

**Succursale du Jura**

Rue de l'Aurore 7 | CH-2340 Le Noirmont | Suisse  
T +41 (0)32 953 13 00 | F +41 (0)32 953 13 35  
info@planair.ch | www.planair.ch | N° TVA 541 996

# **V3E - VERBAND EFFIZIENTE ENERGIE- ERZEUGUNG - AUSARBEITUNG DES KONZEPTE ZUR UMSETZUNG DES BUSINESS- MODELLS V3E**

## **Schlussbericht**

Auftraggeber:

Verband Effiziente Energie Erzeugung  
c/o P u P Management Support GmbH  
Dorfstrasse 27  
CH-8305 Dietlikon

zH von Herrn S. Peterhans, Geschäftsführer

Tel 079 739 51 11

Stephan.peterhans@v3e.ch

9 Juni 2009

Schlussbericht

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung..... 3

    1.1 Ausgangslage ..... 3

    1.2 Ziel und Abgrenzung der Arbeit ..... 3

    1.3 Vorgehen ..... 3

    1.4 Relevante Unterlagen..... 4

2. Ziele des neuen Verbandes V3E ..... 4

3. Bilanz der CO<sub>2</sub>-Emissionen ..... 4

    3.1 Kyoto-Protokoll und CO<sub>2</sub>-Gesetz ..... 5

    3.2 Freier internationaler Strommarkt..... 6

4. Marktanalyse und Massnahmen ..... 8

    4.1 Politik, Behörden ..... 8

    4.2 Markt ..... 9

    4.3 Technik ..... 14

    4.4 Aus- und Weiterbildung, Information, Beratung ..... 16

    4.5 Qualitätsmanagement..... 17

5. Priorisieren der Massnahmen ..... 18

    5.1 2009 – der Anlauf ..... 18

    5.2 2010 – das letzte Jahr im EnergieSchweiz..... 18

    5.3 2011 und danach..... 18

6. Zusammenarbeit, Organisation..... 19

7. Schlussfolgerung ..... 19

8. Beilagen ..... 20

    8.1 Abkürzungen ..... 20

    8.2 Literatur ..... 21

    8.3 Potenziale der einzelnen Marktsegmenten nach elektrischer Leistung Details zum Kapitel 4.2 ..... 22

Version N°	Date	Auteur	Relecteur	Distribution à
01	20.2.2009	F. Rognon	-----	S. Peterhans (V3E)
02	4.3.2009	F. Rognon	M. Kernen	
03	31.3.2009	F. Rognon		S. Peterhans (V3E)

## 1. Einleitung

Gegründet am 6. November 2008, bezweckt der Verband Effiziente Energie-Erzeugung (V3E) die Unterstützung einer effizienten Nutzung von Energieressourcen zur Produktion elektrischer und thermischer Energie und die Förderung dezentraler Energieerzeugung mittels Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) in der Schweiz. Der Verband versteht sich als aktive Plattform für die Marktteilnehmer.

### 1.1 Ausgangslage

Der neue Verband für effiziente Energieerzeugung V3E, am 6.11.2008 gegründet, will eine aktive Rolle für die Förderung der Wärme-Kraft-Kopplung spielen. Der Verband will sich allgemein auf dem Markt positionieren und insbesondere als Partner im Rahmen des Programmes EnergieSchweiz des Bundesamtes für Energie. Dazu braucht es eine Strategie zur Umsetzung des Business-Plans und entsprechende jährliche Aktionspläne.

Der vorliegende Bericht basiert im Wesentlichen auf das Business-Modell des Verbandes V3E [23], die Perspektivenarbeiten [13], [14] und die Hemmnisanalyse des BFE [20] sowie Expertengespräche [24] und schlägt weiterführende Massnahmen vor.

### 1.2 Ziel und Abgrenzung der Arbeit

Die Ziele der vorliegenden Arbeit sind:

- Ausarbeitung des Konzeptes zur Umsetzung des Business-Modells V3E
- Priorisieren der Massnahmen des Konzeptes

Der vorliegende Bericht gibt Wege, definiert Handlungsmöglichkeiten und Aktivitätsfelder. Auf dieser Basis sind nun die Kommissionen des V3E in der Lage, einzelne Massnahmen zu definieren.

Nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeiten ist die Ausarbeitung des detaillierten Jahresplan 2009 gemäss dem Prozesshandbuch für Agenturen und Netzwerke von EnergieSchweiz vom Februar 2008 (detaillierter Beschrieb der Massnahmen inklusiv Finanzen). Dies wurde als Option angeboten aber im Auftrag nicht übernommen.

### 1.3 Vorgehen

Das Vorgehen wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber in der Offerte definiert. Aus Zeitgründen wurde einen pragmatischen Ansatz gewählt.

- Zusammenstellung und Analyse der relevanten Unterlagen.

In der letzten Zeit sind neue Publikationen über die Wärme-Kraft-Kopplung erschienen, insbesondere durch das Bundesamt für Energie. Sie wurden analysiert und die sprengenden Punkte wurden in die Ausarbeitung der Strategie integriert. Die aktuellen und absehbaren Rahmenbedingungen (insbesondere CO<sub>2</sub>, Stromversorgung, Einspeisevergütung) Luftreinhaltung, wurden berücksichtigt.

- Durchführung von Experten-Gesprächen

Fünf ausgewählte Personen wurden in einem intensiven Gespräch über die Wege zur Umsetzung der WKK gefragt. Die Gespräche waren jeweils in Detail vorbereitet und der jeweiligen Person angepasst. Die Gespräche waren in 2 Teile vorbereitet. Zuerst ein Überblick der bisherigen Erfahrungen und Wissen über WKK. In einem 2. Teil wurde dies auf Seite gelegt und dann versucht, von Null aus aufzubauen. Neue Denkweise, neue Wege wurden somit untersucht.

- Ausarbeitung des Konzeptes zur Umsetzung des Business-Modells V3E

Die Strategie wurde in einem interdisziplinären Team von Planair ausgearbeitet. Die Massnahmen zur Umsetzung des Business-Modells zur Erreichung der Ziele werden aufgelistet und beschrieben. Sie werden nach den 5 Kommissionen des V3E gegliedert (Politik/Behörde, Markt, Technik, Aus- und Weiterbildung/Info/Beratung, Qualitätsmanagement). Das Konzept kann als Basis für den Antrag als EnergieSchweiz-Partner an die Programmleitung von EnergieSchweiz dienen.

- Priorisieren der Massnahmen des Konzeptes

Aus dem Umsetzungskonzept werden die einzelnen Massnahmen priorisiert. Als Kriterium wird der nachhaltige Beitrag an die Zielerreichung pro eingesetzte Mittel angewendet. Die prioritären Massnahmen bilden das Kern eines Antrages für eine finanzielle Unterstützung durch das Programm EnergieSchweiz dienen.

- Redaktion des Schlussberichte

Die erarbeiteten Dokumente werden in einem Schlussbericht als selbständige Module integriert.

### 1.4 Relevante Unterlagen

Die analysierten Unterlagen sind im Kapitel 8.2 aufgelistet. Verweise stehen im Text in eckigen Klammern.

## 2. Ziele des neuen Verbandes V3E

Die Ziele bestehen darin, dass:

- bis 2030 die dezentrale erzeugte Stromproduktion mittels WKK von heute 495MW auf 2'000MW elektrischer Leistung ansteigt, was eine jährliche Elektrizitätsproduktion von 7 bis 8TWh entspricht oder 12% der ganzen Landesproduktion von 65,9TWh im Jahr 2007 [1],
- der dezentralen Energieerzeugung in der Beurteilung wichtiger Stakeholders neben den bisher in der Schweiz zur Stromproduktion hauptsächlich eingesetzten Technologien ein anerkannter Stellenwert im Produktionsmix der Schweiz zukommt,
- insbesondere die Substitution vorhandener Öl- und Gaskessel durch moderne WKK-Anlagen vorzugsweise in Kombination mit Wärmepumpen zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und deshalb von den Stakeholdern und geeigneten politischen Rahmenbedingungen unterstützt wird,
- insbesondere die Verwertung von inländischen biogenen Gasen aus Kläranlagen, Abfälle, Landwirtschaft durch moderne, saubere WKK-Anlagen.

## 3. Bilanz der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Bei der mit fossilen Brennstoffen betriebenen Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen stellt sich die Frage der Emissionen, insbesondere des CO<sub>2</sub>. Die heutige Stromproduktion der Schweiz ist nahezu CO<sub>2</sub>-frei. In Zukunft stehen mehrere Optionen zur Auswahl, darunter die Wärme-Kraft-Kopplung (WKK).

Grundsätzlich muss den vermehrten Einsatz von WKK der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Schweiz nicht verschlechtern. Er sollte sogar das Ziel einer 20% Reduktion im Jahr 2020 gemäss Umweltgipfel von Bali unterstützen und nicht tangieren [11], [15], [19].

## Schlussbericht

Je nach gesamthafte Betrachtungsweise kann die Erreichung des CO<sub>2</sub>-Ziels mittels WKK über 2 Wege erfolgen.

### 3.1 Kyoto-Protokoll und CO<sub>2</sub>-Gesetz

Rund 45% aller CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz stammen aus der Aufbereitung von Raumwärme und Warmwasser. Die WKK können für die Erzeugung von Raumwärme eingesetzt werden. Dies setzt voraus, dass sie wärmedimensioniert sein müssen. Sie liefern den Antriebsstrom für die durch EnergieSchweiz geförderten Wärmepumpen (WP). WP und WKK befinden sich im gleichen Niederspannungsnetz.

Diese Betrachtung wurde schon früher von Bundesstellen vorgestellt und teilweise vom BFE umgesetzt (siehe [5], [6], [7], [10], [11], [15] und [19]).

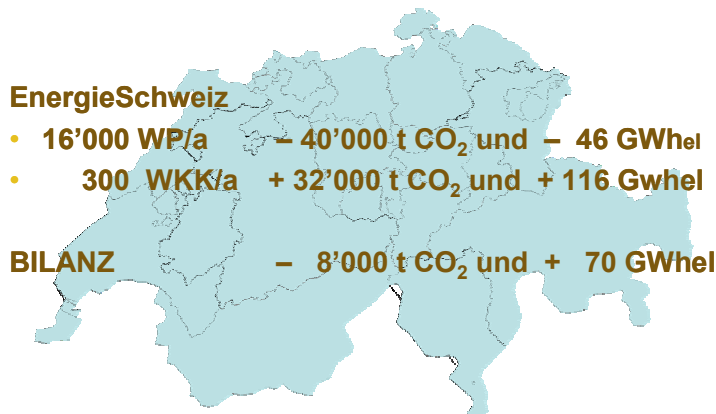
Eckwerte der Schweiz [1], [2]:

- Gesamtenergieverbrauch der ganzen Schweiz 240 TWh  
(alle Energien wie Wärme, Strom, Verkehr, Beleuchtung,...)
- Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser: 80TWh  
(davon 80% mit fossilen Brennstoffen)
- CO<sub>2</sub>-Emissionen der ganzen Schweiz im 2006: 41.2 Millionen Tonnen
- CO<sub>2</sub>-Emissionen im 2006 für Raumwärme und Warmwasser im 2006: 21.6 Million Tonnen
- Elektrizitätserzeugung in der Schweiz: 66TWh  
davon Wärme-Kraft-Kopplung rund 3TWh

Die Referenz für den CO<sub>2</sub>-Bilanz der Schweiz nehmen wir aus der Volkszählung 2000 [3]: Raumwärme wird durch 1.4 Millionen Heizungen erzeugt, davon 800'000 Öl- und 200'000 Gaskessel. Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind nur die fossilen Heizungen relevant. Diese stammen aus 80% Öl- und 20% Gaskessel. Die entsprechenden spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen also 0.250 kg CO<sub>2</sub>/kWh Nutzwärme (Gaskessel 0.198 kg CO<sub>2</sub>/kWh und Oelkessel 0.263 kg CO<sub>2</sub>/kWh).

Wir betrachten jeweils die Zunahme über ein Jahr. Jährlich werden rund 16'000 Wärmepumpen installiert. Der Zuwachs der produzierten Nutzwärme durch alle kumulierten Wärmepumpen beträgt gemäss Gesamtenergiestatistik des BFE [1] im Schnitt jährlich 160 GWh über die Jahre 2003-2007. Wenn diese Wärme mit Kessel aufbereitet wäre, dann wären 40'000 Tonnen CO<sub>2</sub> ausgestossen (Berechnungen im Anhang).

Graphisch kann die Überlegung folgendermassen dargestellt werden.



Figur 1: Substitution von fossilen Heizungen mit Wärmepumpen und Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen und erhöht die Stromerzeugung.

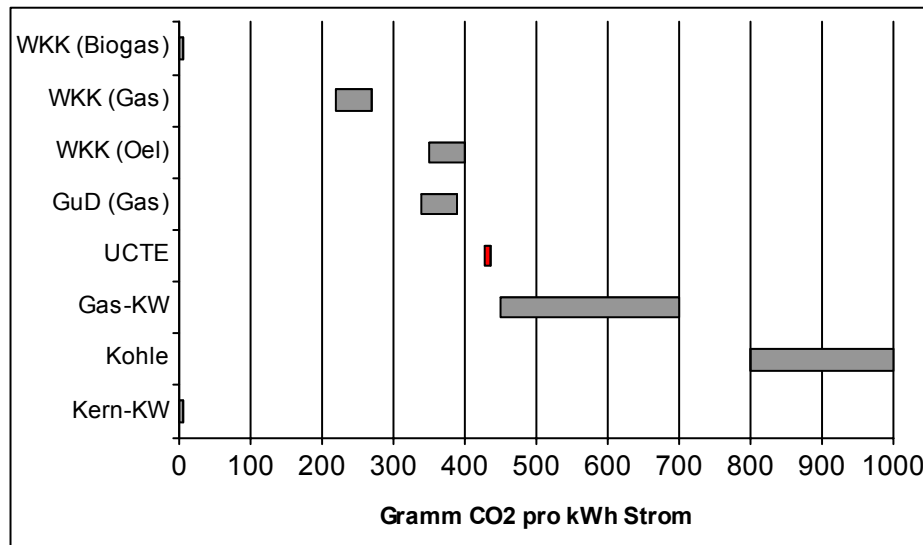
Um das Reduktionsziel von 20% zu erfüllen, dürfen die WKK maximal 32'000 Tonnen CO<sub>2</sub> ausstossen. Diese CO<sub>2</sub>-Menge entspricht den Ausstoss von WKK für die Erzeugung von 116GWh Elektrizität (pro kWh Strom werden 0.275 kg CO<sub>2</sub> ausgestossen im Falle einer Mischung von 2/3 Gas-WKK und 1/3 Öl-WKK). Die jährlichen 116GWh Strom aus WKK-Anlagen entsprechen 0,2% der inländischen Stromproduktion, oder den Verbrauch von 15'000 Einwohner [1]. In Leistung ausgedrückt sind es mit 3500 Betriebsstunden pro Jahr rund 33MWel oder 330 WKK-Anlagen à je 100kW elektrischer Leistung.

Nach Abzug der 46GWh Antriebsstroms für die 16'000 Wärmepumpen wären netto 70 GWh ins Netz eingespeist mit 20% weniger CO<sub>2</sub>.

### 3.2 Freier internationaler Strommarkt

Diese Betrachtungsweise würde ein starkes politisches Umdenken bedingen, weil sie nicht dem Kyoto-Protokoll oder dem CO<sub>2</sub>-Gesetz entspricht.

Wir betrachten die Schweiz Teil des europäischen Stromnetzes. Die BFE-Perspektiven haben gezeigt, dass die inländische Stromproduktion die zukünftige Nachfrage mittelfristig nicht decken wird. Zusätzlicher Strom muss um erzeugt oder gekauft werden. Nachfolgend sind die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von verschiedenen handelsüblichen Technologien, welche für die Schweiz vor 2020 in Frage kommen.



Figur 2: spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen von handelsüblichen Kraftwerke zur Stromerzeugung gemäss [19].  
 Legenden: WKK: Wärme-Kraft-Kopplung, GuD: Gas- und Dampfkraftwerk, Gas-KW: Gas-Kraftwerk, Kohle: Kohlekraftwerk, Kern-KW: Kernkraftwerk.

Bei der WKK wurden die Emissionen durch gesamte erzeugte Energie (Strom und Wärme) dividiert. Bei den anderen Technologien wurde eine maximale Stromerzeugung angenommen d.h. keine Wärmenutzung.

Als Vergleich sind in der Tabelle 1 die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Prozent des UCTE-Mixes von 432 g CO<sub>2</sub>/kWh ausgedrückt.

Technologien	Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen in % vom UCTE-Mix
WKK, Oel	80%
WKK, Gas	57%
GuD	83%
UCTE	100%
Gas-KW	116%
Kohle.KW	185%
Kern-KW	Nahezu 0%

Tabelle 1 :relative spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in Prozent vom UCTE-Mix

Die WKK liefern in jedem Fall einen positiven Beitrag an die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz im europäischen Netzverbund.

#### 4. Marktanalyse und Massnahmen

Wesentliche Fazits aus der Literatur und aus den Expertengesprächen sind nachfolgend nach den Kommissionen vom V3E im Sinne einer Marktanalyse in der linken Kolonne aufgelistet.

Zu jedem Punkt werden in der rechten Kolonne konkrete Massnahmen oder Aktivitätsfelder definiert. Dabei werden zwei Grundsätze verfolgt:

- Eine QS-orientierte Strategie wird empfohlen. Prioritär sind Effizienz und Ökologie und nicht ausschliesslich Mengenausweitung. Anders formuliert: zuerst Qualität dann Mengen,
- Die wirksame Bearbeitung aller Marktsegmente bei allen Kunden stellt eine personelle und finanzielle Herausforderung für V3E dar. Daher empfehlen wir den Weg der virtuellen Firma. Der Verband initiiert, vergibt und koordiniert Aktivitäten von Mittler. Mittler sind Mitglieder oder Partner, welche auf dem Markt (Wärme- oder Strommarkt) etabliert und aktiv sind. Der Verband kann somit als Partner im Programm EnergieSchweiz auftreten. Dies ermöglicht eine Teilfinanzierung seiner Projekte durch das BFE, was für einzelne Firmen nicht möglich wäre.

Die Kommissionen sind: Politik/Behörden, Markt, Technik, Aus- und Weiterbildung/Information/Beratung und Qualitätsmanagement. Die Reihenfolge gibt keinen Hinweis auf die Priorität.

Die fett eingerahmten Texte deuten auf prioritären Massnahmen gemäss Kapitel 5.

##### 4.1 Politik, Behörden

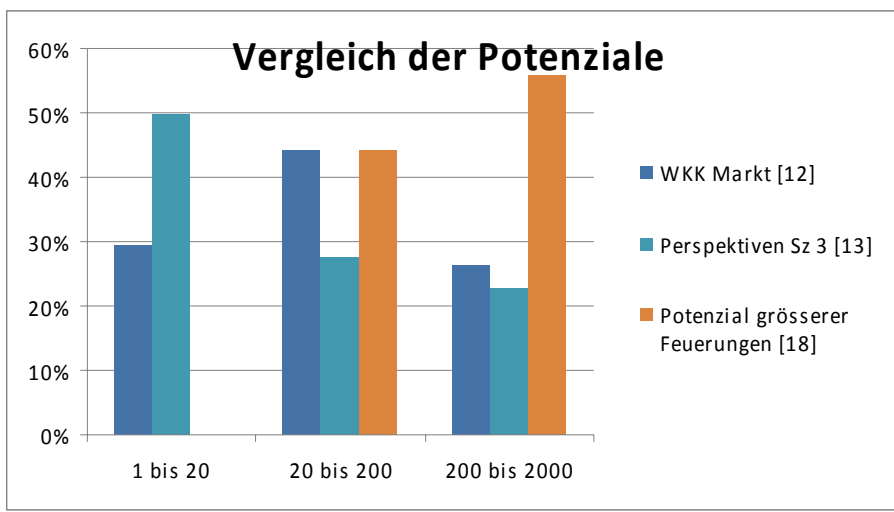
Analyse	Massnahme
Vom UVEK bzw. BFE fehlen klare politische Signale zur WKK.	<p>Die mögliche Rolle der WKK in der Energieversorgung muss positiv dargestellt werden. Ebenso muss der Ruf positiv ausfallen. Auch die altbekannte motorische WKK bedeutet Spitzentechnologie und hohe Effizienz. Beispiel: die Technologie von Common-Rail für Diesel wurde in der Schweiz erfunden und entwickelt.</p> <p>➔ Die Kommission Markt erarbeitet entsprechende Kommunikationsstrategie und -mittel. Dazu gehören u.a. Internet-Auftritt, Fact-Sheets, gute Beispiele.</p>
Akzeptanz bei den energiepolitischen Akteuren ist mittel bis tief: grosse Anlagen stossen bei der Bevölkerung auf Kritik, Einsatz fossiler Brennstoffe für Stromerzeugung tangiert die Klimapolitik, dezentrale Stromeinspeisung wird von ein Teil der Elektrizitätsunternehmen abgelehnt.	
Wenig bekannt bis unbekannt ist die Tatsache, dass die WKK-Technologie einen bedeutenden Beitrag an die Versorgungssicherheit der Schweiz liefern kann. Und dies kurzfristig mit dem inländischen Gewerbe.	

Schlussbericht

Analyse	Massnahme
Das CO <sub>2</sub> -Gesetz benachteiligt die ganz grossen Anlagen weil sie nur bei vollständiger Kompensation des CO <sub>2</sub> bewilligt werden. Kommission Politik soll politisch aktiv werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Klärung des Standes mit dem BAFU und dem BFE. Einbringen der Systemüberlegung WKK plus WP</li> <li>➔ Das Mechanismus der CO<sub>2</sub>-Abgabe bzw. Befreiung für den Fall WKK soll gründlich geklärt werden und Anpassungsmöglichkeiten geprüft werden, für verschiedene praktische Fälle (Betreiber der WKK-Anlagen nutzt die Wärme selber, Betreiber (Bsp. Liegenschaft) verkauft die Wärme an Dritte (Mieter), Contractor verkauft Dienstleistungen an Betreiber welcher die Wärme an Dritte verrechnet.</li> </ul>
Ermessensspielraum der Kantone ist wegen Gesetz mit „Kann“-Formulierungen ziemlich breit. Dies betrifft Energie, Planung, Luftreinhalte.	<p>Die verschiedenen kantonalen Anforderungen müssen harmonisiert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Für die Luftreinhalteverordnung LRV soll V3E mit dem BAFU eine Standortbestimmung realisieren. Dann sollen in Absprache mit dem BAFU die Kantone angegangen werden.</li> <li>➔ Andere Anforderungen und Auflagen der Kantone zum Einbau von WKK-Anlagen müssen aufgelistet werden. Dann werden Arbeitsgruppen für die Vereinfachung/Harmonisierung gebildet</li> </ul>
Die Anschlussbedingungen für die Einspeisung der Elektrizität müssen mit dem lokalen Versorger verhandelt werden. Die vielen Unternehmen haben unterschiedliche Bedingungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Arbeitsgruppe Harmonisierung mit dem VSE bilden</li> </ul>

4.2 Markt

Die Verteilung des Potenzials der Stromerzeugung über die elektrischen Leistungsklassen sieht folgendermassen aus:



Figur 2: Marktpotential der WKK in Abhängigkeit der elektrischen Leistung. Die detaillierte Ableitung steht im Anhang 7.3.

Analyse	Massnahme
Der Wärmemarkt in der Schweiz besitzt eine besondere Eigenschaft: die Kultur der individuellen Heizung als Umsetzung der Illusion der Unabhängigkeit. Jeder Besitzer oder Betreiber will sein eigener Kessel besitzen und betreiben. Beispiel: in Doppel-EFH werden zwei Kessel installiert. Anschluss an Nah- oder Fernwärme bleibt exotisch.	<p>➔ Ausarbeitung eines Kommunikations-Konzeptes, fokussiert auf Mittler inklusiv Politiker und Behörde. Zu den Instrumenten gehören Internet-Auftritt, Fact-sheets, Referenzanlagen.</p>
Im Umfeld des individuellen Wärmemarktes ist die WKK nahezu unbekannt oder besitzt einen negativen Ruf: kompliziert, teuer, altmodisch wenn mit Motoren, hohe Schadstoffemissionen.	
Die positiven Effekte auf CO <sub>2</sub> -Emissionen zum Bsp durch die vorteilhafte Kombination mit Wärmepumpen ist der Öffentlichkeit und den Politikern schwer zu kommunizieren.	
Der Strom aus WKK ist allgemein zu teuer. Dies aber stimmt für den bisher typischen Fall von einem Privatinvestor, welcher eine WKK betreibt und den Strom den lokalen Stromversorger verkauft.	<p>Neue Strukturierung des Marktes um neue mögliche Rolle der EVU ausarbeiten und kommunizieren. Zentral ist auch der Punkt der Kostenstruktur beim Vergleich der Stromgestehungskosten mit anderen Technologien. Ergänzend dazu sollen die Rahmenbedingungen für die Einspeisung/Verkauf ins Netz untersucht werden.</p> <p>➔ Projekt zusammen mit EVUs und VSE definieren, Mitfinanzierung durch BFE-Programm EWG beantragen.</p>

Schlussbericht

Analyse	Massnahme
<p>Die Marktinteressen des WKK-Betreibers und des Stromversorgers sind unterschiedlich. Der WKK-Betreiber ist abhängig vom Stromversorger: wenn die WKK ausfällt, muss die elektrische Leistung gesichert sein. Wenn die WKK läuft, muss der Stromversorger die Elektrizität abnehmen und sein Netz selber regeln. Der Stromversorger legt dann die Anschlussbedingungen entsprechend fest. Alles ist möglich, von Verhinderung bis Förderung, je nach lokalen Verhältnissen.</p>	<p>Der Strom aus WKK soll auf dem Elektrizitätsmarkt eine Stellung finden. Es soll abgeklärt werden, wie Strom aus WKK gekennzeichnet werden kann.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Kommission soll Möglichkeit der Kennzeichnung/Positionierung des Stromes aus WKK mit VSE, BFE und VUE (Verein für Umweltgerechte Elektrizität) ausarbeiten. Eventuell als Studie im Rahmen vom BFE-R&amp;D-Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen ausführen.</li> <li>→ Bildung einer Arbeitsgruppe mit VSE, VUE um mögliche Kriterien zu definieren (wie zum Bsp. spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen, Wirkungsgrade, Abgaswerte, schweizerische Herkunft). Die Anlagen, welche Strom mit fossilen Brennstoffen erzeugen, sollen gekennzeichnet werden (analog der Energie-Etikette für Geräte und Fahrzeuge). Zertifiziert werden nur die aus der besten Kategorie und der entsprechende Strom auch.</li> <li>→ Argumentation ausarbeiten, mit Schwerpunkten Chancen für die Stromwirtschaft, Beitrag an die Versorgungssicherheit und Möglichkeit von lokalen Leistungsregelungen des Netzes. Die CO<sub>2</sub>-Problematik muss thematisiert sein, mit Lösungsansätzen wie Kombination mit WP, Zertifikate, Vergleich mit Gas-Kombi-Kraftwerken oder Importe.</li> </ul>
<p>Die Gasversorger bedienen ohne Vorbehalt WKK-Anlagen und sind an Marktwachstum interessiert.</p>	<p>Diese sollen als Sponsoren von Massnahmen gewonnen werden.</p> <p>Gemeinsam sollen Raumplanungen beeinflusst werden.</p>

Schlussbericht

Analyse	Massnahme
<p>Die Anbindung einer grossen Zahl von WKK-Anlagen mit geringer Leistung im Stromnetz bereitet den Stromversorgern Probleme. Allenfalls sind technische Anpassungen des Verteilnetzes notwendig, was den Einsatz von WKK verteuert.</p>	<p>→ Werkzeug für Netzbetreiber bzw. Stromproduzent ausarbeiten. Die WKK sollen stromgeführt gefahren werden, ohne dass die Wärmebezügler dies merken und ohne dass Wärme vernichtet wird (oder möglichst wenig). Zentral dabei sind die Bewirtschaftung des Speichers und die Steuerung der Heizungsaggregate in Abhängigkeit vom Leistungsbedarf des lokalen Stromnetzes. Ideales Ziel: ein Stromproduzent muss 800 WKK à je 500kW so nutzen können wie eine Einheit von 400MW.</p> <p>→ Kritisch ist die Netzregelung bzw. die Integration von mehreren WKK in einem Netz. Den Netzbetreibern fehlt das Instrument, um lokale WKK zentral zu steuern. Die Dispatcher, welche die Stromproduktion jede Stunde planen, sollen die lokalen WKK in Ihrer Arbeit integrieren können.</p> <p>Arbeitsgruppe bilden und allenfalls ergänzend Antrag für ein F&amp;E-Projekt im BFE-Programm Netze stellen.</p>
<p>Durch die Senkung des Bedarfes von Gebäuden fahren Gasnetze an der Grenze der Wirtschaftlichkeit. Teil von Gasnetzen sind mit permanenten Verlusten betrieben</p>	<p>→ Kosten der Umrüstung von Gasnetzen auf mehreren WP und wenige mittlere WKK. Das Contracting soll in der Überlegung integriert sein. Finanzierung der entsprechenden Studie: SVGW und das BFE-F&amp;E-Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen.</p>

Schlussbericht

Analyse	Massnahme
<p>Die jetzigen Marktakteure spielen ihre eigene wohlbekanntere Rolle: der Stromversorger liefert Elektrizität, der Gasversorger liefert Gas, der Bauherr heizt seine Gebäude. Wärmemarkt und Strommarkt sind stark getrennt. Es gibt zwar wenige markante Ausnahme von Elektrizitätswerken im Bereich Contracting. Diese sind aber nicht oder wenig im Bereich WKK tätig.</p>	<p>➔ Aufbau und Ausbau von Contracting-Aktivitäten mit WKK, auch in Kombination mit Wärmepumpen. Mitarbeit mit bestehende Contractoren auf Beine stellen. Weitere neue Firmen insbesondere Strom- und/oder Gasversorger als Contractor gewinnen. Problematik der Schnittstellen Contractor/EVU/Wärmebekunden sorgfältig prüfen.</p> <p>➔ Neue Rollen für bestehende Marktakteure d.h. für die lokalen Gas- und/oder Stromversorger (Stadt- oder Gemeindewerke) soll eine aktive Strategie ausgearbeitet werden. Zwei Wege sind mit heutigen Technologien möglich: lokale WK K+WP-Strategie konsequent umsetzen. Die kleinen dezentralen Gaskessel (bestehend oder neu) sollen durch Wärmepumpen ersetzt werden. Das Gas wird dann in wenigen mittleren WKK-Anlagen im gleichen Niederspannungsnetz verbraucht, für die Erzeugung des Antriebsstroms für WP. Heute fehlen Daten dazu. Der Betrieb eines Gasnetzes mit tiefer Anschlussdichte erzeugt laufend finanzielle Verluste. Diese sollen mit den Kosten einer Stilllegung und Umrüstung auf WP verglichen werden.</p>
<p>Mittlere WKK bedingen eine Wärmeverteilung. Diese bereitet verschieden Probleme: Absatzgarantie, Kundengewinnung, Vorinvestitionen für Wärmenetz im Endausbau aber progressive Ananschlüsse der Bezüger, Verhandlungen mit vielen Partnern und Behörden.</p>	<p>➔ Studie über Clustering/Vernetzung starten. Laufende Arbeiten der ETH-Lausanne/Labor für Energiesysteme (EPFL-LENI) und das centre de recherches énergétiques de Martigny (CREM) ergänzen. Finanzierung: SVGW und das BFE-F&amp;E-Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen. Für die Umsetzung soll eine Zusammenarbeit mit EnergieSchweiz für Gemeinden und Energie in Infrastrukturanlagen stattfinden. Ziel ist, Förderung von Wärmekollektiven, dort wo die Anschlussdichte hoch genug. Die kleinen Wärmeverbraucher werden in Nahwärmeverbunde gesammelt und von einer mittleren WKK mit Wärme versorgt. Dadurch wird das Einsatzpotential von WKK erhöht. Die Vorfinanzierung der Infrastruktur soll besonders Achtung geschenkt werden.</p>

<p>Die kleinen WKK-Anlagen unter 100kW elektrisch haben auch ein grosses Potenzial aber auch am meisten Hürden. Diese wären vorwiegend im Wohnbereich installiert.</p>	<p>→ Werkzeug für eine einfache Vollkosten-Betrachtung ausarbeiten Das heutige Mietrecht verzerrt die Kostenvergleiche. Heute gilt: Miete deckt Kapital für Infrastruktur und Nebenkosten decken Betriebskosten (typisch Brennstoff für Heizung). Die Kosten für die Heizenergie werden den Mietern auf die Nebenkosten verrechnet. Bei vergleichen von Systemen wird die Miete konstant gehalten und Nebenkosten miteinander verglichen. Aber im Falle von Gas oder Anschluss an Fernwärme aus WKK ist im Wärmepreis ein Infrastrukturteil enthalten, welche zur Grundmiete addiert wird.</p>
<p>Die Anlagen über 100kW – typischerweise für Dienstleistungen, Gewerbe und Industrie und auch Spitäler, Heime, Gastgewerbe - besitzen doch energetisch bedeutende Potentiale mit relativ wenigen bzw. tiefen Hemmnissen.</p>	

### 4.3 Technik

Analyse	Massnahme
<p>Die Abgasbehandlung bereitet Mühe im Langzeitverhalten bzw. im Unterhalt. Die Katalysatortechnik, für gas- und für dieselbetriebene Aggregate bedingt sorgfältige Wartung und Kontrolle, um die Anforderungen der Luftreinhalte einzuhalten.</p>	<p>→ F&amp;E-Projekte definieren mit Industrie und kompetenten Stellen (FH, ETH, PSI...)</p>
<p>Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich WKK in der Schweiz sind gering. Die öffentliche Hand setzt wenige Mittel für WKK ein im Vergleich mit neuen Technologien wie Brennstoffzellen. Dies ist zum Teil auf die Mangel von Partnern zurück zu führen: in der Schweiz sind KMUs tätig, welche nur begrenzte Entwicklungskapazitäten besitzen.</p>	<p>→ Die BFE-F&amp;E-Programme Verbrennung und WKK sollen eine Ausschreibung starten. Idee: die Klein-WKK zwischen unter 100kWel müssen effizienter und sauberer werden: der elektrische Wirkungsgrad muss über 30% so dass der jährliche elektrische Nutzungsgrad 30% erreicht. Der thermische Nutzungsgrad muss 55% erreichen. Die Abgase müssen die LRV98 einhalten (Grenzwert der NOx-Emissionen doppelt so hoch wie Gaskessel). Ideal wäre aber die Einhaltung der LRV92 (Grenzwert der NOx-Emissionen wie Gaskessel).</p>

Schlussbericht

Analyse	Massnahme
<p>Bei WKK stellt sich immer die Frage der Wärmeabnehmer und zugleich der Wärmenetze. Wärmeabnehmer müssen über ein Netz gebündelt werden, was die Anlage verteuert im Vergleich mit individuellen Heizungen.</p>	<p>➔ Antrag an die BFE-Programme WKK, Gebäude für ein Projekt unter dem Thema Reduktion der Exergieverluste im Programm WKK für die Kostenreduktion von Wärmenetzen. Die Vernetzung von mehreren Heizungen zusammen benötigt noch Forschung&amp;Entwicklung um die Kosten zu senken. Die heutigen Technologien für Wärme-Netze sind zu teuer für Heizungen mit Leistung unter 100kW. Mögliche neue Ansätze sind: Wasser mit tiefer Vorlauftemperatur, was den Einsatz von billigeren Kunststoff-Rohren ermöglicht oder neue Wärmeträgern (CO<sub>2</sub>), welche kleinere und billigere Wärmeleitungen erlauben. Die Erkenntnisse des BFE-Projektes 100'237/150'321, Grosswärmepumpen, Energetische und planerische Analyse von 10 Anlagen, Vergleich verschiedener Anlagenkonzepte von P. Hubacher und M. Ehrbar, Schlussbericht vom September 2006 sollen genutzt werden.</p>
<p>Wo kein Gasnetz besteht, muss die WKK mit lagerbarem Brennstoff betrieben werden, fast immer mit Öl. Dies erschwert den Einsatz von WKK, insbesondere wegen der Abgasbehandlung</p>	<p>➔ Ausarbeiten von fachlichen Unterlagen für den Einsatz von Flüssiggas.</p>

4.4 Aus- und Weiterbildung, Information, Beratung

Analyse	Massnahme
<p>Kompetenzen des Investors und des Betreibers stellen ein Problem dar. Investor muss den Wärmemarkt und den Strommarkt kennen und mehrere Partner bei der Realisierung einbeziehen. Der Unterhalt verlangt höhere technische Kompetenzen als der Betrieb einer Kesselanlage, welche nur heizt. Die Internalisierung der notwendigen Kompetenzen ist für die meisten potenziellen Kunden sehr anspruchsvoll. Dies ist bei den kleinen WKK im Wohnbereich noch stärker ausgeprägt.</p>	<p>➔ Kommission erarbeitet Konzept und stellt Antrag zur Finanzierung der Ausarbeitung der Kursunterlagen an BFE-Bereichsleiter für Ausbildung. Der Wissenstand der ganzen Kette, von Hersteller über Planer, Ingenieurbüros, Installateure und Betreiber muss verbessert werden. Entsprechende Kurse sollen aufgebaut, angeboten und durchgeführt werden. Die vorhandenen Rahmen und Aktivitäten, insbesondere Penta, müssen genutzt werden. Ergänzend soll eine Zusammenarbeit mit Fachhochschulen stattfinden. Die Kurse werden dann vom V3E selbsttragend durchgeführt.</p>
<p>Organisatorische Kompetenzen sind für erfolgreiche Projekte notwendig, insbesondere im Zusammenhang mit Wärmeverbunden: Vertragswesen, Grundbucheintrag, Verhandlungen mit potenziellen Kunden und Behörden...).</p>	<p>➔ Organisieren vom Erfahrungsaustausch unter Betreibern und Planern. Dies bedingt Suche von Anlagen und entsprechenden Leute, Dokumentierung der Erfahrungen und Organisieren von Anlässen.</p>
<p>Die Fachleute wissen zu wenig über WKK, sind daher unsicher bei der Kundenberatung und Planung.</p>	<p>➔ Einrichten einer Info- und Beratungsstelle. In erster Linie sind die Zielpublika Mittler und Behörde prioritär zu behandeln. Fachleute sollen kompetente, Produkte-neutrale Beratung beim V3E bekommen. Politiker und allgemein Entscheidungsträger müssen aktiv aber geschickt informiert werden. Grundtenor heisst positive Kommunikation d.h. die WKK wird nicht gegen andere Technologien ausgespielt, sondern Möglichkeiten und Vorteile der WKK werden sachlich portiert.</p>

4.5 Qualitätsmanagement

Analyse	Massnahme
<p>Die WKK-Technologie hat einen schlechten Ruf bei potenziellen Kunden (speziell erwähnt seien hier Zuverlässigkeit/Verfügbarkeit und Aufwand für Unterhalt, insbesondere bei kleinen Anlagen.</p>	<p>Aufbau QM-System, analog Holz und WP. Dazu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Monitoring bestehender Anlagen, analog dem Projekt Feldanalyse von Wärmepumpen-Anlagen starten Finanzierung durch Energieversorger, Lieferanten und BFE-F&amp;E-Programm WKK. Aus der Analyse werden Empfehlungen für Verbesserung der Effizienz und der Zuverlässigkeit abgeleitet. Die Resultate können auch als Basis für Erfahrungsaustausch zwischen Betreibern, Planern und Lieferanten dienen.</li> <li>➔ Zertifizierung von Firmen, analog Gütesiegel für Bohrfirmen der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz muss geprüft werden. Die ganze Kette, von der Planung bis zur Inbetriebnahme, muss hinsichtlich der Kundenzufriedenheit stimmen.</li> <li>➔ Ombudsmann für Problemfälle wird vom Verband eingerichtet. Diese Stelle wirkt als Vermittler und Mediator in Streitfällen. Die Mitglieder des Verbandes müssen mithelfen. Diese Massnahme ist zentral wichtig für den Ruf der WKK auf dem Markt.</li> <li>➔ Aufbau eines Testzentrums für Klein-WKK-Anlagen. Mögliche Partner und oder Standorte sind die FH Biel, die ETHZ-LAV und das PSI.</li> <li>➔ Ausarbeitung von Werkzeugen zur Sicherung der Qualität bei allen Schritten: Planung, Bau, Betrieb, Entsorgung. Vorhandene Literatur (RAVEL, WKK-Fachverband) nutzen. Herausgabe als Verbandsschrift oder SIA-Dokumentation.</li> </ul>
<p>Gute Erfahrungsberichte, genaue Kennzeichnung von Anlagen im Feldeinsatz fehlen.</p>	
<p>Kompetenzen der Fachleute ist in der Schweiz allgemein ungenügend.</p>	
<p>Die kleinen WKK unter 20kW elektrisch weisen am meisten betriebliche Probleme auf. Kinderkrankheiten scheinen noch nicht geräumt zu sein, insbesondere bei den neuen Technologien wie Stirling und Brennstoffzellen aber auch bei Mikroturbinen und Motoren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Gezielte Aktion starten mit Erfassung der Probleme, Erprobung der Lösungen im Feld und dann entsprechende Erfahrungsaustausch.</li> </ul>

## **5. Priorisieren der Massnahmen**

Das Priorisieren der Massnahmen erfolgt pragmatisch. In der Anlaufphase werden rasch notwendige und ausführbare Massnahmen im Angriff genommen. Die anderen dürfen später folgen. Für die Zeit ab 2011 sind einige Überlegungen im Anschluss am Bericht [21] ausgeführt

### **5.1 2009 – der Anlauf**

Die entsprechenden Massnahmen sind im Kapitel 4 mit einem fetten Rahmen umrandet. Sie bilden ein Bündel.

### **5.2 2010 – das letzte Jahr im EnergieSchweiz**

Alle übrigen Massnahmen werden im 2010 auch gestartet. So wird der Verband in der Lage sein, die Ausschreibung für die Zeit nach EnergieSchweiz

### **5.3 2011 und danach**

Besser positioniert für die Ausschreibung sind Organisationen, welche finanziell gesund sind d.h. ohne Gelder der öffentlichen Hand leben können. Eine Stärkung wird durch Bündelung der Kräfte erreicht. Der Bund, die Kantone und die Wirtschaft haben mehrmals die Verzettelung vom Programm EnergieSchweiz bemängelt. Die breite Abstützung ist einerseits ein Vorteil aber die lose – historisch gewachsene – Organisation des Programmes steht politisch wie wirtschaftlich unter Druck.

Unabhängig davon, ob gemäss [21] das Modell Integration oder Auslagerung gewählt wird, soll sich V3E die Frage stellen, ob nicht andere Partner von EnergieSchweiz unter dem Schirm „V3E“ zu bündeln wären. Es geht nicht um Fusion oder Übernahme sondern um die Eingabe einer gemeinsamen Offerte, gegliedert nach den Spezialisierungen der einzelnen Organisation und/oder Firmen. V3E wäre der Ansprechpartner von EnergieSchweiz und mehr als nur eine Technologie oder einen Marktsegment vertreten/bearbeiten. Eine Offerte, welche mehrere zusammenhängende Marktbereiche abdeckt besitzt mehr Chancen. Die Namengebung vom V3E ist allgemein und erlaubt viele Möglichkeiten.

Im Bereich Wärme soll die Zusammenarbeit mit der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz untersucht werden. Wie im Kapitel 3 dargestellt stellt die Wärmepumpe die ideale Ergänzung zur Wärme-Kraft-Kopplung dar.

Im Bereich der Stromerzeugung soll die Zusammenarbeit mit Energie in Infrastrukturanlagen und Biomasse gesucht werden. Grund: die biogenen Gase könne in WKK-Anlagen verwendet werden. Auch mit dem VSE sind gemeinsame Aktivitäten zu prüfen.

Weitere Kooperationen sollen systematisch untersucht werden.

## 6. Zusammenarbeit, Organisation

Die Kommissionen vom V3E sollen eng mit folgenden Organisationen mitarbeiten

- BFE: Energiegesetz, Strommarkt
- BAFU: CO<sub>2</sub>-Gesetz, LRV
- Kantone: Prozeduren, Anforderungen
- VSE, Swisselectric: Anschlussbedigungen, Info an Mitglieder, politische Positionierung, Contracting aufbauen
- Stadtwerke, Teil Strom: Anschlussbedigungen, Info an Kunden, Contracting aufbauen
- Stadtwerke, Teil Gas: Anschlussbedigungen, Info an Kunden, Contracting aufbauen
- VSG: Info an Mitgliedern, politische Positionierung, Contracting aufbauen
- Erdölvereinigung: Info an Mitglieder, politische Positionierung
- FWS: Kombination mit Wärmepumpen in der Politik
- Suissetec: Informationen an Mitglieder, Kompetenz der Fachleute verbessern
- Umweltschutzorganisationen: positive Klimarolle der WKK bekannt machen. Achtung: es wird ausschliesslich positiv über die WKK kommuniziert und nicht negativ über andere Technologien!

## 7. Schlussfolgerung

Die Zeiten waren noch nie so reif für eine Entfaltung der Wärme-Kraft-Kopplung in der Schweiz. Der neue Verband V3E bündelt alle Akteure, welche den Weg zum Erfolg zusammen ermöglichen können. Wesentlich ist der Grundsatz, dass alle Akteure sich für die Wärme-Kraft-Kopplung einsetzen und nicht gegen irgendwelchen Gegner.

Ferner muss V3E Mut zur Lücke zeigen. Es können ja nicht alle Segmente von Anfang an parallel und intensiv bearbeitet werden. Der Weg zum Erfolg soll schrittweise aufgebaut und betreten werden. Daher schlagen wir für den Beginn eine QS-basierte Strategie mit Fokussierung auf Anlagen mittlerer und grössere Leistungen.

Fabrice Rognon  
Projektleiter  
PLANAIR SA; FR ; La Sagne, 9 Juni 2009

Martin Kernen  
Vize-Direktor

Pierre Renaud  
Direktor

## 8. Beilagen

### 8.1 Abkürzungen

CCS	carbon capture and storage, Abscheidung und Speicherung von CO <sub>2</sub> in geeigneten geologischen Schichten
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
EPF	Ecole polytechnique fédérale
g	Gramm
GKW	Gas-Kraftwerk
	GuD Gas- und Dampfkraftwerk oder Gas-Kombi-Kraftwerk
JAZ	Jahresarbeitszahl. Die jährliche erzeugte Heizenergie einer Wärmepumpe wird durch die jährlich verbrauchte Elektrizität dividiert.
kg	Kilogramm
KKW	Kern-Kraftwerk, wird auch Atom-Kraftwerk genannt (AKW)
kW	Kilo-Watt, Leistungs-Einheit, entspricht 1'000 Watt
kWh	Kilo-Watt-Stunde. Ist die Energie wenn eine Leistung von 1000 Watts während einer Stunde geleistet wird.
LAV	Laboratorium für Aero-Thermo-Chemie
MW	Mega-Watt (1 million Watts)
PSI	Paul Scherrer Institut
T	Tonne (1000 kg)
TW	Tera-Watt, Leistungs-Einheit, entspricht 1'000'000'000'000 Watts oder 1 Milliarde Kilowatts.
TWh	Tera-Watt-Stunde. Ist die Energie, wenn eine Leistung von 1 TW Watts während einer Stunde geleistet wird.
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung
WP	Wärmepumpe

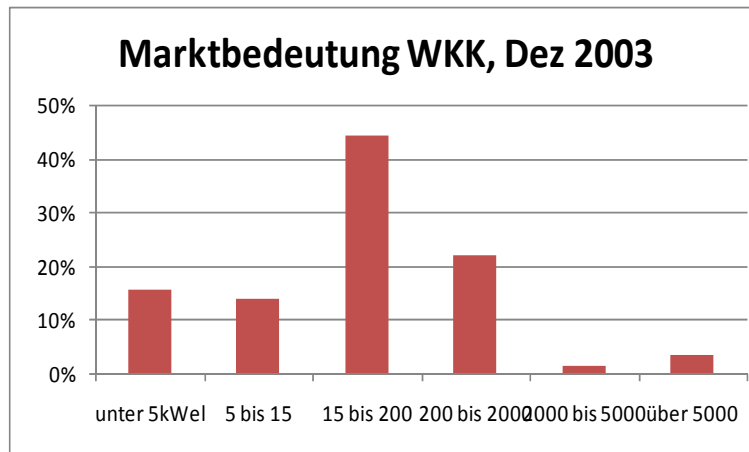
## 8.2 Literatur

- [1] Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2007, BFE, Bern, August 2008
- [2] Emissionen gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz, BAFU  
<http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/8937.pdf>
- [3] Bundesamt für Statistik, Volkszählung 2000, Kennzahlen von Gebäuden und Wohnungen, aus [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/bau-\\_und\\_wohnungswesen](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/bau-_und_wohnungswesen).
- [4] Le couplage chaleur-force, cahiers de l'électricité numéro 8, Lausanne. 1989
- [5] RAVEL, Elektrizität im Wärmesektor, Bundesamt für Konjunkturfragen, 1991
- [6] HU Schärer, Strategie zur Förderung der Wärmepumpen, BFE, Bern, Oktober 1992
- [7] F. Beyeler et al., Kommunikationskonzept zur Förderung der Wärmepumpen, BFE, Bern, November 1992
- [8] H. Pauli, F. Kühnis, Dr. Eicher+Pauli AG, WKK-Potentialstudie (Zusammenfassung), Liestal, März 1997
- [9] U. Zeller, VSG, WKK-Potentialstudie (Zusammenfassung), Zürich, März 1997
- [10] M. Zogg, Wärme und Strom aus Brennstoffen – effizient und umweltschonend, BFE, Mai 2002
- [11] Die Wärme-Kraft-Kopplung im Programm EnergieSchweiz, BFE, August 2003 (Dok.-ID 003692950)
- [12] H.P. Eicher, R. Rigassi, Dr. Eicher+Pauli AG, Zukünftige Marktbedeutung von WKK-Anlagen mit 1-1000 kW elektrischer Leistung, BFE, Dezember 2003
- [13] P. Hofer, A. Kirchner, M. Wunsch (Prognos), HU. Schärer (BFE), Energieperspektiven, Exkurs 16: Wärmepumpen und Strombedarf zur Wärmeerzeugung, Bern, Januar 2007
- [14] A. Kirchner, V. Rits (Prognos), Energieperspektiven, Techno-Economic-Assesment: Wärme-Kraft-Kopplung, Version Juni 2005
- [15] F. Rognon, Energetische Potenziale von Wärmepumpen kombiniert mit Wärme-Kraft-Kopplung, BFE, Bern, Juni 2005
- [16] K. Boulouchos, C. Lämmle, Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme, ETH Zürich, Umwandlungseffizienz von Brennstoffzellen und Verbrennungskraftmaschinen für die stationäre dezentrale Energieerzeugung, Schlussbericht, Zürich, November 2006
- [17] D. Favrat, Intégration des couplages chaleur-force dans les systems urbains: enjeux et opportunités, Workshop à Ecublens, avril 2007
- [18] R. Dettli, M. Baur, D. Philippen, M. Kernen, Potential erneuerbarer Energien in grösseren fossilen Feuerungen, BFE, Bern, Januar 2007
- [19] F. Rognon, Effizientere Nutzung von fossilen Brennstoffen und Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Erzeugung von Raumwärme und Elektrizität in der Schweiz, Bern, November 2008
- [20] S. Rieder et al., Bestätigung von Hemmnissen bei der Verbreitung von Wärme-Kraft-Kopplung in der Schweiz, Entwurf vom Oktober 2008 für die Begleitgruppe. Schlussbericht wird im Frühling 2009 vom BFE veröffentlicht.
- [21] EnergieSchweiz nach 2010 - Zwischenbericht der Strategieguppe, BFE, Bern, Dez 2008
- [22] Micro-CHP annual roundup and outlook 2007, Edinburgh, Great Britain, 2008.
- [23] Business-Modell zum "Verband Effiziente Energie Erzeugung V3E", Zürich, Dezember 2008.
- [24] Gespräche mit C. Garneri (SIG, Genf), C. Gmür (AWEL, Zürich), H. Pauli (Dr. Eicher+Pauli AG), R. Vuilleumier (Planair), K. Wiederkehr (VSE).

### 8.3 Potenziale der einzelnen Marktsegmenten nach elektrischer Leistung Details zum Kapitel 4.2

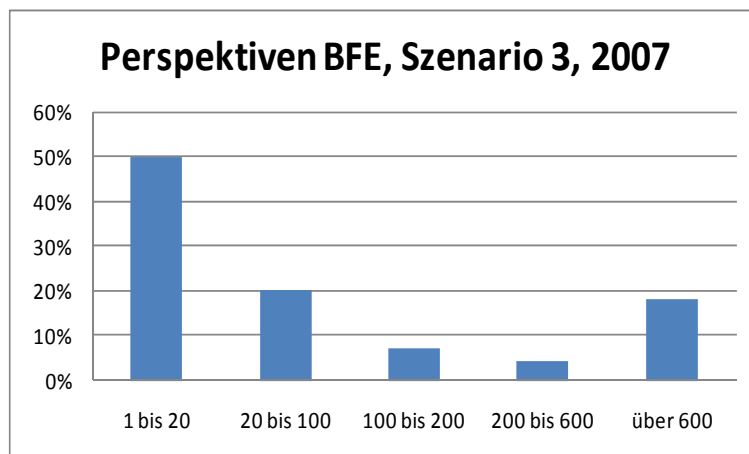
Das energetische Potenzial ist zahlenmässig bedeutend: je nach Studien sind es 7 bis 30 TWh Elektrizität. Aus Sicht einer Marktstimulierung muss die Verteilung dieses Potenziales auf die Leistungskategorien der WKK analysiert werden.

Eine erste Verteilung gibt die Studie [12] von H.P. Eicher, R. Rigassi, Dr. Eicher+Pauli AG, Zukünftige Marktbedeutung von WKK-Anlagen mit 1-1000 kW elektrischer Leistung, BFE, Dezember 2003.



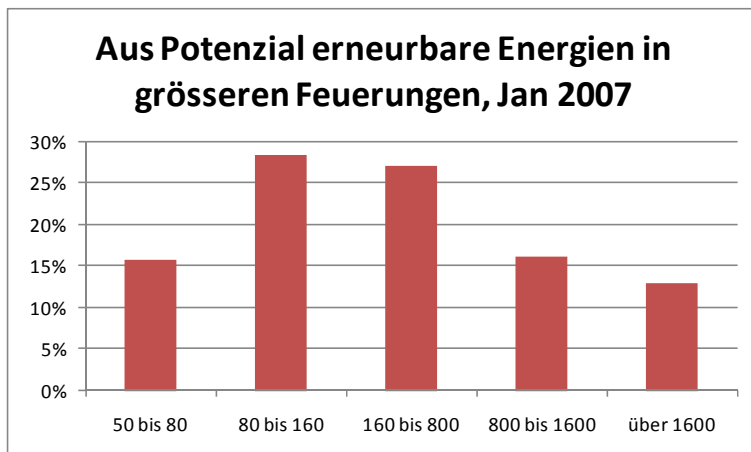
Figur 3: Marktpotential der WKK in Abhängigkeit der elektrischen Leistung gemäss [12].

Die Perspektiven des BFE 2007, Szenario 3 haben auch eine Verteilung geschätzt [13].



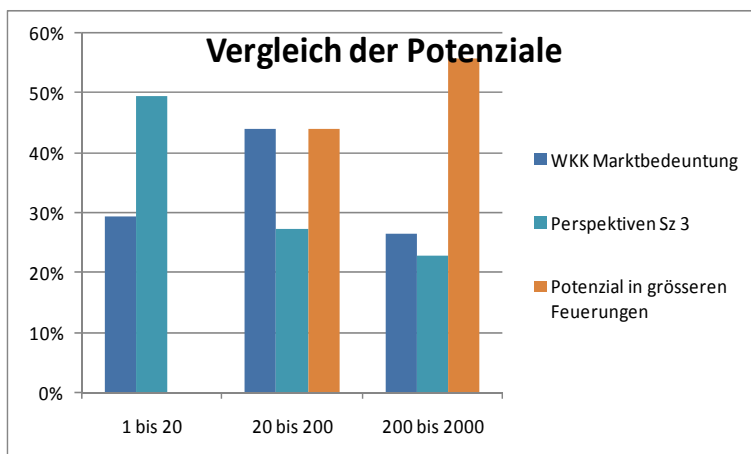
Figur 4: Marktpotential der WKK in Abhängigkeit der elektrischen Leistung gemäss [13].

Eine dritte Verteilung ergibt sich aus [18] dem Bericht von R. Dettli et al, econcept AG, Potential erneuerbarer Energien in grösseren fossilen Feuerungen, BFE, Januar 2007, berechnet. Dabei nehmen wir an, dass jede grössere Feuerung (über 350 kW) kann durch eine WKK ergänzt werden. Annahme: die WKK deckt 30% des Wärme-leistungsbedarfes und läuft somit im Bandbereich der thermischen Energie während mindestens 3500 Stunden im Jahr [RAVEL].



Figur 5: Marktpotential der WKK in Abhängigkeit der elektrischen Leistung gemäss [18]

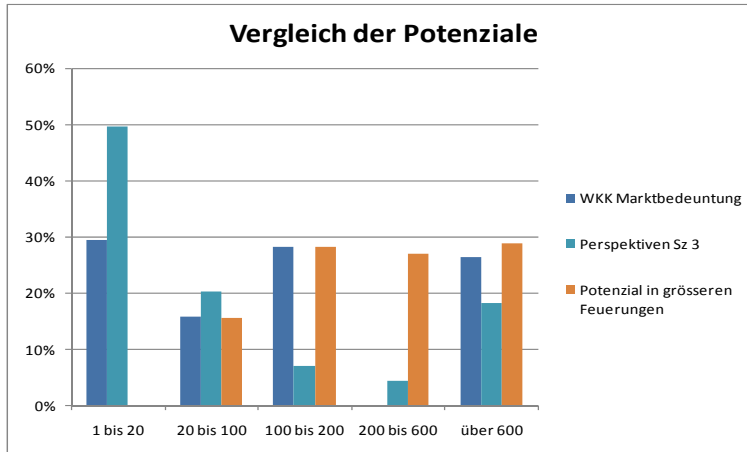
Die Verteilung der energetischen Potenziale stimmt gut überein, wenn die Leistungsklassen unter 200kW aggregiert sind. Dies zeigt das folgende Bild.



Figur 6: Marktpotential der WKK in Abhängigkeit der elektrischen Leistung, eigene Aggregation.

Eine feinere Unterteilung zwischen 20 und 200 kW ist auf Annahmen über Kosten und Rahmenbedingungen empfindlich. Tendenziell sind aber die Eckdaten wie Effizienz, Anschaffungskosten, Betrieb- und Unterhaltskosten erst ab 100kW und kleiner wesentlich anders als bei Anlagen zwischen 100 und 200kW. Daher bei der Studie Marktbedeutung von WKK-Anlagen mit 1-1000 kW elektrischer Leistung verteilen wir das Potenzial der Klasse 20 bis 200kW auf die Klassen 20 bis 100 und 100 bis 200 analog wie die entsprechenden Potenziale der Studie Potential erneuerbarer Energien in grösseren fossilen Feuerungen.

Die Verteilung des Potenzials der Stromerzeugung über die elektrischen Leistungsklassen sieht folgendermassen aus:



Figur 7: Marktpotential der WKK in Abhängigkeit der elektrischen Leistung, eigene Aggregation.

Die kleinen WKK-Anlagen unter 100kW elektrisch haben auch ein grosses Potenzial aber auch am meisten Hürden. Diese wären vorwiegend im Wohnbereich installiert.

Die Anlagen über 100kW – typischerweise für Dienstleistungen, Gewerbe und Industrie und auch Spitäler, Heime, Gastgewerbe - besitzen doch energetisch bedeutende Potentiale mit relativ wenigen bzw. tiefen Hemmnissen.