



Fachhochschule
Nordwestschweiz

Datum: 31. Juli 2016

Ort: Olten

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Energie
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

Fachhochschule Nordwestschweiz
Institute for Competitiveness and Communication
Riggenbachstrasse 16, CH-4600 Olten
www.fhnw.ch

Autor/in:

Thomas Helbling, FHNW, thomas.helbling@fhnw.ch
Léa Hug, FHNW, lea.hug@fhnw.ch

BFE-Bereichs- und Programmleitung: Carina Alles, carina.alles@bfe.admin.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/501144-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Zusammenfassung

Ein Abwärmeinventar soll die in der Schweiz vorhandene industrielle Abwärme aufzeigen und damit indirekt die optimierte Nutzung der Abwärme fördern und so einen Beitrag zur Energieeinsparung liefern. Obwohl ein Abwärmeinventar von unterschiedlichen Stakeholdern gewünscht wird, ist der nachhaltige Betrieb nicht nur aus wirtschaftlicher Perspektive mehr als fragwürdig. Dies bestätigen auch die Erfahrungen internationaler Projekte. Insbesondere die freiwillige Partizipation von Abwärmeanbietern ist unrealistisch.

Einen klaren Handlungsbedarf sehen die Autoren bei der aktiveren Kommunikation der Forschungsergebnisse von verfügbarer Abwärme in der Schweiz und potenziellen Technologien zur Abwärmennutzung: Die Forschungsergebnisse verschiedener Institutionen sind zwar öffentlich, müssen aber einzeln zusammengesucht werden. Hier könnte eine einfache, adressatengerechte Webpage mit den entsprechen Links eine Lücke schliessen. Ein zweiter Quick Win ergibt sich aus dem unterschiedlichen Verständnis, was ein industrieller Abwärmeinventar ist. Offensichtlich ist das Potential für Abwärmereduktion durch die Pinch-Analyse noch nicht bei allen Entscheidungsträgern angekommen. Hier besteht ein Kommunikationsbedarf, gerade auch bei mittelgrossen industriellen Energieverbrauchern.

Résumé

Il est question de dresser un inventaire des rejets thermiques industriels en Suisse, dans le but escompté d'encourager indirectement une exploitation optimisée de la chaleur résiduelle et de contribuer ainsi aux économies d'énergie. Bien que plusieurs parties prenantes appellent de leurs vœux un tel inventaire, la durabilité de son exploitation est plus que discutable, et pas seulement d'un point de vue économique. C'est aussi ce que confirment les expériences recueillies dans des projets internationaux. L'idée d'une participation volontaire des producteurs de rejets thermiques en particulier est irréaliste. Les auteurs soulignent un besoin flagrant de communiquer plus activement les résultats des recherches : plusieurs institutions ont beau rendre leurs résultats publics, ces derniers doivent être recherchés un à un. Cette lacune pourrait être comblée par un site web simple et adapté à ses utilisateurs, où ceux-ci trouveraient les liens correspondants. Une deuxième mesure à impact rapide est la résolution des différences de conception de ce qu'est un inventaire des rejets thermiques industriels. De toute évidence, la philosophie de l'analyse Pinch n'a pas encore été intégrée par tous les décideurs. Il existe à cet égard un important besoin de communication, notamment dans les industries à moyenne consommation d'énergie.

Abstract

A waste heat inventory is intended to show Switzerland's current industrial waste heat levels in order to indirectly promote the optimised use of waste heat and thus help save energy. Although various stakeholders wish to see a waste heat inventory set up, its long-term operation is in serious doubt, and not just for financial reasons. This is also confirmed by experience from international projects. In particular, it is unrealistic to expect waste heat suppliers to participate voluntarily. The authors have identified a clear need for the results of the research to be communicated more actively. Although the findings from various institutions are publicly available, they still need to be gathered individually. A simple website with relevant links which is geared towards its target audience could close this gap. A second quick win can be achieved by addressing the differing opinions on what an industrial waste heat inventory actually is. The pinch analysis philosophy has obviously not yet reached all decision-makers. Communication is required to resolve this, particularly targeting medium-sized industrial energy consumers.



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Zusammenfassung | 3 |
| Résumé | 3 |
| Abstract | 3 |
| Inhaltsverzeichnis | 4 |
| 1. Ausgangslage | 6 |
| 1.1 Vision..... | 6 |
| 1.2 Ziele..... | 6 |
| 1.3 Grundlagen – Randbedingungen | 7 |
| 1.4 Vorgehen / Methode..... | 7 |
| 1.4.1 Arbeitspaket 1: Bedarfs- und Machbarkeitsabschätzung..... | 7 |
| 1.4.2 Arbeitspaket 2: Businessmodell AWI | 8 |
| 2. Ergebnisse Bedarfs- und Machbarkeitsabschätzung | 9 |
| 2.1 Vorhandene Abwärme..... | 9 |
| 2.2 Datenverfügbarkeit von Abwärme in der Schweiz | 10 |
| 2.3 Abwärmeinventare | 13 |
| 2.3.1 Abwärmeinventare im deutschsprachigen Raum..... | 14 |
| GIS Fernwärme Schweiz..... | 14 |
| Energie-Atlas Bayern | 15 |
| Abwärmeatlas Österreich | 15 |
| Energieportal Sachsen | 16 |
| Abwärmeatlas Deutschland..... | 17 |
| 2.3.2 Abgebildete Parameter in den Abwärmeinventaren | 17 |
| 2.4 Abwärme-Workshop mit Stakeholdern..... | 19 |
| 3. Konklusion „Bedarfs- und Machbarkeits- abschätzung | 22 |
| 3.1 Konklusion der Analyse der existierenden Abwärmeinventare..... | 22 |
| 3.2 Konklusion Abwärme-Workshop mit Stakeholdern | 22 |
| 3.3 Stärken/ Schwächen und Chancen/ Gefahren des AWI | 23 |
| 4. Businessmodell „Abwärmeinventar“ | 24 |
| 4.1 Kundensegmente | 26 |
| 4.2 Wertangebote | 26 |
| 4.3 Kanäle | 26 |
| 4.4 Kundenbeziehungen | 26 |
| 4.5 Einnahmequellen..... | 26 |
| 4.6 Schlüsselressourcen | 27 |
| 4.7 Schlüsselaktivitäten | 27 |



| | |
|---|-----------|
| 4.8 Schlüsselpartner..... | 27 |
| 4.9 Kostenstruktur | 28 |
| 5. Anforderungspflichtenheft | 29 |
| 5.1 Datenflussdiagramm | 29 |
| 5.2 Wireframes | 30 |
| 6. Planerfolgsrechnung | 32 |
| 7. Empfehlungen..... | 34 |
| 8. Literaturverzeichnis | 36 |
| 9. Anhang | 37 |
| A. Definitionen von Abwärme..... | 37 |
| B. Befragte Experten | 39 |
| C. Teilnehmende des Abwärmeworkshops vom 24.9.2015..... | 40 |
| D. Teilnehmende Schlussdiskussion..... | 41 |
| E. Output der Gruppendiskussionen | 42 |
| F. Abwärmedaten Quelle SCCER-EIP | 44 |
| G. „Wireframes Abwärmeinventar“ | 47 |



1. Ausgangslage

Die im Rahmen von industriellen Prozessen entstehende Abwärme hat ein substantielles Potenzial zur CO₂-Reduktion, respektive kann die Nutzung von Abwärme mithilfe der Energiewende effizient zu bewältigen. Voraussetzung ist dabei, dass die ungenutzte Abwärme in die Prozesse miteingebunden werden kann. Bis anhin ist wenig bekannt wo, wie viel und insbesondere in welcher Art Abwärme konkret anfällt (Ausnahme: Energiegrossverbraucher wie z.B. Papierfabriken oder Zementwerke). Zuverlässige Marktpotenzialabschätzungen sind für die Finanzierung von Entwicklungsprojekten neuer Technologien zur Nutzung der industriellen Abwärme unabdingbar. Die Diffusion marktreifer Technologien wird durch die oft unbekannteren konkreten Abwärmeproduzenten behindert.

1.1 Vision

Das Abwärmeinventar (AWI) erfüllt zwei Funktionen:

- *"Energietankplatz", Plattform für Abwärmeproduzenten und Abwärmennutzer für eine effiziente Kontaktaufnahme:* Ein neu zu entwickelndes Abwärmeinventar (AWI) soll die Brücke zwischen Abwärmeproduzenten, Abwärmennutzern und Anbietern von Abwärmetechnologien effizient und einfach sicherstellen: Abwärmennutzer haben die Möglichkeit über die Plattform Abwärmeproduzenten anzusprechen und eine mögliche Zusammenarbeit zu diskutieren. Anbieter industrieller Abwärme erfahren über auf deren Situation geeignete technologische Lösung (inkl. entsprechender Anbieter) zur Nutzung der Abwärme. Die Anbieter der entsprechenden Nutzungstechnologien wiederum erhalten mit geringem Aufwand mögliche potenzielle Kunden.
- *"Marktpotentialübersicht", Instrument für eine effiziente Marktpotenzialabklärung von neuen Abwärmetechnologien:* Forscher und Entwickler von neuen Lösungen zur Nutzung industrieller Abwärme erhalten kostengünstig und schnell (ohne Primärmarktforschung) einen validen Einblick in das Nachfragepotenzial für die entsprechende Technologie.

Die Abwärmennutzungsmöglichkeiten und die neuen Abwärmetechnologien werden mit Hilfe des AWI bekannt gemacht und die Abwärmennutzungspotentiale können somit langfristig besser ausgeschöpft werden.

Das AWI generiert für die beteiligten Partner so viel wirtschaftlichen Nutzen, dass es gelingt ein langfristig zumindest ertragsneutrales Businessmodell ohne Zuschüsse der öffentlichen Hand zu etablieren.

1.2 Ziele

Mit der Studie wird bezweckt:

- den grundsätzlichen Bedarf für ein zu entwickelndes Abwärmeinventar mit den verschiedenen Stakeholdern zu diskutieren und definieren.

- Chancen und Gefahren eines Abwärmeinventars zu klären (inkl. möglichen Strategievarianten für die zentralen, erfolgsentscheidenden Kombinationen).
- Faktoren zum erfolgreichen, nachhaltigen Betrieb eines Abwärmeinventars (aufgeschlüsselt nach den Nutzungsarten „Energemarktplatz“ und „Marktpotenzialübersicht“) zu klären.
- die für die Gestaltung eines Businessmodells relevanten Fragestellungen zu beantworten:
 - Funktionalitäten und die Datenformate im Rahmen von Wireframes definieren
 - Datenherkunft pro Parameter abklären
 - Investitions- und Betriebskostenabschätzung vorlegen
 - Kooperationsmöglichkeiten für den nachhaltigen Betrieb eines möglichen Abwärmeinventars zusammenstellen.

1.3 Grundlagen – Randbedingungen

Im Laufe des Projektes wurde erkannt, dass durchaus nicht alle Anspruchsgruppen Abwärme gleich definieren. Im diesem Projekt wurde Abwärme nach der Definition der Schweizer Energieverordnung betrachtet:

"Abwärme: nach dem Stand der Technik nicht vermeidbare Wärmeverluste, die aus Energieumwandlungs- oder chemischen Prozessen (u.a. Kehrlichtverbrennungsanlagen) entstehen, ausgenommen Heizwärme aus Anlagen, welche die gekoppelte Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie als primäre und gleichrangige Ziele haben." (Art.1.g. der Energieverordnung)

1.4 Vorgehen / Methode

Im Rahmen eines mehrstufigen Projektes soll einerseits ein Anforderungspflichtenheft für ein AWI für die Schweiz erstellt und gleichzeitig eine Methodik entwickelt werden, welche die langfristige, effiziente Aufrechterhaltung des Inventars ermöglicht.

1.4.1 Arbeitspaket 1: Bedarfs- und Machbarkeitsabschätzung

Für die Machbarkeitsabschätzung eines AWI wurde einerseits mittels einer Literaturrecherche abgeklärt, ob im deutschsprachigen Raum bereits AWI's bestehen. Andererseits wurde ermittelt, welche Informationen über Abwärme in der Schweiz vorhanden sind. Dabei stand folgende Frage im Vordergrund: welche Abwärmedaten stehen für eine Abschätzung der vorhandenen Abwärme zur Verfügung und wer ist jeweils in Besitz dieser Daten. Die Abklärung dieser Fragen erfolgte über Interviews und Recherchen.

Für die Bedarfsabklärung und als Kern des Arbeitspaketes 1 diente ein Workshop. Verschiedene Anspruchsgruppen diskutierten über die Datenverfügbarkeit, das Potential und die Risiken eines AWI. Mögliche Lösungsansätze wurden in zwei Gruppen à jeweils 5-6 Teilnehmenden erarbeitet (Teilnehmendenliste und Output siehe Anhang Bund C und D).



1.4.2 Arbeitspaket 2: Businessmodell AWI

Auf der Grundlage der Bedarfsabklärung der Anspruchsgruppen wird ein Businessmodell für ein AWI erstellt. Für eine grundsätzliche Einschätzung des Potentials eines Inventars liefern eine Gegenüberstellung von Stärken/Schwächen und Chancen/Risiken, eine Investitions-, Betriebs- und eine Ertragsrechnung strukturierte Informationen über die Machbarkeit eines Inventars.

Zur Validierung der Parameter des Inventars und Klärung der Datenherkunft werden Experteninterviews durchgeführt. Diese Interviews dienen der Interessensabklärung bezüglich möglichen Betrieb. Die Funktionen des Inventars werden schlussendlich über Wireframes dargestellt.

2. Ergebnisse Bedarfs- und Machbarkeitsabschätzung

2.1 Vorhandene Abwärme

Verschiedene Akteure beschäftigen sich mit dem Thema Energie und Abwärme (siehe Kapitel 2.2), jedoch existieren keine realen schweizweiten Daten von industrieller Abwärme, sondern nur Abwärmedaten von Regionen oder Hochrechnungen. Grundsätzlich zeigt sich jedoch, dass das grösste Potential in tiefen Abwärmepotentialen geschätzt werden kann. Im Forschungsprojekt des BFE über Energiekaskaden in Industriebetrieben befand sich zum Beispiel der Grossteil der Abwärmepotentialen der untersuchten Industriebetriebe im Temperaturniveau von 25-150°C (BFE 2011). Auch im Forschungsprojekt der FHNW für die Potentialabschätzung der magnetokalorischen Kraftmaschine (MKK) wurde in den sieben untersuchten Industriebetrieben Abwärme im Temperaturbereich von 6-60°C gemessen.

Das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart zeigte in einer Präsentation auf, dass der Wärmebedarf im Temperaturbereich zwischen 60-100°C und 1400-1500°C am grössten ist. Daraus könnte geschlossen werden, dass in tieferem Temperaturbereich die meiste Abwärme anfällt (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung 2010). Bei der Recherche der vorhandenen Abwärmeinventare bestätigten Abwärmedaten von Österreich die Vermutung, dass Abwärme hauptsächlich in tieferem Temperaturniveau vorhanden ist.

| Zusammenfassung Abwärmepotenziale | Freies Potenzial [GWh/a] | Verplantes Potenzial [GWh/a] | Summe [GWh/a] |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------|
| > 100°C | 428 | 306 | 734 |
| 50-100°C | 455 | 368 | 823 |
| < 35°C | 5'292 | 4 | 5'296 |
| Summe | 6'175 | 678 | 6'853 |

Tabelle 1: Abwärmepotential in Österreich (Quelle: Kommunalkredit Public Consulting 2012)

Die in Österreich verfügbare Abwärme kann mit folgenden Eigenschaften beschrieben werden:

- Ca. $\frac{3}{4}$ der Abwärmemengen befinden sich im Niedertemperaturbereich (<35 °C)
- 95% der Abwärmemengen ist ganzjährig verfügbar
- 97% der Abwärmemengen entsteht in Gemeinden mit Fernwärmenetz
- Wichtigstes Abwärmemedium ist Wasser
- Höchste Potenziale stammen aus der Papierindustrie und Metallerzeugung

Als Hindernisse der Abwärmenutzung in Österreich werden einerseits Finanz- und Administrationsaufwand genannt. Jedoch spielt auch das Desinteresse bei potentiellen Abnehmern eine Rolle (Kommunalkredit Public Consulting 2012).

Das Abwärmeinventar vom Kanton Wallis bestätigt ebenfalls das Potential der Abwärme in tieferem Temperaturniveau, aufgeschlüsselt nach potentieller Nutzungsart (vgl. Tabelle 2).



| Mögliche Nutzung | minimales Temperaturniveau der Abwärme | Potential |
|---|--|----------------------|
| Stromproduktion ORC | 150°C | 16.5 GWh/a |
| Kälteproduktion mit Absorbertechnologie | 100°C | 3.8 GWh/a |
| Fernwärme | 85°C | 604.3 GWh/a |
| Heizen/ Warmwasser | 60/65°C | 16.3 GWh/a |
| Kalte Fernwärme | 10°C | 940.3 GWh/a |
| Total | | 1'581.2 GWh/a |

Tabelle 2: Abwärmepotential im Kanton Wallis (Eicher + Pauli AG 2014)

2.2 Datenverfügbarkeit von Abwärme in der Schweiz

Aufgrund der knappen Datenverfügbarkeit über Abwärme wurde untersucht, welche Sekundärdaten für Abschätzungen von vorhandenen industriellen Abwärmemengen hinzugezogen werden können. Als eine mögliche Datenquelle stellte sich die Zielvereinbarung der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) heraus. Unternehmen mit einer Zielvereinbarung mit Verminderungsverpflichtung und individuellem Zielpfad (zwecks Befreiung von der CO₂-Abgabe) verfügen über eine detaillierte Ist-Zustands- und Potenzialanalyse. Mit dieser muss unter anderem auch das Abwärmepotenzial erfasst werden und ist somit vorhanden. Dies betrifft derzeit rund 500 Zielvereinbarungen von etwa 1000 Standorten. Diese Dokumentation ist zwingend und wird von allen erarbeitet.

Da die Abwärmennutzung von vielen Kriterien abhängt, scheinen die Massnahmen für Abwärme wenig attraktiv. Zum Beispiel muss ein Unternehmen die Abwärme langfristig garantieren und den Abnehmern zur Verfügung stellen. Kurzfristige Änderungen in den industriellen Prozessen würden dementsprechend diese Garantie verwerfen. In der Praxis ändern sich die industriellen Prozesse jedoch laufend. Zudem ist die Nutzung von Abwärme sehr kompliziert und wird tendenziell eher gemieden (Quelle: Interview mit EnAW). Wie auch die österreichische Studie des Kommunalkredit Public Consulting GmbH zeigte, wissen die Unternehmen zwar oft welche Anlagen Abwärme produzieren und wie viel Energie diese Anlagen konsumieren, jedoch besitzen die Unternehmen wenig quantifizierte Daten zum Abwärmestrom selbst (Kommunalkredit Public Consulting 2012).

Aufgrund der Diskussionen im Workshop (vgl. Kap. 3.2 und Anhang D) und den verschiedenen Interviews mit Unternehmensvertretern in anderen Abwärme-Forschungsprojekten, kann davon ausgegangen werden, dass dies auch für die Schweiz zutrifft. Die Hochschule Luzern (HSLU) hat bereits zwei Abwärmeumfragen durchgeführt. Beteiligt an den Umfragen waren das BFE und der Verband der Schweizerischen Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie Swissmem. Der European Manufacturing Survey umfasst 5000 Unternehmen.

In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Datenquellen und die entsprechenden verfügbaren Daten aufgeführt, welche direkt Auskunft über die vorhandene Abwärme geben oder für Berechnungen der Abwärme in der Schweiz dienen können. Neben der EnAW und der Hochschule Luzern (HSLU) wurden das Swiss Competence Center for Energy Research on Efficiency of Industrial Pro-



cesses (SCCER-EIP), das Bundesamt für Energie (BFE) und der Fernwärmeverband Schweiz mit dem GIS Fernwärme als Datenquellen identifiziert (siehe nachfolgende Tabelle 3).

| Datenquelle | ENAW | SCCER-EIP | BFE/ Swissmem | Fernwärme Schweiz (GIS Fernwärme) | HSLU |
|---|--|--|--|---|------|
| <p>Vorhanden: Energieträger Energieeinsparungen durch Massnahmen (= Menge der Abwärmennutzung) Investitions- und Energiekosten Energieverbrauch [TJ]</p> <p>Teilweise in der Ist-Zustandsanalyse vorhanden: Temperaturbereich [von bis in °C] Abwärmemenge [MWh/Jahr] Abwärmelastleistung (von bis in kW) Betriebsdauer (von bis in h) Vorhandenes Warmwasser im Betrieb [von bis in °C] Notwendige Temperatur für industrielle Prozesse im Betrieb [von bis in °C]</p> <p>Parameter</p> | <p>Temperaturbereich [von bis in °C] Abwärmemenge [MWh/Jahr] Abwärmelastleistung [von bis in kW] Betriebsdauer [von bis in h] Vorhandenes Warmwasser im Betrieb [von bis in °C] Notwendige Temperatur für industrielle Prozesse im Betrieb [von bis in °C] Ökonomische Parameter (Investitionskosten, Mehraufwand, Energieträgerpreis, Kosteneinsparungen, Pay-back, usw.) Ökologische Parameter (CO₂-Reduktion)</p> <p>Betroffene/ eingesetzte Technologie Erfasste Parameter, Observatory Stand 12.01.16: Gesamtinvestition [CHF] Energieträger Energieträgerpreis Einsparung pro Energieträger [MWh, CHF] Einsparung CO₂ [t/a, CHF] Gesamteinsparung [CHF Payback [a]</p> | <p>Das BFE unterstützt Aktivitäten der ENAW und andere (WebGIS, Pinch), erfasst aber selbst keine Daten. Die jährlichen Energiestatistiken des Antea beschreiben Jahresmengen an Energieverbrauch oder Energieverwendung auf Landes- oder Sektorebene.</p> | <p>Energiekennzahl pro Wohnfläche: unabhängig vom Alter des Gebäudes wurde mit einer spezifischen Energiekennzahl von 120 kWh/a pro m² gerechnet. Der Wärmebedarf pro Hektare wird neben der Darstellung der Potenzialle folgendermassen dargestellt: – Wärmebedarf Industrie – Wärmebedarf Dienstleistung – Wärmebedarf Wohnen und Dienstleistung – Anzahl Wohngebäude pro Hektare, die mit Fernwärme, Erdgas- oder Heizfeuerungen sowie mit Wärme aus Wärmepumpenanlagen versorgt werden.</p> | <p>Verwendete Heizmedien Vorhandene Abwärmearten Gesamtenergieverbrauch aufgespalten nach Energieart (Mineralöl/ Erdgas/ Strom/ Fernwärme/ Kohle/ andere) eingesetzte Energiespeicher (thermische/ elektrische Energiespeicher) in kWh</p> <p>In Abstand von mehreren Jahren erneute Umfragen 5000 europäische Unternehmen Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fh ISI) koordiniert und leitet die Erhebung, welche in mehreren Ländern durchgeführt wird.</p> | |
| <p>Frequenz der Aktualisierung</p> | <p>Abhängig von Vereinbarung mit ENAW Datenbank von 2013-14 vorhanden Daten von ca. 90 Unternehmen bzw. 175 Massnahmen mit Abwärmennutzung</p> | <p>37 Pinch Berichte, weitere 38 Berichte sind nicht zugänglich (neu erfasste Berichte werden laufen in die Datenbank eingetragen) keine Aktualisierungen</p> | | | |

Tabelle 3: Übersicht der vorhandenen Abwärmedaten (siehe auch Anhang D)

2.3 Abwärmeinventare

Mittels Recherche wurden einige bereits verfügbare Abwärmeinventare im deutschsprachigen Raum ausfindig gemacht. Das Vorgehen für die Datenerhebung reicht von Befragungen und Begehungen, Hochrechnungen und Schätzungen bis hin zur aktiven Registrierung von Unternehmen. Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über die vorhandenen Inventare.

| Inventar | Land | Betreiberorganisation | Abwärme | Vorgehen | Zweck |
|-------------------------|-------------|--|---|--|---|
| GIS Fernwärme Schweiz | Schweiz | Verband Fernwärme Schweiz | Industrielle Abwärme als auch Abwärme in Wohngebieten | Schätzung von Wärmebedarf über Hektardaten (Betriebszählung und Gebäude- und Wohnungsstatistik 2010); Hochrechnungen aufgrund von Annahmen | gesamtschweizerischer Wärmebedarf mit Nah- und Fernwärmebedarf aufdecken; geografische Lage der verschiedenen Energiequellen abbilden |
| GIS Wallis | Schweiz | Centre de Recherches Energétiques et Municipales (CREM); Dep. für Volkswirtschaft, Energie und Raumentwicklung Kanton Wallis | Industrielle Abwärme als auch Abwärme in Wohngebieten | k.A. | Überblick der vorhandenen Abwärme, Identifizierung von sinnvoller Nutzung der Abwärme |
| Abwärmeatlas | Österreich | Kommunkredit Public Consulting; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BML-FUW) | industrielle Abwärme von wichtigsten Industrieunternehmen Österreichs | Befragungen, Hochrechnungen branchentypischer Prozesse und Unternehmen, Literaturrecherchen | Quantifizierung extern nutzbarer Abwärmepotenziale der Industrie; Charakterisierung der industriellen Abwärmepotenziale |
| Abwärmeatlas | Deutschland | Fraunhofer IPM; Institut für ZukunftsEnergieSysteme IZES GmbH; Institut für Demoskopie Allensbach | Abwärme ausgewählter Branchen der Industrie | Befragungen und vor-Ort-Messungen | Abwärmetechnologien vorstellen, ihre Potenziale abschätzen, Handlungsempfehlungen für Unternehmen |
| ENERGIE-Atlas Bayer | Deutschland | Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie | industrielle Abwärme | Befragungen, Begehungen, Schätzungen | Abwärmeinformationen der Öffentlichkeit transparent zur Verfügung stellen und den Ausbau erneuerbarer Energien durch BürgerInnen, Unternehmen und Kommunen erleichtern. |
| Energieportal - Sachsen | Deutschland | Energieagentur SAENA GmbH | Industrielle Abwärme | Unternehmen tragen sich freiwillig ein | Förderung der ersten Kontaktaufnahme zwischen Unternehmen mit Abwärmequellen und solchen mit Abwärmesenke |

Tabelle 4: Übersicht Abwärmeinventare



2.3.1 Abwärmeinventare im deutschsprachigen Raum

GIS Fernwärme Schweiz

Der Verband Fernwärme Schweiz (VFS) identifizierte in einem umfangreichen Projekt mögliche Standorte für ein Nah- und Fernwärmeprojekt. Berücksichtigt wurden einerseits Abwärmelieferanten, wie Kraftwerke, Kehrriktverwertungsanlagen, Abwasserreinigungsanlagen und Industriebetriebe, andererseits vorhandene Installationen für erneuerbare Energie wie Holzfeuerungen, Biomasse- und Umweltwärmenutzung. Die gesammelten Daten wurden in einem Geografischen Informationssystem (GIS) erfasst.

Im Vordergrund stand jeweils die Wärmenachfrage und wurde auf der webbasierten Plattform in zwei Kategorien unterteilt: Wohnen und Arbeiten. Die Darstellung des Wärmebedarfs ermöglicht eine Identifikation von Gebieten, die sich für eine Versorgung im Verbund eignen. Aus Gründen des Datenschutzes wurden die Daten pro Hektare aggregiert und erst ab einem Wärmebedarf von 300 MWh/a pro Hektare räumlich dargestellt. Der Wärmebedarf im Bereich Wohnen wurde mit Hilfe der Wohnfläche aus dem Gebäude- und Wohnungsregister (Stand 2010) und einer spezifischen Energiekennzahl berechnet (120 kWh/a pro m², unabhängig vom Alter des Gebäudes). Der Energiebedarf Arbeiten wurde über das Produkt aus dem Vollzeitäquivalent aus der Betriebszählung 2008 und dem branchenspezifischen Energieverbrauch ermittelt.

Die Plattform basiert auf Hektar aggregierte Daten, die keinerlei direkte Rückschlüsse auf Firmen oder Adressen zulassen. Einzig die vorhandenen Branchen je Hektar können eruiert werden und der Gesamtwärmebedarf je Hektar (Wärmenachfrage) wird dargestellt und ist abrufbar.

Die Abwärmeangebote wurden unterteilt in fossile Energien (industrielle Feuerungsanlagen grösser 750 kW; Kernkraft), erneuerbare Energien (Grundwasser, Erdwärmesonden, Holzfeuerungen, Tunnelabwärme), fossile/erneuerbare Energien (bestehende Fernwärme). Die industrielle Abwärme wurde im GIS somit nur am Rande miteinbezogen. Das Ziel der WebGIS Plattform war potentielle Fernwärmenetze zu identifizieren, primär aufgrund der staatlich und kantonale verfügbaren Abwärme (Kehrriktverbrennungsanlagen, Abwasserreinigungsanlagen, etc.). Die Daten der industriellen Feuerungsanlagen stammen von den Kantonen.

Die Vorteile der WebGIS Plattform sind einerseits die räumliche Darstellung des Wärmebedarfs und Potenziale, Aggregation des Datensatzes Wohnen mit demjenigen des Dienstleistungssektors (Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser im Mittel- und Niedertemperaturbereich bei den Wohn- und Dienstleistungsbauten und Hochtemperatur-Prozesswärme in der Industrie).

Jedoch weist die Plattform auch Nachteile auf. Die Plattform fokussiert primär die Abwärmefrage, Daten für Abwärmeangebot sind nur begrenzt vorhanden und eingebunden. Der Wärmebedarf der Wohngebäude nach Bauperiode wurde nicht differenziert und im Bereich Arbeiten besteht nur eine sehr grobe Abschätzung des Wärmebedarfs. (Quellen: Eicher+Pauli (2012+2014); Jürg Wellstein (2010) und Interviews mit Stephan Gutzwiller)



Energie-Atlas Bayern

Der Energie-Atlas Bayern zeigt verschiedene Energiearten auf einer Landkarte auf: Energie, Biomasse, Geothermie, Solarthermie, Wasserkraft, Windenergie, Abwärme. Die Darstellung der Daten erfolgt in einem sogenannten Geoinformationssystem (GIS).

Im Bereich Abwärme wurde eine erste Datenerfassung von industrieller Abwärme über Fragebögen vorgenommen. In einem zweiten Schritt wurden die Daten möglichst durch Begehungen konkretisiert. Die Abschätzung des Abwärmepotenzials wurde dann auf drei verschiedenen Ebenen betrachtet: Abwärmequellen (Schornsteinverluste, Abluft, Kompressoren, Kälteanlagen, Kühl- und Abwasser), Abwärmesenken und Wärmebedarf der Siedlungsgebiete.

Auf der Landkarte sind neben verschiedener Information über die Abwärmequelle (vgl. Tabelle 4: Übersicht Abwärmeinventare) auch Praxisbeispiele und kommunale Ansprechpartner eingezeichnet. Unternehmen sind aufgefordert über die online Plattform ihre Abwärmequellen und -senken aktiv einzutragen und die Daten jeweils kontinuierlich zu aktualisieren. Ein einfaches webbasiertes Tool unterstützt zudem interessierte Personen bei der detaillierten Recherche von Abwärmequellen und -senken.

Die auszuwählenden Angaben sind:

- Wärmeträger
- Temperaturbereich
- Abwärmemenge (MWh/Jahr)
- Abwärmeleistung (kW)
- Eingrenzung der Region

(Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2012)

Abwärmeatlas Österreich

Die Kommunalkredit Public Consulting ist zuständig für die Förderung von Umweltprojekten in Österreich und hat 2012 im Auftrag vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) eine Abwärmepotentialerhebung durchgeführt. Für die Erhebung wurden die 1'450 wichtigsten Industrieunternehmen Österreichs befragt und zusätzlich mittels Literaturrecherche und Hochrechnungen Abwärmepotentiale berechnet. Die grössten Abwärmemengen wurden aus den Branchen Metall, Papier und Steinen, Erden und Glas erfasst. Das berechnete Potential entspricht einem Anteil am Gesamtenergiebedarf der Energie in Österreich von 7,8%. Das aus den Umfragen hervorgehende Potential wurde auf einer Landkarte im sogenannten Abwärmeatlas visuell dargestellt. Die verwendeten Daten unterliegen dem Datenschutz. Eine Aktualisierung der Daten ist für das Jahr 2016 geplant.

Das Hauptziel der Studie war einen österreichweiten Überblick der vorhandenen und ungenutzten Abwärmequellen in Industriebetrieben zu erhalten sowie die Erarbeitung von Massnahmenvorschlägen zur Weiterentwicklung der Voraussetzungen für eine Nutzung dieser Potenziale. Im Fokus stand dabei die ausserbetriebliche Nutzung von Abwärme. Vereinzelt wurde auch über Potenziale für interne Verwendungszwecke berichtet. Insgesamt meldeten 145 Unternehmen 170 Abwärmequellen. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 10%. Als Haupthindernis für die Nutzung von Wärmepotenzialen



geben die Unternehmen den finanziellen und administrativen Aufwand sowie Desinteresse bei potentiellen Abnehmern an.

Der aktive Nutzer des Abwärmeatlas ist hauptsächlich die Kommunkalkredit Public Consulting. Aufgrund der erhobenen und berechneten Daten wurden einige Abwärmeprojekte initiiert (Nutzung, Verkopplung und Verteilung von Abwärme). (Quelle: Telefoninterview mit Kommunkalkredit Public Consulting GmbH; finaler Bericht der Studie)

Energieportal Sachsen

Die Technische Universität Dresden entwickelte 2009 im Auftrag der Sächsischen Energieagentur SAENA GmbH ein System zur Erfassung von Abwärmepotenzialen im Freistaat Sachsen, um Informationen über die vorhandenen Abwärmequellen in Sachsen in Form eines Wärmeatlas bereitstellen zu können. Das Energieportal Sachsen hat zum Ziel den Unternehmen das Abwärmepotential aufzuzeigen und Möglichkeiten der Nutzung vorhandener Abwärme in der Region darzustellen. Potentielle Versorgungsgebiete in Sachsen sollen dadurch identifiziert werden und somit Industrie, Gewerbe und Wohnwirtschaft die Möglichkeit geben, bei Standortentscheidungen das Angebot an Abwärme einzubeziehen.

Insgesamt wurden rund 500 Unternehmen angeschrieben, davon gaben 30 bis 40 Unternehmen Auskunft über ihre Abwärmesituation. Grundsätzlich bestand seitens der Unternehmen wenig Interesse an einem solchen Inventar. Das Hauptproblem ist generell nicht technischer sondern vertraglicher Herkunft. Die Abnahme und auch die Quelle von Abwärme kann nicht langfristig garantiert werden. Die industriellen Prozesse verändern sich innerhalb aufgrund der sich laufend verändernden Marktsituation in unregelmässigen Abständen und somit verändern sich auch das Angebot und die Nachfrage nach Abwärme. Folglich können Abwärmeerzeuger nicht mit garantierten Einnahmen rechnen und die Abnahme der Abwärme ist ebenfalls langfristig nicht sicher. Die teilweise kostenintensive Installation einer Abwärmenutzungstechnologie ist dementsprechend eher ein Risiko. Zudem wird teilweise befürchtet, dass bestimmte Kreisläufe durch das Hinzufügen einer Abwärmetechnologie nicht mehr dieselben Leistungen erbringen können.

Laut der Sächsischen Energieagentur GmbH gab das Abwärmeportal trotz des geringen Datensatzes erste interessante Einblicke in die Abwärmesituation in Sachsen. Da die Resonanz gering war, wurde das Projekt nicht weiter vertieft, sondern der Fokus auf Öffentlichkeitsarbeit für betriebsinterne Abwärmenutzung gesetzt. Das Thema Abwärme hat jedoch wieder mehr Beachtung erhalten, unter anderem aufgrund eines Förderprogrammes auf Bundesebene, explizit für ausserbetriebliche Nutzung von Abwärme 8 („KfW-Energieeffizienzprogramm – Abwärme“, Kredit mit Tilgungszuschuss, ab Mai 2016). Der aktuelle Ansatz liegt nun auf Best-Practice-Beispielen und davon abgeleiteten Geschäftsmodellen. Mittels einzelner Projekte soll künftig aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten sich in der Verwendung von Abwärme verbirgt und durch gezielte Kommunikation andere Unternehmen motiviert werden ebenfalls Abwärme als Energiequelle zu nutzen. (Quelle: Telefoninterview mit Sächsischer Energieagentur GmbH)



Abwärmeatlas Deutschland

Das Forschungsprojekt "Abwärmeatlas" des Fraunhofer IPM hat eine Laufzeit von 3 Jahren und endet voraussichtlich im Dezember 2017. Die Datenerhebung verläuft über einen Fragebogen und einige Vor-Ort-Begehungen von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes innerhalb der energieintensiven Branchen. Die Resultate werden in einem umfangreichen Bericht veröffentlicht und interessierte Unternehmen in mehreren Workshops werden informiert. Im Rahmen der Workshops wird ein zusätzlicher Wissensaustausch angestrebt. Eine Webplattform oder ein Tool ist nicht geplant. (Quelle: Telefoninterview mit IPM Fraunhofer Institut, 12.1.2016)

2.3.2 Abgebildete Parameter in den Abwärmeinventaren

Die verschiedenen Abwärmeinventare haben alle das grundsätzliche Ziel eine Übersicht der vorhandenen Abwärme anzubieten. Die gemessenen Abwärmequellen und die dokumentierten Parameter unterscheiden sich jedoch untereinander. In der nachfolgenden Tabelle sind die verschiedenen Daten aufgeführt.

| Inventarname | Durchführungsland | Abwärmequellen | Parameter |
|-----------------------|-------------------|--|--|
| GIS Fernwärme Schweiz | Schweiz | Gemeinde- und kantonale Betriebe (KVA, ARA, Bahn/Strassentunnel, KKW etc.), industrielle Feuerungsanlagen aus kantonalen Daten | Anbieter: Datenquelle Name der Anlage Abwärmeleistung (kW) Abwärmepotential (kWh/a) Temperaturniveau Aktuelle Wärmenutzung Nachfrager: Wärmenachfrage (Gas- u. Oelbedarf, Heizbedarf; in MWh/ha pro Jahr; Branchenmittel) Anteil der meistverbrauchenden Branche am Gesamtwärmebedarf auf dieser Hektar meistvertretene NOGA-Branche Strombedarf der Hektare (Branchenmittel) [MWh/a] Versorgung Wohngebäude nach Energieträger (Fernwärme, Erdgas, Erdöl in %) Grösse des Gebiets (ha) Postleitzahl |
| GIS Wallis | Schweiz | Industrielle Abwärme als auch Abwärme in Wohngebieten | Temperaturniveau Ort Abwärmequelle |



| | | | |
|-------------------------------------|-------------|---|---|
| Abwärmeatlas | Österreich | industrielle Abwärme von wichtigsten Industrieunternehmen Österreichs | Firmenname Branche Ansprechpartner Email Telefonnummer Erfassungsdatum Ort Abwärmequelle Temperaturbereich Verfügbarkeit Abwärmeevolumen |
| Abwärmeatlas | Deutschland | Abwärme ausgewählter Branchen der Industrie | Primärenergie Hauptenergieverbraucher im Betrieb Temperaturniveau Volumenstrom Abwärmemedium |
| ENERGIE-Atlas Bayer | Deutschland | industrielle Abwärme | Firmenname Adresse Betreiber Adresse Betreiber Branche Stand Anzahl Anlagen Wärmeträger Temperaturbereich (von bis in °C) Abwärmemenge (MWh/Jahr) Abwärmeleistung (von bis in kW) Betriebsdauer (von bis in h) |
| Energieportal Sachsen, Abwärmeatlas | Deutschland | industrielle Abwärme | Firmenname Adresse Branche Wärmeträger Temperaturniveau Abwärmeleistung Verfügbarkeit |

Tabelle 5: Parameter der vorhandenen Inventare

2.4 Abwärme-Workshop mit Stakeholdern

Im September 2015 wurde ein Workshop mit verschiedenen Stakeholdern durchgeführt (Teilnehmendenliste siehe Anhang). Ziel des Workshops war eine Stakeholderdiskussion über den Nutzen eines AWI und darüber wie das Anforderungspflichtenheft eines solchen AWI aussehen sollte.

Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass die verschiedenen Anspruchsgruppen bereits über einige Informationen und auch Daten zur Abwärme in der Schweiz verfügen, jedoch tauschen sich die Anspruchsgruppen noch wenig untereinander aus. Die Kommunikation zwischen aber auch innerhalb der unterschiedlichen Anspruchsgruppen ist noch ausbaubar. Der Nutzen eines AWI besteht dementsprechend darin, Transparenz über vorhandene Quellen, respektive potenziellen Nachfragen, in einer ersten Projektphase zu erhöhen. Individuelle detaillierte Abklärungen werden dadurch nicht hinfällig. Die nachhaltige Sicherstellung der aktiven Nutzung und der Aktualisierung ist die grösste Herausforderung an ein potenzielles AWI. Diese Einschätzung der Workshop Teilnehmenden wird von Erfahrungen u.a. aus Deutschland gestützt. Realistischerweise müsste aus Sicht der FHNW ein AWI sehr pragmatisch, nach der 80:20-Regel aufgebaut sein.

Während in Industrien mit sehr grossem Energiebedarf (z.B. Papier, Zement, Glas) die Prozessoptimierung und die Abwärmenutzung auch aus wirtschaftlichen Gründen (Energiekosten macht einen substantiellen Anteil der Gesamtkosten aus) gemäss Auskunft der interviewten Experten bereits realisiert ist, gibt es vermutetes ungenutztes Potenzial bei den mittelgrossen Energiebezüglern. Eine Checkliste könnte aufzeigen, unter welchen Voraussetzungen die Abwärmenutzung sinnvoll ist. Aus Perspektive der Abwärmeproduzenten kann die öffentliche Publikation von detaillierten Werten über die Abwärme u.a. aus Gründen der Geheimhaltung sehr problematisch sein. Um die Handlungsbarrieren möglichst gering zu halten, sollte der administrative Aufwand für die Abwärmeerfassung die Unternehmen nicht zusätzlich belasten. Eine Möglichkeit wird in der Einbindung der Erhebung in bestehenden Instrumenten und Befragungen als Option mit geringem Mehraufwand für alle Beteiligten gesehen.

Bei der Erarbeitung des Arbeitspakets 1 zeigte sich auch, dass der Nutzen eines AWI pro Anspruchsgruppe sehr verschieden ist. Die folgende Liste stellt die unterschiedlichen Funktions- und Datenqualitätsansprüche je Anspruchsgruppe einander gegenüber.

| Anspruchsgruppe | Potenzielle Funktionen/Nutzen | Anforderung an Datenqualität |
|--|--|---|
| Anbieter von Technologien zur Abwärmenutzung | <ul style="list-style-type: none"> • Akquisition von neuen Kunden („qualified leads“) • Entscheidungsgrundlagen für weitere Leistungsentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> • Firmen- und standortindividuelle Daten über Abwärmequellen • Ansprechpersonen • So genau und individuell wie möglich; je mehr desto besser... |
| Abwärmeproduzenten | <ul style="list-style-type: none"> • Neue Lösungen für wirtschaftliche Nutzung der Abwärme finden • Einfache Selektion, welche Technologien für die eigene Situation Lösungspotenzial haben und entsprechend individuell evaluiert | <ul style="list-style-type: none"> • Eckdaten von Abwärmenutzungstechnologien (technischer aber auch wirtschaftlicher Art, wie z.B. Investitionskosten pro kWh). |



| | | |
|--|---|---|
| | werden sollten. | |
| Planer (inkl. Consulting) und Contracter | <ul style="list-style-type: none"> Einfache Evaluation von potenziellen neuen Kunden/Projekten | <ul style="list-style-type: none"> Firmen- und standortindividuelle Daten über Abwärmequellen Ansprechpersonen |
| BfE Forschungsinstitutionen | <ul style="list-style-type: none"> Zuverlässige, kostengünstige, neutrale Beurteilung des wirtschaftlichen Erfolgspotenzials von neuen Technologien ohne entsprechend individuelle Studien in Auftrag geben zu müssen. | <ul style="list-style-type: none"> Anonymisierte Übersicht über Abwärmeproduzenten (inkl. Möglichst detaillierten Angaben zu Menge, Art der Abwärme, etc.) |
| BAFU | <ul style="list-style-type: none"> Abschätzen Höhe und Entwicklung der industriellen Abwärmemenge | <ul style="list-style-type: none"> Aggregierte Abwärmedaten (Ist-Situation und potenzielle Entwicklung); aufgeschlüsselt nach Abgabemedium und Zeit. |

Tabelle 6: Funktions- und Datenqualitätsansprüche an das AWI (Quelle: AWI-Workshop)

Aufgrund der vielseitigen Anspruchsgruppen und den unterschiedlichen Bedürfnissen, wurden zwei Lösungsvorschläge definiert: 1) der Energiemarktplatz, mit dem Ziel zwischen potentiellen Anbieter industrieller Abwärme und Abwärmennutzer zu vermitteln 2) Marktpotentialübersicht, als Basis für die Abschätzung von Marktpotentialen von Abwärme-Technologien. Die Lösungsvorschläge haben einen unterschiedlichen Zweck und verschiedene Zielgruppen:

| | Energiemarktplatz | Marktpotenzialübersicht |
|-----------------------------------|---|--|
| Ausgangslage | Für die Nutzung von industrieller Abwärme stehen verschiedene Technologien bereit. Jede Technologie hat bei bestimmten Rahmenbedingungen den höchsten Wirkungsgrad (Temperaturniveau, Wärmemedium, etc.). Für eine optimale Nutzung der Abwärme ist eine gute Abstimmung zwischen Abwärmeeanbieter (aus industriellen Prozessen) und Abwärmennutzer essentiell. | Es wird vermutet, dass laufend neue Technologien für die Nutzung von Abwärme auf den Markt kommen werden. Für diese neuen Technologien sind weiterhin Marktpotentialabklärungen notwendig. |
| Ziel des Lösungsvorschlags | Damit die passenden Partner zueinanderfinden, bietet sich eine Plattform an, welche erste Informationen über Anbieter und Abnehmer offenlegt. Die Plattform basiert auf freiwilligen Eintragungen der Interessenten. | Eine einfache Datenbank bietet einen ersten Überblick über die Abwärmesituation der Schweiz und vereinfacht die Abschätzung von Marktpotential einzelner Technologien. Angeboten werden grundsätzlich nur kumulierte und entsprechend anonyme Daten (Ist-Situation inkl. Entwicklungsprognosen). |



| | | |
|--|---|--|
| Potentielle Nutzer | <ul style="list-style-type: none">- Abwärmeanbieter- Abwärmennutzer- Technologieanbieter- Ingenieurbüros/ Planer- Gemeinden | <ul style="list-style-type: none">- Hochschulen- Technologieanbieter- Bundesämter- ... |
| Datenlage | <ul style="list-style-type: none">- freiwillige Dateneingabe, Primärdaten | Die Datengrundlage besteht aus Sekundärdaten u.a. von den folgenden Quellen: <ul style="list-style-type: none">- SCCER- EnAW- BAFU |
| | <ul style="list-style-type: none">- niederschwellige Dateneingaben: Temperaturbereich, Abwärmemengen, Abwärmemedium, zeitlicher Anfall, geografische Lage, Pinch-Analyse ja/nein, etc. Weitere Daten/ Informationen werden nach einer direkten, persönlichen Kontaktaufnahme bilateral ausgetauscht | Die Anforderung an die Verlässlichkeit der Daten ist verhältnismässig gering, da es nur um grobe Abschätzungen geht (vgl. Nutzung). |
| Umsetzung | <ul style="list-style-type: none">- online Plattform mit einfachen Suchkriterien | <ul style="list-style-type: none">- online Datenbank |
| Potenzielle Verbreitungspartner | <ul style="list-style-type: none">- EnAW- BAFU- SCCER | <ul style="list-style-type: none">- EnAW- BAFU- SCCER- Verbände Technologieanbieter |
| Updatehäufigkeit | Die Daten werden mit der Eingabe von neuen Partnern jeweils online aktualisiert. | Die Daten werden nur periodisch (> 3 Jahre), respektive wenn neue Erhebungen vorliegen aktualisiert |
| Zugriffsberechtigung | Mit Passwort-Schutz | Ohne Passwortschutz; offen für alle. |

Tabelle 7: Vergleich der Lösungsvorschläge "Energemarktplatz" und "Marktpotentialübersicht"

(Quellen: Workshop und div. Interviews siehe Auflistung im Anhang).



3. Konklusion „Bedarfs- und Machbarkeitsabschätzung

3.1 Konklusion der Analyse der existierenden Abwärmeinventare

Die Betrachtung der verschiedenen Abwärmeinventare hat aufgezeigt, dass in mehreren Ländern und Regionen ähnliche Gründe für das Zusammentragen von Abwärmedaten aufgeführt werden. Zum einen möchten die Initiatoren das Potential der Abwärme bezogen auf eine Region aufzeigen und dadurch die Unternehmen für die Nutzung von Abwärme sensibilisieren. Zum anderen ist das Ziel der Abwärmeinventare den Wärmebedarf aufzuzeigen und zwischen Wärmequellen und -senken zu vermitteln. Oftmals wird Abwärme auf einer Landkarte dargestellt, jedoch immer lückenhaft.

Keines der Inventare hat es geschafft, die anstrebte Plattform als Brücke zwischen Anbietern und Nachfragern langfristig sicher zu stellen. Meist nach durch Dritte finanzierten Anfangsaufwendungen nahm die Aktivität stark ab oder die Plattform wurde sogar überhaupt nicht mehr aktualisiert oder genutzt. Viele der Initiatoren der Abwärmeinventare berichteten über geringes Interesse der Unternehmen ihre Abwärmedaten aktiv auf der Plattform einzutragen. Eine manuelle Dateneintragung und -aktualisierung durch die Plattformbetreiber selbst wäre jedoch durch enorme zeitliche und finanzielle Aufwände bedingt.

3.2 Konklusion Abwärme-Workshop mit Stakeholdern

Ein Inventar ist aus Sicht der Anspruchsgruppen zwar wünschenswert, garantiert aber die effiziente Abwärmenutzung noch in keiner Art und Weise. Gemäss der Erfahrung der Workshop Teilnehmenden scheitern Abwärmenutzungsprojekte und entsprechend vorgelagerte Prozessoptimierungen oft an Investitionsrisiko-Fragen, an sehr hohen Erwartungen bezüglich der Pay-Back-Zeit und an „für das wirtschaftliche Überleben“ kurzfristig wichtigeren Prioritäten. Laut den Stakeholdern ist die freiwillige Eingabe von Abwärmedaten durch Unternehmen, ohne weitere Primärdatenerhebungen, durch zum Beispiel Begehungen, die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung eines AWI (Quelle: Diskussionen im AWI-Workshop).

Für ein potentielles Abwärmeinventar wurden aus den Ergebnissen des Workshops Muss- und Wunsch-Parameter eruiert. Die hier aufgeführten Daten betreffen Minimalanforderungen für beide Lösungen, Energiemarktplatz und Marktpotentialübersicht.

| | Energiemarktplatz | Marktpotentialübersicht |
|-----------------------|---|--|
| Muss-Parameter | <ul style="list-style-type: none">- Temperaturbereich- Wärmeträger- Ungefährer Ort des Unternehmens (z.B. Angabe von Kanton)- Ansprechperson/ -stelle für Kontaktaufnahme (ev. anonym) | <ul style="list-style-type: none">- Temperaturbereich- Volumenstrom nach Regionen definiert (z.B. Kantonal)- Abwärmemedium- Abwärme pro Branche |

| | | |
|-------------------------------------|--|--|
| Zusätzliche Wunsch-Parameter | <ul style="list-style-type: none"> - Volumenstrom - Branche des Unternehmens - Adresse des Unternehmens - Zeitlicher Anfall der Abwärme/ Betriebsdauer | <ul style="list-style-type: none"> - Zeitlicher Anfall der Abwärme/ Betriebsdauer - Adresse des Unternehmens |
|-------------------------------------|--|--|

Tabelle 8: Parameter der Lösungsvorschläge "Energietankplatz" und "Marktpotentialübersicht"

3.3 Stärken/ Schwächen und Chancen/ Gefahren des AWI

Die Umsetzung eines Abwärmeinventars birgt sowohl externe Chancen und Gefahren als auch eigene Stärken und Schwächen. In der folgenden Tabelle sind diese aufgelistet.

| Chancen | Gefahren |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Stark steigende Energiekosten führen zu einer Sensibilisierung für die Nutzung der industriellen Abwärme. - Auf nationaler Ebene existiert noch kein übergreifendes Abwärmeinventar > Interesse von verschiedenen Stakeholdern vorhanden. - Regionale, branchenspezifische Inventare bestehen bereits: vorhandenes Wissen und Synergien könnten genutzt werden (vgl. Tabelle 4, S.13) | <ul style="list-style-type: none"> - Anhaltend tiefe Energiekosten reduzieren Handlungsbedarf bei Unternehmen. - Mangelnde Sensibilisierung für das Thema führt zu einer geringen Partizipation von Anbietern industrieller Abwärme. - Nutzung von Abwärme ist für Unternehmen wirtschaftlich zu wenig attraktiv, Technologien verlieren an Aufmerksamkeit (hohe Investitionskosten, zu hohe Pay-Back-Zeit, aufwändige Installationen etc.) - Abwärmeinventar wird nicht genutzt, da zu wenig nützliche Informationen vorhanden sind. |
| Stärken | Schwächen |
| <ul style="list-style-type: none"> - Transparente Abbildung von Abwärmequellen und -senken - Potentiale der Abwärmenutzung: erste Einschätzungen werden möglich (z.B. für Technologieanbieter relevant) | <ul style="list-style-type: none"> - Unterschiedliches Verständnis bezüglich „Industrieller Abwärme“ erschwert die Kommunikation. - Datenschutz/ Offenlegung: viele Unternehmen möchten ihr Abwärmeevolumen nicht öffentlich preisgeben - Erst detaillierte Erfassung der Abwärme ermöglicht eine konkrete Abschätzung des Potentials (vgl. Eicher + Pauli 2014) - Sehr grosser Aufwand für detaillierte Erfassung der Daten (Begehungen) - Datenaktualisierung ist notwendig, damit ein solcher Abwärmeinventar wirklich genutzt wird > sehr grosser Aufwand - Nur die Abbildung von vorhandener Abwärme garantiert keine Nutzung von Abwärme (Anreize sind notwendig) |

Tabelle 9: Stärken/ Schwächen und Chancen/ Gefahren eines AWI



4. Businessmodell „Abwärmeinventar“

Basierend auf den Erkenntnissen der Bedarfs- und Machbarkeitsabschätzung wurde ein sogenanntes Businessmodell abgeleitet, welches alle wesentlichen Elemente eines erfolgreichen Geschäftsmodells in einem zusammenhängenden System darstellt.

Methodische Grundlage bildet das Canvas-Businessmodell von Osterwalder (Osterwalder et. al 2014). In diesem werden die folgenden Elemente im Detail analysiert und in einer standardisierten Form (vgl. Abbildung 1) übersichtlich dargestellt:

- Schlüsselpartner
- Schlüsselaktivitäten
- Schlüsselressourcen
- Wertangebote
- Kundenbeziehungen
- Kanäle
- Kundensegmente
- Kostenstruktur
- Einnahmequellen



Business Model «Abwärmeinventar»

| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Schlüsselpartner <ul style="list-style-type: none"> – EnAW – EnergieSchweiz – SCCER-EIP – Fernwärme Schweiz – HSLU – (Swissmem) | Schlüssellaktivitäten <ul style="list-style-type: none"> – Programmierung einer online Plattform mit Abwärmedaten von Schweizer Industrieunternehmen – Kontinuierliche Aktualisierung der Daten – Sammeln Links zu Forschungsdaten – Kommunikation – Erfolgsgeschichten | Wertangebote <ul style="list-style-type: none"> – Übersicht nationaler Verfügbarkeit von Abwärme – Transparenz über die vorhandenen Studien schaffen – Vermittlung zwischen Abwärmeproduzent und -senken – Sensibilisierung der Abwärmeproduzenten über wirtschaftliches Potenzial der Abwärmennutzung | Kundenbeziehungen <ul style="list-style-type: none"> – Vermittlung zwischen Abwärmeproduzenten und Abwärmesenken – Informationsplattform für eine nationale Übersicht der Abwärmeverfügbarkeit | Kundensegmente <ul style="list-style-type: none"> – Produzenten Industrieller Abwärme (mittlere Energiebezügler aus unterschiedlichen Branchen) – Unternehmen mit Abwärmeebedarf – Contractors – Forschungsinstitutionen – Beratungs- unter Energieunternehmen – Abwärmetechnologie-anbieter |
| Kostenstruktur <p>Programmierung Website, Unterhalt Website, kontinuierliches Datenupdate, Marketingkommunikation (Google Adwords, Indusstriemessen wie z.B. Prodex, etc.)</p> | Schlüssellressourcen <ul style="list-style-type: none"> – Abwärmedaten von Industrieunternehmen – Schätzungen von Abwärmedaten pro Branche und Region – Links zu relevanten Studien und staatlichen Förderprogrammen – Sammeln von Erfolgsgeschichten | Einnahmequellen <p>Mitgliedschaften (je nach Art unterschiedliche Nutzungsrecht) Einnahmen aus Nutzung («pay by click/use») online Werbung für Abwärmetechnologien, Forschungsgelder</p> | Kanäle <ul style="list-style-type: none"> – Kommunikationskanäle der Schlüsselpartner: <ul style="list-style-type: none"> - Newsletter - Website - Energiesparprogramme BFE/BAFU/EnAW/ Kantonale und Stadtverwaltungen | |

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, 2909 Market Street, Suite 900, San Francisco, California, 94103, USA.

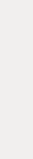


Abbildung 1: Businessmodell AWI



4.1 Kundensegmente

Die Zielgruppe des Abwärmeinventars sind einerseits die industriellen Abwärmeproduzenten die Unternehmen mit Bedarf an Abwärme (Senken) und die Contractors, welche Abwärme zwischen einander handeln. Andererseits Forschungsinstitutionen, Beratungs- und Energieunternehmen und Abwärmetechnologieanbieter, welche Informationen über vorhandene industrielle Abwärme für Marktpotentialabklärungen und andere Studien nutzen.

Mit Betrachtung der Energieintensität auf Branchenebene (inkl. Berücksichtigung der Anzahl Produktionsstätten) bergen die Chemie/Pharmaindustrie mit rund 32'000 TJ, Nahrungsmittelindustrie mit 17'000 TJ, Metallgeräte mit 16'000TJ, Zementindustrie mit 14'000 TJ, Papierindustrie mit 13'000 TJ und Metall/Eisenindustrie mit 7500 TJ die grössten Potentiale (vgl. Schlussbericht Magnetokalorische Kraftmaschine zur Stromerzeugung, BFE 2014).

4.2 Wertangebote

Jedes Business Modell befriedigt Bedürfnisse und hat die Aufgabe bestimmte Probleme zu lösen. Das Nutzversprechen des Abwärmeinventars konzentriert sich auf die folgenden Punkte:

- Die Plattform bietet eine schweizweite Übersicht der Abwärmeverfügbarkeit und vereint die Informationen aus den verschiedenen Studien.
- Um die Unternehmen für die Nutzung von Abwärme zu sensibilisieren und motivieren, werden Informationen über die möglichen Nutzungstechnologien in Form von Erfolgsgeschichten publiziert.
- Neben den rein informativen und sensibilisierenden Elementen ist die Vermittlung zwischen Abwärmeproduzenten und Abwärmesenken ein zentrales Anliegen der Plattform.

4.3 Kanäle

Die Kommunikationskanäle der Schlüsselpartner (EnAW, SCCER-EIP, Verband Fernwärme Schweiz, HSLU, Swissmem) werden genutzt, die potentiellen Nutzer auf die Plattform aufmerksam zu machen. Folgende mögliche Kommunikationskanäle der Schlüsselpartner können genutzt werden: Newsletter, Website, Energiesparprogramme etc.

4.4 Kundenbeziehungen

Das Abwärmeinventar spricht einerseits Abwärmeproduzenten und -senken an, sowie Technologieanbieter und Wissenschaftler. Die potentiellen Nutzer der Plattform werden über die Kontakte und Kanäle der Schlüsselpartner persönlich angesprochen oder angeschrieben und auf den Abwärmeinventar aufmerksam gemacht. Über Newsletter werden die Nutzer auf neue Erfolgsgeschichten der industriellen Abwärmennutzung aufmerksam gemacht.

4.5 Einnahmequellen

Die Finanzierung des Abwärmeinventars kann über mehrere Quellen gewährleistet werden, zum einen über Mitgliedschaften. Die Plattform wird durch ein Login verschlüsselt. Bei einer Mitgliedschaft

mit einem jährlichen finanziellen Beitrag wird ein Passwort freigegeben. Drei unterschiedliche Mitgliedschaftskategorien sind möglich, wobei je nach Kategorie unterschiedliche Informationen zugänglich gemacht werden. Bei der Nutzung von spezifischen Inhalten wie zum Beispiel Download von Daten oder Studien, wird je nach Mitgliedschaftskategorie ein finanzieller Beitrag verlangt. Die Interessensgruppe für Abwärme wird auf 500 Unternehmen geschätzt und beinhaltet Consultants, Contractors und Technologieanbieter. Realistischerweise werden rund die Hälfte und somit maximal 250 Unternehmen eine Mitgliedschaft in Betracht ziehen. Die Nutzer haben zwei verschiedene Möglichkeiten die Plattform zu nutzen: entweder über eine Mitgliedschaft mit jährlichem Beitrag oder situativ mit finanziellem Beitrag pro Download oder Aktivität auf der Website.

Werbung von Abwärmetechnologieanbieter und Energieberater als auch Forschungsgelder sind weitere mögliche Einnahmequellen.

4.6 Schlüssellressourcen

Damit das Abwärmeinventar langfristig genutzt wird, sind verschiedene Ressourcen unverzichtbar:

- Abwärmedaten von Industrieunternehmen werden über die Schlüsselpartner gesammelt
- Datenlücken werden pro Branche und Region durch Schätzungen gefüllt
- Studien über neue Abwärmetechnologien und Abwärmedaten dienen als Informationsquelle für die aktuelle Situation in der Abwärmethematik
- Erfolgsbeispiele von einzelnen Abwärmeprojekten dienen als Motivatoren

4.7 Schlüsselaktivitäten

Damit das Abwärmeinventar langfristig erfolgreich genutzt wird, sind verschiedene Aktivitäten notwendig. Für die Erstumsetzung ist eine Programmierung der Plattform erforderlich. Eine kontinuierliche Aktualisierung der Daten ist unumgänglich, bei veralteten Daten besteht die Gefahr, dass das Abwärmeinventar nicht weiter genutzt wird. Eine attraktive kommunikative Aufbereitung von weiteren Abwärmeinformationen bietet den Nutzern einen breiten Überblick über das Thema: Links zu Forschungsprojekten und staatlichen Förderprogrammen, aktuelle Erfolgsgeschichten von Abwärmeprojekten etc.

4.8 Schlüsselpartner

Die wichtigsten Partner für ein Abwärmeinventar sind die Organisationen mit bereits gespeicherten Daten über Abwärme in der Schweiz, welche auch als Multiplikatoren genutzt werden können:

- Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW): einerseits sammelt innerhalb der CO₂-Zielvereinbarungen Daten von Unternehmen über Energie und CO₂-Ausstoss. Andererseits hat EnAW direkte Kontakte zu Unternehmen und kann die Unternehmen im Rahmen ihrer Beratungstätigkeiten für die Abwärmenutzung sensibilisieren und den Abwärmeinventar bekannt machen.
- EnergieSchweiz: bietet eine Plattform für die verschiedenen Akteure im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Operativ wird EnergieSchweiz vom BFE geleitet und infor-



- miert, sensibilisiert, vernetzt, koordiniert und unterstützt den Know-How Austausch zwischen den Akteuren.
- SCCER-EIP: das Swiss Competence Center for Energy Research on Efficiency of Industrial Processes hat die Vision die Energieeffizienz von Schweizer Industrieunternehmen zu steigern. Die vertiefte Auseinandersetzung der SCCER-EIP Mitarbeitenden mit der Abwärme birgt eine hohe Konzentration an Fachwissen. Zudem ist SCCER-EIP ein breites Netzwerk von Fachpersonen und Industrieunternehmen. Entsprechend kommt dem SCCER-EIP eine wichtige Rolle als Know-how-Lieferant für die zwei potenziellen Verbreitungspartner „Energie-Schweiz und dem EnAW zu.
 - Verband Fernwärme Schweiz (VFS): Die webGIS Datenbank des VFS bietet eine schnelle, systematische Identifikation von Fernwärmegebieten, mit Hauptfokus auf Wohnen und regionalen Dienstleistungen (Grundwasser, KVA, ARA, Heizkessel etc.) und hat bereits Erfahrung in der Erstellung eines Inventars.
 - Hochschule Luzern (HSLU): die Hochschule befasst sich vertieft mit dem Thema Abwärme und kann mit dem Fachwissen einen fundierten Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung vom Abwärmeinventar leisten.
 - Swissmem: der Verband vereint schweizerische Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie sowie verwandte Branchen. Durch die breite Vernetzung und den engen Unternehmenskontakt ist Swissmem ein Schlüsselpartner für das Abwärmeinventar.

4.9 Kostenstruktur

Die wichtigsten Ausgaben bei der Umsetzung eines Abwärmeinventars sind die Programmierung der Website, der kontinuierliche Unterhalt der Website inklusive Datenupdate. Für die Vermarktung und Bekanntmachung sind diverse Kommunikations- und Marketingaktivitäten notwendig. Einerseits sollen die Kommunikationskanäle der Schlüsselpartner genutzt werden, andererseits soll die Plattform über Google Adwords, Industriemesse etc. bekannt gemacht werden. Mittels einer groben Schätzung belaufen sich die Investitionskosten für die Erstellung der Plattform auf rund CHF 200'000, während einer Laufzeit von 3 Jahren auf rund CHF 300'000.

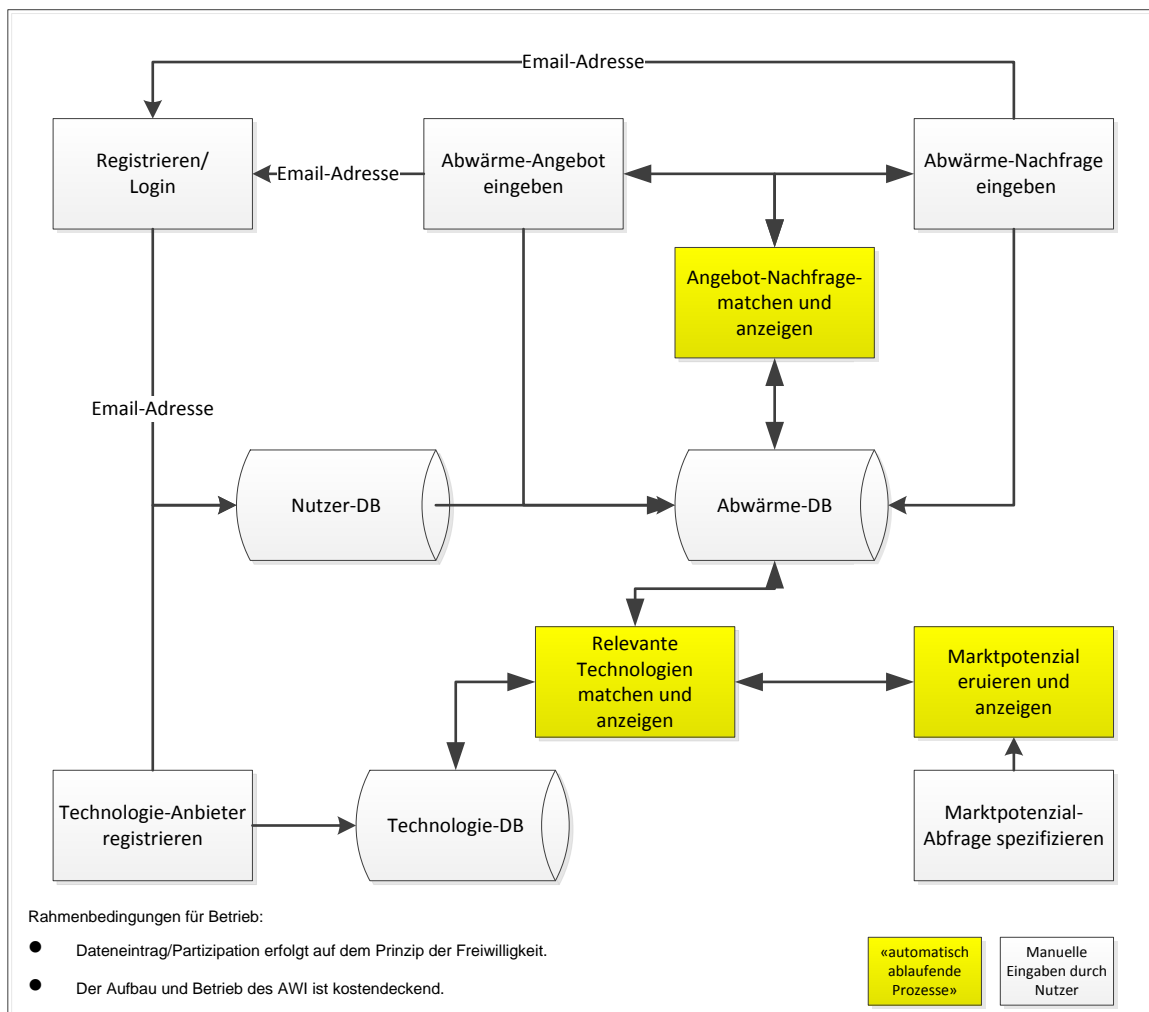
5. Anforderungspflichtenheft

Aus den Erkenntnissen der Analyse, den Rahmenbedingungen des Abwärmeinventars und dem Businessmodell leiten sich das Anforderungspflichtenheft des AWI ab.

Die funktions- und datenbank-relevanten Anforderungen sind im Rahmen des Datenflussdiagramm definiert. Die Konkretisierung der Webpage (inkl. der nicht datenbankrelevante Aspekte) erfolgt im Rahmen von Wireframes.

5.1 Datenflussdiagramm

Das folgende Datenflussdiagramm beschreibt den Fluss von Daten zwischen Funktionen, Datenspeichern und externe Quellen in grafischer Form. Um die in Kapitel 5.2. definierten Funktionen zu ermöglichen, werden drei unterschiedliche Datenbanken (DB) benötigt.





5.2 Wireframes

Zur Visualisierung und Konkretisierung des Anforderungspflichtenheftes wurden für folgende Aufgaben statische Wireframes erarbeitet.

Die detaillierten Wireframes sind im Anhang E aufgelistet. Ziel dieser Wireframes ist die Darstellung des möglichen Abwärmeinventars in dieser frühen konzeptionellen Phase. Es geht darum, zu bestimmen, welche Elemente es gibt und wie diese in Verbindung zueinander stehen, damit die Funktionalität verständlich für den Benutzer ist. Dabei spielt die Gestaltung noch keine Rolle (vgl. t3n Magazin online, Zugriff 13.5.2016). Alle Wireframes sind im Anhang E ersichtlich.



Abbildung 2: Homepage Abwärmeinventar (Wireframe)



Die Sitemap des Abwärmeinventar sieht wie folgt aus:

- Home (www.abwaermeinventar.ch)
- Energiemarktplatz
 - Abwärme-Anbieter: Spezifizierung des Abwärme-Angebotes
 - Abwärme-Nachfrager: Spezifizierung der gesuchten Abwärme
 - Technologie-Anbieter: Spezifizierung der Technologie
 - Suchabfragen
- Abwärme-Marktdaten
 - Suchabfragen für Marktpotenzial X
- Technologieanbieter
 - PINCH-Analyse
 - Generische Technologiebeschrieb
 - Abfrage „geeignete Technologie“ für spezifisches Abwärmeangebot
 - neue Studien
- Internationale Plattformen
- Wir über uns
- Kontakt
- Anmeldung und Login



6. Planerfolgsrechnung

In der untenstehenden Planerfolgsrechnung sind einerseits Investitionskosten (Programmierung der Plattform etc.), Abschreibungskosten, laufende Kosten (Datenupdate, Unterhalt, Projektorganisation, Kommunikation) als auch mögliche Einnahmequellen aufgeführt.

Als mögliche Einnahmequellen (vgl. Kap. 4.5 Einnahmequellen) sehen die Autoren Jahresmitgliedschaften für einen Betrag von CHF 500.- oder "by use" also die Nutzung von bestimmten Daten-/Informationspaketen für einen Betrag von CHF 200.-.

| Investitionskosten | Kosten-schät-zung | Abschrei-bedauer | | 3 Jahre | |
|--|--------------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|
| Programmierung Website (inkl. 3 DB) | CHF 100'000 | Zinssatz | | 0% | |
| Text (CHF 1000.- pro Seite/ Übersetzung CHF 200.- pro Seite, 3 Sprachen) | CHF 32'000 | | | | |
| Bildmaterial (CHF 500.- pro Bild) | CHF 8'000 | | | | |
| <i>Total Investitionskosten</i> | <i>CHF 140'000</i> | | | | |
| | | | | | |
| | | t1 | t2 | t3 | Bemerkung |
| Aufwand | | | | | |
| Abschreibungskosten (Statisch) | | | | | |
| Programmierung Website | | CHF 33'000 | CHF 33'000 | CHF 33'000 | |
| Text und Bildmaterial | | CHF 13'000 | CHF 13'000 | CHF 13'000 | |
| | | | | | |
| Laufende Kosten | | | | | |
| Unterhaltskosten Website (Hosting, inkl. Domainreg. weblica) | | CHF 2'000 | CHF 2'000 | CHF 2'000 | |
| Datenupdate/ Pflege (12 Std/ Jahr à CHF 100.-) | | CHF 1'800 | CHF 1'800 | CHF 1'800 | |
| Google Adwords | | CHF 5'000 | CHF 5'000 | CHF 5'000 | |
| Kommunikation/ Marketing allg. | | CHF 20'000 | CHF 20'000 | CHF 20'000 | |
| Projektabwicklung und Administration | | CHF 30'000 | CHF 30'000 | CHF 30'000 | |
| Total Aufwand/Jahr | | CHF 10'5000 | CHF 10'5000 | CHF 10'5000 | |



| Ertrag | | | | | |
|--|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|---|
| Werbeeinnahmen durch Technologieanbieter ("Banner") | CHF 1'000 | CHF 3'000 | CHF 5000 | CHF 6000 | Schätzbasis: CHF 1000 Einnahmen pro Werbekunde |
| Durch Nutzung zu generierende Einnahmen | | CHF 102'000 | CHF 100'000 | CHF 99'000 | |
| Szenario "Jahresmitgliedschaften": Minimale Anzahl bezahlende User | CHF 500 | 204 | 200 | 198 | Szenario nicht realistisch (Break even > 50% Marktpenetration)* |
| Szenario "by use": Minimal Anzahl "Use" | CHF 200 | 509 | 499 | 494 | Szenario wenig realistisch (vgl. internationale Erfolge); insbesondere in Anfangsphase mit wenigen Anbietern/Nachfragern nur geringer Nutzen* |

Tabelle 10: Investitions- und Betriebskostenabschätzung (inkl. Abschätzung von Zeithorizont und Aufwand für Aufbau & Betrieb der Plattform und Datenerhebung)

*Referenzwert für die Beurteilung der Szenarien sind die 3400 Unternehmen, welche bis 2014 mit der EnAW aktiv im Zielvereinbarungsprozess waren (<http://www.enaw.ch/de/ueber-uns/leistungsausweis>; 13.6.16)



7. Empfehlungen

Der Bedarf die industrielle Abwärme besser zu nutzen, respektive zu reduzieren ist unbestritten. Wie diverse Studien (vgl. Thermoelektrik, ORC und Magnetokalorische Kraftmaschine) gezeigt haben, ist der finanzielle Anreiz für die Nutzung von Abwärme momentan noch sehr gering. Einerseits sind die Stromkosten zu tief und andererseits ist die Abwärmetechnologie noch zu wenig ausgereift, um die vorhandene industrielle Abwärme effizient zu nutzen.

Gemäss Einschätzung der Autoren ist in einem ersten Schritt zur Minimierung von industrieller Abwärme die PINCH-Analyse zu fördern: Dieses Instrument ist in der Zielgruppe „Mittelgrosse industrielle Energiekonsumenten“ noch zu wenig bekannt. Entsprechend gilt es primär mit in alle relevanten Touchpoints integrierte Kommunikationsaktivitäten die Bekanntheit und der wirtschaftliche Nutzen von Tools wie der PINCH-Analyse bei der relevanten Zielgruppe zu steigern.

Kein Potenzial für nachhaltigen Betrieb eines Abwärmeinventars

Im Gegensatz zu sehr grossen Energieverbrauchern ist bei mittleren und kleineren Produzenten von industrieller Abwärme die Nutzung der industriellen Abwärme bei den absehbaren Preisen für die Primärenergie bis auf weiteres kein relevanter erwerbswirtschaftlicher Business Case, welcher mit hoher Priorität innerbetrieblich verfolgt wird. Entsprechend ist ein kostenneutraler Betrieb eines Abwärmeinventars illusorisch.

Die Erfahrung aus dem Ausland zeigt, dass der Betrieb von Abwärmeinventaren nicht primär an den Kosten sondern an der mangelnden Nutzungen scheitert. Alle in den Wireframes dargestellten relevanten Funktionen (vgl. Kap. 5.2) sind nur sinnvoll, wenn die Lösung eine substanzielle Marktdurchdringung (Ziel: > 50% der potenziellen Anbieter und Nachfrager registrieren sich innert 12 Monate) erreichen würde. Diese Zielsetzung ist aus heutiger Perspektive utopisch. Entsprechend empfehlen die Autorinnen und Autoren weder den Aufbau noch den Betrieb eines neu aufzubauenden Abwärmeinventars mit öffentlichen Geldern zu unterstützen.

Aktive Kommunikation durch bestehende Organisationen

Für die Erstellung eines AWI muss bestehendes Wissen und Daten der verschiedenen Anspruchsgruppen koordiniert und zusammengefügt werden. Im Idealfall wird die Realisierung der Idee des AWI-Projekts in andere bereits laufende, etablierte Aktivitäten integriert (EnAW Beratungsgespräche, Sensibilisierung der Berater und somit der Unternehmen für Abwärmenutzung).

Regelmässige Treffen der Stakeholder

Offensichtlich besteht noch ein unterschiedliches Verständnis von Abwärme. Für einen Austausch über aktuelle Abwärme-Studien und laufende Projekte sind regelmässige Treffen der Schlüsselpartner notwendig. Da EnergieSchweiz bereits die Funktion als zentrale Ansprechperson für die verschiedenen Akteure wahrnimmt, empfehlen die Autoren, dass EnergieSchweiz die Koordination von solchen regelmässigen Treffen übernimmt und aktiv antreibt. Dabei steht in einer ersten Phase weniger der Fokus auf die Nutzung von Abwärme sondern viel mehr die Reduktion der industriellen Abwärme und



Prozessoptimierung im Vordergrund: Die Pinch-Analyse ist noch nicht bei allen Entscheidungsträgern bekannt. Hier besteht ein Kommunikationsbedarf, gerade auch bei mittelgrossen industriellen Energieverbrauchern. Entsprechend positiv beurteilen die Autoren die aktuelle finanzielle Unterstützung von Pinch-Analysen durch das BFE

(<https://www.energieschweiz.ch/unternehmen/energieoptimierung-industrie.aspx>; Zugriff: 21.7.16)

Webbasierte Übersicht der aktuellen Abwärme-Studien und Projekte

Der nachhaltige Betrieb eines Abwärmeinventars wird zwar von unterschiedlichen Stakeholdern gewünscht, jedoch ist der nachhaltige Betrieb nicht nur aus wirtschaftlicher Perspektive nicht gegeben. Dies bestätigen auch die Erfahrungen internationaler Projekte. Insbesondere die freiwillige Partizipation von Abwärmeanbietern ist unrealistisch.

Einen klaren Handlungsbedarf sehen die Autoren bei der aktiveren Kommunikation der Forschungsergebnisse und laufende Projekte: Die Forschungsergebnisse wie auch aktuelle Abwärmeprojekte verschiedener Institutionen sind zwar öffentlich, müssen aber einzeln zusammengesucht werden. Eine Integration dieses Contents (inkl. aktive Bewerbung des Suchbegriffes „Industrielle Abwärme“) in den Online-Auftritt der EnergieSchweiz liegt auf der Hand.



8. Literaturverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2012): Leitfaden Wärmelandkarte

Bundesamt für Energie (2011): Energiekaskade in der Industrie. Abwärmenutzung zwischen Industrieunternehmen.

Bundesamt für Energie (2014): Energiestatistiken, online Stand 14.01.2014.

<http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/index.html?lang=de> [letzter Zugriff: 17.5.2016]

Bundesamt für Konjunkturfragen (2003): Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung. Planung, Bau und Betrieb von Wärmerückgewinnungs- und Abwärmenutzungsanlagen. RAVEL im Wärmesektor, Heft 2.

Centre de Recherches Energétiques et Municipales (CREM): Rejets thermiques,

<http://www.crem.ch/ProjetRejetsThermiques> [letzter Zugriff: 3.12.2015]

Eicher + Pauli (2012): webGIS-Applikation "Fernwärme Schweiz" - Bedienungsanleitung.

Eicher + Pauli (2014): Weissbuch Fernwärme Schweiz - VFS Strategie - Langfristige Perspektiven für erneuerbare und energieeffiziente Nah- und Fernwärme in der Schweiz. Schlussbericht Phase 2: GIS-Analyse und Potentialstudie

Institut für ZukunftsEnergieSysteme GmbH (2015): Start des Forschungsprojekts „Abwärmeatlas: Erhebung, Abschätzung und Evaluierung von industrieller Abwärme in Deutschland - Potentiale und Forschungsbedarf, Presseinformation"

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart (2010): Impact of emission reduction and energy saving targets on the industrial heat supply in the EU-27 - model based analysis with TIMES PanEU

Kommunalkredit Public Consulting (2012): Abwärmepotenzialerhebung 2012. Erhebung ausserbetrieblicher Potenziale in österreichischen Industriebetrieben. Endbericht September 2012.

Osterwalder A. et al. (2014): Value proposition design: how to create products and services customer want.

tn3 Magazin online: Prototyping UX: Mit Wireframes und Prototypes zum optimalenInterface,

<http://t3n.de/magazin/wireframes-prototypes-optimalen-interface-prototyping-ux-233367>; Zugriff 13.5.16

Sächsische Energieagentur GmbH: Abwärmeatlas - Quellen und Senken,

<http://www.saena.de/angebote/abwaermeatlas.html> [letzter Zugriff 3.12.2015]

Wellstein Jürg (2010): Mit GIS-Daten der Fernwärme kräftig einheizen. Spektrum Gebäudetechnik, Heft 5, S.78

9. Anhang

A. Definitionen von Abwärme

Während der Vorbereitungen für den Abwärmeinventar Workshop zeigte sich, dass die verschiedenen Akteure die Abwärme unterschiedlich definierten. Die folgenden Zitate stammen aus E-Mails oder aus Präsentationselementen während des Workshops und zeigen auf, dass insbesondere das durch die Swissmem repräsentierte Verständnis der Erzeuger von industrieller Abwärme, abweicht vom in der Definition in der Schweizer Energieverordnung (vgl. Kap. 1.3). "Alle Wärme, die im Betrieb genutzt werden kann, ist Wärmerückgewinnung (WRG). Das wird festgestellt mit einer Prozessanalyse, allenfalls Pinch-Analyse. Man kann hier allenfalls unterscheiden zwischen direkter WRG (nur Einsatz von Wärmeüberträgern) und indirekter Nutzung (Einsatz von zusätzlichen Aggregaten zur Temperaturerhöhung oder Umwandlung vor der Nutzung, z.B. Wärmepumpen, Brüdenverdichter, Absorptionskältemaschinen etc.). Alles, was im Unternehmen so nicht nutzbar ist, ist aus Unternehmenssicht „verloren“, verlässt also das Gelände und ist daher Abwärme. Abwärme würde ich daher als Wärme definieren, die im Unternehmen weder direkt noch indirekt genutzt werden kann und deshalb über die Systemgrenze in die Umwelt entlassen wird."

(ORC Spezialist)

"[Ich beziehe mich auf "IEA-IETS Annex XV: Industrial Excess Heat Recovery"] In diesem Annex wird unterschieden zwischen:

- **Heat Recovery:** prozessinterne Wärmerückgewinnung (WRG), entweder vertikal, diagonal in Pockets oder via Energy Conversion Units (ECUs).
- **Excess Heat (Recovery):** Energieströme, die *nicht* Abwärme sind, da oberhalb der Pinch-Temperatur, welche aber im Prozess nicht genutzt werden können.
- **Waste Heat (Recovery):** Das ist echte Abwärme, wie sie auch vom BFE definiert wird, nämlich Energieströme, unterhalb der Pinch-Temperatur, die *nicht* in einem Pocket liegen. Diese dürfen für eine Abwärmenutzung (AWN) verwendet werden."

(Hochschule, Fachbereich "Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik")

"Ich verstehe unter Abwärme die Wärme, die (z.B. bei industriellen Prozessen) ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird." (Swissmem)

Fernwärme Schweiz unterscheidet nach "WärmeRückGewinnung" und "AbWärmeNutzung" (vgl. Bundesamt für Konjunkturfragen 2003):

WärmeRückGewinnung: Die bei einem Prozess anfallende unvermeidbare Abwärme wird dem gleichen Prozess ohne wesentliche Zeitverschiebung wieder zugeführt. Ideal ist die Übereinstimmung von Quelle und Verbraucher bezüglich Zeit und Menge. Es wird ein höherer Anlagennutzungsgrad erreicht.

AbWärmeNutzung: die in einem Prozess anfallende (unvermeidbare oder vermeidbare) Abwärme wird in einem anderen Prozess gleichzeitig oder zeitverschoben genutzt. Zur Begegnung des zeitlichen Verlaufs "gleichzeitig" oder "zeitverschoben" kann Wärmespeicherung erwogen werden. Hinsichtlich Örtlichkeit von Quelle und Nutzer kann die Verbundbildung mit ins Spiel kommen.



Eine Abgrenzung zwischen WärmeNutzung und AbWärmeNutzung ist grundsätzlich nicht notwendig. Für den Nutzer spielt es eine untergeordnete Rolle, ob die Quelle eine Abwärmequelle oder eine Wärmequelle darstellt. Entscheidend für den Nutzer sind ökonomische Aspekte und, sofern für ihn bedeutend, ökologische Aspekte, wie auch Aspekte der Effizienz und Nachhaltigkeit. Für den technischen Vorgang der Nutzung hat die Herkunftsbezeichnung Abwärme oder Wärme wenig Bedeutung. Entscheidend für die technisch geeignete Ausführung einer Wärmenutzung sind die betrieblichen, thermischen und materialbezogenen Randbedingungen.

(Fernwärme Schweiz, Auszug Präsentation AWI Workshop, September 2015)



B. Befragte Experten

| Unternehmen | Kontaktperson | Datum | Kontaktart/ Interviewart |
|--|--|-----------|--|
| Bayerisches Landesamt für Umwelt | Alexandra Frisch, Ökoenergie-Institut | 8.5.2015 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| BFE | Michael Kost | 26.6.2015 | Experteninterview |
| BFE | Andreas Steinegger | 26.6.2015 | Experteninterview |
| BMG Engineering AG | Stephan Möller, Projektleiter Energieeffizienz Franziska Morganti, Projektleiterin Energieeffizienz | 22.5.2015 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| Energie Agentur für Wirtschaft (EnAW) | Mireille Salathé, Projektleiterin EnAW | 9.6.2015 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| EWZ | Sabine Wirthner, strategische Energieberaterin | 10.6.2015 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| FHNW | Stefan Roth, Institut Biomasse und Ressourceneffizienz Beat Ribi (Institut Thermo- und Fluid-Engineering) | 16.6.2015 | Experteninterview |
| Fraunhofer IPM | Jana Heuer, Abteilung Funkti- onelle Materialien | 12.1.2016 | Experteninterview |
| Helbling Beratung + Bauplanung AG | Raymond Morand, Leiter Energie / Nachhaltigkeit | 4.5.2015 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| Kaskad-e | Stephan Gutzwiller | 3.7.2015 | Experteninterview |
| Swissmem | Sonja Studer Resortleiterin Energie | 21.9.2015 | Email |
| ZHAW | Martin Schneider, IEFE Hannes Fritschi, IEFE | 26.5.2015 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| Abwärmeatlas Österreich | Dr. Klaus Frühmann, Kommu- nalkredit Public Consulting +43 1 31 631245 | 12.4.2016 | Leitfadengestütztes Experteninterview |
| Energieportal Sachsen | André Presser, Sächsische Energieagentur GmbH +4935149103159 | 13.4.2016 | Leitfadengestütztes Experteninterview |



C. Teilnehmende des Abwärmeworkshops vom 24.9.2015

| Name | Vorname | Firma | E-Mail |
|-----------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Alles | Carina | BFE | Carina.Alles@bfe.admin.ch |
| Bürki | Thomas | Thomas Bürki GmbH | thomas.buerki@bluewin.ch |
| Cavigelli | Marc | BFE | marc.cavigelli@bfe.admin.ch |
| Deiss | Christoph | EWZ | Christoph.deiss@ewz.ch |
| Eberle | Armin | EnAW | armin.eberle@enaw.ch |
| Fink | Jochen | Dürr Cyplan Ltd. | Jochen.Fink@durr-cyplan.com |
| Fritschi | Hannes | ZHAW | fris@zhaw.ch |
| Gontarz | Adam M. | Swissmem/ SIGMAtools GmbH | A.Gontarz@swissmem.ch |
| Helbling | Thomas | FHNW | thomas.helbling@fhnw.ch |
| Herold | Thilo | BAFU, Oberflächengewässer | thilo.herold@bafu.admin.ch |
| Hug | Léa | FHNW | Lea.hug@fhnw.ch |
| Ködel | Joachim | Fernwärme Schweiz | joachim.koedel@gruner.ch |
| Müller | Ernst A. | Infrawatt | mueller@infrawatt.ch |
| Pulfer | Martin | BFE | martin.pulfer@bfe.admin.ch |
| Spirig | Michael | Formenta AG | m.spirig@fomenta.ch |
| Sres | Toni | Fernwärme Schweiz/ Eicher + Pauli | Anton.Sres@eicher-pauli.ch |
| Wellig | Beat | HSLU | beat.wellig@hslu.ch |
| Wiedmer | Thomas | Fernwärme Schweiz/ Eicher + Pauli | Thomas.wiedmer@eicher-pauli.ch |



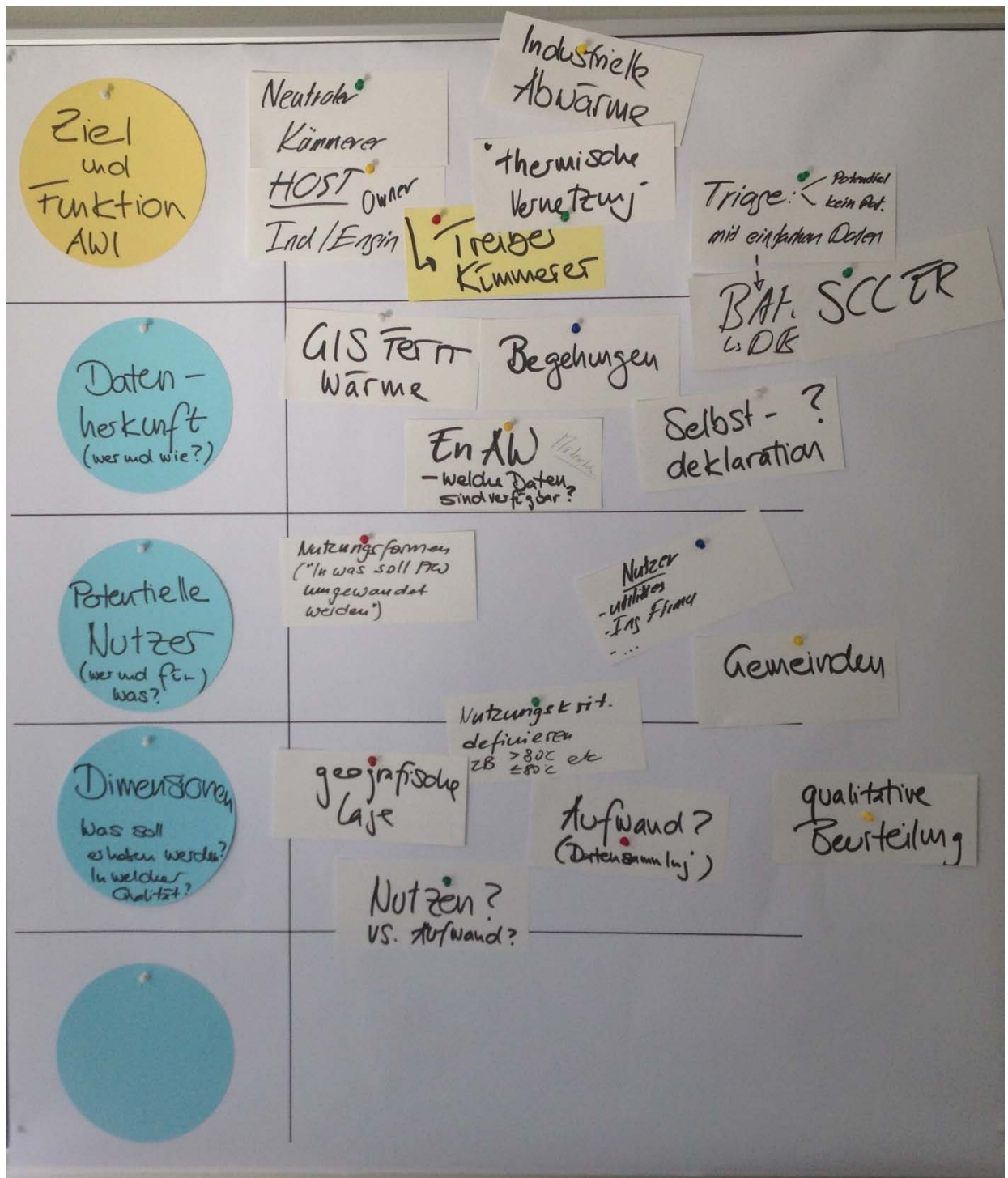
D. Teilnehmende Schlussdiskussion

| Name | Vorname | Firma | E-Mail |
|-------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| Alles | Carina | BFE | Carina.Alles@bfe.admin.ch |
| Binggeli | Daniel | BFE, EnergieSchweiz | daniel.binggeli@bfe.admin.ch |
| Eberle | Armin | EnAW | armin.eberle@enaw.ch |
| Gutzwiller | Stephan | Kaskad-e | s.gutzwiller@kaskad-e.ch |
| Helbling | Thomas | FHNW | thomas.helbling@fhnw.ch |
| Hug | Léa | FHNW | Lea.hug@fhnw.ch |
| Ködel | Joachim | Fernwärme Schweiz | joachim.koedel@gruner.ch |
| Müller | Ernst A. | Infrawatt | mueller@infrawatt.ch |
| Spirig | Michael | Formenta AG | m.spirig@fomenta.ch |



E. Output der Gruppendiskussionen

Gruppendiskussion 1





Gruppendiskussion 2

| | |
|--|--|
| <p>low temp Free sink/entail</p> <p>Ziel und Funktion AWI</p> | <p>Energieerzeugung - plant</p> <p>Industrielle Abwärme</p> <p>Potentialanalyse für neue Technologien (Anonym)</p> |
| <p>Datenherkunft (wer und wie?)</p> | <p>2000 MW/ha/1000</p> <p>Energieerzeugung / Emission (Schweizerische)</p> |
| <p>Potentielle Nutzer (wer und für was?)</p> | <p>Neue Technologie - an Gucke</p> |
| <p>Dimensionen Was soll es haben werden? Qualität?</p> | <p>Produktionszirkulation = / \ Abgabe / Nutzung</p> |
| <p>Basis</p> | <p>Freiwilligkeit</p> <p>Vorhandene Daten nutzen → über das was da ist</p> |



F. Abwärmedaten Quelle SCCER-EIP

| Daten- ten- quelle | Vorhandene Parameter (Datenquelle) | Erfasste Parameter (Observato- ry Stand 12.01.16) | Anzahl Daten (z.B. An- zahl be- fragter Unter- nehmen) | Fre- quenz der Ak- tualisie- rung | Geplante Erfassung von Para- meter |
|--------------------------|--|--|--|---|---|
| EnAW | Branche Gruppen-Nr Unternehmen Nr. PLZ Ort Massnahmen Nr. ID Titel Beschreibung Kategorie Typ Klasse Einsparung [MWh] ungewichtet Energieträger Investitionskosten total [CHF] Kostenanteil Energie [%] Investitionskosten Anteil Energie [CHF] Verbrauch [TJ] Inbetriebnahme der Massnahme | Branche, PLZ, Ort, Stand (Jahr der Inbe- triebnahme der Mass- nahme) Energieträger Energieeinsparung durch Massnahme (= „Menge der Abwärmenutzung“) Investitionskosten und Energiekosten | Ca. 175 Mass- nahmen die Ab- wärme- nutzung betreffen wurden identifiziert (vorhan- dene Da- tenstruktur enthält explizit keine Mass- nahmen- Kategorie zu Ab- wärme- nutzung) Dies entspricht ca. 90 Firmen die Abwärme- nutzungs- mass- nahmen implemen- tiert haben | Neue Daten- bank für 2013-14 vorhan- den Frequenz der Be- reitstel- lung von Daten abhän- gig von Verein- barung mit EnAW (noch keine formelle Verein- barung für die Zukunft) | Die folgen- de Parame- ter werden in der Ob- servatory erfasst (je nach dem ob Daten dazu in der Massnah- menbe- schreibung vorhanden sind): Tempera- turbereich (von bis in °C) Abwär- memenge (MWh/Jahr) Abwärme- leistung (von bis in kW) Betriebs- dauer (von bis in h) Vorhande- nes Warm- wasser im Betrieb (Angabe von Tempe- raturbe- |

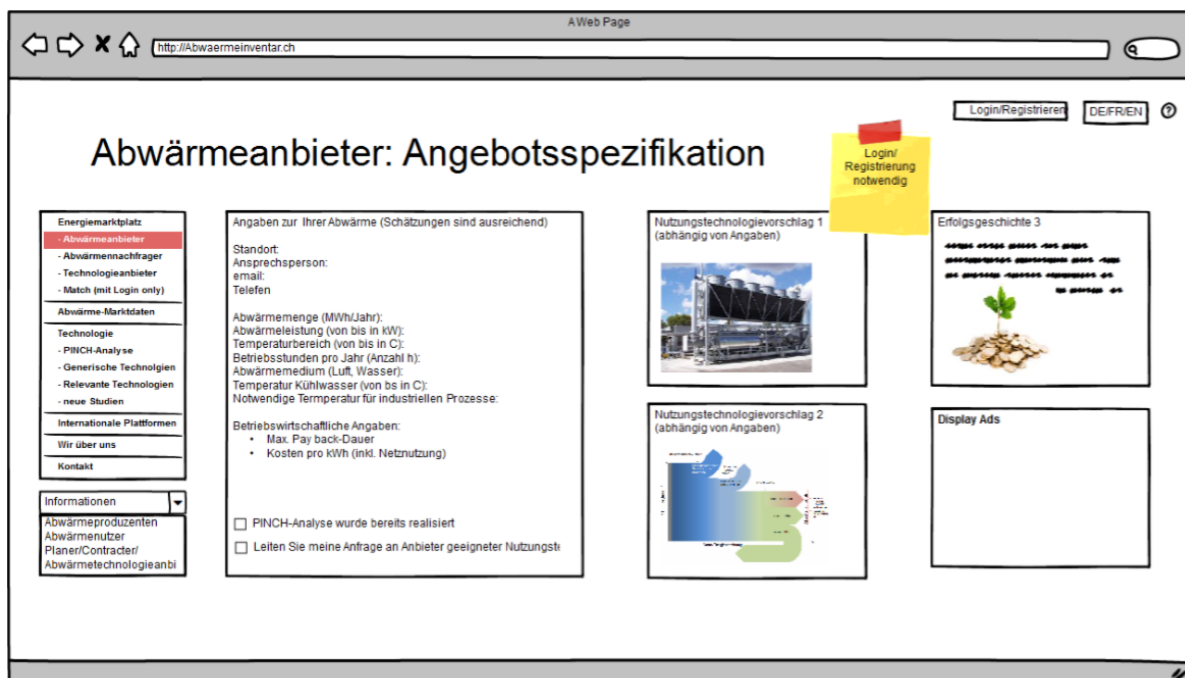
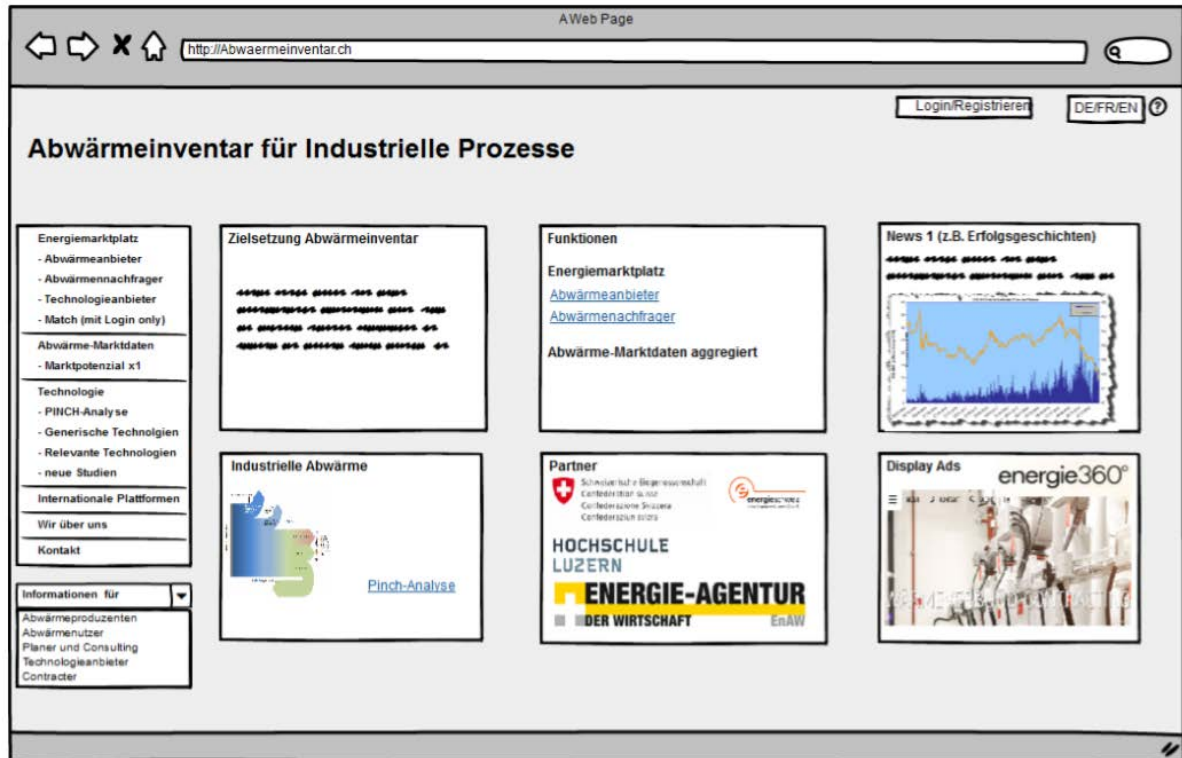


| | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|
| | | | | | reich) Notwendige Temperatur für industrielle Prozesse im Betrieb (Angabe von Temperaturbereich) |
| Pinch-Bereich richten und Industustrieprojekte | Ort Abwärmequelle (Firma) Adresse Branche Stand (Daten) Wärmeträger Temperaturbereich (von bis in °C) Abwärmemenge (MWh/Jahr) Abwärmeleistung (von bis in kW) Betriebsdauer (von bis in h) Vorhandenes Warmwasser im Betrieb (Angabe von Temperaturbereich) Notwendige Temperatur für industrielle Prozesse im Betrieb (Angabe von Temperaturbereich) Ökonomische Parameter (Investitionskosten, Mehraufwand, Energieträgerpreise, Kosteneinsparungen, Payback, usw.) Ökologische Parameter | Firma Branche Produkt Betroffene/ eingesetzte Technologie Gesamtinvestition (CHF) Energieträger Energieträgerpreis Einsparung pro Energieträger (MWh, CHF) Einsparung CO2 (t/a, CHF) Gesamteinsparung (CHF) Payback (a) | 37 vorhandene Pinch-Berichte (die restliche ca. 38 sind nicht frei zugänglich) | Generell keine Aktualisierung Sobald neue Pinch-Analysen zur Verfügung stehen, werden sie ausgewertet und in der Observatory erfasst | Für jede in der Observatory erfassten Pinch-Analyse werden folgende (Prozess-)Parameter noch erfasst: Temperaturbereich (von bis in °C) Abwärmemenge (MWh/Jahr) Abwärmeleistung (von bis in kW) Betriebsdauer (von bis in h) Vorhandenes Warmwas- |



| | | | | | |
|--|-----------------|--|--|--|--|
| | (CO2-Reduktion) | | | | ser im Betrieb (Angabe von Temperaturbereich) Notwendige Temperatur für industrielle Prozesse im Betrieb (Angabe von Temperaturbereich) |
|--|-----------------|--|--|--|--|

G. „Wireframes Abwärmeinventar“





A Web Page

http://Abwaermeinventar.ch

Abwärmennachfrager: Spezifikation

Login/Registrieren DE/FREN

Energiemarkt
- Abwärmeanbieter
- Abwärmennachfrager
- Technologieanbieter
- Match (mit Login only)

Abwärme-Marktdaten

Technologie
- PINCH-Analyse
- Generische Technologien
- Relevante Technologien
- neue Studien

Internationale Plattformen

Wir über uns

Kontakt

Informationen
Abwärmeproduzenten
Abwärmennutzer
Planer/Contractor/
Abwärmetechnologieanbi

Beantworten Sie folgende Fragen zu Ihrer Abwärmennachfrage

Firmennamen:
Website:
Anzahl Mitarbeitende:

Zugänglichkeit der Daten
 Public allen Nutzer
 Allen registrierten Nutzern
 nur anonymisiert


Motivation für Interesse an Ihrer industriellen Abwärme
 Contractinglösungen
 Consultant
 Abwärmennutzung Industrielle
 —

Wir suchen Abwärme mit folgenden Parametern:
• Minimale Abwärmemenge (MWh/Jahr);
• Temperaturbereich (von bis in C);
• Minimale Betriebsstunden pro Jahr (Anzahl h);
• Abwärmemedium (Luft, Wasser);
• Maximale Temperatur Kühlwasser (in C);

Relevante Standorte
• Postleitzahl
• Umgebung (km)
• Standortunabhängig

LogIn/Registrierung notwendig

Erfolgsgeschichte 3



Display Ads

A Web Page

http://Abwaermeinventar.ch

Technologieanbieter: Spezifikationen

Login/Registrieren DE/FREN

Energiemarkt
- Abwärmeanbieter
- Abwärmennachfrager
- **Technologieanbieter**
- Match (mit Login only)

Abwärme-Marktdaten

Technologie
- PINCH-Analyse
- Technolgien
- neue Studien

Internationale Plattformen

Wir über uns

Kontakt

Informationen
Abwärmeproduzenten
Abwärmennutzer
Planer/Contractor/
Abwärmetechnologieanbi

Beantworten Sie folgende Fragen zu Ihrem Leistungsspektrum

Firmennamen:
Website:
Anzahl Mitarbeitende:

Zugänglichkeit der Daten
 Public allen Nutzer
 Allen registrierten Nutzern
 nur anonymisiert


Wir bieten folgende Technologien
 ORC
 Wärmepumpe
 Thermoelektrik
 —

Wir bieten Lösungen für folgende Abwärmeparameter an:
• Minimale Abwärmemenge (MWh/Jahr);
• Temperaturbereich (von bis in C);
• Minimale Betriebsstunden pro Jahr (Anzahl h);
• Abwärmemedium (Luft, Wasser);
• Maximale Temperatur Kühlwasser (in C);

Referenzprojekte
Maske mit Fragen zu 1-2 Referenzanlagen

LogIn/Registrierung notwendig

Erfolgsgeschichte 3



Display Ads



AWeb Page
http://Abwaermeinventar.ch

Login/Registrieren DE/FREN

"Match" Anbieter-Nachfrager

Energiemarktplatz
- Abwärmeanbieter
- Abwärmennachfrager
- Technologieanbieter
- Match (mit Login only)

Abwärme-Marktdaten
Technologie
- PINCH-Analyse
- Generische Technologien
- Relevante Technologien
- neue Studien

Internationale Plattformen
Wir über uns
Kontakt

Informationen für
Abwärmeproduzenten
Abwärmennutzer
Planer und Consulting
Technologieanbieter
Contractor

Felder zur Einschränkung der Suche in DB (Filter)

- Region
- Branche
- Menge
-
-
-
-

Anzeigen

Display Ads

CH-Karte mit Flaggen Anbieter und Nachfrager
Flaggen mit Zusatzinformationen je nach Datenschutzzangaben

Login/Registrierung notwendig

AWeb Page
http://Abwaermeinventar.ch

Login/Registrieren DE/FREN

Abwärmemarktdaten Schweiz

Energiemarktplatz
- Abwärmeanbieter
- Abwärmennachfrager
- Technologieanbieter
- Match (mit Login only)

Abwärme-Marktdaten
Technologie
- PINCH-Analyse
- Generische Technologien
- Relevante Technologien
- neue Studien

Internationale Plattformen
Wir über uns
Kontakt

Informationen für
Abwärmeproduzenten
Abwärmennutzer
Planer und Consulting
Technologieanbieter
Contractor

Bitte definieren Sie welche Art von Abwärme relevant für Sie ist.

Technische Angaben:

- Minimale Abwärmemenge pro Standort (MWh/Jahr):
- Temperaturbereich (von bis in C):
- Abwärmemedium (Luft, Wasser):
- Maximale Temperatur Kühlwasser (in C):
- Medium X) Wasser; Luft

Betriebswirtschaftliche Angaben

- Max. Pay back-Dauer
- Kosten pro kWh (inkl. Netznutzung)

Anzeigen

Ergebnisse (Achtung, die angezeigten Ergebnisse basieren nur auf den registrierten Nutzern; die absoluten Werte können substanziiell höher sein!)

Anzahl relevanter Standorte in CH:

Kummulierte relevante Abwärmemenge in CH:

| Category | Value |
|----------|-------|
| 1 | ~1.5 |
| 2 | ~2.5 |
| 3 | ~4.5 |
| 4 | ~3.5 |



A Web Page
http://Abwaermeinventar.ch

Technoloigeplattform

Energiemarktplatz
- Abwärmeanbieter
- Abwärmennachfrager
- Technologieanbieter
- Match (mit Login only)

Abwärme-Marktdaten

Technologie
- PINCH-Analyse
- Generische Technologien
- Relevante Technologien
- neue Studien

Internationale Plattformen

Wir über uns

Kontakt

Relevante Technologien (Generisch)
Kurzer Beschrieb der Technologien
[OCR](#) [Thermoelektrik](#)

Relevante Technologien (Generisch)
Kurzer Beschrieb der Technologien

Relevante Technologien (Generisch)
Kurzer Beschrieb der Technologien

Informationen
Abwärmeproduzenten
Abwärmennutzer
Planer/Contracter/
Abwärmetechnologieanbieter

[Suche Abwärmetechnologie zur Nutzung meiner Abwärme](#)

[Bitte Abwärmetechnologie zur Nutzung Ihrer Abwärme](#)

Login/Registrieren DE/FR/EN

A Web Page
http://Abwaermeinventar.ch

Relevante Technologische Lösungen für Ihre

Energiemarktplatz
- Abwärmeanbieter
- Abwärmennachfrager
- Technologieanbieter
- Match (mit Login only)

Abwärme-Marktdaten

Technologie
- PINCH-Analyse
- Generische Technologien
- Relevante Technologien
- neue Studien

Internationale Plattformen

Wir über uns

Kontakt

Bitte definieren Sie für welche Art von Abwärme Sie eine Nutzungslösung suchen (Schätzwerte sind ausreichend)

Technische Angaben:
- Abwärmemenge pro Standort (MWh/Jahr):
• Temperaturbereich (von bis in C):
• Abwärmemedium (Luft, Wasser):
• Maximale Temperatur Kühlwasser (in C):
• Medium X) Wasser/ Luft

Betriebswirtschaftliche Angaben
• Max. Pay back-Dauer
• Kosten pro kWh (inkl. Netznutzung)

Ergebnisse (Achtung, die angezeigten Ergebnisse basieren nur auf den registrierten Nutzern; die absoluten Werte können substantiell höher sein!)

Folgende technologischen Lösungen sind für Ihre Abwärme denkbar:

Informationen für
Abwärmeproduzenten
Abwärmennutzer
Planer und Consulting
Technologieanbieter
Contracter

Anzeigen

Login/Registrierung notwendig

Login/Registrieren DE/FR/EN



AWeb Page, http://Abwaermeinventar.ch

[Login/Registrieren](#) [DE/FR/EN](#) ⓘ

Abwärme-Marktdaten (aggregierte Daten des CH-Marktes industrielle Abwärme)

| | | | |
|-----------------------|--|-----------|--------|
| Marktplatz | Suche Studie zu <input type="text" value="Q search"/> | HSLU/EHTZ | News 1 |
| Abwärmemarkt | | | |
| PINCH-Analyse | | | |
| Weitere Informationen | | | |
| Informationen ▾ | | | |
| Abwärmeproduzenten | | | |
| Abwärmennutzer | | | |
| Planer/Contractor/ | | | |
| Abwärmetechnologien | | | |

AWeb Page, http://Abwaermeinventar.ch

[Login/Registrieren](#) [DE/FR/EN](#) ⓘ

Studien zur Nutzung der Industriellen Abwärme

| | | | |
|--|--|-----------|--------|
| Energiemarktplatz <ul style="list-style-type: none">- Abwärmeanbieter- Abwärmennachfrager- Technologieanbieter- Match (mit Login only) | Suche Studie zu <input type="text" value="Q search"/> | HSLU/EHTZ | News 1 |
| Abwärme-Marktdaten | | | |
| Technologie <ul style="list-style-type: none">- PINCH-Analyse- Generische Technologien- Relevante Technologien- neue Studien | | | |
| Internationale Plattformen | | | |
| Wir über uns | | | |
| Kontakt | | | |
| Informationen ▾ | | | |
| Abwärmeproduzenten | | | |
| Abwärmennutzer | | | |
| Planer/Contractor/ | | | |
| Abwärmetechnologien | | | |



AWeb Page, http://Abwaermeinventar.ch

Login/Registrieren DE/FR/EN ?

Abwärme-Marktdaten (aggregierte Daten des CH-Marktes industrielle Abwärme)

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|--------|
| Marktplatz | Suche Studie zu Q search | HSLUIEHTZ | News 1 |
| Abwärmemarkt | | | |
| PINCH-Analyse | | | |
| Weitere Informationen | | | |
| Informationen | HSLUIEHTZ | BIE | News 1 |
| Abwärmeproduzenten | | | |
| Abwärmennutzer | | | |
| Planer/Contractor/ | | | |
| Abwärmetechnologien | | | |

AWeb Page

http://Abwaermeinventar.ch

Login/Registrieren DE/FR/EN ?

Registrieren

| | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| Energiemarktplatz <ul style="list-style-type: none">- Abwärmeeanbieter- Abwärmennachfrager- Match (mit Login only) | Profilangaben <p>Name Unternehmen Ort Tel. Email</p> <p>Benutzernamen Passwort Passwort (Wiederholung)</p> <p>Eckwerte zu Unternehmen<ul style="list-style-type: none">• Branche• Standort(e)</p> | Angaben zum Bedarf <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Suche Abwärme<input checked="" type="checkbox"/> Suche Lösung zur Abwärmennutzung<input type="checkbox"/> Angaben dürfen nur anonym via Plattform vermittelt werden<input checked="" type="checkbox"/> Automatische Benachrichtigungen sofern neue relevante Angebote auftauchen | Erfolgsgeschichte 1 |
| Abwärme-Marktdaten <ul style="list-style-type: none">- Marktpotenzial x1- Marktpotenzial x2 | Angebot spezifizieren <p>(Menu/Link abhängig von "Angaben zum Bedarf")</p> | Angaben zur Datenbehandlung <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Es dürfen keine Daten an Dritte weiter gegeben werden<input checked="" type="checkbox"/> Anonymisierte Daten dürfen weiter gegeben werden<input type="checkbox"/> Meine Kontaktdaten dürfen weiter gegeben werden<input type="checkbox"/> alle Daten dürfen an registrierte Interessente weiter gegeben werden | Display Ads |
| Technologie <ul style="list-style-type: none">- PINCH-Analyse- neue Studien | | | |
| Internationale Plattformen | | | |
| Wir über uns | | | |
| Kontakt | | | |
| Informationen | | | |
| Abwärmeproduzenten | | | |
| Abwärmennutzer | | | |
| Planer/Contractor/ | | | |
| Abwärmetechnologien | | | |