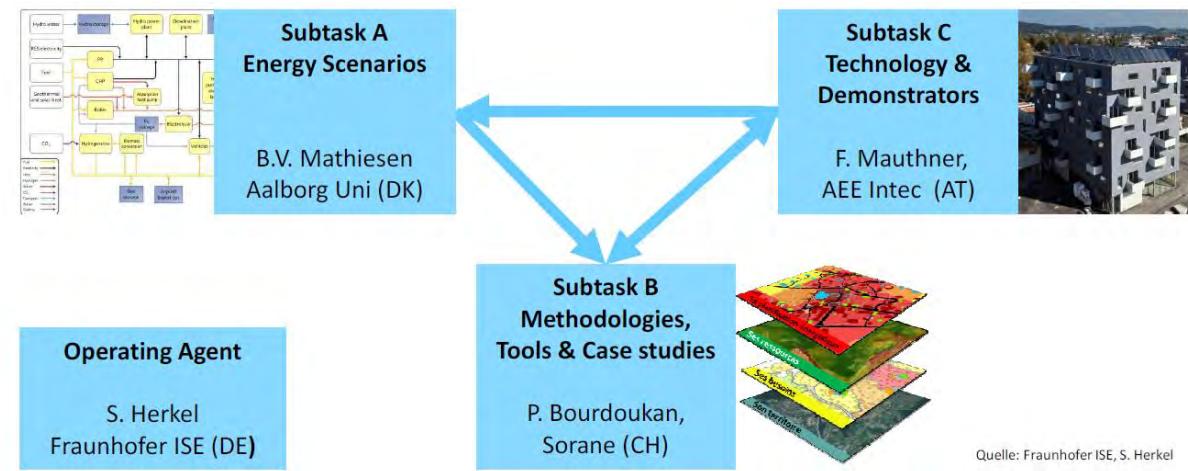




Final report 20.12.2017 (Project years 1 - 4)

## BKW participation in IEA SHC Task 52

### Solar Heat and Energy Economics in Urban Environments



**Contracting body:**

Swiss Federal Office of Energy SFOE  
Research Programme Solar Thermal and Heat Storage  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Contractor:**

BKW Energie AG  
Viktoriaplatz 2  
CH – 3013 Bern  
[www.bkw.ch](http://www.bkw.ch)

**Authors:**

Christine Weber, BKW Energie AG, [christine.weber@bkw.ch](mailto:christine.weber@bkw.ch)

**SFOE Head of domain:** Andreas Eckmanns  
**SFOE Programme manager:** Elimar Frank  
**SFOE Contract number:** SI/500999-02

The authors only are responsible for the content and the conclusions of this report.

# Project goals

BKW participation in the activities of IEA SHC Task 52.

Assessment of integration of solar thermal technologies in Swiss urban environments, focusing on holistic energy planning. Technical, social and political conditions and boundaries.

Case study for holistic energy concept in Swiss municipality for meeting goals of "Energiestadtlabel" and dissemination of results.

Case study for solar-assisted district heating on Swiss community.

Cooperative work and information exchange with national and international experts in different projects, especially contributing with economic and technical input by an energy provider.

## Completed tasks and achieved results

### 1. Project Execution "Energiekonzept Wohlen"

1. Holistic energy concept for municipality of Wohlen (BE) in collaboration with HSLU (Lucerne University of Applied Sciences and Art - School of Engineering and Architecture) for typical representative Swiss urban quarter.
  - a. Comprehensive summary is attached (Annex 1) or online:  
<http://blog.bkw.ch/drei-partner-ein-energiekonzept-fuer-morgen/> (German + French language)
  - b. Detailed project report is attached (Annex 3)
2. Technical and financial roadmap for meeting goals of SIA energy efficiency path, 2000-Watt-Gesellschaft until 2050 and Energiestadtlabel.
3. Dissemination of results: stakeholder meetings, expert meetings, SCCER meetings

### 2. Presentation of future solutions to municipalities and building cooperatives

1. Workshops and project meetings with municipality of Wohlen (canton of BE) and HSLU (Lucerne University of Applied Sciences and Art - School of Engineering and Architecture) for holistic energy concept for Swiss urban quarter (<http://blog.bkw.ch/drei-partner-ein-energiekonzept-fuer-morgen/>).
2. Municipalities: Köniz, Ipsach, Ittigen
3. Eisenbahner Baugenossenschaft Weissenstein – building cooperative association, canton of Bern

### 3. Business-Case calculations for energy concept & solar integration

1. Economic assessment of holistic energy concept for municipality of Wohlen (BE)
2. Business-case assessment based on results of solar feasibility study finalised
3. Assessment of 8 different district heating systems with solar assistance and with or without seasonal heat storage for different solar ratios (16 – 87 %)

4. internal launch of feasibility study for detailed assessment

#### **4. Feasibility case study of solar-assistance for district heating grid in planning phase:**

1. Feasibility study for solar-assisted district heating grid finalized – results attached (Annex 2).
2. Ongoing assessment of incoming projects in project execution department suitable for Task 52

#### **5. Task activities**

1. Holistic energy concept for municipality of Wohlen (canton of Bern)
2. Organisation and hosting of 2<sup>nd</sup> Expert Meeting of IEA SHC Task 52 at BKW premises in Bern, Switzerland, 29.+30.09.2014
3. Expert Meeting participation 2014 - 2017
4. Annual reportings 2014 – 2017

#### **6. Assessment of Solar District Heating in Switzerland:**

1. Feasibility study results under discussion in industry sector, research & municipalities
2. Review on operators and planners of large solar thermal installations
3. Exchange with research, solar association and manufacturers in Switzerland
4. Database for all district heating grids in Switzerland:
  1. Outdated
  2. All technologies
  3. Information not complete

#### **7. Further activities related to Task 52**

1. Publications of project "Energiekonzept Wohlen" results via different channels (<http://blog.bkw.ch/drei-partner-ein-energiekonzept-fuer-morgen/>).
2. Internal project results transfer to stakeholders and follow-up projects launched
3. Presentation of holistic energy concept project for urban quarters at Energie-Cluster day seminar on plus energy buildings and quarters, Bern/CH, November 2015
4. Presentation of feasibility study at OTTI 25. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein/DE, Mai 2015
5. Finalisation of Smart Heat Design project in 2015
6. Involvement of BKW electrical grid department for collaboration in the Smart Heat Design project (CREM)

#### **8. Conference activities**

1. Presentation "Solarwärme für urbane Gebiete in der Schweiz " at OTTI 25. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein/DE, Mai 2015
2. Presentation proposal to national conference on solar thermal heat - 3. Tagung Solarwärme Schweiz 2015

3. National District Heating Forum 2014 (Fernwärme Forum), Biel (CH)
4. 2nd International Solar District Heating Conference, Hamburg (D)
5. Presentation proposal to national conference on solar thermal heat - 3. Tagung Solarwärme Schweiz 2014, Luzern (CH)
6. National District Heating Forum 2015, Biel (CH)
7. Abstract submission for OTTI Solar Thermal Symposium in May 2015, Bad Staffelstein (D)

## National Cooperation

Project execution with municipality of Wohlen bei Bern and Lucerne University of Applied Sciences and Arts. Follow-up activities launched.

Presentation of holistic energy concept project for urban quarters at Energie-Cluster day seminar on plus energy buildings and quarters, Bern/CH, November 2015

Exchange with solar association, research and manufacturers in Switzerland

Collaborative work with CREM in the Smart Heat Design project

Cooperation with SFOE (Swiss Federal Office of Energy) for this contract

## International Cooperation

IEA Task activities and exchange with participants

Task expert meetings: Copenhagen, Freiburg, Bern (hosted by BKW), Lisbon, Freiburg *no participation: Vienna, Aalborg,*

## Project Results

The **project "Holistic future energy concept"** related to **task 52** contents was finalized by BKW. Results were disseminated and led to new follow-up activities. Together with **Wohlen municipality** and **Lucerne University of Applied Sciences and Arts**, a holistic **future energy concept** for a pilot quarter was developed, including **business model innovation for the energy transformation** and a **financial and technical roadmap** to implement measure to meet the energy goals of the future. Apart from technical aspects, strong focus was laid on **social and economic aspects**. In this regard, workshops with municipal stakeholders were carried out to assess specific **public acceptance** for innovative or future approaches. The project started in July 2015 and was finished in October 2016. See the summary in the blog article (Annex 1) or the detailed report (Annex 3).

A **profound feasibility study for solar-assistance** of a wood-driven district heating in the planning phase was carried out. Due to lacking experience of the Swiss engineering company, parts of the initial study needed to be revised by a solar professional from Austria. **Results** show promising values. Cost accuracy is expected to be around 10 - 15%. The **economic assessment** is finished. The district heating grid will not be built as one potential key customer refused to participate and thus, the whole business case is negative. See the results in Annex 2.

# Annex 1

Professional article on main results for holistic energy concept; GERMAN: "Drei Partner: ein Energiekonzept für Morgen", FRENCH: "Trois partenaires, un concept énergétique pour demain"

## Fachartikel "Energiekonzept Wohlen", Christine Weber

### Drei Partner: ein Energiekonzept für Morgen

**Die Energiewelt ist komplex: Soll man sich an einem Wärmeverbund beteiligen, eine Photovoltaikanlage mit Batterielösung installieren oder doch eher auf konventionelle Energieproduktion setzen und die alte Ölheizung amortisieren? Jede Hausherrin beschäftigt sich früher oder später mit der Frage nach der besten Energielösung. Zukunftsgerechtete Gemeinden wollen sie dabei unterstützen. Doch wie? Die Gemeinde Wohlen bei Bern, die Hochschule Luzern (HSLU) und die BKW haben ein Energiekonzept für den Gemeindeteil Uettligen entwickelt, das wegweisend ist - auch für andere Gemeinden.**

In der Gemeinde Wohlen bei Bern steht ein Haus aus den 1960er-Jahren, es wird mit Öl beheizt; beim Nachbarhaus wurde vor zwei Jahren eine Photovoltaikanlage installiert, zudem soll das Schulhaus der Gemeinde in den nächsten Jahren saniert werden und eine neue Heizung bekommen. Wie könnte man ein nutzbringendes Gesamtkonzept zur Energielieferung für alle Parteien gestalten? Welche Energieträger würde man für welchen Haustyp wählen? Und wie kann die Gemeinde langfristig als [Energiestadt](#) ihre Ziele erreichen? Gemeinsam haben die drei Partner Hochschule Luzern, die Gemeinde Wohlen und das Energieversorgungsunternehmen BKW eine Studie mit einem zukunftsweisenden Energiekonzept und passenden Geschäftsmodellen entwickelt.

### Energieziele der 2000-Watt-Gesellschaft

Langfristig will die Gemeinde die Energieziele der 2000-Watt-Gesellschaft bzw. die Richtwerte des SIA-Effizienzpfades Energie ([SIA 2040](#)) erreichen und damit aktiv die Umsetzung der Energiestrategie vorantreiben. Ziel war es, das Energiekonzept für Uettligen, die ausgewählte Pilotregion der Gemeinde Wohlen, sowohl mittelfristig als auch langfristig umsetzbar zu machen. Die Studie liefert aber auch Erkenntnisse für die Anwendung in weiteren Quartieren oder Gemeinden, denn die gewählte Methodik ist leicht verständlich und auf andere Gebiete übertragbar. Thomas Schluck, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HSLU – Technik und Architektur, erklärt die Anwendbarkeit der Studie: «Die entwickelte Vorgehensweise kann 1:1 auf andere Gemeinden angewendet werden. Damit interessierte Gemeinden von dem gewonnenen Wissen und dem Energiekonzept profitieren, können sie auf die entwickelte Methode zurückgreifen. Eine Gemeinde kann sich dadurch ein ebenfalls massgeschneidertes und ganzheitliches Energiekonzept wie Uettligen schaffen.»

### Zukunftsweisendes und ganzheitliches Energiekonzept für Uettligen

Als typisches Schweizer Dorf erfüllt der Gemeindeteil Uettligen in Wohlen die Anforderungen für ein Pilotprojekt optimal. In einem ersten Schritt wurden die Ausgangslage und Ziele definiert und die Berechnungsgrundlagen abgeklärt. Dazu hat die HSLU eine Ist-Zustandsanalyse des Dorfes erstellt. Sie beinhaltet die Siedlungsstruktur, den Gebäudebestand, die Energieversorgung und das Energiepotenzial der lokalen Ressourcen des betrachteten Perimeters. Im zweiten Schritt wurden aus diesen Daten die Gebäudebestandsentwicklung und Energieversorgungsvariante erarbeitet. Abschliessend wurde daraus das innovative, detaillierte Gesamtenergiekonzept (Multi-Utility = Strom, Wärme, Gas) erstellt und mit einem konkreten Vorgehensplan vervollständigt. Das Dorf Uettligen wurde nach der Siedlungs- und Energiedichte (Einwohnerzahl bzw. Kilowattstunde pro Quadratmeter) in drei Zonen (Ortskern, Wohngebiet oder Gewerbegebiet) eingeteilt. Je nach Ortsteil empfiehlt die Studie unterschiedliche erneuerbare Technologien, wie in Abbildung 1 dargestellt: So eignet sich der Ortskern (rot) aufgrund seiner hohen Wärmedichte pro Quadratmeter insbesondere für einen Holzwärmeverbund. Eine weitere Zone – Wohngegend (blau) – eignet sich vor allem für den Einsatz von Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen. Die dritte Zone – einzelne Höfe (braun) – sind mit einer Holzheizung, z. B. mit Pellets oder Hackschnitzel gut beraten.

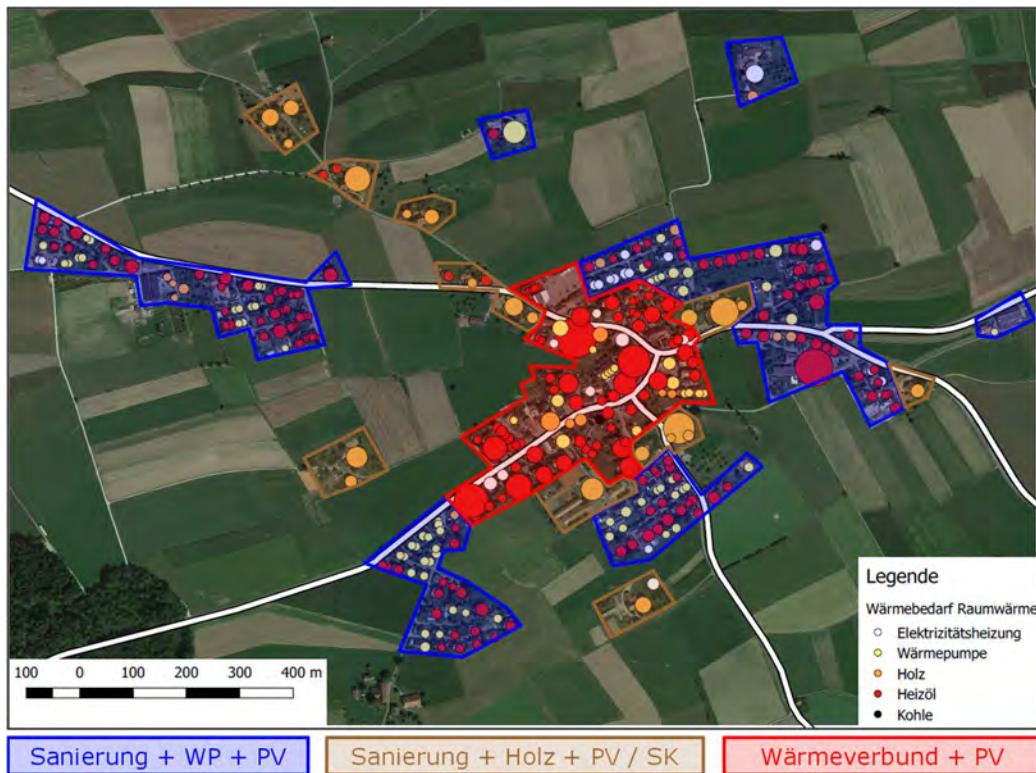


Abbildung 1: Der Gemeindeteil Uettligen wurde in drei energetische Zonen eingeteilt (Quelle: Abschlussbericht Energie- und Geschäftsmodellkonzept, Oktober 2016)

Der klare, strukturierte Massnahmenplan zeigt für die Gemeinde drei Etappen bis 2050:

1. Umsetzung des Wärmeverbunds als prioritäre Aktivität (rote Kurve)
2. Einsatz von Wärmepumpen (blaue Kurve)
3. Einsatz von Holzheizungen (braune Kurve)

Abbildung 2 zeigt diese drei Etappen sowie die nötige Staffelung des Budgets. Während aller Etappen sollten fortlaufend Sanierungen an der Gebäudehülle durchgeführt und Photovoltaikanlagen gebaut werden.

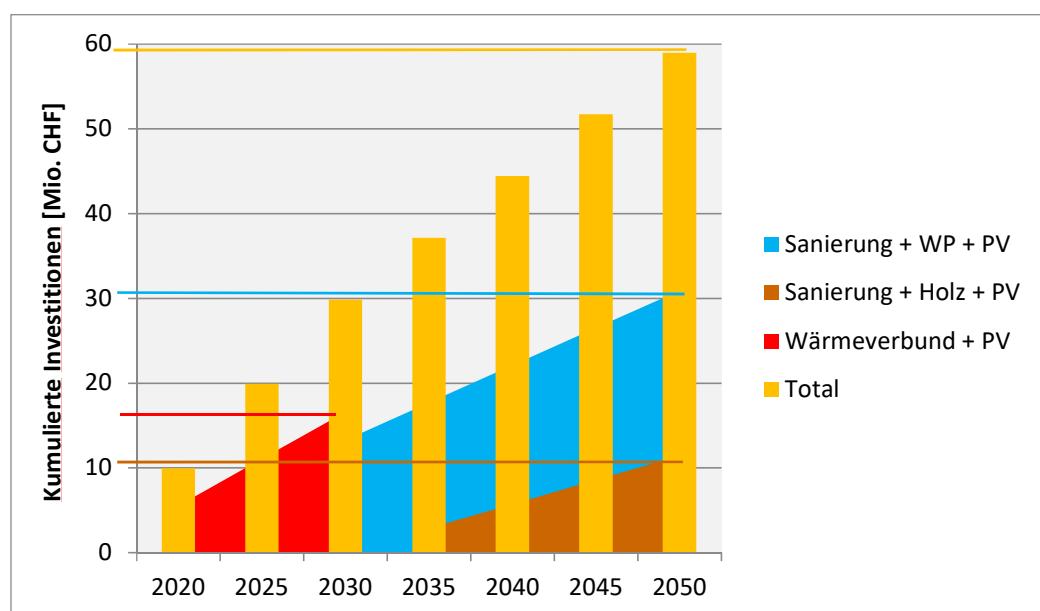


Abbildung 2: Etappierung der Umsetzungsmassnahmen und Kosten bis 2050 (Quelle: Abschlussbericht Energie- und Geschäftsmodellkonzept, Oktober 2016)

## Vorteile und Erfolg durch Zusammenarbeit

Die Konstellation der Partner macht klar den Mehrwert des Projektes aus: Die Hochschule Luzern – Technik & Architektur entwickelt mit ihren Forschenden im SCCER (Swiss Competence Center for Energy Research) neue Lösungen für die Energiewende. Im [SCCER «Future Energy Efficient Buildings and Districts»](#) werden urbane dezentrale Energiesysteme, autarke Belichtungssysteme und Energiemanagement für Gebäude erforscht. Damit übernahm die HSLU den Forschungsteil und die Methodik im gemeinsamen Projekt. Die BKW lieferte das nötige praktische Wissen, die Erfahrung im Energiesektor und zugehörige anonymisierte Daten. Die Daten zur Bevölkerungsentwicklung und Siedlungsstruktur hat die Gemeinde bereitgestellt. Durch die Einbindung der verschiedenen Kompetenzen und Bedürfnisse der Stakeholder, insbesondere der Gemeinde und der Bevölkerung, wurde eine erfolgreiche Ausgangssituation für die Studie geschaffen.

## Geschäftsmodellintegration durch Gemeindeplattform

Die Studienleiter untersuchten diverse Geschäftsmodelle und deren Integration. Dabei zeigten sich Vorteile einer Plattform, um Geschäftsmodelle koordiniert zu integrieren. Über diese Gemeindeplattform sind die Gemeindeverwaltung, der Lösungsanbieter, finanzielle Institutionen und die Einwohner miteinander in einer Organisation verbunden, wie in Abbildung 3 dargestellt. Sie soll zur Koordination aller Aktivitäten zur Umsetzung des Energiekonzepts dienen und einen Kontaktpunkt zwischen Lösungsanbietern, Konsumenten, Prosumenten (gleichzeitig Produzenten und Konsumenten) sowie Investoren bieten. Über die Gemeindeplattform können die Einwohnerinnen und Einwohner aktiv an der Energiewende teilnehmen. Sie bietet Informationen zur Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes und zeigt auf, wie sie dazu beitragen können und welchen Nutzen sie davon haben. «Gute technische Lösungen werden nur dann umgesetzt, wenn alle Beteiligten ihre Interessen anerkannt und berücksichtigt sehen. In der Gemeinde ist die Zahl der Beteiligten hoch und die entsprechenden Interessen sind besonders vielfältig. Dies erfordert mehr als nur einen Vertrag auf Papier, sondern eine aktive Koordination und damit den fortlaufenden Einbezug der Interessen. Diese Vorteile schafft die Gemeindeplattform», erklärt Thomas Schluck.



Abbildung 3: Gemeindeplattform für die zukünftige Umsetzung der Energieziele. Die drei Partner arbeiten eng zusammen – und unterstützen die Bevölkerung (Quelle: Abschlussbericht Energie- und Geschäftsmodellkonzept, Oktober 2016)

Die BKW evaluiert aktuell konkrete Umsetzungsprojekte und eine Erweiterung ihres Gemeindeangebots, um Gemeinden mit Energiezielen als ganzheitliche Lösungsanbieterin zur Seite zu stehen.



Dieter Schmid (BKW, links) gratuliert Gemeindepräsident Ueli Müller zum Engagement für eine vorbildliche Energiezukunft.

## **BKW und Gemeinde Wohlen: gemeinsam für eine zukunftsorientierte Energiestrategie**

Die zertifizierte Energiestadt Wohlen bei Bern unterstützt die Energiepolitik des Bundes und des Kantons Bern. Gemäss Leitbild der Energiekommission soll beispielsweise der Anteil nicht erneuerbarer Energien bis 2025 um 25 Prozent gegenüber heute gesenkt werden. Die BKW und die Gemeinde Wohlen erforschen und realisieren gemeinsam konkrete Projekte zur nachhaltigen Energienutzung (Strom, Mobilität, Wärme etc.). Im Januar 2015 haben die beiden Partner eine entsprechende Vereinbarung unterschrieben.

## Trois partenaires, un concept énergétique pour demain

**Le monde de l'énergie est complexe: faut-il opter pour un réseau de chaleur, des panneaux solaires avec des batteries ou encore la production conventionnelle d'énergie et ainsi amortir l'ancien chauffage au mazout? Chaque foyer s'intéresse tôt ou tard à la question de la meilleure solution énergétique. Les communes tournées vers l'avenir souhaitent vous soutenir dans votre démarche. Mais comment? La commune de Wohlen bei Bern, la Haute école de Lucerne (HSLU) et BKW ont développé un concept énergétique pour le quartier d'Uettligen qui montre la voie, y compris pour d'autres communes.**

A Wohlen bei Bern, une maison des années 1960 est chauffée au mazout. La maison voisine a été équipée d'une installation photovoltaïque il y a deux ans; l'école communale doit être rénovée et son chauffage remplacé dans les prochaines années. Comment concevoir un concept global de fourniture d'énergie utile à toutes les parties prenantes? Quels agents énergétiques choisir pour quel type de maison? Comment la commune peut-elle atteindre son objectif à long terme de [Cité de l'énergie?](#) Ensemble, les trois parties – la Haute école de Lucerne, la commune de Wohlen et l'entreprise d'approvisionnement en électricité BKW – ont développé une étude assortie d'un concept énergétique tourné vers le futur et un modèle commercial adapté.

### Objectifs énergétiques de la société à 2000 watts

A long terme, la commune souhaite réaliser les objectifs de la société à 2000 watts ou se conformer aux valeurs indicatives du parcours pour l'efficacité énergétique de la SIA ([SIA 2040](#)) et faire ainsi progresser activement la mise en œuvre de la stratégie énergétique. L'objectif consistait à rendre réalisable le concept énergétique d'Uettligen, la zone pilote choisie par la commune de Wohlen, tant à moyen qu'à long terme. L'étude fournit toutefois également des connaissances utiles pour une application dans d'autres quartiers ou communes, car la méthodologie sélectionnée est très intelligible et facilement transférable à d'autres régions. Thomas Schluck, collaborateur scientifique au département Technique et architecture de la HSLU, explique l'applicabilité de l'étude: «La démarche développée peut être directement mise en œuvre dans d'autres communes. Celles-ci peuvent recourir à la méthode développée pour profiter, si elles le souhaitent, des leçons apprises et du concept énergétique. La commune peut ainsi créer son propre concept énergétique global sur mesure, comme l'a fait Uettligen.»

### Un concept énergétique global et tourné vers l'avenir pour Uettligen

Village typiquement suisse, le quartier d'Uettligen à Wohlen correspond de manière optimale aux critères d'un projet pilote. Dans un premier temps, la situation initiale et les objectifs ont été définis, tandis que la base des prix a été clarifiée. A cet effet, la HSLU a dressé un diagnostic d'état effectif du village, qui indique la structure résidentielle, l'inventaire des bâtiments, la fourniture d'énergie et le potentiel énergétique des ressources locales dans le périmètre pris en considération. Dans un second temps, l'évolution de l'inventaire des bâtiments et la variante de fourniture d'énergie ont été élaborées à partir de ces données. Le concept énergétique global, détaillé et innovant (Multi-Utility = électricité, chaleur, gaz) a ensuite été créé et complété par un plan d'action concret. Le village d'Uettligen a été divisé en trois zones (centre du village, quartier résidentiel ou zone artisanale), en fonction de la densité de population et d'énergie (nombre d'habitants ou kWh par mètre carré). En fonction de l'endroit dans le village, l'étude recommande différentes technologies renouvelables, comme indiqué dans l'Abbildung 1:

Le centre du village (en rouge) convient particulièrement bien à un réseau de chaleur en raison de sa forte densité de chaleur par mètre carré. Une autre zone (partie résidentielle en bleu) est surtout adaptée à l'utilisation de pompes à chaleur et d'installations photovoltaïques. La troisième zone, comprenant des bâtiments isolés (en marron), devrait plutôt être équipée d'un chauffage au bois utilisant par exemple des granulés de bois ou du bois déchiqueté.

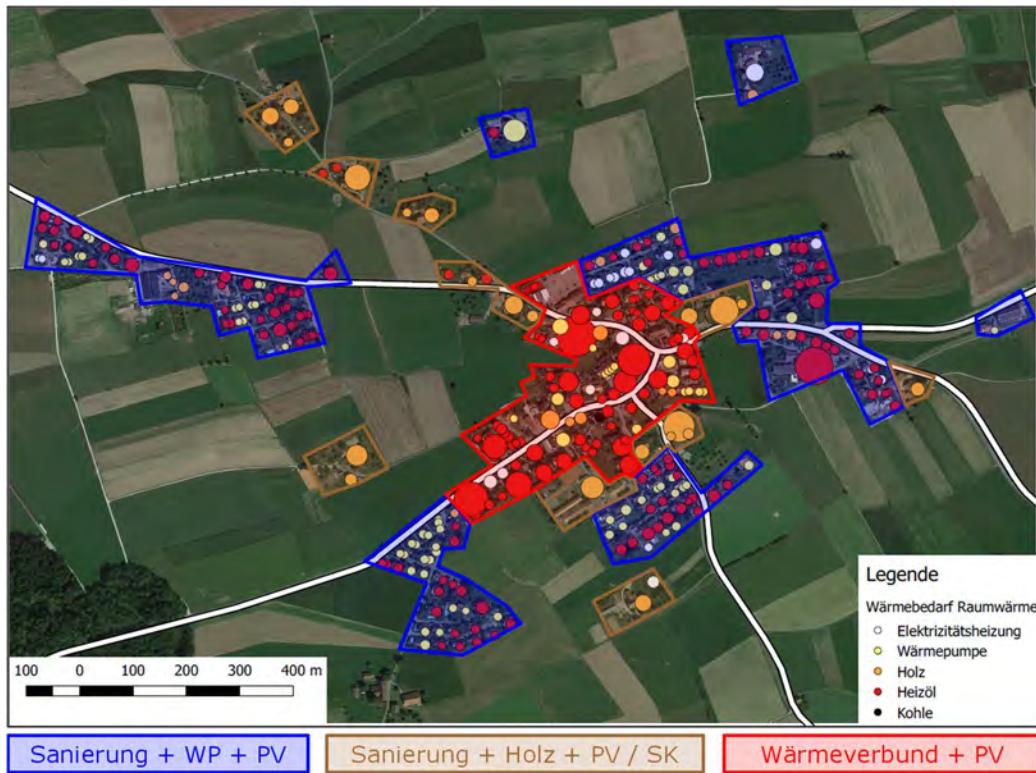


Illustration 4: Le quartier de la commune d'Uettlingen a été divisé en trois zones énergétiques (source: rapport final sur le concept d'énergie et de société, octobre 2016)

Le plan de mesures clair et structuré présente trois étapes d'ici à 2050 pour la commune.

1. Mise en œuvre prioritaire du réseau de chaleur (courbe rouge)
2. Installation de pompes à chaleur (courbe bleue)
3. Installation de chauffages au bois (courbe marron)

L'illustration 2 indique ces trois étapes ainsi que l'échelonnement nécessaire du budget. Des enveloppes des bâtiments doivent être continuellement rénovées et des installations photovoltaïques construites pendant les trois étapes.

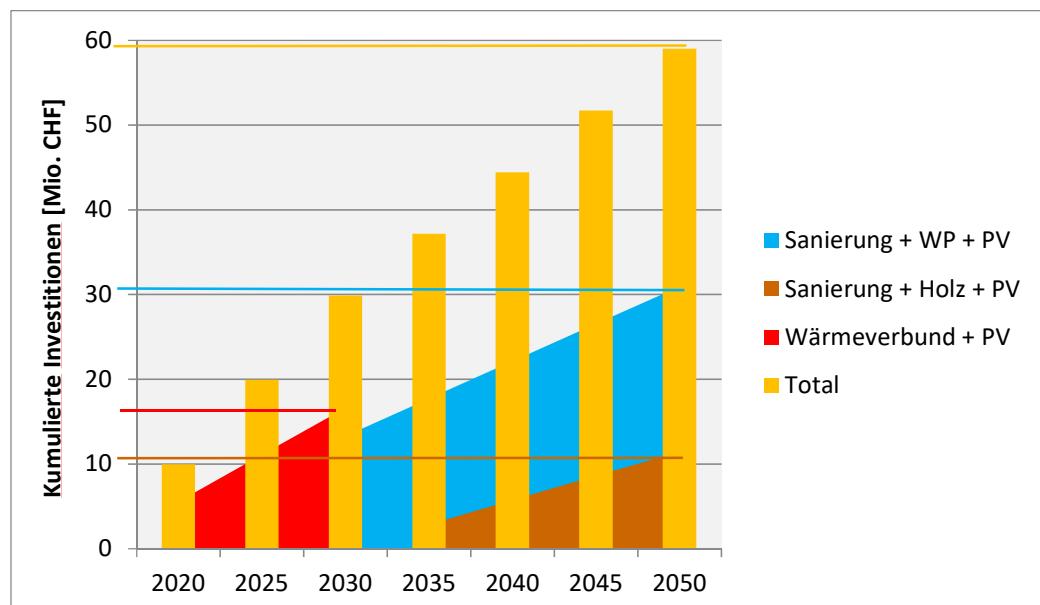


Illustration 5: Echelonnement des mesures de mise en œuvre et coûts d'ici à 2050 (source: Rapport final sur le concept d'énergie et de société, octobre 2016)

## Avantages et réussite par la collaboration

La constellation de partenaires indique clairement la plus-value du projet: le département Technique et architecture de la Haute école de Lucerne développe de nouvelles solutions pour la transition énergétique avec ses chercheurs du SCCER (Swiss Competence Center for Energy Research). Des systèmes énergétiques décentralisés, des systèmes autonomes d'éclairage et une gestion de l'énergie des bâtiments font l'objet de recherches au [SCCER «Future Energy Efficient Buildings and Districts»](#). C'est pourquoi la HSLU a pris en charge la recherche et la méthodologie pour l'ensemble du projet. BKW a fourni les connaissances pratiques nécessaires, l'expérience du secteur de l'énergie et les données anonymisées associées. La commune a mis à la disposition du projet les données relatives à l'évolution de la population et de la structure résidentielle. L'intégration des différentes compétences et des besoins des parties intéressées, notamment de la commune et de la population, a permis de dresser un état des lieux précis de la situation initiale.

## Intégration du modèle de société grâce à une plate-forme communale

Les responsables de l'étude ont analysé divers modèles commerciaux et leur intégration. Ils ont constaté l'utilité d'une plateforme qui permet d'intégrer les modèles commerciaux de manière coordonnée. L'administration communale, le prestataire de solutions, les institutions financières et les habitants sont reliés les uns aux autres, comme indiqué dans l'Abbildung 3. Cette plateforme devrait permettre de coordonner toutes les activités de mise en œuvre du concept énergétique et de servir de point de contact entre les prestataires de solutions, les consommateurs, les prosommateurs (à la fois producteurs et consommateurs) et les investisseurs. Les habitants peuvent participer activement à la transition énergétique grâce à cette plateforme communale, qui offre des informations concernant la mise en œuvre du concept énergétique recommandé et met en évidence comment les habitants peuvent y contribuer et les avantages qu'ils peuvent en tirer. «Les bonnes solutions techniques ne seront mises en œuvre que lorsque tous les participants y verront leur intérêt en toute connaissance de cause. Dans la commune, le nombre de participants est élevé et les intérêts correspondants sont donc particulièrement divers. Cela nécessite bien plus qu'un simple contrat sur une feuille de papier. Il faut en effet une coordination active et donc l'implication continue des personnes intéressées. La plate-forme communale permet à ces avantages de voir le jour», explique Thomas Schluck.

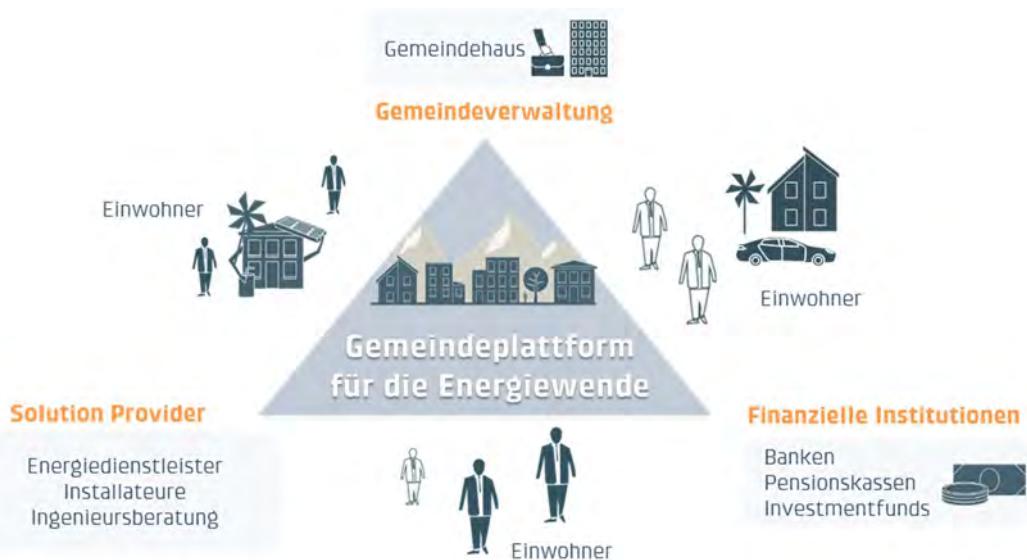


Illustration 6: Plateforme communale pour la réalisation future des objectifs énergétiques. Les trois partenaires collaborent étroitement et soutiennent la population (source: rapport final sur le concept d'énergie et de société, octobre 2016)

BKW évalue actuellement les projets concrets de mise en œuvre et une extension de son offre pour les communes afin de se tenir à leurs côtés en tant que prestataire global de solutions au moyen d'objectifs énergétiques.



Pierre Schmid (BKW, links) gratuliert Gemeindepräsidenten Bärn Müller zum Engagement für eine vorbildliche Energiezukunft.

## **BKW et la commune de Wohlen: ensemble pour une stratégie énergétique tournée vers l'avenir**

Wohlen bei Bern, commune certifiée Cité de l'énergie, soutient la politique énergétique de la Confédération et du canton de Berne. Conformément aux principes directeurs de la Commission de l'énergie, cette dernière prévoit par exemple que la part des énergies non renouvelables soit réduite de 25% d'ici 2025. BKW et la commune de Wohlen explorent et réalisent conjointement des projets concrets pour une utilisation durable de l'énergie (électricité, mobilité, chauffage, etc.). Les deux partenaires ont signé une convention à cet effet en janvier 2015.

## Annex 2

# Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

Municipality of Köniz/BE

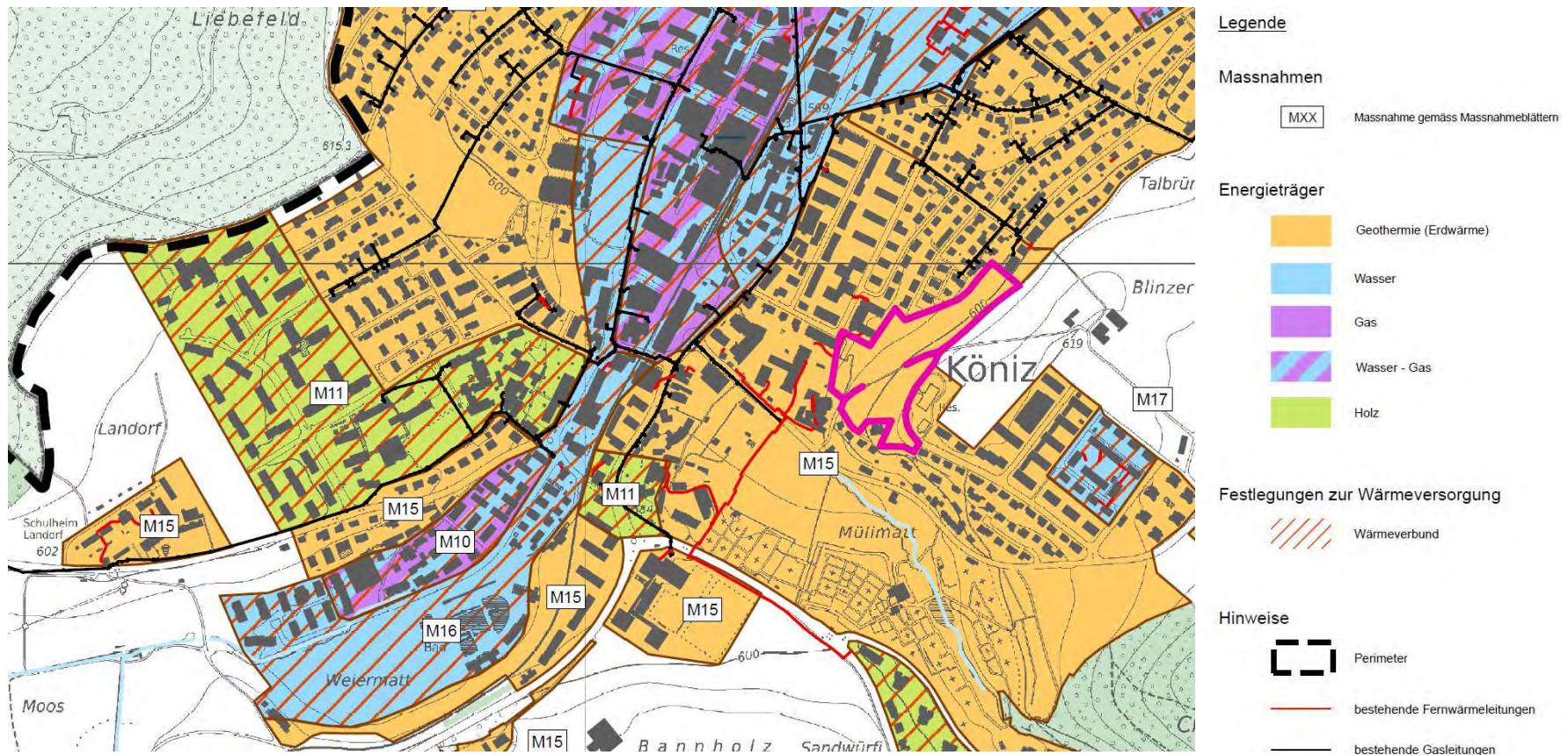
## Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

### Status

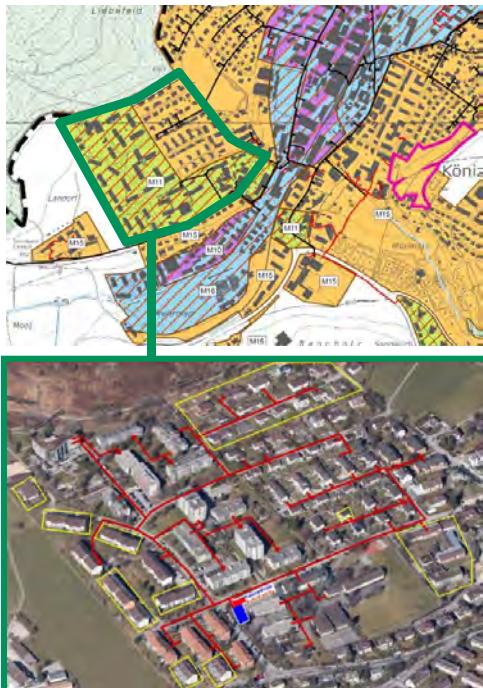
1. Feasibility study completed
2. Results good
3. Heating grid – on hold



# Heating grid – Buchsee-Quartier



# Heating grid – Buchsee-Quartier



## Project description

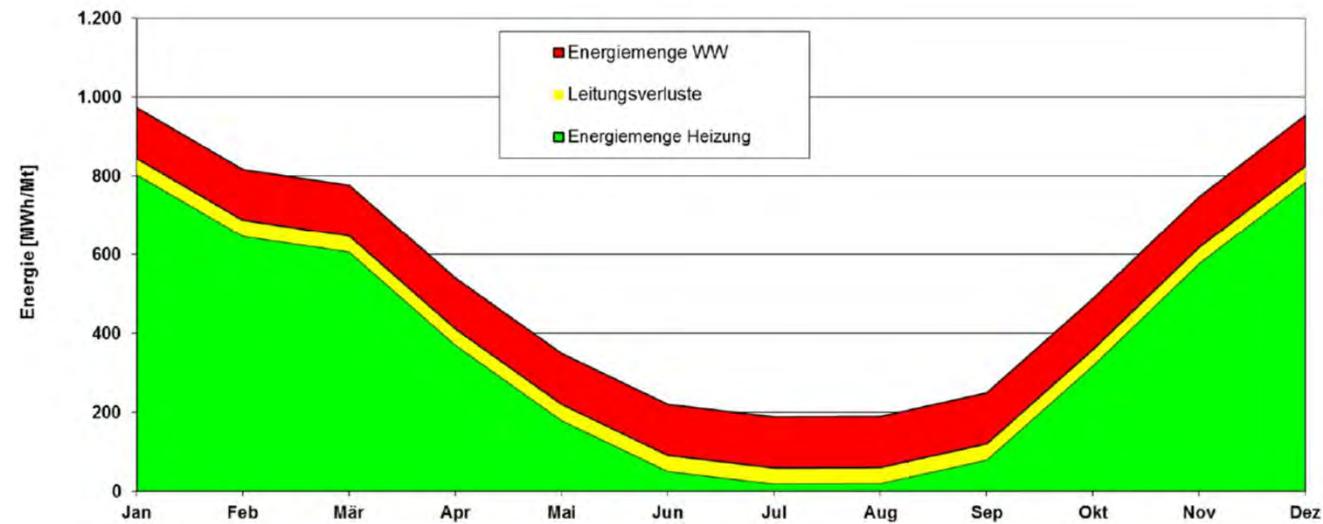
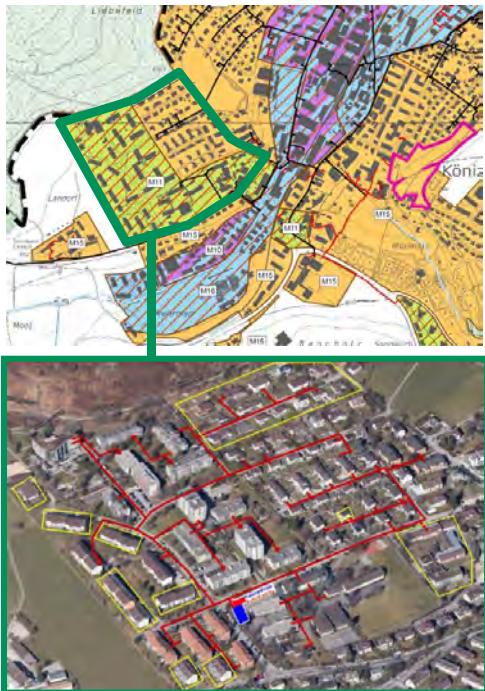
→ delay



## Task 52

### Solar Heat and Energy Economics in Urban Environments

## Heating grid – Buchsee-Quartier



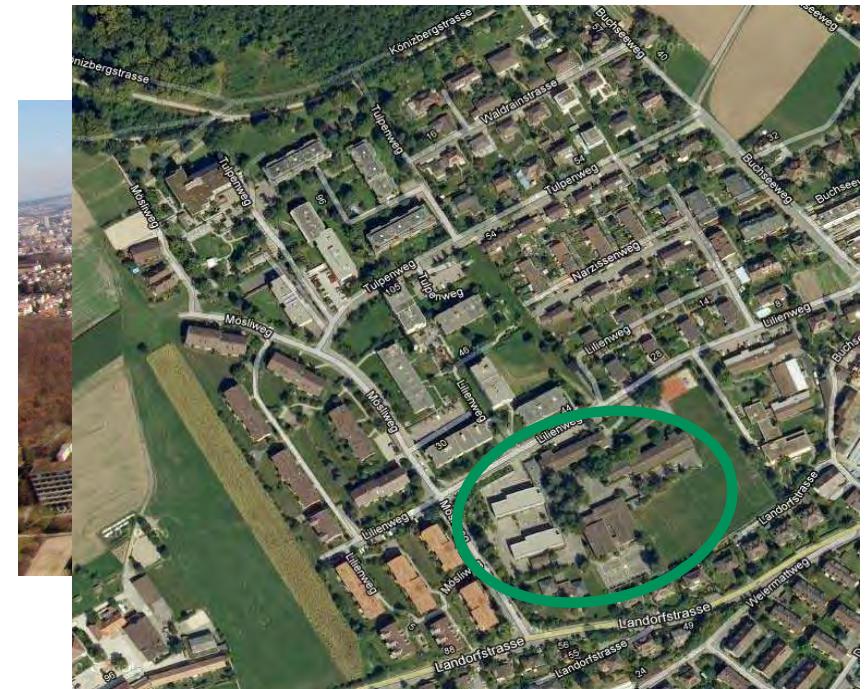
Grid temperatures in **summer**: 75 / 50 °C  
Grid temperatures in **winter**: 88 / 60 °C

→ Medium collector temperature: 67 °C

## Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

Municipality of Köniz (Kt. Bern)  
Energiestadtlabel Gold since 2011  
Energy master plan includes district  
heating grids

→ Wood-driven heating grid in  
customer acquisition phase by  
BKW





## Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

roof	#	area	volumen flow	pipes
A	2	271,40 m <sup>2</sup>	4,8 m <sup>3</sup> /h	DN 40
B	3	271,40 m <sup>2</sup>	4,8 m <sup>3</sup> /h	DN 40
D	6	189,98 m <sup>2</sup>	3,4 m <sup>3</sup> /h	DN 40
E-1	4	217,12 m <sup>2</sup>	3,9 m <sup>3</sup> /h	DN 40
E-2	5	176,41 m <sup>2</sup>	3,1 m <sup>3</sup> /h	DN 32
HZ	1	135,70 m <sup>2</sup>	2,5 m <sup>3</sup> /h	DN 32



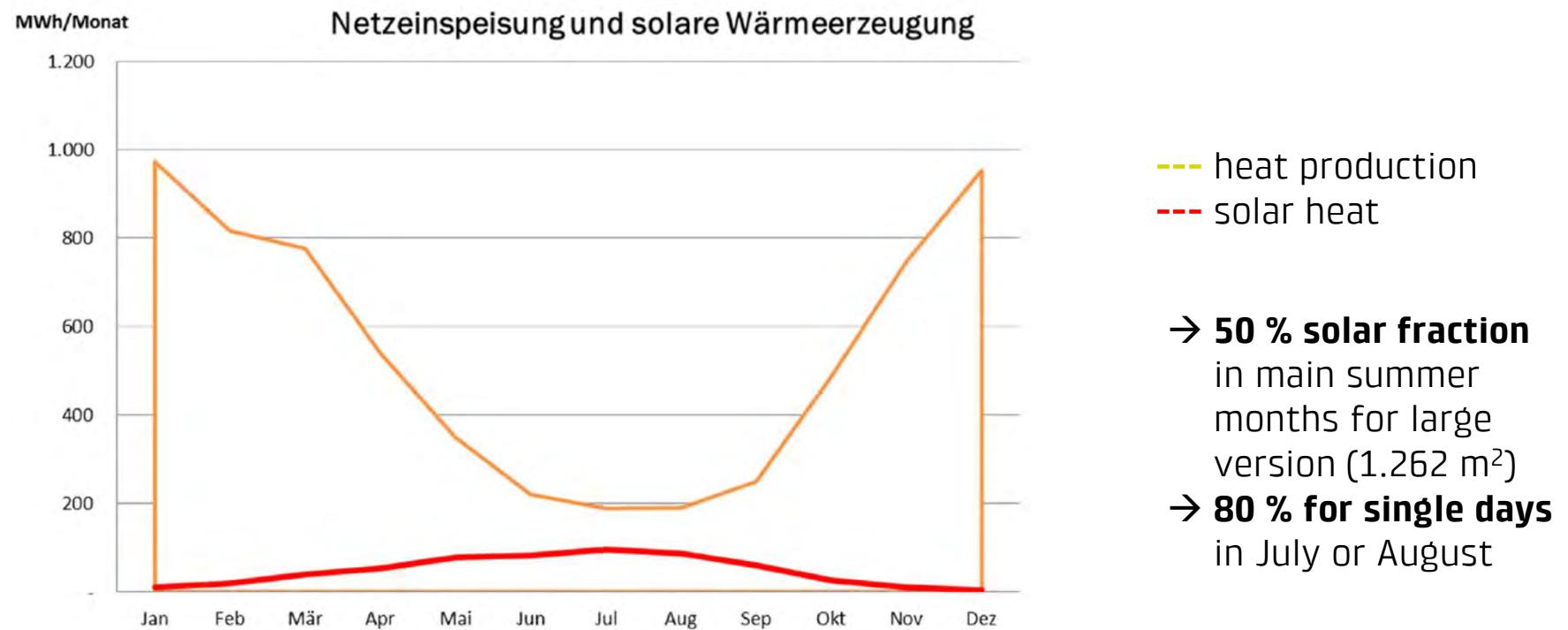
## Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

3 versions for plant layout

1. Basic: Roofs A + B and heating central → **679 m<sup>2</sup>**
2. Version 1: additionally roof D → **869 m<sup>2</sup>**
3. Version 2: additionally roof E1 +E2 → **1.262 m<sup>2</sup>**



## Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier



# Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

## Results

Version	Basic	Version 1	Version 2
<b>Solar installation</b>			
Gross collector area (m <sup>2</sup> )	679	869	1.262
Solar heat production (MWh/a)	280	363	505
Specific heat prodction (kWh/m <sup>2</sup> )	415	410	400
<b>Solar fraction (%)</b>	<b>4.3</b>	<b>5.6</b>	<b>8</b>
<b>Economics</b>			
Investment costs per m <sup>2</sup> (CHF) (Euro)	766 (715)	703 (657)	680 (635)
Heat price (CHF cents / kWh)	12.5	12.9	
<b>First feasibility study results</b>	<b>24</b>		



# Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

## First feasibility study - results

	<b>Solare Deckung [%]</b>	<b>Kollektorfeld [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Solarertrag [MWh/a]</b>	<b>Invest – install. System [€/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Wärmepreis [Rp./kWh]</b>
Best case	3.6	651	235	1'300	24
Worst case	0.7	116	47	1'440	30



# Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

## methodology & dimensioning

### 1. Demand & production evaluation:

1. Heat demand for district heating grid (feasibility study 12.02.15)
2. Available roof area
3. Usable roof area (shading, roof conditions)
4. Election of collector size and distance (shading)
5. Excel tool

### 2. Cost evaluation:

- **DE/AT:** Collector field, solar station, controls
- **CH:** ground preparation, piping, wiring, installation



## Solar-assisted heating grid – Buchsee-Quartier

### results

- Heating costs
- Redundant system = redundant costs → business case negative
- Overall project (district heating grid) stopped → lack of key customer



### Bericht

Horw, 7. Oktober 2016  
Seite 1/107

# **Energie- und Geschäftsmodellkonzept für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)**



Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 2/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

## Impressum

### Auftraggeber

Gemeinde Wohlen bei Bern  
 Anita Herrmann, Bänz Müller  
 Hauptstrasse 26  
 3033 Wohlen

BKW Energie AG  
 Christine Weber  
 Viktoriaplatz 2  
 3013 Bern

### Auftragnehmer

Hochschule Luzern  
 Technik & Architektur  
 Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG  
 Technikumstrasse 21  
 CH-6048 Horw

### Verfasser

Diego Hangartner	HSLU
Thomas Schluck	HSLU
Sabine Sulzer	HSLU
Emanuele Facchinetti	HSLU

### Qualitätssicherung

Matthias Sulzer	HSLU
Stefan Mennel	HSLU

### Verteiler

Anita Herrmann	Gemeinde Wohlen
Bänz Müller	Gemeinde Wohlen
Christine Weber	BKW

### SAP-Nr.

1121425

### Dateiname

r\_20161007\_BKW\_Wohlen\_Energiekonzept.docx

### Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Status	Änderungen und Bemerkungen	Bearbeitet von
Nr. 1	19.08.2016	1. Draft		Alle
Nr. 2	07.10.2016	Final	Anpassung gemäss Inputs von Christine Weber	Alle

## Zusammenfassung

Die Energiestadt Wohlen b. B. (BE) verfolgt langfristig die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft [7] und erfüllt die 2000-W-Kriterien, indem die Richtwerte der SIA 2040 für Wohnen bis 2050 [1] erreicht werden. Dazu wurde die Hochschule Luzern beauftragt, Energiekonzepte für ein typisches Dorf der Gemeinde Wohlen bei Bern zu entwickeln, welche diese Anforderungen für den Betrieb erfüllen. Uettligen wurde als Pilotgebiet für die Analyse ausgewählt. Die Methodik und Berechnungsgrundlagen zur Erstellung der Energiekonzepte wurden von Thomas Schluck im Rahmen seiner Masterarbeit [5] und im Rahmen des SCCERs FEEB&D erarbeitet:

Nachdem die Ausgangslage und Ziele definiert und die Berechnungsgrundlagen abgeklärt wurden, wurde eine Ist-Zustandsanalyse des Dorfes erstellt: Siedlungsstruktur, Gebäudebestand, Energieversorgung und Energiepotential des betrachteten Dorfs wurden analysiert. Diese Analyse wurde basierend auf einem GIS erstellt unter Verwendung georeferenzierter Daten. Danach wurden Zukunftsperspektiven untersucht, indem mögliche Gebäudebestandsentwicklungen und Versorgungskonzepte erstellt wurden. Darauf basierend ergaben sich drei Grundvarianten von Energiekonzepten, welche auf geeignetster Zone angewendet wurden und zum empfohlenen Energiekonzept führte. Jedes Grundkonzept deckt somit einen gewissen Teil vom heutigen Wärmebedarf ab:

- Konzept 1: Sanierung + solitäre Wärmepumpen + PV (44% Wärmebedarf)
- Konzept 2: Sanierung + solitäre Holzheizung (Pellet) + PV (16% Wärmebedarf)
- Konzept 3: Zentraler Wärmeverbund (Hackschnitzel) + PV (40% Wärmebedarf)

Die Empfehlung für die Zuteilung eines Konzepts zu einer Zone wurde in Uettligen folgendermassen definiert: Im Dorfkern, in dem die Wärmedichte pro Siedlungsfläche hoch und die Sanierungsmöglichkeiten von denkmalgeschützten Gebäuden beschränkt ist, können die Liegenschaften über einen Hackschnitzel-Wärmeverbund versorgt werden (Konzept 3). Die übrigen Bauten, die mit fossilen Energieträgern versorgt werden, sollen zukünftig saniert werden und mit Wärmepumpen beheizt werden (Konzept 1). Das Konzept 2 kann bei älteren Bauten, die bereits eine bestehende Holzheizung haben, angewendet werden.

Die Ziele der SIA 2040 werden mit dem Konzept 3 in den dafür geeigneten Gebieten mit weniger Investitionen erreicht, als die Sanierung dieser Gebäude auf Stand Minergie. Ein Wärmeverbund ist aber nicht in allen Gebieten von Uettligen wirtschaftlich zu betreiben.

Basierend auf dem empfohlenen Energiekonzept wurde die Vorgehensweise für Geschäftsmodellinnovation, die im Rahmen des SCCER FEEB&D entwickelt wurde, angewandt und eine integrierte Geschäftsmodellstrategie abgeleitet. Vorgeschlagen wird eine Gemeindeplattform, welche von der Gemeinde, dem Lösungsanbieter (z.B. BKW) und einem Finanzinstitut betrieben wird. Die Gemeinde soll die Plattform lancieren, die Einwohnerbeteiligung fördern, die Aktivitäten überwachen und die Fairness und Unabhängigkeit garantieren. Der Lösungsanbieter soll ein Anbieternetzwerk organisieren und umfassende Angebote von Energiedienstleistungen zur Erreichung der Ziele anbieten und darüber informieren. Das Finanzinstitut soll neben finanziellen Instrumenten mögliche Crowdfunding Optionen prüfen und gegebenenfalls anbieten. Durch die gezielte Information, Beratung und Honorierung bereits realisierter Lösungen soll die Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes und damit die Erreichung der Energieziele vorangetrieben werden. Durch Bündelung mehrerer investitionswilliger Einwohner in dieselbe Technologie können finanziell attraktive Lösungen angeboten werden, welche auch hinsichtlich Zeitersparnis für Planung, Projektierung und Umsetzung / Installation Vorteile bringen. Die Gemeindeplattform kann zudem als „Energy Hub“ zum Beispiel eine Strombörse für Uettligen anbieten und mit Systemdienstleistungen handeln.

## Inhaltsverzeichnis

1. Energieglossar .....	5
2. Ausgangslage .....	7
3. Zielsetzung .....	8
4. Methodik .....	9
4.1. Berechnungsgrundlagen .....	13
5. Analyse .....	15
5.1. Siedlungsstruktur .....	15
5.2. Gebäudebestand .....	17
5.3. Energieversorgung .....	20
5.4. Energiepotential .....	30
5.5. Gebäudebestandsentwicklung (GBE) .....	32
5.6. Versorgungskonzepte (VK) .....	34
5.7. Varianten der Energiekonzepte (GBE + VK) .....	38
5.7.1. Konzept 1: Sanierung + solitäre Wärmepumpen + PV .....	39
5.7.2. Konzept 2: Sanierung + solitäre Holzheizung + PV .....	42
5.7.3. Konzept 3: Zentraler Wärmeverbund (Hackschnitzel) + PV .....	45
5.7.4. Wirtschaftlichkeitsberechnung .....	48
5.8. Bewertung .....	52
6. Empfehlung Energiekonzept .....	53
7. Diskussion .....	57
8. Ausblick .....	58
9. Geschäftsmodellentwicklung .....	59
9.1. Identifizierung Geschäftsmöglichkeiten (Schritt I) .....	59
9.1.1. Stakeholder Analyse .....	59
9.1.2. Pains and Gains Analyse .....	59
9.2. Charakterisierung Geschäftsmöglichkeiten (Schritt II) .....	63
9.3. Selektion Geschäftsmodellideen (Schritt III) .....	64
9.4. Identifikation der Benefits & Geschäftsmodellentwicklung (Schritt IV und V) .....	67
9.4.1. Die Gemeindeplattform für die Energiewende .....	67
9.4.2. Lösungsangebote .....	70
9.4.3. Wirtschaftliche Untersuchungen für vorgeschlagenes Szenario .....	74
10. Ausblick .....	79
11. Literaturverzeichnis .....	81
12. Anhang .....	83
12.1. Szenarien .....	83
12.2. Wärmeverbrauch nach Sanierung .....	85
12.3. Kennwerte Heizsysteme und Energieträger .....	85
12.4. Kennwerte BKW-Strommix .....	86
12.5. Konzept 1: Sanierung + WP + PV .....	87
12.6. Konzept 2: Sanierung + Holz + PV .....	89
12.7. Konzept 3: Wärmeverbund + PV .....	92
12.8. Wirtschaftlichkeitsberechnung (Wärme + Strom) .....	94
12.9. Detaillierte Beschreibung der Stakeholder .....	97
12.10. Vorgehen zur Selektion der Geschäftsmodellideen (Schritt III) .....	98
12.10.1. Identifikation der Geschäftsmodellmuster .....	98
12.10.2. Geschäftsmodellideen für identifizierte Muster .....	101
12.10.3. Die 55 Geschäftsmodellideen .....	104

## 1. Energieglossar

### Primär-, End- und Nutzenergie

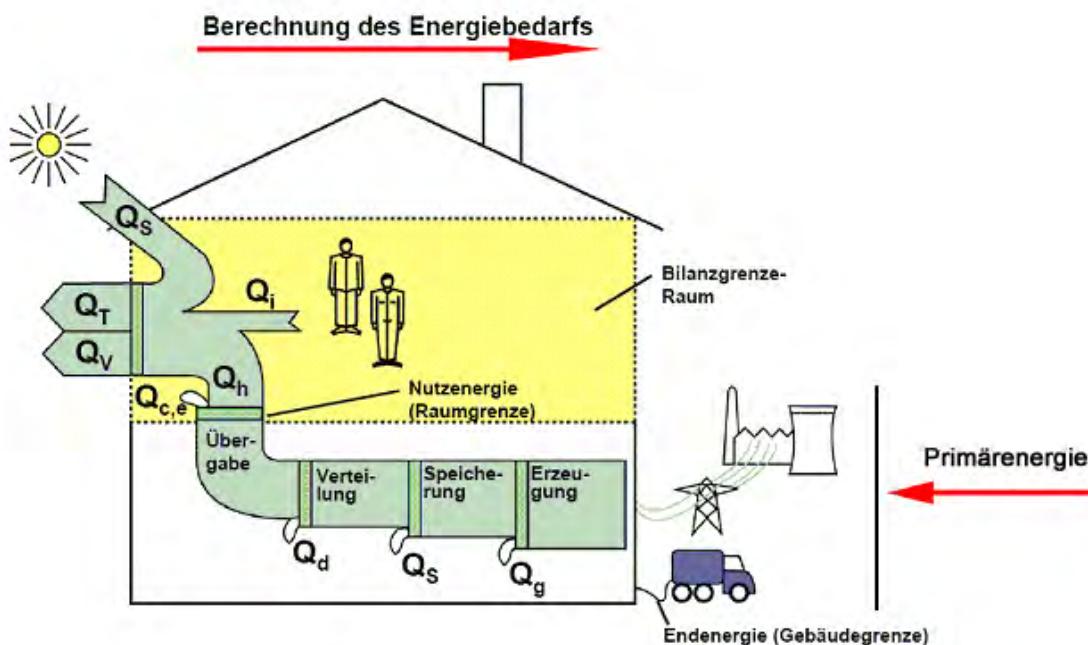


Abbildung 1: Berechnung des Energiebedarfs (Begrifflichkeiten). Quelle: DIN 4701-10

Begriff	Erklärung
Primärenergie Total	Form der Rohenergie, die noch keiner technischen Umsetzung oder Umwandlung und keinem Transport unterworfen worden ist, z.B. Rohöl, Erdgas, Uran oder Kohle in der Erde, Holz im Stand, Solarstrahlung, potenzielle Energie des Wassers, kinetische Energie des Windes. Sie setzt sich zusammen aus der erneuerbaren und der nicht erneuerbaren Primärenergie. [1]
	Primärenergie wird aus Endenergie durch Multiplikation mit den Primärenergiefaktoren gemäss ESU-Services [2] ermittelt.
Primärenergie nicht erneuerbar	Primärenergie, die aus einer Quelle gewonnen wird, die durch Nutzung erschöpft wird, z.B. Uran, Rohöl, Erdgas, Kohle. [1]
Treibhausgas-emissionen	Menge der Treibhausgase (CO <sub>2</sub> , Methan, Lachgas und weitere klimawirksame Gase), die pro verwendete Energieeinheit in die Atmosphäre emittiert wird. Sie wird als äquivalente CO <sub>2</sub> -Emissionsmenge ausgedrückt, die denselben Treibhauseffekt wie die Gesamtheit der Treibhausgasemissionen hat. Die Treibhausemissionen werden durch Multiplikation aus Endenergie und Treibhausgaskoeffizient gemäss ESU-Services [2] ermittelt.
Endenergie	Energie, die dem Verbraucher zur Umsetzung zur Verfügung steht. Dazu zählen die gelieferte Energie und die am Standort gewonnene und genutzte Energie. [1] Die gewonnene Energie (Umweltwärme, Sonne ...) am Standort wird für die Bilanzierung nicht berücksichtigt.
Nutzenergie	Energie, die dem Verbraucher unmittelbar zur Verfügung steht, z.B. als Strom an der Steckdose, Wärme im Raum, als dem Raum entzogene Wärme (Kühlung) oder als Warmwasser an der Entnahmestelle. [1]

Bilanzgrenze	Perimeter, welcher das Gebäude (oder die Gebäudeteile, für welche die Berechnung der Energiebilanz durchgeführt werden soll) inkl. der dazugehörigen Außenanlagen vollständig umschliesst. Er definiert insbesondere die Abgrenzung gegen benachbarte Gebäude oder gegen Gebäudeteile, welche nicht in die Berechnung einbezogen werden sollen. [1]
Energiebezugsfläche	Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Benutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. [1]

### Abkürzungen

THG	Treibhausgas = CO <sub>2</sub> _äquivalente
CO <sub>2</sub> _äq	CO <sub>2</sub> _äquivalente
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
PE n.e.	Primärenergie nicht-erneuerbar
PE Tot	Primärenergie total
JAZ	Jahresarbeitszahl
NSE	Non-Sustainable-Exergy
GIS	Geoinformationssystem
BFS	Bundesamt für Statistik
BKW	Bernische Kraftwerke
SoKW	Solar Kraftwerk Wohlen
EFH	Einfamilienhaus
MFH	Mehrfamilienhaus
EBF	Energiebezugsfläche
PV	Photovoltaik
SK	Solarkollektoren
WV	Wärmeverbund
WW	Warmwasser
WP	Wärmepumpen
LEM	Lokales Energiemanagement

## 2. Ausgangslage

Wohlen bei Bern ist eine zukunftsorientierte Gemeinde, die im Bereich der Nachhaltigkeit eine Vorreiterrolle übernimmt. Die Gemeinde ist seit 1999 Energiestadt und pflegt dieses Label mit einem Massnahmenplan und Leitbild zur Energiepolitik, wie z.B. die Erstellung eines Energiekatalogs, die Einführung von Energiestandards für gemeindeeigene Liegenschaften oder die Kommunikation von energierelevanten Themen an die Bevölkerung [3]. Als weitere Schritte in den kommenden Jahren sieht die Gemeinde vor:

- Die Förderung von erneuerbaren Energien.
- Die Konkretisierung von Wärmeverbunden.
- Die Intensivierung der Kommunikation im Bereich „Energie“.
- Der Erhalt des European Energy Awards GOLD.

Die Gemeinde Wohlen unterstützt die langfristige Vision der 2000-W-Gesellschaft [7] und richtet sich nach den Richtwerten derselben bzw. derer des SIA Energie-Effizienzpfades 2040 [1] (ohne Richtwerte zu Primärenergie Total, wie es im Leitfaden [7] für die Arealentwicklung nach der 2000-W-Gesellschaft vorgesehen ist).

Die BKW stellt sich den Herausforderungen der künftigen Energieversorgung. In verschiedenen Pilotgemeinden sollen Projekte realisiert werden, welche die Transformation des Energiesystems vorantreiben. Die BKW will sich im gleichen Zuge als lokaler, innovativer Energiedienstleister positionieren und unterstützt aus dieser Motivation die Gemeinde Wohlen bei der Entwicklung und Umsetzung einer zukunftsorientierten Energiestrategie.

Die Hochschule Luzern – Technik & Architektur wurde vom lokalen Energieversorger BKW und der Gemeinde Wohlen beauftragt, ein zukunftsweisendes Energiekonzept mit passendem Geschäftsmodell in einer Pilotregion zu entwickeln und somit die Umsetzung der Energiestrategie voranzutreiben. Daraus sollen Erkenntnisse für die Anwendung in weiteren Quartieren oder Regionen gewonnen werden.

### AP1: Potentialanalyse Uettligen als Pilotgebiet

Im Arbeitspaket AP1 wurde eine Bestandsanalyse von zwei Gebieten der Gemeinde Wohlen bei Bern, Beunde und Uettligen, gemacht und separat dokumentiert [4]. Aus dieser Analyse wurde für das Arbeitspaket 2 und 3 Uettligen als Gebiet für die Erstellung des Energiekonzepts und der Geschäftsmodelle ausgewählt.

Der vorliegende Bericht fasst die Resultate aus den folgenden beiden Arbeitspaketen zusammen und diskutiert mögliche Umsetzungsprojekte:

- AP2: Energiekonzept für Uettligen
- AP3: Geschäftsmodellvarianten



Abbildung 2: Gemeinde Wohlen bei Bern mit den zwei untersuchten Gebieten aus AP1: Beunde und Uettligen. (Quelle Bild: GoogleMaps)

### 3. Zielsetzung

#### AP2: Energiekonzept für Uettligen

Das Ziel des Arbeitspakets 2 ist die Entwicklung eines zukunftsweisenden Energiekonzeptes für das Dorf Uettligen. Die Methodik zur Erstellung der Energiekonzepte soll leicht verständlich und auf andere Gebiete resp. Gemeinden übertragbar sein. Das Energiekonzept für Uettligen soll für die Projektpartner BKW und die Gemeinde sowohl mittelfristig wie auch langfristig umsetzbar sein.

Die strategischen Indikatoren zur Beurteilung des Energiekonzeptes sind die durch die Richtwerte SIA 2040 Betrieb für den Bereich „Wohnen“ [7] gegeben. Der Richtwert für Primärenergieaufwand total ist optional einzuhalten.

Tabelle 1: Energieziele von Uettligen bezüglich THG-Emissionen und Primärenergieaufwand

	Richtwerte	Status
Spezifische Treibhausgasemissionen (THG)	5 kg CO <sub>2</sub> _äq / (m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> a)	Zwingend
Spezifische Primärenergie nicht erneuerbar (PE n.e.)	69.5 kWh / (m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> a)	Zwingend
Spezifische Primärenergie total (PE Tot)	125 kWh / (m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> a)	Optional

#### AP3: Geschäftsmodelle

Das Ziel des Arbeitspakets 3 ist die Entwicklung möglicher Geschäftsmodellkonzepte, welche die Umsetzung des erarbeiteten Energiekonzeptes unterstützt. Die Entwicklung möglicher Geschäftsmodellkonzepte wird in allen Teilschritten dokumentiert, damit die Gemeinde und die BKW in weiteren Gebieten ein ähnliches Verfahren anwenden können.

## 4. Methodik

### Methodik zur Entwicklung des Energiekonzeptes

Die Methodik und Berechnungsgrundlagen zu der Entwicklung des Energiekonzeptes in diesem Projekt wurden von Thomas Schluck im Rahmen seiner Masterarbeit [5] erarbeitet und angewendet. Die ausführlichen Erläuterungen zur Methodik können entsprechend in seiner Masterarbeit eingesehen werden, welche den Projektpartnern bereits vorliegt. Zusammenfassend werden die Methodik und der Verweis auf die entsprechenden Kapitel in diesem Bericht in nachfolgender Abbildung dargestellt.

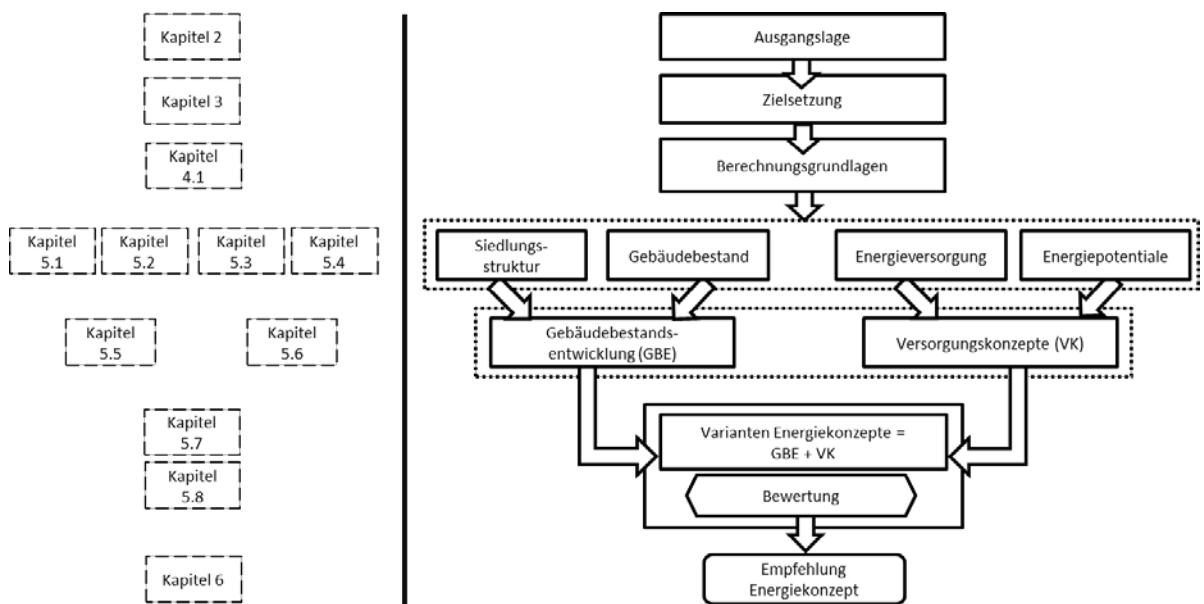


Abbildung 3: Entwickelte Methodik für das Energiekonzept in Uettligen (rechts). Korrespondierende Kapitel zu den jeweiligen Bausteinen (links).

### Methodik zur Geschäftsmodellentwicklung

Basierend auf früheren wissenschaftlichen Arbeiten und durch Erfahrung im Bereich der Geschäftsmodellinnovation wurde eine systematische Vorgehensweise für die Geschäftsmodellinnovation im Bereich Local Energy Management ausgearbeitet [23] und im Folgenden vorgestellt. Local Energy Management (LEM) ist durch das Management von Energieangebot, Energienachfrage und Energiespeicherung in einer lokalen geographischen Zone definiert [23].

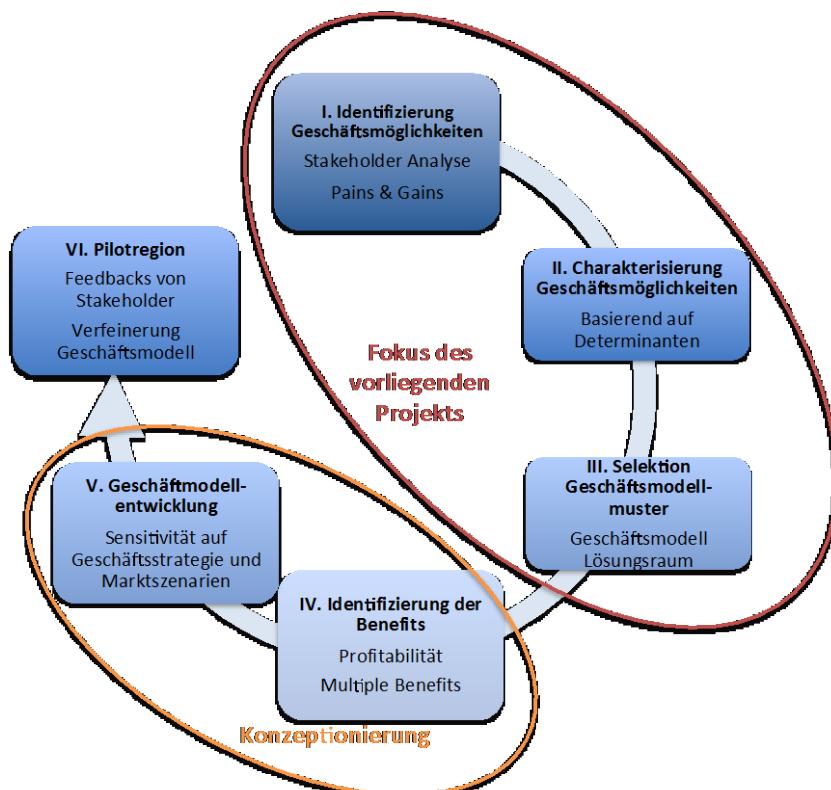


Abbildung 4: Systematische Vorgehensweise für Geschäftsmodellinnovation von Local Energy Management Systemen

Ziel dieser Vorgehensweise ist es, potentielle Interessenvertreter (Stakeholder) eines Local Energy Management Projekts systematisch durch den Prozess der Geschäftsmodellinnovation zu führen. Insbesondere ermöglicht die Vorgehensweise auf der einen Seite die Bewertung neuer Geschäftsmöglichkeiten basierend auf deren Marktdurchdringungspotential; auf der anderen Seite unterstützt sie die Ausarbeitung zugeschnittener Geschäftsmodellkonzepte, in welchen Technologie, Wirtschaft und soziale Aspekte ganzheitlich berücksichtigt werden. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 4 dargestellt.

Der Rahmen dieses Projekts umfasst hauptsächlich die drei ersten Schritte der Vorgehensweise, welche zur Selektion der am besten geeigneten Geschäftsmodellmuster für die in Kapitel 6 erarbeiteten Energiekonzepte führt. Des Weiteren wurden konzeptionell die Vorteile (Benefits) identifiziert (Schritt IV) und insbesondere die Entwicklung einer integrierten Geschäftsstrategie (Schritt V) abgeleitet.

Die Schritte der Geschäftsmodellinnovation bauen auf den Resultaten des Arbeitspakete 2 in den Kapiteln 5, 6 und 7 auf. Abbildung 5 stellt die integrierte Herangehensweise graphisch dar.

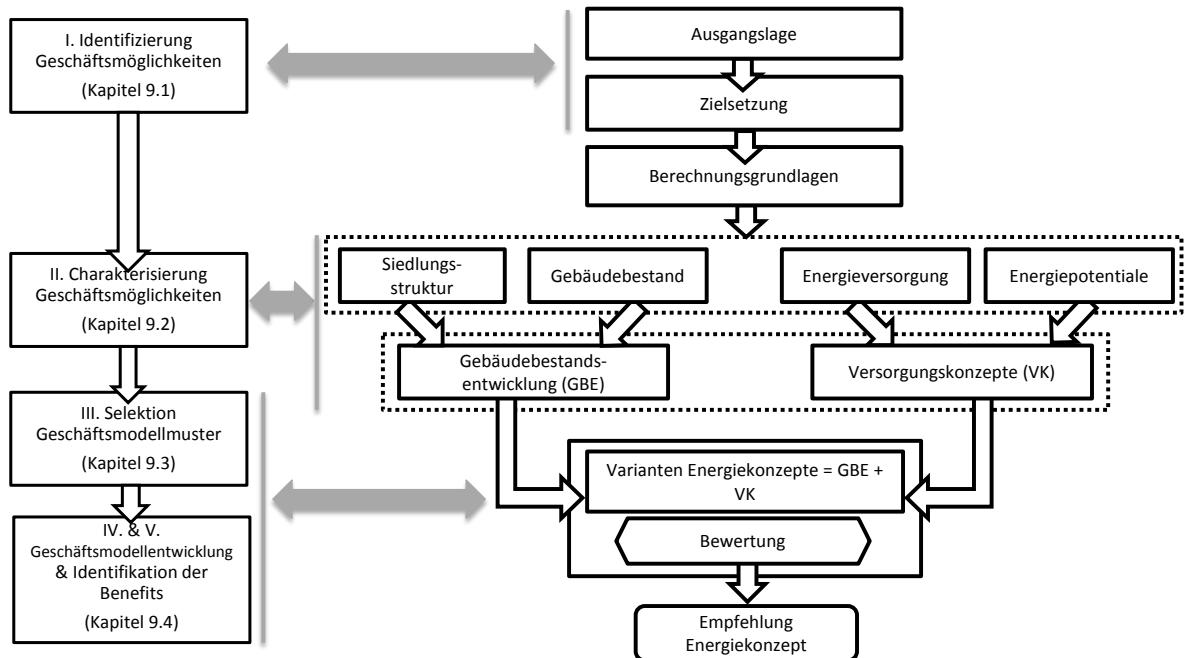


Abbildung 5: Integrierte Herangehensweise: Geschäftsmodell- / Energiekonzeptentwicklung

Im Folgenden werden die sechs Schritte der systematischen Vorgehensweise zur Geschäftsmodellinnovation genauer beschrieben.

### I. Identifizierung Geschäftsmöglichkeiten – *Fokus des Projekts*

In diesem Schritt werden die Stakeholder identifiziert und deren Einfluss und Interesse auf das lokale Energiesystem und möglicher neuer Lösungen abgeschätzt, da die Stakeholder massgeblich neue Geschäftsmöglichkeiten beeinflussen. Die „Pains“ und „Gains“ der Stakeholdergruppen werden ebenfalls in diesem Schritt nach [29] analysiert, um Treiber und Barrieren der vorgesehenen Energiekonzepte auszuleuchten.

### II. Charakterisierung Geschäftsmöglichkeiten – *Fokus des Projekts*

Im zweiten Schritt wird das vorgesehene Energiekonzept anhand von Bestimmungsfaktoren gemäss [22] charakterisiert. Dabei werden technische Aspekte bezüglich der vorgesehenen Local Energy Management Typologie (basierend auf den Kapiteln 5-7), kundenspezifische sozialdemographische Aspekte, sowie makroökonomische Aspekte und regulierende Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Charakterisierung durch vordefinierte Bestimmungsfaktoren ermöglicht die Zuordnung von geeigneten Geschäftsmodellmustern zum vorgesehenen Energiekonzept [24].

### III. Selektion Geschäftsmodellmuster – *Fokus des Projekts*

Die Charakterisierung durch die vordefinierten Bestimmungsfaktoren in Schritt II, ermöglicht die Zuordnung von geeigneten Geschäftsmodellmustern zum vorgesehenen Energiekonzept [24]. Jedes Muster beinhaltet eine Anzahl von Geschäftsmodellideen, welche gemäss Wertschöpfungskette eines Local Energy Managements organisiert sind.

#### **IV. Identifizierung der Benefits – *Konzeptionierung***

In diesem Schritt werden die Benefits bewertet, welche durch das vorgesehene Konzept erzielt werden können. Die Benefits werden in zwei Hauptkategorien eingeteilt: diejenigen, welche die wirtschaftliche Profitabilität direkt beeinflussen und diejenigen, welche sie indirekt beeinflussen. Benefits der ersten Kategorie sind:

- technisch-wirtschaftliche Analysen, wie Investitions-/Betriebskosten der Energieumformung, Speicherungs- und Netzinfrastruktur gegenüber Energieeffizienzmassnahmen.
- Profitabilitätsanalysen zur Abschätzung des Werts im Einzelhandel (z.B. der Marktwert der Dienstleistung) und im Grosshandel.

Die Abschätzung der potentiellen Wertsteigerung des vorgesehenen Konzepts muss auch die Benefits beinhalten, welche nicht direkt zur wirtschaftlichen Profitabilität beitragen. In der wissenschaftlichen Literatur werden sie oft als Multiple Benefits oder Co-Benefits bezeichnet [27]. Diese beinhalten beispielsweise: Emissionsreduzierung, verbesserte Energiesicherheit, verbesserte lokale Luftreinhaltung, Schaffung von lokalen Arbeitsplätzen, Verhinderung von Hochspannungsleistungen usw.

#### **V. Geschäftsmodellentwicklung – *Konzeptionierung***

Durch Kombinieren der Informationen über die geeigneten Geschäftsmodellmuster für das vorgesehene Konzept (Ergebnis aus Schritt III) mit dem Verständnis darüber, wo und wie Wert geschaffen wird (Ergebnis aus Schritt IV), können in Schritt V spezifische Geschäftsmodelle für das vorgesehene Konzept erarbeitet werden. Die Geschäftsmodelle sollten verschiedene Geschäftsstrategien und mehrere zukünftige Marktszenarien adressieren.

In diesem Schritt ist das Einbinden verschiedener Stakeholder wichtig, um deren Präferenzen zu beleuchten.

#### **VI. Pilot Region – *Nicht Teil des Projektes***

Der letzte Schritt dieser systematischen Vorgehensweise fokussiert sich auf die Einführung und das Austesten des entwickelten Geschäftsmodells in der Pilotphase. Die Pilotphase wird als essentiell erachtet, um das neue Geschäftsmodell zu validieren und es mit Hilfe von Feedback der Stakeholder weiterzuentwickeln [25], [29]. Im Weiteren können brauchbare Einblicke für die Marktumsetzungsstrategie aus den Pilotstudien abgeleitet werden.

#### 4.1. Berechnungsgrundlagen

Ausgangspunkt für die Berechnung des Heizwärmeverbrauchs war ein Auszug aus dem Gebäude- und Wohnregister (GWR) des Bundesamts für Statistik für das Dorf Uettligen.

Die Daten zum Stromverbrauch und Stromproduktion der einzelnen Liegenschaften in Uettligen wurden von der BKW zugestellt.

Ergänzt wurde der Datensatz mit Informationen aus anderen Quellen, wie:

- Unterlagen der Gemeinde Wohlen (BE), wie z.B. deren Tankregister,
- Georeferenzierte Datensätze des Kanton Bern und der Gemeinde, wie z.B. der Solarkataster, Grundwassernutzung, geologische Sondierungen, Möglichkeit weiterer Sondierungen, Windgeschwindigkeiten usw. [19-21],
- Publikationen zu Primärenergie- und Treibhausgasemissionsfaktoren [7],
- Publikationen zu Energiekennzahl Wärme [15],
- SIA Merkblatt 2040 [1],
- Strommix der BKW (Siehe Anhang 12.4) und
- Persönlichen Gesprächen und Telefonaten.

In dem so zusammengestellten Datensatz wurde den Gebäuden ihrer Bauperiode entsprechend eine Energiekennzahl Wärme [15] zugeordnet. Diese gewichtete<sup>1</sup> Energiekennzahl ist ein Mass für den mittleren Jahresenergiebedarf, der zur Bereitstellung von Wärme pro Quadratmeter Energiebezugsfläche von Nöten ist.

Es wurde für die bestehenden Gebäude vereinfachend angenommen, dass Energiekennzahl (Siehe Abbildung 12), dem Nutzenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser entspricht, da die meisten bestehenden Gebäude fossil beheizt werden (Wirkungsgrad 0.9 mit Gewichtungsfaktor fossil = 1) und nur wenige über Wärmepumpen (JAZ bei 3.5 mit Gewichtungsfaktor Strom = 2). Als durchschnittlicher Wirkungsgrad über alle Heizsysteme (Holz, Fossil, WP) wird also für die bestehenden Gebäude näherungsweise 1.0 angenommen.

#### Systemgrenze

Das in diesem Projekt erarbeitete Energiekonzept bezieht sich auf das Dorf Uettligen wie es in Abbildung 6 dunkelgrau hinterlegt ist. Die Bilanzierungsgrenze verläuft um das Dorf als Gesamtsystem und liegt nicht auf der Gebäudeebene<sup>2</sup>.

Das Konzept bezieht sich ausschliesslich auf den „Betrieb“, wie er in [1, 7] definiert ist. Der betrachtete Zeithorizont umfasst 35 Jahre, und zwar ausgehend vom Jahr 2015 bis zum Jahr 2050, da dies mit dem vom Bund gewählten Horizont korrespondiert und Wohlen (BE) sich in seiner Energiepolitik stark an diesem orientiert.

<sup>1</sup> Gewichtet gemäss den nationalen Gewichtungsfaktoren nach BFE/EnDK (Fossil = 1, Strom = 2, Holz = 0.7).

<sup>2</sup> Im Dorf gewonnene Energie, wie z.B. Umweltwärme oder Elektrizität aus Photovoltaik ist in der Endenergiebilanz nicht enthalten, wird aber ggf. in manchen Illustrationen aufgeführt.

Horw, 7. Oktober 2016  
Seite 14/107  
Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)



Abbildung 6: Parzellen der Gemeinde Wohlen (BE) hellgrau umrissen. Die politischen Grenzen des Dorfs Uettligen sind in hellgrün eingezzeichnet, das in diesem Projekt betrachtete Kerngebiet als Gesamtsystem ist dunkelgrau eingefärbt.

## 5. Analyse

### 5.1. Siedlungsstruktur

Uettligen ist ein kleines Dorf innerhalb der ländlichen Gemeinde Wohlen bei Bern. Es besteht aus einem Dorfkern mit übermässigem Wohnanteil, Wohnquartieren am Rande des Dorfkerns und abgelegene Bauten – meist Bauernhöfen. Uettligen ist somit vom typischen ländlichen Dorfcharakter des Schweizer Mittellandes geprägt. In der Raumgliederung der Schweiz [6] wird Uettligen (Gemeinde Wohlen bei Bern) als „Periurbane Gemeinde Metropolitaner Region (MP)“ charakterisiert. Eine erste Aufteilung in verschiedene Bauzonen ist in Abbildung 7 dargestellt.

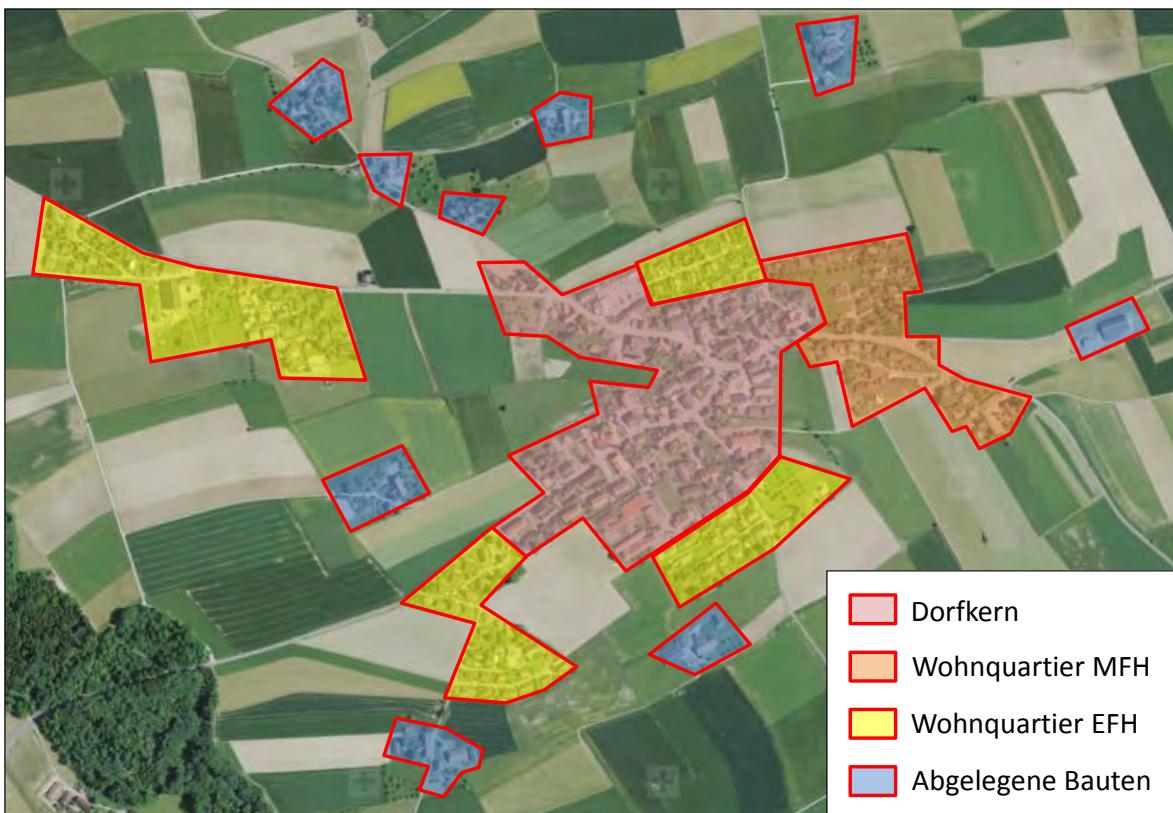


Abbildung 7: Dorfstruktur von Uettligen mit Unterteilung in Zonen

Uettligen wurde in die Zonen Dorfkern, Wohnquartier EFH, Wohnquartier MFH und abgelegende (isolierte) Bauten unterteilt, und zwar anhand der zugrundeliegenden Luftaufnahme wie auch den Nutzungsdaten der Gebäude. Die einzelnen Zonen weisen unterschiedliche Merkmale auf, die bereits relevant für die Auswahl des Versorgungskonzepts sind. Diese Merkmale werden in Tabelle 2 zusammengefasst und erläutert.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 16/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Tabelle 2: Unterschiedliche Zonen in Uettligen mit typischen Merkmalen relevant für die Energiekonzepte.

Zonen	Typische Merkmale (Allgemein)	Fotos (Uettligen)
Dorfkern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher spezifischer Heizenergieverbrauch (<math>\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF a}}</math>)</li> <li>• Hohe Energiedichte pro Siedlungsfläche (<math>\text{kWh}/\text{ha}</math>)</li> <li>• Hohe Vorlauftemperaturen</li> <li>• Oft denkmalgeschützte Gebäude</li> <li>• Oft keine Sanierungsmöglichkeit von aussen</li> </ul>	
Wohnquartier MFH (Altbauten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher spezifischer Heizenergieverbrauch (<math>\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF a}}</math>)</li> <li>• Hohe Energiedichte pro Siedlungsfläche (<math>\text{kWh}/\text{ha}</math>)</li> <li>• Hohe Vorlauftemperaturen</li> <li>• Nicht denkmalgeschützte Gebäude</li> <li>• Sanierung an der Gebäudehülle möglich</li> </ul>	
Wohnquartier EFH (Altbauten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher spezifischer Heizenergieverbrauch (<math>\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF a}}</math>)</li> <li>• Tiefe Energiedichte im Quartier (<math>\text{kWh}/\text{ha}</math>)</li> <li>• Hohe Vorlauftemperaturen</li> <li>• Nicht denkmalgeschützte Gebäude</li> <li>• Sanierung an der Gebäudehülle möglich</li> </ul>	
Wohnquartier EFH (Neubauten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefer spezifischer Heizenergieverbrauch (<math>\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF a}}</math>)</li> <li>• Tiefe Energiedichte im Quartier (<math>\text{kWh}/\text{ha}</math>)</li> <li>• Tiefe Vorlauftemperaturen</li> <li>• Nicht denkmalgeschützte Gebäude</li> <li>• Sanierung an der Gebäudehülle möglich</li> </ul>	
Abgelegene Bauten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher spezifischer Heizenergieverbrauch (<math>\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF a}}</math>)</li> <li>• Tiefe Energiedichte im Quartier (<math>\text{kWh}/\text{ha}</math>)</li> <li>• Hohe Vorlauftemperaturen</li> <li>• Distanz zu den Infrastrukturen im Dorf hoch</li> <li>• Teils denkmalgeschützt</li> </ul>	
Mischzonen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewerbe, Büro, Verkauf, Wohnen im gleichen Gebiet</li> <li>• Wärme und Kälteverbrauch vorhanden</li> <li>• Abwärme vorhanden</li> <li>• In Uettligen nicht in ausgeprägter Form vorhanden</li> </ul>	

## 5.2. Gebäudebestand

Der betrachtete Perimeter in Uettligen umfasst rund 350 Bauten, die gesamthaft einer Energiebezugsfläche von rund 150'000 m<sup>2</sup> entsprechen. Die Energiebezugsfläche wurde für jedes Gebäude aus der im Gebäuderegister geführten Grundfläche und der Anzahl Stockwerke errechnet. Die Aufteilung der Nutzungen ist geographisch in Abbildung 8 und anteilmässig in Abbildung 9 dargestellt.

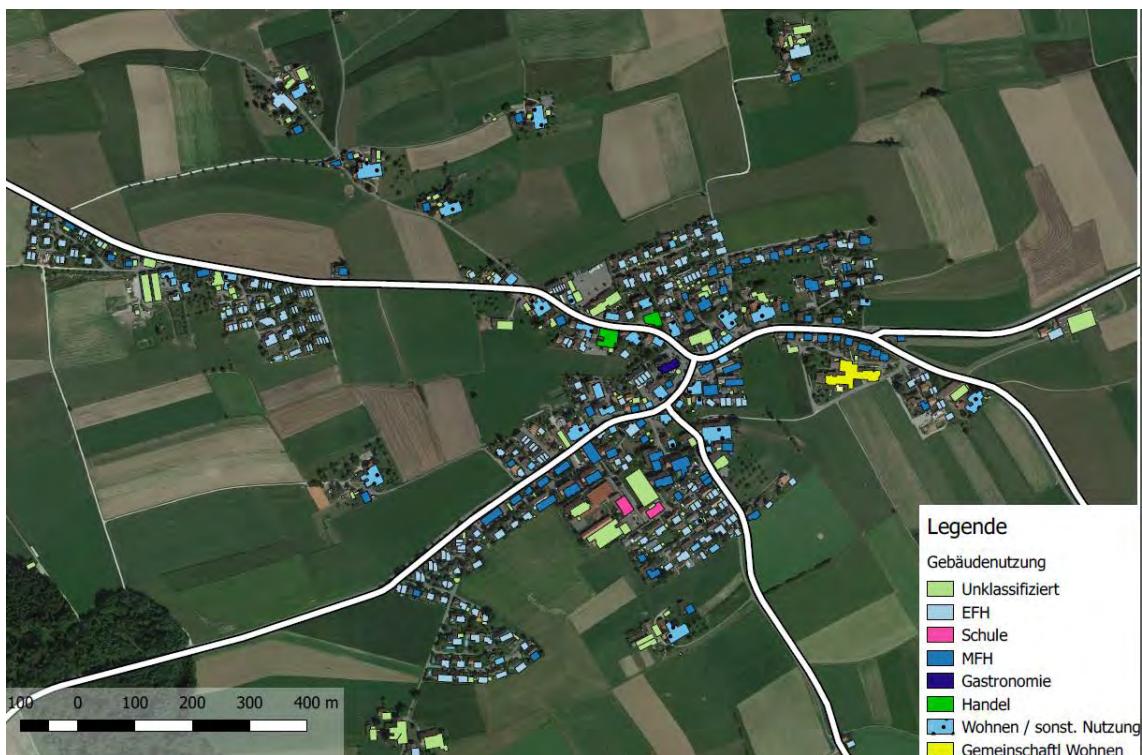


Abbildung 8: Nutzungen innerhalb von Uettligen.

Einzelne Nutzungen werden in den Daten des Bundesamts für Statistik als unklassifiziert bezeichnet. Es handelt sich in Uettligen um die Schule und einzelne Bauernhöfe und Gewerbeblächen.

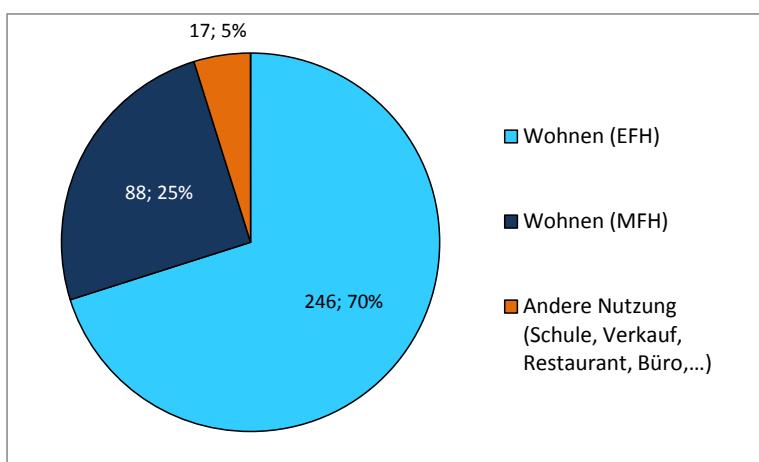


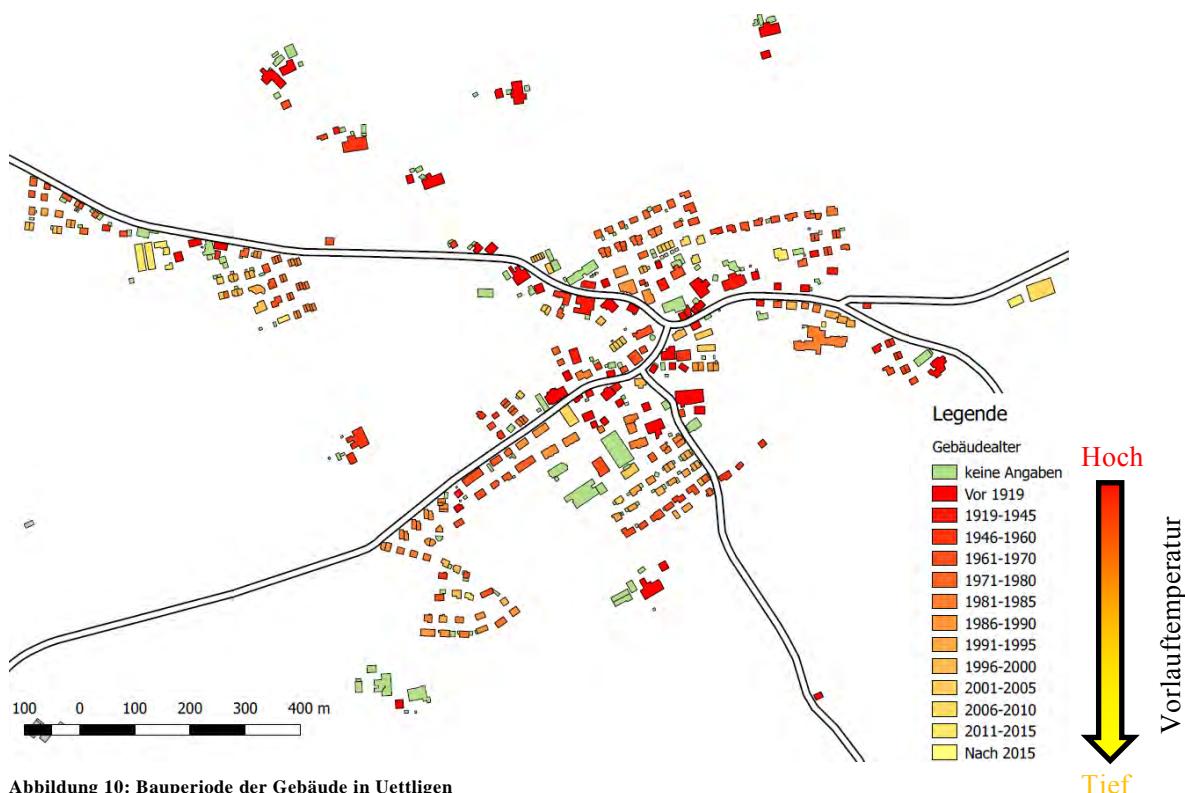
Abbildung 9: Anzahl Gebäude und Anteil der verschiedenen Nutzungen in Uettligen.

Anhand des obigen Diagramms (Abbildung 9) ist klar ersichtlich, dass der Wohnanteil deutlich überwiegt (95% der Gebäude) und somit für die Bewertung nach den Richtlinien der 2000-Watt-Gesellschaft die Gebäudekategorie „Wohnen“ als Referenz herangezogen werden kann. Die restlichen 5% Nutzung bestehen aus Schule, Verkauf, Restaurant und Büros, welche sich vornehmlich im Dorfkern befinden.

### Gebäudealter

Das Gebäudealter ist in der Regel ein guter Indikator für die zur Beheizung des Gebäudes benötigte Vorlauftemperatur. Es gilt qualitativ, dass je älter ein Gebäude ist, desto höhere Vorlauftemperaturen werden benötigt. Neubauten benötigen in der Regel Vorlauftemperaturen von nur rund 35°C. Bei solch tiefen Temperaturen können Wärmepumpen effizient eingesetzt werden. Bei Altbauten, die Temperaturen von bis zu 90°C benötigen, ist der Einsatz von qualitativ hochwertigen Brennstoffen wie z.B. Holz zweckmässiger. Diesem Umstand wird in den späteren Konzepten Rechnung getragen.

Die Bauperiode der Gebäude in Uettligen findet sich in Abbildung 10.



Die ältesten Bauten treten im Dorfkern und als abgelegene, isolierte Bauten (Bauernhöfe) auf. Wohnquartiere, die weniger als 20 Jahre alt sind, haben sich im Süden und im Westen am Rande des Dorfes entwickelt. Die Anzahl der Bauten nach Bauperiode wurde in Abbildung 11 dargestellt.

Die zugrundeliegenden BFS-Daten für Uettligen beinhalteten nur Angaben über die Bauperiode und nicht über die Renovationsperiode bzw. die Periode, welche dem dazumal gültigen Baustandard entspricht. Aus diesem Grund besteht das Risiko, dass der Heizenergieverbrauch anhand des Gebäudealters überschätzt wird.

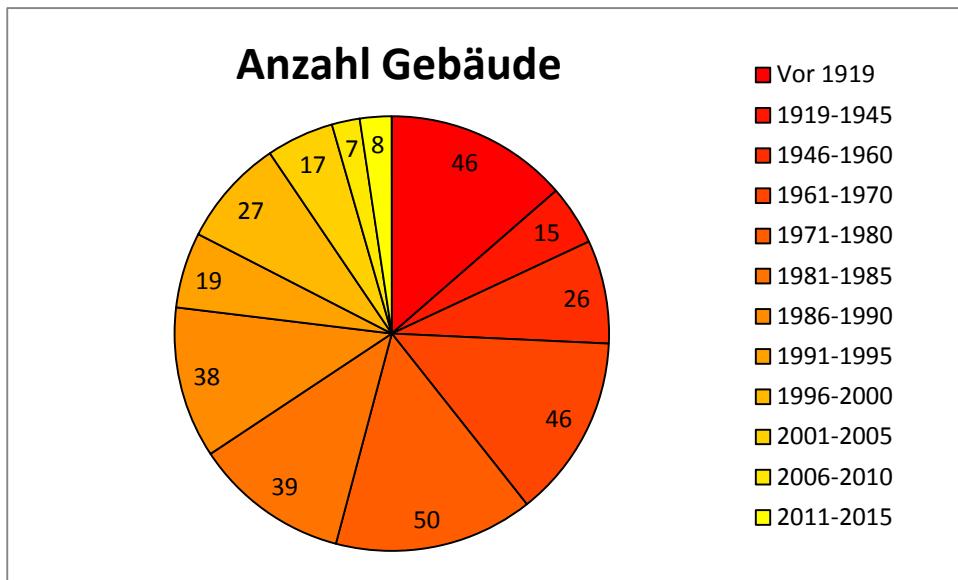


Abbildung 11: Anzahl Bauten in Uettligen unterteilt je nach Bauperiode.

Über drei Viertel der Gebäude wurden vor 1990 gebaut. Die Gebäude, die in dieser Bauperiode gebaut wurden, sind zugleich diejenigen, die am meisten Heizenergie benötigen. Abbildung 12 zeigt die Energiekennzahl Wärme für die Gebäude Uettligens, die den Berechnungen zugrunde gelegt wurden, basierend auf [15] wurde dabei eine prognostizierte Sanierungsrate berücksichtigt.

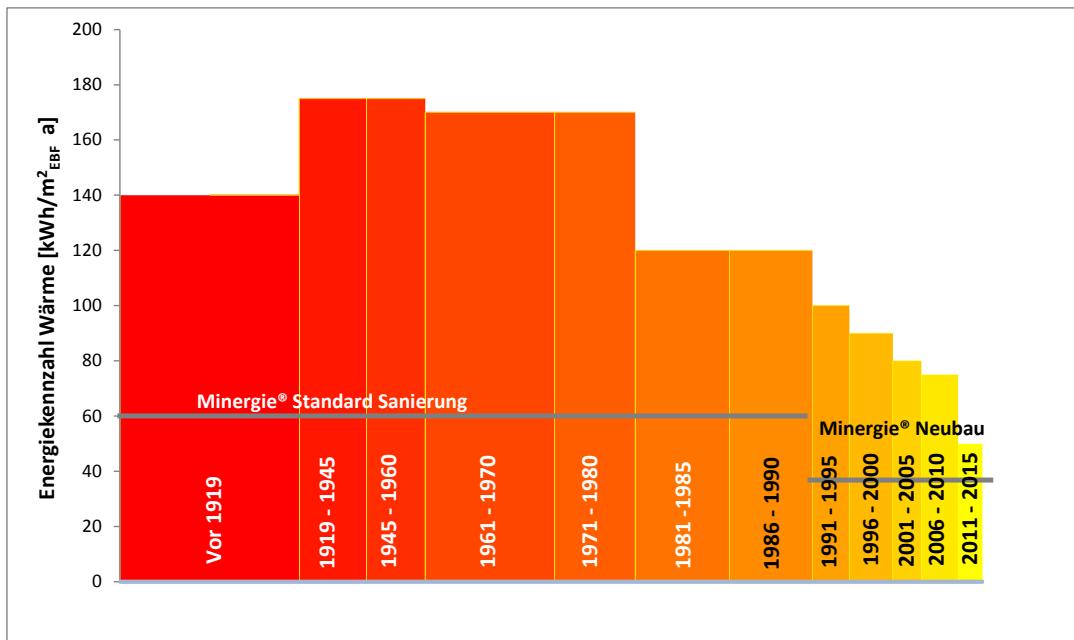


Abbildung 12: Energiekennzahlen Wärme, gemäss [15] leicht reduziert, zur Berechnung des in Uettligen bestehenden Wärmeverbrauchs (Gesamtfläche). Die breite der Balken repäsentieren das Bauvolumen (m<sup>2</sup>\_EBF)

Die Breite der Balken entspricht der pro Bauperiode kumulierten Energiebezugsfläche, sodass die Gesamtfläche dem in den folgenden Betrachtungen verwendeten Wärmeverbrauch in Uettligen entspricht. Das vorhandene Sanierungspotential wird deutlich, wenn man den Vergleich gegenüber dem Minergie Grenzwerten zieht.

### 5.3. Energieversorgung

#### Heizenergieverbrauch

Das Gebäude- und Wohnregister des BFS unterscheidet im GWR-Datensatz die eingesetzten Energieträger nach deren Verwendung zur Deckung des Heizenergieverbrauchs für Raumwärme (Raumwärmeverbrauch) und Warmwasser (Warmwasserverbrauch).

#### Raumheizung

Der geographisch aufgeschlüsselte Raumwärmeverbrauch der einzelnen Gebäude in Uettligen findet sich in Abbildung 13 wieder. Die Farbe schlüsselt den Energieträger auf, der für die Deckung des Raumwärmeverbrauchs eingesetzt wird. Die Grösse der Punkte hingegen ist proportional zum absoluten Heizenergieverbrauch. Der spezifische Wärmeverbrauch schwankt für die Liegenschaften zwischen 30 und 170 kWh/m<sup>2</sup>a.

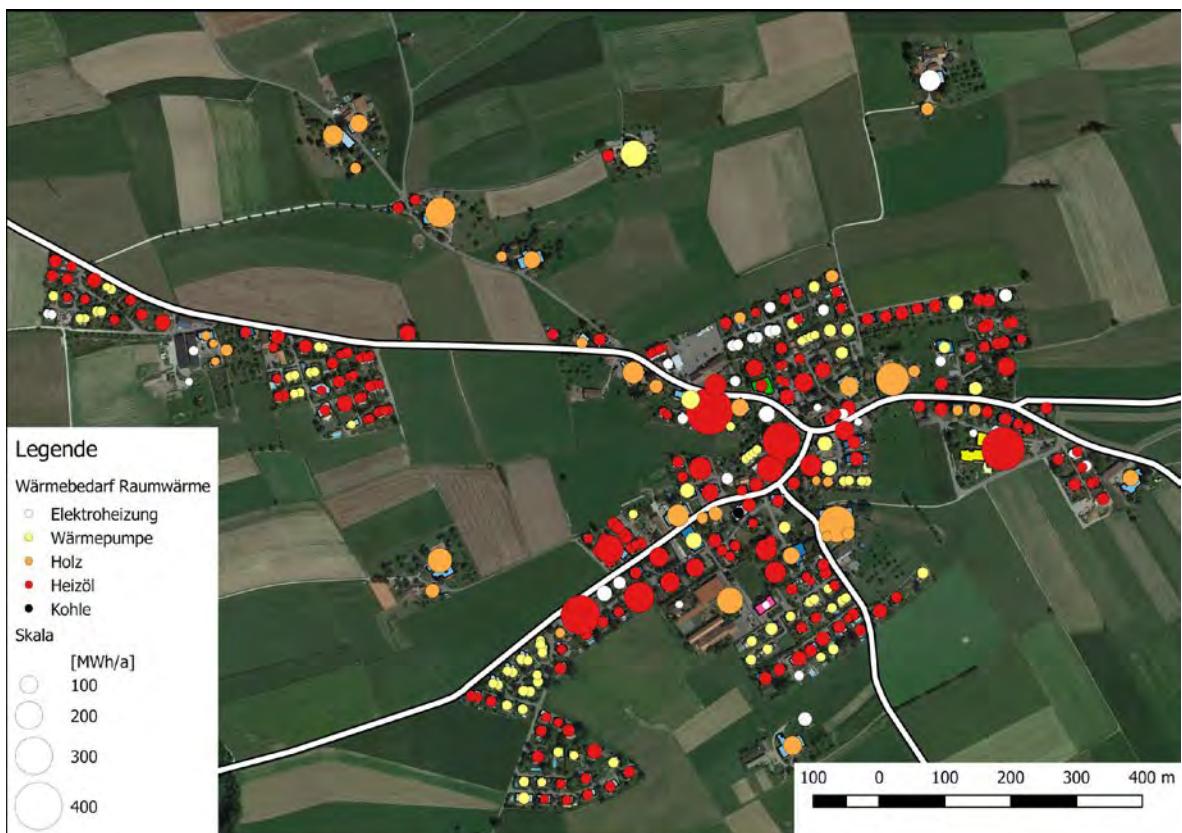


Abbildung 13: Heizenergieverbrauch (Raumheizung) der Gebäude in Uettligen mit deren Energieträger.

Der höchste Raumwärmeverbrauch findet sich im Dorfkern und wird zum grössten Teil über Heizöl gedeckt. Holz wird oft in den abgelegenen Bauernhöfen eingesetzt, findet aber auch im Dorfkern wie z.B. für die Schule und vereinzelte Wohnungen Verwendung. Ein Teil der Neubauten wird über Wärmepumpen beheizt. Einzelne Elektroheizungen werden für die Deckung des Raumwärmeverbrauchs eingesetzt. Die Aufteilung der eingesetzten Energieträger nach Bauperiode ist in Abbildung 14 dargestellt.

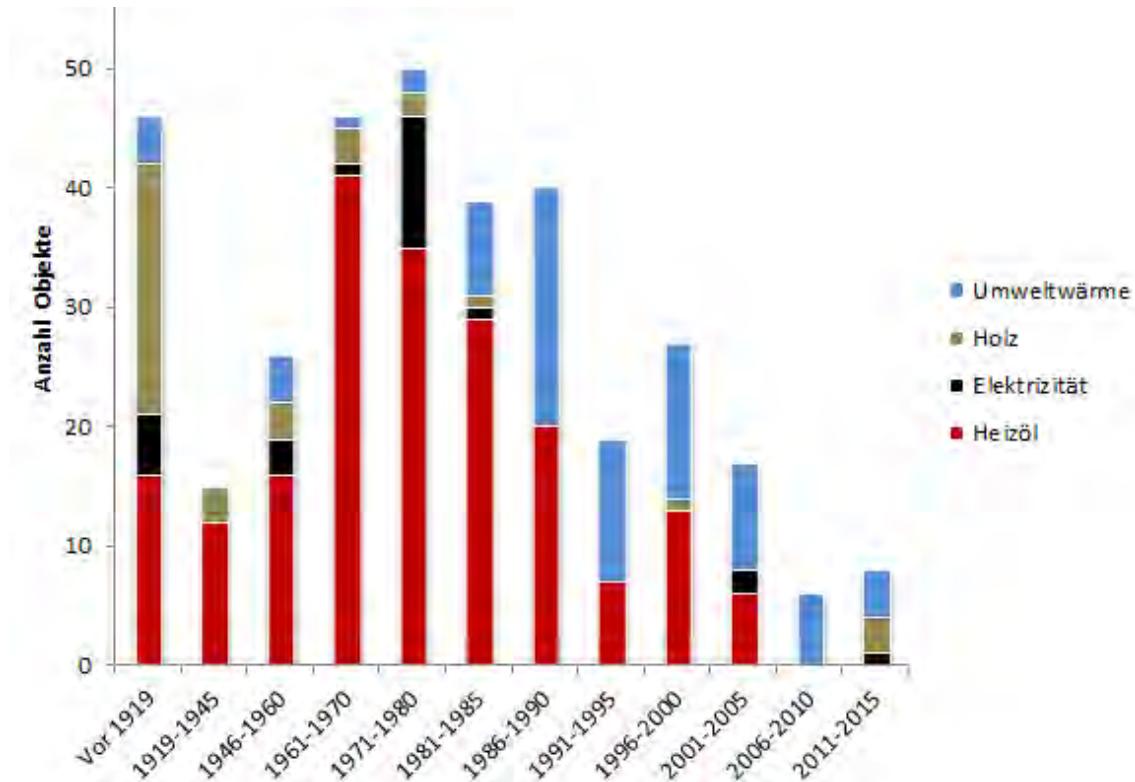


Abbildung 14: Eingesetzte Energieträger für die Deckung der Raumheizung je nach Bauperiode.

Die Analyse der eingesetzten Energieträger nach der Bauperiode der Gebäude zeigt, dass Holz vor allem in den ältesten Bauten eingesetzt wird. Heizöl bleibt bis zu den Bauten vor den 1990er Jahren der dominanteste Energieträger. Nach 1990 ist eine deutliche Zunahme von Wärmepumpen festzustellen. Bei Neubauten nach 2006 werden keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt.

Der hohe Anteil an Elektroheizungen in Gebäuden aus den 1970er Jahren illustriert eindrücklich die damalige Förderpolitik dieses Heizsystems, um der Stromproduktion aus Atomkraftwerken einen äquivalenten Verbrauch entgegenzustellen.

### Warmwasser

Der Warmwasserverbrauch in Uettligen wird in Abbildung 15 auf Gebäudeebene geographisch aufgeschlüsselt. Die Farbe zeigt den Energieträger, der für die Deckung des Warmwasserverbrauchs eingesetzt wird. Die Grösse der Punkte ist proportional zum absoluten Heizenergieverbrauch. Der spezifische Energieverbrauch schwankt zwischen 20 und 40 kWh/m<sup>2</sup>a.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 22/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

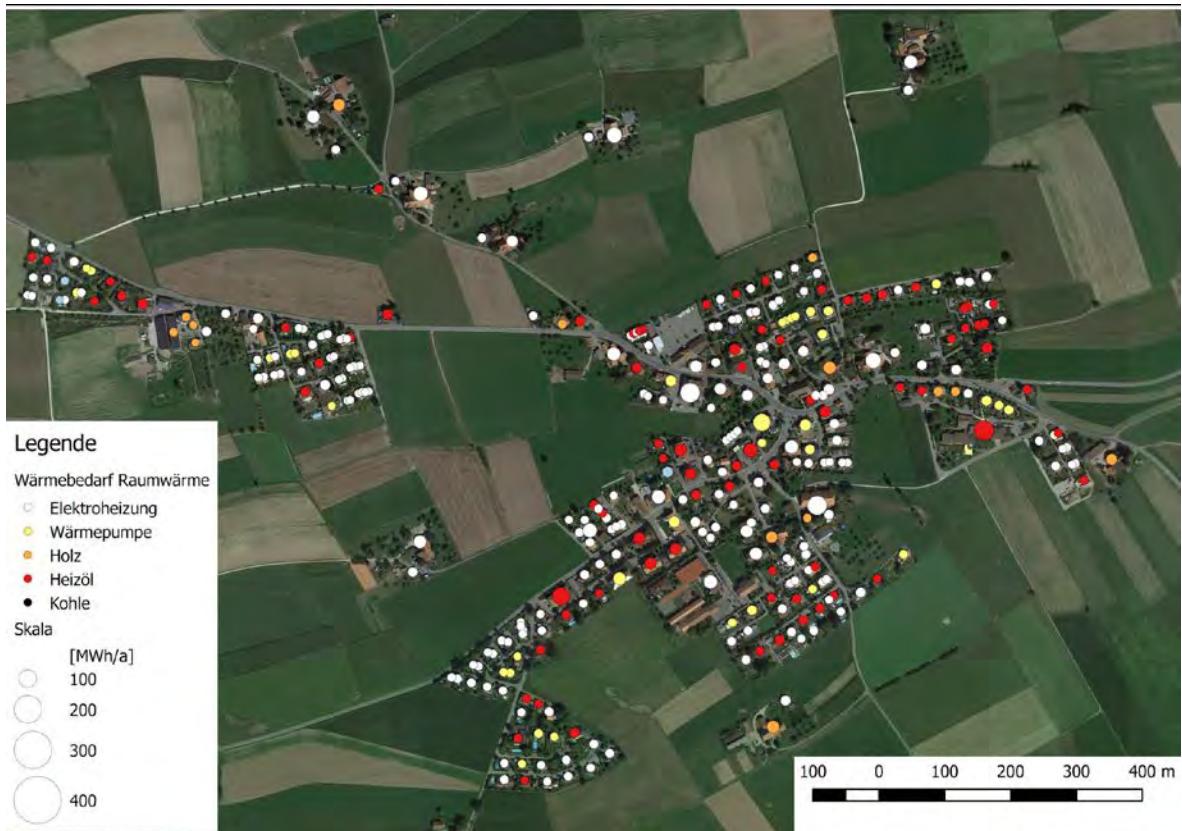


Abbildung 15: Heizenergieverbrauch (Warmwasser) der Gebäude in Uettligen mit deren Energieträger.

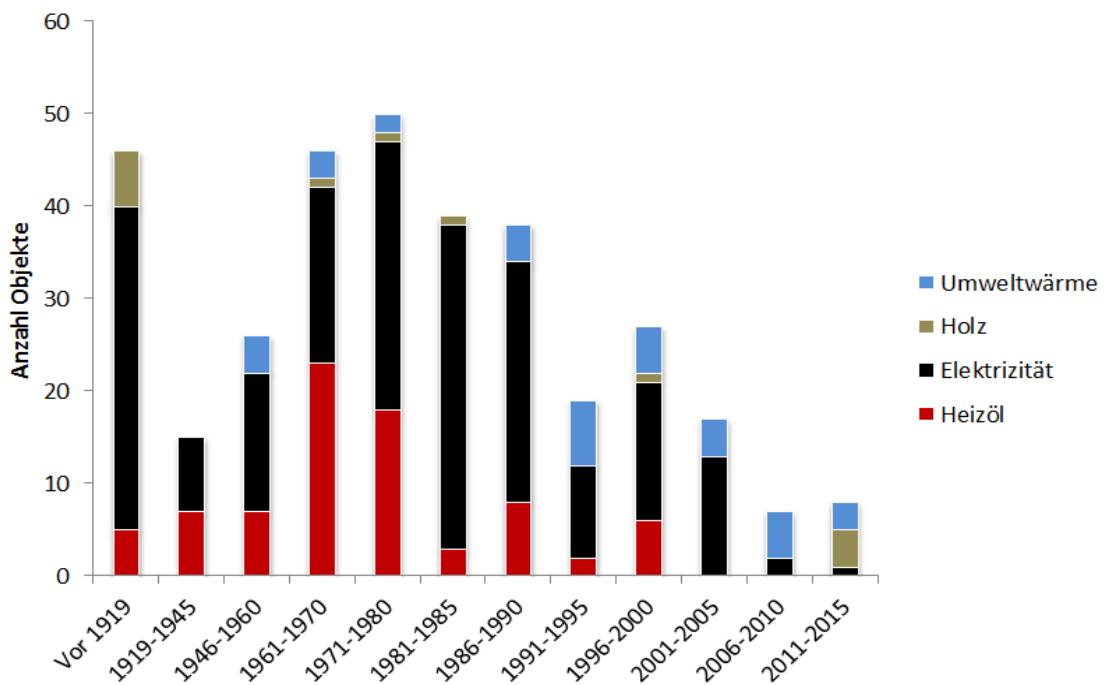


Abbildung 16: Eingesetzte Energieträger für die Deckung des Warmwassers je nach Bauperiode.

Die Analyse der eingesetzten Energieträger zur Deckung des Warmwasserverbrauchs zeichnet ein anderes Bild. Geographisch kann keine klare Tendenz in der Aufteilung der Energieträger festgestellt werden. Elektroheizungen werden zum grössten Teil für die Deckung des Warmwassers eingesetzt gefolgt von Ölheizungen. Wärmepumpen werden aufgrund der hohen benötigten Vorlauftemperaturen nur geringfügig eingesetzt. Holz wird traditionellerweise noch vereinzelt bei Altbauten wie Bauernhöfen verwendet, aber auch bei einigen Neubauten.

### Zusammenfassung Heizenergieverbrauch (Raumwärme und Warmwasser)

Die Raumwärme macht drei Viertel und das Warmwasser ein Viertel des gesamten Heizenergieverbrauchs aus. Der dominante Energieträger für die Deckung der Raumwärme ist Heizöl, während Warmwasser zu mehr als der Hälfte über Elektroheizungen gedeckt wird. Insgesamt liefert Heizöl rund 52% des Heizenergieverbrauchs, gefolgt von Elektroheizungen (18%), Holz (16%) und Wärmepumpen (14%).

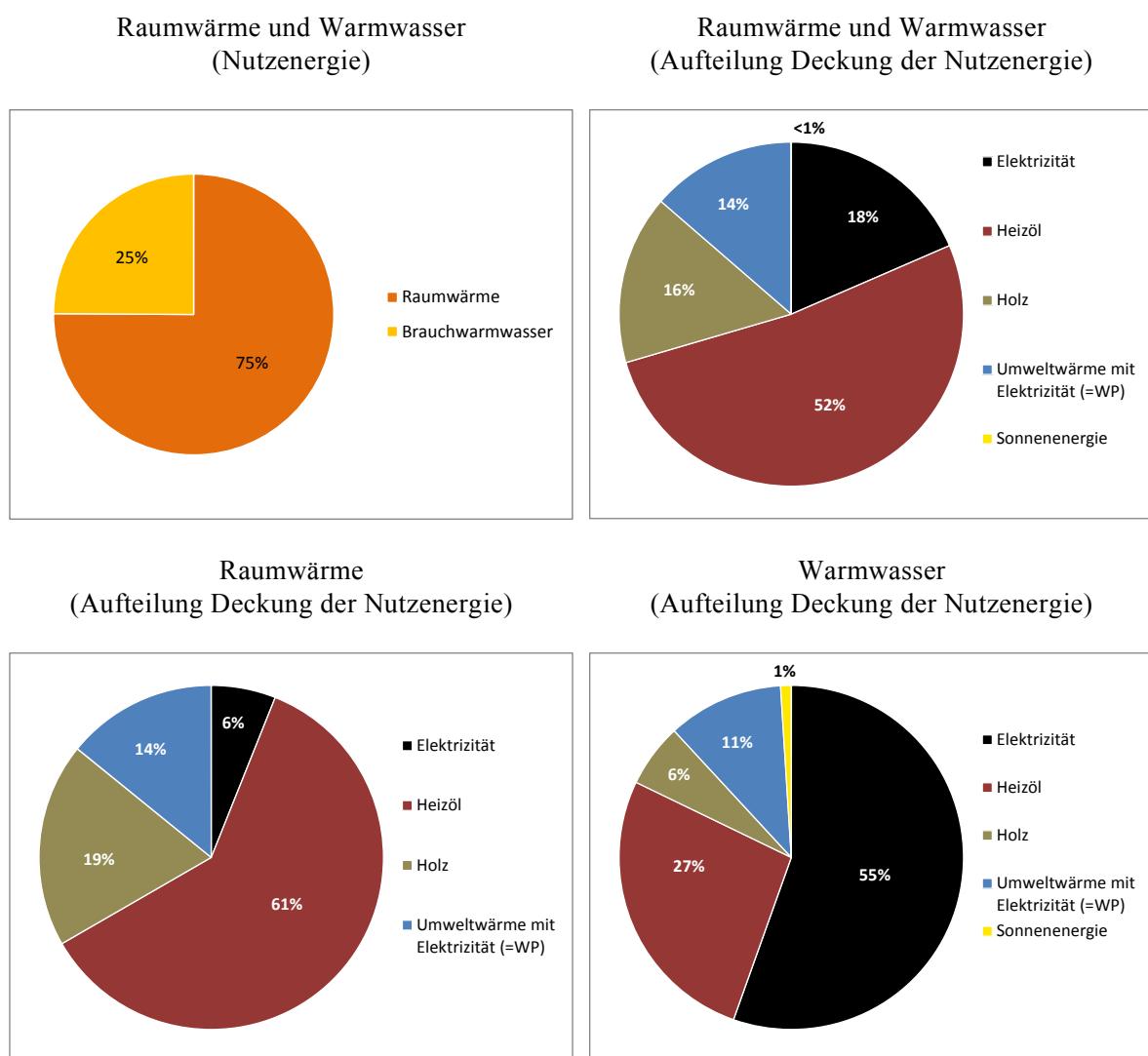


Abbildung 17: Zusammenfassung der eingesetzten Energieträger für die Deckung des Raumwärme- und Warmwasserverbrauchs.

Horw, 7. Oktober 2016  
Seite 24/107  
Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

## Stromverbrauch

Abbildung 18 stellt den Verbrauch und die Produktion an Elektrizität innerhalb Uettligens dar.



Abbildung 18: Stromverbrauch der Gebäude in Uettligen mit deren Energieträger.

Uettligen benötigt insgesamt ca. 4.6 GWh/a Strom. In Uettligen sind 24 PV-Anlagen in Betrieb, die rund 0.5 GWh/a Strom produzieren, was etwa 11% des Stromverbrauchs entspricht. Der Rest wird durch den BKW-Strommix gedeckt. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei diesem Anteil der Stromproduktion, der Eigenverbrauchsanteil bei 100% liegt, d.h. 100% vom produzierten Strom aus den PV-Anlagen wird innerhalb der Systemgrenze genutzt. In Abbildung 18 sind zusätzlich einzelne Grossverbraucher ersichtlich, welche gemeinsam für ein gutes Sechstel des Gesamtverbrauchs verantwortlich sind, wie z.B. die Coop-Filiale (337 MWh/a), die Bäckerei im Zentrum (240 MWh/a) sowie das Altersheim (213 MWh/a) im Osten des Dorfs.

### Zusammenstellung Gesamtenergieverbrauch

Folgende Tabelle fasst die gesamte Energieverbrauchskette und die daraus resultierenden THG-Emissionen des Gebäudeparks in Uettligen zusammen. Von links nach rechts wird der Nutzenergieverbrauch nach Heizenergie und Strom unterteilt sowie nach Energieträger aufgeschlüsselt. Anhand des Wirkungsgrads wird der Endenergieverbrauch ermittelt. Aus dem Endenergieverbrauch werden Primärenergieverbrauch und THG-Emissionen anhand der korrespondierenden Faktoren [2] ermittelt.

**Tabelle 3: Zusammenstellung des Gesamtenergieverbrauchs (Nutzenergie, Endenergie und Primärenergie) und THG-Emissionen des Gebäudeparks in Uettligen.**

		Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Energieträger	Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
<b>Heizenergie</b>	<b>Strom</b>	4.6	Strom PV	11%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
			Strom BKW	89%	4.1	1	4.1	0.072	294	2.27	9.3	2.79	11.4
		20.2	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4
			Heizöl	52%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3
			Holz (Pellet)	16%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2
			Umweltwärme & Elektrizität (=WP)	14%	2.8	3.5	0.8	0.072	57	2.27	1.8	2.79	2.2
<b>Σ</b>	<b>24.7</b>				<b>24.7</b>		<b>25.2</b>		<b>4'448</b>		<b>35.6</b>		<b>44.5</b>
EBF = 149'174 m <sup>2</sup>													
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				165.9 kWh/m <sup>2</sup> a		169.0 kWh/m <sup>2</sup> a		29.8 kg CO <sub>2</sub> _äq/m <sup>2</sup> a		238.7 kWh/m <sup>2</sup> a		298.5 kWh/ m <sup>2</sup> a	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								0.176 kg CO <sub>2</sub> _äq /kWh					

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Die rot hervorgehobenen spezifischen Werte aus der Tabelle werden für das Non-Sustainable-Exergy (NSE)-Diagramm (siehe Abbildung 20) verwendet.

Abbildung 19 ist die aus Tabelle 3 resultierende graphische Darstellung des Energieverbrauchs in Uettligen. Nutzenergiebedarf wird nach Nutzung (Raumwärme, Warmwasser, Strom), Endenergie nach Energieträger (Elektrizität, Heizöl, Holz) und Primärenergie nach Erneuerbarkeit (erneuerbar, nicht erneuerbar) unterteilt. Die ganze Energieverbrauchskette wird somit ersichtlich.

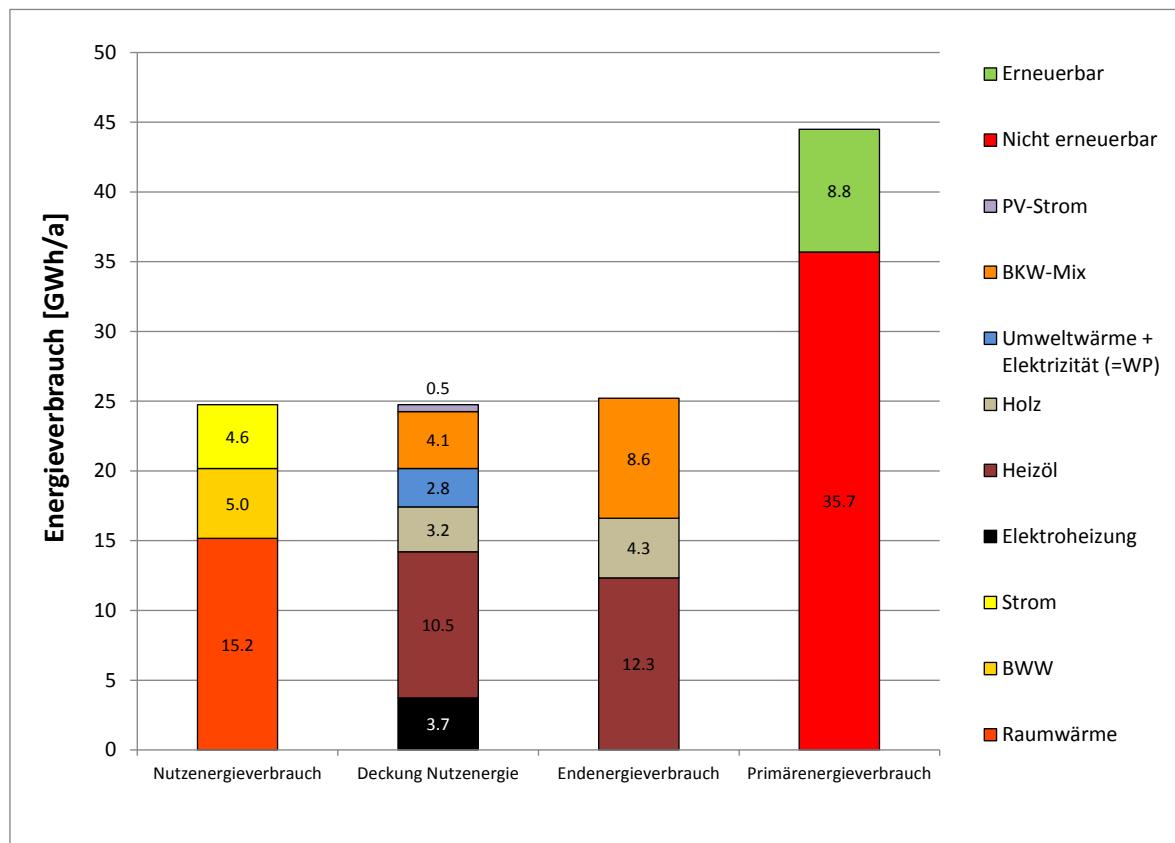


Abbildung 19: Graphische Darstellung des Gesamtenergieverbrauchs (Nutzenergie, Endenergie und Primärenergie) des Gebäudeparks in Uettligen.

Der Heizenergieverbrauch ist verantwortlich für rund vier Fünftel des Gesamtenergieverbrauchs der Gebäude in Uettligen. Der jährliche Energieverbrauch für die Warmwasseraufbereitung ist in etwa gleich gross wie der Bedarf an Elektrizität. Die Analyse der Energieträger macht deutlich, dass ausschliesslich drei Energieträger – Heizöl, Holz und Strom – das Dorf Uettligen mit Energie versorgen. Der Gesamtprimärenergieaufwand für die Versorgung des Gebäudeparks in Uettligen setzt sich zu 80% aus nicht erneuerbaren Energiequellen zusammen.

## Zielwerte und heutiger Stand Uettligen

Das NSE-Diagramm ist ein gutes Hilfsmittel für die Darstellung eines Transformationspfads mit Blick auf die THG-Emissions-Ziele. Das NSE-Diagramm (Abbildung 20) dient zur Darstellung des spezifischen Endenergieverbrauchs (x-Achse, Abszisse) und der spezifischen THG-Emissionen (y-Achse, Ordinate). Der rot schraffierte Bereich stellt die Zielwerte des SIA Effizienzpfads-Energie bezüglich THG-Emissionen für bestehende Wohnnutzungen ( $5 \text{ kg CO}_2\text{-äq/m}^2\text{EBF a}$ ) dar.

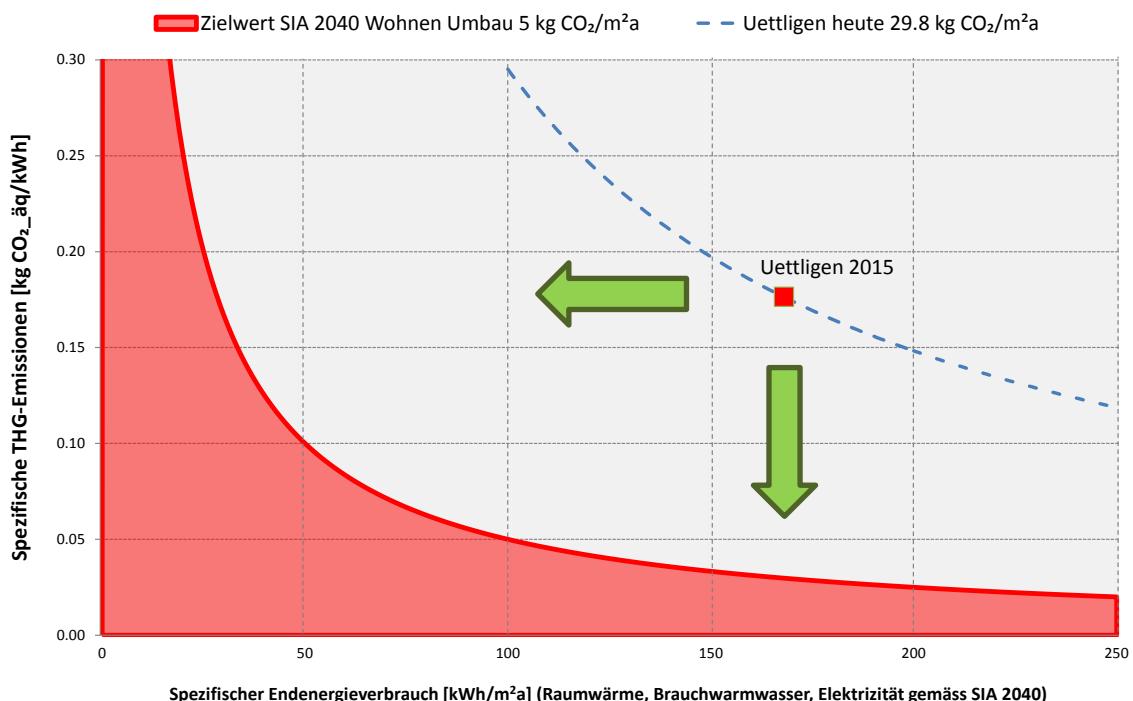


Abbildung 20: NSE-Diagramm mit dem Stand Uettligen heute und dem Bereich der Zielwerte nach SIA 2040.

Anhand dieses Diagramms lässt sich bereits erkennen, dass die Ziele über verschiedene Wege erreichbar sind. Zum einen, indem der Endenergieverbrauch reduziert wird (Veränderung nach links, d.h. Steigerung der Energieeffizienz) und zum anderen, indem auf THG-emissionsärmere Energieträger gesetzt wird (Veränderung nach unten, d.h. mehr erneuerbare Energie). Heute werden in Uettligen durchschnittlich 29.8 kg CO<sub>2</sub>-äq/m<sup>2</sup>a pro Energiebezugsfläche emittiert, d.h. rund sechs Mal mehr als die Ziele der SIA 2040.

### Ist-Wert und Zielwerte THG-Emissionen und Primärenergieverbrauch nach SIA 2040

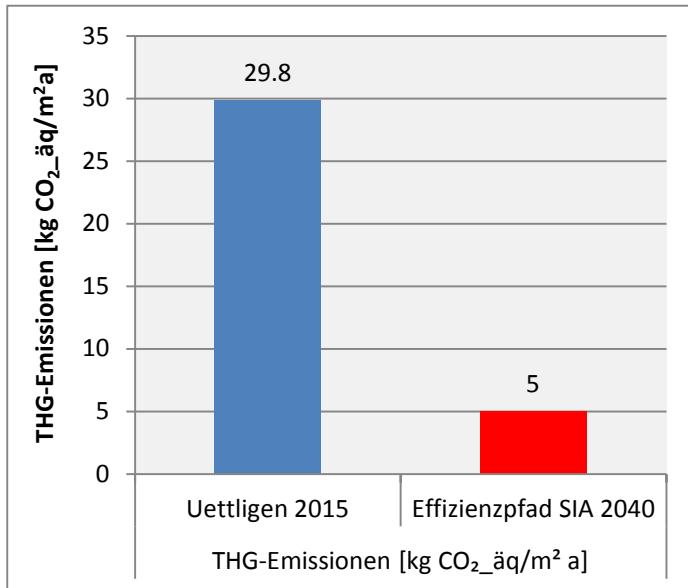


Abbildung 21: Spezifische THG-Emissionen heute in Uettligen (blau) und Zielwerte nach dem SIA Effizienzpfad (rot).

Die Ziele des SIA Effizienzpfads beinhalten jedoch auch Zielwerte für den Primärenergieverbrauch.

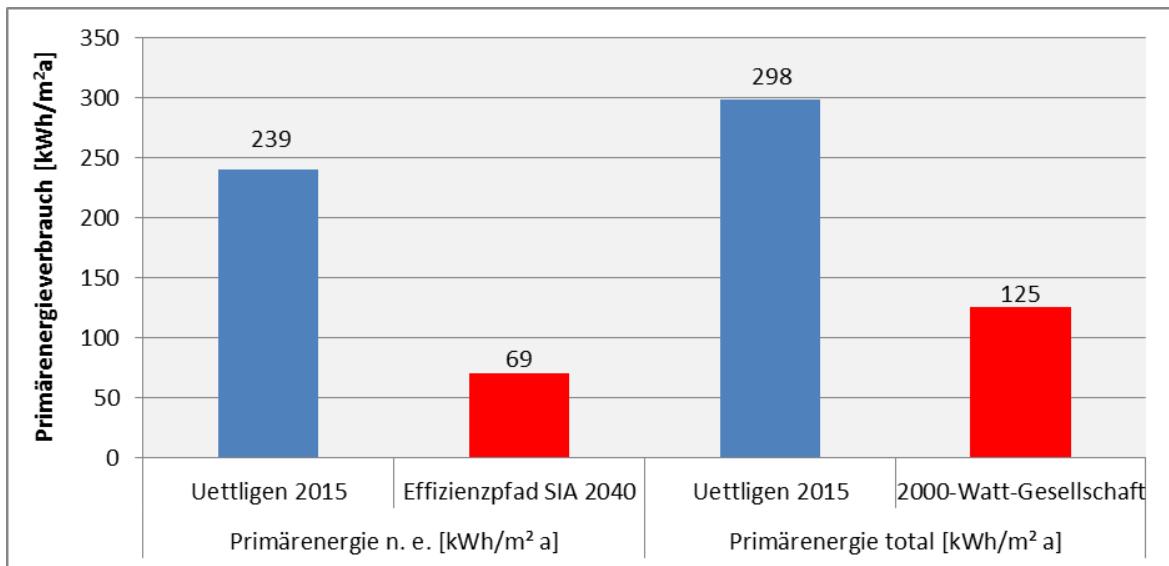


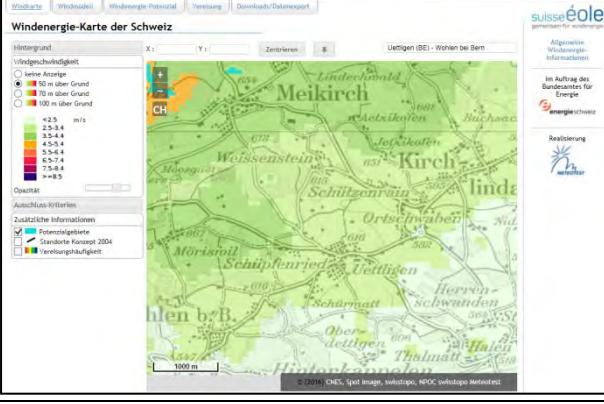
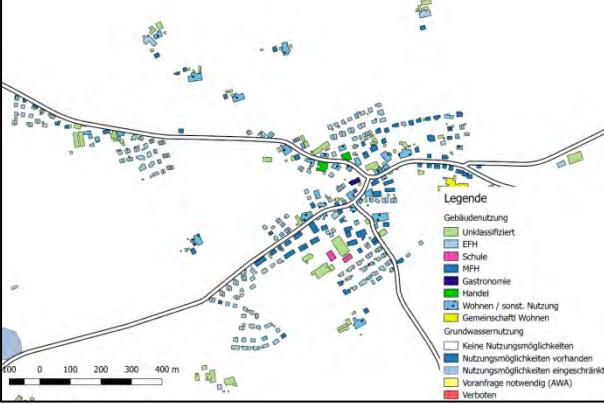
Abbildung 22: Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar (n.e.) und total heute in Uettligen (blau) und Zielwerte nach dem SIA Effizienzpfad (rot).

Der SIA-Energie-Effizienzpfad 2040 stellt nur Anforderungen zu den THG-Emissionen und den Primärenergieaufwand nicht erneuerbar. Zum Primäraufwand total sind keine Zielwerte formuliert. Im Leitfaden für eine 2000-W-Gesellschaft [7] sind jedoch klare Werte für den Primäraufwand total formuliert.

## 5.4. Energiepotential

Nachdem der Energieverbrauch bekannt ist, geht es darum, für Uettligen alternative und nachhaltige Energiequellen für die zukünftige Energieversorgung zu identifizieren. Folgende Tabelle stellt eine Liste von erneuerbaren Energiequellen mit deren typischen Merkmalen dar. Es wurde untersucht, ob die jeweiligen erneuerbaren Energiequellen für Uettligen in Frage kommen oder nicht.

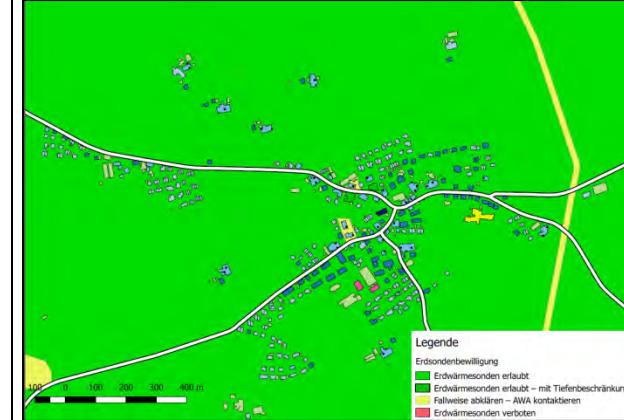
Tabelle 4: Erneuerbare Energiequellen mit deren typischen Merkmalen und Verfügbarkeit in Uettligen.

Energiequellen	Typische Merkmale	Graphische Darstellung
Wind	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz für Stromproduktion</li> <li>Auslegungswindgeschwindigkeit zwischen 6-10 m/s</li> <li>Viele Ausschlusskriterien für die Installation einer Wind-Anlage (Hangneigung, Wald, bewohnte Fläche, ungeeigneter Baugrund, Ortsbilder, Naturschutzgebiete, Grundwasserschutzzonen usw.)</li> <li>Kein Potential in Uettligen vorhanden</li> </ul> <p>Siehe <a href="http://www.wind-data.ch">www.wind-data.ch</a></p>	
Wasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltwärme für Wärmepumpen</li> <li>Seewassertemperatur Minimum bei 4°C im Winter: Wärmenutzung dann kritisch</li> <li>Grundwassertemperatur bei rund 10°C; gegenseitige Beeinflussung von Anlagen berücksichtigen.</li> <li>Flüsse für Kleinwasserkraftwerke (Strom)</li> <li>Kein See, Fluss oder Grundwasser in Uettligen</li> </ul>	
Abwärme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abwärme aus der Kälteproduktion von Verkaufsfächlen für Heizzwecke verwenden</li> <li>Keine nennenswerte überschüssige und nutzbare Abwärme in Uettligen vorhanden (kleiner Coop)</li> </ul>	

Horw, 7. Oktober 2016

Seite 31/107

Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Erdwärme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erdwärme für Wärmepumpen</li> <li>• Wärmeleistung bei rund 40-60 W/m Sondenlänge</li> <li>• Geopotential vorhanden bzw. Erdwärmesonden sind erlaubt</li> <li>• Potential in Uettligen wurde mit GIS Daten abgeschätzt, beträgt rund 15 GWh</li> </ul>	
Sonne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromproduktion (PV-Anlage) <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hochwertige Energie</li> <li>◦ Ertrag elektrisch: 120-150 kWh/m<sup>2</sup>a</li> <li>◦ In Kombination mit WP</li> </ul> </li> <li>• Wärmeproduktion (SK-Anlage) <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Niederwertige Energie</li> <li>◦ Ertrag thermisch: 450-600 kWh/m<sup>2</sup>a</li> <li>◦ In Kombination mit fossilen Heizungen</li> </ul> </li> <li>• Potential Solarenergie in Uettligen bei rund 10 GWh/a (siehe Solarkataster)</li> </ul>	
Biomasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneuerbare Energiequelle falls nachhaltig bewirtschaftet und aus lokaler Produktion</li> <li>• Theoretisch innerhalb der Systemgrenze nicht vorhanden</li> <li>• Lokal aus der Umgebung vorhanden, um das ganze Dorf zu versorgen<sup>3</sup>. (bspw. Frienisberg Holz AG &lt; 5 km)</li> </ul>	

In Uettligen können drei erneuerbare Energiequellen genutzt werden:

- Erdwärme
- Sonne (solare Strahlung)
- Biomasse (Holz)

Alle drei Energieträger stehen in genügender Menge zur Verfügung, um das Dorf vollständig mit Wärme und Strom zu versorgen.

<sup>3</sup> Angabe von Herrn Moser, Geschäftsleiter der Frienisberg Holz AG

## 5.5. Gebäudebestandsentwicklung (GBE)

In diesem Abschnitt werden drei Szenarien der Gebäudebestandsentwicklung für die Zukunft von Uettligen abgebildet:

- S1: Kein Zuwachs an Wohnfläche (= Uettligen 2015)
- S2: Zuwachs an 40 Wohnungen à 100 m<sup>2</sup>/Whg mit Minergie-Standard (38 kWh/m<sup>2</sup>a)
- S3: Zuwachs an 80 Wohnungen à 100 m<sup>2</sup>/Whg mit Minergie-Standard (38 kWh/m<sup>2</sup>a)

Für die Szenarien S2 und S3 wurden der zusätzliche Wärmeverbrauch und Stromverbrauch des Zuwachses an Wohnungen errechnet und zum heutigen Bestand angerechnet.

	S2	S3
Zielwert Minergie		38 kWh/m <sup>2</sup> a
Zuwachs an Wohnungen	40	80
Fläche Wohnung		100 m <sup>2</sup> /Wohnung
Faktor Strom (Minergie)		2
Endenergieverbrauch mit Wärmepumpen		= 38 kWh/m <sup>2</sup> a ÷ 2 = 19 kWh/m <sup>2</sup> a
JAZ Wärmepumpen		3.5 (Annahme)
Nutzenergieverbrauch Minergie		= 19 kWh/m <sup>2</sup> a · 3.5 = 66.5 <sup>4</sup> kWh/m <sup>2</sup> a
Nutzenergieverbrauch Wärme Total	0.266 GWh/a	0.532 GWh/a
Stromverbrauch pro Wohnungen		3500 kWh/Wohnung (Annahme)
Stromverbrauch neue Wohnungen	0.14 GWh/a	0.28 GWh/a

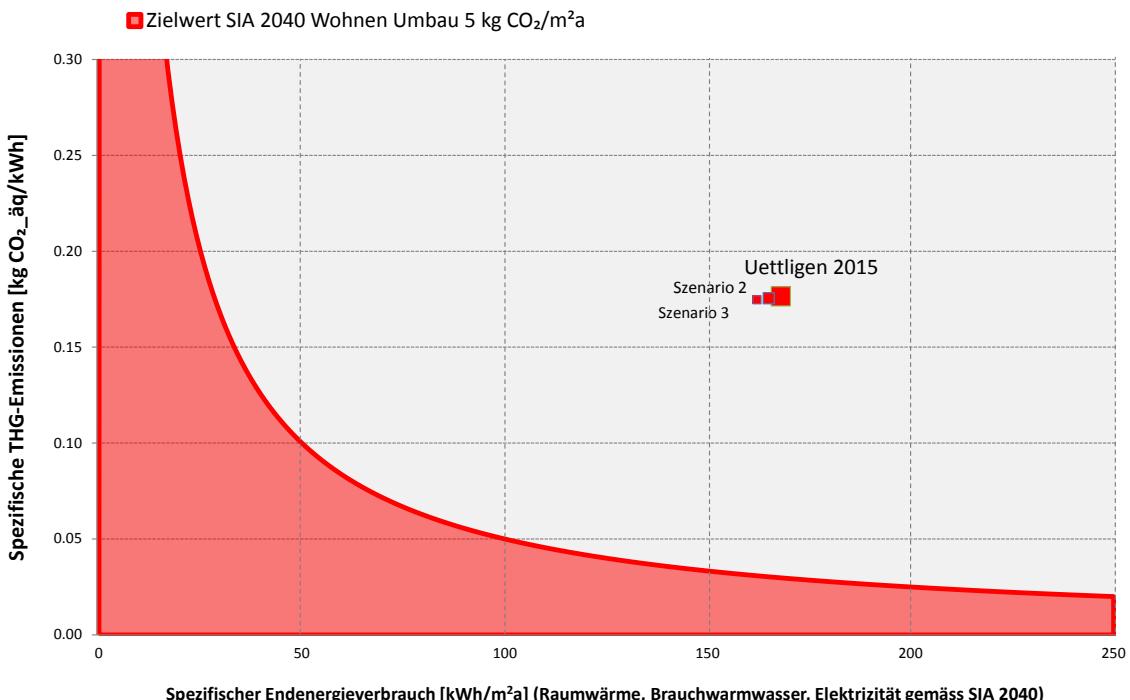


Abbildung 23: NSE-Diagramm der verschiedenen Szenarien.

<sup>4</sup> Wert für ein EFH Minergie-Haus mit Formfaktor 2 inkl. BWW gemäss SIA 380/1 plausibel.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 33/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Der Zuwachs an Wohnfläche verbessert leicht die Ausgangslage des Dorfs Uettligen, kann aber für die Analyse auf Dorfebene in erster Näherung vernachlässigt werden.

	Spezifischer End-energieverbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a]	Spezifische THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	THG-Emissionen nach SIA 2040 [kg CO <sub>2</sub> äq/m <sup>2</sup> a]	PE n.e. [kWh/m <sup>2</sup> a]	PE Tot [kWh/m <sup>2</sup> a]
Uettligen 2015	169	0.176	29.8	239	298
Szenario 2	166	0.175	29.1	236	295
Szenario 3	163	0.175	28.5	233	291

### Szenario 2

		Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Energieträger	Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]	
Strom	4.7	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
		Strom BKW	90%	4.2	1	4.2	0.072	304	2.27	9.6	2.79	11.8		
Heizenergie	20.4	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4		
		Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3		
		Holz (Pellet)	16%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2		
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	15%	3.0	3.5	0.9	0.072	62	2.27	2.0	2.79	2.2		
		<b>Σ</b>	<b>25.2</b>		<b>25.2</b>	<b>25.4</b>		<b>4'464</b>		<b>36.1</b>		<b>45.1</b>		
EBF = 153'174 m <sup>2</sup>														
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				<b>164.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>166.0</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>29.1</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>235.6</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>294.6</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.176</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>					

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### Szenario 3

		Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
		Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	315	2.27	9.9	2.79	12.2		
Heizenergie	20.7	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4		
		Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3		
		Holz (Pellet)	15%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2		
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	16%	3.3	3.5	0.9	0.072	68	2.27	2.1	2.79	2.6		
		<b>Σ</b>	<b>25.6</b>		<b>25.6</b>	<b>25.6</b>		<b>4'479</b>		<b>36.6</b>		<b>45.7</b>		
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>														
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				<b>162.6</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>163.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>28.5</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>232.8</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>290.9</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.175</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>					

## 5.6. Versorgungskonzepte (VK)

Aus der Analyse der Siedlungsstruktur, des Baubestandes und der Energiepotentiale im Dorf können grob folgende Versorgungskonzepte angewendet werden.

	Ortskern	Wohnquartier MFH	Wohnquartier EFH	Abgelegene Häuser	Mischzonen (Industrie, Büro, Verkauf...)
Vor 1945	Denkmalschutz Hoher Energieverbrauch Hohe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Hohe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Tiefe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Tiefe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Kältebedarf vorhanden
1946 – 1970	Hoher Energieverbrauch Hohe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Hohe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Tiefe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Tiefe Energiedichte Hohe VL-Temperaturen	Hoher Energieverbrauch Kältebedarf vorhanden
1971 – 1990	Mittlerer Energieverbrauch Mittlere VL-Temperaturen	Mittlerer Energieverbrauch Mittlere VL-Temperaturen	Mittlerer Energieverbrauch Mittlere VL-Temperaturen	Mittlerer Energieverbrauch Mittlere VL-Temperaturen	Mittlere Energieverbrauch Kältebedarf vorhanden
1991 - 2016	Tiefer Energieverbrauch Tiefe VL-Temperaturen	Tiefer Energieverbrauch Tiefe VL-Temperaturen	Tiefer Energieverbrauch Tiefe VL-Temperaturen	Tiefer Energieverbrauch Tiefe VL-Temperaturen	Tiefer Energieverbrauch Tiefe VL-Temperaturen Kältebedarf vorhanden

Abbildung 24: Überblick über die Kriterien für den Einsatz unterschiedlicher Systeme in den verschiedenen Energiekonzepten. Bei derartig morphologischen Ansätzen ist jedoch immer zu beachten, dass z.T. individuelle Umstände nicht abgebildet werden können und somit mögliche Lösungen übersehen werden könnten.

### Fernwärme (Wärmeverbund)

Im Dorfkern und den älteren Wohnquartieren mit Mehrfamilienhäusern ist eine hohe Energiedichte vorhanden. Die denkmalgeschützten Gebäude im Dorfkern können von aussen nur schwerlich saniert werden und es können allenfalls auch keine Solaranlagen installiert werden. Ein Fernwärmeverbund, betrieben durch erneuerbare und THG-arme Energieträger, ist eine prädestinierte Lösung für solche Quartiertypologien, sofern die Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden kann. Die Wärmeanschlussdichte sollte gemäss Leitfaden Fernwärme [8] 500-1000 MWh/ha betragen. Alternativ muss das Fernwärmennetz 1-2 MWh/(Tm<sup>5</sup> a) Wärme transportieren, damit es wirtschaftlich betrieben werden kann.

Abbildung 25 zeigt die flächenbezogenen Wärmedichte pro Hektar und Jahr in Uettligen. Die hellen Quadrate sind aufgrund ihrer niedrigen Wärmedichte unattraktiv für einen Wärmeverbund. Die Farbpalette danach (von orange bis rot) zeigt die Gebiete vom kleinsten bis zum grössten Potential für eine Versorgung über einen Wärmeverbund.

<sup>5</sup> Tm: Trassenmeter

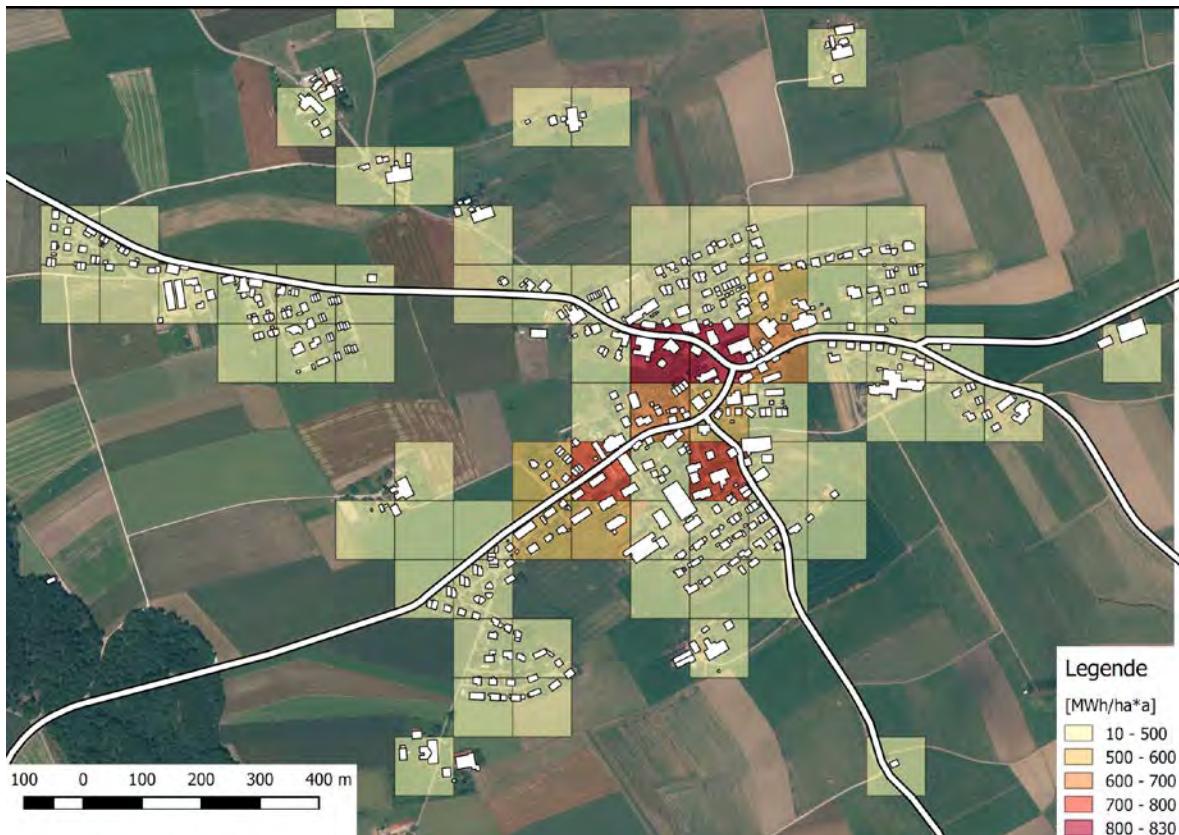


Abbildung 25: Uettligen's jährliche Wärmeverbrauchsdichte pro Hektare.

Die flächenbezogenen Wärmedichte als Wirtschaftlichkeits-Indikator nutzend, folgt der Schluss, dass für die Planung eines Wärmeverbunds vornehmlich ausgewählte Liegenschaften im Dorfkern in Frage kommen.

### Sanierung und solitäre Energiesysteme

Bestehende Wohnquartiere (EFH) und abgelegene Häuser, in denen der Standard demjenigen von vor über 30 Jahren entspricht, haben einen hohen Wärmeverbrauch und sollten vorzugsweise zuerst an der Gebäudehülle saniert werden (falls nicht unter Denkmalschutz) bevor die Heizanlage ersetzt wird, damit letztere nicht überdimensioniert wird. Im Weiteren führt eine Sanierung der Gebäudehülle zu tieferen Vorlauftemperaturen des Heizsystems. Dieser Effekt erlaubt z.B. Wärmepumpen anlagen effizient in bestehenden Gebäuden zu betreiben.

### Nutzung Umweltwärme mit Wärmepumpen

Neubauten werden in Zukunft strenge Vorschriften erfüllen müssen und benötigen nur noch wenig Heizenergie. Die Vorlauftemperaturen erreichen mit Bodenheizungen höchstens 35°C. Für Neubauten ist die Nutzung von Umweltwärme mit Wärmepumpe anzustreben. In Gebieten mit Fernwärme kann der Rücklauf einerseits direkt für die Raumheizung genutzt werden und anderseits über die Wärmepumpe das Warmwasser bereitstellen. Damit können hinkünftig auch Neubauten im Bereich eines Wärmeverbunds eingebunden werden.

## Abwärmenutzung

Abwärmenutzung ist eine mögliche Option in Zonen, wo Kälteverbrauch vorhanden ist. Je nach Temperaturniveau der Abwärme und benötigten Vorlauftemperaturen in den Gebäuden können Wärmeverbunde auf tieferen Temperaturniveaus vorgesehen werden. In Uettligen ist die Abwärme nicht in ausreichender Menge vorhanden, dass dies in Betracht gezogen werden kann.

## Solaranlagen

Solaranlagen können grundsätzlich überall integriert werden, ausser das Ortsbild lässt dies nicht zu. PV-Anlagen sollten vorzugsweise dort integriert werden, wo ein hoher Stromverbrauch vorhanden ist (Büro-, Verkaufsflächen, Wärmepumpen usw.), damit der produzierte Strom möglichst selbst genutzt werden kann (hoher Anteil Eigenstromverbrauch). Bei abgelegenen Bauten, die häufig Schlusspunkt einer Leitung sind, ist es umso wichtiger, einen hohen Eigenverbrauchsanteil und ein Lastmanagement anzustreben, um so die Netzelastung eines solchen Stranges zu reduzieren. An diesen Stellen kann auch alternativ der Einsatz von Solarkollektoren sinnvoll sein.

Es stellt sich also oft die Frage, ob der Einsatz einer PV-Anlage oder einer Sonnenwärme-Anlage sinnvoller ist. Eine pauschale Antwort kann und soll hier nicht gemacht werden, da immer die spezifischen Anforderungen im Einzelfall zu berücksichtigen sind (vgl. Tabelle).

**Tabelle 5: Übersichtstabelle mit Vergleich zwischen Photovoltaik und Sonnenkollektoren**

		
Anlage	Photovoltaik	Sonnenwärme-Kollektoren
Energieform	Strom	Wärme
Eigenschaften	Hochwertige Energie Problematik: Evtl. Netzelastung	Niederwertige Energie Problematik: Wärmeüberschuss im Sommer, wenn Bedarf nicht vorhanden.
Ertrag	Rund 120-150 kWh/m <sup>2</sup> a	Rund 450-600 kWh/m <sup>2</sup> a
Einsatz	Bspw. Kombination mit Wärmepumpen	Bspw. Kombination mit Öl-, Gas- oder Holzheizungen

Einer der grössten Nachteile von Solarwärme ist, dass sie das Maximum ihrer Wärmeproduktion zu einem Zeitpunkt im Jahr erzeugen, an dem diese Wärme nicht gebraucht wird, nämlich im Sommer. In der Folge gehen viele Anlagen in Stillstand. Auch die Regeneration von Erdwärmesonden im Sommer wird nicht mehr uneingeschränkt empfohlen, da zu hohe Systemtemperaturen der Solaranlage das Sondenmaterial mittelfristig schädigen kann. Daher wird heute empfohlen, zur Regeneration von Erdwärmesonden ein Wärmepumpensystem einzusetzen, welches insbesondere in Kombination mit einer PV-Anlage ein sehr effizientes System bildet.

Nichtsdestotrotz haben Sonnenwärme-Kollektoren ihre Berechtigung, und zwar besonders, wenn diese als unterstützende Massnahme in ein Heizungskonzept integriert werden. Vor allem bei Holz-Wärmeverbunden ist der Einsatz von Solarkollektoren aus ökologischer Sicht sinnvoll, da etwa 10-15% der Wärme durch die Kollektoren gedeckt werden können und im Sommer die Holzfeuerung weniger bis gar nicht im ineffizienten und schlecht regelbaren Teillastbereich betrieben werden muss.

Andererseits geht die Tendenz jedoch aus folgenden Gründen verstärkt in Richtung Zubau von PV-Anlagen:

- Strom ist eine exergetisch höherwertige Energie als Wärme.
- Strom wird das ganze Jahr für die Haushaltgeräte benötigt, Wärme vorwiegend im Winter.
- Strom in Überschuss kann dank dem Netz einfacher an andere Orte verteilt und gespeichert werden. Die Überschüsse werden günstig an anderen Abnehmer verteilt. Dagegen kann Wärme-Überschuss im Sommer schlecht verteilt und gespeichert werden.
- Strom kann für Wärmepumpen (JAZ 3-4) eingesetzt werden und somit Wärme gleich effizient wie Solarkollektoren produzieren.
- der Wirkungsgrad der Kollektoren kann physikalisch kaum erhöht werden, während derjenige der PV-Anlage grosses Potential hat. (Siehe Photovoltaik der dritten Generation mit Mehrschichten [9]).

Betrachtet man ausserdem nicht nur jeweils die einzelnen Energieerzeugersysteme und deren Einzeloptimierung, sondern auch das Gesamtsystem Uettligen mit dem gegebenen, endlichen Potential an möglichen solar nutzbaren Flächen, so sind PV-Anlagen in ihrem Einfluss deutlich höher und stärker zu bewerten.

Aus diesen Gründen wird für Uettligen empfohlen, alle Versorgungskonzepte mit PV zu kombinieren und Solarkollektoren zu vernachlässigen bzw. nur im Einzelfall zu prüfen.

## 5.7. Varianten der Energiekonzepte (GBE + VK)

Anhand der oben dargestellten Überlegungen können drei Varianten der Energiekonzepte auf dem NSE-Diagramm dargestellt werden (Abbildung 26).

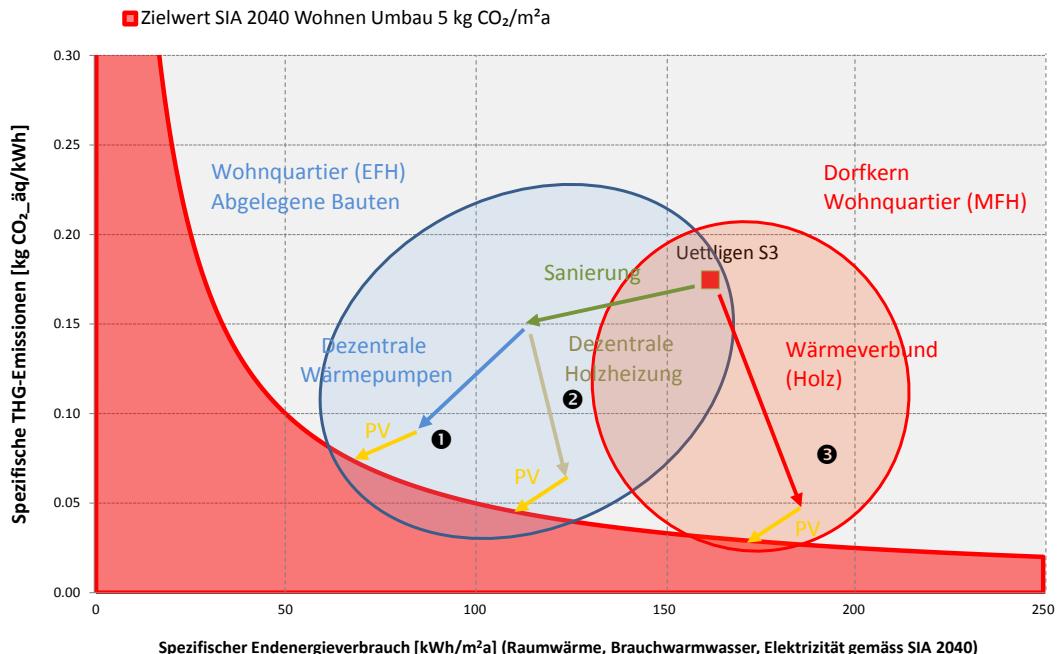


Abbildung 26: Die drei Varianten der Energiekonzepte für das Dorf Uettligen

Die drei Varianten der Energiekonzepte können gezielt die Bedürfnisse der Gebäude- bzw. Dorfstruktur abdecken.

1. Ortskern (Wärmeverbund ❸)
2. Wohnquartier MFH (Wärmeverbund ❸)
3. Wohnquartier EFH (Sanierung + Ersatz Heizung ❶, ❷)
4. Abgelegene Bauten (Sanierung + Ersatz Heizung ❶, ❷)

Folgende drei Varianten der Energiekonzepte – K1, K2 und K3 – werden für Uettligen ausgewertet. Die Auswertung erfolgt unter Berücksichtigung der vollständigen Ausnutzung der jeweiligen Potentiale (theoretische Betrachtung einer Extremsituation, um die Grenzen der jeweiligen Konzepte aufzuzeigen).

Tabelle 6: Varianten der Energiekonzepte für Uettligen

	Konzepte	Symbol
Uettligen S3	Ist-Zustand (Abbildung 23)	□
K1	Sanierung + solitäre Wärmepumpen + PV	❶
K2	Sanierung + solitäre Holzheizung + PV	❷
K3	Zentraler Wärmeverbund (Holz) + PV	❸

Beim Einsatz von Wärmepumpen werden vorzugsweise PV-Anlagen eingesetzt. Beim Konzept K2 könnten in Einzelfällen thermische Kollektoren zur Unterstützung der Holzheizung zum Einsatz kommen. Die Auswertung der Konzepte erfolgt jedoch vollständig mit PV-Anlagen wie oben im Kapitel 5.6 ausgeführt.

### 5.7.1. Konzept 1: Sanierung + solitäre Wärmepumpen + PV

Das Konzept 1 wird in 5 Schritten unterteilt, welche je eine Massnahme umfassen. Die letzte Massnahme zeigt die nötigen Schritte, um die Kriterien der 2000-W-Gesellschaft zu erreichen.

Tabelle 7: Methodischer Ansatz zur Auswertung der Zwischenschritte im Konzept 1.

	Konzept	Anpassungen
K1_1	Uettligen S3	Ausgangslage gemäss Szenario 3 im Kapitel 5.5.
K1_2	Sanierung	100'000 m <sup>2</sup> EBF (entspricht 3%/a Sanierungsrate) werden bis 2050 nach Stand Minergie saniert. Der Wärmeverbrauch nach der Sanierung beträgt in Uettligen 17.2 GWh/a (siehe Berechnungen im Anhang 12.2). Der Anteil Deckung über die Energieträger wird unverändert belassen.
K1_3	Sanierung + WP	Der Anteil Deckung über fossile Energien wird beinahe auf null reduziert: Elektroheizungen (0%) und Ölheizungen (1%, punktuelle Spitzenlasten). Der Anteil Deckung über Wärmepumpen wird auf 80% gesetzt, da die bestehenden Holzheizungen nicht ersetzt werden. Der Anteil Deckung über Holz-Heizungen wird leicht erhöht (von 16% auf 19%).
K1_4	Sanierung + WP + PV	Die Stromproduktion über PV-Anlagen wird angepasst, damit die Ziele bezüglich THG-Emissionen (5 kg CO <sub>2</sub> -äq/m <sup>2</sup> a) erreicht werden.
K1_5	Sanierung + WP + PV (SIA 2040)	Die Stromproduktion über PV-Anlagen wird angepasst, damit die Ziele der SIA 2040 (THG-Emissionen und Primärenergieverbrauch n.e.) erreicht werden.

Die einzelnen Schritte zum Konzept 1 werden in tabellarischer Form im Anhang 12.5 aufgeführt. Die Resultate dazu sind in Abbildung 27 dargestellt.

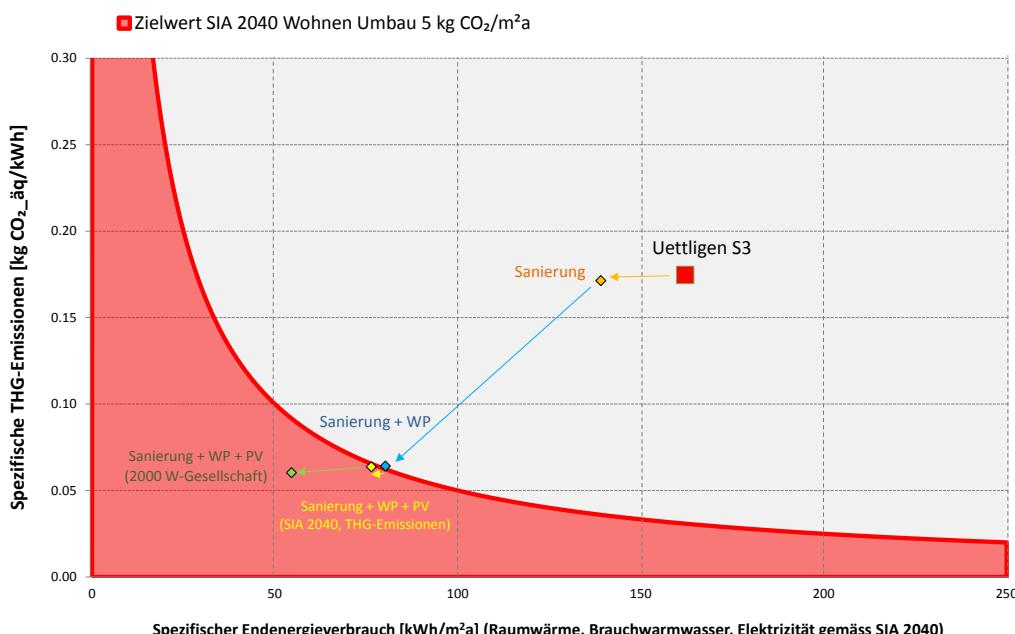


Abbildung 27: Transformationspfad des Konzeptes 1, Sanierung + solitäre Wärmepumpen + PV.

Tabelle 8: Auswertung nach THG-Emissionen und Primärenergie der Zwischenschritte des Konzepts 1.

Konzept		Spezifischer Endenergieverbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a]	Spezifische THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	THG-Emissionen nach SIA 2040 [kg CO <sub>2</sub> äq / m <sup>2</sup> a]	Primärenergie nicht erneuerbar [kWh/m <sup>2</sup> a]	Primärenergie total [kWh/m <sup>2</sup> a]
K1_1	Uettligen S3	163	0.175	28.5	233	291
K1_2	Sanierung	140	0.171	24.0	204	254
K1_3	Sanierung + WP	81	0.064	5.2	127	182
K1_4	Sanierung + WP + PV	77	0.064	4.9	119	171
K1_5	Sanierung + WP + PV	56	0.060	3.3	69	110

Der Einsatz von Wärmepumpen ist der wirksamste Schritt zur Erreichung der Ziele. Die Sanierung der Gebäudehülle leistet zwar einen verhältnismässig kleinen Beitrag, ist aber unabdingbar, um die Ziele der 2000-W-Gesellschaft zu erreichen. Indirekt wird durch die Sanierung (Reduktion der Vorlauftemperaturen) auch eine Effizienzsteigerung der Wärmepumpen erreicht.

Tabelle 9: Berechnungsvorlage K1\_5, Sanierung + WP + PV (2000 W). Beschriftung analog zur Tabelle 3.

Heizenergie	Strom	Energieträger	Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
4.9	Strom PV	93%	4.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
	Strom BKW	7%	0.3	1	0.3	0.072	23	2.27	0.7	2.79	0.9	
17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0	2.79	0	
	Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	66	1.23	0.3	1.24	0.3	
	Holz (Pellet)	19%	3.2	0.75	4.2	0.036	153	0.21	0.9	1.22	5.2	
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	80%	13.8	3.5	3.9	0.072	284	2.27	9.0	2.79	11	
	<b>Σ</b>	<b>22.0</b>		<b>22.0</b>		<b>8.7</b>		<b>526</b>		<b>10.8</b>		<b>17.3</b>
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>												
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				<b>140.2 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>55.5 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>3.3 kg CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>69.0 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>110.4 kWh/m<sup>2</sup>a</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.060 kg CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>				

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Damit die Ziele der 2000-W-Gesellschaft erreicht werden (K1\_5), müssten:

- Die energetische Sanierungsrate 3% pro Jahr betragen und bis 2050 gehalten werden. Dies bedeutet, rund zwei Drittel der Gebäude ( $100'000 \text{ m}^2_{\text{EBF}}$ ) auf Stand Minergie zu sanieren.
- Rund 80% der Heizanlagen mit Wärmepumpen ( $\text{JAZ} > 3.5$ ) ausgestattet werden und 19% mit Pellet-Heizungen. Nur 1% der Heizanlagen dürfte Heizöl als Energieträger einsetzen.
- Der Zuwachs an PV-Anlagen  $4'000 \text{ kWp}$  ( $= 26'600 \text{ m}^2$ ) betragen ( $= 115 \text{ kWp/Jahr}$  oder  $760 \text{ m}^2/\text{Jahr}$ ). Bei rund 350 Gebäuden in Uettligen bedeutet das eine Deckung von durchschnittlich rund  $11 \text{ kWp}$  pro Gebäude bzw. rund  $75 \text{ m}^2$  pro Gebäude.
- Ein Eigenstromverbrauch von über 90% (siehe Anteil Strom PV/BKW in Tabelle 12) ist ohne elektrische Quartier- und Gebäudespeicher nicht zu erreichen.

### 5.7.2. Konzept 2: Sanierung + solitäre Holzheizung + PV

Das Konzept 2 wird in 5 Schritten unterteilt, welche je eine Massnahme bezeichnen. Die letzte Massnahme zeigt die nötigen Schritte um die Kriterien der 2000-W-Gesellschaft zu erreichen.

Tabelle 10: Methodischer Ansatz zur Auswertung der Zwischenschritte im Konzept 2.

	<b>Konzept</b>	<b>Anpassungen</b>
K2_1	Uettligen S3	Ausgangslage gemäss Szenario 3 im Kapitel 5.5.
K2_2	Sanierung	100'000 m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> (entspricht 3%/a Sanierungsrate) werden bis 2050 nach Stand Minergie saniert. Der Wärmeverbrauch nach der Sanierung beträgt in Uettligen 17.2 GWh/a (siehe Berechnungen im Anhang 12.2). Der Anteil Deckung über die Energieträger wird unverändert belassen.
K2_3	Sanierung + Holz	Der Anteil Deckung über fossile Energien wird beinahe auf null reduziert: Elektroheizungen (0%) und Ölheizungen (1%, punktuelle Spitzenlasten). Der Anteil Deckung über Holzheizung wird auf 80% gesetzt, da die bestehenden WP nicht ersetzt werden. Anteil Deckung über Wärmepumpen wird leicht erhöht (von 14% auf 19%).
K2_4	Sanierung + Holz + PV	Die Stromproduktion über PV-Anlagen wird gleichgesetzt wie im Konzept K1_4. Es wird mit einem Zuwachs von 600 kWp gerechnet resp. einer jahresbilanzierten Deckung von 23% durch Eigenproduktion.
K2_5	Sanierung + Holz + PV (SIA 2040)	Die Stromproduktion über PV-Anlagen wird angepasst, damit die Ziele der SIA 2040 (THG-Emissionen und Primärenergieverbrauch) erreicht werden.

Die einzelnen Schritte zum Konzept 2 werden in tabellarischer Form im Anhang 12.6 aufgeführt. Die Resultate dazu sind in Abbildung 28 dargestellt.

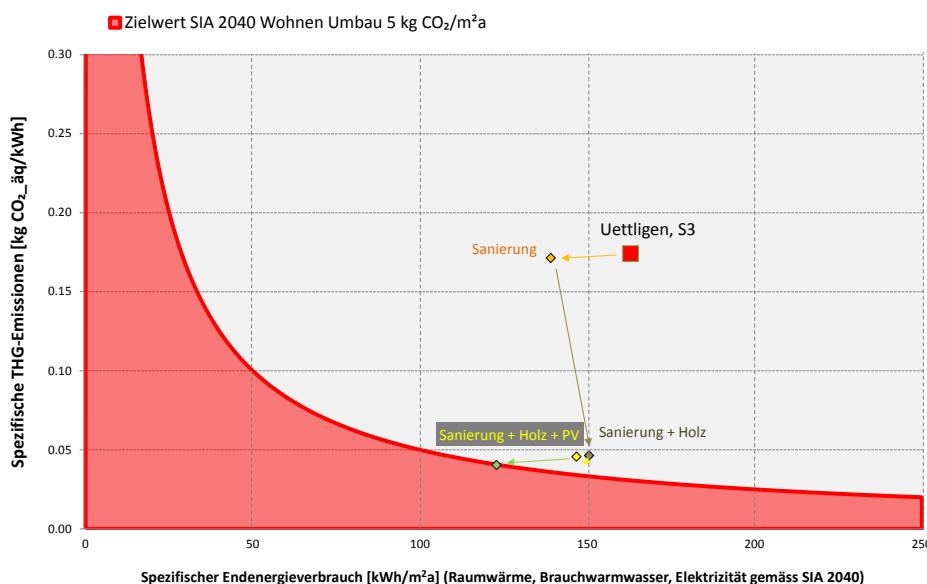


Abbildung 28: Transformationspfad des Konzepts Sanierung + Holzheizung + PV.

Tabelle 11: Auswertung nach THG-Emissionen und Primärenergie der Zwischenschritte des Konzepts 2.

Konzept		Spezifischer Endenergieverbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a]	Spezifische THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> äq / kWh]	THG-Emissionen nach SIA 2040 [kg CO <sub>2</sub> äq / m <sup>2</sup> a]	Primärenergie nicht erneuerbar [kWh/m <sup>2</sup> a]	Primärenergie total [kWh/m <sup>2</sup> a]
K2_1	Uettligen S3	163	0.175	28.5	233	291
K2_2	Sanierung	140	0.171	24.0	204	254
K2_3	Sanierung + Holz	152	0.046	7.0	102	238
K2_4	Sanierung + Holz + PV	148	0.046	6.7	94	227
K2_5	Sanierung + Holz + PV	124	0.040	5.0	40	160

Der Einsatz von Holzheizungen ist der wirksamste Schritt zur Erreichung der Ziele der SIA 2040. Die Ziele der 2000-W-Gesellschaft (inkl. PE Total) sind hier beinahe unmöglich zu erreichen.

Tabelle 12: Berechnungsvorlage K2\_5, Sanierung + Holz + PV (2000 W). Beschriftung analog zur Tabelle 3.

Heizenergie	Strom	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Energieträger	Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
4.9	Strom PV	100%	4.9	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
	Strom BKW	0%	0.0	1	0.0	0.072	270	2.27	0.0	2.79	0.0	2.79	0.0
17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79	0.0	2.79	0.0
	Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	60	1.23	0.2	1.24	0.3	1.24	0.3
	Holz (Pellet)	80%	13.7	0.75	18.3	0.036	660	0.21	3.8	1.22	22.4	1.22	22.4
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.3	3.5	0.9	0.072	67	2.27	2.1	2.79	2.6	2.79	2.6
	<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>19.4</b>		<b>787</b>		<b>6.2</b>		<b>25.2</b>
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>													
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]					<b>140.2 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>123.9 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>5.0 kg CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>39.5 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>160.4 kWh/m<sup>2</sup>a</b>			
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.040 kg CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>					

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Damit die Ziele der SIA 2040 erreicht werden (K2\_5), müssten:

- Die energetische Sanierungsrate 3% pro Jahr betragen und bis 2050 gehalten werden. Dies bedeutet, rund zwei Drittel der Gebäude ( $100'000 \text{ m}^2_{\text{EBF}}$ ) auf Stand Minergie zu sanieren.
- 80% des Wärmeverbrauchs über Holz-Heizungen gedeckt werden, 19% über Wärmepumpen ( $\text{JAZ} > 3.5$ ). Nur 1% des Wärmeverbrauchs dürfte über Heizöl gedeckt werden. Um den Wärmeverbrauch über Holzheizungen abzudecken (=  $18'300 \text{ MWh/a}$ ), wären gut  $5'500 \text{ Sm}^3/\text{a}$  Pellets (bei  $3'300 \text{ kWh/Sm}^3$  gemäss Holzenergie Schweiz) notwendig.
- Der Zuwachs an PV-Anlagen  $4'400 \text{ kWp}$  (=  $29'300 \text{ m}^2$ ) betragen (=  $126 \text{ kWp/Jahr}$  oder  $840 \text{ m}^2/\text{Jahr}$ ). Bei rund 350 Gebäuden in Uettligen bedeutet das eine Installation von durchschnittlich rund  $12 \text{ kWp}$  pro Gebäude bzw. rund  $80 \text{ m}^2$  pro Gebäude. Ein Eigenstromverbrauch von 100% müsste erreicht werden, was aber ohne elektrische, saisonale Speicher nicht zu erreichen ist.

### 5.7.3. Konzept 3: Zentraler Wärmeverbund (Hackschnitzel) + PV

Das Konzept 3 wird in 4 Schritten unterteilt, welche je eine Massnahme darstellen. Die letzte Massnahme zeigt die nötigen Schritte (wenn möglich) um die Kriterien der 2000-W-Gesellschaft zu erreichen.

Tabelle 13: Methodischer Ansatz zur Auswertung der Zwischenschritte im Konzept 3.

	<b>Konzept</b>	<b>Anpassungen</b>
K3_1	Uettligen S3	Ausgangslage gemäss Szenario 3 im Kapitel 5.5.
K3_2	Wärmeverbund (Hackschnitzel)	<p>Der Anteil Deckung über fossile Energien wird beinahe auf null reduziert: Elektroheizungen (0%) und Ölheizungen (1%, punktuelle Spitzenlasten).</p> <p>Der Anteil Deckung über den Wärmeverbund (Hackschnitzel) wird auf 80% gesetzt, da die bestehenden Wärmepumpen nicht ersetzt werden.</p> <p>Der Anteil Deckung über Wärmepumpen wird leicht erhöht (von 14% auf 19%).</p>
K3_3	Wärmeverbund + PV	Die Stromproduktion über PV-Anlagen wird gleichgesetzt wie im Konzept K1_4. Es wird mit einem Zuwachs von 600 kWp gerechnet resp. einer jahresbilanzierten Deckung von 23% durch Eigenproduktion.
K3_4	Wärmeverbund + PV (2040)	Die Stromproduktion über PV-Anlagen wird angepasst, damit die Ziele der SIA 2040 (THG-Emissionen und Primärenergieverbrauch) erreicht werden.

Die einzelnen Schritte zum Konzept 3 werden in tabellarischer Form im Anhang 12.7 aufgeführt. Die Resultate dazu sind in Abbildung 29 dargestellt.

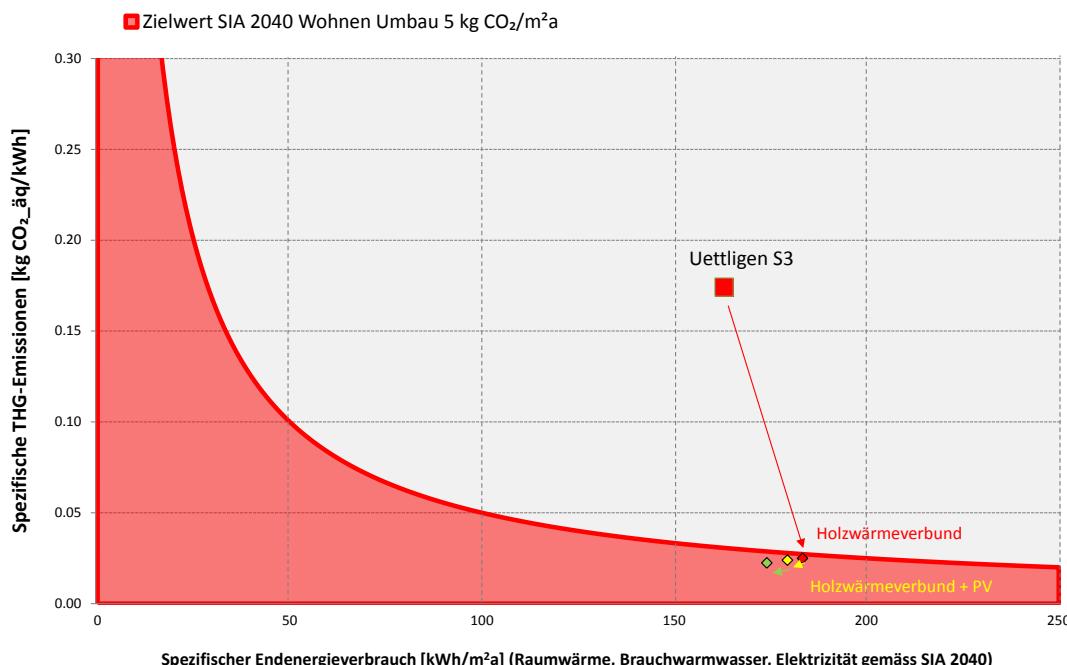


Abbildung 29: Transformationspfad des Konzepts Wärmeverbund + PV.

Tabelle 14: Auswertung nach THG-Emissionen und Primärenergie der Zwischenschritte des Konzepts 3.

Konzept		Spezifischer Endenergieverbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a]	Spezifische THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen nach SIA 2040 [kg CO <sub>2</sub> _äq / m <sup>2</sup> a]	Primärenergie nicht erneuerbar [kWh/m <sup>2</sup> a]	Primärenergie total [kWh/m <sup>2</sup> a]
K3_1	Uettligen S3	163	0.175	28.5	233	291
K3_2	Wärmeverbund (Hackschnitzel)	184	0.025	4.6	90	268
K3_3	Wärmeverbund + PV	180	0.024	4.3	81	257
K3_4	Wärmeverbund + PV (2040)	175	0.022	3.9	69	242

Mit einem Wärmeverbund betrieben durch Hackschnitzel sind die Ziele der SIA 2040 leichter zu erreichen als beim Einsatz von Pellets, da die entsprechenden Faktoren für THG-Emissionen und Primärenergie nicht erneuerbar für Hackschnitzel deutlich tiefer liegen als jene für Pellets. Die Ziele der 2000-W-Gesellschaft (inkl. PE Total) sind jedoch beinahe unmöglich zu erreichen.

Tabelle 15: Berechnungsvorlage K3\_4, Holzwärmeverbund + PV (2000 W). Beschriftung analog zur Tabelle 3.

Heizenergie	Strom	Nutzenenergieverbrauch [GWh/a]	Energieträger	Anteil	Nutzenenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
4.9	Strom PV	40%	1.9	1	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.0
	Strom BKW	60%	2.9	1	2.9	0.072	209	2.27	2.27	6.6	2.79	8.1	
20.7	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.27	0.0	2.79	0.0
	Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	73	1.23	0.3	1.23	0.3	1.24	0.3
	Holz (Hackschnitzel)	80%	16.6	0.71	23.2	0.0108	251	0.06	1.4	0.06	1.4	1.14	26.5
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.9	3.5	1.1	0.072	81	2.27	2.27	2.6	2.79	3.1	
	<b>Σ</b>	<b>25.6</b>			<b>25.6</b>		<b>27.5</b>		<b>614</b>		<b>10.8</b>		<b>38.0</b>
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>													
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				<b>162.6 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>175.1 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>3.9 kg CO<sub>2</sub>_äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>69.0 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>242.1 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.022 kg CO<sub>2</sub>_äq/kWh</b>					

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
Seite 47/107  
Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Damit die Ziele der SIA 2040 erreicht werden (K3\_4), müssten:

- 80% des Wärmeverbrauchs über den Hackschnitzel-Wärmeverbund gedeckt werden, 19% über Wärmepumpen (JAZ > 3.5). Nur 1% des Wärmeverbrauchs dürfte über Heizöl gedeckt werden. Um den Wärmeverbrauch über Hackschnitzel abzudecken (= 23'200 MWh/a), wären rund 33'000 Sm3/a Hackschnitzel (bei 700 kWh/Sm3 gemäss Holzenergie Schweiz) notwendig.
- Der Zuwachs an PV-Anlagen 1'400 kWp (= 10'670 m<sup>2</sup>) betragen (= 45 kWp/Jahr oder 300 m<sup>2</sup>/Jahr).
- Die Ziele der 2000-W-Gesellschaft (inkl. PE Total) sind mit dem Einsatz eines Holz-Wärmeverbunds nicht zu erreichen.

#### 5.7.4. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die drei Konzepte K1\_5, K2\_5 und K3\_4 wurden bezüglich Investitionen und Energiegestehungspreis miteinander verglichen.

##### Investitionen

Es wurden folgende Annahmen zu Berechnung getroffen:

Kosten pro $m^2_{EBF}$ Sanierung auf Stand Minergie	500 CHF/ $m^2$ (Annahme aus [10])
Wärmeverbrauch sanierte Gebäude	6.65 GWh/a
Volllaststunden sanierte Gebäude	2'000 h/a
Ersatz Leistung sanierte Gebäude	$= 6'650 \text{ MWh/a} \div 2000 \text{ h/a} = 3'325 \text{ kW}$
Kosten pro kW Ersatz Heizung	2'500 CHF/kW
Kosten pro kWp Photovoltaik	3'000 CHF/kWp
Energieversorgung über Wärmeverbund	16,6 GWh/a
Kriterium Wirtschaftlichkeit Wärmeverbund	1 MWh/Tm (Best-case Grenzwert)
Länge Netz	$= 16'600 \text{ MWh/a} \div 1 \text{ MWh/Tm}$ $= 16'600 \text{ Tm}$
Kosten Leitung Wärmeverbund (inkl. Graben)	1'500 CHF/Tm (K3_4 = 2'500 CHF/Tm)
Leistung Heizzentrale Wärmeverbund	$= 16'600 \text{ MWh/a} \div 2000 \text{ h/a} = 8'300 \text{ kW}$
Kosten Heizzentrale Wärmeverbund	1'500 CHF/kW (K3_4 = 3'000 CHF/kW)

Bemerkung: Diese Kennwerte über die Wirtschaftlichkeit des Wärmeverbunds sind nur dann gültig, wenn die Wärmedichte im Gebiet mindestens 500 MWh/ha pro Jahr beträgt (= Kennwerte für die Empfehlungsvariante => Investitionen = 41.55 Mio CHF). Da im Konzept K3, die Wirtschaftlichkeit für ganz Uettligen nicht gegeben ist, wurden die Kosten für die Leitungen und Heizzentrale auf 2'500 CHF/ Tm bzw. 3'000 CHF/kW angepasst, damit die Wärmegestehungskosten im realistischen Bereich bleiben (Investitionen = 70.6 Mio CHF).

Aus diesen Annahmen wurden die nötigen Investitionen für die drei Konzepte errechnet.

Tabelle 16: Übersichtstabelle der Investitionen der verschiedenen Konzepte

	<b>Konzept 1 (K1_5) Solitäre WP</b>	<b>Konzept 2 (K2_5) Solitäre Holzheizung</b>	<b>Konzept 3 (K3_4) Wärmeverbund</b>
Investitionen Sanierung	100'000 $m^2$ à 500 CHF/ $m^2$ Sanierung = <b>50 Mio CHF</b>	100'000 $m^2$ à 500 CHF/ $m^2$ Sanierung = <b>50 Mio CHF</b>	
Ersatz Heizungen	3'325 kW à 2'500 CHF/kW = <b>8.3 Mio CHF</b>	3'325 kW à 2'500 CHF/kW = <b>8.3 Mio CHF</b>	
PV-Anlagen	4'000 kWp à 3'000 CHF/kWp = <b>12 Mio CHF</b>	4'400 kWp à 3'000 CHF/kWp = <b>13.2 Mio CHF</b>	1'400 kWp à 3'000 CHF/kWp = <b>4.2 Mio CHF</b>
Fernwärmennetz			16'600 Tm à 2'500 CHF/Tm = <b>41.5 Mio CHF</b>
Heizzentrale FW			8'300 kW à 3'000 CHF/kW = <b>24.9 Mio CHF</b>
<b>Total</b>	<b>70.3 Mio CHF</b>	<b>71.5 Mio CHF</b>	<b>70.6 Mio CHF</b>

Die nötigen Investitionen werden graphisch in Abbildung 30 dargestellt.

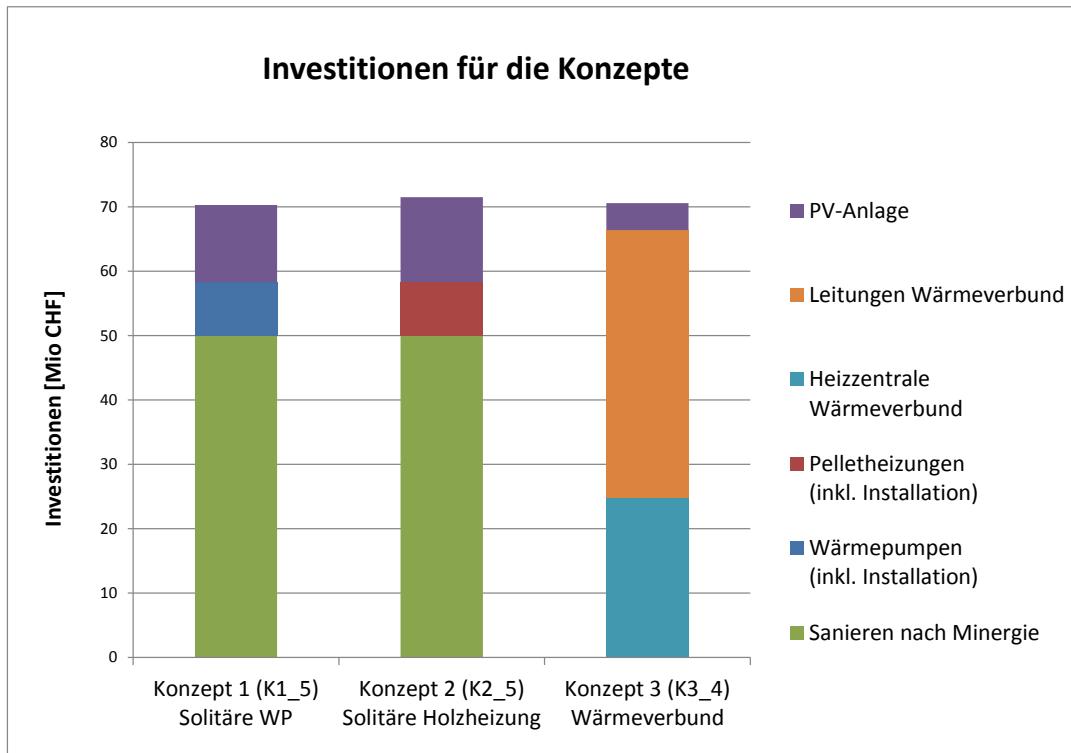


Abbildung 30: Investitionen der drei untersuchten Konzepte.

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass alle Konzept (da K3\_4 nicht im wirtschaftlichen Bereich), ungefähr die gleichen Investitionen benötigen.

Ausser den Investitionen wurden ebenfalls die Energiegestehungskosten errechnet, die nach den Massnahmen entstehen. Folgende Kennwerte wurden für die Berechnungen gesetzt.

Preis Öl	0.08	CHF/kWh
Preis Strom (Angabe BKW)	0.25	CHF/kWh
Preis Pellet	0.07	CHF/kWh
Preis Hackschnitzel [11] (bestätigt durch Frienisberg Holz AG)	0.06	CHF/kWh
Rückspeisetarif PV-Strom [16]	-0.08	CHF/kWh
Amortisationsdauer Gebäudehülle (Sanierung)	50	a
Amortisationsdauer technische Komponenten (Heizung, PV etc.)	25	a
Amortisationsdauer Leistungen Wärmeverbund	50	a
Zinssatz (Annahme)	4	%
Teuerungsfaktor	1	%
Mittelwertfaktor (bei Nutzungsdauer = 25 Jahre)	1.12	
Unterhaltskosten (in % der Anlagen-Investitionen) K1 / K2 / K3	1 / 3 / 5	%
Unterhaltskosten PV-Anlagen	1	%

Die Annahmen zu den Energiepreisen für Öl und Pellet stammen aus dem Bericht über die aktuellen Preisentwicklungen im Energiesektor vom BFE [12].

### Energiegestehungskosten (Wärme)

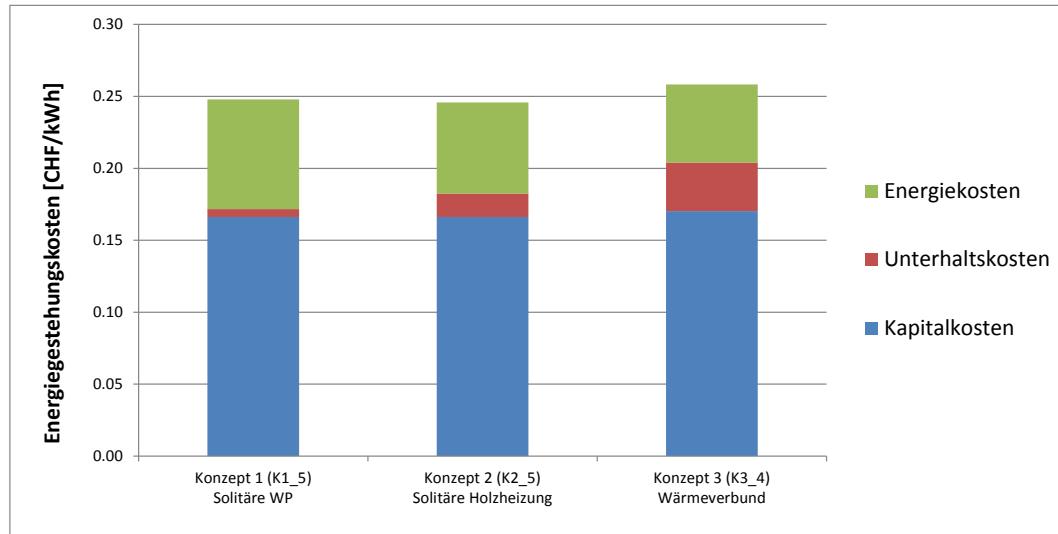


Abbildung 31: Energiegestehungskosten (Wärme) der Konzepte K1\_5, K2\_5 und K3\_4.

Die Abbildung zeigt, dass die Energiegestehungskosten über eine Nutzungsdauer von 25 Jahre ungefähr gleich zu liegen kommen, wenn der Nutzer am Wärmeverbund anschliesst statt in eine Sanierung und Ersatz der Heizung zu investieren. Zu beachten gilt, dass die Energiegestehungskosten beim Wärmeverbund anhand des Versorgungsgebietes optimiert werden können, d.h. ein kleineres Netz in einem Gebiet mit hoher Energiedichte wird die Energiegestehungskosten in tieferen Bereich gegenüber den anderen Konzepte bringen.

### Energiegestehungskosten (Betriebsstrom)

Für die Gestehungskosten des Stroms müssen die saisonalen Effekte berücksichtigt werden. Die PV produziert gemäss Sonnenstand und Einstrahlung. Beim Stromverbrauch verhält sich dies gegenläufig (Kunstlicht v.a. in der Nacht, WP arbeiten zumeist im Winter). Diesem Effekt wurde Rechnung getragen mit folgendem Rechenmodell: Die jahresbilanzierte Deckung des Stromverbrauchs durch PV wird aufgeteilt in einen Eigenkonsum (Substitution des Netzbezugs durch PV) gemäss [17] und einen Teil, der ins Netz geliefert wird, wofür eine Einspeisevergütung gemäss [16] bezogen wird. Die Differenz zwischen totalem Stromverbrauch und Eigenkonsum wird vom Netz bezogen.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 51/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

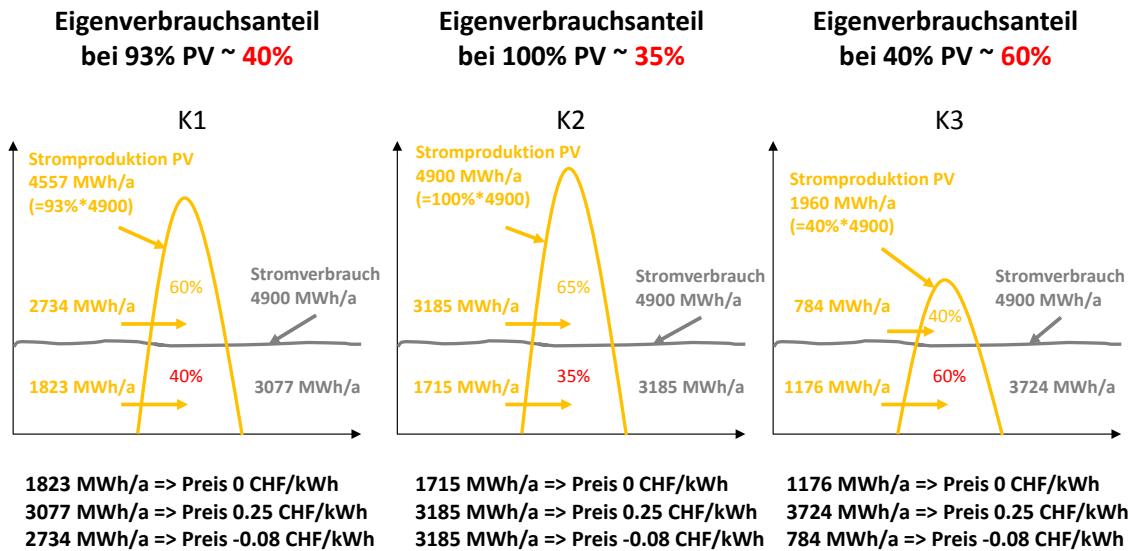


Abbildung 32: Grundlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Stromgestehungskosten. Die Preisstruktur basiert auf der heute Verbrauchsmethode, inkl. Netzkosten.

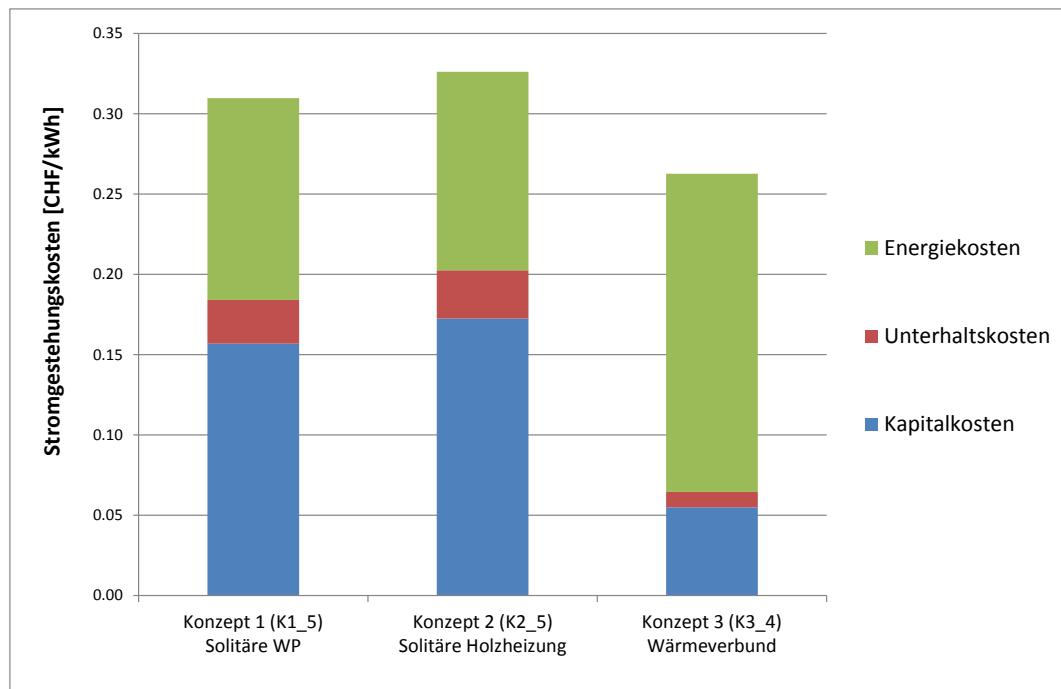


Abbildung 33: Stromgestehungskosten der Konzepte K1\_5, K2\_5 und K3\_4.

Die Resultate aus Abbildung 33 zeigen, dass es sich lohnt, sorgfältig Investition und Eigenkonsum zu betrachten. In Konzept 2 wird in der Jahresbilanz der gesamte Stromverbrauch selber produziert (100%), davon können effektiv jedoch nur 35% selber direkt konsumiert werden, so dass kein Netzbezug stattfindet. Durch Substitution ist eine kWh so wertvoll wie der Bezugspreis (hier 0.25 CHF/kWh). Darüber hinaus erhält man nur noch den Einspeisetarif (hier 0.08 CHF/kWh). Dieser liegt etwa dreimal tiefer. Wird die Investition so getätigt, dass auch ein hoher Eigenkonsum möglich ist (Konzept 3), so fallen die Kapitalkosten deutlich geringer aus und insgesamt sinken die Stromgestehungskosten trotz höherem Netzbezug.

## 5.8. Bewertung

In diesem Abschnitt wird die Bewertung der Energiekonzepte illustriert, um eine wirkungsvolle Energieversorgungsvariante für Uettligen zu erstellen, die sich aus den vorherig ausgewerteten Varianten der potentiellen Energiekonzepte zusammenstellt. Dazu wird die Analyse aus Siedlungsstruktur, Wärmeverbrauch, Wärmedichte, Gebäudealter und Stromverbrauch wird dazu verwendet.

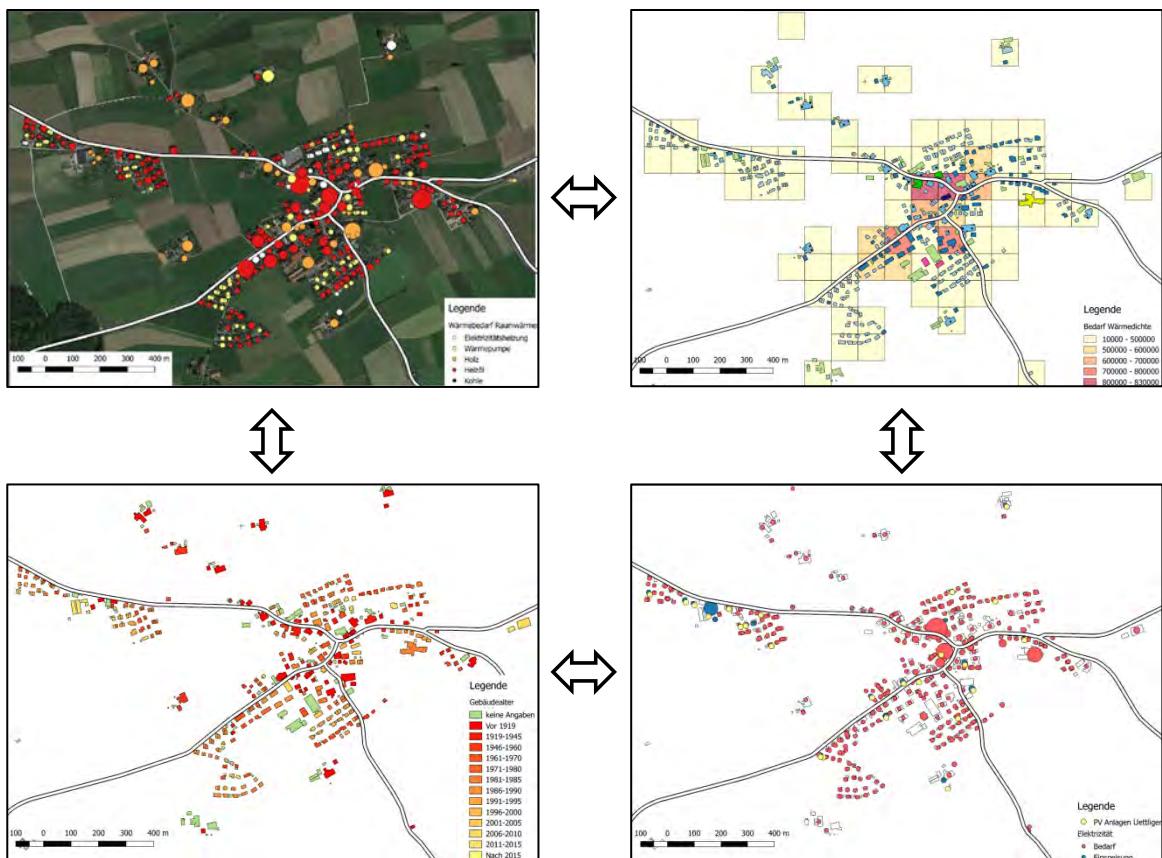


Abbildung 34: Heizenergieverbrauch dargestellt nach Bedarf und Energieträger (oben links), Wärmedichte in kWh pro ha (oben rechts), Gebäudealter (unten links) und Stromverbrauch (unten rechts) in Uettligen.

Durch die Bewertung aufgrund der folgenden Anwendungsliste wird eine Empfehlung für das Energiekonzept ermittelt, die zielgerichtet das eine oder andere Konzept bevorzugt bzw. ausschliesst.

- **Anwendung 1:** Wärmeverbund in Siedlungsgebieten mit Wärmedichte > 500 MWh/ha.
- **Anwendung 2:** Sanierung der Gebäudehülle der Bauten mit Baujahr vor 2000  
*Ausnahme:* Im Bereich des Wärmeverbundes ist eine Sanierung der Gebäudehülle optional.
- **Anwendung 3:** Wechsel des Wärmeerzeugers: Nach der Sanierung der Gebäudehülle wird generell eine Wärmepumpe gegenüber einer Holzheizung bevorzugt.  
*Ausnahme:* Der Einsatz von Holz wird bei abgelegenen (älteren) Häusern mit bestehender Holzheizung bevorzugt.

PV-Anlagen werden überall, wo technisch möglich und wirtschaftlich tragbar, eingesetzt (siehe geeigneten Dachflächen auf Solarkataster). Dies unabhängig von der Lage und dem individuellen Transformationspfad des Gebäudes.

## 6. Empfehlung Energiekonzept

Anhand der oben erläuterten methodischen Analyse und basierend auf den drei Varianten von Energiekonzepten, wird folgende Empfehlung für das Energiekonzept formuliert:

- Wärmeverbund im Zentrum, wo eine hohe Wärmedichte vorliegt (rote Zone).
- Ausserhalb des Zentrums wird konsequent saniert und ein Technologiewechsel vollzogen. Dieser erfolgt prioritär hin zu einer WP (blaue Zone).
- Einzelne Gebäude mit bereits bestehender Holzheizung werden saniert und der Erzeuger wird nicht gewechselt (braune Zone).

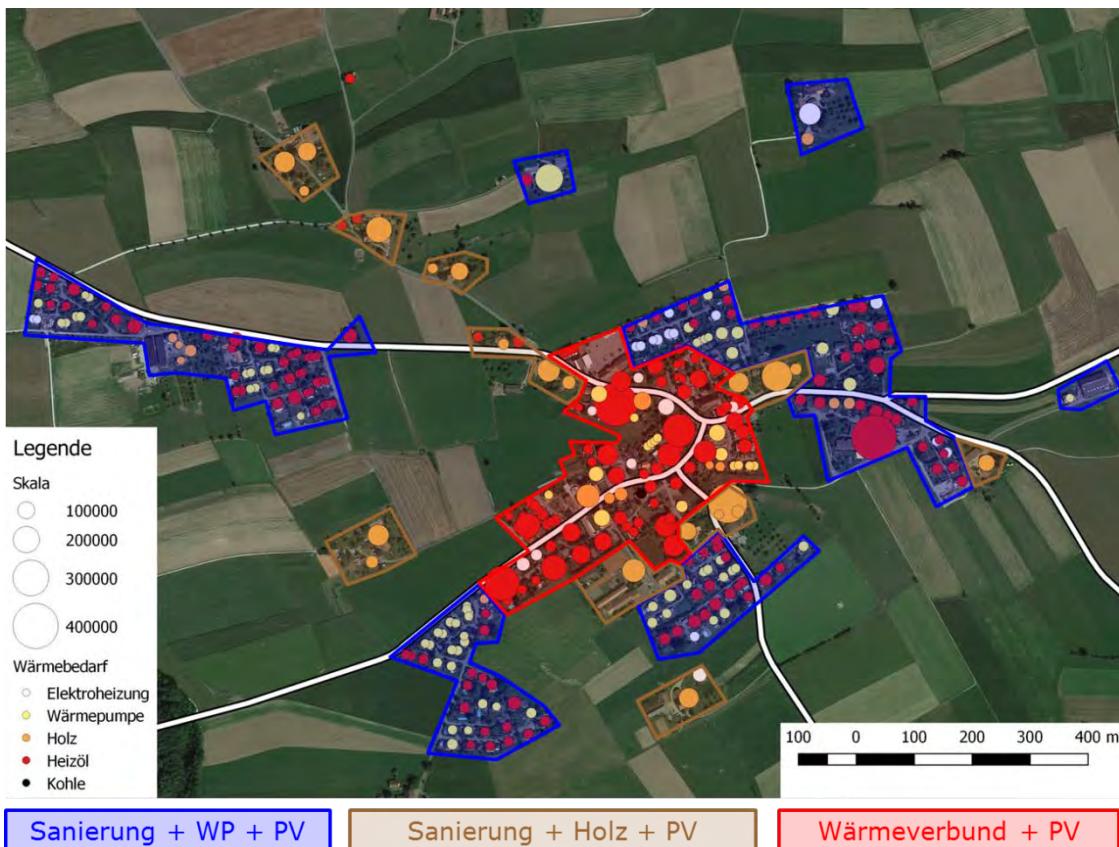


Abbildung 35: Empfehlung für das Energiekonzept für die verschiedenen Zonen in Uettligen

Tabelle 17: Aufteilung der Varianten der Energiekonzepte in Uettligen für die Empfehlung für das Energiekonzept.

Konzept	Beschrieb	Anteil*	EBF [m <sup>2</sup> ]	Anzahl Gebäude	Anzahl Wohneinh.
K1_5	Sanierung + WP + PV	44%	69'379	220	284
K2_5	Sanierung + Holz + PV	16%	22'038	28	45
K3_4	Wärmeverbund + PV	40%	57'757	103	271

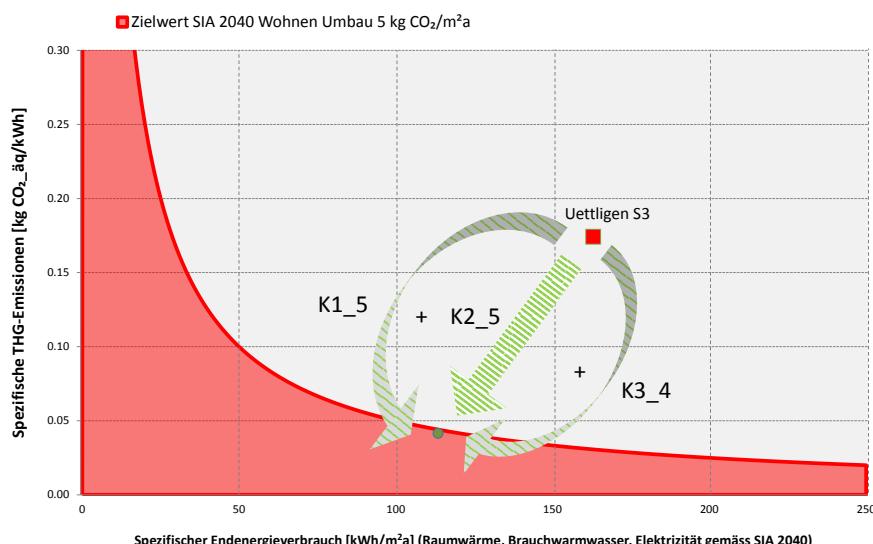
\* Anteil vom heutigen Wärmeverbrauch Total

Die PV-Anlagen können überall innerhalb des Betrachtungsrahmens (Dorf) und unabhängig der oben getroffenen Aufteilung installiert werden (siehe **Tabelle 18**).

**Tabelle 18: Massnahmen in den einzelnen Zonen**

	Anteil	Sanierung + Heizung	PV (auf alle Gebäude je Zone verteilt)
K1_5	44 %	143 Gebäude auf Stand Minergie sanieren und mit WP ausstatten	1'760 kWp / 11'700 m <sup>2</sup> / 53 m <sup>2</sup> /Gebäude
K2_5	16 %	18 Gebäude auf Stand Minergie sanieren und mit Pellet-Heizungen ausstatten	704 kWp / 4'700 m <sup>2</sup> / 168 m <sup>2</sup> /Gebäude
K3_4	40 %	82 Gebäude an den Wärmeverbund anschliessen	560 kWp / 3'700 m <sup>2</sup> / 36 m <sup>2</sup> /Gebäude
Total	100%		3'024 kWp / 20'100 m <sup>2</sup> / 57 m <sup>2</sup> /Gebäude

Die ökologische Auswertung der Empfehlung für das Energiekonzept ergibt sich aus dem Anteil der verschiedenen Varianten der Energiekonzepte.



**Abbildung 36: Auswertung der THG-Emissionen im NSE-Diagramm für das empfohlene Energiekonzept.**

Der Zielwert nach SIA 2040 kann mit den oben aufgeführten Massnahmen erreicht werden (siehe Tabelle 19).

**Tabelle 19: Umweltbelastung der vorgeschlagenen Variante.**

	Konzept	Spezifischer Endenergieverbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a]	Spezifische THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> -äq/kWh]	THG-Emissionen nach SIA 2040 [kg CO <sub>2</sub> -äq/m <sup>2</sup> a]	Primärenergie nicht erneuerbar	Primärenergie total [kWh/m <sup>2</sup> a]
Empfehlung	K1_5 + K2_5 + K3_4	114	0.042	3.8	64.4	170.8
Anforderung	K1_5 + K2_5 + K3_4	--	--	5.0	69	125

Folgend werden die Gesamtinvestitionen aufgeteilt auf die einzelnen Konzepte dargestellt. Für die Realisierung des empfohlenen Energiekonzepts müssten rund 60 Mio. CHF investiert werden.

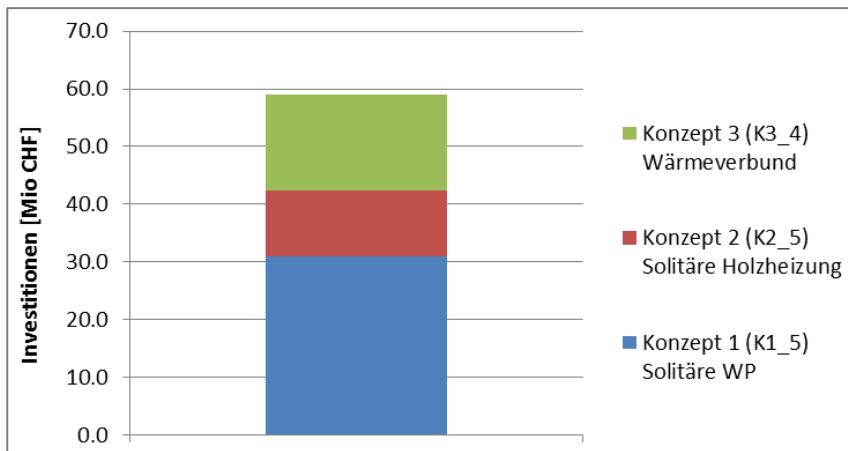


Abbildung 37: Anteil der Investitionen der verschiedenen Konzepte am empfohlenen Energiekonzept.

Die Energiegestehungskosten für das empfohlene Energiekonzept teilen sich gemäss **Abbildung 38** und **Abbildung 39** auf; sie betragen bei der Wärme 22 Rp./kWh, beim Strom rund 29 Rp./kWh.

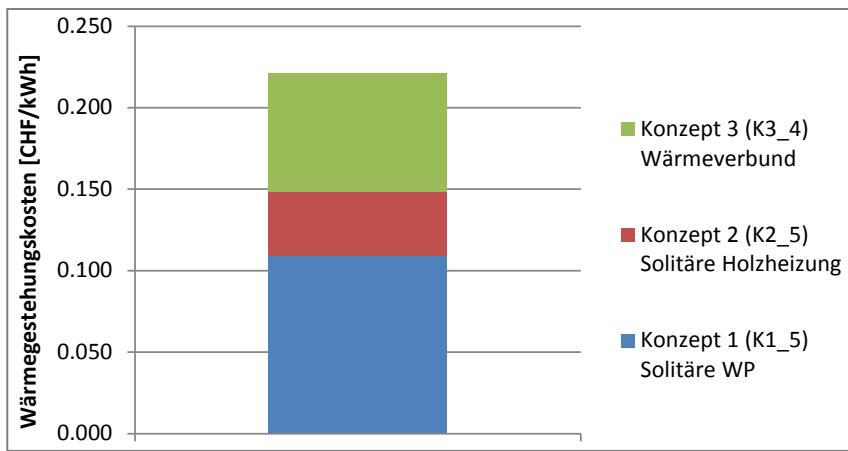


Abbildung 38: Energiegestehungskosten für die Wärme für das empfohlene Energiekonzept.

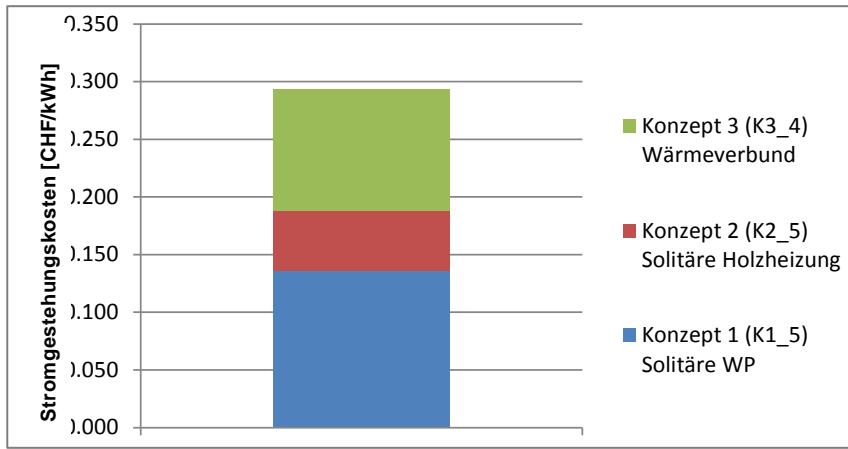


Abbildung 39: Stromgestehungskosten des empfohlenen Energiekonzepts.

## Etappierung

Die Etappierung zu den Umsetzungsmassnahmen könnte folgendermassen aussehen:

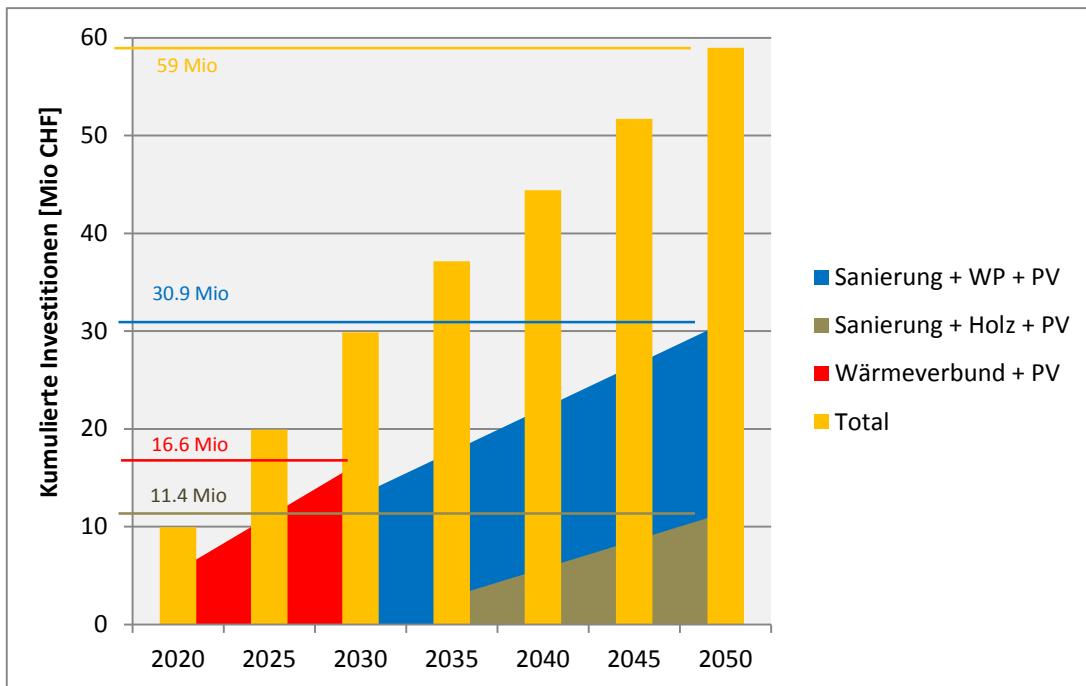


Abbildung 40: Kumulierte Investitionen unterteilt nach Anwendung der Variante der Energiekonzepte.

Der Wärmeverbund steht bei der Gemeinde mit hoher Priorität an und könnte in den nächsten zehn Jahren realisiert werden. In der Zwischenzeit sollen die älteren, fossil beheizten Gebäude kontinuierlich saniert und mit Wärmepumpen ausgerüstet werden. Die abgelegenen Häuser, die bereits Holz als Energieträger haben, könnten zu einem späteren Zeitpunkt saniert werden. Dies, weil diese Bauten schwieriger an der Gebäudehülle zu sanieren sind und auch weil sie heutzutage mit Holz bereits „ökologischer“ als bestehende Bauten mit einer Ölheizung unterwegs sind.

In diesem ersten Teil wird lediglich auf die technischen Aspekte eingegangen. Die sozio-ökonomische Komponente zum Gelingen der Transformation werden im Kapitel 9 detaillierter beschrieben.

## 7. Diskussion

Folgend werden die wichtigsten Feststellungen nach der Erstellung des Energiekonzepts zusammengefasst:

### Datenqualität

Die zur Verfügung stehenden Daten vom BFS über die Gebäude in Uettligen sind eine wertvolle Quelle zu Erstellung von Energiekonzepten. Dennoch besteht eine hohe Unsicherheit in der Datenlage und wichtige Werte, wie z.B. die EBF, mussten anhand der Nutzfläche pro Geschoss und der Anzahl Geschosse geschätzt werden und werden nicht direkt im Datensatz des BFS aufgeführt. Indirekt wird über die zusätzliche Angabe zur Bauperiode der Gebäude und die Zuweisung von typischen Energiekennzahlen ein Wärmeverbrauch abgeleitet. Angaben über etwaige Renovationen waren nicht verfügbar. All dies hat zur Folge, dass der heutige Wärmeverbrauch möglicherweise überschätzt wird. Abwärmequellen sind ebenfalls nicht dokumentiert. Angaben über das Alter der Heizungen fehlen, was für Entscheidungsträger wichtig sein könnte, um prioritäre Sanierungen im Voraus zu planen.

Für den nächsten Planungsschritt empfehlen wir eine Umfrage bei den Hausbesitzern in Uettligen durchzuführen, um die Genauigkeit der Daten zu verbessern.

### Wärmeverbund

Die Analyse hat gezeigt, dass ein Wärmeverbund eine wirksame Massnahme darstellt, um die Ziele der SIA 2040 zu erreichen. Die Analyse hat aber auch gezeigt, dass die Wirtschaftlichkeit für einen Wärmeverbund heute nur im Dorfkern von Uettligen gegeben ist. Hinzu kommt, dass ohne eine Sanierung an der Gebäudehülle, die Ziele des Leitfadens der 2000-W-Gesellschaft [7] über den Primärenergieverbrauch Total, mit einem Wärmeverbund nicht zu erreichen sind.

### Solaranlagen + Speicher

Um der Volatilität der Elektrizitätsproduktion durch PV Rechnung zu tragen und mit dem Ziel, den innerhalb der Systemgrenze produzierten Strom auch zu verbrauchen, ist ein Speicherkonzept notwendig. Insbesondere zeigen die Wirtschaftlichkeitsberechnungen, dass die Steigerung des Eigenverbrauchsanteils (und die damit einhergehende Reduktion des Netzbezugs) interessant sind. Diese zusätzlichen Investitionen für elektrische Speicher sollten bei Weiterführung der Konzepte 1 und 2 berücksichtigt werden. In dieser Arbeit wird die Energiebilanzierung über das gesamte Jahr durchgeführt und das Netz als idealer Speicher berücksichtigt.

## 8. Ausblick

In dieser Studie wurde aus drei Varianten von Energiekonzepten, welche jeweils ein Potential vollständig ausschöpfen, ein massgeschneidertes Energiekonzept für Uettligen erstellt. Hierzu wurden Einzelmaßnahmen aus den Konzepten miteinander kombiniert. Um alle Aspekte und deren Wechselwirkung im Energiekonzept zu berücksichtigen, empfiehlt sich der Einsatz eines integralen Optimierungsansatzes, wie z.B. dem „Energy Hubs“. In den kommenden Jahren wird dieser Ansatz mit Sicherheit verstärkt in der Energieplanung vorzufinden sein. Basierend auf diesem Optimierungsansatz kann auch eine systemische Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, um so die Risiken in der Planung, in der Umsetzung und im Betrieb abzuschätzen.

Die Hochschule Luzern wird im Rahmen des Forschungsprogramms SCCER FEEBD zusammen mit ihren Partnern dieses Verfahren weiterentwickeln mit dem Ziel, diesen Ansatz in die Praxis zu überführen und in Leuchtturmprojekten zu demonstrieren. Ein weiterer Schwerpunkt wird auf der Verfeinerung und Erweiterung der in diesem Konzept zugrunde gelegten Methode liegen.

## 9. Geschäftsmodellentwicklung

Die Resultate werden basierend auf der in Kapitel 4 vorgestellten Vorgehensweise präsentiert:

- I. Identifizierung Geschäftsmöglichkeiten
- II. Charakterisierung Geschäftsmöglichkeiten
- III. Selektion Geschäftsmodellmuster
- IV. Identifikation der Benefits & Geschäftsmodellentwicklung

### 9.1. Identifizierung Geschäftsmöglichkeiten (Schritt I)

#### 9.1.1. Stakeholder Analyse

Das Ziel der Stakeholder Analyse ist, einen umfassenden Überblick über alle relevanten Akteure/Institutionen für das vorliegende Projekt zu ermöglichen und deren potentiellen Einfluss und Interesse zu untersuchen. Die Stakeholder wurden in vier Kategorien eingeteilt: Investoren, Kunden, Dienstleister und Behörden. In jeder Kategorie wurde eine Anzahl von Stakeholdern identifiziert. Der Einflussgrad und das Interesse der Stakeholder an der Transformation zum empfohlenen Energiekonzept wurde abgeschätzt und in Abbildung 41 graphisch dargestellt, respektive im Anhang 12.9 detaillierter beschrieben.

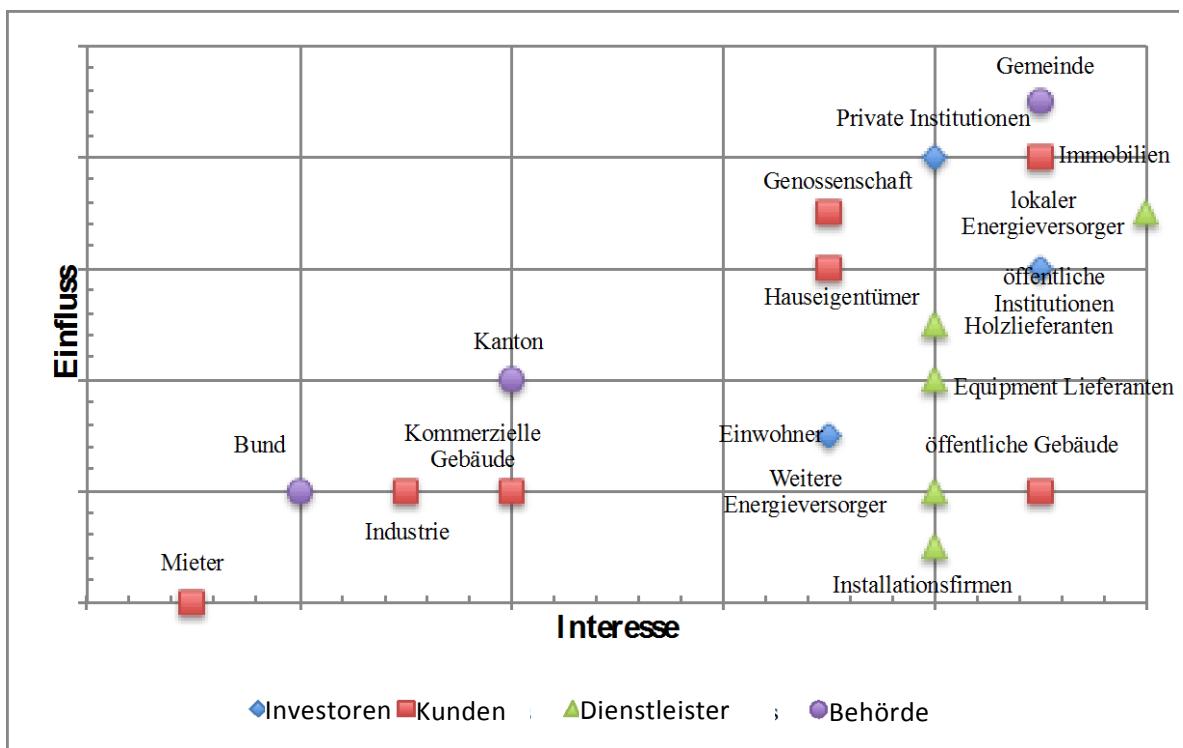


Abbildung 41: Stakeholder Karte

#### 9.1.2. Pains and Gains Analyse

Für jede Stakeholder Kategorie wurde eine Pains and Gains Analyse nach [29] durchgeführt. Das Ziel der Analyse ist, die Aufgaben (Jobs) der Stakeholder zu beschreiben und deren Pains (Unannehmlichkeiten), und Gains (Nutzen) abzuleiten.

- Die Aufgaben (Jobs) werden nach funktionalen (z.B: ein Problem lösen) und sozialen (z.B. Macht, Status, Nachhaltigkeit) Aspekten im Zusammenhang mit dem lokalen Energiemanagement (LEM) beschrieben.

- Pains sind alle unangenehmen Erlebnisse der Stakeholder beim Ausführen der Aufgaben.
- Gains ergeben einen persönlichen, wirtschaftlichen und sozialen Nutzen für die Stakeholder, während sie die Aufgaben ausführen.

Die folgenden vier Abbildungen zeigen die Resultate der Analyse nach der Methodik von [29]. Die zusammengefassten Pains und Gains für die Stakeholderkategorien *Kunde*, *Investor*, *Dienstleister*, und *Behörde* basieren auf Interviews, dem durchgeführten Workshop mit der Gemeinde und der BKW und auf Literaturrecherche [22, 36, 37, 38].

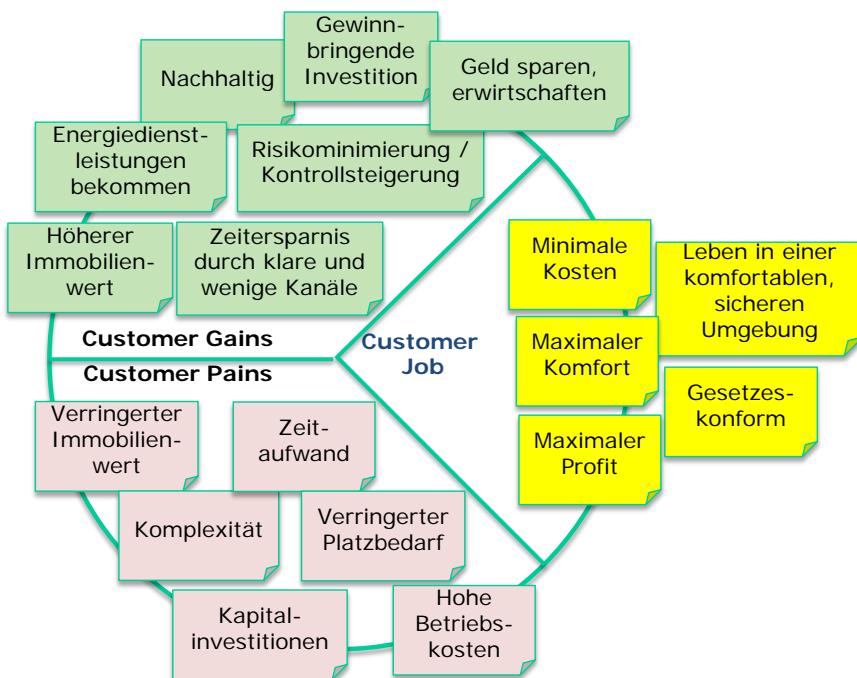


Abbildung 42: Pains and Gains des Kunden

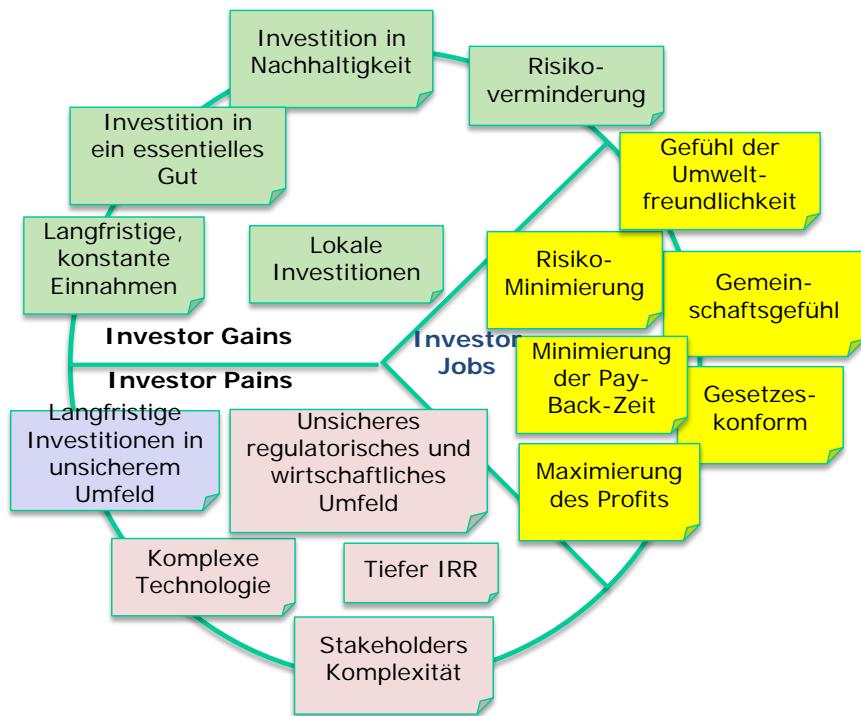


Abbildung 43: Pains and Gains der Investoren



Abbildung 44: Pains and Gains des Dienstleisters

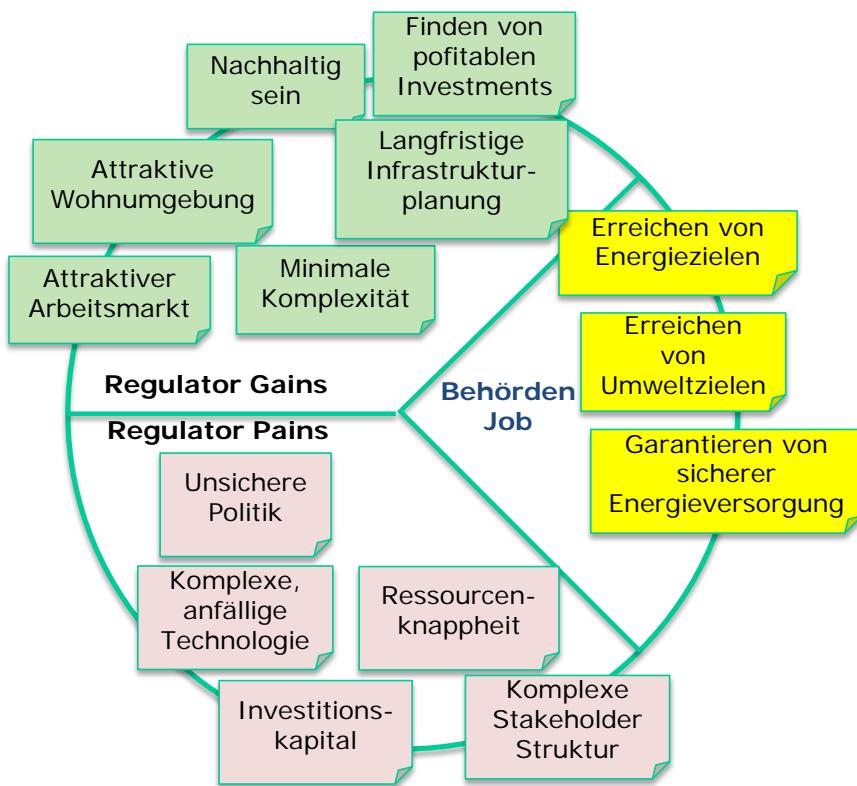


Abbildung 45: Pains and Gains der Behörden

## 9.2. Charakterisierung Geschäftsmöglichkeiten (Schritt II)

Im zweiten Schritt werden die relevanten Bestimmungsfaktoren eines lokalen Energiemanagement (LEM) Konzeptes charakterisiert. Die Bestimmungsfaktoren, welche LEM Konzepte charakterisieren und die Auswahl entsprechender Geschäftsmodelle beeinflussen, wurden in einer früheren Arbeit ausgewählt und analysiert [22]. Sie wurden durch Literaturrecherche zu dezentralen Erzeugungstypologien und zu Kunden/Investor Präferenzen bezüglich neuer Geschäftsmöglichkeiten im Umfeld der Energiewende identifiziert und in drei Kategorien eingeteilt: Typologie des Energiesystems, sozio-demographische Kundenaspekte und externe Bestimmungsfaktoren (siehe Tabelle 20).

**Tabelle 20: Bestimmungsfaktoren [22]**

Typologie	sozio-demographische Kundenaspekte	Externe Faktoren
Projekttypologie	Zahlungsbereitschaft	Energiepolitik
Gebäudedichte	Kundenpräferenzen betreffend Umwelt, Sicherheit, Veränderungsbereitschaft	Makroökonomie
Gebäudetypologie	Gebäudebesitzverhältnisse	
Energieumwandlungsinfrastruktur		
Selbstversorgungsgrad		

Die Charakterisierung der Bestimmungsfaktoren zur Typologie des Energiesystems konnte anhand der Resultate aus Kapitel 5 gewonnen werden. Wohingegen die sozio-demographischen Kundenaspekte eine starke Involvierung der Gemeindeeinwohner verlangen. In dieser frühen Projektphase wurde auf den Einbezug der Gemeindeeinwohner noch verzichtet.

Tabelle 21 stellt die Charakterisierung der Bestimmungsfaktoren zusammen.

**Tabelle 21: Charakterisierung der Bestimmungsfaktoren**

Kategorie	Bestimmungsfaktor	Beschrieb
Typologie	Projekttypologie	Retrofit der Energieinfrastruktur
	Gebäudedichte	Vororts-Region, charakterisiert durch mittlere bis tiefe Dichte
	Gebäudetypologie	Grossteil sind Wohngebäude, hauptsächlich Einfamilienhäuser
	Energieumwandlungsinfrastruktur	Beinhaltet thermische und elektrische Energieträger. Ein Mix aus verteilter (Sanierungsszenario) und zentraler Infrastruktur (Fernwärmeszenario).
	Selbstversorgungsgrad	-
Kunden - sozialdemographisch	Zahlungsbereitschaft	-Nicht untersucht- Kann durch Studien mit Bewohnern untersucht werden

	Kundenpräferenzen	-Nicht untersucht- Kann durch Verhaltensinterviews mit Bewohnern untersucht werden
	Gebäudebesitzstruktur	-Nicht untersucht- Mehr Information notwendig
<b>Externe Faktoren</b>	Energiepolitik	Unklare/entwickelnde Bundes- und Kantonalpolitik. Gemeindepolitik muss definiert werden.
	Makroökonomie	Trägt Wirtschaft, fast null Prozent Zinsen

Die Selektion der Geschäftsmodelle basierend auf den Bestimmungsfaktoren ist im folgenden Kapitel 9.3 vorgestellt.

### 9.3. Selektion Geschäftsmodellideen (Schritt III)

In diesem Kapitel wird die Selektion geeigneter Geschäftsmodellideen für das empfohlene Energiekonzept in Uettligen vorgenommen. Das Vorgehen zur Selektion basiert auf den folgenden Schritten:

- I. Identifikation von Geschäftsmodellmuster basierend auf den in Kapitel 9.2 beschriebenen Bestimmungsfaktoren.
- II. Priorisierung und Selektion von Geschäftsmodellideen, welche den identifizierten Geschäftsmodellmustern zugeordnet sind.

Die unter Punkt I. vorgenommene **Identifikation der Geschäftsmodellmuster** wurde durch den konzeptionellen Rahmen unterstützt, welcher von Facchinetti und Sulzer [24] entwickelt wurde. Dieser bietet einen strukturierten Überblick über mögliche Geschäftsmodellmuster im „Geschäftsmodell-Lösungsraum“. Die detaillierte Beschreibung des Vorgehens zur Identifikation geeigneter Geschäftsmodellmuster und die Zwischenresultate können im Anhang 12.10.1 gefunden werden. Gemäss der durchgeführten Identifikation können Hauptmerkmale der geeigneten Geschäftsmodellmuster beschrieben werden:

- **Kunden als Investoren:** Unter Berücksichtigung der derzeitigen wirtschaftlichen Lage mit tiefen bis negativen Zinsen, dem grossen Anteil an Einzel- oder Mehrfamilienhäusern und den technologischen Anforderungen wird klar, dass sich Investitionsmöglichkeiten in die Umstellung des Energiesystems für Kunden als interessant gestalten.
- **Bündelung von Dienstleistungen:** Durch eine holistische Perspektive des Energiesystems in Uettligen können interessante Synergiemöglichkeiten für ein Angebot von gebündelten Dienstleistungen entstehen. Diese beinhalten Wärme-, Elektrizitäts- und Sanierungslösungen.
- **Massgeschneiderte Lösungen:** Durch die Homogenität der Gebäude bezüglich Typologie und Energieverbrauch kann eine reduzierte Anzahl massgeschneideter Lösungen entworfen werden, welche die meisten Kundenanforderungen abdecken.

In **II. Priorisierung & Selektion von Geschäftsmodellideen** wurden die am besten geeigneten Geschäftsmodellideen für die identifizierten Muster priorisiert und anschliessend selektiert. Die Auflistung und Beschreibung der geeigneten Geschäftsmodellideen für Uettligen kann im Anhang

12.10.2 gefunden werden. Die geeigneten Geschäftsmodellideen wurden am 4. April 2016 dem Gemeindepräsidenten (Bänz Müller) und der BKW (Christine Weber, Martin Bucher) in einem Workshop vorgestellt. Die Teilnehmenden wurden gebeten, die Geschäftsmodellideen nach ihren Präferenzen zu bewerten (Abbildung 46). Für die Bewertung wurden die drei technologischen Lösungen:

- Wärmeverbund
- Sanierung & solitäre Heizanlage
- PV

unterschieden, welche das empfohlene Energiekonzept in Kapitel 6 beschreiben.

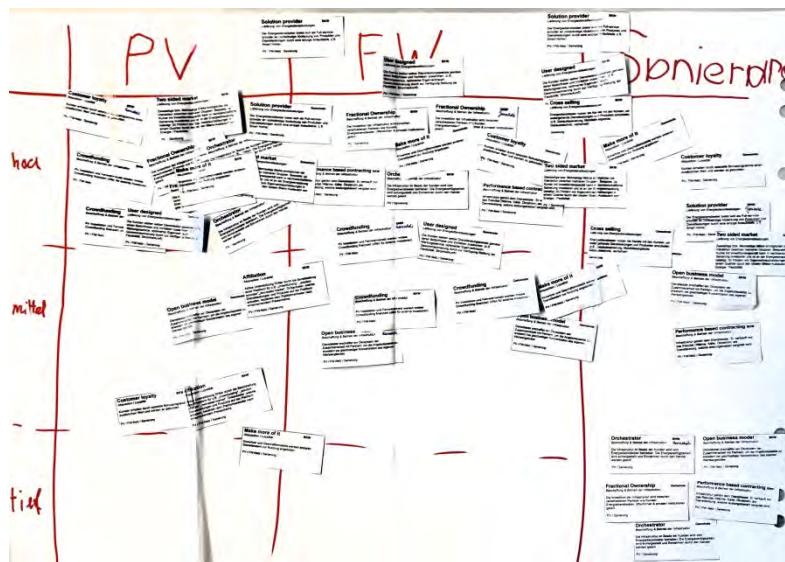


Abbildung 46: Resultate des Workshops

Die Resultate sind in den folgenden Tabellen für die drei technologischen Lösungen zusammengefasst.

1. Geschäftsmodellideen für den **Wärmeverbund** geordnet nach den Präferenzen (hoch, mittel, tief) für die BKW und die Gemeinde:

Tabelle 22: Resultate des Workshops für Wärmeverbund

Preference	BKW	Gemeinde
<b>Hoch</b>	User designed Solution Provider Fractional Ownership Performance based contracting Orchestrator	User designed Make more of it Customer loyalty
<b>Mittel</b>	Crowdfunding Affiliation	Crowdfunding Open business model
<b>Tief</b>	Make more of it	

2. Geschäftsmodellideen für die **Sanierung & solitäre Heizanlage** geordnet nach den Präferenzen (hoch, mittel, tief) für die BKW und die Gemeinde:

**Tabelle 23: Resultate des Workshops für Sanierung & solitäre Heizanlage**

Präferenz	BKW	Gemeinde
<b>Hoch</b>	Solution Provider Two sided platform User Designed Cross Selling	Solution provider Two sided platform Make more of it Customer loyalty
<b>Mittel</b>	Open Business Model Performance based contracting Make more of it	Open business model
<b>Tief</b>		Orchestrator Fractional ownership Performance based contracting

3. Geschäftsmodellideen für den **PV-Ausbau** geordnet nach den Präferenzen (hoch, mittel, tief) für die BKW und die Gemeinde:

**Tabelle 24: Resultate des Workshops für PV**

Präferenz	BKW	Gemeinde
<b>Hoch</b>	User designed Fractional Ownership Solution Provider Crowdfunding	User designed Fractional ownership Customer loyalty Orchestrator
<b>Mittel</b>	Make more of it Customer loyalty Affiliation	Open business model
<b>Tief</b>		

Aus dem Workshop konnte für die drei verschiedenen Technologien folgendes abgeleitet werden:

- Bezüglich **Wärmeverbund** äusserte BKW Interesse an gemeinsamen Eigentumsverhältnissen und *Performance based contracting*. Die Gemeinde schlug des weiteren *Make more of it* vor.
- Für die **Sanierung & solitäre Heizanlage** wurde die *Two sided platform* von beiden Seiten anerkannt. *Make more of it* wurde von der Gemeinde mit hoher Präferenz gekennzeichnet, wobei BKW *Cross selling* bevorzugte.
- Für **PV** wurden gemeinsame Eigentumsverhältnisse von beiden Seiten mit hoher Präferenz eingestuft.

Technologieunabhängig konnten folgende Präferenzen zusammengefasst werden:

- Die Gemeinde und BKW favorisieren klar die Entwicklung von massgeschneiderten Umsetzungslösungen (Geschäftsmodellidee *User Designed*).
- Die Gemeinde erachtet die Involvierung der Bewohner und das Einrichten einer Energiegemeinschaft als wichtig (Geschäftsmodellidee *Customer Loyalty*).
- BKW ist an der Möglichkeit interessiert, die Rolle des Full-service-providers einzunehmen und dabei externe Partner zu koordinieren (Geschäftsmodellidee *Solution Provider*).

#### 9.4. Identifikation der Benefits & Geschäftsmodellentwicklung (Schritt IV und V)

In diesem Absatz wird die Entwicklung der integrierten Geschäftsmodellstrategie für die Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes von Uettligen vorgestellt. Im ersten Abschnitt 9.4.1, wird das vorgeschlagene Geschäftsmodell hergeleitet und präsentiert und anschliessend (Abschnitt 9.4.2) werden spezifische Geschäftsmodelle für PV und Gebäudesanierungen beschrieben. Am Schluss (Abschnitt 9.4.3) werden ökonomische Betrachtungen aus den Empfehlungen des Energiekonzeptes (Kapitel 6) dargelegt.

##### 9.4.1. Die Gemeindeplattform für die Energiewende

Basierend auf den durchgeföhrten Analysen und unter Berücksichtigung der erhaltenen Inputs von der Gemeinde und der BKW ist eine Gemeindeplattform wie in Abbildung 47 dargestellt, besonders passend. Es repräsentiert ein integriertes Geschäftsmodell, in dem die Gemeindeverwaltung, der Energiedienstleister, finanzielle Institutionen und die Bewohner miteinander verbunden sind. Auf der einen Seite soll die Plattform zur Harmonisierung und Koordination aller Aktivitäten und Initiativen dienen, welche mit dem empfohlenen Energiekonzept in Zusammenhang stehen. Auf der anderen Seite soll sie den Kontaktpunkt zwischen Lösungsanbietern, Konsumenten, Prosumenten und Investoren darstellen.



Abbildung 47: Ein integriertes Geschäftsmodell: Die Gemeindeplattform für die Energiewende.

Die Plattform sollte den Einwohnern eine Möglichkeit bieten, aktiv an der Energiewende teilzunehmen. Idealerweise werden die Meinungsmacher im Dorf für die Umsetzung gewonnen, um durch diese die gewünschte Dynamik zu erreichen. Zudem sollen den Einwohnern Informationen zur Verfügung gestellt werden, welche erläutern, wie sie zur Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes beitragen können und welchen Nutzen sie davontragen. Des Weiteren sollen typische Barrieren abgebaut, eine faire Behandlung durch die Involvierung der Gemeindeverwaltung garantiert und nicht zuletzt die Syngriemöglichkeiten innerhalb der Gemeinde ausgeschöpft werden.

Die Leistungen, welche von der Gemeindeplattform ausgehen, sollen partnerschaftlich unter dem Label der Gemeindeplattform angeboten werden und nicht unter den einzelnen Akteuren. Die Rollen und Verantwortlichkeiten können jedoch den einzelnen Akteuren zugeordnet werden und können wie folgt beschrieben werden:

- Die **Gemeindeverwaltung** ist für die Lancierung der Plattform, sowie Werbung und Förderung der Einwohnerteilnahme zuständig (*customer loyalty*). Zudem sollte sie deren weitere Entwicklung überwachen und sicherstellen, dass die Plattform zur Erreichung der gesetzten Energieziele beiträgt. Wichtig ist, dass Konfliktsituationen mit den verschiedenen Stakeholdern vermieden werden.
- Die **BKW** ist zurzeit in der Region für die Stromversorgung zuständig (der Markt ist nicht vollständig liberalisiert) und kann die Rolle eines Lösungsanbieters einnehmen. In ihrer Rolle muss die BKW verschiedene Energiedienstleistungen garantieren, welche den Bedürfnissen unterschiedlicher Kunden gerecht werden (*user designed*). Darüber hinaus können weitere Dienstleistungen aufgebaut werden, wie: Mobilität, Sicherheit, Smart Building Solutions (*cross selling*) und dabei die Dienstleistungs-/Ausrüstungspartner verwalten (*open business model*). Entsprechend kann die BKW die Position eines „Full Service Providers“ einnehmen (*solution provider*).
- **Finanzielle Institutionen** sollen involviert werden, um den Zugang zu Kapital zu garantieren. Dabei wird von den relativ sicheren Investitionsmöglichkeiten profitiert, die durch die klaren, transparenten und kontrollierten Rahmenbedingungen ermöglicht werden.

**Tabelle 25: Die Rollen der verschiedenen Akteure**

Gemeindeverwaltung	Lösungsanbieter (BKW)	Finanzielle Institutionen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lancierung der Plattform</li> <li>• Förderung der Einwohnerbeteiligung</li> <li>• Überwachung von energierelevanten Aktivitäten</li> <li>• Garantieren von Fairness, Einhaltung der Gesetze und der in der Gemeinde gesetzten Energiezielen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisieren eines Anbieter-Netzwerks rund um Energiedienstleistungen</li> <li>• Bereitstellung eines umfassenden Angebots von Energiedienstleistungen</li> <li>• Bereitstellung von technischen, wirtschaftlichen und gesetzlichen Informationen für die Bewohner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung von finanziellen Instrumenten für die Einwohner und den Lösungsanbieter</li> <li>• Unterstützung einer crowdfunding Plattform, um kleine, lokale Investitionen zu generieren</li> </ul>

### Organisationsformen Gemeindeplattform

In der Gemeindeplattform sollen private und öffentliche Parteien gemeinschaftlich ein Ziel verfolgen: Die Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes um die Energieziele zu erreichen. Eine klassische Public Private Partnership (PPP) finanziert und/oder betreibt typischerweise eine kommunale Infrastruktur. In diesem Punkt unterscheidet sich die vorgeschlagene Gemeindeplattform von einer PPP, da primär private Infrastrukturen in hoher Anzahl finanziert und/oder betrieben werden sollen. Die unterschiedlichen Organisationsformen von PPP können teilweise auf die Ge-

meindeplattform übertragen werden. Grundsätzlich werden die PPP-Modelle nach Betreiber-, Kooperations- und Konzessionsmodel unterscheiden. Beim Betreiber- und Kooperationsmodell wird der Betrieb, die Instandhaltung und Wartung kommunaler Infrastruktur entweder durch einen privaten Betreiber oder durch eine privatrechtliche Gesellschaft übernommen. Beim Konzessionsmodell verpflichtet sich der Auftragnehmer eine bestimmte Leistung für einen Zeitraum von 10-30 Jahren unmittelbar am Bürger zu erbringen. Die dafür notwendigen Wirtschaftsgüter werden durch den privaten Auftragnehmer zuvor selbst erstellt und nach Fertigstellung dem kommunalen Verwaltungsträger übergeben.

Die Gemeindeplattform erbringt durchaus kommunale Leistungen: die **Lenkung und die beschleunigte Umsetzung** der energierelevanten Infrastrukturinvestitionen in Uettligen ist eine kommunale, operative Aufgabe, um ein kommunales Ziel zu verfolgen. Die auf der Gemeindeplattform angebotenen Umsetzungslösungen können nicht rein kommerzielle Ziele des Lösungsanbieters verfolgen, sondern müssen sich an den kommunalen Zielen und dem empfohlenen Energiekonzept orientieren.

Die Gemeindeplattform kann durch folgende Trägerschaft betrieben werden: Gemeinde, Kooperationsform mit Gemeinde, BKW und weiteren Trägerschaften wie Finanzinstitute, Betreiber des Wärmeverbundes, SoKW... oder eine private Betreiberin wie z.B. die BKW. Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile der drei Trägerschaftsformen diskutiert:

Gemeinde	<p><b>Vorteil:</b> Die Gemeinde kann ihre energiepolitischen Ziele und Empfehlungen kompromisslos und unabhängig von kommerziellen Zielen kommunizieren.</p> <p><b>Nachteil:</b> Für die Umsetzung fehlen starke Partner, welche effiziente und attraktive, auf Uettligen zugeschnittene Umsetzungslösungen anbieten.</p>
Kooperation	<p><b>Vorteil:</b> Die Empfehlungen zur Umsetzung des Energiekonzeptes sind auf einem Konsens abgestützt. Vordefinierte und eventuell gebündelte Umsetzungslösungen für die Zielerreichung von Uettligen können eine schnelle Umsetzung begünstigen.</p> <p><b>Nachteil:</b> Eventuell Interessenskonflikte und Aufwand in der Konsensfindung</p>
Private Trägerin	<p><b>Vorteil:</b> Weniger Aufwand zur Konsensfindung.</p> <p><b>Nachteil:</b> Kommunale Ziele werden eventuell kommerziellen Zielen untergeordnet. Eventuell geringere Akzeptanz bei potentiellen Investoren, da einseitige Interessen der Trägerin angenommen werden.</p>

Aufgrund der oben geschilderten Vor- und Nachteile wird für die Gemeindeplattform in Uettligen ein Kooperationsmodell empfohlen mit Vertretern der Gemeinde und der BKW. Eventuell können auch ein Finanzinstitut, die SOKW und die Betreiberin des Wärmeverbundes vertreten sein. Die Hauptaufgabe ist die Information und Förderung geeigneter Umsetzungslösungen in Anlehnung an das vorgeschlagene Energiekonzept, um die Energieziele zu erreichen.

Dazu können zugeschnittene und eventuell standardisierte Umsetzungslösungen angeboten werden, welche die Beratung, Projektierung, Finanzierung, evtl. Bewilligungsverfahren, Installation/Sanierung und eventuell den Betrieb beinhalten. Durch Standardisieren und Bündeln geeigneter Lösungen können eventuell finanziell attraktive Konditionen und kürzere Installations- bzw. Sanierungszeiten erreicht werden.

Generell entwickelten sind Energiegemeinschaften auf Kooperationsbasis in den letzten Jahren rapide. Europa ist weltweit führend in der Entwicklung solcher Gemeinschaften, wobei verschiedene Kooperationsformen bekannt sind. Diese hängen vom sozio-ökonomischen und technischen Kontext ab [31], [32], [33], [34]. Typischerweise sind die Gemeinschaften in einer privatrechtlichen Gesellschaft organisiert. Die Kooperationsmitglieder können aufgrund lokaler Kriterien oder

gemeinsamer Interessen gebildet sein, wobei Gemeinden und Energieversorger oft Teil der Energiegemeinschaft sind. Energiegemeinschaften vergeben oft Projektentwicklungsaufgaben und den Betrieb an Dritte [32].

Ein Beispiel einer Energiegemeinschaft ist die Energieakademie auf der dänischen Insel Samsoe [35]. Samsoe mit seinen gut 4'000 Inselbewohner setzte sich 1997 zum Ziel, sich in 10 Jahren mit 100% erneuerbarer Energie zu versorgen (1997 waren es 6-13%). Nach einem langsamem Start und abnehmendem Interesse der Bewohner aufgrund fehlender Unterstützung (informativer und finanzieller) konnte durch den Einbezug der Bevölkerung, insbesondere der Meinungsmacher und extensiver Information eine hohe Umsetzungsdynamik erreicht werden. Energieeffizienzmassnahmen, Ausbau und Neubau von Wärmeverbünden und Installation von Windturbinen (im Besitz von lokalen Bauern, respektive von mehreren Inselbewohnern) waren die Hauptmassnahmen zur Erreichung des Ziels, welches bereits nach acht Jahren erreicht wurde. Samsoe ist zurzeit in der zweiten Phase, um fossile Energieträger in der Mobilität mit erneuerbaren Energieträgern zu ersetzen. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, wurde 2007 die Energieakademie gegründet. Die Energieakademie ist ein Katalysator und animiert die Bewohner zum Mitmachen. Sie lädt die Bevölkerung zu Diskussionen, Projektierung und Umsetzung von Samsoe 2.0 ein und betreibt einen Energieberatungsservice für private und kommerzielle Kunden.

#### 9.4.2. Lösungsangebote

Die Plattform soll basierend auf den drei technologischen Lösungen, welche das empfohlene Energiekonzept im Kapitel 6 beschreiben, aufgebaut werden. Diese dienen als Orientierungsrahmen für Erreichung der gesetzten Energieziele. Die folgenden zwei unterschiedlichen Angebote wurden identifiziert: Die Integration von *PV* in Kombination mit *Sanierung & solitärer Heizanlage* (*Wärmepumpe oder Holzheizung*) und die Integration von *PV* zusammen mit einem *Wärmeverbund* (Abbildung 48). Wie schon bei der Beschreibung der verschiedenen Energiekonzepte in Kapitel 5.6 erwähnt, sind *PV* und *Sanierung & solitäre Heizanlage* kompatibel und nehmen eine wichtige Rolle hinsichtlich der gesetzten Energieziele der Gemeinde ein. Abbildung 48 veranschaulicht weiter, dass die Integration von *PV* mit Gebäuden, welche an den zentralen *Wärmeverbund* angeschlossen sind, ebenfalls kompatibel ist.

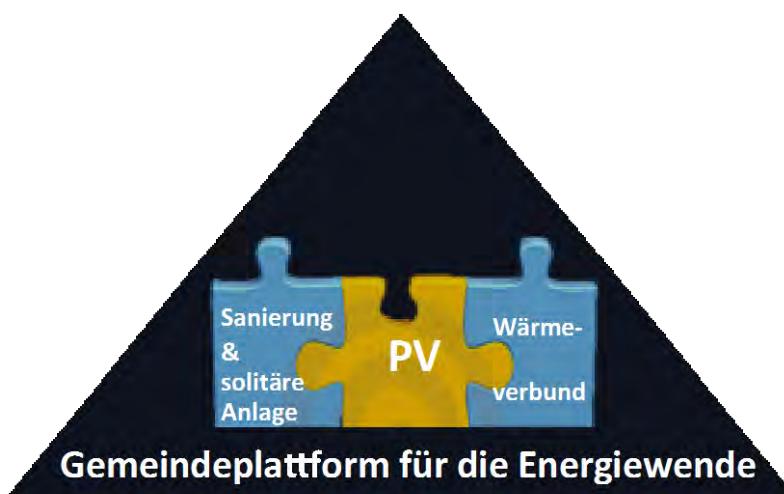


Abbildung 48: Interaktion der technischen Lösungen als Teil der Plattform

*PV* und *Sanierung & solitäre Heizanlage* werden in den folgenden Abschnitten detaillierter beschrieben. Weitere Angebote können der Gemeindeplattform hinzugefügt werden.

Die Integration von Geschäftsmodellen für *PV* und *Sanierung & solitäre Heizanlage* (insbesondere Wärmepumpe) soll sich auf die folgenden drei Aspekte stützen (Abbildung 49):

- **Einbinden der Einwohner** – Ein Anreizsystem, um das Interesse der Einwohner für Energieinvestitionen zu steigern und ein Belohnungssystem, um die Entscheidung der Einwohner zur vorgeschlagenen, geeignetsten Lösung (empfohlenes Energiekonzept) zu lenken, welche mit den Energiezielen der Gemeinde einhergeht, muss eingerichtet werden.
- **Kompatibilität der Angebote** – Ein Wettbewerb betreffend Investitionen zwischen den beiden Angeboten soll vermieden werden. Zudem soll die Komplementarität und Kompatibilität der beiden Angebote garantiert werden. Die Bewohner sollen zuerst in das rationalste Angebot investieren (typischerweise Sanierung & Ersatz fossiler Heizanlage mit Wärmepumpe) und optional in beide.
- **Finanzielle Instrumente** – Die finanziellen Instrumente, die von der Gemeindeplattform für die Energiewende angeboten werden, sollen einheitliche Rahmenbedingungen ermöglichen und ein breites Angebot von Investitionsoptionen umfassen, wie Gesamtfinanzierung durch Kunden, Contracting Optionen, gemeinsamer Besitz zwischen Kunden und Lösungsanbieter, Investitionen durch eine Einwohnergruppe und externe Investoren (z.B. crowdfunding).



Abbildung 49: Hauptaspekte bei der Integration von PV- und Gebäudesanierungs-Geschäftsmodellen

Die Geschäftsmodelle für *PV* und *Sanierung & solitäre Heizanlage* wurden nach Osterwalder und Pigneur [29] erarbeitet und sind in Abbildung 50 & Abbildung 51 dargestellt.

Osterwalder und Pigneur [29] definieren ein Geschäftsmodell als „das Grundprinzip nach dem eine Organisation Werte schafft, vermittelt und erfasst“. Diese Definition ist weitgehend in der Literatur akzeptiert, insbesondere auch im Energiesektor [24], [28], [30].

Die folgende Darstellung zeigt das Geschäftsmodell der Gemeindeplattform für **PV-Lösungen**.

Horw, 7. Oktober 2016

Seite 72/107

Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Abbildung 50: Geschäftsmodell Canvas für PV Lösungen

Die Gemeindeplattform kann im Kooperationsmodell mit Gemeinde, BKW und Finanzinstitut sicherstellen, dass die angebotenen Umsetzungslösungen den Empfehlungen des Energiekonzeptes zur effektiven Erreichung der Energieziele beitragen. Die **Lenkung** investitionswilliger Einwohner erfolgt durch

- **Information** (auf der Homepage, an Veranstaltungen und durch Einwohner, welche bereits umgesetzt haben – „early adopters“)
- **Integrale Beratung** aller möglicher Umsetzungslösungen
- **Attraktive PV-Lösungen** hinsichtlich finanzieller Attraktivität durch Bündelung und eventuell Standardisierung der PV-Lösungen und der Projektausführung, sowie zeitliche Aufwandsersparnis durch integrale PV-Lösungen mit vollem Service betreffend Projektierung, Finanzierung, Bewilligung, Installation und evtl. Betrieb/Wartung sowie gegebenenfalls tiefe Kreditzinsen.
- **Anerkennung** der Einwohner, welche bereits PV-Lösungen umgesetzt haben, durch publik machen der Lösungen und evtl. Einladung an spezielle Veranstaltungen.

Die Gemeindeplattform kann als „Energy Hub“ zum Beispiel eine Strombörse für Uettligen anbieten und mit dem Überschussstrom handeln (evtl. aggregiert). Die Optionen als „Energy Hub“ sind in der Abbildung 50 in orange ersichtlich.

Aus **Perspektive der Einwohner** kann das Geschäftsmodell folgendermassen beschrieben werden:

- Umfassende **Information** durchs Internet, Veranstaltungen und durch bereits umgesetzte PV-Lösungen in Uettligen
- Integrale und unabhängige **Beratung** über die effektivsten Umsetzungsmöglichkeiten im eigenen Gebäude oder möglichen Etappierungen zur Energiezielerreichung von Uettligen inklusive Vor- und Nachteile, Kosten und eventuelle Erträge.
- **Anreiz** zur Umsetzung der vorgeschlagenen Lösung durch geringere Kosten und zeitliche

Horw, 7. Oktober 2016

Seite 73/107

Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Aufwandsersparnis und evtl. tiefere Kreditzinsen.

- **Belohnung** durch Publizität und Anerkennung auf Gemeindeplattform (z.B. Web.), evtl. spezielle Veranstaltungen für Bewohner, welche bereits umgesetzt haben.
- Einheitliche **finanzielle Rahmenbedingungen** durch integrale PV-Lösungen, welche verschiedene Finanzierungsoptionen beinhalten.

Entsprechend analog kann das Geschäftsmodell für **Sanierung & solitäre Heizanlage** definiert werden (siehe folgende Abbildung). Die mögliche interne und externe Marktteilnahme als Stromanbieter entfällt. Jedoch kann durch Ersatz einer fossilen Heizanlage mit einer Wärmepumpe allfälliger Überschussstrom flexibel je nach Bedarf und thermischer Speicherkapazität bezogen werden. Die Information und Beratung der Gemeindeplattform sind identisch zum PV-Geschäftsmodell, da diese integral über das empfohlene Energiekonzept gehen und die Kompatibilität der unterschiedlichen Umsetzungslösungen garantiert, sowie Konkurrenzsituationen zwischen den einzelnen Angeboten vermieden werden sollen.



Abbildung 51: Geschäftsmodell Canvas für Sanierung &amp; solitäre Heizanlage

#### 9.4.3. Wirtschaftliche Untersuchungen für vorgeschlagenes Szenario

In AP2, Kapitel 6 wird ein Energiekonzept empfohlen, das jeder Region der Gemeinde die geeignete Kombination der drei Technologien zuweist (Abbildung 35). Diesem Energiekonzept zufolge eignet sich für 44% der Gemeinde die Gebäudesanierung mit Wärmepumpe und PV. Wärmeverbund und PV eignen sich für etwa 40%, wobei Gebäudesanierung in Kombination mit PV und Holzschnitzelheizung für lediglich 16% als geeignet betrachtet werden (Abbildung 52).

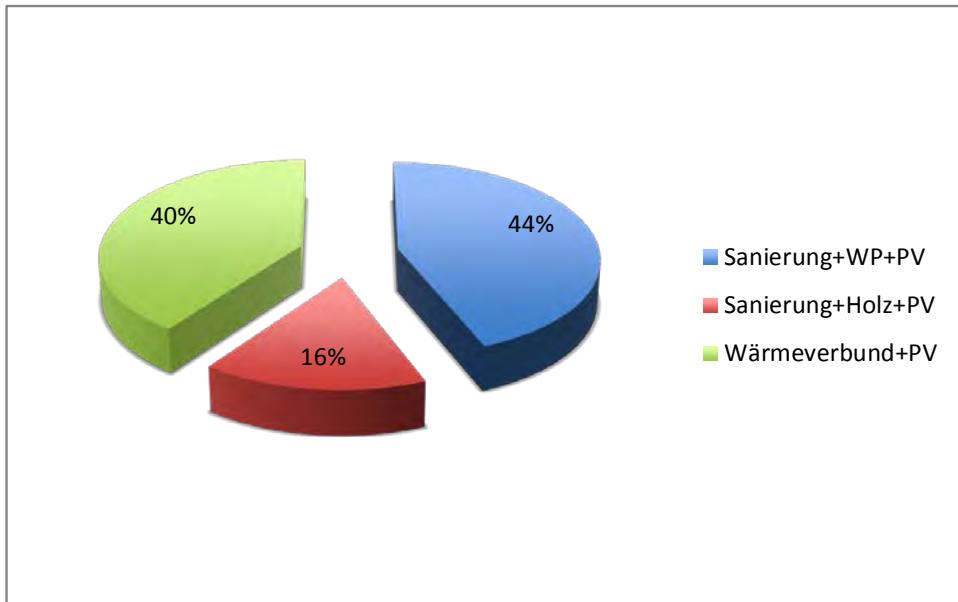


Abbildung 52: Technologiezuweisung für die Gemeinde nach WP2

Im Folgenden werden die anfallenden Investitionskosten pro Technologie untersucht und vorgestellt.

In Abbildung 53 sind die Investitionskosten pro Technologie dargestellt. Die Kombination von Gebäudesanierung mit Wärmepumpe und PV benötigt das höchste Investitionsvolumen unter den Optionen.

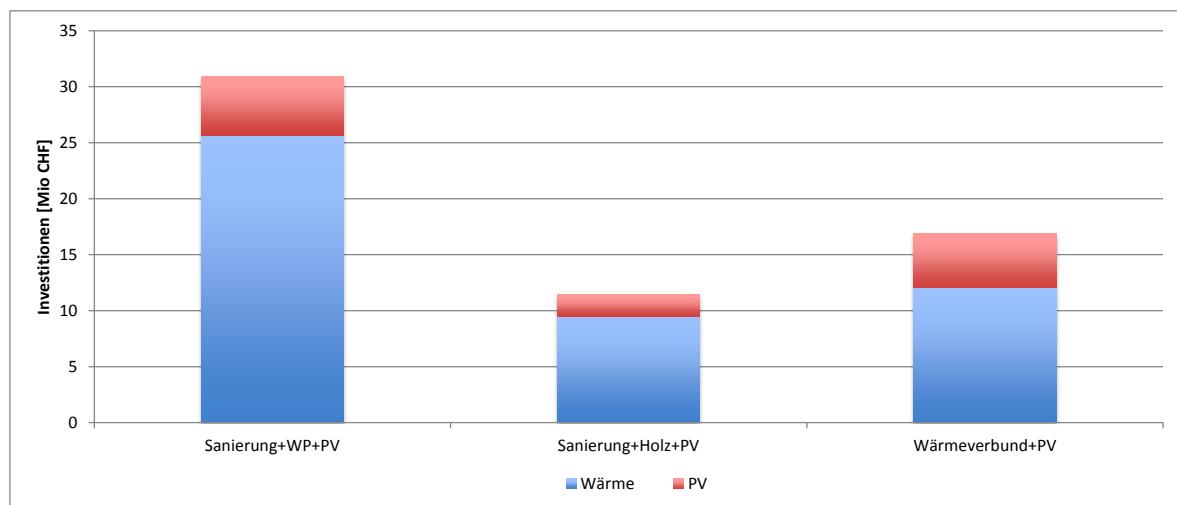


Abbildung 53: Gesamte Investitionskosten pro Technologie

Die gesamten Investitionskosten, welche für die Erreichung der Energieziele von Uettligen anfallen, belaufen sich auf geschätzte 60 Millionen CHF. Diese Zahl repräsentiert zugleich das potentielle Investitionsvolumen für finanzielle Institutionen, die als Partner mit der Gemeindeplattform für die Energiewende zusammenarbeiten. Die wirtschaftliche Untersuchung zeigt, dass aus Sicht des Lösungsanbieters die Gebäudesanierung in Kombination mit Wärmepumpen den grössten Markt darstellt. Die Marktgrösse von PV ist deutlich kleiner, sollte jedoch nicht vernachlässigt werden.

Die durchschnittliche Investition pro verbautem Quadratmeter und pro Wohneinheit (die Anzahl an Wohnungen in MFH wurde berücksichtigt) sind jeweils in Abbildung 54 und Abbildung 55 dargestellt<sup>6</sup>.

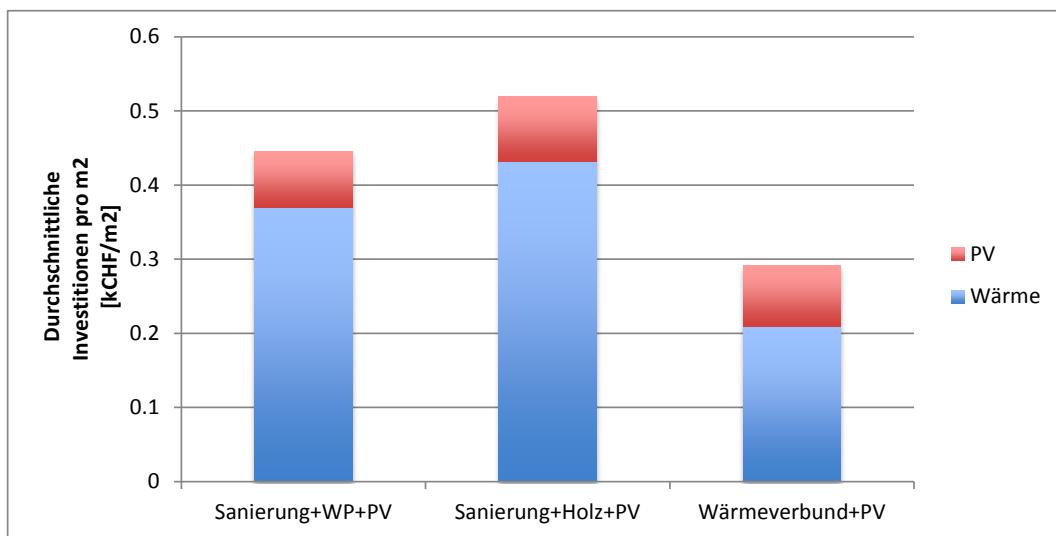


Abbildung 54: Durchschnittliche Investition pro m<sup>2</sup>.

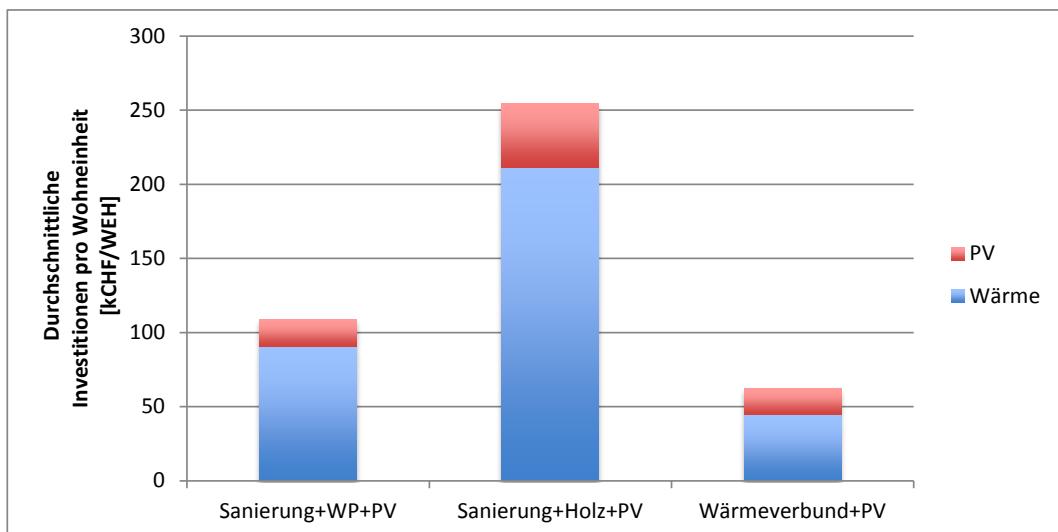


Abbildung 55: Durchschnittliche Investition pro Wohnung

<sup>6</sup> Die hohen Investitionskosten pro Wohneinheit (WEH) für die Variante „Sanierung + Holz + PV“ erklärt sich dadurch, dass die hier in Betracht kommenden WEH viel grösser sind als die der anderen Varianten.

Die Gebäudesanierung & Heizsystem bezieht deutlich mehr Energie und benötigt grössere Investitionen als PV. In den folgenden Abschnitten wird eine Profitabilitätsanalyse vorgestellt, welche sich auf Gebäudesanierung und das Heizsystem beschränken. Dabei wird das Szenario mit der aktuellen Situation von Uettligen verglichen.

Über einen Zeitraum von 30 Jahren (typisch für Energieinfrastruktur) wird der Profitabilitätsunterschied zweier Fälle untersucht:

- Die aktuelle Situation in Uettligen: Gegenwärtige Energieinfrastruktur, Wärmeverbrauch und eine typische Sanierungsrate von 1%. Die sanierten Gebäude profitieren durch einen geringen Energieverbrauch, behalten jedoch die gleiche Technologie (Ölbrenner wird durch Ölboiler ersetzt).
- Das empfohlene Energiekonzept für Gebäudesanierung und Heizsystem in dieser Studie: Die vollständige Implementierung der vorgeschlagenen Strategie mit einer stetigen Umsetzung über die 30 Jahre.

Das empfohlene Energiekonzept benötigt hohe Investitionen und führt zu grösseren Energieeinsparungen im Vergleich zur aktuellen Situation. Der trade-off zwischen Investitionskosten und Energieeinsparungen erfordert eine Profitabilitätsanalyse.

Die Analyse basiert auf Werten zu Energieverbrauch, Betriebs- und Investitionskosten aus AP2. Die Analyse wurde unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ölpreise durchgeführt. Der Ölpreis ist aufgrund der folgenden Punkte der empfindlichste Parameter: Der grosse Anteil an ölabhängigen Heizsystemen in Uettligen, der Öl Phase-out im vorgeschlagenen Szenario, sowie die starke Volatilität des Ölpreises und die damit verbundene CO<sub>2</sub>-Steuer. Die wichtigsten Eingabedaten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

**Tabelle 26: Eingaben für die Profitabilitätsanalyse**

Zeitraum	30 Jahre
Zinssatz	4%
Gesamte Investitionen, aktuelles Szenario (1% Sanierungsrate)	45.8 Mio CHF
Gesamte Investitionen, vorgeschlagenes Szenario	59.6 Mio CHF
Referenzpreis Elektrizität	0.25 CHF/kWh
Referenzpreis Holzpellets	0.07 CHF/kWh
Referenzpreis Holz	0.06 CHF/kWh
Referenzpreis Öl	0.08 CHF/kWh
Investition ist einheitlich über den Zeitraum verteilt	

Die diskontierten Cash flows für unterschiedliche Ölpreise sind in Abbildung 56 dargestellt. Der dazugehörige Kapitalwert ist in Abbildung 57 aufgeführt.

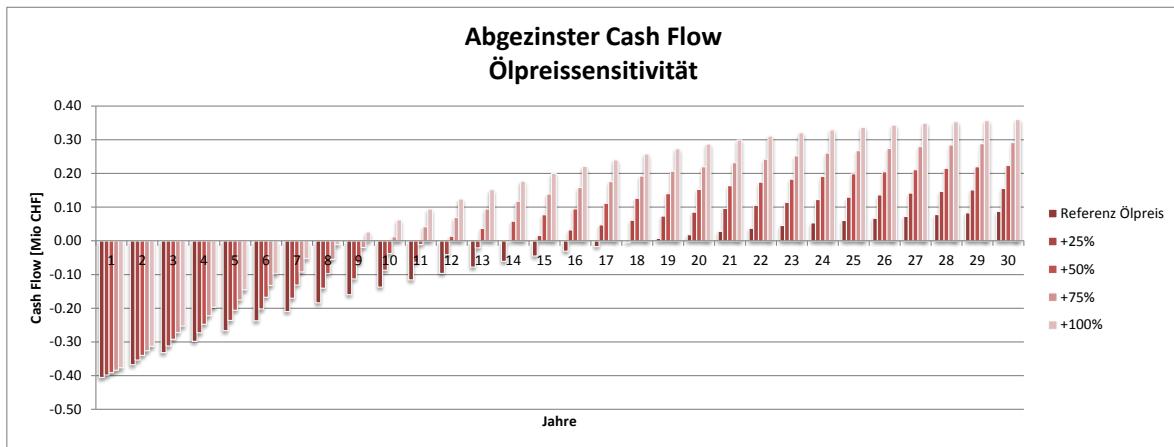


Abbildung 56: Diskontierte Cash flows

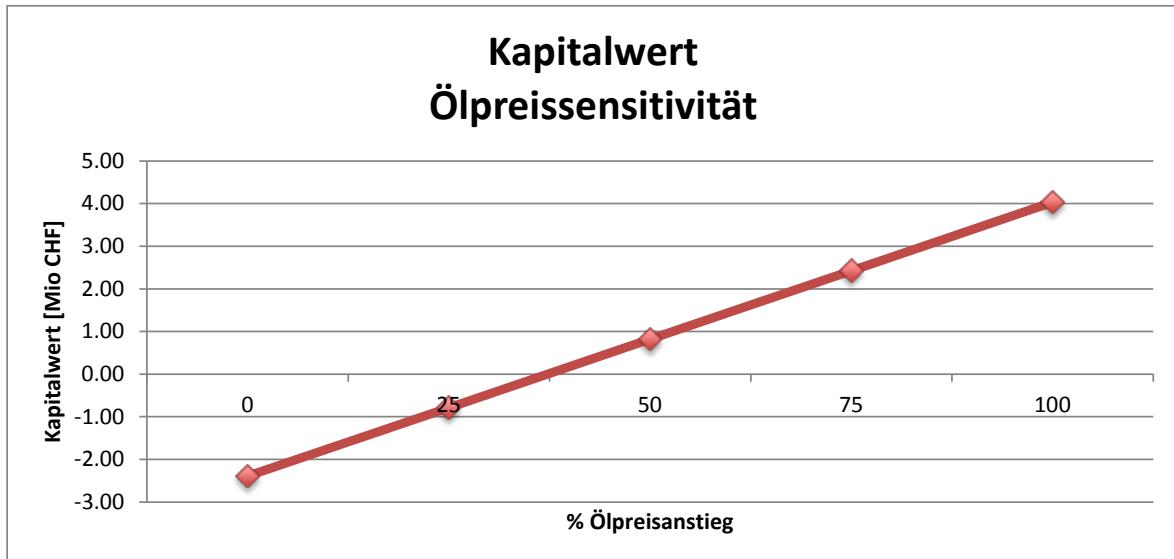


Abbildung 57: Net Present Value

Die Resultate zeigen, dass sich unter den aktuellen Ölpreisen ein negativer Kapitalwert von 2.6 Mio CHF für die Umsetzung des Energiekonzeptes von Uettligen ergibt (im Bezug zu einer Investition von ca. 60 Mio CHF). Im vorgeschlagenen Szenario wird Öl als meistverwendeter Energieträger durch Holz abgelöst. Der Elektrizitätsverbrauch bleibt signifikant. Die hohen Kosten des Szenarios können durch folgende Punkte begründet werden:

- Wie aus Tabelle 26 zu entnehmen, ist Öl derzeit relativ billig.
- Die CO<sub>2</sub>-Belastung und deren Folge wird nicht oder nur minimal der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt.

Durch den derzeitigen tiefen Ölpreis reichen die Energieeinsparungen nicht aus, um die Mehrkosten zu kompensieren.

Eine nicht unrealistische Veränderung des Ölpreises kann jedoch die Umsetzung des Energiekonzeptes von Uettligen wirtschaftlich attraktiv gestalten. Der Ölpreis wird durch die Umstände am Grosshandelsmarkt bestimmt und kann durch politische Entscheidungen, wie beispielsweise durch die CO<sub>2</sub>-Steuer, beeinflusst werden. Denkbar ist auch die Einführung einer CO<sub>2</sub> Abgabe in Uettligen, um Projekte zur Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes zu unterstützen.

Eine Ölpreiserhöhung von 50% führt dazu, dass beide Szenarien aus finanzieller Sicht gleich interessant sind (Kapitalwert=0). Bei einer Erhöhung von 75% erreicht der geschätzte Kapitalwert einen Wert von 2.1 Mio CHF. Dies entspricht einem Payback von etwa 22 Jahren und einem IRR von 8% (Tabelle 27).

Tabelle 27: Zusammenfassung der Profitabilitätsanalyse

Ölpreis	Kapitalwert [Mio CHF]	Payback [Jahre]	IRR
Referenzfall	-2.6	>30	-
+25%	-1.0	>30	-
+50%	0.5	28	5%
+75%	2.1	22	8%
+100%	3.7	19	11%

## 10. Ausblick

Der vorliegende Bericht zeigt die Vorgehensweise und die Resultate zur Entwicklung eines Energie- und Geschäftsmodellkonzeptes zur Erreichung der gesetzten Energieziele auf. Basierend auf drei Extremvarianten von Energiekonzepten wird ein Energiekonzept für Uettligen empfohlen. Die vorgeschlagene integrierte Geschäftsmodellstrategie, die Gemeindeplattform zur Umsetzung des Energiekonzeptes, wurde mit Hilfe einer systematischen Vorgehensweise für Geschäftsmodellinnovationen entwickelt und basiert auf den Resultaten des Energiekonzeptes und des durchgeföhrten Workshops mit Gemeinde- und BKW-Vertretern. Die Hochschule Luzern schlägt die Umsetzung eines Piloten als Folgeprojekt vor.

### Pilotprojekt

Ziel des Pilotprojektes ist die Gemeindeplattform umzusetzen und in ihrer Effektivität hinsichtlich Erreichung der gesetzten Energieziele zu prüfen. Demzufolge sollen die folgenden Indikatoren gemessen und die Reduktion über die Zeit erfasst:

- **CO<sub>2</sub> Intensität** [CO<sub>2</sub> Emissionen/kWh/a] im untersuchten Einzugsgebiet von Uettligen
- **Gesamtenergieverbrauch** [kWh/a] in Uettligen

Die zeitliche Reduktion dieser beiden Indikatoren soll mit Reduktionsraten des schweizerischen Durchschnittes verglichen werden, um abzuschätzen ob ein schnelleres Erreichen der Energieziele zu erwarten ist.

Die Tauglichkeit der Gemeindeplattform zur Unterstützung der Umsetzung des empfohlenen Energiekonzeptes soll mit folgenden Indikatoren weiter untersucht werden:

- **Anzahl implementierter Umsetzungslösungen pro Jahr**, welche von der Gemeindeplattform vorgeschlagen wurden (Lenkung und Beschleunigung der Umsetzung). Diese Anzahl soll mit Schweizer Durchschnittswerten verglichen werden.
- **Akzeptanz** der Bevölkerung hinsichtlich Organisation, Aktivitäten und Umsetzungslösungen der Gemeindeplattform sollten erfasst werden, um ggf. Anpassungen vornehmen zu können.

Das Pilotprojekt kann in folgende Teilschritte gegliedert werden:

1. Detaillierung der Gemeindeplattform
2. Gründung der Gemeindeplattform und Start des Pilotbetriebs
3. Wissenschaftliche Begleitung des Pilotbetriebes und Erfassung der oben genannten Indikatoren und der Akzeptanz
4. Gegebenenfalls anpassen der Organisation, Aktivitäten und Umsetzungslösungen und Überprüfung der Effektivität der Gemeindeplattform

Zur Detaillierung der Gemeindeplattform sind folgende Schritte vorgesehen:

- **Identifizieren der Präferenzen der Einwohner** durch Verhaltensstudien und/oder durch Interviews. Dadurch können ihr Bewusstsein für die gesteckten Energieziele, ihre Partizipations- und Investitionsbereitschaft sowie ihre Erwartungen und Bedenken untersucht werden.
- Involvieren von **lokalen finanziellen Institutionen**, um deren Interesse an der Gemeindeplattform zu evaluieren. Dazu sollen mögliche finanzielle Instrumente für die Umsetzungslösungen in Uettligen charakterisiert werden. Dies soll basierend auf den Präferenzen der Bewohner geschehen.
- Erarbeiten eines **Kataloges mit allen Energiedienstleistungen**, die über die Plattform angeboten werden – in Zusammenarbeit mit BKW. Hierbei sollte die Zahlungsbereitschaft der Kunden in die Analyse einfließen.
- Erarbeiten eines **Kommunikations-, Informations- und Visualisierungskonzeptes** für die Einwohner von Uettligen. Der Informationsgehalt auf der Plattform sollte umfassend sein aber nicht erdrückend. Zudem muss sie benutzerfreundlich bedienbar sein.

Horw, 7. Oktober 2016  
Seite 80/107  
Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

Nutzen für die Gemeinde / BKW: Angestrebt wird eine hohe Bereitschaft zur Umsetzung des Energiekonzeptes und entsprechend raschere Erreichung der Energieziele. Hohe Effektivität des empfohlenen Energiekonzeptes und daraus resultierend eine raschere Erreichung der Energieziele, sowie positive Effekte hinsichtlich Geschäftsfeldentwicklung, respektive Standortmarketing.

## 11. Literaturverzeichnis

- [1] **SIA Merkblatt 2040, SIA-Effizienzpfad Energie**, SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2011
- [2] **Frischknecht et al.**, *Primärenergiefaktoren von Energiesystemen*, ESU-Services Ltd, Version Juli 2012
- [3] **Energiestadt, Wohlen bei Bern, Die energiepolitischen Vorzeigeprojekte**, Energiestadt Wohlen (BE), Innovativ in Energie, energieschweiz, 2015
- [4] **Martin J. et al.**, *Rough Analysis of the Two Districts – Uettligen & Beunde*, Hochschule Luzern, 2015
- [5] **Schluck T.**, *Methoden zur Erstellung angewandter, regionaler Energiekonzepte – Üttligen ein Praxisbeispiel*, Hochschule Luzern Technik & Architektur, Horw, Mai 2016
- [6] **Schuler M. et al.**, *Die Raumgliederungen der Schweiz, Eidgenössische Volkszählung 2000*, Bundesamt für Statistik, Neuenburg, Juli 2005
- [7] **Kellenberger et al.**, *Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft, Leitfaden und Beispiele*, Hochbaudepartement Stadt Zürich & BFE, August 2012
- [8] **Thalmann S. et al.**, *Analyse und Optimierung von Fernwärmennetzen – Ist-Analyse von Fernwärmennetzen und Bewertungs-Tool zur Netz-Optimierung*, Verenum, Bundesamt für Energie, Bern, November 2013
- [9] **Würfel P. & Trupke T.**, *Solarzellen der dritten Generation, Grenzen des Wirkungsgrades von Solarzellen*, Fachartikel Physik Journal 2 Nr. 12, WILEY-VCH Verlag GmbH, 2003
- [10] **Morollón I.**, *Der Königsweg der Gebäudesanierung, Effiziente Gebäudehülle*, Schweizerischer Verband Dach und Wand, Uzwil, 2008
- [11] *Energieholzpreise 2015/2016*, Schweizer Brenn- und Energieholz-Markt
- [12] **Beuret V.**, *Marktentwicklung fossiler Energieträger*, Bundesamt für Energie, Ittigen, Abbildung 5 S. 9
- [13] **Jakob M. et al.**, *Energetische Erneuerungsraten im Gebäudebereich*, Bundesamt für Energie, Bern, Februar 2014
- [14] **Gorhan H. et al.**, *Nutzung der Erdwärme*, Bundesamt für Energie, Bern, 2006
- [15] *Energiekennzahlen Wohnbauten*, AWEL Zürich, März 2014
- [16] **Fischer D.**, *Einspeisetarife für PV Strom gemäss EnG Art. 7: Schweizweite Übersicht der Situation in 2015 und 2016*, Verband VESE, Februar 2016
- [17] **Bucher C.**, *CAS Skript Wirtschaftliche Optimierung – Eigenverbrauchsanteil*, Basler & Hofmann, Februar 2015
- [18] **Gloor R.** (Ed.), Heizen, energie.ch, aufgerufen am 12.05.2016
- [19] **Solarkataster der Gemeinde Wohlen**  
[www.wohlen-be.ch/de/verwaltung/dienstleistungen/detail.php?i=255](http://www.wohlen-be.ch/de/verwaltung/dienstleistungen/detail.php?i=255)
- [20] **Windenergie-Daten der Schweiz**  
[www.wind-data.ch](http://www.wind-data.ch)
- [21] **Geoportal des Kantons Bern**,  
[www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub\\_boka&userprofile=geo&language=de](http://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub_boka&userprofile=geo&language=de)
- [22] **Facchinetti E., Eid C., Bolliger A., and Sulzer S.** (2016). Business model innovation for Local Energy Management: a perspective from Swiss utilities. *Submitt. to Environ. Innov. Soc. Transitions*.

- [23] **Facchinetti E., and Sulzer S.** (2016a). Business Model Innovation for Local Energy Management: a Systematic Methodology. in *Sustainable Built Environment 2016* (Zurich, Switzerland).
- [24] **Facchinetti E., and Sulzer S.** (2016b). General business model patterns for Local Energy Management concepts. *Front. Energy Res.* doi:10.3389/fenrg.2016.00007.
- [25] **Gassmann O., Frankenberger K., Csik M.** (2014). *The Business Model Navigator*. FT press.
- [26] **Gassmann O., Frankenberger K., and Csik M.** (2013). The St . Gallen Business Model Navigator TM. 1–18.
- [27] **IEA** (2014). The Multiple Benefits of Energy Efficiency: Measuring the Positive Impacts.
- [28] **Okkonen L., and Suhonen N.** (2010). Business models of heat entrepreneurship in Finland. *Energy Policy* 38, 3443–3452. doi:10.1016/j.enpol.2010.02.018.
- [29] **Osterwalder A., and Pigneur Y.** (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Hoboken NJ: Wiley Available at: <http://www.amazon.com/Business-Model-Generation-Visionaries-Challengers/dp/0470876417>.
- [30] **Richter M.** (2012). Utilities’ business models for renewable energy: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16, 2483–2493. doi:10.1016/j.rser.2012.01.072.
- [31] **Roberts J., Bodman F., and Rybski R.**, “Community Power: Model Legal Frameworks for Citizen-owned Renewable Energy”, (London:ClientEarth, 2014) <http://www.clientearth.org/reports/community-power-report-250614.pdf>
- [32] **Hicks J. and Ison N., Community energy in Europe, (2014):** <http://www.embark.com.au/display/public/content/Community+energy+in+Europe;jsessionid=AF4D42381D601E5C3E167149DE9B77FC>
- [33] **Mergner R. and Rutz D.**, “Community energy in Germany: existing models, public-private funding and good practice examples”, Community power: enabling legislation to increase community ownership for RES projects across Europe, (Germany,2014). <http://www.communitypower.eu/images/GermanyD32.pdf> (link is external)
- [34] **Romero-Rubio C. and de Andrés Díaz J.R., 2015**. Sustainable energy communities: a study contrasting Spain and Germany. *Energy Policy* 85, 397–409. doi:10.1016/j.enpol.2015.06.012
- [35] **Energgy academy**, Internetaufruf am 11. Juli 2016: <http://energiakademiet.dk/en/om-energiakademiet/>
- [36] Ebers, A., and Wüstenhagen, R. (2015). 5. Kundenbarometer erneuerbare Energien in Kooperation mit Raiffeisen, <http://www.iwoe.unisg.ch/kundenbarometer>
- [37] Ebers, A., and Wüstenhagen, R. (2016). 5. Kundenbarometer erneuerbare Energien in Kooperation mit Raiffeisen, <http://www.iwoe.unisg.ch/kundenbarometer>
- [38] Civatti, D. (2016), Business model with clients for the efficient implementation of third party financed solar parks, HSLU Bachelor Diplomarbeit

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 83/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

## 12. Anhang

### 12.1. Szenarien

*Uettligen 2015*

		Nutzenergieverbrauch [GWh/a]		Energieträger		Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
<b>Strom</b>	4.6	Strom PV	11%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0.072	294	0*	0*	0*	0*
		Strom BKW	89%	4.1	1	4.1	4.1	0.072	294	2.27	9.3	2.79	11.4		
<b>Heizenergie</b>	20.2	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	269	2.27	8.5	2.79	10.4		
		Heizöl	52%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3		
		Holz (Pellet)	16%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	154	0.21	0.9	1.22	5.2		
		Wärmepumpe	14%	2.8	3.5	0.8	0.072	57	57	2.27	1.8	2.79	2.2		
<b>Σ</b>	<b>24.7</b>			<b>24.7</b>		<b>25.2</b>			<b>4'448</b>		<b>35.6</b>		<b>44.5</b>		
EBF = 149'174 m <sup>2</sup>															
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				<b>165.9</b>	<b>kWh</b>		<b>169</b>	<b>kWh</b>		<b>29.8</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>_äq</b>	<b>238.7</b>	<b>kWh</b>	<b>298.5</b>	<b>kWh</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]										<b>0.176</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>_äq</b>				

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

*Szenario 2*

		Strom	4.8	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0	0*		
<b>Strom</b>	4.8	Strom BKW	90%	4.3	1	4.3	0.072	309	309	2.27	9.7	2.79	12.0			
		Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	269	2.27	8.5	2.79	10.4			
<b>Heizenergie</b>	20.4	Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3			
		Holz	16%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	154	0.21	0.9	1.22	5.2			
		Wärmepumpe	15%	3.0	3.5	0.9	0.072	62	62	2.27	2.0	2.79	2.4			
		<b>Σ</b>	<b>25.2</b>		<b>25.2</b>		<b>25.5</b>		<b>4'468</b>		<b>36.2</b>		<b>45.3</b>			
EBF = 153'174 m <sup>2</sup>																
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]				<b>164.6</b>	<b>kWh</b>		<b>166.4</b>	<b>kWh</b>		<b>29.2</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>_äq</b>	<b>236.5</b>	<b>kWh</b>	<b>295.7</b>	<b>kWh</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]										<b>0.175</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>_äq</b>					

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 84/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

*Szenario 3*

<b>Strom</b>	5.0	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
		Strom BKW	90%	4.5	1	4.5	0.072	323	2.27	10.2	2.79	12.5
<b>Heizenergie</b>	20.7	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4
		Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3
		Holz	15%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2
		Wärmepumpe	16%	3.3	3.5	0.9	0.072	68	2.27	2.1	2.79	2.6
<b>Σ</b>	<b>25.7</b>			<b>25.7</b>		<b>25.8</b>		<b>4'488</b>		<b>36.9</b>		<b>46.1</b>
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>												
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>163.4</b>	<b>kWh</b>	<b>163.9</b>			<b>28.6</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> äq</b>	<b>234.5</b>	<b>kWh</b>	<b>293.1</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.174</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> äq</b>			

## 12.2. Wärmeverbrauch nach Sanierung

Es wird in diesem Projekt davon ausgegangen, dass die Sanierungen in den Konzepten 1 und 2 forciert werden, daher werden Sanierungsraten von mindestens 3% pro Jahr erzielt. Es wurde also angenommen, dass bis 2050 rund 100'000 m<sup>2</sup> EBF an der Gebäudehülle auf Stand Minergie saniert werden.

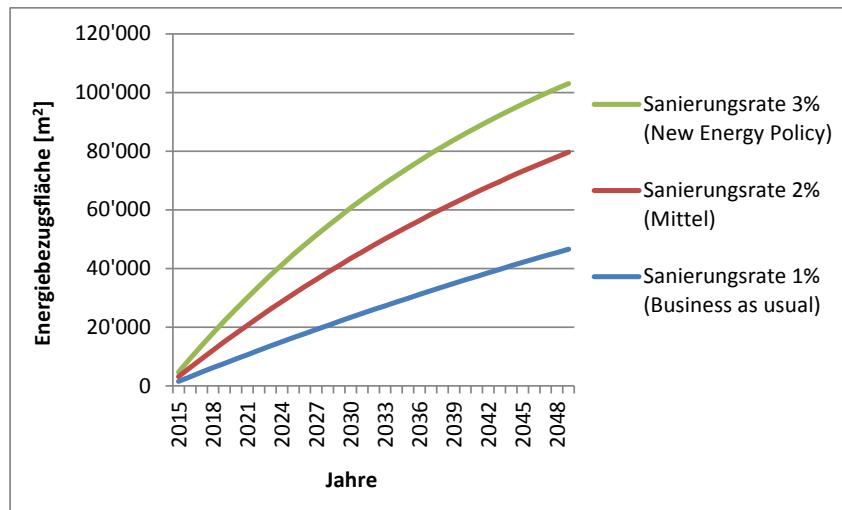


Abbildung 58: Energiebezugsfläche, die bis 2050 jährlich saniert werden muss für verschiedene Sanierungsraten.

Sanierungsfläche (3% jährliche SR bis 2050)	100'000 m <sup>2</sup>
Nutzenergieverbrauch sanierte Gebäude (= Wert Minergie aus GBE)	66.5 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverbrauch sanierten Gebäude	<b>6.65 GWh/a</b>
Energiebezugsfläche Altbau	49'174 m <sup>2</sup>
Durchschnittlicher Wärmeverbrauch	102 kWh/m <sup>2</sup>
Heizenergieverbrauch nicht sanierte Gebäude	<b>5 GWh/a</b>
Wärmeverbrauch Neubauten	<b>0.53 GWh/a</b>
Wärmeverbrauch für BWW	<b>5 GWh/a</b>
Wärmeverbrauch Total nach Sanierung	<b>17.2 GWh/a</b>

## 12.3. Kennwerte Heizsysteme und Energieträger

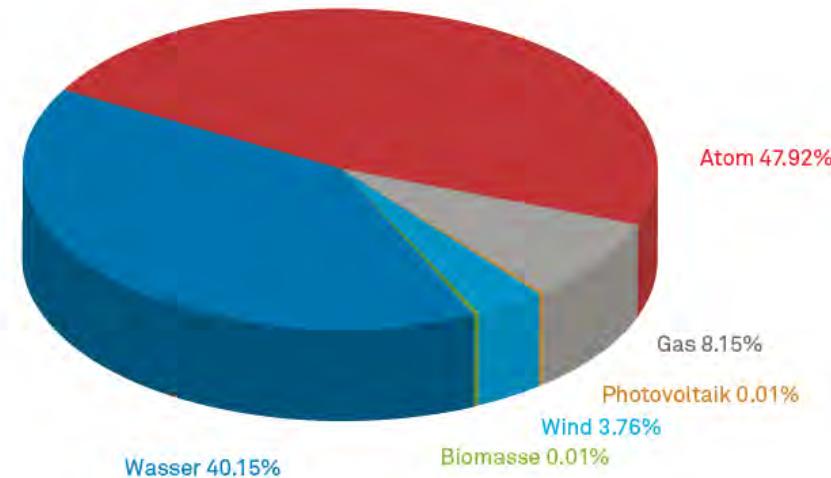
Tabelle 28: Übersichtstabelle mit Energieträger, Wirkungsgrad und Umweltfaktoren nach ESU-Services [2].

Heizungstyp (Energieträger)	Wirkungsgrad [-]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	PE-Faktor n.e. [-]	PE-Faktor Total [-]
Öl	0.85	0.298	1.23	1.24
Elektroheizung	1	0.072	2.27	2.79
Wärmepumpe (Strom)	3.5	0.072	2.27	2.79
Holz-Heizung (Pellet)	0.75	0.036	0.21	1.22
Wärmeverbund (Hackschnitzel)	0.71 <sup>7</sup>	0.011	0.06	1.14

<sup>7</sup> Wirkungsgrad einer Holzheizung mit 5% Transmissionsverluste über die Leitungen:  $0.75 * 0.95 = 0.71$ .

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 86/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

## 12.4. Kennwerte BKW-Strommix



Zusammensetzung der BKW-Stromproduktion 2011  
 im In- und Ausland nach Produktionstechnologie.

Grafik: Schweizerische Energie-Stiftung SES

SCHWEIZERISCHE ENERGIE-STIFTUNG  
 FONDATION SUISSE DE L'ENERGIE



Abbildung 59: BKW-Strommix im Jahr 2011 gemäss Kennblatt der Schweizerischen Energiestiftung.

Der BKW-Strommix setzt sich aus knapp die Hälfte Atomstrom und rund 40 % Wasserstrom. Der Rest wird meist über Gas und Wind produziert.

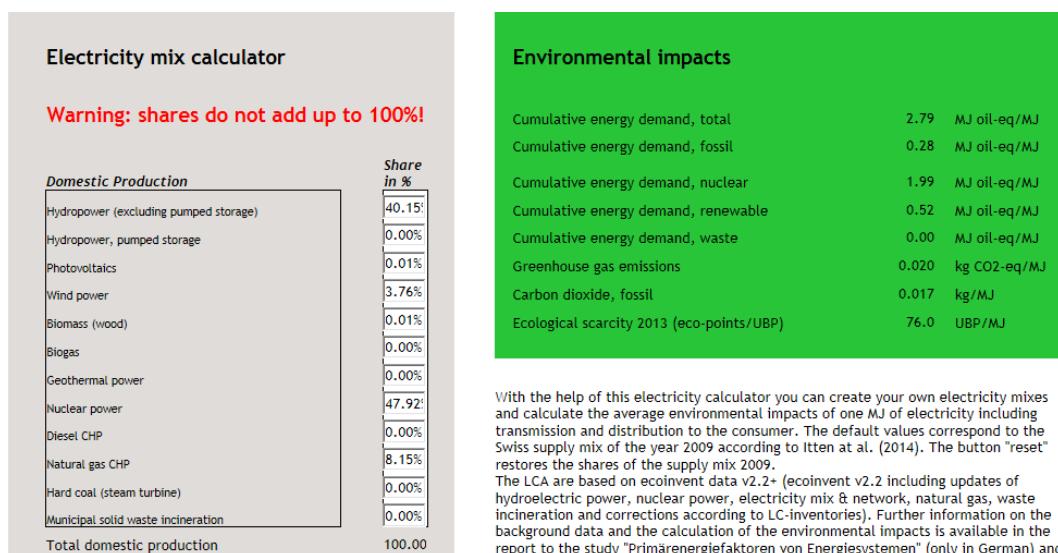


Abbildung 60: Berechnung der Umweltfaktoren anhand des Anteils an Primärenergieträger im BKW-Strommix mit dem Rechner Treeze<sup>8</sup> entwickelt von den ESU-Services [2].

<sup>8</sup> <http://www.treeze.ch/>

## 12.5. Konzept 1: Sanierung + WP + PV

*Ist-Zustand: Uettligen S3*

		Energieträger		Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
Strom	Heizenergie												
4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
	Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	315	2.27	9.9	2.79	12.2		
20.7	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4		
	Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3		
	Holz (Pellet)	15%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2		
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	16%	3.3	3.5	0.9	0.072	68	2.27	2.1	2.79	2.6		
<b>Σ</b>	<b>25.6</b>			<b>25.6</b>		<b>25.6</b>		<b>4'479</b>		<b>36.6</b>		<b>45.7</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>													
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>162.6 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>163.2 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>28.5 kg CO<sub>2</sub>_äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>232.8 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>290.9 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.175 kg CO<sub>2</sub>_äq/kWh</b>						

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

## K1\_2 Sanierung

		Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]	
Strom	Heizenergie											
4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
	Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	314	2.27	9.9	2.79	12.2	
17.2	Elektrizität	18%	3.1	1	3.1	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4	
	Heizöl	51%	8.7	0.85	10.2	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3	
	Holz (Pellet)	15%	2.7	0.75	3.6	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2	
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	16%	2.7	3.5	0.8	0.072	68	2.27	2.1	2.79	2.6	
<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>22.0</b>		<b>3'771</b>		<b>32.0</b>		<b>40.0</b>
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>												
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>140.1 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>24.0 kg CO<sub>2</sub>_äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>203.7 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>254.4 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.171 kg CO<sub>2</sub>_äq/kWh</b>					

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 88/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### K1\_3 Sanierung + WP

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*
		Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	314	2.27	9.9	2.79
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	66	1.23	0.3	1.24
		Holz (Pellet)	19%	3.2	0.75	4.2	0.036	153	0.21	0.9	1.22
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	80%	13.8	3.5	3.9	0.072	284	2.27	9.0	2.79
<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>12.8</b>		<b>816</b>		<b>20.0</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>81.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>5.2 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>127.3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>182.0</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.064 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>			

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### K1\_4 Sanierung + WP + PV

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	23%	1.1	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*
		Strom BKW	77%	3.8	1	3.8	0.072	270	2.27	8.5	2.79
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0	2.79
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	66	1.23	0.3	1.24
		Holz (Pellet)	19%	3.2	0.75	4.2	0.036	153	0.21	0.9	1.22
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	80%	13.8	3.5	3.9	0.072	284	2.27	9.0	2.79
<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>12.2</b>		<b>773</b>		<b>18.6</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>77.4</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>4.9 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>118.7</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>171.4</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.064 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>			

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 89/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### K1\_5 Sanierung + WP + PV (2000 W)

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	93%	4.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
		Strom BKW	7%	0.3	1	0.3	0.072	23	2.27	0.7	2.79	
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0	2.79	
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	66	1.23	0.3	1.24	
		Holz (Pellet)	19%	3.2	0.75	4.2	0.036	153	0.21	0.9	1.22	
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	80%	13.8	3.5	3.9	0.072	284	2.27	9.0	2.79	
		<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>8.7</b>		<b>526</b>		<b>10.8</b>		
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>												
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>		<b>55.5</b>			<b>3.3 kg</b>		<b>69.0</b>		
kWh/m <sup>2</sup> a			<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>			<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.060 kg</b>				
<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>								<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>				

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### 12.6. Konzept 2: Sanierung + Holz + PV

#### Ist-Zustand: Uettligen S3

		<b>Nutzenenergieverbrauch</b> [GWh/a]	<b>Energieträger</b>	<b>Anteil</b>	<b>Nutzenenergieverbrauch</b> [GWh/a]	<b>Wirkungsgrad</b> [-]	<b>Endenergieverbrauch</b> [GWh/a]	<b>THG-Emissionsfaktor</b> [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	<b>THG-Emissionen</b> [t CO <sub>2</sub> äq]	<b>PE-Faktor n.e. [-]</b>	<b>Primärenergieverbrauch</b> nicht erneuerbar [GWh/a]	<b>PE-Faktor Total</b>	<b>Primärenergieverbrauch</b> Total [GWh/a]	
<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
		Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	315	2.27	9.9	2.79	12.2		
<b>Heizenergie</b>	20.7	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4		
		Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3		
		Holz (Pellet)	15%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2		
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	16%	3.3	3.5	0.9	0.072	68	2.27	2.1	2.79	2.6		
		<b>Σ</b>	<b>25.6</b>			<b>25.6</b>		<b>4'479</b>		<b>36.6</b>		<b>45.7</b>		
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>														
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>162.6</b>		<b>163.2</b>			<b>28.5 kg</b>		<b>232.8</b>		<b>290.9</b>		
kWh/m <sup>2</sup> a			<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>			<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.175 kg</b>						
<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>								<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>						

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 90/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### K2\_2 Sanierung: dito Konzept K1\_2 Sanierung

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
		Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	314	2.27	9.9	2.79	
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	18%	3.1	1	3.1	0.072	269	2.27	8.5	2.79	
		Heizöl	51%	8.7	0.85	10.2	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	
		Holz (Pellet)	15%	2.7	0.75	3.6	0.036	154	0.21	0.9	1.22	
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	16%	2.7	3.5	0.8	0.072	68	2.27	2.1	2.79	
		<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>3'771</b>		<b>32.0</b>		
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>												
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>		<b>140.1</b>		<b>24.0 kg</b>		<b>203.7</b>		<b>254.4</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	
							<b>0.171 kg</b>		<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>			

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### K2\_3 Sanierung + Holz (Pellet)

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
		Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	314	2.27	9.9	2.79	
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79	
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	60	1.23	0.2	1.24	
		Holz (Pellet)	80%	13.7	0.75	18.3	0.036	660	0.21	3.8	1.22	
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.3	3.5	0.9	0.072	67	2.27	2.1	2.79	
		<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>1'101</b>		<b>16.1</b>		
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>												
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>		<b>151.6</b>		<b>7.0 kg</b>		<b>102.5</b>		<b>237.8</b>	
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	
							<b>0.046 kg</b>		<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>			

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 91/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### K2\_4 Sanierung + Holz + PV

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	23%	1.1	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*
		Strom BKW	77%	3.8	1	3.8	0.072	270	2.27	8.5	2.79
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	60	1.23	0.2	1.24
		Holz (Pellet)	80%	13.7	0.75	18.3	0.036	660	0.21	3.8	1.22
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.3	3.5	0.9	0.072	67	2.27	2.1	2.79
<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>23.2</b>		<b>1'058</b>		<b>14.7</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>147.7</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>6.7 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>93.8</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>227.1</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.046 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>			

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### K2\_5 Sanierung + Holz + PV (2000 W)

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	100%	4.9	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*
		Strom BKW	0%	0.0	1	0.0	0.072	270	2.27	0.0	2.79
<b>Heizenergie</b>	17.2	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	60	1.23	0.2	1.24
		Holz (Pellet)	80%	13.7	0.75	18.3	0.036	660	0.21	3.8	1.22
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.3	3.5	0.9	0.072	67	2.27	2.1	2.79
<b>Σ</b>	<b>22.0</b>			<b>22.0</b>		<b>19.4</b>		<b>787</b>		<b>6.2</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>140.2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>123.9</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>5.0 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>39.5</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>160.4</b>
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.040 kg</b>	<b>CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>			

## 12.7. Konzept 3: Wärmeverbund + PV

### Ist-Zustand: Uettligen S3

		Energieträger		Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
Strom	Heizenergie	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]											
4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
	Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	315	2.27	9.9	2.79	12.2		
20.7	Elektrizität	18%	3.7	1	3.7	0.072	269	2.27	8.5	2.79	10.4		
	Heizöl	51%	10.5	0.85	12.3	0.298	3'675	1.23	15.2	1.24	15.3		
	Holz (Pellet)	15%	3.2	0.75	4.3	0.036	154	0.21	0.9	1.22	5.2		
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	16%	3.3	3.5	0.9	0.072	68	2.27	2.1	2.79	2.6		
<b>Σ</b>	<b>25.6</b>				<b>25.6</b>		<b>4'479</b>		<b>36.6</b>		<b>45.7</b>		
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>													
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]					<b>162.6</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>163.2</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		<b>28.5 kg</b> <b>CO<sub>2</sub>_äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>232.8</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>290.9</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>			
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]								<b>0.175 kg</b> <b>CO<sub>2</sub>_äq/kWh</b>					

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### K3\_2 Holzwärmeverbund

		Anteil	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergieverbrauch [GWh/a]	THG-Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> _äq/kWh]	THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> _äq]	PE-Faktor n.e. [-]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar [GWh/a]	PE-Faktor Total	Primärenergieverbrauch Total [GWh/a]
Strom	Heizenergie	Nutzenergieverbrauch [GWh/a]									
4.9	Strom PV	10%	0.5	1	0.0	0	0	0	0.0	0	0.0
	Strom BKW	90%	4.4	1	4.4	0.072	315	2.27	9.9	2.79	12.2
20.7	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79	0.0
	Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	73	1.23	0.3	1.24	0.3
	Holz (Hackschnitzel)	80%	16.6	0.71	23.2	0.011	251	0.06	1.4	1.14	26.5
	Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.9	3.5	1.1	0.072	81	2.27	2.6	2.79	3.1
<b>Σ</b>	<b>25.6</b>			<b>25.6</b>	<b>29.0</b>		<b>719</b>		<b>14.2</b>		<b>42.1</b>
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]					<b>162.6</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>184.4</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>4.6 kg</b> <b>CO<sub>2</sub>_äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>90.1</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>268.0</b> <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.025 kg</b> <b>CO<sub>2</sub>_äq/kWh</b>				

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 93/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### K3\_3 Holzwärmeverbund + PV

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	23%	1.1	1	0.0	0	0	0.0	0	0.0
		Strom BKW	77%	3.8	1	3.8	0.072	270	2.27	8.5	2.79
<b>Heizenergie</b>	20.7	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	73	1.23	0.3	1.24
		Holz (Hackschnitzel)	80%	16.6	0.71	23.2	0.011	251	0.06	1.4	1.14
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.9	3.5	1.1	0.072	81	2.27	2.6	2.79
<b>Σ</b>	<b>25.6</b>			<b>25.6</b>		<b>28.4</b>		<b>675</b>		<b>12.8</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>162.6 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>180.5 kWh/m<sup>2</sup>a</b>			<b>4.3 kg CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>81.2 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>257.1 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.024 kg CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>				

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

### K3\_4 Holzwärmeverbund + PV (2000 W)

<b>Strom</b>	4.9	Strom PV	40%	1.9	1	0.0	0	0	0.0	0	0.0
		Strom BKW	60%	2.9	1	2.9	0.072	209	2.27	6.6	2.79
<b>Heizenergie</b>	20.7	Elektrizität	0%	0.0	1	0.0	0.072	0	2.27	0.0	2.79
		Heizöl	1%	0.2	0.85	0.2	0.298	73	1.23	0.3	1.24
		Holz (Hackschnitzel)	80%	16.6	0.71	23.2	0.0108	251	0.06	1.4	1.14
		Umweltwärme & Elektrizität (= WP)	19%	3.9	3.5	1.1	0.072	81	2.27	2.6	2.79
<b>Σ</b>	<b>25.6</b>			<b>25.6</b>		<b>27.5</b>		<b>614</b>		<b>10.8</b>	
EBF = 157'174 m <sup>2</sup>											
Spezifischer Wert [pro m <sup>2</sup> EBF]			<b>162.6 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>175.1 kWh/m<sup>2</sup>a</b>			<b>3.9 kg CO<sub>2</sub> äq/m<sup>2</sup>a</b>	<b>69.0 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>242.1 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Spezifischer Wert [pro kWh Endenergieverbrauch]							<b>0.022 kg CO<sub>2</sub> äq/kWh</b>				

\* Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenze Uettligen, deshalb wird nicht dazu gezählt.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 94/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

## 12.8. Wirtschaftlichkeitsberechnung (Wärme + Strom)

### Konzept 1: (K1\_5) Sanierung + WP + PV

Konzept 1: Sanierung + WP + PV (2000 W)					
Jährliche Kapitalkosten					
Bauteil/Massnahme	Ausmass	Einheit	Kosten pro Einheit [CHF/Stück]	Investitionen [CHF]	Jährliche Kapitalkosten [CHF/a]
Heizleistung	3325 kW	2500	8312500	25	Fr. 532'099
Sanierungen Minergie	10000 m <sup>2</sup>	500	5000000	50	Fr. 2327510
PV-Anlage	4000 kWp	3000	12000000	25	Fr. 768'144
...					
Diverse	0% -		0	0	Fr. 0
Honorare / NK	0% -		0	0	Fr. 0
<b>Total</b>			<b>70312500</b>		<b>Fr. 3'627'753</b>
Jährliche Betriebskosten					
	Aufwand	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	Jährliche Betriebskosten [CHF/a]		
Unterhaltskosten			83125		
<b>Total</b>	Service	1%	<b>Fr. 83125</b>		
Jährliche Energiekosten					
Energieträger	Nutzenergiebedarf [MWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergiebedarf [MWh/a]	Energiepreis [CHF/kWh]	Total [CHF/a]
Öl	200	0.85	235	0.08	Fr. 18'824
Wärmepumpe	13800	3.5	3943	0.25	Fr. 985'714
Elektroheizungen	0	1	0	0.25	Fr. 0
Stromverbrauch Netz	350	1	350	0.25	Fr. 87'500
Stromproduktion PV	4550	1	4550	0	Fr. 0
Energieverbrauch PV	1470	1	1470	0	Fr. 0
Rückspeisung ins Netz	3080	1	3080	-0.07	-Fr. 215'600
Bezug Netz	3430	1	3430	0.25	Fr. 887'500
Holzheizung (Pellet)	3200	0.75	2400	0.07	Fr. 168'000
<b>Total</b>			<b>21000</b>		<b>Fr. 1'901'937.82</b>
Total der mittleren jährlichen Kosten					
	Mittelwertfaktor [-]		mittl. jährskosten [CHF/a]		Unterteilung der Energiegestehungskosten
Kapitalkosten	1		3627753		0.16
Betriebskosten	1.12		92963		0.00
Energiekosten			2127028		0.10
<b>Total</b>			<b>Fr. 5'849'744</b>		
Energiegestehungskosten [CHF/kWh]					
					0.26

Abbildung 61: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Konzepts 1: Unterteilung in Kapital-, Unterhalts- und Energiekosten.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 95/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### Konzept 2: (K2\_5) Sanierung + Holzheizung (Pellet) + PV

Jährliche Kapitalkosten					
Bauteil/Massnahme	Ausmass	Einheit	Kosten pro Einheit [CHF/Stück]	Investitionen [CHF]	Amortisationsdauer [Jahre]
Heizleitung	3325 kW		25.00	8312500	25
Sanierungen Minergie	100000 m <sup>2</sup>		5.00	5000000	50
PV-Anlage	4400 kWp		30.00	13200000	25
...					
Diverses	0% -			0	25
Honorare / NK	0% -			0	25
<b>Total</b>				<b>71512500</b>	<b>Fr. 3'704'1567</b>

Jährliche Betriebskosten					
	Aufwand	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten	jährliche Betriebskosten		
Unterhaltskosten			[CHF/a]		
<b>Total</b>		Service	3%	<b>249375</b>	<b>Fr. 249375</b>

Jährliche Energiekosten					
Energieträger	Nutzenenergiebedarf [MWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergiebedarf [MWh/a]	Energiepreis [CHF/kWh]	Total [CHF/a]
Öl	200	0.85	25	0.08	Fr. 18'824
Wärmeerpumpe	3300	3.5	943	0.25	Fr. 235'714
Elektroheizungen	0	1	0	0.25	Fr. 0
Stromverbrauch Netz	0	1	0	0.25	Fr. 0
Stromverbrauch PV	4900	1	4900	0	Fr. 0
Holzheizung (Pellet)	13700	0.75	10275	0.07	Fr. 719'250
<b>Total</b>	<b>22100</b>		<b>16353</b>		<b>Fr. 973'788</b>

	Mittelwertfaktor [-]	mittl. Jahreskosten [CHF/a]	Unterteilung der Energiegestaltungskosten
Kapitalkosten	1	3704567	0.7
Betriebskosten	1.12	278388	0.01
Energiekosten	1.12	1089034	0.05
<b>Total</b>		<b>Fr. 5'072'489</b>	
Energiegestaltungskosten [CHF/kWh]			<b>0.23</b>

Abbildung 62: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Konzepts 2: Unterteilung in Kapital-, Unterhalts- und Energiekosten.

Horw, 7. Oktober 2016  
 Seite 96/107  
 Bericht – Energie- und Geschäftsmodellkonzept  
 für Uettligen in der Gemeinde Wohlen (BE)

### Konzept 3: (K3\_4) Wärmeverbund (Hackschnitzel) + PV

Jährliche Kapitalkosten					
Bauteil/Maßnahme	Ausmass	Einheit	Kosten pro Einheit [CHF/Stück]	Investitionen [CHF]	Amortisationsdauer [Jahre]
Heizzentrale Wärmeverbund	8300 kW		3000	24900000	25
Leitungen Wärmeverbund	16600 m		2500	41500000	50
PV-Anlage	1400 kWp		3000	4200000	25
...					
Diverses	0% -			0	25
Honorare / NK	0% -			0	25
<b>Total</b>				<b>70600000</b>	<b>Fr. 3'794'581</b>

Jährliche Betriebskosten					
	Aufwand	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten [CHF/a]	Jährliche Betriebskosten [CHF/a]		
Unterhaltskosten			5%	625000	
<b>Total</b>				<b>Fr. 622'500</b>	

Jährliche Energiekosten					
Energieträger	Nutzenenergiebedarf [MWh/a]	Wirkungsgrad [-]	Endenergiebedarf [MWh/a]	Energiepreis [CHF/kWh]	Total [CHF/a]
Öl	200	0.85	235	0.08	Fr. 18'324
Wärme pumpe	3900	3.5	1114	0.25	Fr. 278'571
Elektroheizungen	0	1	0	0.25	Fr. 0
Stromverbrauch Netz	2900	1	2900	0.25	Fr. 725'000
Stromverbrauch PV	1900	1	1900	0	Fr. 0
Holzheizung (Hackschnitzel)	16600	0.7125	11828	0.06	Fr. 709'650
<b>Total</b>	<b>25500</b>		<b>17977</b>		<b>Fr. 1'732'045</b>

Total der mittleren jährlichen Kosten		
	Mittelwertfaktor [-]	mittl. Jahreskosten [CHF/a]
Kapitalkosten	1	3'794'581
Betriebskosten	1.12	696'172
Energiekosten	1.12	133'702
<b>Total</b>		<b>Fr. 6'427'782</b>

Energiegestehungskosten [CHF/kWh]		0.25
-----------------------------------	--	------

Abbildung 63: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Konzepts 3: Unterteilung in Kapital-, Unterhalts- und Energiekosten.

## 12.9. Detaillierte Beschreibung der Stakeholder

Tabelle 29: Stakeholders

Stakeholder		Einfluss	Interesse
<b>Investoren</b>	Einwohner	Relevant bis Klein, wegen reduzierter Investitionskapazität	Relevant bis Hoch, in Perioden mit tiefen Zinsen
	Genossenschaften (z.B.. SOKW)	Hoch, als Promotor für PV-Lösungen	Hoch, durch neue Geschäftsopportunität
	Private Institutionen	Hoher Einfluss wegen potentieller hohen Investitionskapazität	Hoch, in Perioden mit tiefem Zinssatz
<b>Kunden</b>	Hausbesitzer	Relevant, Hauptkunde	Relevant bis Hoch, da sie den Immobilienwert schützen wollen
	Mieter	Kein Einfluss	Klein, Interesse nur in Verbindung mit Energiekosteneinsparungen
Immobilien Unternehmern		Hoch, Haupt- sowie Grosskunden	Hoch, da sie den Immobilienwert schützen wollen
<b>Kommerzielle Gebäude</b>	Kommerzielle Gebäude	Klein, wegen der tiefen Anzahl	Relevant bis Klein, da Energie einen kleinen Einfluss auf das Kerngeschäft nimmt
	Industrie	Klein, wegen der tiefen Anzahl	Relevant bis Klein, da Energie einen kleinen Einfluss auf das Kerngeschäft nimmt
	Öffentliche Gebäude	Relevant-Hoch, wegen der öffentlichen Verantwortung und Vorreiterrolle	Hoch, durch öffentliche Verantwortung
<b>Dienstleister</b>	BKW	Relevant bis Hoch, durch ihre etablierte Führungsposition am Energiemarkt	Hoch, durch die Auswirkungen auf ihr Kerngeschäft
	Weitere Energieversorger	Relevant, da sie sich der Region annähern	Hoch, durch die anstehende Marktliberalisierung
	Komponenten Lieferanten	Relevant bis Klein, durch ihre Rolle in der Wertschöpfungskette in der Energieinfrastruktur	Hoch, durch die Auswirkungen auf ihr Kerngeschäft
<b>Installationsfirmen</b>	Installationsfirmen	Klein, durch ihre Rolle in der Wertschöpfungskette in der Energieinfrastruktur	Hoch, durch die Auswirkungen auf ihr Kerngeschäft
	Holzanbieter	Relevant, durch ihre Rolle in der Wertschöpfungskette in der Energieinfrastruktur	Hoch, durch die Auswirkungen auf ihr Kerngeschäft
<b>Behörden</b>	Gemeinde	Hoch, durch direktes Involvieren	Hoch, durch öffentliche Verantwortung
	Kanton	Relevant bis Klein, durch Übereinstimmung mit der kantonalen Gesetzgebung	Relevant bis Klein
	Bund	Klein, durch Übereinstimmung mit der Energiestrategie 2050	Klein

## 12.10. Vorgehen zur Selektion der Geschäftsmodellideen (Schritt III)

### 12.10.1. Identifikation der Geschäftsmodellmuster

Die LEM Geschäftsmodell-Innovation wird durch einen konzeptionellen Rahmen unterstützt. Diese bietet strukturierten Überblick über mögliche Geschäftsmodellmuster [15]. Jedes Muster bezieht sich auf eine Region im Lösungsraum. Der Lösungsraum spannt alle möglichen Geschäftsmodellideen in den Wertschöpfungsstufen auf. Die jeweiligen Muster sind durch eine Anzahl an Geschäftsmodellideen, welche gemäss den Schritten in der LEM Wertschöpfungskette organisiert sind, charakterisiert. Die LEM Wertschöpfungskette wird durch die folgenden Schritte beschrieben:

- (1) *Kundenakquisition*;
- (2) *Beschaffung / Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur*;
- (3) *Lieferung der Energiedienstleistung*;
- (4) *Preiserstellung*.

Um den Lösungsraum zu beschreiben und in einen Kontext zu bringen wurden drei Referenzmuster definiert, die den Lösungsraum abdecken. Der Geschäftsmodell Lösungsraum und die sich darin befindenden Referenzmuster sind in Tabelle 30 dargestellt. Der Lösungsraum beschränkt sich im ersten Schritt der Geschäftsmodellauswahl auf die beiden Wertschöpfungsstufen: (2) *Beschaffung / Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur*, sowie (3) *Lieferung der Energiedienstleistung*.

Folgende Optionen sind aus der Perspektive des LEM Betreibers auf der (2) *Beschaffung / Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur* Achse aufgelistet: Dem Kunden gehört die Infrastruktur, Gemeinsamer Besitz zwischen LEM und den Kunden (Fractional Ownership) bis hin zum Leasing der Infrastruktur (im Besitz des LEM) durch die Kunden. Auf der Achse der (3) *Lieferung der Energiedienstleistung* reichen die Optionen vom Offerieren elementarer Dienstleistungen (No Frills), dem Anbieten massgeschneideter Services (User Designed) bis hin zum Anbieten von erstklassiger, umfassender Services (Experience Selling).

Tabelle 30: Die Geschäftsmodellmuster im Geschäftsmodell Lösungsraum (Facchinetti and Sulzer, 2016b)

Beschaffung / Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur	Lieferung der Energiedienstleistung		
	Basic services ( <i>No frills</i> )	Massgeschneiderte Services ( <i>User designed</i> )	Erstklassige, umfassende Services ( <i>Experience selling</i> )
Kunden Leasing ( <i>Rent instead of buying</i> )			<b>Muster III</b>
Gemeinsame Eigentumsverhältnisse ( <i>Fractional ownership</i> )		<b>Muster II</b>	
Kunde als Eigentümer ( <i>Orchestrator</i> )	<b>Muster I</b>		

Die wichtigsten Merkmale der drei Referenzmuster sind in Tabelle 31 aufgelistet. Grundsätzlich fokussiert Muster I auf den Betrieb und die Kontrolle der Infrastruktur, welche dem Kunden gehört. Dem Kunden werden dabei elementare Leistungen angeboten. Im Muster II wird der Besitz der Infrastruktur zwischen LEM und den Kunden geteilt. Dem Kunden werden massgeschneiderte Lösungen angeboten, welche kompatibel mit der eigenen Infrastruktur und Bedürfnissen sind. In Muster III wird dem Kunden die Möglichkeit geboten, eine vollumfassende turn-key Lösung mit zusätzlichen Dienstleistungen zu nutzen, welche die konventionelle Energieversorgung übertreffen.

**Tabelle 31: Wichtigste Merkmale der identifizierten Referenzgeschäftsmodellen (Facchinetti and Sulzer, 2016b)**

<b>Referenzmuster</b>	<b>Muster I</b>	<b>Muster II</b>	<b>Muster III</b>
	<i>Orchestrator-No Frills</i>	<i>Fractional Ownership – User Designed</i>	<i>Rent instead of Buying – Experience selling</i>
<b>Value Proposition</b>	Plattform, welche Kunden, Prosumenten und den Energiemarkt miteinander verbindet	Massgeschneiderte Energiedienstleistungen, anpassbar und komplementär zur Infrastruktur der Kunden	Umfassende turn-key Lösungen die traditionelle Energiedienstleistungen übertreffen
<b>Kunden</b>	Kostensensitive Kunden Prosumenten besitzen die Infrastruktur	Teilnahme der Kunden an den Infrastrukturinvestitionen	Kunden sind dazu geneigt höhere Preise für höhere Dienstleistungsqualität zu bezahlen
<b>Infrastruktur</b>	Keine Investitionen in die Infrastruktur (Sicht LEM) Starke Partnerschaften	Besitz der Infrastruktur gemeinsam mit den Kunden	Infrastruktur wird an Kunden geleased
<b>Finanzielle Umsetzbarkeit</b>	Umsatz nur durch Energiehandel, und -vertrieb	Umsatz durch Energiehandel, -vertrieb und die Instandhaltung der Infrastruktur	Umsatz durch Energiehandel, -vertrieb, Leasing und zusätzliche Leistungen

Unter Berücksichtigung der Bestimmungsfaktoren in Kapitel 9.2, und basierend auf den Orientierungshilfen, welche in Zusammenarbeit mit Schweizer Managern von Energieversorgungsunternehmen erarbeitet wurden [13], konnten den Bestimmungsfaktoren für Uettligen einer Region des Lösungsraumes zugeordnet werden. Dadurch liess sich folgende geeignete Region im Geschäftsmodell-Lösungsraum gemäss Tabelle 32 identifizieren (Regionen mit den meisten Zuordnungspunkten):

**Tabelle 32: Geeignete Region im Geschäftsmodell Lösungsraum abgeleitet von der Bewertung der Bestimmungsfaktoren**

	<i>Lieferung der Energiedienstleistung</i>		
	Basic services ( <i>No frills</i> )	Massgeschneiderte Services ( <i>User designed</i> )	Erstklassige, umfassende Services ( <i>Experience selling</i> )
<i>Beschaffung / Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur</i>	Kunden Leasing ( <i>Rent instead of buying</i> )	*	*
	Gemeinsame Eigentumsverhältnisse ( <i>Fractional ownership</i> )	***	****
	Kunde als Eigentümer ( <i>Orchestrator</i> )	**	***

Von der *Beschaffung der Infrastruktur*-Perspektive, kristallisiert sich der gemeinsame Besitz als die vielversprechendste Lösung heraus. Der Kundenbesitz sollte jedoch nicht ganz vernachlässigt werden. Auf der *Lieferung der Energiedienstleistungs*-Seite zeigt sich, dass die massgeschneiderten Lösungen am interessantesten sind, obwohl Basic Services und erstklassige Dienstleistungen ebenfalls zu berücksichtigen sind.

### 12.10.2. Geschäftsmodellideen für identifizierte Muster

In Tabelle 33 sind alle Geschäftsmodellideen aufgelistet [17], welche potentiell auf die identifizierten Regionen des Geschäftsmodell-Lösungsraums anwendbar sind [15]. Ein kurzer Beschrieb für jede Geschäftsmodellidee, abgeleitet von Gassmann [17], ist im folgenden Kapitel des Anhangs, 12.10.3, ersichtlich.

**Tabelle 33: Liste mit Geschäftsmodellideen**

<i>Lieferung der Energiedienstleistung</i>			
	Basic services ( <i>No frills</i> )	Massgeschneiderte Services ( <i>User designed</i> )	Erstklassige, umfassende Services ( <i>Experience selling</i> )
<i>Kunden Leasing (<i>Rent instead of buying</i>)</i>	*	*	**
	Fractional Ownership Crowdfunding Open business model	Fractional Ownership Crowdfunding Open business model	Fractional Ownership Crowdfunding Open business model
<i>Gemeinsame Eigenheits- verhältnisse (<i>Fractional ow- nership</i>)</i>	No frills Aikido Direct selling Peer to peer Two-sided-market	User designed Aikido Cross selling Direct selling Guaranteed availability Ingredient branding Solution provider Two-sided-market	Experience selling Aikido Cross selling Direct selling Guaranteed availability Ingredient branding Solution provider Two-sided-market Ultimate luxury
		Orchestrator Open business models Performance based contracting	
<i>Kundenbesitz (<i>Orchestrator</i>)</i>	**	User designed Aikido Cross selling Direct selling Guaranteed availability Ingredient branding Solution provider Two-sided-market	*

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Energiekonzeptes (AP2, Kapitel 6), der Stakeholder Analyse und der Vorgehensweise des Business Model Navigator wurde eine Auswahl aus der Liste der identifizierten Geschäftsmodellideen getroffen. Die ausgewählten Ideen werden für die Geschäftsmodellentwicklung im nächsten Schritt vertieft.

Zusätzlich wurde die Wertschöpfungsstufe (1) *Kundenakquisition* mit drei Geschäftsmodellideen berücksichtigt. Diese Stufe ergänzt die Wertschöpfungsstufen (2) *Beschaffung / Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur* und (3) *Lieferung der Energiedienstleistung*. (4) *Preiserstellung* wird in einem späteren Schritt der Geschäftsmodellentwicklung bearbeitet. Die Anwendbarkeit der ausgewählten Ideen wird im Folgenden diskutiert.

Geschäfts- modellidee	Potentielles Anwendungsszena- rio			Beschreibung
	PV	FW- Netz	Sanierung	
<b>(1) Akquisition/Loyalität (Facchinetti and Sulzer, 2016b)</b>				
Affiliation	x	x	x	Aktive Unterstützung Dritter durch die Bereitstellung einer Plattform für z.B: „crowdfunding“, „solution provider“, „two-sided market“. Drittanbieter, welche Dienstleistungen und Produkte auf der Plattform anbieten, bezahlen dem Plattformanbieter nach entsprechendem Preisschema.
Customer loyalty	x	x	x	Kunden erhalten durch spezielle Bonusprogramme einen zusätzlichen Wert und werden so gebunden.
Make more of it	x	x	x	Knowhow und Geschäftsmodelle werden anderen Dienstleistern zur Nutzung angeboten.
<b>(2) Beschaffung und Betrieb der Infrastruktur</b>				
Fractional Ownership	x		x	Die Investition der Infrastruktur wird zwischen verschiedenen Parteien wie Kunden, Energiedienstleister, öffentlichen & privaten Institutionen geteilt.
Crowdfunding	x	x		PV Installation und Fernwärmennetz werden mittels Crowdfunding finanziert (offen für externe Investoren)
Open business model	x	x	x	Dienstleister erschaffen ein Ökosystem der Zusammenarbeit mit Partnern, um die Angebotspalette zu erweitern bei gleichzeitiger Konzentration des eigenen Werteangebotes.
Orchestrator	x		x	Die Infrastruktur im Besitz der Kunden wird vom Energiedienstleister betrieben. Die Energieverfügbarkeit wird sichergestellt und Einnahmen durch den Handel werden geteilt.
Performance based contracting	x		x	Infrastruktur gehört dem Dienstleister. Er verkauft nur das Resultat (Wärme, Kälte, Ökostrom) als Dienstleistung, welche leistungsorientiert vergütet wird.
		x		DH can be offered as a performance contracting

**(3) Lieferung der Energiedienstleistung**

User designed	x	x	x	Die Kunden stellen selber Dienstleistungspakete gemäss deren Bedürfnisse und Vorlieben zusammen. (z.B: Wartungsservice, optimierter Eigenverbrauch, Gewinnmaximierung durch zur Verfügung-Stellung der Flexibilität, Stromherkunft)
Cross selling			x	Energiedienstleister nutzen die Kanäle mit den Kunden, um weitergehende Dienstleistungen und Produkten anzubieten. (z.B. Gebäudesanierung, Mobilitätsangebote, Gebäudetechnik, -sicherheit)
Solution provider	x	x	x	Der Energiedienstleister bietet sich als Full-service-provider an (vollständige Abdeckung von Produkten und Dienstleistungen durch eine einzige Anlaufstelle, z.B: Smart Home)
Two sided market	x		x	Zweiseitige bzw. Mehrseitige Märkte ermöglichen die Interaktion zwischen mehreren Gruppen. Beispiele: (a) Kunde mit Investitionskapazität kann in nachbarschaftliche Sanierung investieren und ist an der Energieeinsparung beteiligt. (b) Fördern von Eigenverbrauchslösungen in einem Quartier durch den lokalen Bilanz-Austausch von Energie / Flexibilität.

### 12.10.3. Die 55 Geschäftsmodellideen

Im Folgenden ist eine Zusammenfassung aller 55 Geschäftsmodellideen aufgeführt, welche den Business Model Navigator Ansatz charakterisieren. Die Beschreibungen stammen von [16].

**Add-on** Das Basisangebot wird zu einem wettbewerbsfähigen Preis angeboten, welches aber durch zahlreiche Extras erweitert werden kann, die den Endpreis nach oben treiben. Beispiel: Ryanair (1985)

**Affiliation** Der Fokus liegt auf der aktiven Unterstützung Dritter, die zum erweiterten Verkauf von Produkten beitragen und direkt von erfolgreichen Transaktionen profitieren. Beispiel: Amazon Store (1995)

**Aikido** Aikido ist eine japanische Kampfkunst, in der die Stärke eines Angreifers gegen ihn selbst verwendet wird. Als Geschäftsmodell bedeutet Aikido, dass ein Unternehmen etwas anbietet, das diametral gegensätzlich zum Paradigma der Konkurrenz steht. Beispiel: Swatch (1983)

**Auction** Versteigerung bedeutet, ein Produkt oder eine Dienstleistung an den Höchstbieter zu verkaufen. Der Endpreis wird ermittelt, wenn eine bestimmte Endzeit erreicht ist oder kein höheres Angebot gemacht wird. Beispiel: eBay (1995)

**Barter** Barter sind Tauschgeschäfte, durch die eine Ware ohne Geldtransfer an den Kunden/Partner gegeben wird. Beispiel: Lufthansa (1993)

**Cash Machine** Der Kunde bezahlt im Voraus und/ oder die Produkte werden an den Kunden verkauft, bevor das Unternehmen dafür zahlen muss. Beispiele: Blacksocks (1999), Groupon (2008)

**Cross Selling** In diesem Modell werden Dienstleistungen oder Produkte aus anderen Branchen oder Produktgruppen, die vorher nicht angeboten wurden, zu dem Sortiment hinzugefügt. Beispiele: IKEA (1956), Tchibo (1973)

**Crowdfunding** Ein Produkt, ein Projekt oder ein komplettes Start-Up wird von einer Gruppe von individuellen Geldgebern finanziert, die die zugrunde liegende Idee unterstützen wollen. Beispiele: Brainpool (2011), Pebble Technology (2012)

**Crowdsourcing** Die Lösung einer Aufgabe oder eines Problems wird über das Internet von einer anonymen Masse übernommen. Beispiele: Cisco (2007), My-Fab (2008)

**Customer Loyalty** Kunden und deren Loyalität, werden gebunden, indem das Unternehmen ihnen durch spezielle Bonusprogramme einen zusätzlichen Wert anbietet. Beispiel: American Airlines (1981)

**Digitalization** Dieses Muster beruht auf der Möglichkeit, bestehende Produkte oder Dienstleistungen in ein digitales Produkt zu verwandeln, das vorteilhafte Eigenschaften aufweist, die physische Produkte nicht bieten können, z.B. eine einfachere und schnellere Distribution. Beispiele: Hotmail (1996), Wikipedia (2001), Facebook (2004), Dropbox (2007), Netflix (2008)

**Direct Selling** Direktverkauf bezeichnet das Konzept, in dem Produkte nicht durch Vermittler verkauft werden, sondern direkt vom Hersteller oder Dienstanbieter zur Verfügung gestellt werden. Beispiele: Vorwerk (1930), Tupperware (1946), Nestle Nespresso (1986)

**E-Commerce** Traditionelle Produkte oder Dienstleistungen werden über Online-Kanäle angeboten. Beispiele: Dell (1984), Amazon Store (1995)

**Experience Selling** Der Wert eines Produktes oder Dienstes wird durch eine besondere Erfahrung bzw. ein Erlebnis, das mit angeboten wird, bereichert. Beispiele: Harley Davidson (1903), Red Bull (1987)

**Flatrate** In diesem Modell wird eine einzige feste Gebühr für ein Produkt oder eine Dienstleistung verlangt, die unabhängig ist von der tatsächlichen Nutzung oder dem Verbrauch. Beispiele: SBB (1898), Netflix (1999)

**Fractionalized Ownership** Fractionalized Ownership beschreibt die geteilte Nutzung eines Produktes, bzw. einer Produktgruppe, innerhalb einer Gemeinschaft von Eigentümern. Beispiele: Hapimag (1963), Mobility Carsharing (1997)

**Franchising** Der Franchisegeber besitzt den Markennamen, die Produkte und die Corporate Identity. Diese werden an unabhängige Franchisenehmer lizenziert, die das Risiko der lokalen Operationen tragen. Beispiele: McDonald's (1948), Starbucks (1971)

**Freemium** Die Basisversion eines Angebots wird verschenkt, in der Hoffnung irgendwann die Kunden zu überzeugen, die Premium-Version des Angebots zu kaufen. Beispiele: LinkedIn (2003), Skype (2003), Dropbox (2007)

**From Push-to-Pull** Dieses Muster beschreibt die Strategie, welches ein Unternehmen fährt, wenn es Prozesse flexibilisiert, um den Kunden in den Mittelpunkt setzen zu können. Beispiele: Toyota (1975), Zara (1975), Dell (1984), Geberit (2000)

**Guaranteed Availability** Die Verfügbarkeit eines Produktes oder einer Dienstleistung wird garantiert, wodurch Ausfallzeiten minimiert werden können. Beispiele: IBM (1995), Hilti (2000), ABB Turbo Systems (2010)

**Hidden Revenue** Die Logik, dass der Benutzer für die Einnahmen des Unternehmens sorgt, wird aufgegeben. Stattdessen werden dritte Parteien die wichtigste Einnahmequelle. Beispiele: Zattoo (2007), Facebook (2004), Spotify (2006)

**Ingredient Branding** Ingredient Branding beschreibt die gezielte Auswahl und Kommunikation einer Produktkomponente, welche von einem bestimmten Lieferanten produziert wird. Beispiele: Intel (1991), Shimano (1995)

**Integrator** Ein Integrator kontrolliert alle Schritte eines Wertschöpfungsprozesses. Die Firma hat dabei die Kontrolle über alle Ressourcen und Fähigkeiten der Wertschöpfung. Beispiele: Ford (1908), Zara (1975)

**Layer Player** Ein Layer-Player ist ein spezialisiertes Unternehmen, das sich auf die Bereitstellung eines einzelnen Schrittes in der Wertschöpfungskette verschiedener Unternehmen fokussiert. Beispiele: PayPal (1998), Amazon Web Services (2002)

**Leverage Customer Data** Neue Werte werden geschaffen durch das Sammeln von Kundendaten und dessen wertschöpfenden Verarbeitung für den internen Gebrauch oder für interessierte Dritte Parteien. Beispiele: Google (1998), Facebook (2004), Twitter (2006)

**License** Das Unternehmen konzentriert sich auf die Entwicklung von geistigem Eigentum, was an andere Unternehmen lizenziert werden kann. Beispiele: IBM (1920), Max Havelaar (1992)

**Lock-in** Kunden werden in dem Ökosystem eines Lieferanten und seine Ergänzungsprodukte «eingesperrt». Beispiele: Gillette (1904), Nestlé Nespresso (1986), Microsoft (1975)

**Long Tail** Statt sich auf Blockbuster-Produkte zu konzentrieren, wird der Hauptteil der Einnahmen durch einen «Long Tail» an Nischenprodukten generiert. Einzelnen werden diese Produkte weder in grossen Mengen nachgefragt, noch ermöglichen sie hohe Margen. Beispiele: Apple iPod/iTunes (2003), YouTube (2005)

**Make More of it** Know-how und andere verfügbare Anlagen der Firma werden nicht nur verwendet, um eigene Produkte zu produzieren, sondern werden auch anderen Unternehmen zur Nutzung angeboten. Beispiele: Porsche (1931) Sennheiser Sound Academy (2009)

**Mass Customization** Kundenspezifisch angepasste Massenproduktion schien in der Vergangenheit unmöglich bewerkstelligen zu sein. zu kompetitiven Preisen erfüllt werden. Beispiele: Dell (1984), mymuesli (2007)

**No Frills** Die Wertschöpfung konzentriert sich auf das, was notwendig ist, um den Kern des Kundennutzens eines Produktes oder einer Dienstleistung so einfach wie möglich zu liefern. Beispiele: Southwest Airlines (1971), McFit (1997), Aldi (1913)

**Open Business Model** In offenen Geschäftsmodellen wird die Zusammenarbeit mit Partnern im Ökosystem eine zentrale Quelle der Wertschöpfung. Beispiele: Valve Corporation (1998), Abril (2008)

**Open Source** In der Softwareentwicklung wird der Quellcode einer Software nach diesem Konzept nicht als Privateigentum eingehalten, sondern frei zugänglich für jeden bereitgestellt. Beispiele: Red Hat (1993), Wikipedia (2001), Mozilla (1992)

**Orchestrator** Bei diesem Modell liegt der Fokus auf den Kernkompetenzen der Wertschöpfungskette. Beispiele: Nike (1978)

**Pay per Use** In diesem Modell wird die tatsächliche Nutzung einer Dienstleistung oder eines Produkts gemessen. Beispiele: Google (1998), Car2Go (2008)

**Pay What You Want** Der Käufer zahlt einen beliebigen Betrag für eine bestimmte Ware, manchmal sogar gar nichts. Beispiele: Radiohead (2007), Panera Bread Bakery (2010)

**Peer-to-Peer** Dieses Modell basiert auf dem Teilen, Austauschen, Handel, oder Mieten des Zugangs zu Angeboten durch die Zusammenarbeit von Personen, die Mitglied einer homogenen Gruppe sind. Beispiele: eBay (1995), Napster (1999), (2003), Airbnb (2008)

**Performance-based Contracting** Das Unternehmen verkauft nicht die Produkte, bspw. Maschinen, an Kunden, sondern liefert das Resultat als eine Dienstleistung, die danach leistungsbasiert vergütet wird. Beispiele: BASF (1998), Xerox (2002), Smartville (1997)

**Razor and Blade** Das Basisprodukt wird günstig oder umsonst angeboten. Dem hingegen werden die Verbrauchsmaterialien, die nötig sind um das Produkt zu benutzen, teuer und mit hohen Margen verbunden verkauft. Beispiele: Gillette (1904), Amazon Kindle (2007)

**Rent Instead of Buy** Der Kunde kauft nicht das Produkt, sondern mietet es. Dadurch wird der typischerweise erforderliche Kapitaleinsatz, um den Zugang zum Produkt zu erhalten, reduziert. Beispiele: Blockbuster (1985), Mobility Carsharing (1997)

**Revenue Sharing** Revenue Sharing bezeichnet die Praxis, Umsatz mit Anspruchsgruppen der Unternehmung zu teilen. Beispiele: Apple iPhone/AppStore( 2008), Groupon (2008)

**Reverse Engineering** Dieses Muster beschreibt das Modell, in dem ein Unternehmen ein Produkt der Konkurrenz in seine Bestandteile zerlegt und mit diesen Informationen ein ähnliches oder kompatibles Produkt baut. Beispiele: Bayer (1897), Denner (2010), Pelikan (1994)

**Reverse Innovation** Einfache und preiswerte Produkte, die in und für Schwellenländer entwickelt worden sind, werden auch in den Industrieländern verkauft. Beispiele: Renault (2004)

**Robin Hood** Gleiche Produkte oder Dienstleistungen werden den «Reichen» zu einem viel höheren Preis als den «Armen» verkauft. Beispiele: One Laptop per Child (2005), Warby Parker (2008)

**Self-Service** Ein kostspieliger Teil der Wertschöpfungskette wird vom Kunden getragen, damit das Unternehmen das Produkt zu einem niedrigeren Preis verkaufen kann. Beispiele: McDonald's (1948), IKEA (1956), Accor (1985)

**Shop-in-Shop** Statt der Eröffnung eigener Läden wird ein Partner ausgewählt, der eine vorhandene Filiale betreibt, die von der Integration eines «Shopim- Shop» profitieren könnte (win-win Situation). Beispiele: Bosch (2000), Tchibo (1987)

**Solution Provider** Ein Full-Service-Provider bietet vollständige Abdeckung von Produkten und Dienstleistungen in einem bestimmten Bereich, meist über eine einzige Anlaufstelle. Beispiele: Lantal Textiles (1954), Tetra Pak (1993)

**Subscription** Der Kunde zahlt eine regelmässige Gebühr, z.B. auf monatlicher oder jährlicher Basis, um Zugang zu einem Produkt oder einer Dienstleistung zu bekommen. Beispiele: Netflix (1999), Blacksocks (1999), Spotify (2006)

**Supermarket** Ein Unternehmen verkauft eine Vielzahl von leicht verfügbaren Produkten und Zubehör unter einem Dach. Beispiele: Toys“R”Us (1948), Fressnapf (1985)

**Target the Poor** Die angebotenen Produkte oder Dienstleistungen sind nicht auf Premium-Kunden ausgerichtet, sondern auf die Kundschaft, die sich an der Basis der Einkommenspyramide befindet. Beispiele: Tata Nano (2009), Walm-art (2012)

**Trash-to-Cash** Gebrauchte Produkte werden gesammelt und entweder in anderen Teilen der Welt verkauft oder in neue Produkte umgewandelt. Beispiele: Freitag lab.ag (1993), H&M (2012)

**Two-Sided Market** Zweiseitige bzw. mehrseitige Märkte ermöglichen die Interaktionen zwischen mehreren voneinander abhängigen Gruppen von Kunden. Beispiele: Diners Club (1950), Zattoo (2007), Priceline (1997)

**Ultimate luxury** Dieses Muster beschreibt die Strategie eines Unternehmens, sich auf die oberste Ebene der Einkommenspyramide zu konzentrieren. Beispiele: Lamborghini (1962)

**User Designed** Im Bereich des User Designed repräsentiert ein Kunde sowohl den Hersteller als auch den Konsumenten. Beispiele: Lego Factory (2005), Ponoko (2007), Kindle (2007)

**White Label** Ein White-Label-Hersteller erlaubt anderen Unternehmen, die hergestell-ten Produkte unter ihren Marken zu verkaufen. Beispiele: Foxconn (1974), Richelieu Foods (1994)