt werden können, wenn mit den technisch-technologischen Innovationen eine Qualifizierung aller Prozessbeteiligten in Form von spezifizierten Informationen und verständlichen Botschaften erfolgt. Diese Qualifizierung muss integriert erfolgen und kann kein Konglomerat einzelner Botschaften sein. Die Akteure selbst sind die Energieeffizienzdienstleister, die einer höherstehenden ebenfalls integrierten Qualifikation bedürfen.

Das Modul QUALI erhielt damit die projektübergreifende Bedeutung und musste daher entsprechend dem Qualifizierungserfordernis für alle Prozessbeteiligten entwickelt werden. Der Energieberater ist zum Energiemanager für den Gesamtprozess und rechtssicheren Erfolg des Werkes zu qualifizieren. Die kaufm. Geschäftsführung muss Kenntnis von Potentialen und Grenzen der Energieberatung besitzen, die techn. Geschäftsführung die Prozessorganisation von der Auslösung des Auftrages bis Erfolgskontrolle und Sicherung Nachhaltigkeit besitzen und das Planungsunternehmen in der Lage sein, die messwertbasierten Analyseergebnisse in das Leistungsverzeichnis zu überführen.

Die Wartungsunternehmen müssen ausreichendes Wissen über Regelungstechnik, Brennereinstellungen, und Hydraulik erhalten, die Hausmeister sich die Kenntnis der spezifischen Anlagenparameter und zugehöriger Regelungstechnik und Messmethoden zur Kontrolle des Heizverhaltens aneignen. Der Nutzer soll die Grundfunktionen der Heizanlage und die Regeln über richtiges Heizen und Lüften kennen.

Die Erkenntnisse aus der Arbeit mit den Auftraggebern zeigen, dass die energetische Anlage meist nur bei Funktionsausfall und nicht bei mangelhafter Energieeffizienz als Problem wahrgenommen wird. Unter „Energieeinsparung“ versteht der Auftraggeber vorwiegend die investive Maßnahme wie Dämmung bzw. „Austausch“ von Modulen wie Kessel u.s.w.

Das Interesse an Energieeinsparung wird bei akuten Energiepreisseigerungen in actionistischer Form erkennbar, die Potentiale und Verfahrensweise für Energieeffizienzmaßnahmen sind jedoch kaum bekannt. Eine Auftragerteilung für Energieeffizienzmaßnahmen erfolgt meist, um Fördermittel zu nutzen. Die bereits vorhandenen Monitoring- Systeme von Anlagen werden nicht hinreichend verstanden und kaum genutzt. Die Energieverbrauchsdaten und energetischen Anlagenparameter sind dem Verwalter oder Eigentümer oft nicht genügend bekannt und dokumentiert.

Eine erfolgreiche energetische Verbesserung wird nur dann möglich, wenn der Energieeffizienzdienstleister oder der interne Energiemanager in der Lage ist, für das jeweilige konkrete Objekt den energetischen Sollzustand zu definieren und den Ist-Zustand exakt zu analysieren.

Dazu sind die Ausgangsdaten richtig und vollständig zu erheben, die spezifischen Anforderungen zu erkennen, die externen Faktoren wie Gesetze, Normen, Fördermittel und die meist versteckten Interessenlagen zu integrieren. Es müssen geeignete Problemlösungsvarianten selektiert und Problemlösungswege kommuniziert und durchgesetzt werden. Das Bild der Fehlerkette zeigt sehr deutlich, wie bei der Erstellung einer Anlage die Fehler aufsummiert werden und dementsprechend eine Kette von „Schuldigen“ entsteht.

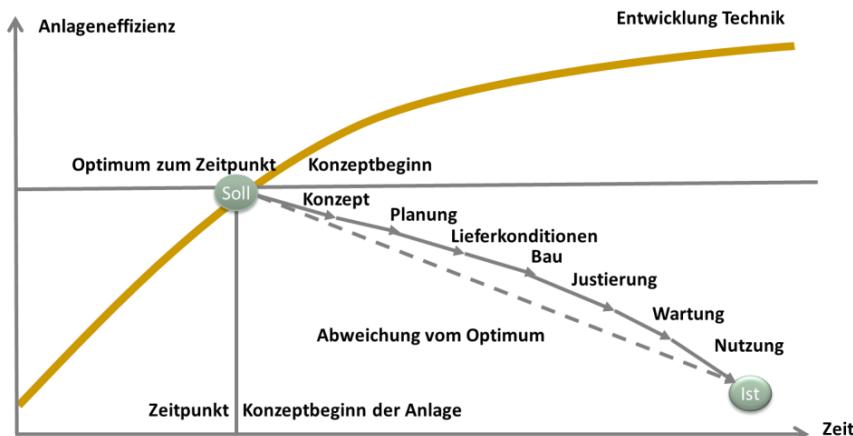


Bild 1 Fehlerkette

Der Energieeffizienzdienstleister oder Energiemanager muss bei den Prozessbeteiligten interne Widerstände überwinden bzw. Konflikte moderieren, denn eine Ist-Analyse bedeutet auch, dass Fehler aufgedeckt und korrigiert werden müssen. Es sind geeignete Voraussetzungen für die Energieeffizienzverbesserung zu schaffen, befähigte Auftragnehmer für Prozessführung und technische Umsetzung auszuwählen, die Prozessteuerung zu organisieren, die technische Umsetzung zu begleiten, das Ergebnis zu kontrollieren und die Nachhaltigkeit der Maßnahmen zu sichern.

Die Steigerung der Energieeffizienz eines Prozesses, eines Produktes oder auch eines Gebäudes erfordert die Veränderung von der wachstumsorientierten Denkweise zur Sparsamkeit, die Entwicklung entsprechender automatisierter energieeffizienzerzwingender Verfahren und die Anpassung der Mensch-Maschine-Interaktion.

Dies ist ohne Einverständnis, Einbeziehung und Qualifizierung aller Prozessbeteiligten nicht möglich. Eine Energieeffizienzmaßnahme ist als Prozess einer kontinuierlichen energetischen Verbesserung des Objektes selbst in Verbindung mit einer prozess- und objektbezogenen Qualifizierung des Personenkreises zu gestalten, dessen Entscheidungen sich auf die Energieeffizienz auswirken. Das Bild „Optimierungskette“ zeigt die einzelnen Prozessphasen.

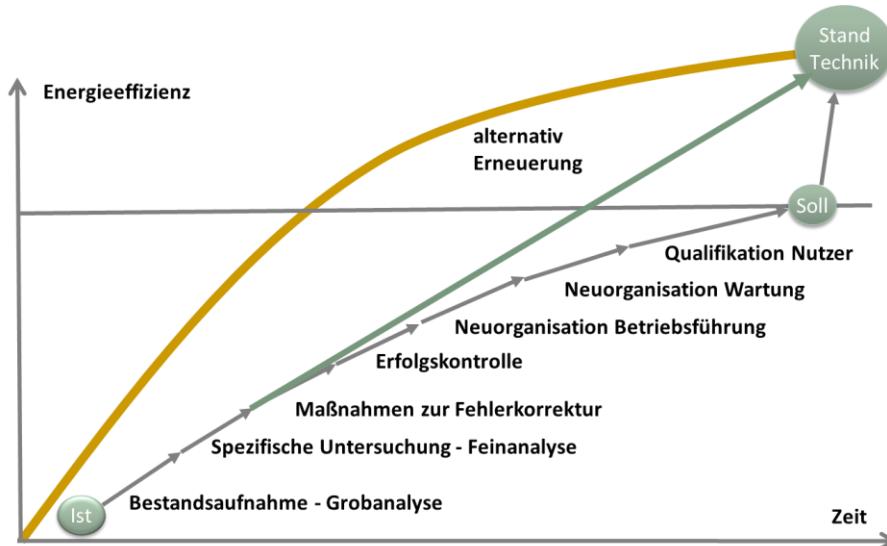


Bild 2 Optimierungskette

Die Qualifizierungsanreize für die Prozessbeteiligten bestehen aus allgemeinen und verfahrensabhängigen Faktoren, die sinnvoll zu kombinieren sind. Die bestimmenden vom Einzelnen nicht beeinflussbaren allgemeinen Faktoren sind der erzielbare Preis und die gesellschaftliche Akzeptanz der Tätigkeit des Energieeffizienzdienstleisters oder Energiemanagers.

Weiterhin sind der Qualifikationsstand und die Erwartungshaltung des Auftraggebers, der Qualifikationsstand der Kooperationspartner und der Wettbewerbsdruck alternativer Anbieter relevant. Als wesentlich hat sich die persönliche Befriedigung des Energiedienstleisters an einem hochwertigen Ergebnis, das Problemverständnis für den Prozess und das Engagement für den Umweltschutz herausgestellt. Ebenfalls sind gesetzliche Regelungen für den Qualifizierungsstand der Akteure maßgeblich.

Einen maßgeblichen Einfluss haben die von den Akteuren direkt beeinflussbaren verfahrensabhängigen Faktoren einer Energieeffizienzdienstleistung, um die erforderlichen Qualifikationsanreize zu generieren. Dazu ist das Preis-Nutzen-Verhältnis des Verfahrens entsprechend zu gestalten und besonders die Akzeptanz der qualifikationsfördernden technologisch hochwertigen Verfahren im Markt zu heben. Eine zentrale Bedeutung erhalten softwarebasierte qualifikationserzwingende Algorithmen und Kontrollmechanismen des jeweiligen Verfahrens selbst, um fehlerhafte Resultate zu vermeiden.

### 2.1.3. Ergebnisse:

In Weiterführung des in dem vom TÜV Rheinland zertifizierten Verfahren integrierten Schulungskonzeptes wurde die Qualifizierung der Prozessbeteiligten im Projekt neu strukturiert. Dazu erfolgte eine enge softwarebasierte Verknüpfung der Qualifizierungsmodule mit den Softwarebausteinen TOPKO, MIT und ITAP sowie der Prozessführungssoftware TOPKO. Die Organisation der Qualifikation entspricht damit dem im Bild dargestellten PDCA- Modell [Wikip12] bzw. den Vorgaben der DIN EN 50001.[Auss11]

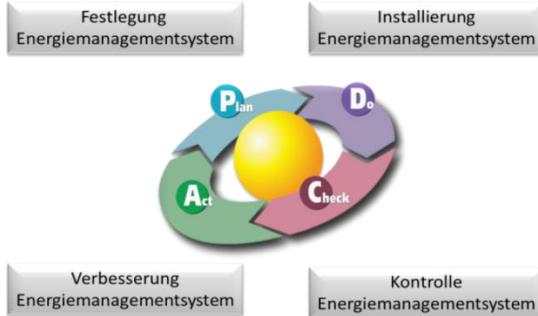


Bild 3 PDCA Modell

Die Organisation der Qualifizierung wurde nach dem „Train the Trainer“ - Prinzip aufgebaut. Damit wurde erreicht, dass die Erkenntnisse aus der Entwicklung und kontinuierlichen Verbesserung des Verfahrens an alle Prozessbeteiligten transformiert werden können. Durch eine entsprechende Gestaltung der Softwarebausteine Prozessdokumentationen und Ergebnisdokumentationen wurde erreicht, dass die Qualifizierung zum integralen Prozessbestandteil der Auftragsabwicklung wird.

Das Ausbildungsprogramm und die Zertifizierungsanforderungen für die Anwender des Verfahrens waren somit auf das Ziel der Qualifikationsentwicklung aller Prozessbeteiligten abzustimmen. Weiterhin hat die Vertragsgestaltung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer der Forderung nach einer qualifizierten Leistung zu entsprechen. Die Verfahrensanwender müssen ein qualifiziertes Verständnis für Funktionsweise und Resultate der Energieeffizienzmaßnahmen erhalten, um das Verfahren anwenden zu können.

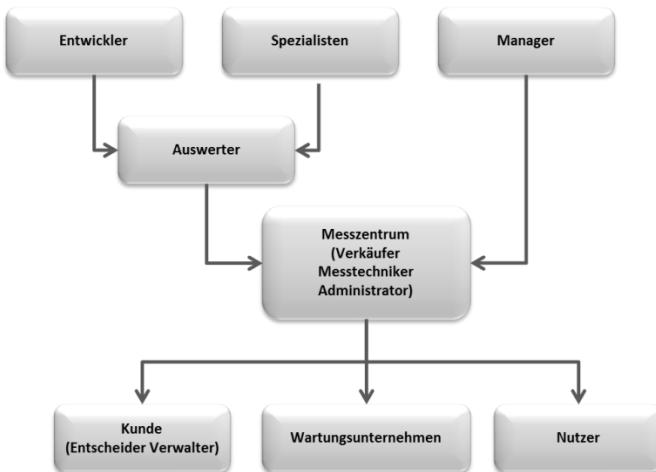


Bild 4 Organisation der Qualifizierung

Nicht zuletzt müssen die qualifikationssteigernden Effekte bei Anwendung des Verfahrens Teil der Algorithmen des Verfahrens selbst sein. Das Modul „QUALI“ wurde deshalb speziell auf die verfahrensabhängigen Faktoren ausgerichtet. Im Bild „Prozessführungs kontrolle“ werden die Kontrollmechanismen erkennbar.

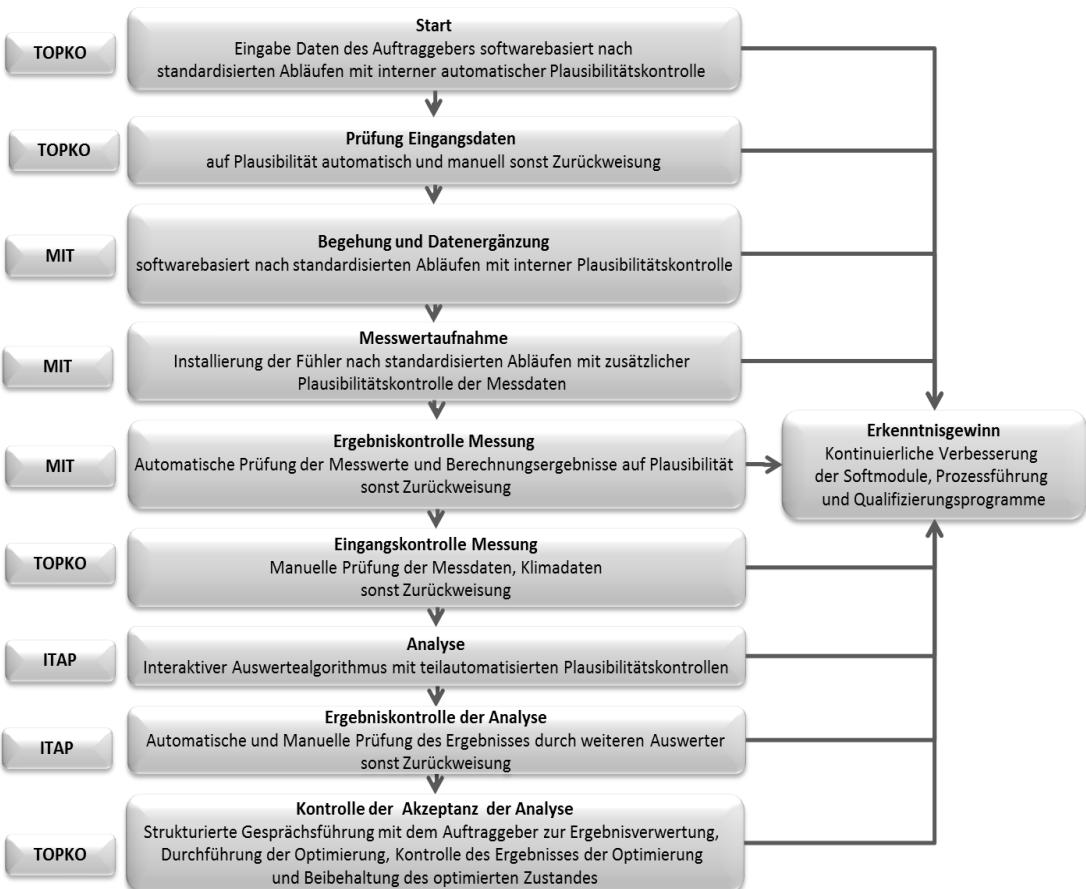


Bild 5 Prozessföhrungskontrolle

In Konsequenz des Erkenntnisfortschrittes im Projekt wurden die entsprechenden Qualifizierungspakete weiter- bzw. neu entwickelt. Dieser Prozess wird analog der Weiterentwicklung des Verfahrens in Fertigungstiefe, Fertigungsbreite und Internationalisierung weitergeführt. Die einzelnen Pakete sind:

#### Grundqualifikation für Auswerter

Die Auswerter selbst sind als Analysten tätig und nutzen das Programmsystem ITAP zur Erstellung der Ausgabedokumentationen. Sie sind für spezifische Anlagensysteme spezialisiert. Für die Nutzung des Programmsystems werden sie individuell durch den Leiter der Auswertung und den Programmierer geschult. Die Auswerter sind daran interessiert, qualitativ hochwertige Messdaten zu erhalten, die Ihnen von den Messdurchführenden zur Verfügung gestellt werden und werden deshalb als Ausbilder in der Grundqualifikation eingesetzt. Sie müssen deshalb die Module Beratungskommunikation, DIN EN 15378 [Auss07], DIN EN 15900 [Auss10], Markt, Heizungstechnik, Messtechnik, Theorie, MIT und TOPKO theoretisch und praktisch beherrschen und vermitteln können.

#### Grundqualifikation mit Zertifizierung für Messtechniker

Dieses Paket enthält die Module Beratungskommunikation, DIN EN 15378 [Auss07], DIN EN 15900 [Auss10], Markt, Heizungstechnik, Messtechnik, Theorie, MIT und TOPKO. Die Grundqualifikation besteht aus einem 3-Tage-Seminar mit Prüfung und anschließender Zertifizierung. In einem Vorbereitungsgespräch und freiwilligem Test wird geprüft, ob der Teilnehmer die entsprechenden Voraussetzungen besitzt.

#### Laufende Schulungen zu Softwareprogrammen und Messtechnik

Da die Programmsysteme kontinuierlich verbessert und entsprechend der Verfahrensentwicklung erweitert werden und nur bei permanenter Anwendung beherrschbar sind, werden laufende Schulungen zu den Modulen MIT, TOPKO und Messtechnik je nach Bedarf angeboten.

#### Online-Datenbank mit Schulungsunterlagen

Dieses Paket enthält die kontinuierlich aktualisierten Schulungsdokumentationen für die Module Beratungskommunikation, DIN EN 15378 [Auss07], DIN EN 15900 [Auss10], Markt, Heizungstechnik, Messtechnik, Theorie, MIT und TOPKO und können durch die Vertragspartner jederzeit abgerufen und aktualisiert werden.

#### Programmintegrierte Hilfstexte

Die Softwaremodule MIT und TOPKO sind weitgehend selbsterklärend für jeden einzelnen Programmschritt mit entsprechenden Hilfstexten ausgestattet, so dass der Messtechniker (MIT) bzw. Verkäufer (TOPKO) in die Lage versetzt wird, Wissenslücken bei der Installierung der Messtechnik oder einem Gespräch mit dem Auftraggeber zu füllen.

#### Online-Beratung

Zusätzlich zu den bereits entwickelten Qualifizierungspaketen wurde eine online-Beratung mit entsprechenden Front- und Back-Office Strukturen entwickelt und bereitgestellt.

#### Vor-Ort-Betreuung

Bei komplexen Projekten kann das jeweilige Messzentrum durch eine Vorortbetreuung unterstützt werden. Dieser Bereich wird perspektiv schwerpunktmäßig mit dem noch zu entwickelndem Modul OPTI abgedeckt.

## 2.2. Module TOPKO und ATA

### 2.2.1. Arbeitsschritte

Im Rahmen des Projektes wurde erkennbar, dass zunächst eine Neuprogrammierung der bisher bestehenden Softwaresysteme erforderlich wurde. Die einzelnen Programmteile waren in verschiedenen nicht aufeinander abgestimmten und auch nicht abstimmbaren Programmiersprachen programmiert. Die Programmstrukturen entsprachen weiterhin nicht ausreichend der Zielstellung der kontinuierlichen Verbesserung und Erweiterung der Programmsysteme.

Weiterhin war die strukturelle Verknüpfung mit Datenbanken zu realisieren, die zunächst die erforderlichen anlagentechnischen Daten und normativen Berechnungsalgorithmen bereitstellen konnten. Ein wesentlicher Bestandteil der Entwicklung war die Schaffung eines Datenbanksystems, in dem der Erkenntnisgewinn aus den einzelnen Analyseprojekten strukturiert abgelegt, geprüft und für die nachfolgenden Analyseprojekte bereitgestellt werden konnte.

#### Modul TOPKO

Im Modul TOPKO erfolgte zunächst die Analyse des Prozessteils Messung und Datenerfassung hinsichtlich aufgetretener Fehler der die Messung Durchführenden und die dementsprechend erforderliche Veränderung der Prozessführung. Darauf aufbauend wurde die Strukturierung eines softwaregestützten Algorithmus realisiert, der eine Plausibilitätsprüfung der Messdaten unmittelbar nach erfolgter Messung ermöglicht und damit die erforderliche Datenqualität sicherstellt. Dies machte die Integration eines Algorithmus zum Erkennen logischer Fehler von Eingabe- und Messdaten, Spezifizierung von Kontroll-Sollwerten und Sollwerttoleranzen erforderlich.

Die Untersuchung der bisherigen Prozessführungsalgorithmen einschließlich der verwendeten Programmiersprache zeigte, dass die Entwicklung eines neuen Prozessführungssystems erforderlich wurde. Für die Begehung des Objektes erfolgte die Integration der Matrix Fehlerwahrnehmung. Die Erfahrungen der bisherigen und laufenden Messungen wurden als Funktionalität der Prozessführung in die Auftragsspezifizierung und Produktspezifizierung integriert. Das Optimierungssystem selbst wurde nach den Modulen Funktion, Nutzererwartung und Energieeffizienz strukturiert.

Damit konnte die Fertigstellung der Software als Auftragsabwicklungs- und Analysesystem erfolgen. Der Dialog mit dem Anwender erfolgte über die Integration einer To-Do-Listen-Steuerung mit Auftragskopf/ Position- Logik, Speicherlogik, Statuslogik und der Spezifizierung des Programms für die Prozesssteuerung der Messdurchführung. Da in das System TOPKO verschiedene Nutzer wie Marktpartner, Messzentren, Ausbildungseinrichtungen und Großkunden zu integrieren waren, erfolgte eine Differenzierung des Systems für verschiedene Systeme und Systemnutzertypen, Datenschutz und Kopierschutz.

#### Modul ATA

Im Modul ATA erfolgte in der ersten Projektphase die Analyse der bestehenden Ist-Prozesse, um die erforderlichen Ausgangsinformationen für die Übernahme, Weiterentwicklung, Verfeinerung oder teilweise Neuentwicklung für die Algorithmen der Analysetools zu erhalten und das Prozessmodell zu überarbeiten. Der Schwerpunkt der Analyse der bisherigen Softwaresysteme wurde auf den Erkenntnisgewinn zur Entwicklung eines neuen leistungsfähigen und perspektivischen Softwaresystems gelegt, um eine Softwarearchitektur als variable Entwicklungsplattform schaffen zu können.

Im Ergebnis dieser Projektschritte wurde entschieden, im Modul ATA die Systeme ITAP als Tool für die Durchführung der Auswertung und MIT als Tool für die Messdurchführung als gesonderte, aber miteinander verknüpfte und aufeinander abgestimmte Softwarebausteine zu entwickeln.

Durch die Analyse des realen manuellen Auswertungsprozesses wurden die Schritte herausgearbeitet, bei denen subjektiv beeinflussbare Werte durch neu zu erstellende Berechnungsalgorithmen und/oder statistische Werte und/oder zu vereinbarende Werte ersetzt und programmiert werden mussten.

Zur Prüfung der Belastbarkeit der Berechnungsalgorithmen erfolgte eine detaillierte Prüfung des derzeitig verwendeten Formelwerkes, die Kontrolle und Bestätigung bzw. Variierung der derzeit verwendeten Sollwerte bzw. Sollwerttoleranzen und der Aufbau eines Modells und einer Datenbank für eine Sollwertstruktur. Für jeden Berechnungsgang erfolgten Beispielberechnungen zur Erkennung von Fehlern und Verbesserungsmöglichkeiten sowie die Durchführung von Kontrollrechnungen, wenn erforderlich die Erneuerung der Vorgehensweise und Überprüfung der integrierten Randbedingungen.

Unter Berücksichtigung der programmiertechnischen Anforderungen erfolgte eine Neustrukturierung der Berechnungsalgorithmen für die Darstellung der Ist-Prozesse in den Modulen Wärmeerzeugung, Wärmeübertragung, Wärmeverteilung, Wärmeübergabe, Wärmespeicherung für Heizung und die Erzeugung von Warmwasser. Die Analyseprozesse von Fernwärmeanlagen wurden überarbeitet und die softwaretechnische Umsetzung neu strukturiert. Damit konnten die notwendigen Voraussetzungen für die Abstrahierung des Gesamtmodells und perspektivische Spezifizierung auf Wärmepumpen, Solaranlagen, BHKW und Kälteanlagen geschaffen werden.

Dementsprechend wurde eine prototypische Entwicklung von Sollwertstruktur, Ist-Wert-Erfassung, automatisiertem Soll-Ist-Vergleich, Erstellung von Berechnungsalgorithmen, Neuprogrammierung der Algorithmen, Verknüpfung mit Prozessalgorithmen und Entwicklung eines neuen Ausgabeformulars ermöglicht. Aus den Erfahrungen der Teilnahme am ALFA – Projekt [Alfabbu12, Alfano12] erfolgte die Erweiterung der Funktionalität der Optimierung nach den Kriterien technische Fehlfunktion, Fehlfunktion aus Nutzersicht und energetische Fehlfunktion.

Im Rahmen des Entwicklungsprojektes wurde noch einmal die Frage geprüft, ob eine 24-h-Messung ausreichend ist, um aus dem Betriebsverhalten der Anlage eine ausreichende Datenbasis für die Fehlererkennung zu erhalten. Für die Entscheidungsfindung war maßgeblich, dass der Prozess der Fehleranalyse möglichst kurzfristig nach Fehlervermutung abgeschlossen werden soll, um die Kumulation der auf die Energieverschwendungen zurückzuführenden Kosten gering zu halten.

Informationswert und Informationskosten müssen in einem wirtschaftlichen Optimum liegen. Dazu wurde neben den Bewertungen der bisherigen Messungen auf die Erfahrungen aus den ALFA Projekten und die in diesem Zusammenhang erstellte Diplomarbeit „Indikatoren der Anlagenoptimierung“ zurückgegriffen. Die in der Grafik dargestellten Informationszusammenhänge [Die08] zeigt, dass die in den ALFA-Projekten [Alfabbu12, Alfano12] als „Feinanalyse“ bezeichnete 24-h-Messung hinsichtlich des Informationsgrades im Optimum liegt

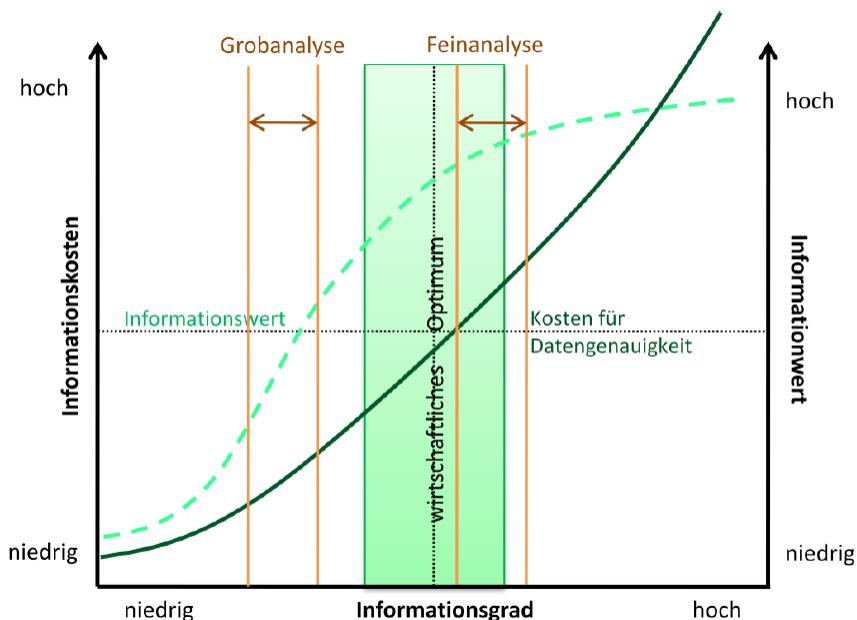


Bild 6 Informationszusammenhänge

Speziell zu dieser Thematik erfolgte in der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Versorgungstechnik ein wissenschaftlicher Dialog, in dessen Ergebnis bestätigt wurde, dass das im Projekt geförderte Analyseverfahren nach DIN EN 15378 [Auss07] ein zweckmäßiges Verfahren ist, um Anlagenfehler kurzfristig und effizient diagnostizieren und korrigieren zu können. Es sollte neben der Bewertung von Bestandsanlagen besonders als Kontrollinstrument im Rahmen einer Inbetriebnahme eingesetzt werden.

Es wird empfohlen, die aus einer 24-h- Messung extrapolierten jährlichen prozentualen Einspareffekte als Richtwerte zu betrachten und mit einer langfristigen Energieeffizienzanalyse aus dem Verbrauch zu validieren. Die Klimabereinigung im Rahmen einer langfristigen Energieeffizienzanalyse sollte neben dem Bezug auf die Außentemperatur auch die Werte der Solarstrahlung, Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Luftfeuchte integrieren.

Zur Schaffung einer eigenen Möglichkeit der Validierung wurde in Zusammenarbeit mit einer Wohnungsgesellschaft eine permanente Messstation errichtet, bei der nach einer durchgeführten Optimierung das Betriebsverhalten der Anlage in Korrelation zu den mittels einer zu diesem Zweck installierten Messstation erfassten Klimadaten erfasst und ausgewertet werden. Aus diesem Projekt wird der Baustein PERMA entwickelt.

## 2.2.2. Kompetenzentwicklung, Methoden:

### Modul TOPKO

Mit dem Softwaretool TOPKO kann der gesamte Prozess der Auftragsabwicklung gesteuert und überwacht werden. Das Softwaresystem ist prozessführend linear aufgebaut und bietet die entsprechenden Schnittstellen für die mit TOPKO verbundenen Softwaresysteme MIT, ITAP und internen Prozessführungs- und Auftragsabwicklungssystemen von Kunden, Marktpartnern und Messzentren sowie perspektivisch für die Programmsysteme OPTI und PERMA.

Zur Absicherung eines reibungslosen Produktionsprozesses erfolgten die Einrichtung von eigenen Entwicklungs-, Produktions- und Sicherungsservern sowie die Ausbildung eines Mitarbeiters als Datenschutzbeauftragter. Zur Entwicklung von TOPKO konnte auf die Erfahrungen der IT-Projektleitung bei der Implementierung von SAP Programmen zurückgegriffen werden.

Hier bestand die Herausforderung in der systematischen Aufgliederung des Prozessablaufes und der Definition der Schnittstellen mit den anderen verknüpften Programmsystemen. Die Prozessführung mittels des Programmsystems TOPKO ist vereinfacht am Beispiel der Akquirierung des Auftrages durch ein Messzentrum als linearer Produktionsprozess mit angegliederten Modulen darzustellen:

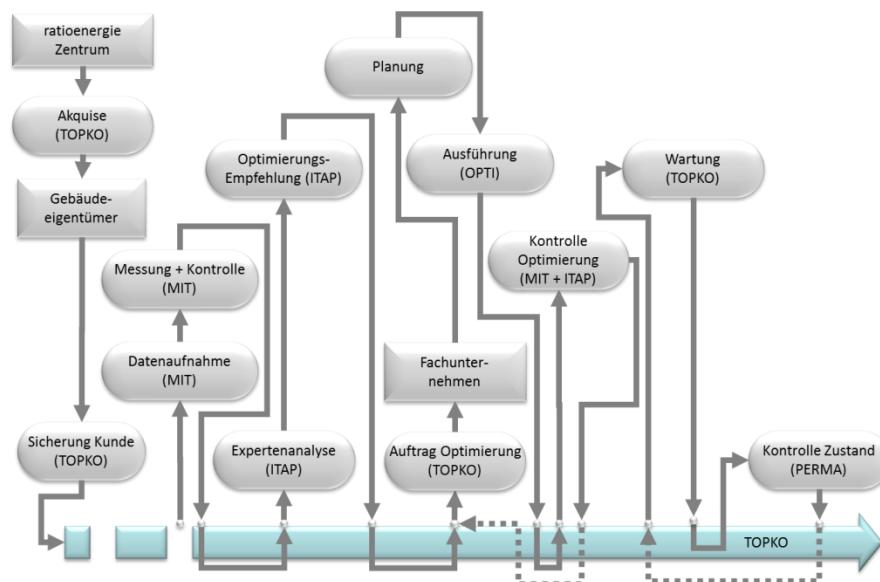


Bild 7 Prozess TOPKO

### Modul ATA

Mit dem Modul ATA wurden die Programmsysteme ITAP und MIT sowie die dazugehörigen Datenbanksysteme entwickelt. Die Zielstellung der Entwicklung bestand primär in der Strukturierung und Automatisierung des Vorgangs der Fehleranalyse, Generierung der Empfehlungen und Einschätzung der Einsparpotentiale.

Entsprechend dem Entwicklungsschwerpunkt der Strukturierung und Automatisierung des Auswertungsprozesses erfolgte in dieser Projektphase die Erstellung der Algorithmen für die Fehlerdiagnose zunächst linear als Erkennung von Grenzwertverletzungen und Zeitreihenanalysen. In der Weiterführung der Entwicklung werden modellbasierte mehrstufige Fehlererkennungsalgorithmen wie die Nutzung von Fuzzy-Logik auf der Basis komplexer Indikatoren und Simulationsprogramme entwickelt.

Diese Weiterentwicklung erfordert jedoch eine fachübergreifende Kooperation mit entsprechenden Kapazitäten. Nach Einschätzung der Projektgruppe ModQS [Frau12] sind modellbasierte Verfahren als überhöhte und noch nicht beherrschte Komplexität der Herangehensweise bzw. Explosion der Daten zu charakterisieren.

Der qualitative Aspekt der derzeitigen Lösung besteht in der automatisierten lückenlosen Abfrage der Indikatoren und der entsprechend folgenden logischen Generierung der Fehlerbäume und Empfehlungen. Während der Auswerter in der vorherigen manuellen Lösung je nach subjektiver Einschätzung, Erfahrungen und Zeitdruck die Qualität der Bewertung beeinflusste, kann ein „Übersehen“ von Grenzwertverletzungen oder eine subjektiv geprägte Empfehlung nach der automatisierten Vorgehensweise praktisch ausgeschlossen werden.

Das Problem der „Datenexplosion“ durch Permutation zeigt das Beispiel eines vereinfachten Heizungssystems. Der Analyseprozess erfordert eine Selektion der Fehler, das Erstellen des Fehlerbaumes und die Selektion der Empfehlungen. Dieser Prozess musste für jeden einzelnen Indikator als Algorithmus erstellt, programmiert, getestet und ggf. korrigiert werden. Auch nach Abschluss des Projektes ist dieser Prozess kontinuierlich weiterzuführen. Dies bleibt ein wesentlicher Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit.

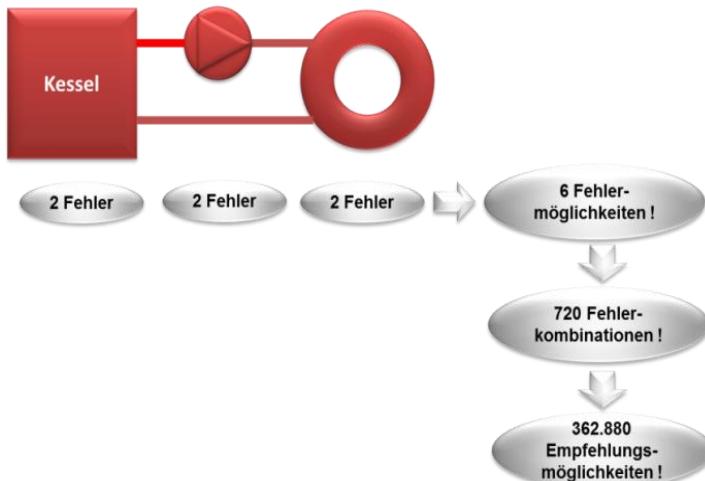


Bild 8 Datenexplosion

Die Bewertung der von den Anwendern bereitgestellten Messungen zeigte zu Projektbeginn trotz Schulungen und laufender Unterstützung eine unzulässig hohe Fehlerquote. Deshalb wurde im Projekt entschieden, vorzeitig mit der Entwicklung und Einführung des Qualitätssicherungssystems für die Messdurchführung (MIT) zu beginnen. Nach Integration des Programmsystems MIT konnte die Fehlerquote der für die Auswertung bereitgestellten Messungen erheblich gesenkt werden. Das Programm selbst macht die Wissenslücken der Techniker erkennbar und unterstützt die Bereinigung, damit noch vor Ort das gewünschte Ergebnis erzielt werden konnte.

Die Vorgehensweise bei der Anwendung des Verfahrens selbst wurde im Rahmen der Projektentwicklung prinzipiell beibehalten, so dass weiterhin die Verfahrensstruktur wie im Bild dargestellt gültig ist.

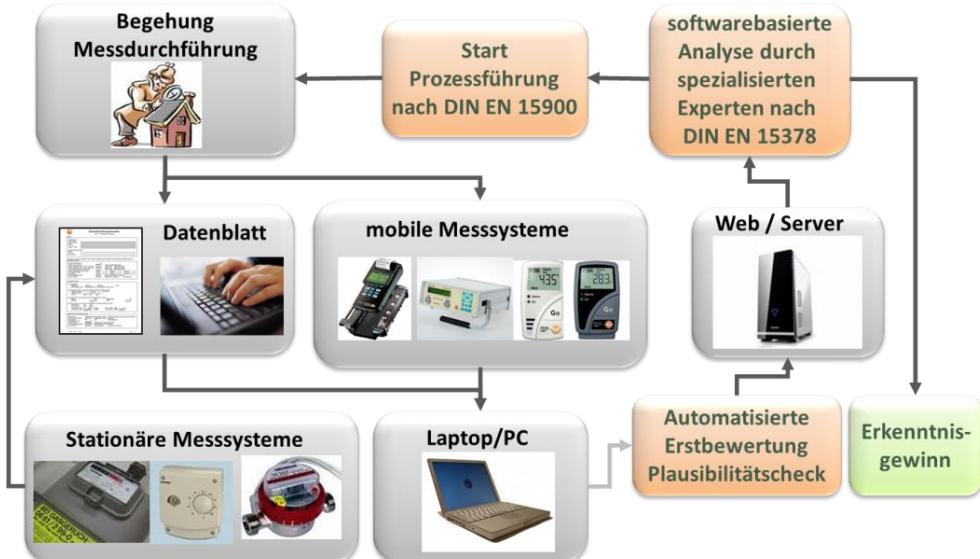


Bild 9 Verfahrensstruktur

Die Durchführung der Analyse wurde entsprechend des Projektplanes entwickelt und als automatisches interaktives Analysesystem programmiert. Die Anlagensysteme wurden dazu kategorisiert und diesen Kategorien entsprechende Analysethemen zugeordnet. Jedes Analysethema wird dann durch Fehlerindikatoren, Soll- und Istwerte gekennzeichnet.

Aus den jeweiligen Grenzwertabweichungen der gemessenen Ist-Werte werden die Fehler diagnostiziert, die fehlerbedingten Verluste berechnet und die Textbausteine der Empfehlungen kombiniert mit den jeweils prognostizierten Einsparungen generiert. Die dazugehörigen Daten, Grenzwerte und Zeitreihen werden entsprechend zugeordnet.

Wenn dann im Rahmen der Auswertung der laufenden Projekte bisher unbekannte Fehler detektiert werden, erfolgt die Bewertung und Berechnung durch den Auswerter zunächst manuell, wird dann in dieser Form in der Datenbank abgespeichert und überprüft. Nach Prüfung und ggf. erforderlicher Korrektur des Berechnungsganges und der Texte der Fehlerdiagnose und Empfehlung erfolgt die Übernahme in den automatisierten Prozess.

In sehr vereinfachter Form kann das automatisierte Verfahren des Vorgehens des Auswerter im Programmsystem ITAP wie folgt dargestellt werden.

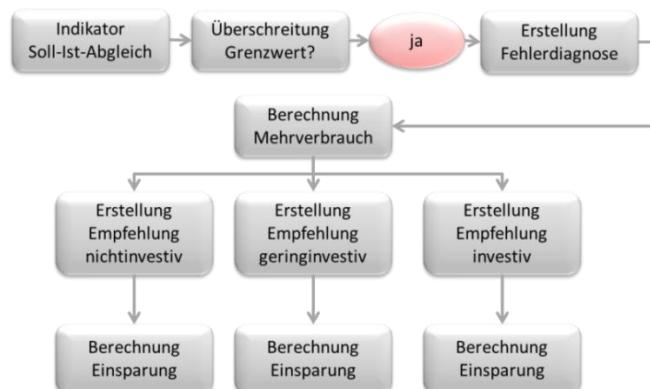


Bild 10 Programmsystem ITAP

Mit der erfolgreichen Entwicklung und Umsetzung der geeigneten Programmlogik wurde der entscheidende Meilenstein des Projektes erreicht. Diese Struktur bietet die Grundlage für die weitere kontinuierliche Verbesserung des Programmsystems. Das betrifft die Differenzierung der Messdaten zur Phasenerkennung und Abbildung der Istwertstrukturen, die Generierung der Sollwertstrukturen, die Definition der Grenzwerte, Zeitreihen, Berechnungsmodelle, Entscheidungsbäume und Textbausteine bis hin zur rechtlichen Prüfung.

Es wurde damit auch die Basis zum perspektivischen Übergang auf modellbasierte mehrstufige Algorithmen gelegt. Aus Gründen der Sicherung des Know-hows des Projektberichterstatters sollen hier keine weiteren vertiefenden Ausführungen gemacht werden.

Die Entwicklung des Programmsystems MIT erfolgte aufbauend auf der mit der Testo AG gemeinsam zuvor entwickelten Plausibilitätskontrolle. Mit dieser Kontrolle sollten nach Auslesen der Messdaten und einem ersten automatischen Berechnungsdurchlauf fehlerhafte Messungen abgefangen werden.

Der Messtechniker konnte dann die manuellen Eingabedaten korrigieren und die Messung nach einem weiteren Berechnungsdurchlauf prüfen. Die Korrektur von nicht plausiblen Messdaten, die auf fehlerhafte Installierung der Messfühler zurückzuführen waren, war dann nicht mehr möglich. Die Messung war dann zu wiederholen.

Die Erfahrungen mit dieser Programmvariante zeigten jedoch, dass die Messtechniker bzw. die Verkäufer dann erhebliche Probleme hatten, gegenüber dem Kunden getätigte Terminzusagen zu halten, eigene Unterlassungen zu aufzudecken oder auch einen hohen Aufwand für längere Anfahrtswege und erneuter Organisation des Zutritts zu den Anlagen tätigen mussten.

Ebenfalls zeigte sich, dass ein hoher Abstimmungsaufwand mit dem Hersteller erforderlich wurde, um die Auslesesoftware der kontinuierliche Weiterentwicklung der Softwaresysteme TOPKO und ITAP anzupassen. Deshalb wurde das MIT Programm so aufgebaut, dass seitens des Herstellers die Testo-Software auf die reine Auslesefunktion und die visuelle Kontrolle der grafischen Verläufe reduziert werden konnte.

Alle anderen Funktionen der Vorbereitung, Datenergänzung vor Ort, Messwertprüfung bei Start der Messung, Auslesen und Zusammenfassen der Messdaten, Verknüpfung der Messdaten mit den manuell eingegebenen Daten und Plausibilitätskontrolle der Messdaten wurden in das MIT Programm integriert.

### 2.2.3. Ergebnisse:

Im Projekt ist das Ziel der Fertigstellung und Strukturierung des Prozessmodells, die softwareseitige Erstellung mit ca. 2,3 Mio. Zeilen Code (ITAP ca. 500.000, MIT ca. 100.000, TOPKO ca. 1.700.000) und einer mindestens verzehnfachen Menge von Datenelementen erreicht werden. Die Analyseprüfungen wurden mehr als verachtbar und es wurde eine funktionierende Verknüpfung der wesentlichen Module Datenerfassung, Messdatenaufbereitung (Programm „MIT“), Plausibilitätskontrolle (Programm „Fritz-Check“), Soll-Ist-Analyse, Fehlerindikation, Generierung der Empfehlungen (Programm „ITAP“) erreicht. Die Auswertungszeit konnte um den Faktor 10-20 reduziert werden. Durch die softwareunterstützte vollständige Prozessführung der Auswertung konnten die subjektiv bedingten Fehlerquellen des Auswertungsprozess weitestgehend eliminiert werden. Die Computersysteme sind im Ergebnis des Projektes programmtechnisch einheitlich und aufeinander abgestimmt. Im Bild Computersysteme ist das Zusammenspiel und die zeitliche Abfolge erkennbar.

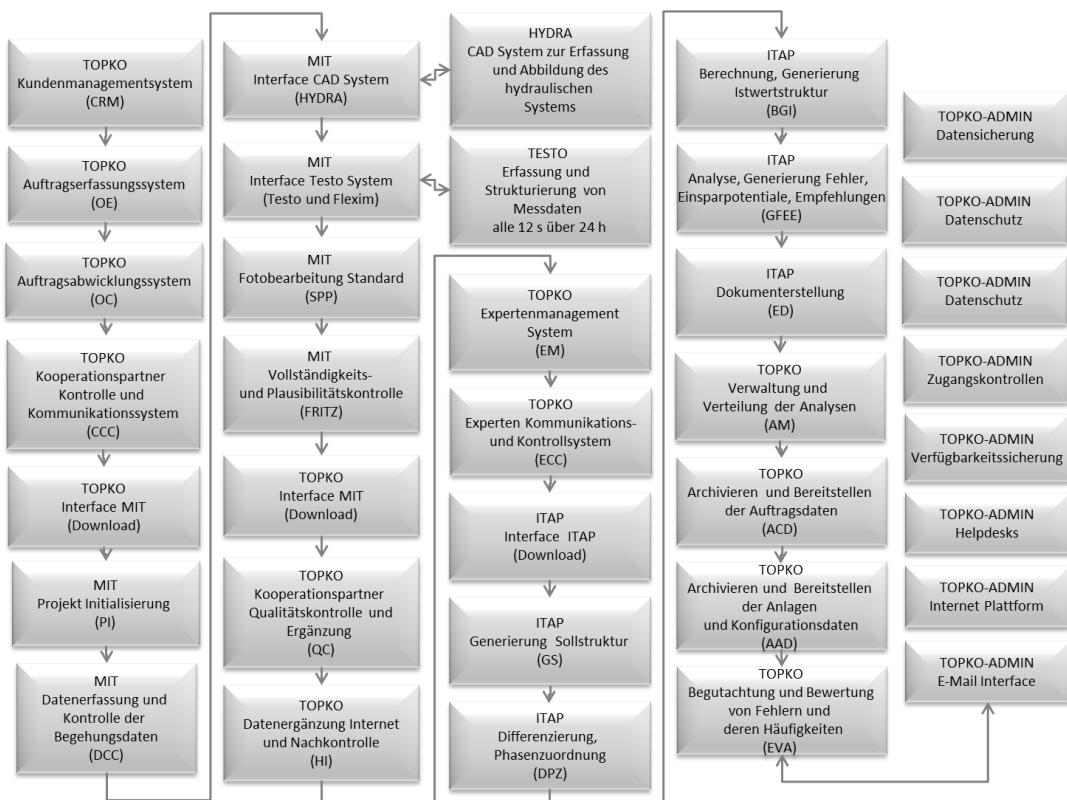


Bild 11 Computersysteme

Das Ausleseprogramm konnte zur Ermöglichung der Zusammenfassung von Daten multivalenter Systeme (Kesselkaskaden, Kombinationen von Kesseln, Wärmeübertrager, Thermischen Solaranlagen, Wärmepumpen) erweitert werden. Weiterhin erfolgte eine Erweiterung der Dateneingabefelder im Programm MIT (ca. 250) und die Einarbeitung einer Bedienerführung mit Hilfstexten.

Im Projekt konnte die Produktionsbereitschaft der Expertenanalyse mit ca. 130 Analysekategorien, Indikatoren, Ist-Messwerten, Ist-Berechnungswerten, Ist-Grenzwerten, Sollwerten, Differenzen, Verlusten, Fehlerdiagnosen, Soll-Einstellwerten, Empfehlungen und Einsparprognosen nichtinvestiv, Empfehlungen und Einsparprognosen niedriginvestiv, Empfehlungen und Einsparprognosen investiv fertiggestellt werden. Es erfolgte die Modellierung der Selektion der Empfehlungen (Permutation 130!) und die Neuentwicklung des Ausgabedokumentes Expertenanalyse.

Unter Berücksichtigung dieser Prämissen gelang es, das System der Auswertung mit dem Programmsystem ITAP neben der angestrebten qualitativen Entwicklung durch die Automatisierung quantitativ so zu entwickeln, dass von den zu Projektbeginn 18 von Auswerter standardmäßig manuell zu prüfenden Grenzwertverletzungen und Zeitreihenanalysen zum Zeitpunkt der Erstellung des Projektberichtes ca. 130 automatisierte Prüfungen erfolgen.

Mit diesem Ergebnis wurde der Erwartung an das Projekt entsprochen. Das Kernproblem der Transformation der bewussten analytischen Denkweise des Auswerters in einen adäquaten Programmalgorithmus wurde gelöst. Dies ist jedoch nicht nur auf die Entwicklung einer sehr gut geeigneten Programmarchitektur sondern auch einen hohen zeitlichen Aufwand für die Analyse, Erstellung der Algorithmen, Programmierung und Testrealisierung zurückzuführen.

Die Aufnahme des Verfahrens in das Produktportfolio des Unternehmens ista Deutschland GmbH zeitgleich mit der Änderung des Logos vom roten zum grünen i-Punkt zeigt, dass auch marktführende Unternehmen die Attraktivität dieses Verfahrens erkennen und in ihre Unternehmensentwicklung einbinden. [ista12]

Andererseits wurde auch unter Berücksichtigung der bisherigen Projektergebnisse ModQS [Frau12] deutlich bzw. bestätigt, dass die bild- und erfahrungsbasierte unbewusste Fehlererkennung des hochqualifizierten menschlichen Gehirns bei den zu analysierenden komplexen Systemen gegenwärtig noch nicht vollständig durch automatisierte Systeme ersetzt werden kann. Die Funktionen der automatisierten Algorithmen liegen primär in der Prozessführung, Prozessoptimierung, Qualitätssicherung, Automatisierung der Differenzierung bzw. Phasenerkennung, Berechnung und Erstellung von Erfahrungsdatenbänken.

#### 2.2.3.1 TOPKO

Die zentrale Steuerungsfunktion von TOPKO wird von der To-do-Liste übernommen, auf der webbasiert alle Prozessteilnehmer über den Bearbeitungsstand informiert werden. Nach dem erfolgreichen Einloggen in das System erhält der Prozessteilnehmer die Information über die offenen Vorgänge, die noch zu erledigen sind. Von diesem Punkt kann er direkt in den gewünschten Vorgang springen und ihn entsprechend bearbeiten.

Bild 12 To-Do-Liste TOPKO (Musterdaten)

Wenn ein Erstkunde angelegt werden soll, dann wird zunächst intern geprüft, ob dieser Kunde bereits im System durch einen anderen Teilnehmer erfasst ist, damit Konflikte vermieden werden können.

Prüfen ob Kunde bereits existiert

Land	Deutschland
Postleitzahl	55411
Unternehmen	Siemens
Strasse	Berlin Str. 1
Stadt	Bingen

Abfrage auf Existenz

Bild 13 Abfrage Kunde(Musterdaten)

Danach wird zum Kunden ein Auftragskopf angelegt, um die Kundendaten so aufzubereiten, dass alle für die weiteren Prozessschritte erforderlichen Daten vorhanden sind.

Messort | Referenzbegriffe | Gebäude | Fenster | Heizung | Energie | Wärmesystem

Auftragsposition (Messort Ergänzungsblatt)

Bezeichnung Messobjekt	Neuer Messort
Gewünschter Termin	
Geplanter Termin	
Ausführender	Wählen
Verwaltung	
Ansprechpartner	
Telefon Ansprechpartner	
E-Mail Ansprechpartner	
Strasse/Hausnummer	
Stadt	
PLZ	
Bundesland	Wählen Bundesland
Land	Deutschland

Messung und Analyse

Anforderungen an die Messung

- Standardmessung ratioenergie
- Standardmessung Marktpartner
- Standardmessung Inbetriebnahme
- Vorbereitung Optimierung bzw. Erneuerung
- Fehlererkennung
- Ermittlung Heizlast bzw. Anschlusswert
- Ermittlung Nutzungsgrad Wärmeerzeugung
- Bewertung Einzelmodul
- Mehrfachmessung bzw. Nachmessung
- Erstellung ratioenergie- Ausweis gewünscht
- TÜV - Zertifizierung der Analyse gewünscht

Messtechnik vor Fremdzugriff sicher

Freier Netzzanschluss (230V) im Heizungskeller vorhanden

Ja  
Nein  
Ja  
Nein

Bild 14 Auftragskopf (Musterdaten)

Nach der Vervollständigung der Auftragskopfdaten wird in Zusammenarbeit mit dem Kunden der das Messobjekt und die dort geplanten Schritte konkretisiert. Diese Daten werden zu einem späteren Zeitpunkt als Basis in das MIT übertragen.

The screenshot shows the 'Gebäude' (Building) tab in the TOPKO software. The form includes fields for 'Art der Nutzung' (Type of use), 'Baujahr' (Year), 'Anordnung' (Arrangement), 'Bauart' (Building type), 'Anzahl der Bewohner' (Number of inhabitants), 'Anzahl der Wohnheiten' (Number of dwellings), 'Anzahl der Geschosse' (Number of floors), 'Gewünschte Raumtemperatur [°C]' (Desired room temperature [°C]), 'Beheizbare Fläche [m²]' (Heated area [m²]), 'Leerstand' (Empty room), 'Beheizte Fläche [m²]' (Heated area [m²]), 'Nachtabenkung gewünscht' (Desired night setback), 'Nachtabschaltung gewünscht' (Desired night shutdown), 'Zeitlich geregelte Zirkulation gewünscht' (Desired time-controlled circulation), and 'Heizgrenztemperatur [°C]' (Heating limit temperature [°C]). A 'Raumtemp. Leerstand [°C]' field is set to 15. Buttons for 'Speichern' (Save) and 'Berechnen' (Calculate) are at the bottom.

Bild 15 Messobjekt (Musterdaten)

Der jeweilige Anwender wird mit den anwählbaren Reitern durch das TOPKO System geführt. Wenn die Reiter ausgefüllt sind, werden die Grunddaten mit dem Button „Prüfung Komponenten“ auf Vollständigkeit geprüft und das System gibt den Schritt zum Hochladen der Daten für die weitere Bearbeitung frei.

The screenshot shows the 'Fernwärme' (District Heating) tab in the TOPKO software. The form includes fields for 'Vereinbarte Anschlussparameter' (Agreed connection parameters) such as 'Heizlast des Gebäudes' (Building heat load), 'Anschlusswert gesamt' (Total connection value), 'Heizwasserdurchfluss (Alternativwert zu Anschlusswert)' (Heating water flow rate (alternative value to connection value)), 'Primärenergiefaktor' (Primary energy factor), 'Vorlauftemperatur gleitend zwischen und' (Sliding return temperature between and), 'Primärrücklauftemperatur' (Primary return temperature), 'Rücklauftemperatur Gebäudebeheizung' (Return temperature of building heating), 'Rücklauftemperatur RLT-Anlagen' (Return temperature of RLT units), and 'Rücklauftemperatur Trinkwassererwärmung' (Return temperature of drinking water heating). Buttons for 'Speichern' (Save) and 'Berechnen' (Calculate) are at the bottom.

Bild 16 Anwählbare Reiter (Musterdaten)

In den weiterführenden Schritten erfolgt die Vorgehensweise analog durch den Messtechniker, der zunächst die Daten in das MIT Softwaretool einlädt, dann die Daten ergänzt, die Messung durchführt, die Messdaten auf Vollständigkeit und Plausibilität überprüft und wieder in das TOPKO – System lädt.

Danach erhält ein Sachbearbeiter die Information über eine fertige Messung, prüft diese und ergänzt die Messung mit aus dem Internet beziehbaren Klimadaten. Weiterhin kann der Sachbearbeiter erforderlichenfalls auf eigene Datenbänke über Technische Parameter der untersuchten Module zurückgreifen bzw. bezieht diese von Herstellern.

Danach erhält der Leiter der Auswertung die Information über eine abzuarbeitende Messung und weist diesen Auftrag einem Auswerter zu. Dieser entscheidet, ob er den Auftrag übernimmt und arbeitet den Auftrag ab. Nach erfolgter Erstellung des Ausgabedokumentes in ITAP überprüft der Leiter der Auswertung nochmals das Ergebnis, gibt das Dokument frei und lädt es in TOPKO, wo es vom Messzentrum oder Marktpartner abgerufen werden kann. Aus den Prozessdaten wird dann die Rechnungsstellung generiert.

In der Weiterentwicklung gehen die Daten über die geplanten Umsetzungsschritte, die tatsächlich realisierten Maßnahmen und die Ergebnisse der Kontrolle der Maßnahmen in das System TOPKO ein. Ebenfalls werden perspektivisch die Daten der permanenten Energieeffizienzkontrolle in das TOPKO-System eingepflegt.

### 2.2.3.2. MIT

Im Ablauf entspricht das MIT Programm exakt der Vorgehensweise einer Messung. Dabei sind alle Felder mit erklärenden Hinweisen versehen und in gelb unterlegte „Mussfelder“, weiß unterlegte „Kannfelder“ und grau unterlegte „Informationsfelder“ gegliedert. Die Mussfelder sind zwangsläufig auszufüllen und enthalten entweder Auswahlmöglichkeiten oder lassen nur festgelegte Zahlbereiche für die Eintragung zu. Die Kannfelder sind zusätzliche Angaben, mit denen der Auswerter zusätzliche Informationen erhält, die aus Sicht des Messtechnikers bei einer Fehlerbeurteilung hilfreich sein könnten. Die grau unterlegten Informationsfelder enthalten Daten aus dem durch den Auftraggeber bzw. Verkäufer gespeisten TOPKO Programm und stützen die Beurteilung der Anlagensituation durch den Messtechniker.

Zunächst werden die Anfangsdaten aus dem webbasierten TOPKO Programm in das sich auf dem Rechner des Messtechnikers befindliche MIT Programm übertragen und in dem Chart Projekt sichtbar. Hier sind die Daten für die Durchführung des Auftrags enthalten. Besonderheiten zur Messung können durch den Techniker bzw. Auftraggeber vor Ort ergänzt werden.

Bild 17 Chart Projekt (Musterdaten)

Im folgenden Chart erscheinen die Gebäudedaten, die ebenfalls vor Ort durch den Messtechniker nochmals auf Plausibilität geprüft und ggf. korrigiert werden können.

Bild 18 Chart Gebäude (Musterdaten)

Die Energiedaten werden von Auftraggeber bzw. Verkäufer geliefert und dienen der Information des Messtechnikers

The screenshot shows a software interface for energy management. At the top, there are tabs for Projekt, Gebäude, Energie, Messung, Wärmesystem, Kessel, Warmwasser, Heizkreise, Führer, and Analysieren. The 'Energie' tab is selected. Below the tabs, there's a search bar for 'Energiebringer Heizenergie' and a dropdown for 'Heizöl EL'. A field for 'Brennwert' (Fuel Value) is set to 10, and a dropdown for 'kWh / l' is shown. The main area is titled 'Jahresverbrauch' (Annual Consumption) and contains tables for Heating, Electricity, and Warmwater consumption from different years (Vorjahr, Vorjahr - 1, Vorjahr - 2). On the right side, there's a section for 'Primärenergieverbrauch' (Primary energy consumption) and a table for 'Weitere Zähler' (Other Meters) with columns for 'Von' (From), 'Bis' (To), 'Menge' (Quantity), 'Einheit' (Unit), and 'Zuordnung' (Assignment).

Bild 19 Chart Energie (Musterdaten)

Die im zu bewertenden Objekt vorhandenen stationären Messeinrichtungen werden genutzt, um diese mit den Daten der mobilen Messtechnik abzugleichen. Damit kann eine Erweiterung der Bewertungsmöglichkeit des Betriebsverhaltens der Anlage erfolgen, die Daten der mobilen Messtechnik überprüft bzw. auch die Daten der stationären Messeinrichtungen bewertet werden.

This screenshot shows the measurement chart interface. It has the same top navigation tabs as the energy chart. The main area is titled 'Verbrauch in der Messperiode' (Consumption in the measurement period) and contains tables for various energy sources: Energie (Uhrzeit: 29.03.12 00:00 - 29.03.12 00:00), Öl Variante 2 (Stufe 1: Kleinlast, Stufe 2: Großlast), Zählerstand Heizenergie, Zählerstand Strom, Zählerstand Strom Hinf-E, Zählerstand Kaltwasser, Zählerstand Warmwasser, and Zusätzliche Wärmenetzzähler. Below these are sections for Öl Variante 3 (Kein Olmengenzähler vorhanden), Oldiesel, Ölvorwärmung, Düse 1 (Größe, Einheit, Druck [bar], Druck [bar]), Düse 2, and Düse 3.

Bild 20 Chart Messung (Musterdaten)

Die energetische Anlage wird zunächst im Überblick erfasst und dann entsprechend der Art und Anzahl der Module die zugehörigen Charts generiert. Das können dann Charts für die Wärmeerzeuger wie Kessel, Stationen, Solaranlagen, Wärmepumpen, BHKW, Speichersysteme, Wärmeverbraucher wie Ladesysteme, Heizkreise, Lüftungskreise und die Isolierung der Anlage sein.

This screenshot shows the heat system chart interface. It includes sections for 'Wärmequelle' (Heat Source) with dropdowns for Anzahl (Number) and Innerhalb der therm. Hülle (Within thermal envelope), and checkboxes for Alle Wärmequellen gleich (All heat sources equal). There are also 'Anlage Foto' and 'Hydraulisches Schema' (Hydraulic Scheme) buttons. Below this is a 'Pufferspeicher / Hydraulische Weiche' (Buffer tank / Hydraulic valve) section with dropdowns for Anzahl and Pufferspeicher. The bottom sections include 'Wärmeverbraucher' (Heat consumer) with dropdowns for Warmwasserspeicher, Heizkreise, Lüftungskreise, Abnehmer Prozesswärme, and Isolierung (Insulation) with color-coded buttons for Bauteile Heizraum, Rohrsystem Heizung, Rohrsystem Warmwasser, Rohrsystem Lüftung, and Kanalsystem Lüftung.

Bild 21 Chart Wärmesystem (Musterdaten)

Weiterhin werden hier die zugehörigen Bilddokumentationen und das durch den Techniker vor Ort zu erstellende hydraulische System abgespeichert. In dem hydraulischen System ist durch den Techniker einzutragen, wo er welche Fühler mit welcher Bezeichnung installiert hat. Die Fühlerbezeichnungen sind für die jeweilige Messstelle definiert.

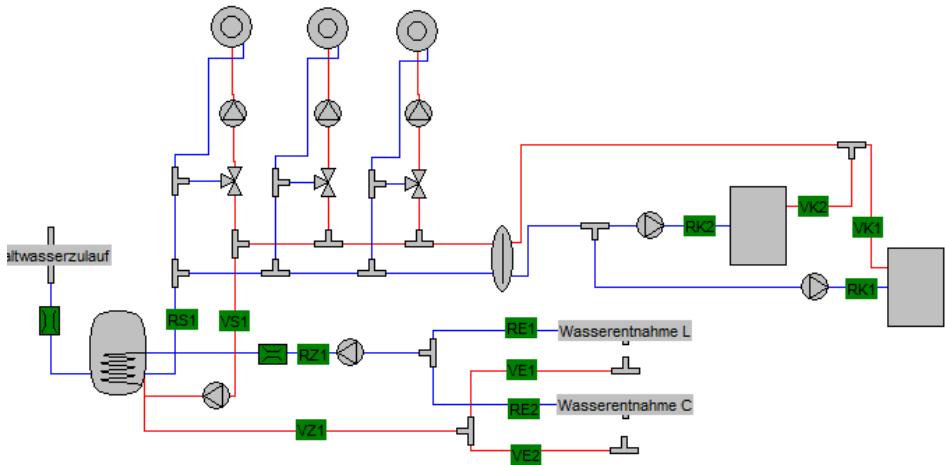


Bild 22 Hydraulisches System (Musterdaten)

Entsprechend der für die jeweiligen Module generierten Charts werden diese dann durch den Messtechniker ebenfalls nach den Kategorien Mussfelder und Kannfelder ausgefüllt. Gerade bei komplexen Anlagen ist diese strenge Systematik notwendig, um ein weitgehend fehlerfreies Arbeiten zu ermöglichen.

Nach Installation und Überprüfung der Messwerte auf Plausibilität und bei Temperaturen durch einen weiteren Fühler kann die Messung gestartet werden. Der Zeitraum von 24 h und die Abfragefrequenz von 12 s wurde beibehalten. Das Auslesen der Daten aus den Messgeräten und die Erstkontrolle der grafischen Verläufe erfolgt weiterhin mit dem Programm des Herstellers Testo AG. Danach wird die Datei mit der Funktion „Messung öffnen“ wieder in das MIT – Programm übertragen.



Bild 23 Chart Fühler (Musterdaten)

Im Anschluss an die Datenübertragung erfolgt der „Fritz“ - Plausibilitätscheck, bei dem alle Messwerte auf Plausibilität und richtige Bezeichnung geprüft werden. Mittels einer vereinfachten Version des Berechnungsprogrammes ITAP werden Berechnungsergebnisse generiert, die ebenfalls auf Plausibilität geprüft werden. Weiterhin erfolgt eine Prüfung der Eingabedaten der Mussfelder auf Vollständigkeit. Bei Unstimmigkeiten schlägt das Programm eine Korrektur bzw. Datenergänzung vor. Erst wenn der Plausibilitätscheck eine fehlerfreie Messdurchführung bestätigt, kann die Messung abgeschlossen und die Datei wieder in das Prozessführungssystem TOPKO übertragen werden. Ist dies nicht möglich, ist die Messung zu wiederholen.

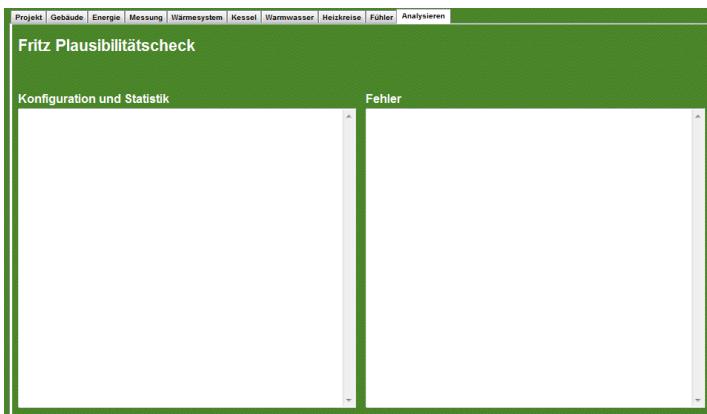


Bild 24 Chart Analysieren (Musterdaten)

#### 2.2.3.3. ITAP

Die Funktion und Leistungsfähigkeit von ITAP ist am Ergebnisdokument „Gutachten“ transparent und darstellbar. Zunächst wird auf die Aufgabenstellung des Auftraggebers Bezug genommen, bei der in Vorbereitung der Messung mit dem Auftraggeber die gewünschte Leistung abzustimmen war.

Komplettleistung		Teilleistung
X	Standardmessung ratioenergie	Fehlererkennung
	Standardmessung Marktpartner	Ermittlung Heizlast bzw. Anschlusswert
	Standardmessung Inbetriebnahme	Ermittlung Nutzungsgrad Wärmeerzeugung
	Vorbereitung Optimierung bzw. Erneuerung	Bewertung Einzelmodul
Zusatzeistung		Messzeitraum
	Mehrfachmessung bzw. Nachmessung	Sommermessung
	TÜV-Gutachten	Frühjahr-/Herbstmessung
	Energieausweis ratio	X Wintermessung

Bild 25 Auftrag (Musterdaten)

Danach werden die Ausgangsdaten der Analyse dargestellt und das zu analysierende Objekt unterteilt in Gebäude, Verbrauchswerte und Anlagenparameter beschrieben.

Bezeichnung des Gebäudes	Hotel
Anschrift des Gebäudes	
Gebäudecharakteristik	
Nutzungsart	Hotel
Baujahr	1985
Saniert	keine Angabe
Nutzfläche	11000 m <sup>2</sup>
Klimawerte am Standort	
Heizgrenztemperatur	17 °C
Tiefstes Zweitagesmittel	-12 °C
Ø Jahreswert Heizgradtage	2382 Kd/a



Bild 26 Ausgangsdaten (Musterdaten)

Danach erhält der Auftraggeber einen Überblick über den energetischen Zustand der Anlage, so dass der Handlungsbedarf sofort visuell sichtbar wird.

### 3.1. Gebäudehülle

Wärmestrom bezogen auf die beheizte Fläche	1,82	W/(m²K)		< 1 W/(m²K) 1 bis 2 W/(m²K) > 2 W/(m²K)
--	------	---------	--	---

### 3.2. Wärmeerzeugung bzw.-übertragung

Verluste der Wärmeerzeugung bzw.-übertragung	14	%		< 15 % 15 bis 25 % > 25 %
--	----	---	--	---------------------------------

### 3.3. Wärmeverteilung und – übergabe Raumheizung

Verluste der Wärmeverteilung und –übergabe	4	%		< 8 % 8 bis 15 % > 15 %
--	---	---	--	-------------------------------

### 3.4. Wärmeverteilung und – übergabe Trinkwassererwärmung

Verluste der Wärmeverteilung und –übergabe	3	%		< 2 % 2 bis 5 % > 5 %
--	---	---	--	-----------------------------

### 3.5. Nutzereinflüsse

nutzerbedingter Mehrverbrauch	0	%		< 6 % 6 bis 12 % > 12 %
-------------------------------	---	---	--	-------------------------------

### 3.6. Verhältnis von installierter bzw. vereinbarter zu erforderlicher Leistung

Installiert bzw. vereinbart	27	kW	davon erforderlich ohne Leerstand	22	kW	Verhältnis	1,2		< 1,5 1,5 bis 2,0 > 2,0
-----------------------------	----	----	-----------------------------------	----	----	------------	-----	--	-------------------------------

### 3.7. Verhältnis von eingesetzter Endenergie zu benötigter Heizwärme

eingesetzt	46.100	kWh	davon erforderlich bei gleichem Leerstand	58.437	kWh	Verhältnis	0,8		< 1,2 1,2 bis 1,5 > 1,5
------------	--------	-----	---	--------	-----	------------	-----	--	-------------------------------

Bild 27 Handlungsbedarf (Musterdaten)

Die zunächst visuelle Darstellung wird dann durch eine Übersichtstabelle mit den Empfehlungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Kostensenkung unterstützt, wobei die Kalkulation der Einsparpotentiale nach Investitionshöhe gestaffelt wird. Nur wenn die technischen Voraussetzungen für die Durchführung der geringer investiven Maßnahmen nicht vorhanden sind, muss auf die jeweils höher investive Maßnahme zurückgegriffen werden.

nichtinvestiv (< 1 €/m²)		geringinvestiv (1 bis 6 €/m²)		investiv (>6 €/m²)	
Modul	Einspar-potenzial in %	Modul	Einspar-potenzial in %	Modul	Einspar-potenzial in %
Regelung, Umschaltventil	3	Gesamthydraulik	10	keine	kein
Brenner	1				
Summe in %	4	Summe in %	10	Summe in %	
Summe in kWh/(m²a)	6	Summe in kWh/(m²a)	15	Summe in kWh/(m²a)	
Summe in kgCO2(m²a)	2	Summe in kgCO2(m²a)	4	Summe in kgCO2(m²a)	

Bild 28 Übersicht Empfehlungen (Musterdaten)

Die Messbedingungen werden zur Transparenz der Datengrundlage dargestellt. Damit wird auch eine Wiederholbarkeit der Messung oder Vergleichbarkeit unter anderen Lastbedingungen ermöglicht

Zeitraum der Messung:	14.2.2012 16:31:19	bis	15.2.2012 16:30:07
Thermischer Effekt der Gebäudespeichermasse:		-1189	kWh / d
Thermischer Effekt Eintrag Solarenergie:		0	kWh / d
Thermischer Effekt Windgeschwindigkeit:		-66	kWh / d
Thermischer Effekt Eintrag Elektroenergie:		2156	kWh / d
Thermischer Effekt Interne Wärmegewinne:		1789	kWh / d
Thermischer Effekt Nachtabenkung / Nachabschaltung:		567	kWh / d
Außentemperatur 2 Tage vor Messung:	Ø	-1	°C
Außentemperatur 1 Tag vor Messung:	Ø	1	°C
Außentemperatur Tag der Messung:	Ø	4	°C
Raumtemperatur:	Ø	21	°C
Raumfeuchte:	Ø	39	%
Betriebszustand Gebäude bei Messung:	Normalbetrieb Gebäude	x	ja
Betriebszustand Gebäude bei Messung:	Wärmeabnahme reduziert	ja	x nein
Betriebszustand Gebäude bei Messung Sondersituation:			
Leerstandsquote		5	%

Bild 29 Zustandsdaten (Musterdaten)

Anschließend erfolgt gestaffelt nach den Bereichen nichtinvestiv (< 1 €/m²), geringinvestiv (1 bis 6 €/m²), und investiv (> 6 €/m²) eine jeweilige Empfehlung.

Anlagenmodul	Maßnahme	Einstellwert
Warmwassertemperturregelung	Mindesttemperatur einstellen	60°C
Speicherladung	Speicherladetemperatur einstellen	70 °C
Regelung Zirkulation	Zirkulationsunterbrechung	bis zu 8 h
Heizkreis Läden	Nachtabenkung einstellen	nach Nutzungszeiten

Anlagenmodul	Maßnahme	Einstellwert
Gesamtrohrnetz	Wärmedämmung der Rohre und aller Armaturen und Einbauten	nach EnEV
Gesamtrohrnetz	Wenn die geringen Heizkreisspreizungen aus Hydraulikproblemen resultieren, Abgleich durchführen, Pumpen neu einstellen oder erneuern, Heizkurven neu einstellen	

Anlagenmodul	Maßnahme	Einstellwert
Wärmeübertrager	Ersatz durch an den realen Spitzenbedarf angepassten Wärmeübertrager	
Regelorgane	Anpassung der Regelorgane an die real benötigten Volumenströme.	

Bild 30 Einsparempfehlungen

In dem Dokument werden zunächst alle Prüfungen aufgeführt und bei entsprechender Fehlerdetektion gekennzeichnet, z.B.:

Aufgefallene Anlagenmängel					
x	Hinweise des Auftraggebers	x	Störungsmeldungen		defekte Sicherungseinrichtungen
x	Undichtigkeiten		lose Kabelverbindungen	x	Beschädigungen der Isolierung
	nicht vorhandener Potenzialabgleich		auffällige Geräusche		auffällige Gerüche
x	auffällige Einstellwerte	x	auffällige Messdaten	x	defekte Absperreinrichtungen
	defekte Hausanschlüsse		defekte Abgasführung		Störung Verbrennungsluftzuführung
Funktion und Verluste Wärmeerzeugung					
	Taktung Kesselkaskade		Durchströmung bei Brennerstillstand		Brenneransteuerung
	Brennwertnutzen		Spreizung im Kesselkreis		Kesselrücklauftemperatur
	Kesselvorlauftemperatur		Kesselmaximaltemperatur		Kesselsockeltemperatur
	Auslegungstemperatur		Taktung		Nachabsenkung
	Nachtabschaltung		Abstrahlung		Witterungsführung
Funktion und Verluste Wärmeübertragung					
x	Amplitude Volumenstrom	x	Vorlauftemperatur	x	Rücklauftemperatur
x	Abstrahlung Station	x	Funktion Motorstellventil		Funktion Tacosetter
Funktion und Verluste Raumheizung					
x	Auslegungstemperaturen Heizkreis	x	Pumpeneinstellung	x	Nachabsenkung
	Heizkörperdimensionierung		Versorgungssicherheit		Interaktion Heizkreis-Kessel bzw. Wärmeübertrager
x	Witterungsführung		Mischer- Regelung		Heizkörperfunktion
x	Hydraulischer Abgleich		Heizgrenze		Heizflächenfunktion
	Strangisolierung		Nachtabschaltung		
Funktion und Verluste Warmwasserbereitung					
	Volumenstrom	x	Speichertemperatur		Funktion Heizregister
x	Speicherladetemperatur	x	Speicherladefrequenz		Speicherladeintervalle
x	Speicherauslegung	x	Warmwassertemperatur	x	Zirkulationstemperatur
x	Zirkulationsintervalle		Warmwasserentnahme		
Nutzereinflüsse					
	Eingriffe in Heizungsregelung		Luftwechselrate		Störungen Warmwasserentnahme
	Behaglichkeit		Heizkörpernutzung		

Bild 31 Analysecheckliste

Zur Erläuterung ausgewählter Zusammenhänge werden in der Dokumentation Anhänge beigefügt. Diese enthalten z.B. die Darstellung der Gebäudekennlinie und Detailanalysen mit Bildern, Messwerten und Kommentaren.

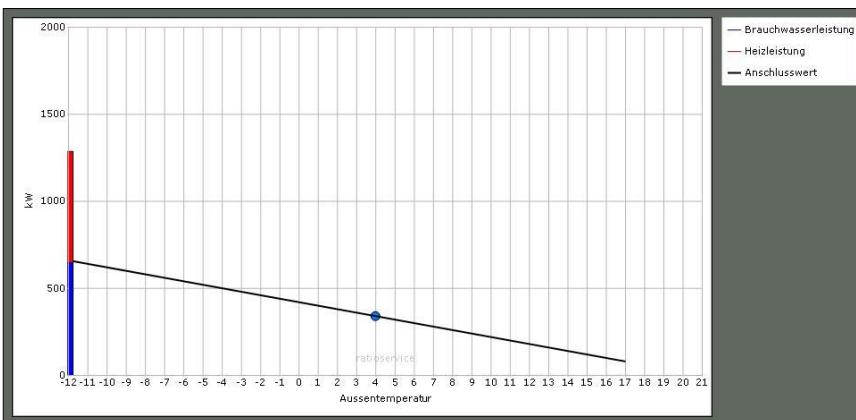


Bild 32 Gebäudekennlinie

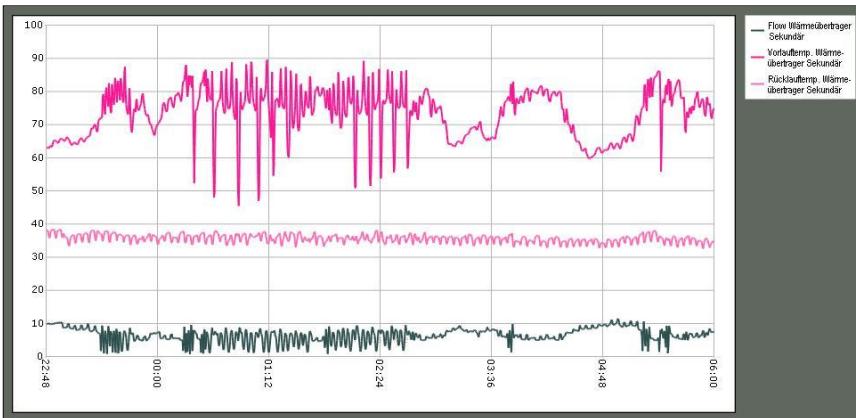


Bild 33 Volumenstromverlauf

### 3. Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung der Ergebnisse

#### 3.1. Potentiale

Mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 80% läuft die energetisch Anlage eines Betreibers suboptimal, dadurch verschwenden diese Anlagen Energie, Geld und haben eine verkürzte Lebensdauer. Es wurde im Projektverlauf bestätigt, dass mit der Optimierung der Heizungsanlagen im Bestand neben den positiven ökologischen Effekten eine kurzfristige und kostengünstige Energieeinsparung in der Größenordnung von ca. 15 % bei Amortisationszeiträumen von 1 Monat bis max. 2 Jahren mit langfristigem Effekt ermöglicht würde. Diese Einsparung wäre für den gesamten Gebäudebestand in Deutschland kurz- bzw. mittelfristig erzielbar.

Zum Zeitpunkt des Projektabschlusses wird die Energiewende in Deutschland sowohl als Begriff als auch als politisches Programm erörtert. Unter Energiewende wird verstanden, dass es durch einen Wechsel von einer nachfrageorientierten zu einer angebotsorientierten Energiepolitik und einen Übergang von zentralistischer zu dezentraler Energieerzeugung (z. B. gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken) anstelle von Überproduktion und vermeidbarem Energiekonsum zu Energiesparmaßnahmen und höherer Effizienz kommen soll. [Wikie12]

Besonders werden die Nachteile der Energiewende im Bereich der Energieerzeugung und Kostenverteilung diskutiert. Dies betrifft die Planbarkeit der Stromerzeugung, die massive Förderung erneuerbarer Energien, die Speichertechnologien, die Flächen- und Nutzungskonkurrenz zwischen Nahrungsmittelerzeugung und Energiepflanzenanbau, die Eingriffe in die Natur durch Windkraftanlagen, Wasserkraftwerke, Energiepflanzenanbau und Stromtrassen, die Förderung von Photovoltaik-Anlagen, die nachteiligen Entwicklungen beim Ausbau der Infrastruktur und erhebliche Verbraucherbelastungen und die Finanzierung der Energiewende in Deutschland zulasten der Haushalte mit geringem Einkommen. [Wikie12]

Gegenüber den diskutierten Problemen bei der Energieerzeugung gibt es im Bereich der Verbesserung der Energieeffizienz keine derartigen Nachteile. So wird in einer Pressemitteilung der DENEFF [Deneff12] festgestellt, dass allein in Deutschland durch eine konsequente Umsetzung der Energieeffizienz eine halbe Million neue Arbeitsplätze geschaffen und bis zu 50 Milliarden Euro Energiekosten bis 2020 eingespart werden könnten.

Auch die EU-Kommission hat jüngst Zahlen zu den Wirtschaftschancen durch mehr Energieeffizienz vorgelegt. Allein durch Verabschiedung einer ambitionierten EU-Energieeffizienzrichtlinie könne ein nachhaltiges BIP-Wachstum von 34 Milliarden Euro bis 2020 entstehen. [Deneff12]

Das im Projekt entwickelte Verfahren kann damit als Teil der Energiewende in Deutschland mit entsprechenden ökologischen, technologischen und ökonomischen Potentialen ohne erkennbare Nachteile bewertet werden.

Mit dem entwickelten Verfahren kann das Wissen der hochqualifizierten Ingenieure multipliziert und dem bestehenden Fachpersonal der Heizungstechniker ein anwendbares Instrumentarium zur Verfügung gestellt werden.

Damit wird theoretisch jedem durchschnittlich qualifizierten Fachhandwerksunternehmen ermöglicht eine erfolgreiche technische Ausführung einer Optimierung realisieren zu können. Als Anwender des Verfahrens erhält er die dafür erforderliche hochqualifizierte Analyse der betreffenden Anlage und erfüllt so die zwingende Voraussetzung der Durchführung.

Nunmehr ist die Detektion von Mängeln an Anlagen möglich geworden, welche durch die bisher üblichen Verfahren nicht erkennbar sind. So wird die Optimierung von Anlagen im nicht-/geringinvestiven Bereich durchführbar und das standardisiert und deutlich günstiger als übliche Energieaudits bei höherer Ergebnisqualität. Es wird darüber hinaus empfohlen, das Verfahren auch bei Abnahmen und Inbetriebnahmen einzusetzen.

Mit der Durchführung des Projektes wird das Ziel verbunden, das Potential der Anlagenoptimierung mindestens um den Faktor 10-20 bei Einbeziehung des SHK-Handwerks steigern zu können. Ohne die Entwicklung des beschriebenen Verfahrens wird ein Marktanteil von 1%, das entspricht von ca. 8 Mio. größeren Heizungsanlagen 80.000 Anlagen in 10 Jahren als realisierbar bewertet.

Bei einer breiteren Anwendung des Verfahrens würden durch die Steigerung um den Faktor 10 bereits 800.000 Anlagen optimiert werden können, womit zumindest 10 % der Heizungsanlagen im Bestand ertüchtigt werden könnten.

Es existieren in Deutschland ca. 53.000 Unternehmen des SHK – Handwerks mit ca. 333.000 Beschäftigten und ca. 36 Mrd. € Umsatz pro Jahr. [Zen12] Damit besteht ein ausreichendes Potential an Fachpersonal für die Umsetzung, da ca. 2 % bzw. 1000 Unternehmen von diesen ausreichen würden, um ca. 0,8 – 1,6 Mio Heizungsanlagen für die öffentliche Hand, Wohnungsgesellschaften und Gewerbetreibende in Deutschland innerhalb von 10 Jahren zu optimieren.

Dazu müssten diese pro Jahr pro Unternehmen 80 - 160 Messungen und Optimierungen durchführen. Bei ca. 1.000 Euro Umsatz pro Analyse würde dieser Markt ein Umsatzvolumen von 80 – 160 Mio. €/Jahr bedeuten.

Wenn die Optimierung aller Heizungsanlagen im Bestand allein in Deutschland eine Verbrauchsminderung von ca. 15 % bewirken würde, wäre damit eine Reduzierung des Verbrauchs der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas um 9 Mrd. kWh pro Jahr bzw. eine Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emission um 22 Mrd. kg/a und eine Kostensenkung von ca. 4 Mrd. €/Jahr verbunden. [Don10]]

Bei vorrangiger Optimierung der größeren Anlagen könnte eine Erhöhung dieser Resultate auf ca. 30 % erzielt werden. Diese angenommene Steigerung soll als Ausgangspunkt für die Quantifizierung der Projektziele und –Effekte dienen.

Im Ergebnis einer Anlagenoptimierung erhält der Gebäudeeigentümer geeignete Ausgangsdaten für eine eventuelle energetische hochinvestive Sanierung. Damit können Sanierungsprozesse objektiviert werden, was zu angenommenen zusätzlichen Einspareffekten von ca. 10 % und besseren Preis-Leistungsverhältnissen um ca. 25 % führt.

Es werden potentielle Anreize zur Schaffung von Kontrollfunktionen des Verbrauchs geschaffen, die zusätzliche Einspareffekte von angenommenen 5 % erzielen. Dabei werden energetisch relevante Analysekosten und Optimierungskosten von 1 -2 €/m<sup>2</sup> angenommen.

Die bisherigen Erfahrungen zeigten, dass mit den Analysen und Optimierungen eine gute Ausgangsbasis für weitere Sanierungsmaßnahmen geschaffen wird. Hier wird eine Quote von 25 % und eine anteilige Höhe von 40 €/m<sup>2</sup> angenommen.

Weiterhin wird eine Verbesserung des Arbeitsergebnisses bei der Sanierung mit einer zusätzlichen Energieeinsparung von 10% angenommen. Die Analyse der Anlagentechnik durch das SHK- Handwerk würde einen adäquaten Kompetenzzuwachs bewirken und die Kundenbindung verbessern.

### 3.2. Hemmnisse

#### Gefühlte Energiepreisentwicklung

Die vor dem Beginn des Projektes gemachten Erfahrungen, dass die Dienstleistung der Optimierung von Heizungsanlagen sehr starken von der gefühlten Energiepreisentwicklung abhängig ist, hat sich auch im Projektverlauf bestätigt. Der zeitliche Abstand zwischen Energieverbrauch und Bezahlung der Energie führt bei einer stetigen Preisentwicklung zu einem „Ausblenden“ des Zusammenhangs und Unterschätzung des Kumulationsfaktors.

#### Energiepolitik

Der aktuelle Stand der Energieeffizienzpolitik wird z.B. durch Christian Held, stellvertretender Präsident der GODE wie folgt eingeschätzt: „In Deutschland fehlen der verlässliche Rahmen und Anreize, ins Energiespargeschäft einzusteigen. Wie es funktionieren kann, zeigen gesetzliche Regelungen in verschiedenen Ländern. Für Deutschland könnte ein Energieeffizienzgesetz sinnvoll sein, das sich an dem dänischen Modell orientiert. In jedem Falle sollte Deutschland jetzt aktiv an der Ausarbeitung der Richtlinie mitwirken, damit am Ende alle profitieren können: Verbraucher und Energiewirtschaft.“ Derzeit steckten alle relevanten Gesetzesvorhaben fest, die zu einer effizienteren Energienutzung beitragen können. In der EU wird um die Effizienzrichtlinie gestritten. In Deutschland liegen Steueranreize für Investitionen in Gebäude Sanierungen auf Eis. Andere wichtige Vorhaben, wie der angekündigte Sanierungsfahrplan und wirkungsvolle Instrumente zu dessen Umsetzung, würden nur mit „spitzen Fingern“ angefasst, kritisieren die Verbände. [Deneff12]

#### Fachunternehmen

Für die Umsetzung der Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz sind qualifizierte, aktive und interessierte Fachunternehmen erforderlich. Im Projektverlauf wurde herausgearbeitet, dass mit dem entwickelten Verfahren die Qualifikation zur Messdurchführung und technischen Umsetzung der Optimierung erzielbar geworden ist. Jedoch wurde bestätigt, dass die Unternehmen in der Mehrzahl weiterhin Aufträge im investiven Bereich gegenüber der Verknüpfung ihrer Kompetenz zur Durchführung von Maßnahmen im nicht- oder geringinvestiven Bereich, des Aufbaus von neuen und langfristigen Kundenbindungsinstrumenten und dem Aufbau eines eigenen aktiven Marketing bevorzugen.

#### Entscheider

Die bisherigen Vertriebserfahrungen zeigen, dass es über die technischen Grundlagen und Potentiale der Optimierung bei den Entscheidungsträgern im Gebäudemanagement weiterhin noch kein ausreichendes Basiswissen gibt. Die bisher erzielte Quote von Aufträgen ist nur dort hinreichend, wo der Verkäufer direkt durch entsprechende eigene hohe technische und Beratungsqualifikation oder indirekt durch bestehende Referenzen wirksam werden kann. Hier ist der gesellschaftliche Konsens, dass jede Anlage energieoptimiert zu betreiben ist, noch unzureichend.

#### Verbraucher

Für den Verbraucher ist das Thema „Anlageneffizienz“ gegenüber z.B. dem Bereich Strom einsparung immer noch unbedeutend, er sieht z.B. als Mieter im Mehrfamilienhaus mehr das Problem der Unterversorgung als der Mehrzahlung für den Energieverbrauch. Die bisher entwickelten Ansätze der Beeinflussung des Nutzerverhaltens sind noch im Test- bzw. Entwicklungsstadium.

#### 4. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

##### 4.1. Nutzung der bestehenden Möglichkeiten

Zur Verbreitung der Ergebnisse werden zunächst die bisher entwickelten Möglichkeiten genutzt und ausgebaut. Das sind besonders:

- Koordinierung der Verbreitung der Ergebnisse im Bereich der Handwerksbetriebe mit der Kampagne der Deutschen Bundesstiftung Umwelt: „Haus sanieren – profitieren“
- Integration der Dienstleistung in das Partner- und Projektnetzwerk der co2online gGmbH, Gemeinnützige Beratungsgesellschaft
- Dokumentierung und Veröffentlichung der Projektergebnisse über die B.A.U.M.-Initiative "Wirtschaft pro Klima"
- Veröffentlichung der Entwicklungs- und Arbeitsergebnisse in der Zeitschrift „Moderne Gebäudetechnik“, hier ist die ratiodom Ing.-GmbH Mitglied des Beirates
- Nennung bzw. Bezugnahme auf die Arbeitsergebnisse in den geplanten Vortagsveranstaltungen besonders für die Verbände der Wohnungswirtschaft
- Verweis auf die Ergebnisse bei der Mitarbeit in Projekten wie die Entwicklung von Bioenergiedörfer im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, die Umstellung von Wärmenetzen, die Optimierung von Gebäudebeständen der Wohnungswirtschaft, der Industrie oder auch von Amtsbereichen
- Abstimmung mit den bestehenden Marktpartnern (z.B. ista Deutschland GmbH), Kooperationspartnern (z.B. F.W.Oventrop GmbH & Co KG, Bosch Buderus Thermotechnik Deutschland) und Herstellern (Testo AG, Flexim GmbH) über die Verbreitung der Projektergebnisse
- Einbindung in die Websites der Unternehmen ratiodom Ing.-GmbH, ratioservice AG, ratiocalor GmbH zentral und die Websites der vertraglich gebundenen Messzentren
- Verknüpfung der Projekterfahrung besonders im Modul QUALI bei der Tätigkeit im Vorstand und der AG Grundsatzfragen der DENEFF. Hier ist die ratiodom Ing.-GmbH übergreifend für das Thema Qualifizierung zuständig.
- Integration der Projektergebnisse in die Vorstandesarbeit des ESD – Forum für Anlageneffizienz, hier ist die ratiodom Ing.-GmbH zuständig für wissenschaftliche Grundlagenarbeit.
- Information der ALFA – Projektgruppen des GdW über die Ergebnisse, hier ist die ratiodom Ing.-GmbH für konzeptionellen Arbeit und Weiterentwicklung der Feinanalyse zuständig.
- Kommunikation der Projekterfahrungen bei der Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Betreuung von Praktikanten
- Integration der Ergebnisse in die Entwicklung der Ausbildungsprogramme, z.Zt. mit der Handwerkskammer Hildesheim und der Berufsakademie Sachsen, staatliche Studienakademie Leipzig geplant
- Verweis auf die Erfahrungen und Entwicklungsergebnisse bei der Erarbeitung eines Studienbriefes zur Thematik Energieeffizienz für die Hamburger Fern-Hochschule

##### 4.2. Erweiterung und Neustrukturierung der Kommunikationsstrukturen

Die Zielstellung der Verbesserung der Energieeffizienz bzw. die Beseitigung der Hemmnisse erfordert ein komplexes gesellschaftliches Umdenken. Dazu sind die bestehenden und neu zu schaffenden Netzwerke hinsichtlich ihrer medialen Funktion als Einflussfaktor auf die Anlageneffizienz, die jeweiligen Interessenlagen und die Einwirkungsmöglichkeiten durch die Projektpartner zu analysieren.

Dementsprechend sind in der Marketingstrategie Inhalte, Kommunikationswege und Allianzen innerhalb der jungen Branche der Energieeffizienzdienstleister zu entwickeln. Dabei wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass einerseits einfache bildhafte Botschaften und interaktive Regelkreise (z.B. Energieampel rot-gelb-grün) für Entscheider und Nutzer und anderseits komplexe Qualifikationssysteme für Energieeffizienzdienstleister, z.B. das im von der DBU geförderten Projektmodul QUALI entwickelte System anzuwenden sind.

Das folgende Bild zeigt einen ersten Entwurf der Erfassung der multimedialen Zusammenhänge.

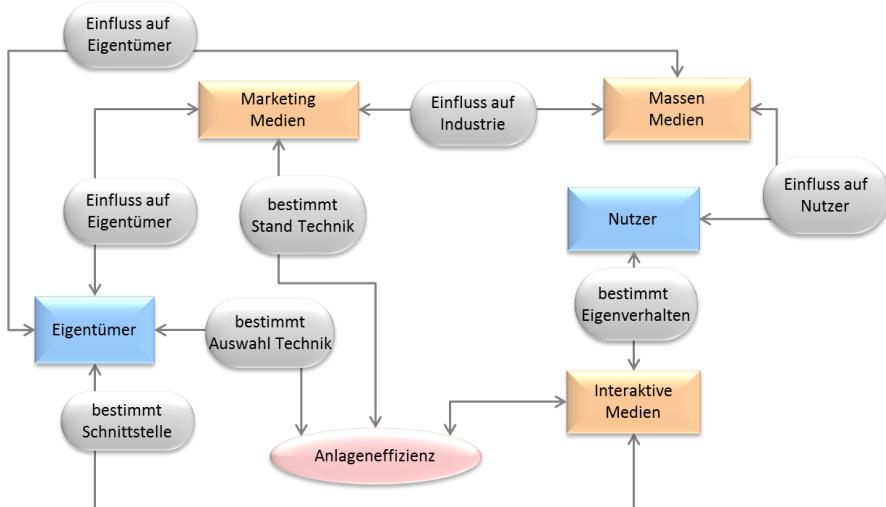


Bild 34 Multimediale Einflussfaktoren auf die Anlageneffizienz

Wie die Potentiale in den einzelnen Medienfeldern erkenn- und nutzbar gemacht werden können, zeigt das Bild über den Komplex der Kombination von multimedialen Regelungstechnischen interaktiven kommunikativen Lösungen entsprechend einer vorhandenen Nutzerstruktur in einem Gebäude, einer bestehenden Heizungsanlage und einer Auswahl möglicher Maßnahmen.

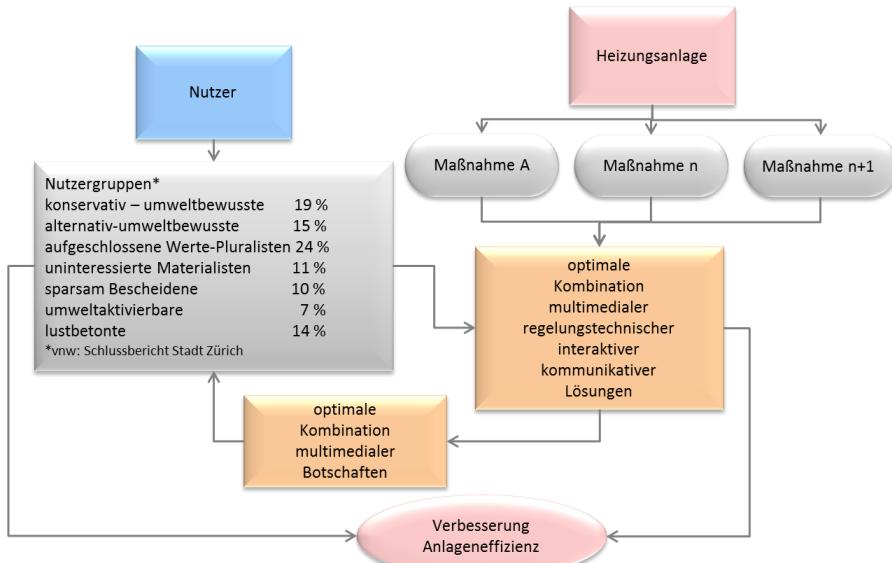


Bild 35 Kombinationen von multimedialen Lösungen

## 5. Fazit

Im Ergebnis des Projektes wurde das Kernproblem der Transformation der bewussten Analyseschritte vom Auswerter in das Softwareprogramm gelöst. Es können die Bausteine TOPKO (Technisch-organisatorische Optimierung kommerzieller und kommunaler Objekte), MIT (Messtechniker Informations Toolbox), ITAP (Interaktives Teilautomatisiertes Auswerter Programm) und QUALI (spezifizierte und aufeinander abgestimmte Qualifikationspakete) anwendungsbereit zur Verfügung gestellt werden.

Hierzu erfolgte die Fertigstellung und Strukturierung des Prozessmodells, die softwareseitige Erstellung mit ca. 2,3 Mio. Zeilen Code und einer mindestens verzehnfachen Menge von Datenelementen. Die Analyseprüfungen wurden mehr als verachtacht und es wurde eine funktionierende Verknüpfung der wesentlichen Module Datenerfassung, Messdatenaufbereitung (Programm „MIT“), Plausibilitätskontrolle (Programm „Fritz-Check“), Soll-Ist-Analyse, Fehlerindikation, Generierung der Empfehlungen (Programm „ITAP“) erreicht. Die Auswertungszeit wurde um das 10-20-fache verringert und der Auswertungsprozess standardisiert. Die Computersysteme sind im Ergebnis des Projektes programmtechnisch einheitlich und aufeinander abgestimmt.

Mit dem standardisiertem Verfahren kann nunmehr jedem Fachunternehmen ein komplettes aufeinander abgestimmtes System aus mobiler Messtechnik, Softwaretools, Qualifizierung und Betreuung zur Verfügung gestellt werden, mit dem es bei eigener hoher Wirtschaftlichkeit einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz durch die Optimierung von Gebäudeheizungsanlagen leisten kann.

Auf der Basis der grundsätzlich gelösten Aufgabe der Transformation der bewussten Analyseschritte vom Auswerter in das Softwareprogramm muss dieser Prozess iterativ weitergeführt werden. Die technische Umsetzung vor Ort und Erfolgskontrolle der Optimierung bedarf einer entsprechenden Prozessführung und Qualitätssicherung. Die Beibehaltung des optimierten Zustandes ist kontinuierlich zu überwachen.

Die Zielstellung der Verbesserung der Energieeffizienz bzw. die Beseitigung der Hemmnisse erfordert ein komplexes gesellschaftliches Umdenken. Dazu sind die bestehenden und neu zu schaffenden Netzwerke hinsichtlich ihrer medialen Funktion als Einflussfaktor auf die Anlageneffizienz, die jeweiligen Interessenlagen und die Einwirkungsmöglichkeiten zu analysieren. Dementsprechend sind durch die Energieeffizienzdienstleister in ihrer Marketingstrategie Inhalte und Kommunikationswege zu entwickeln.

Erfolge in der Energieeffizienz können nur erzielt werden, wenn mit den technisch-technologischen Innovationen eine Qualifizierung aller Prozessbeteiligten in Form von spezifizierten Informationen und verständlichen Botschaften erfolgt. Diese Qualifizierung muss integriert erfolgen und kann kein Konglomerat einzelner Botschaften sein.

## 6. Quellenverzeichnis

- [Alfabbu12] BBU: Projektbeschreibung ALFA, Online im Internet: „URL: [http://web1.bbu.de/publicity/bbu/internet.nsf/index/gu\\_ALFA.htm](http://web1.bbu.de/publicity/bbu/internet.nsf/index/gu_ALFA.htm)“, Stand 17.06.2012
- [Alfano12] VNW: Projektbeschreibung ALFA, Online im Internet: „URL: <http://www.vnw.de/aktionen/alfa-nord/>“, Stand 17.06.2012
- [Auss07] ARBEITSAUSSCHUSS NA 041-01-58 AA: DIN EN 15378 Heizungssysteme in Gebäuden - Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen; Deutsche Fassung EN 15378:2007. Beuth Verlag GmbH, 2007
- [Auss10] ARBEITSAUSSCHUSS NA 172-00-09 AA: DIN EN 15900 Energieeffizienz-Dienstleistungen - Definitionen und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 15900:2010. Beuth Verlag GmbH, 2010
- [Auss11] ARBEITSAUSSCHUSS NA 172-00-09 AA: DIN EN 50001 Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011. Beuth Verlag GmbH, 2011
- [Deneff12] DENEFF: Untätigkeit bei Energieeffizienz schadet Wirtschaftsbelebung und verteuert Energiewende. Online im Internet: „URL: <http://www.deneff.org/cms/index.php/news-reader/items/untaetigkeit-bei-energieeffizienz-schadet-wirtschaftsbelebung-und-verteuert-energiewende.html>“, Stand 17.06.2012
- [Die08] DIETRICH, R.: Indikatoren der Anlagenoptimierung. Diplomarbeit, Fachbereich Architektur und Gebäudetechnik der Technischen Fachhochschule Berlin, 2008
- [Don06] DONATH, M.: Analyse des Betriebsverhaltens von Heizungsanlagen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden und Entwicklung eines dafür geeigneten softwarebasierten Messverfahrens. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock, 2006
- [Don10] DONATH, M.: Messwertgestützte Analyse von Heizungsanlagen nach DIN EN 15378, Messtechnik im Bauwesen, Special 2010, Verlag Ernst & Sohn, 2010
- [Frau12] FRAUNHOFER-INSTITUT für Solare Energiesysteme: Qualitätssicherung des energetischen Gebäudebetriebs. Online im Internet: „URL: <http://www.modqs.de/>“, Stand 17.06.2012
- [Ista12] ISTA Deutschland GmbH: ista Heizungs-EKG. Online im Internet: „URL: [http://www.ista.de/dienstleistungen/ista\\_heizungs\\_ekg/index.html](http://www.ista.de/dienstleistungen/ista_heizungs_ekg/index.html)“, Stand 17.06.2012
- [Lehr12] LEHRSTUHL und Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen University: Energieberatung systematisch professionalisieren. Online im Internet: „URL: <http://www.esyspro.de/>“, Stand 17.06.2012
- [Wikie12] WIKIPEDIA: Artikel Energiewende. Online im Internet: „URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Energiewende>“, Stand 17.06.2012
- [Wikip12] WIKIPEDIA: PDCA. Online im Internet: „URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>“, Stand 17.06.2012
- [Zen12] ZENTRALVERBAND Sanitär Heizung Klima: Jahresbericht 2010/2011. Online im Internet: „URL: <http://www.zvshk.de/wasserwaermeluft/allgemein/zentralverband.html>“, Stand 17.06.2012