

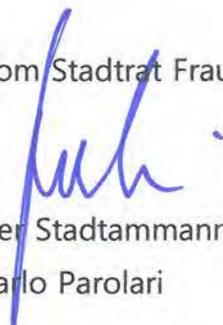
Agglomeration Frauenfeld

# RICHTPLAN ENERGIE

Richtplan

**26.09.2013**

Vom Stadtrat Frauenfeld beschlossen am 22.10.2013

  
Der Stadtammann  
Carlo Parolari

  
Der Stadtschreiber  
Ralph Limoncelli

Vom Gemeinderat Gachnang beschlossen am 24.10.2013

  
Der Gemeindeammann  
Matthias Müller

  
Die Gemeindeschreiberin  
Manuela Haas

Vom Gemeinderat Felben-Wellhausen beschlossen am 10.10.2013

  
Der Gemeindeammann  
Werner Künzler

  
Der Gemeindeschreiber  
Marc Eggensperger

Genehmigt vom Departement für Bau und Umwelt, Kanton Thurgau

Mit Entscheid Nr. 23 , am 3.4.2014

KANTON THURGAU  
DEPARTEMENT  
FÜR BAU UND UMWELT  
8500 FRAUENFELD

econcept  
Forschung / Beratung / Evaluation

---

**Begleitgruppe:**

Die Arbeiten wurden von einer Begleitgruppe unterstützt. Die Auftragnehmenden danken allen Mitwirkenden für ihre wertvollen Beiträge.

Urs Müller, Stadtrat Frauenfeld (Leitung)  
Heinz Egli, Leiter Raumplanung Frauenfeld  
Ernst Haas, Direktor Werkbetriebe Frauenfeld  
Simone Hicks, Sachbearbeiterin Raumplanung Frauenfeld  
Jürg Joss, Gemeinderat Frauenfeld  
Werner Künzler, Gemeindeammann Felben-Wellhausen  
Daniel Moos, Energieberater Frauenfeld  
Matthias Müller, Gemeindeammann Gachnang  
Jörg Schläpfer, Gemeinderat Frauenfeld  
Andreas Sutter, Kanton Thurgau

---

**Erarbeitet durch**

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich  
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

**Autoren/innen**

Reto Dettli, dipl. Masch. Ing. ETH, Betriebswissenschaftler ETH/NDS, Managing Partner, VR  
Noemi Rom, MSc ETH, Management, Technologie und Ökonomie  
Martin Meyer, MSc ETH, Energy Science and Technology  
Hannah Schmalz, Bsc Umweltnaturwissenschaften ETH

Dateiname: 1243\_be\_einergierichtplan\_nach bekanntmachung\_131028\_versand.docx  
Speicherdatum: 29. Oktober 2013

# Inhalt

<b>Energierichtplan</b>	<b>I</b>
<b>1 Energiepolitische Vision für die Agglomeration Frauenfeld</b>	<b>1</b>
1.1 Vision und Absenkpfad der Agglomeration Frauenfeld	2
1.2 Ziele der Agglomeration Frauenfeld	3
1.3 Überprüfung Zielerreichung	6
<b>2 Energierichtplan</b>	<b>9</b>
2.1 Rechtlicher Stellenwert des regionalen Energierichtplans	9
2.2 Nutzungsprioritäten	9
2.3 Plankarte	10
2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen	13
2.5 Themenbereichsübergreifende Massnahmen	43
<b>Erläuternder Bericht</b>	<b>47</b>
<b>1 Ausgangslage, Berichtsaufbau und Vorgehen im Projekt</b>	<b>49</b>
1.1 Ausgangslage	49
1.2 Berichtsaufbau	50
1.3 Vorgehen	50
<b>2 Energieverbrauch heute und in Zukunft</b>	<b>53</b>
2.1 Energieverbrauch heute in der Schweiz und in der Agglomeration Frauenfeld	53
2.2 Entwicklung des Energieverbrauchs bis 2050 der Agglomeration Frauenfeld	56
2.2.1 Gesamtendenergieverbrauch	58
2.2.2 Elektrizitätsverbrauch	60
<b>3 Erneuerbare Energien und Abwärme: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial</b>	<b>63</b>
3.1 Biomasse zur Wärmenutzung und Stromproduktion	63
3.1.1 Holz	63
3.1.2 Hofdünger	68
3.1.3 Restliche Biomasse	69
3.2 Wasserkraft	71
3.3 Sonne	72
3.4 Wind	74
3.5 Umweltwärme	75

3.6	Tiefe Geothermie (>400 m)	77
3.7	Abwärmenutzung aus der Industrie	78
3.8	Abwärmenutzung von Infrastrukturen	79
3.9	Wärme-Kraft-Koppelungen mit fossilen Brennstoffen	81
3.10	Zusammenfassung der heutigen Nutzung und der ungenutzten Potenziale an erneuerbaren Energieträgern	82
3.11	Effizienzpotenziale	86
<b>4</b>	<b>Energieinfrastruktur und Grundlagen für den Energierichtplan</b>	<b>89</b>
4.1	Erdgas	89
4.2	Bestehende und geplante Wärmeverbunde	91
4.3	Grosse Feuerungen	92
4.4	Analyse der Wärmedichte im Untersuchungsgebiet	93
4.5	Identifikation Gebiete	94
<b>5</b>	<b>Fazit und Auswirkungen auf die Erstellung des Energierichtplans</b>	<b>97</b>
	<b>Glossar</b>	<b>99</b>
	<b>Literatur</b>	<b>103</b>
	<b>Anhang</b>	<b>105</b>
A-1	Erdwärmennutzungskarte der Agglomeration Frauenfeld	105
A-2	Definition Potenzialbegriff	106

Der Berichtsteil «Energierichtplan» umfasst den behördenverbindlichen Teil, die Kapitel 1 bis 5 den erläuternden Teil.

# Energierichtplan



# 1 Energiepolitische Vision für die Agglomeration Frauenfeld

Die 2000-Watt-Gesellschaft ist eine energiepolitische Vision, die von verschiedenen Instituten aus dem ETH-Bereich entwickelt wurde (Novatlantis 2005). Vor dem Hintergrund der global schnell abnehmenden Vorräte an Ressourcen und der ungleichen Verteilung der Nutzung der Energieressourcen auf der Welt haben Forscher der ETH berechnet, welche kontinuierliche energetische Leistung weltweit im Durchschnitt pro Kopf verbraucht werden kann, ohne die Erde zu übernutzen.

Hinzu kommt die Klimaproblematik, die aus wissenschaftlicher Sicht vor allem von den Autoren des IPCC<sup>1</sup> ins Licht der internationalen Öffentlichkeit und Politik gerückt wurde. Es wird heute davon ausgegangen, dass die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperaturen 2°C nicht überschreiten soll. Andernfalls, so schreibt der Bundesrat in der Strategie «Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008-2011», drohen «katastrophale Auswirkungen für den Menschen» (ARE 2008). Damit das 2°C Ziel erreicht werden kann, müssen die globalen Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2050 massiv gesenkt werden. Im IPCC Report wird aufgezeigt, dass eine Begrenzung der Erwärmung auf 2 bis 2.4 °C eine weltweite Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 bis 85% verlangt (IPCC 2007:67).

Der Bundesrat hat das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft im Jahr 2002 zur Zielvorgabe der langfristigen Energie- und Klimapolitik der Schweiz gemacht. Die Eindämmung der Klimaerwärmung, die Verknappung der einfach zugänglichen Erdölvorräte (Peak Oil) sowie die zunehmende Konzentration der verbleibenden Vorräte an Erdöl und Erdgas auf wenige Länder (geopolitische Risiken und Abhängigkeiten) sind wichtige Gründe für die Wahl einer 2000-Watt-Strategie.

Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft geht davon aus, dass in Zukunft der Primärenergieverbrauch weltweit durchschnittlich 2'000 Watt pro Kopf und Jahr betragen darf. Davon sollen nur noch 500 Watt durch fossile Energieträger bereitgestellt werden. So wird gleichzeitig das klimarelevante Ziel eines Ausstosses von 1 Tonne CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr erreicht. Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft fokussiert zusätzlich zur 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft auf eine Beschränkung des Energieeinsatzes. Dies bedeutet, dass die Energieeffizienz von Gebäuden stärker forciert werden muss, wenn man das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft erreichen will.

---

<sup>1</sup> IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change; eine zwischenstaatliche Sachverständigengruppe über den Klimawandel, welche von den Vereinten Nationen eingesetzt wurde. Hintergrund der Forderungen des IPCC ist die Tatsache, dass die jährliche CO<sub>2</sub>-Emission bei maximal 10 Gigatonnen (Gt) weltweit liegen muss, damit innerhalb der nächsten einhundert Jahre der Temperaturanstieg infolge des Treibhauseffekts weltweit auf 2°C begrenzt bleibt (IPCC 2007). Dieser Anstieg um 2°C gilt als hinreichend tolerierbar für Mensch und Ökosysteme. Bei einer angenommenen zukünftigen Weltbevölkerung von 10 Mrd. Menschen ergibt sich aus den 10 Gt weltweit 1 Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf und Jahr.

## 1.1 Vision und Absenkpfad der Agglomeration Frauenfeld

Der Verein Energiestadt<sup>2</sup>, welcher Gemeinden auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft unterstützt, hat einen Absenkpfad erarbeitet, in dem bis 2050 ein Primärenergieverbrauch von 3500 Watt pro Kopf angestrebt wird. Nachfolgende Tabelle zeigt den Absenkpfad, wie er für Energiestadt-Gemeinden vorgeschlagen wird (Energiestadt 2010).

Zielebenen	Einheit	2005	2020	2035	2050	2000-Watt-Gesellschaft
<b>Ziel Leistung</b>	Watt pro Person	6'300	5'400	4'400	3'500	2'000
<b>Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen Total (inkl. Mobilität)</b>	Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalente pro Person	8.5	6.4	4.2	2.0	1.0

Tabelle 1: Absenkpfad für die 2000-Watt-Gesellschaft und 1 t CO<sub>2</sub> pro Kopf gemäss Energiestadt: «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft».

Die Agglomeration hat im Jahr 2011 eine durchschnittliche Leistung von 6'759 Watt pro Person<sup>3</sup> und liegt damit über dem Wert des Zielpfades von 5880 Watt (Interpolation zwischen den Werten von 2005 und 2020).

Pro Einwohner wurden in der Agglomeration Frauenfeld im Jahr 2011 rund 9 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>3</sup> ausgestossen, was für die Agglomeration rund 262'000 Tonnen CO<sub>2</sub> entspricht<sup>4</sup>. Diese Werte liegen über dem Zielpfad für den oben dargestellten Absenkpfad. Dies ist auf den hohen Anteil an fossilen Brenn- und Treibstoffen sowie den Verbrauch der Industrie zurückzuführen.

EnergieSchweiz für Gemeinden hat folgende Zielwerte bis 2050 für die Steigerung der Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien in Energiestädten formuliert.

- Bei Raumwärme und Warmwasser soll der Energieeinsatz bis 2050 um 50% reduziert (gegenüber dem Jahr 2005) und die Anteile erneuerbarer Energien sowie Abwärme auf 80% des Endenergieverbrauchs gesteigert werden.
- Beim Strom soll der Verbrauch an Endenergie im Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 2005 konstant gehalten werden und die erneuerbaren Anteile auf 80% gesteigert werden. Die fossilen Treibstoffe sollen im Jahr 2050 auf 33% des Verbrauchs im Jahr 2005 reduziert werden.

<sup>2</sup> www.energiestadt.ch

<sup>3</sup> Siehe «Erläuternder Bericht», Kapitel 2.

<sup>4</sup> Berechnung mit Emissionsfaktoren von Frischknecht und Tuchschnid 2011.

Energieeffizienz	2005	2020	2035	2050	Bemerkungen
Raumwärme und Warmwasser	100%	80%	65%	50%	Nutzenergie, inkl. genutzte Solar- und Umweltwärme
Stromverbrauch	100%	110%	110%	100%	Endenergie, inkl. Elektrowärme, inkl. Elektromobilität (PW's, Trams, Trolleybusse)
Stromverbrauch	100%	90%	80%	70%	Primärenergie, inkl. Elektrowärme, inkl. Elektromobilität (PW's, Trams, Trolleybusse)
Fossile Treibstoffe	100%	78%	56%	33%	Energiebedarf der Motorfahrzeuge als Endenergie (ohne Berücksichtigung des Flugverkehrs).
Erneuerbare Energien Abwärme / Abfälle	2005	2020	2035	2050	Bemerkungen
Raumwärme und Warmwasser, Anteil am Gesamtwärmeverbrauch	ca.10%	40%	65%	80%	Inkl. genutzte Umwelt- und Solarwärme.
Strom aus erneuerbaren Energien oder Abfällen	36%	60%	70%	80%	Im verkauften Strommix gemäss Stromkennzeichnung. Mindestens 5% des erneuerbaren Stroms soll Ökostrom (Qualität naturemade star oder gleichwertig) sein.

Energiestadt 2010

Figur 1: Ziele für die ganze Gemeinde im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien/Abwärme für den Bereich Raumwärme und Warmwasser gemäss Energiestadt (2010): «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft».

## 1.2 Ziele der Agglomeration Frauenfeld

Basierend auf der Gegenüberstellung von möglichen Entwicklungen der Energienachfrage und dem Potenzial an erneuerbaren Energien sowie den Richtlinien von EnergieSchweiz können nun die Vision und erste Ziele für die Agglomeration vorgeschlagen werden. Als übergeordnete Ziele gelten jene des kantonalen Richtplans des Kanton Thurgau (Teilbereich Energie). Darin werden folgende Ziele festgehalten:

«Energie ist möglichst nachhaltig unter Schonung von Landschaft und Umwelt zu gewinnen und zu nutzen. Im Vordergrund stehen Massnahmen zur Eindämmung von Energieverlusten sowie die Förderung von CO<sub>2</sub>-neutralen, erneuerbaren und umweltverträglichen Energien. Die Vision einer 2000-Watt-Gesellschaft soll im Zeitraum 2050 bis 2080 angestrebt werden. Um dies zu erreichen, fördern Kanton und Gemeinden eine umweltschonende, diversifizierte und sichere Energieversorgung mit folgender Priorität:

1. Energieeffizienz von Gebäuden (MINERGIE- oder MINERGIE P- Standards) und Anlagen;
2. Vermeidung von Verlusten und Nutzung von Abwärme;
3. Erzeugung und Nutzung von CO<sub>2</sub>-neutralen und erneuerbaren Energien».

Zudem sind als Erläuterungen im kantonalen Richtplan Energie folgende Zielwerte bis 2015 festgehalten:

- Der Verbrauch fossiler Energien in Gebäuden, in der Industrie, im Gewerbe, bei den Dienstleistungen und in der Infrastruktur soll gegenüber dem Jahr 2000 um 15% abnehmen.
- Der Verbrauch fossiler Energien im Verkehr soll gegenüber dem Jahr 2000 um 5% abnehmen.
- Der Verbrauch von Elektrizität soll gegenüber dem Jahr 2000 um weniger als 5% zunehmen.
- Die Produktion weiterer erneuerbarer Energien soll gegenüber dem Jahr 2000 zusätzliche 4,5% des gesamten Wärmebedarfs und zusätzliche 1.5% des gesamten Strombedarfs ausmachen.

Die Agglomeration Frauenfeld soll analog dem Kanton ebenfalls das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft verfolgen und sich dabei insbesondere auf den Absenkpfad von Energie-Schweiz für Gemeinden abstützen. Zudem ist die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energien bei der Umsetzung von Massnahmen zu berücksichtigen.

Auf dem Weg zur Erreichung der Vision werden folgende quantifizierte Umsetzungsziele festgelegt:

- **Wärmebedarf:** Bis ins Jahr 2050 soll der Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser gegenüber dem Jahr 2010 um rund 40% gesenkt werden. Als Zwischenziel soll bis ins Jahr 2025 eine Reduktion des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser um 15% angestrebt werden.
- **Stromverbrauch:** Der Gesamtstromverbrauch soll im Jahr 2050 gleich hoch liegen wie im Jahr 2010 und vorübergehend, bis 2025, nicht mehr als 10% gegenüber 2010 ansteigen.
- **Erneuerbare Wärme und Abwärme:** Der Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser soll bis ins Jahr 2050 zu 80% mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Dazu sind insbesondere die Potenziale im Bereich der Sonnenenergie, Biomasse, Umweltwärme (inkl. Geothermie) und Abwärme auszuschöpfen. Biogas und synthetische Gase (Power to Gas) sollen so weit möglich in den bestehenden Erdgasinfrastrukturen genutzt werden. Als Zwischenziel für 2025 sollen 50% des Wärmebedarfes der Gemeinden mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Der Einsatz von fossilen Energien soll vorwiegend in WKK – Anlagen mit vollständiger Wärmenutzung erfolgen.
- **Erneuerbarer Strom:** Die Potenziale zur Nutzung der erneuerbaren Energien für die Stromproduktion sollen, unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, bis ins Jahr 2050 in der Agglomeration Frauenfeld vollständig genutzt werden. Entsprechend wird ein Zubau mit einer Jahresproduktion von 70 GWh angestrebt. Bis ins Jahr 2025 sollen als Zwischenziel 20 GWh lokaler, erneuerbarer Strom zugebaut werden.

- **Treibstoffe:** Die Agglomeration Frauenfeld soll bis ins Jahr 2050 eine Reduktion des Treibstoffverbrauchs um 40% gegenüber dem Jahr 2010, also um ca. 150 GWh erreichen. Bis ins Jahr 2025 soll ein Zwischenziel von minus 15%, also eine Reduktion um ca. 55 GWh erreicht werden.

Diese Zielsetzungen sind ambitiös. Sie bedingen ein konsequentes Handeln aller Beteiligten. Das Erreichen der Ziele ist durch die Anwendung und Weiterentwicklung effizienter Technologien und einer Veränderung des Nutzerverhaltens möglich. Die Zielsetzungen werden in der folgenden Grafik zusammenfassend dargestellt.

	Wärmebedarf	Stromverbrauch	Erneuerbare Wärme und Abwärme	Erneuerbarer Strom	Treibstoffe
<b>Ausgangswert</b>	210 GWh*	179 GWh	28% des Wärmebedarfes (60 GWh aus lokalen Energieträgern)	3% des Stromverbrauchs aus lokalen Energien (6 GWh)	259 GWh
<b>Zwischenziel für das Jahr 2025</b> (ggü. 2011)	Minus 15%	Maximal plus 10%	50% des Wärmebedarfes	10% des Stromverbrauchs aus <i>lokalen</i> Energien (20 GWh)	Minus 15%
<b>Ziel für das Jahr 2050</b> (ggü. 2011)	Minus 40%	Konstant	80 % des Wärmebedarfes	40% des Stromverbrauchs aus <i>lokalen</i> Energien(70 GWh)	Minus 40%
<b>Ziele EnergieSchweiz für Gemeinden für das Jahr 2050</b> (ggü. 2005)	Minus 50%	Konstant	80% des Bedarfes für Raumwärme und Warmwasser	80% des Stromverbrauchs**	Minus 33%

Tabelle 2: Ziele für die Agglomeration Frauenfeld gemäss den erläuterten Zielwerten. Zielwerte für EnergieSchweiz für Gemeinden gemäss Energiestadt 2010.

Angenommener Stromverbrauch im Jahr 2050: 187 GWh, im Jahr 2025: 203 GWh, gemäss fortschrittlicherem Entwicklungsszenario.

\* Wärmebedarf für den Haushaltssektor (Raumwärme und Warmwasser, ohne Prozesswärme).

\*\* nicht nur aus lokalen Energieträgern, Stromimporte aus anderen Regionen, Kantonen oder aus dem Ausland sind darin enthalten.

### Erläuterungen zu den Zielgrössen

Bei der Zielsetzung des **Wärmebedarfs** für Raumwärme und Warmwasser (minus 40% gegenüber dem Bedarf von ca. 200 GWh im Jahr 2010<sup>5</sup>) der Agglomeration wird angenommen, dass aufgrund energiepolitischer Rahmenbedingungen im Durchschnitt bis ins Jahr 2050 für Gebäude eine energetische Sanierungsrate von 1.5% erreicht wird (heute beträgt die Sanierungsrate ca. 1%). Bei einer wärmetechnischen Sanierung wird mittels Wärmedämmung eine Reduktion des Wärmebedarfs von ca. zwei Dritteln gegenüber heute angenommen. Diese Reduktion basiert auf gesetzlichen Vorschriften der zu erreichenden Energiekennzahlen. In der Periode bis 2050 werden mit der angenommenen Sanierungsrate ca. 55% der Gebäude in der Agglomeration saniert. Damit kann rund 35% des Wärmebedarfs für Raumwärme und Warmwasser gegenüber heute eingespart werden. Zudem werden einige Gebäude eine Teilsanierung (z.B. Sanierung von Dach oder Fenstern) durchlaufen und damit einen geringeren Wärmebedarf als heute aufweisen. Hierbei

<sup>5</sup> Entspricht dem Energieverbrauch im Haushaltssektor der Agglomeration gemäss der Aufteilung nach Schweizerischen Durchschnittswerten minus des Anteils Strom, welcher im Haushaltssektor verbraucht wird.

gehen wir davon aus, dass ca. 40% der Gebäude eine Teilsanierung durchlaufen, die ca. 20% Wärmeeinsparung gegenüber dem heutigen Zustand erreichen. Gesamthaft wird so eine Einsparung von 40% gegenüber dem heutigen Bedarf an Raumwärme und Warmwasser erreicht.

Im **Strombereich** gehen die Szenarien des Bundes je nach Rahmenbedingungen von einem Anstieg des Strombedarfes bis 2020 respektive bis 2050 aus. Für die Agglomeration wurde ein Mittelwert der beiden Szenarien als Zielsetzung vorgeschlagen, welcher bis 2025 einen leichten Anstieg von 10% gegenüber dem Jahr 2010, also um knapp 20 GWh, zulässt (inkl. Verkehr), bis 2050 jedoch den heutigen Bedarf von ca. 180 GWh nicht übersteigen soll.

Die nutzbaren lokalen Potenziale an **erneuerbaren Energien und Abwärme** sollen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowohl für Raumwärme und Warmwasser als auch zur Stromproduktion bis ins Jahr 2050 weitgehend ausgeschöpft werden. Ein Anteil von 80% des Wärmebedarfes für Raumwärme und Warmwasser entspricht je nach Szenario im Jahr 2050 rund 40-70 GWh. Soweit sinnvoll sollen auch fossile WKK-Anlagen eingesetzt werden und damit die bestehende Erdgasinfrastruktur bestmöglich genutzt werden.

Im **Mobilitätsbereich** wird von EnergieSchweiz für Gemeinden ein Absenkpfad vorgeschlagen, welcher auch ungefähr für die Agglomeration gelten soll. Massnahmen zur Erreichung dieser Ziele liegen weitestgehend im Kompetenzbereich des Bundes. Die Reduktion im Energieverbrauch des Mobilitätssektors erfolgt vor allem durch spezifische Verbrauchsvorschriften für die Fahrzeuge sowie durch Veränderungen im Modalsplit.

Die **Suffizienz** berücksichtigt das richtige Mass des Konsums von Gütern und Dienstleistungen und gewinnt in letzter Zeit als drittes Standbein der Energiepolitik, neben der Steigerung der Effizienz (effizienter Energieeinsatz) und der Konsistenz (umweltgerechte Bereitstellung der Energie), eine steigende Bedeutung. Strategien und Massnahmen zur Steigerung der Suffizienz in der Schweiz stehen noch in Entwicklung. Die mögliche Wirkung von zukünftigen Suffizienzmassnahmen ist mit der Wahl der absoluten Verbrauchszielgrössen einbezogen.

Mit **grauer Energie** wird der Energieaufwand bezeichnet, welcher durch den Herstellungsprozess in Produkten und Dienstleistungen enthalten ist. Durch das Festlegen von absoluten Verbrauchszielgrössen werden Aspekte der grauen Energie einbezogen, sofern die Produkte oder Dienstleistungen in der Agglomeration Frauenfeld erzeugt werden.

### 1.3 Überprüfung Zielerreichung

Die Zielerreichung des Energierichtplans wird periodisch durch die Gemeinden überprüft. Die Überprüfung der Zielerreichung erfolgt federführend durch die Stadt Frauenfeld, welche die Resultate den Gemeinden Felben-Wellhausen und Gachnang zur Verfügung stellt.

Die Berichterstattung zur Umsetzung der Richtpläne der Stadt Frauenfeld erfolgt durch den Stadtrat zu Händen des Gemeinderates einmal pro Legislaturperiode (Art. 3 Baureglement der Stadt Frauenfeld, Stand 8. Dezember 2009). Beim Energierichtplan werden zwei Ebenen unterschieden

a) Leistungsebene

Das Monitoring auf der Leistungsebene umfasst den Umsetzungsstand der einzelnen Massnahmen.

b) Wirkungsebene

Das Monitoring auf der Wirkungsebene umfasst die Ermittlung des Energieverbrauchs und des Anteils der erneuerbaren Energien gesamthaft oder mittels ausgewählter Kennziffern.

Die im Richtplan formulierten Ziele können nicht alleine mit Massnahmen der Gemeinden erreicht werden. Für eine Zielerreichung ist ebenfalls eine aktive Energiepolitik auf kantonaler und nationaler Ebene nötig.



## 2 Energierichtplan

### 2.1 Rechtlicher Stellenwert des regionalen Energierichtplans

Gemäss dem kantonalen Planungs- und Baugesetz koordinieren Richtpläne die raumwirksamen Tätigkeiten und legen als Planungsziel insbesondere die künftige Nutzung des Gemeindegebietes sowie die vorgesehene Erschliessung fest. Zudem sind die Richtpläne Grundlage für die übrigen Planungsmassnahmen der Gemeinden. Sie sind behördenverbindlich und haben keine eigentumsbeschränkende Wirkung (Art. 13-15 des revidierten PBG). In der Regel verfügen Richtpläne über einen Planungshorizont von ca. 15 Jahren. Der vorliegende Teilrichtplan formuliert Zielsetzungen für das Jahr 2025.

Im Aktivitätenprogramm sind zur besseren Koordination die flankierenden Massnahmen der politischen Behörden zur Erreichung der energiepolitischen Ziele aufgeführt. Diese sind im Detail noch separat zu beschliessen.

Die Umsetzung des behördenverbindlichen Energierichtplans erfolgt mit unterschiedlichen Instrumenten, die teilweise grundeigentümergebunden sind. Dazu gehören Anpassungen in der Bau- und Zonenordnung resp. Baureglement, Vorgaben in Sondernutzungsplanungen (z.B. Gestaltungsplanungen) sowie Anschlussverpflichtungen an Wärmenetze mit erneuerbaren Energien (gestützt auf das «Gesetz über die Energienutzung» (731.1) Art. 15). Private können im Übrigen ermutigt, jedoch nicht verpflichtet werden, die räumlichen Festlegungen des Energierichtplanes zu erfüllen.

### 2.2 Nutzungsprioritäten

Die räumliche Koordination von Wärmeangebot und Wärmenachfrage folgt einer Prioritätenreihenfolge der Nutzungsprioritäten bestehender Energiequellen. In Anlehnung an die Nutzungsprioritäten des bestehenden Energierichtplans der Stadt Frauenfeld und anderer Kantone wird folgende Prioritätenreihenfolge festgelegt:

#### 1. Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Langfristig zur Verfügung stehende Industrieabwärme, die ohne Hilfsenergie direkt verteilt und genutzt werden kann sowie tiefe Geothermie.

#### 2. Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen und Industrie sowie Umweltwärme aus Flüssen, Seen und Grundwasser sowie untiefe Geothermie (ausserhalb von nutzbarem Grundwasser gemäss Erdwärmekarte).

#### 3. Erneuerbare Energieträger

— Einheimisches Energieholz in Einzelanlagen, Anlagen für Grossverbraucher oder Quartierheizzentralen (Holzschnitzelfeuerungen mit Wärmeverbund)

- Weitere Biomasse zur energetischen Nutzung in Vergärungsanlagen
- Sonnenenergie
- Wärme aus Umgebungsluft

#### 4. **Leitungsgebundene fossile Energieträger**

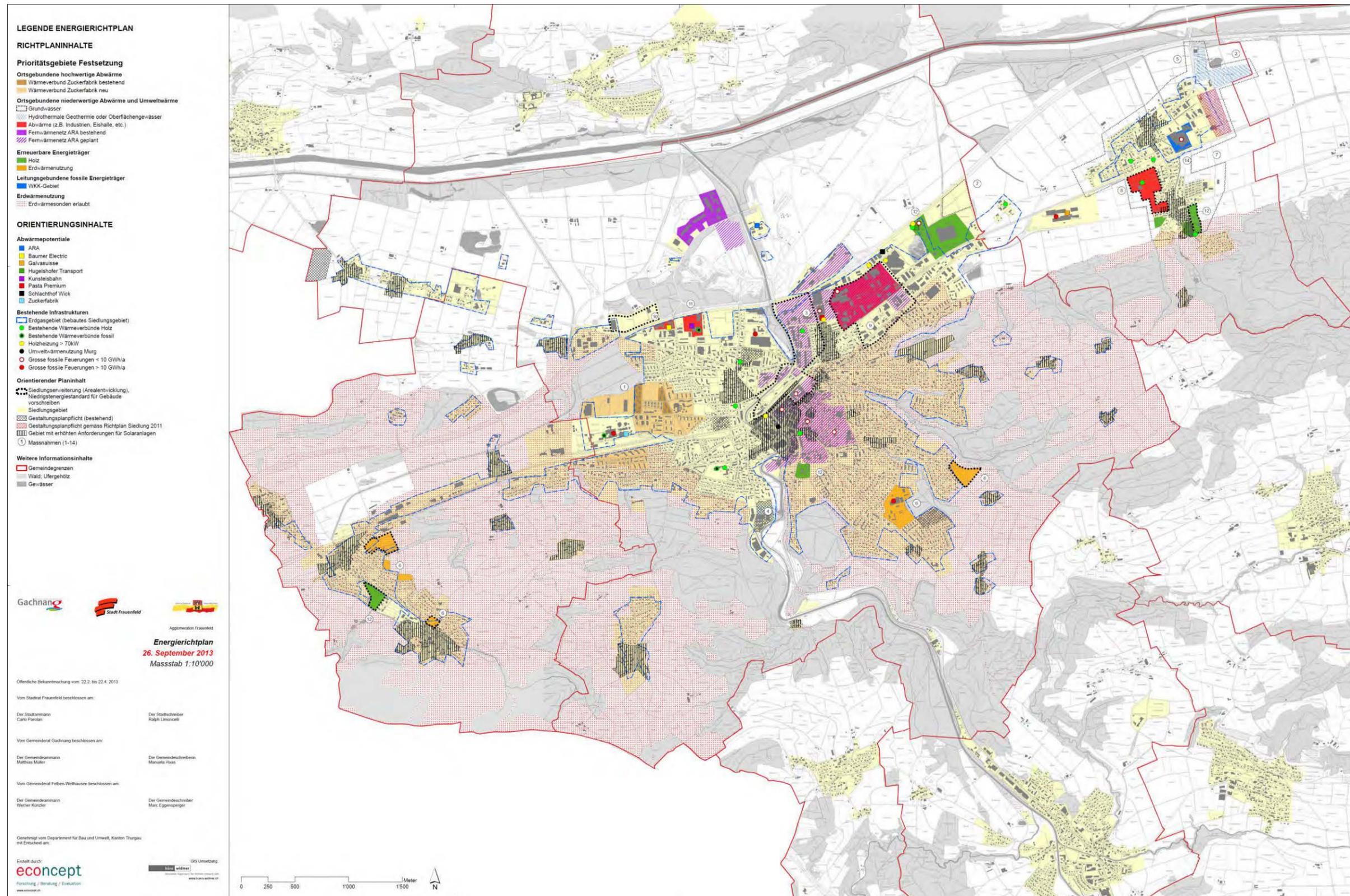
Gasversorgung für Siedlungsgebiete mit hoher Energiedichte: Für grössere Bezüger sind gasbetriebene Wärme-Kraft-Koppelungsanlagen (WKK) anzustreben.

- a. WKK-Anlagen
- b. Sonstige Gasversorgung

#### 5. **Frei einsetzbare fossile Energieträger**

Wärmeerzeugung aus Heizöl: Für Grossverbraucher sind WKK-Anlagen anzustreben.

### 2.3 **Plankarte**



Figur 2: Energierichtplan der Agglomeration Frauenfeld. Die Nummern beziehen sich auf die Massnahmenblätter im folgenden Kapitel.



## 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen

Mit dem Instrument des Richtplans werden räumliche Festsetzungen gemacht, um in den ausgeschiedenen Gebieten die Nutzung der vorgesehenen Energieträger sicherzustellen. Für die Umsetzung der Massnahmen sollen konkrete Projekte erarbeitet werden.

Im Folgenden werden die für die energieplanerischen Festsetzungen resp. die ausgeschiedenen Prioritätsgebiete relevanten Massnahmen beschrieben. Die beschriebenen Massnahmen haben einen Bezug zum Massnahmenkatalog Energiestadt, insbesondere zur Energiestadtmassnahme 1.2.1 «Energieplanung». Einzelne Massnahmen des Energierichtplans tragen zudem zu den Energiestadtmassnahmen 3.1. «Unternehmensstrategie, Versorgungsstrategie», 3.2. «Produkte, Tarife, Kundeninformation», 3.3. «Lokale Energieproduktion auf dem Gemeindegebiet» sowie 3.5.2 «Externe Abwärmenutzung bei der Abwasserreinigung» bei.

Massnahmen zur Nutzung der ortsgebundenen, hochwertigen Abwärme		Gemeinden
1	Abwärme der Zuckerfabrik	Frauenfeld
Massnahmen zur Nutzung der ortsgebundenen, niederwertigen Abwärme		
2	Tiefe Geothermie	Felben-Wellhausen
3	ARA-Abwärme (gereinigtes Abwasser)	Frauenfeld
4	Abwärme Murg	Frauenfeld
5	Abwärme Thur	Felben-Wellhausen
6	Untiefe Geothermie	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
7	Grundwasser	Frauenfeld, Felben-Wellhausen
8	Abwärme Galvaswiss	Felben-Wellhausen
9	Wärmeversorgungskonzept für das Gebiet Langdorf im Rahmen der Entwicklung des Gebietes	Frauenfeld
10	Abwärme Baumer Electric	Frauenfeld
11	Abwärme Eishalle	Frauenfeld
Massnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien		
12	Holz	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
13	Solarenergie	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen zur Nutzung leitungsgebundener, fossiler Energieträger		
14	Erdgasversorgung und WKK-Anlagen	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang

Tabelle 3: Massnahmenübersicht, ohne flankierende Massnahmen. Die Nummern beziehen sich auf die Nummern im Energierichtplan.

Zudem werden im nachfolgenden Kapitel themenbereichsübergreifende Massnahmen beschrieben, welche unterstützend wirken.



## Thema **Abwärme Zuckerfabrik (1)**

**Gemeinde** Frauenfeld

**Ausgangslage** Die Zuckerfabrik produziert einen Teil der benötigten Elektrizität selbst. Mit der Abwärme der Zuckerfabrik wird heute ein Wärmeverbund gespeist, an welchem die Gebäude westlich der Sonnenhofstrasse sowie die Gebäude zwischen Häberlinstrasse, Oberwiesenstrasse und Scheuchenstrasse angeschlossen sind. Zudem wurden die beiden Gebäude nördlich der Scheuchenstrasse ebenfalls angeschlossen. Im letzten Jahr wurden 1.3 GWh Abwärme und 2.7 GWh Primärwärme an den Wärmeverbund geliefert<sup>6</sup>. Es besteht noch ein zusätzliches Potenzial zur Nutzung der anfallenden Abwärme. Bei einer Sanierung des Wärmeverbundes kann eine zusätzliche Wärmezentrale installiert werden (z.B. WKK-Anlage oder Holzheizung). Eine solche wird bereits heute benötigt, da die Abwärme der Zuckerfabrik nicht ganzjährig anfällt.

Folgende Gebiete wären für eine Erweiterung des Wärmeverbundes sinnvoll und im Detail zu prüfen:

Gebiet / Überbauung	Ungefährerer Energiebezug GWh/a	Kommentar
Gebäude westlich der Sonnenhofstrasse		
Gebäude zwischen Häberlinstrasse, Oberwiesenstrasse und Scheuchenstrasse	4.0 GWh	Bereits angeschlossen
Gebäude nördlich der Scheuchenstrasse		
Gebiet zwischen den angeschlossenen Siedlungen	0.7 GWh	W3 Zone, geeignet für Wärmeverbund
Erweiterungsgebiet ohne Solitüde	9.1 GWh	W3 Zone, geeignet für Wärmeverbund
Erweiterung südlich der Geleise	4.0 GWh	W3 Zone, geeignet für Wärmeverbund
<b>Summe</b>	<b>13.8 GWh</b>	

Tabelle 4: Abschätzung des Wärmebedarfes des ausgeschiedenen Gebietes für die Erweiterung des Wärmerings der Zuckerfabrik.<sup>7</sup>

**Ziele** Die Abwärme der Zuckerfabrik soll möglichst gut und verstärkt extern in einem Wärmenetz genutzt werden.

Die dafür geeigneten Gebiete sollen mittels geeigneten Instrumenten (z.B. Anschlussverpflichtung) möglichst umfassend angeschlossen werden. Die Sanierung des bestehenden Wärmenetzes steht in den nächs-

<sup>6</sup> Aussage gemäss Diego Knap, Leiter Dienste Zuckerfabrik, Auskunft per Email.

<sup>7</sup> Die Abschätzungen zum Wärmebedarf des Gebietes basieren auf der Gebietsfläche (gemessen anhand des Planes) und der Annahme eines Ausbaugrades von 0.9, einem Abzug von Verkehrsfläche / Baufläche von 0.82 und einer EKZ für dieses Gebiet von 630 MJ/m<sup>2</sup>a. Die verwendeten Zahlen basieren auf SIA 380/1 und Erfahrungswerten von econcept. Der Energiebedarf wurde so auf 2800 GJ/ha geschätzt.

ten Jahren an und soll mit einem allfälligen Ausbau des Netzes kombiniert werden.

<i>Massnahmen</i>	<p>Koordinationsstand: Festsetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Abwärme der Zuckerfabrik ist weiterhin zu nutzen und ein Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes ist im Detail zu prüfen.</li> <li>— Der Einbezug einer Wärmekraftkoppelungsanlage in die Wärmeerzeugung des Fernwärmenetzes ist zu prüfen.</li> </ul>
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Detailkonzept zur Nutzung des vorhandenen Abwärmepotenzials in der Zuckerfabrik und für die Wärmebereitstellung in den Monaten, in denen keine Abwärme anfällt. Dies in Koordination mit der Erneuerung des bestehenden Netzes und der Spitzendeckung.</li> <li>— Interessensabklärung bei den Eigentümer/innen der Gebäude im ausgeschiedenen Perimeter.</li> <li>— Klärung der Finanzierung der Erweiterung des Wärmeverbundes und allfällige Zusammenarbeit mit Contractoren.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Wärmeversorgung Frauenfeld West AG in Zusammenarbeit mit der Energieberatungsstelle und Raumplanung der Stadt Frauenfeld.
<i>Kosten</i>	-
<i>Erwartete Wirkung</i>	Ersatz fossiler Feuerungen.
<i>Zeitplan</i>	Bis Ende 2015: Nötige Grundlagen für die Formulierung von eigentü-merverbindlichen Instrumenten sind vorhanden.
<i>Indikatoren / Controlling</i>	Anzahl angeschlossene Gebäude.

## **Thema**      **Tiefe Geothermie (2)**

*Gemeinde*      Felben-Wellhausen

*Ausgangslage*      Die tiefe Geothermie wird heute in Frauenfeld und Region nicht genutzt. Eine Studie über die Potenziale der Nutzung der Erdwärme im Kanton Thurgau («Konzept Geothermie Thurgau») hat ergeben, dass der Kanton für eine hydrothermale Nutzung ein mittleres bis grosses technisch nutzbares Potenzial zur Wärmegewinnung aufweist. In den südlichen und südöstlichen Kantonsteilen sei dieses Potenzial auch zur Stromversorgung geeignet. Für die Nutzung der Geothermie im trockenen Grundgebirge (EGS-Verfahren analog Pilotprojekt Basel) bestehe für die Strom- und Wärmeproduktion ein theoretisch grosses Potenzial. Das in absehbarer Zeit technisch nutzbare Potenzial könne aber nicht zuverlässig beschrieben werden, da die möglichen Erschliessungsmethoden noch zu wenig erprobt seien. Das Abnehmerpotenzial findet sich lokal bei grossen Gewerbe- und Industriebetrieben mit entsprechendem Wärmebedarf. Für den Bereich Wohn- und Gewerbebauten kann das Abnehmerpotenzial mit Fernwärmenetzen verbessert werden.

Die Nutzung der tiefen Geothermie kommt in der Agglomeration in Felben-Wellhausen in Frage. Die Firma Gerber Gemüsebau liegt am östlichen Rande der Gemeinde Felben-Wellhausen im Gewässerschutzbereich Au. Für eine Probebohrung müsste entsprechend eine Sonderbewilligung eingeholt werden. Der Gemüsebau hat einen erheblichen Wärmebedarf für die Gewächshäuser. Direkt neben dem Areal der Firma Gerber sind zukünftig neue Arbeitszonen angedacht. Damit wird der Wärme- und Kühlbedarf in der unmittelbaren Umgebung ansteigen. Das Gebiet eignet sich aus der Perspektive der Wärmenachfrage daher für eine Testbohrung zur energetischen Nutzung des Untergrundes.

*Ziele*      Es soll vertieft abgeklärt werden, ob der Standort beim Gemüsebau Gerber für die Nutzung der tiefen Geothermie zu energetischen Zwecken geeignet ist. Für das ausgeschiedene Gebiet für eine strategische Arbeitszone solle ein Gestaltungsplan erstellt werden, welcher Anforderungen an die Bauweise der Gebäude und an die zu nutzenden Energieträger umfasst.

*Massnahmen*      Koordinationsstand: Vororientierung

- Die Gemeinde Felben-Wellhausen klärt zusammen mit der Firma Gerber und dem Kanton Thurgau die Möglichkeiten für eine Nutzung der tiefen Geothermie ab. Mit einer Probebohrung sollen Eigenschaften des Untergrundes erkundet werden.
- Für das Gebiet der strategischen Arbeitszone soll ein Gestaltungs-

plan erstellt werden, welcher energetische Aspekte an die Bauweise und an den Energieverbrauch/Energieträger enthält.

<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Kontaktaufnahme mit der Firma Gerber und dem Kanton Thurgau und Diskussion über eine mögliche Zusammenarbeit und Ermöglichung einer Sonderbewilligung für eine Probebohrung im Grundwasserschutzgebiet.</li> <li>— Kontaktaufnahme mit Projektverantwortlichen des Projektes in Schlattingen, um über deren Erfahrung und eine allfällige Übertragung auf den Gemüsebau Gerber zu diskutieren.</li> <li>— Grobe Vorstudie und anschliessend Detailkonzept für eine Probebohrung.</li> <li>— Vergleich der Wirtschaftlichkeit mit möglichen Alternativen.</li> <li>— Bestimmung der Kriterien, die der Gestaltungsplan für das Gebiet des strategischen Arbeitsgebiet enthalten soll (Niedrigstenergiestandard und Nutzung der tiefen Geothermie falls möglich).</li> <li>— Auf Grund der Erfahrungen mit den Probebohrungen sollen weitere Einsatzmöglichkeiten evaluiert werden.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Gemeinde Felben-Wellhausen in Zusammenarbeit mit dem Kanton Thurgau und der Energieberatungsstelle.
<i>Kosten</i>	<p>Vorprojekt: Machbarkeitsstudie CHF 30'000-50'000.</p> <p>Bohrung: Im Projekt in Schlattingen hat der Kanton Thurgau im Nichterfolgsfall die Risikodeckung von CHF 3'500'000 aus dem Energiefonds übernommen<sup>8</sup>.</p>
<i>Erwartete Wirkung</i>	Die Wirkung ist sehr schwierig abzuschätzen und kann erst aufgrund der Probebohrung abschliessend abgeschätzt werden. In Schlattingen sollen die vom Gemüsebau benötigten 20 GWh Wärme pro Jahr mit der tiefen Geothermie gedeckt werden können.
<i>Zeitplan</i>	<p>Bis Mitte 2014: Klärung, ob Projekt weiterverfolgt wird.</p> <p>Bis 2015: Vorprojekt durchgeführt.</p> <p>2018: Probebohrung.</p>
<i>Indikatoren / Controlling</i>	k.A.

<sup>8</sup> Gemäss: <http://www.grob-gemuese.ch/cms/index.php?id=39>

## Thema ARA-Abwärme (3)

Gemeinde Frauenfeld

**Ausgangslage** Die Abwärme der ARA weist ein ungenutztes Wärmepotenzial von rund 17'800 MWh/a auf<sup>9</sup>. Dieses Potenzial soll mit dem Bau des Fernwärmerings Frauenfeld künftig erschlossen werden. Für die Umsetzung des Fernwärmeringes wurden erste Massnahmen bereits umgesetzt und ein Grobkonzept für den Wärmeverbund liegt vor. Dabei wurden geeignete Gebiete bestimmt, die für die ARA-Abwärmenutzung in Frage kommen. Zudem wurde klar, dass ein kalter Wärmeverbund energetisch wie auch ökonomisch günstiger abschneidet. Damit wird die benötigte Wärme für Raumwärme und Warmwasser dezentral mit Wärmepumpen erzeugt. Für die Umsetzung des kalten Fernwärmeringes wird ein Contracting-Modell angestrebt, an welchem die Werkbetriebe Frauenfeld beteiligt sind.

Folgende Gebiete wurden für die Nutzung der ARA-Abwärme (kalter Fernwärmering) ausgeschieden:

Gebiet / Überbauung	Nutzenergiebedarf GWh/a	Kommentar
Kantonale Liegenschaften	5.5	Priorität 1
Städtische Liegenschaften	0.7	Priorität 1
<b>Total Priorität 1</b>	<b>6.2</b>	
ARA Waffenplatz	4.6	Priorität 2 (bereits an BHKW mit warmer Abwärme angeschlossen)
Bestehende Objekte	5.1	Priorität 2
Potenzial Überbauungsflächen	3.2	Priorität 2
Andere Liegenschaften	1.9	Priorität 2
<b>Total Priorität 2</b>	<b>14.8</b>	
Gebiet Langdorf	1.8	Priorität 3
<b>Total Priorität 3</b>	<b>1.8</b>	

Tabelle 5: Nutzenergiebedarf der für die ARA-Abwärme ausgeschiedenen Gebiete. <sup>10</sup>

Neben dem geplanten kalten Fernwärmering besteht bereits ein warmer Fernwärmering in der Nähe der ARA, welcher die Kaserne beheizt. Falls die Kaserne erweitert wird, soll diese an den bestehenden warmen Fernwärmering angeschlossen werden. Diese beiden Gebiete wurden für die Nutzung der ARA-Abwärme mit einem warmen Wärmeverbund ausgeschieden.

<sup>9</sup> Werkbetriebe Frauenfeld: Management Summary Fernwärmering Frauenfeld.

<sup>10</sup> Gemäss persönliche Kommunikation vom 2. Oktober 2013 mit Herrn Daniel Moos.

*Ziele* Das Abwärmepotenzial der ARA-Frauenfeld soll in der Innenstadt von Frauenfeld mit einem kalten Wärmeverbund genutzt werden.

*Massnahmen* Koordinationsstand: Festsetzung

- Die Umsetzung des Wärmeverbundes soll weitergeführt und vorangetrieben werden.
- Das Wärmenetz zur Nutzung der Abwärme der ARA in der Innenstadt von Frauenfeld soll gebaut und die Gebäudeeigentümer/innen für einen Anschluss gewonnen werden.

*Vorgehen, nächste Schritte*

- Einholen von Absichtserklärungen für den Anschluss an den Fernwärmering von Gebäudeeigentümer/innen im ausgeschiedenen Gebiet.
- Für neue Gebäude: Klärung, ob Anschlusspflicht für neue Liegenschaften im ausgeschiedenen Gebiet ausgesprochen werden soll.
- Für die dezentralen WP: Stromangebot aus erneuerbaren Energien aus der Region. Zubau von entsprechenden Anlagen Sonne, Biomasse, evtl. tiefe Geothermie (Zusammenarbeit mit den EVU für entsprechendes Angebot).

*Federführung* Wärme Frauenfeld AG in Zusammenarbeit mit der Stadt Frauenfeld.

*Kosten* Für einen Vollausbau des Wärmenetzes mit den Prioritäten 1, 2 und 3 wird mit 15.3 Mio. CHF gerechnet<sup>11</sup>.

*Ziele* Mitte 2013: Detailkonzept Wärmeverbund finalisiert.  
2014/2015: Umsetzung Wärmeverbund und Anschluss der Gebäude.

*Indikatoren / Controlling* Anzahl angeschlossene Gebäude.

<sup>11</sup> Gemäss Präsentation von Daniel Moos, 16. Dezember 2011.

<b>Thema</b>							
<b>Abwärme Murg (4)</b>							
<i>Gemeinde</i>	Frauenfeld						
<i>Ausgangslage</i>	<p>Die Murg weist ein kleines Wärmepotenzial auf, welches in unmittelbarer Nähe zur Murg in Neubauten genutzt werden kann. Im Gebiet Äussere Stammerau in Frauenfeld ist ein Neubaugebiet geplant, welches für die Nutzung der Murgabwärme in Frage kommt. Gemäss den Grundlagen kann der Murg weitere Wärme im Rahmen von 28 MWh/a entzogen werden, was für die Versorgung von ca. 7 Neubauwohnungen ausreicht.</p> <p>Als geeignetes Gebiet kommt ein noch unbebautes Gebiet Äussere Stammerau in Frage.</p>						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gebiet / Überbauung</th> <th>Ungefährerer Energiebezug GWh/a</th> <th>Kommentar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Äussere Stammerau</td> <td>0.6 GWh</td> <td>Neubaugebiet, Minergie-P Standard<sup>12</sup></td> </tr> </tbody> </table>	Gebiet / Überbauung	Ungefährerer Energiebezug GWh/a	Kommentar	Äussere Stammerau	0.6 GWh	Neubaugebiet, Minergie-P Standard <sup>12</sup>
Gebiet / Überbauung	Ungefährerer Energiebezug GWh/a	Kommentar					
Äussere Stammerau	0.6 GWh	Neubaugebiet, Minergie-P Standard <sup>12</sup>					
	Tabelle 6: Nutzenergiebedarf der für die ARA-Abwärme ausgeschiedenen Gebiete						
<i>Ziele</i>	Die Abwärme der Murg soll, sofern sie sinnvoll eingesetzt werden kann, genutzt werden. Ein Neubaugebiet im Niedrigstenergiestandard ist dafür Voraussetzung.						
<i>Massnahme</i>	<p>Koordinationsstand: Zwischenergebnis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Nutzung der Abwärme der Murg soll vorbereitet und koordiniert umgesetzt werden.</li> </ul>						
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Prüfen der detaillierten Voraussetzungen zur Nutzung der Wärme der Murg (maximale Abkühlung des Flusses im Winter bestimmt die erlaubte Entnahmemenge der Wärme massgeblich).</li> <li>— Festlegen einer Gestaltungsplanpflicht für die Überbauung des Gebietes. Einbezug von Auflagen für einen Niedrigstenergiestandard der Bauten und zur Nutzung der Abwärme der Murg.</li> <li>— Alternativ zur Gestaltungsplanpflicht: Ausscheiden des Gebietes für ein Wohnen nach den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft (Wärme- und Strombedarf soll aus lokalen Quellen gedeckt werden).</li> </ul>						
<i>Federführung</i>	Stadt Frauenfeld, Energieberatungsstelle in Zusammenarbeit mit Raumplanung.						
<i>Kosten</i>	k.A.						

<sup>12</sup> Annahme, dass die benötigte Wärmemenge 60 kWh/m<sup>2</sup> EBF aus der Murg und zusätzlich 15 kWh Strom nötig. Dies entspricht den Anforderungen von Minergie-P mit einer gewichteten Energiekennzahl von 30 kWh/m<sup>2</sup> wobei Strom doppeltgewichtet ist und Umweltwärme eine Gewichtung von 0 hat.

<i>Erwartete Wirkung</i>	Niedrigstenergiestandard und Nutzung erneuerbarer Wärme statt fossilen Energieträgern.
<i>Zeitplan</i>	Mitte 2015: Vorprojekt durchgeführt, Sondernutzungsplanung erstellt.
<i>Indikatoren / Controlling</i>	k.A.

<b>Thema</b>	<b>Abwärme Thur (5)</b>
<i>Gemeinde</i>	Felben-Wellhausen
<i>Ausgangslage</i>	<p>Die Abwärme der Thur wird zurzeit entlang dem ganzen Flusslauf nicht genutzt. Die Wärmenutzung ist grundsätzlich erlaubt, sofern die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Eine Nutzung für Kühlzwecke ist jedoch nicht erlaubt. Für die Nutzung in Frage kommt der Gemüsebau Gerber in Felben-Wellhausen, der in einer Distanz zur Thur von 0.6 km liegt.</p> <p>Der Wärmebedarf der Firma Gerber ist zurzeit nicht bekannt. Zum Vergleich: der Gemüsebau Grob in Schlattingen hat einen Wärmebedarf von ca. 20 GWh/a.</p> <p>Eine neue Zone für intensive Landwirtschaft am Ufer der Thur in Felben-Wellhausen soll gemäss Richtplan Siedlung neu eingezont werden. Eine Nutzungsplanänderung soll in den nächsten Jahren durchgeführt werden.</p> <p>Ob die Nutzung der Thur oder die Nutzung des tiefen Untergrundes am Standort der Firma Gerber in Felben-Wellhausen zielführender ist, soll mit einer Detailanalyse abgeklärt werden (Abstimmung mit Thema tiefe Geothermie (2)).</p>
<i>Ziele</i>	Die Nutzung der Thurabwärme in Felben-Wellhausen soll geprüft werden. Dazu in Frage kommt der Gemüsebau Gerber sowie das neu ausgeschiedenen Gebiet für eine neue strategische Arbeitsplatzzone in Felben-Wellhausen. Im Rahmen der Nutzungsplanung soll die Energieversorgung des Gebietes einbezogen werden.
<i>Massnahmen</i>	<p>Koordinationsstand: Vororientierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Das Wärmepotenzial der Thur in Felben-Wellhausen soll im Detail geprüft werden.</li> <li>— Für die neu zu schaffende Arbeitszone soll eine Vorgabe an den zu nutzenden Energieträger gemacht werden. Im Rahmen einer Potenzialstudie soll geklärt werden, ob die Nutzung der tiefen Geothermie oder der Abwärme der Thur sinnvoller umgesetzt wird.</li> </ul>
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Genaue Abklärungen zu vorhandenem Abwärmepotenzial der Thur und möglichen Wärmabnehmer: Firma Gerber, neue strategische Arbeitsplatzzone, neue Landwirtschaftszone.</li> <li>— Erarbeiten von Vorgaben an die neu auszuscheidende Arbeitszone und Landwirtschaftszone in Felben-Wellhausen (Sondernutzungsplanung).</li> </ul>

<i>Federführung</i>	Gemeinde Felben-Wellhausen, Zusammenarbeit mit der Energieberatungsstelle und mit dem Kanton.
<i>Kosten</i>	Studie zur Nutzung des Potenzials in Felben-Wellhausen: ca. 20kFr.
<i>Erwartete Wirkung</i>	Ersatz fossiler Wärmeerzeugung bei Gerber Gemüsebau.
<i>Zeitplan</i>	2015: Klärung, ob Tiefenbohrung oder Abwärmenutzung auf dem Areal der Firma Gerber genutzt werden soll.
<i>Indikatoren/ Controlling</i>	k.A.

## Thema **Untiefe Geothermie (6)**

**Gemeinden** Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang

**Ausgangslage** Die drei Gemeinden haben unterschiedliche Ausgangslagen hinsichtlich der Nutzung der untiefen Geothermie (bis 400 Meter). In der Gemeinde Gachnang ist die Nutzung der Erdwärme vielerorts nutzbar. In den Gemeinden Frauenfeld und Felben-Wellhausen ist die Nutzung zum Teil auf grossen Gebieten eingeschränkt (Grundwasserschutzgebiete). In den Gebieten mit Grundwasserschutz ist die Nutzung der Erdwärme in Erdregister und Wärmekörben bewilligungsfähig. Diese beiden Technologien sind näher an der Oberfläche und benötigen, um die gleiche Wärmemenge zu beziehen, grössere Flächen als Erdwärmesonden. Der Einsatz von Wärmekörben und Erdregister ist daher beschränkt, da diese vor allem in Neubaugebieten eingesetzt werden können. Des Weiteren ist ein minimaler Abstand von 2 m zum höchsten Grundwasserpegel einzuhalten, was im Thurtal oftmals nicht möglich ist.

Die Nutzung der Erdwärme ist nachfragelimitiert und in den Gebieten, in denen die Nutzung nicht eingeschränkt ist, in fast allen Gebäuden einsetzbar. In den Neubaugebieten mit dem Charakter *Siedlungsentwicklung* oder *Siedlungserweiterung* soll die Erdwärmenutzung eigentümerverbindlich vorgeschrieben werden. Dies betrifft:

- Die Siedlungsentwicklungsgebiete Geisel und Wasen in Gachnang
- Die Siedlungserweiterungsgebiete Chapf in Gachnang
- Das Siedlungserweiterungsgebiet Puurewies in Frauenfeld

**Ziele** Die Nutzung der untiefen Geothermie soll in allen Gemeinden verstärkt werden.

**Massnahmen** Koordinationsstand: Zwischenergebnis

Neubaugebiete:

- Die Gemeinden fördern die Nutzung der untiefen Geothermie, reduzieren Hemmnisse für die Umsetzung und bieten entsprechende unterstützende Angebote für die Gebäudeeigentümer/innen an.
- Bei Neubaugebieten mit Sondernutzungsplanpflicht wird die Nutzung der untiefen Geothermie in vorgeschrieben, sofern keine anderen erneuerbaren Energieträger eingesetzt werden, respektive die Gebiete für andere Energieträger ausgeschieden wurden.
- Information an Gebäudeeigentümer/innen über Optionen zur Nutzung der Erdwärme in den Gebiete, in welchen die Nutzung zulässig ist und keine anderen erneuerbaren Energieträgern oder Abwärme-

quellen ausgeschieden wurden.

Bestehende Gebiete:

- Information über Heizungsersatz und Möglichkeiten der Erdwärmennutzung bei fossilen Feuerungen (im Rahmen der Feuerungskontrollen und der Energieberatung).
- Organisation spezifischer Veranstaltungen für Eigentümer/innen von alten fossilen Feuerungen Erdwärme (vgl. nachfolgendes Kapitel «Themenbereichsübergreifende Massnahmen»).
- Information über finanzielle Unterstützung für die Nutzung der Erdwärme (vgl. nachfolgendes Kapitel «Themenbereichsübergreifende Massnahmen»).

*Vorgehen,  
nächste  
Schritte*

- Konzept für Informationsveranstaltungen für Gebäudeeigentümer/innen.
- Zusammenstellung der Daten der Feuerungskontrollen zur Erfassung jener Gebäude, mit alten Feuerungen im Gebiet ohne Grundwasserschutz.
- Ausgestaltung von Sondernutzungsplanungen für die oben erwähnten Siedlungsentwicklungsgebiete.
- Analyse der Hemmnisse bei der Nutzung untiefer Geothermie und allfällige Verbesserungen, z.B. bei den Bewilligungsverfahren.
- Ausgestaltung von finanzieller Förderungsangeboten bei der Nutzung der untiefen Geothermie (in Koordination mit dem Kanton Thurgau und den Werkbetrieben Frauenfeld).

*Federführung*

Energieberatungsstelle, in Zusammenarbeit mit dem Kanton und den Werkbetrieben Frauenfeld.

*Kosten*

k.A.

*Erwartete  
Wirkung*

Ersatz fossiler Heizsysteme durch Erdwärmepumpen.

*Zeitplan*

2015: Ausgestaltung von Informations- und Beratungsangebote für Eigentümer/innen mit alten fossilen Feuerungen.

2016: Sondernutzungsplanungen in den Siedlungsentwicklungsgebieten in Koordination mit dem Fahrplan der Siedlungserweiterung.

*Indikatoren/  
Controlling*

Anzahl installierte Wärmepumpen (Erdwärmepumpen).

<b>Thema</b>	<b>Grundwasser (7)</b>
<i>Gemeinden</i>	Frauenfeld, Felben-Wellhausen
<i>Ausgangslage</i>	Die Nutzung des Grundwassers zur Wärmeengewinnung ist in einigen Gebieten der Agglomeration nicht möglich. In Frauenfeld Ost, hinter dem Paketzentrum im Industriegebiet (bei der Firma Serto AG) wurde ein Gebiet für die Nutzung des Grundwasser ausgeschieden. Die Bewilligung zur Nutzung von Grundwasserwärme wurde von Frauenfeld bereits erteilt. Zudem wurde ein Gebiet in Felben-Wellhausen für die Wärmenutzung des Grundwassers ausgeschieden. In diesem Gebiet ist die Nutzung der Erdwärme eingeschränkt, die Nutzung des Grundwassers (ausserhalb der Schutzzonen) jedoch möglich unter Berücksichtigung der Auflagen des Kantons möglich (vgl. Merkblatt Nutzung Umweltenergie Kanton Thurgau).
<i>Ziele</i>	Die Nutzung des Grundwassers soll intensiviert werden. Die dafür nötigen Bewilligungsverfahren sind zu beschleunigen. Das Grundwasser soll im Gebiet in Frauenfeld Ost und in Felben-Wellhausen genutzt werden.
<i>Massnahme</i>	Koordinationsstand: Vororientierung <ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Grundwasserfassung des Neubaugebiets in Frauenfeld Ost soll für die Wärmeversorgung für weitere geeignete Gebäude in der Umgebung genutzt werden.</li> <li>— In Felben-Wellhausen soll die Wärmenutzung aus dem Grundwasser intensiviert werden.</li> </ul>
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Klärung, wie gross die geplante Fassung ist und welche weiteren Kapazitäten bestehen.</li> <li>— Werden zusätzliche Gebäude im für Grundwassernutzung ausgeschiedenen Gebiet erstellt, so soll geprüft werden, ob diese ebenfalls mit Grundwasser versorgt werden können. Im Idealfall kann die gleiche Fassung genutzt werden.</li> <li>— In Felben-Wellhausen sollen die grösseren Gebäude im dafür ausgeschiedenen Gebiet für eine mögliche Nutzung des Grundwassers geprüft werden.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Stadt Frauenfeld, Energieberatungsstelle in Zusammenarbeit mit Felben Wellhausen.
<i>Kosten</i>	k.A.
<i>Erwartete Wirkung</i>	k.A.

*Zeitplan*            Bis 2018: Konzept zur Nutzung des Grundwassers.

*Indikatoren/*        k.A.

*Controlling*

Thema	Abwärme Galvaswiss (8)
-------	------------------------

<i>Gemeinde</i>	Felben-Wellhausen
-----------------	-------------------

<i>Ausgangslage</i>	Im Neubaugebiet in Felben-Wellhausen soll die Abwärme der Firma Galvaswiss genutzt werden.
---------------------	--

Bei der Galvaswiss fällt Abwärme auf ca. 40°C an. Die Abwärme kommt aus verschiedenen Bädern, die grösste Menge fällt beim Zinkbad an. Dieses hat eine Temperatur von ca. 440°C und ist 16 Meter auf 2.1 Meter gross. Die Abstrahlung beträgt ca. 15 kWh/m<sup>2</sup>, während ungefähr 15 Stunden am Tag. Die übrigen Bäder geben deutlich weniger Wärme ab (zusammen weniger als 10%)<sup>13</sup>. Die genaue anfallende Wärmemenge, die extern genutzt werden kann, ist damit noch unklar und muss in einem weiteren Schritt bestimmt werden. Eine Schätzung geht von mindestens 550 MWh/a aus.

Das Neubaugebiet in Felben-Wellhausen liegt ca. 0.8 km von der Galvaswiss entfernt. Bei einem Gebäudestandard analog Minergie-P wird dieses Gebiet einen Wärmebedarf von ungefähr 3.6 GWh/a aufweisen. Bei einer angenommenen installierten Wärmeleistung von 2 MW wäre die nötige Wärmedichte gegeben, um ein Wärmenetz von 1 km wirtschaftlich betreiben zu können.

Die Herausforderung wird neben den technischen Möglichkeiten zur Wärmenutzung der Bäder, die Vertragsdauer zur Abwärmenutzung darstellen. Für ein Wärmenetz muss der Standort für mind. 40 Jahre bestehen bleiben, dass die Amortisation gewährleistet werden kann. Ist dies nicht möglich, so könnte die Gemeinde eine Garantie übernehmen, die Heizzentrale bei einem allfälligen Ausstieg aus dem Vertrag weiter zu betreiben. Dies kann beispielsweise durch eine WKK-Anlage (mit Biogas gespeist) erfolgen.

<i>Ziele</i>	Die Abwärme der Galvaswiss soll im Neubaugebiet Langematt/Breite in Felben-Wellhausen genutzt werden.
--------------	---

<i>Massnahmen</i>	Koordinationsstand: Vororientierung
-------------------	-------------------------------------

- Abklärung der Bereitschaft im Unternehmen, die Abwärme betriebsextern zu nutzen.
- Bei Interesse soll eine technische Machbarkeitsstudie bei der Galvaswiss durchgeführt werden.
- Unterstützung für Konzeption, Bau und Betrieb des Fernwärmenetzes.

<sup>13</sup> Gemäss telefonischer Auskunft von Herrn Matter.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Risikoabdeckung, falls die Abwärme der Galvaswiss ausfällt.</li> <li>— Vorschriften in Sondernutzungsplan für das Gebiet Langematt in Felben-Wellhausen zur Nutzung der Abwärme.</li> </ul>
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Klärung der technischen Machbarkeit.</li> <li>— Klärung der Trägerschaft und Finanzierung des Wärmenetzes.</li> <li>— Vorschriften für die Nutzung der Abwärme im Gebiet Langematt.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Felben-Wellhausen in Koordination mit Frauenfeld und der Galvaswiss, Zusammenarbeit mit der Energieberatungsstelle.
<i>Kosten</i>	Ermittlung Abwärmepotenzial Galvaswiss: 20'000 CHF.
<i>Erwartete Wirkung</i>	k.A.
<i>Zeitplan</i>	<p>2014: Ermittlung Abwärmepotenzial, prüfen der technischen Machbarkeit.</p> <p>2016: Vorgaben in Sondernutzungsplan.</p>
<i>Indikatoren / Controlling</i>	Umsetzung Wärmeverbund, Anzahl angeschlossene Gebäude.

**Thema**            **Wärmeversorgungskonzept für das Gebiet Langdorf im Rahmen der Entwicklung des Gebietes (9)**

*Gemeinde*        Frauenfeld

*Ausgangslage*   Das Industriegebiet Frauenfeld Langdorf stellt ein Entwicklungsgebiet dar, welches sich in der Zukunft verändern wird. Insbesondere ist eine intensivere Nutzung des heute untergenutzten Gebietes geplant. Damit verbunden stehen auch Änderungen im Energieverbrauch des Gebietes an.

In der unmittelbaren Umgebung bestehen einige Industriebetriebe mit Abwärmepotenzial, welches extern genutzt werden könnte.

*Ziele*             Die Abwärme der Industriebetriebe im Gebiet Frauenfeld Langdorf soll optimal genutzt werden und falls möglich in einem Wärmeverbund an Gebäude in der Umgebung abgegeben werden. Falls die Industrieabwärme nicht genutzt werden kann, so ist im Rahmen der Entwicklungsarbeiten des Gebietes ein konkretes Energiekonzept zu erarbeiten.

*Massnahmen*    Koordinationsstand: Zwischenergebnis

- Ein Detailkonzept für die Energieversorgung im Rahmen der Entwicklung des Gebietes Frauenfeld Ost / Langdorf soll erstellt werden.
- Die anfallende Abwärme soll genutzt werden.
- Intensive Zusammenarbeit mit der Raumplanung, um energetische Aspekte optimal in die Planung zu integrieren.

*Vorgehen, nächste Schritte*    — Bei den Arbeiten zum Entwicklungsgebiet Frauenfeld Langdorf sollen energetische Aspekte mitberücksichtigt und in Rechtsinstrumente umgesetzt werden.

— Abklärung der Bereitschaft im Unternehmen, die Abwärme betriebsextern zu nutzen.

— Detailkonzept und technische Machbarkeitsstudie für die Abwärmennutzung im Schlachthof Wick und Pasta Premium mit Ingenieurbüro.

*Federführung*    Stadt Frauenfeld, Energieberatungsstelle in Koordination mit Raumplanung und den Arbeiten für die Entwicklung des Gebietes Frauenfeld Langdorf.

*Kosten*            Erarbeitung Konzept Wärmeversorgung Langdorf: 50'000 CHF.

*Erwartete Wirkung*    Ersatz fossiler Feuerungen mit Abwärme.

*Zeitplan*            2013/14: Grobkonzept erarbeiten.  
                          2015: Detailkonzept für Energieversorgung Entwicklungsgebiet und Umsetzung in Planungsinstrumente.

*Indikatoren* / k.A.

*Controlling*

<b>Thema</b>	<b>Abwärme Baumer Electric (10)</b>
<i>Gemeinde</i>	Frauenfeld
<i>Ausgangslage</i>	Die Firma Baumer erarbeitete zusammen mit dem «Kompetenz-Zentrum erneuerbare Energien Süd Thurgau» (KEEST) eine Abschätzung zum bestehenden Abwärmepotenzial der Firma Baumer Electric. Es ist ein Abwärmepotenzial vorhanden, welches teilweise intern genutzt wird. Eine zusätzliche Nutzung ist zurzeit nicht vorgesehen.
<i>Ziele</i>	Die Abwärme des Industriebetriebs soll optimal genutzt werden und falls möglich in einem Wärmeverbund an Gebäude in der Umgebung abgegeben werden.
<i>Massnahme</i>	Koordinationsstand: Vororientierung <ul style="list-style-type: none"> <li>— Es soll ein umfassendes Konzept zur Abwärmenutzung sowohl betriebsintern als aus -extern erarbeitet werden.</li> </ul>
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Kontaktaufnahme mit der Firma Baumer und dem KEEST.</li> <li>— Basierend auf den erstellten Arbeiten des KEEST weiterführende Abklärungen zur externen Abwärmenutzung erarbeiten.</li> <li>— Machbarkeitsstudie für die Umsetzung von Massnahmen zur Nutzung der Abwärme (intern oder extern) gemäss den Grundlagen.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Firma Baumer in Zusammenarbeit mit der Stadt Frauenfeld, Energieberatungsstelle.
<i>Kosten</i>	k.A.
<i>Erwartete Wirkung</i>	Ersatz fossiler Feuerungen.
<i>Zeitplan</i>	2018: Detailkonzept Abwärmenutzung erstellt.
<i>Indikatoren / Controlling</i>	k.A.



<b>Thema</b>	<b>Abwärme Eishalle (11)</b>
<i>Gemeinde</i>	Frauenfeld
<i>Ausgangslage</i>	Die Eishalle hat einen jährlichen Energieverbrauch von 734 MWh Erdgas im Jahr 2011, wobei die Jahre zuvor einen leicht höheren Energieverbrauch aufweisen. Hinzu kommt ein Verbrauch von 721 MWh elektrischer Energie im Jahr 2011. Zurzeit wird ein Anergienetz (Abwärmenetz) geplant, mit welchem die bisher durch die Kühlung entstandene und mittels Kühltürme in die Luft verpuffte Abwärme genutzt werden soll. Die Anergie reicht gemäss Aussagen der Stadt Frauenfeld <sup>14</sup> aus, um die Gebäude der Eishalle, Schwinghalle und Zivilschutzbasis Hummelstrasse (inkl. Unterkunft) sowie die externe Turnfabrik zu beheizen. Zudem besteht ein weiteres Potential, um die Garderobengebäude des Sportplatzes zu beheizen und mit Warmwasser zu erzeugen.
<i>Ziele</i>	Die bei der Eishalle anfallende Abwärme soll zu Wärmezwecken genutzt werden.
<i>Massnahme</i>	Koordinationsstand: Zwischenergebnis <ul style="list-style-type: none"> <li>— Das Anergienetz soll umgesetzt werden und die anfallende Abwärme intern und extern optimal genutzt werden.</li> </ul>
<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Politischer Prozess einleiten.</li> <li>— Umsetzungsstrategie entwickeln.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Stadt Frauenfeld, Abteilung Jugend, Sport und Freizeit.
<i>Kosten</i>	Machbarkeitsstudie und Umsetzung gemäss Studie.
<i>Erwartete Wirkung</i>	Ersatz fossiler Feuerungen, Optimierung der Anlage.
<i>Zeitplan</i>	2013: Ergebnisse der Machbarkeitsstudie liegen vor. 2015: Entwicklung von Massnahmen und Umsetzung.
<i>Indikatoren / Controlling</i>	Externe Nutzung der Abwärme: Anzahl angeschlossener Gebäude.

<sup>14</sup> Gemäss Aussagen von Fabrizio Hugentobler, Amtsleiter Jugend, Sport und Freizeit der Stadt Frauenfeld



## Thema Holz (12)

**Gemeinden** Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang

**Ausgangslage** Im Gebiet der Agglomeration Frauenfeld wird bereits mehr Holz verfeuert, als auf gemeindeeigenem Gebiet nachhaltig wächst. Ein allfälliger Ausbau der bestehenden Netze ist von Fall zu Fall zu prüfen. Insbesondere wenn bestehende Gebäude saniert werden, verringert sich der Wärmebedarf und bei gleicher Heizzentrale und eingesetzter Menge Holz können zusätzliche Gebäude beheizt werden. Allenfalls ist auch die Installation eines zweiten oder eines grösseren Heizkessels möglich. Es ist anzustreben, dass das eingesetzte Holz aus der Nähe kommt und langjährige Lieferverträge abgeschlossen werden können.

Bei *bestehenden Heizungen und Wärmeverbunden* soll eine Erweiterung fallweise geprüft werden:

Holzheizung	Installierte Leistung (kW)	Art der Feuerung
Sperrholz & Isolierplatten AG	k.A.	Restholzfeuerung
Festhallen-Vermietung AG	k.A.	Restholzfeuerung
Herzog Ernst AG	k.A.	Restholzfeuerung
Schreinerei Roost AG	125	Restholzfeuerung
Grob Bau- und Möbelschreinerei	k.A.	Pelletfeuerung
Technische Berufsschule Frauenfeld	550	Pelletfeuerung
Oberstufenzentrum Ost in Felben-Wellhausen	240	Pelletfeuerung
Hugelshofer Transport	1500	Altholzfeuerung mit Wärmeverbund
Holdertor	550	Hackschnitzel
Altersheim Stadtgarten Frauenfeld	400	Hackschnitzel
Alterszentrum Park	500	Hackschnitzel
Holzheizung Doppeltturnhalle bei der Affolterstrasse in Felben-Wellhausen	120	Hackschnitzeln
Heizzentrale an der Kehlhofstrasse in Felben-Wellhausen	730	Hackschnitzeln
Heizzentrale an der Poststrasse in Felben-Wellhausen	950	Hackschnitzeln
Holzenergie Römerhof GmbH	200	Holzchnitzel
Überbauung Schmidgasse	k.A.	Nahwärmeverbund mit Holzchnitzelheizung
Überbauung Bsetzi	k.A.	Nahwärmeverbund mit Holzchnitzelheizung

Tabelle 7: Bestehende Holzheizungen, teilweise mit Wärmeverbund bei denen eine Erweiterung fallweise geprüft werden soll.

Folgende Gebiete sind im Energierichtplan für die Nutzung von Holz ausgeschieden:

- Das Gebiet um das Altersheim Stadtgarten in Frauenfeld.

- Das Gebiet um die Firma Hugelshofer Transport AG in Frauenfeld.
- Das Siedlungsentwicklungsgebiet Chelhofbreite in Felben-Wellhausen.
- Das Gebiet nordwestlich von dem Siedlungsentwicklungsgebiet Chelhofbreite, bei der Kreuzung Ring-/ Dorfstrasse in Felben-Wellhausen.
- Das Siedlungserweiterungsgebiet an der Haldenstrasse in Felben-Wellhausen.
- Das Siedlungsentwicklungsgebiet Au in Gachnang.

*Ziele* Holz soll nachhaltig zur Produktion von Wärme und Strom erzeugt werden. Insbesondere bei bestehenden Wärmeverbunden soll die Nutzung intensiviert werden.

*Massnahmen* Koordinationsstand: Zwischenergebnis

- Bei bestehenden Wärmeverbunden mit Energieholz soll im Einzelfall geprüft werden, ob eine Erweiterung möglich und sinnvoll ist.
- Holzpellets sind in kleinen Feuerungen in den dafür ausgeschiedenen Gebieten einzusetzen.
- Die Heizungen sollen nach Möglichkeiten ausgebaut und eine kombinierte Nutzung von Strom und Wärme geprüft werden.

*Vorgehen, nächste Schritte*

- Machbarkeitsstudie zur Nutzung der Hugelshofer-Abwärme in den Dienstleistungsgebieten von Frauenfeld Ost. Einsatz der Abwärme für Erzeugung Kälte mit einbeziehen.
- Prüfen, ob Gebäudeeigentümer/innen in ausgeschiedenen Gebieten bei einem Heizungsersatz sinnvollerweise an den bestehenden Wärmeverbund anschliessen können.

*Federführung* Energieberatungsstelle in Zusammenarbeit mit den Gemeinden Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang.

*Kosten* k.A.

*Erwartete Wirkung* Ersatz fossiler Feuerungen, je nach angeschlossenen Gebäuden Einsparungen in Treibhausgasemissionen.

*Zeitplan* Konzept Erweiterung Holzheizungen je nach Alter der Heizungen und der Wärmeverbunde erstellen (Sanierungen und Erweiterungen koordinieren).

*Indikatoren / Controlling* Anzahl Holzheizungen mit und ohne Wärmeverbunde, eingesparte Mengen CO<sub>2</sub>.

<b>Thema</b>	<b>Solarenergie (13)</b>
<i>Gemeinden</i>	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
<i>Ausgangslage</i>	Die Nutzung der Solarenergie ist ortsunabhängig und somit bis auf Einschränkungen des Ortsbilschutzes im gesamten Gebiet der Agglomeration möglich. Sie kann bei allen Energieversorgungsvarianten zur massgeblichen Unterstützung der Wärmebereitstellung beigezogen werden. Im Kanton Thurgau besteht ein Leitfaden für den Bau von Solaranlagen «Solaranlagen richtig gut», welcher Richtlinien zur Anwendung von Artikel 18a des Bundesgesetzes über die Raumplanung (RPG) umfasst. Im September 2010 stimmte die Bevölkerung der Stadt Frauenfeld der finanziellen Förderung von Solarenergieanlagen (Gegenvorschlag zur Volksinitiative „2 m <sup>2</sup> Solarfläche pro Einwohner“) zu.
<i>Ziele</i>	Die Sonnenenergienutzung für die Erzeugung von Strom und Wärme wird im gesamten Siedlungsgebiet verstärkt.
<i>Massnahmen</i>	<p>Koordinationsstand: Zwischenergebnis</p> <p>Die Gemeinden führen die bisherigen Tätigkeiten zur Förderung der Sonnenenergienutzung in den Gemeinden fort und verstärken diese wo möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Informationstätigkeit und Energieberatung für private Gebäudeeigentümer/innen.</li> <li>— Förderprogramm Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen (Frauenfeld). Bei erneuter Förderung der Photovoltaikanlagen durch den Bund im Rahmen der Kostendeckenden Einspeisevergütung KEV wird die Notwendigkeit einer zusätzlichen kommunalen Förderung überprüft.</li> <li>— Sicherstellen attraktiver Rahmenbedingungen für die Stromproduktion aus Photovoltaikanlagen.</li> <li>— Die Gemeinden können geeignete Flächen der kommunalen Bauten und Infrastrukturen für die Realisierung von Photovoltaikanlagen zur Verfügung stellen.</li> <li>— Es ist zu prüfen wie öffentliche Körperschaften optimal in die Steigerung der Sonnenenergienutzung einbezogen werden können.</li> </ul>

<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Information- und Beratungsangebote weiterführen.</li> <li>— Finanzielle Förderungen in Gemeinden ohne Förderprogramm prüfen, vor allem im Bereich thermische Sonnenkollektoren.</li> <li>— Angebote der Werkbetriebe ausgestalten.</li> <li>— Kontakt mit öffentlichen Körperschaften aufnehmen.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Energieberatungsstelle in Zusammenarbeit mit den Gemeinden Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang .
<i>Kosten</i>	k.A.
<i>Erwartete Wirkung</i>	k.A.
<i>Zeitplan</i>	2016: Konzept für Intensivierung der Sonnenergienutzung / Förderung. 2017: Umsetzung der Massnahmen.
<i>Indikatoren / Controlling</i>	Anzahl installierter Sonnenkollektoren (PV und solarthermische Anlagen), produzierte Menge an Wärme und Strom, eingesparte Mengen CO <sub>2</sub> .

Thema	Erdgasversorgung und WKK-Anlagen (14)
-------	---------------------------------------

<i>Gemeinden</i>	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
------------------	---

<i>Ausgangslage</i>	<p>Die Erdgasversorgung soll sich auf die heute groberschlossenen Gebiete beschränken. In diesen Gebieten ist eine Verdichtung des Absatzes möglich. Er soll sich jedoch auf die dicht überbauten Gebiete sowie die Gebiete mit erschwerten Möglichkeiten für eine Erdwärmenutzung (Wärmepumpen mit Erdsonden) konzentrieren. Grundsätzlich ist jedoch ortsgebundener hochwertiger Abwärme und ortsgebundener niederwertiger Abwärme, und falls keine solchen zur Verfügung stehen, Umweltwärme und erneuerbaren Energieträgern den Vorrang zu geben.</p>
---------------------	---

Für die Gebiete, in welchen der Fernwärmering der ARA-Abwärme geplant ist, ist eine sinnvolle Strategie für das Erdgasnetz zu entwickeln. Zudem ist für Gebiete ohne erschwerte Bedingungen für Wärmepumpen mit Erdsonden die längerfristige Wirtschaftlichkeit des Gasnetzes unter Berücksichtigung des sinkenden Wärmebedarfs sanierter Bauten zu überprüfen.

Bei grösseren Feuerungen sind die Chancen der Wärme-Kraft-Kopplung zu nutzen. Neben Wärme kann so zusätzlich Strom produziert werden – zeitgleich wie der auf Grund der vermehrten Nutzung von Umweltwärme zunehmende Elektrizitätsbedarf von Wärmepumpen. Mit dem neuen nationalen Energiegesetz, welches voraussichtlich 2015 in Kraft tritt, wird die Stromproduktion mit WKK-Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung zwischen 350 kW und 20 MW wirtschaftlich attraktiver gestaltet (vgl. Vernehmlassungsvorlage zur Energiestrategie 2050).

In Felben-Wellhausen ist das Areal um die Firma Müller Martini als WKK-Gebiet ausgeschieden worden. In Anbetracht der Anlagegrösse der Heizung der Müller Martini sowie die Tatsache, dass das Gebiet in einer Grundwasserschutzzone liegt (Erdwärmenutzung eingeschränkt) ist eine WKK-Anlage sinnvoll. Mit einem Wärmenetz soll die Wärme der WKK-Anlage in die umliegenden Gebäude verteilt werden.

<i>Ziele</i>	Die leitungsgebundenen Energiesysteme sind optimal koordiniert. Das Gasnetz wird in geeigneten Gebieten verdichtet.
--------------	---

<i>Massnahmen</i>	Koordinationsstand: Zwischenergebnis
-------------------	--------------------------------------

- Beschränkung der künftigen Erdgasversorgung auf die bereits heute groberschlossenen Gebiete.
- Entwickeln eines Contractingangebotes der Werkbetriebe für WKK-Anlagen, sobald die Rahmenbedingungen auf Bundesebene so angepasst wurden, dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich wird.

- In den Gebieten, in welchen der ARA-Abwärmeverbund gebaut wird, wird eine Strategie für die Spitzenlastdeckung und das Erdgas erarbeitet.
- Förderung von Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen im Erdgasgebiet beim Ersatz von grossen fossilen Feuerungen und allfälliger Ausbau eines Wärmenetzes zur Nutzung der Abwärme.
- In Gebieten ohne erschwerte Bedingungen für Wärmepumpen mit Erdsonden wird die längerfristige Wirtschaftlichkeit des Gasnetzes unter Berücksichtigung des sinkenden Wärmebedarfs sanierter Bauten überprüft. Die räumliche Ausdehnung des Gasversorgungsgebietes wird überprüft und Kriterien für den Neuanschluss von Bauten werden definiert.
- In Industriegebieten und in Gebieten, in welchen keine Erdsonden zulässig sind, wird der Erdgasabsatz nach Möglichkeit weiter verdichtet.
- In Gebieten, in welchen erneuerbare Energien genutzt werden können, sollen Gasanschlüsse nicht weiter forciert werden.

<i>Vorgehen, nächste Schritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Anpassung/Erarbeitung der Strategie der Werkbetriebe und der Ausgestaltung von entsprechenden neuen Produkten und Dienstleistungen in Zusammenarbeit mit der Energieberatungsstelle.</li> <li>— Förderungsprogramm von WKK-Anlagen bei grossen Heizungen, in Zusammenarbeit mit dem Kanton und in Koordination mit dem Bund.</li> <li>— Für Feuerungen mit einer Feuerungsleistung grösser 350 kW: Übersicht erstellen und prüfen, ob die Feuerungen für einen Ersatz bzw. eine Ergänzung mit WKK-Anlagen in Frage kommen.</li> </ul>
<i>Federführung</i>	Werkbetriebe Frauenfeld, Zusammenarbeit mit der Energieberatungsstelle.
<i>Kosten</i>	k.A.
<i>Erwartete Wirkung</i>	k.A.
<i>Zeitplan</i>	2016: Strategie für die zukünftige Rolle des Gasnetzes ist erarbeitet.
<i>Indikatoren / Controlling</i>	k.A.

## 2.5 Themenbereichsübergreifende Massnahmen

Die folgenden Massnahmen dienen der Unterstützung der Erreichung der Ziele. Die Massnahmen sind nicht direkt den ausgeschiedenen Prioritätsgebieten zuzuteilen.

In Anlehnung an den Energiestadtkatalog werden Massnahmen für die Bereiche *Energieverbrauch in den Gebäuden*, *Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz*, *Vorbildwirkung der Gemeinden*, *Contracting-Angebote* und *Gebührenreduktion* beschrieben.

Zu den einzelnen Bereichen wurden die Ziele sowie die für die Umsetzung nötigen Massnahmen beschrieben. Zu jeder formulierten Massnahme wurden die entsprechenden Massnahmen des Energiestadtkatalogs aufgeführt. Dies ist insbesondere für die beiden Energiestadt-Gemeinden Frauenfeld und Gachnang wertvoll.

*Massnahmen für einen geringeren Energieverbrauch in den Gebäuden*

*Koordinationsstand: abhängig von Gemeinde*

<b>Neubauggebiete: Mindestanforderungen an Gebäudestandards (Niedrigstenergiestandard)</b> Massnahme Energiestadtkatalog: 1.3.1 «Grundeigentümerverbindliche Instrumente»		<b>Betroffene Gemeinde</b>
Ziel	Für Neubauggebiete in Arealen sollen energetische Standards festgelegt werden, die über die gesetzlichen Mindestanforderungen ausgehen. Zudem sind einzusetzende Energieträger gemäss dem im Energierichtplan ausgeschiedenen Gebiete festzuschreiben. Es werden nachhaltige Quartiere nach den Leitlinien der 2000-Watt-Gesellschaft angestrebt <sup>15</sup> .	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorschriften einführen bei Sondernutzungsplanungen oder Landverkäufen der Gemeinde bzw. Landabgaben im Baurecht.</li> <li>– Gebäudestandards (Minergie/Minergie-P/Minergie-A, allenfalls mit Zusatz -eco) in neu zu überbauenden Gebieten festlegen.</li> </ul>	
<b>Energetische Anforderungen an gestaltungsplanpflichtige Gebiete</b> Massnahme Energiestadtkatalog: 1.3.1 «Grundeigentümerverbindliche Instrumente»		
Ziel	Für Gestaltungsplanpflichtige Gebiete sollen Vorschriften gelten, welche die Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien vorschreiben.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	Die Vorschriften für gestaltungsplanpflichtige Gebiete sollen detaillierte Vorschriften aufweisen. Diese umfassen u.a.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung des im Energierichtplan ausgewiesenen Energieträgers</li> <li>– Niedrigenergiestandards der Gebäude</li> <li>– Verdichtete Bauweise</li> </ul>	
<b>Ausnützungsboni</b> Massnahme Energiestadtkatalog: 1.3.1 «Grundeigentümerverbindliche Instrumente»		
Ziel	Bei der Einhaltung gewisser bautechnischer Bedingungen bzw. Vorgaben werden Ausnützungsboni vergeben. Diese zielen darauf ab, die im Baureglement festgelegte Geschossflächenziffer zu erhöhen. Solche Ausnützungsboni werden beispielsweise für Arealüberbauungen gewährt.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anpassung der im Baureglement festgelegten Geschossflächenziffer bei Boni für Arealüberbauungen.</li> <li>– Prüfen, ob zusätzliche Kategorie eingeführt werden soll, bei welchen zusätzliche Ausnützungsboni gewährt werden (z.B. bei der Erstellung von saisonaler Speicherung).</li> </ul>	

Tabelle 8: Flankierende Massnahmen des Energierichtplans, Massnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs in den Gebäuden.

<sup>15</sup> Siehe Glossar

## Massnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz

Koordinationsstand: abhängig von Gemeinde

<b>Ausbau und Förderung erneuerbaren Energien und Nutzung Umweltwärme</b> Massnahmen Energiestadtkatalog: 1.4.2. «Beratung zu Energie und Klimaschutz im Bauverfahren», 3.1.2. «Finanzierung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien» 3.3.2. «Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien auf dem Gemeindegebiet» 6.5.2. «Leuchtturmprojekt» 6.5.1. «Beratungsstelle Energie, Mobilität, Ökologie» 6.5.3. «Finanzielle Förderung»		<b>Betroffene Gemeinde</b>
Ziel	Die Nutzung der erneuerbaren Energien und der Umweltwärme soll gefördert und deren Nutzung intensiviert werden.	
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterstützung im Bewilligungsverfahren für den Bau von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Strom und Wärme).</li> <li>– Information und Beratung der Bevölkerung von Fachleuten und Privatpersonen.</li> <li>– Auszeichnung von Leuchtturmprojekten.</li> <li>– Finanzielle Unterstützungen von Anlagen, die erneuerbare Energie nutzen, die noch nicht wirtschaftlich betrieben werden können.</li> </ul>	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
<b>Förderung der Energieeffizienz</b> Massnahmen Energiestadtkatalog: 1.4.2. «Beratung zu Energie und Klimaschutz im Bauverfahren» 3.1.2. «Finanzierung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien» 6.5.2. «Leuchtturmprojekt» 6.5.1. «Beratungsstelle Energie, Mobilität, Ökologie» 6.5.3. «Finanzielle Förderung»		
Ziel	Der Verbrauch an Energie soll in möglichst allen Bereichen gesenkt werden. Hier sind sowohl Massnahmen zur Förderung der Energieeffizienz in technischer Hinsicht als auch bezüglich des Nutzerverhaltens umzusetzen.	
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anreiz- und Förderstrategie zur besseren Ausnutzung des Effizienzpotenzials im Gebäudebereich, insbesondere in Zusammenhang mit Sanierungen (z.B. Abbau von Hemmnissen bei Bewilligungsverfahren).</li> <li>– Der Bestand an elektrischen Direktheizungen soll erhoben und nach Bedarf Massnahmen zu deren Ersatz eingeleitet werden.</li> <li>– Aktive Informations- und Beratungsarbeit für Private zur Erreichung hoher energetischer Standards im Gebäudebereich bei Sanierungen: Erstberatung, Sanierungsberatung, Energiecoaching während Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase, Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK).</li> <li>– Informationen zum Beratungsangebot und zu den eidgenössischen, kantonalen und kommunalen Anreiz- und Förderprogrammen.</li> <li>– Wettbewerb zur Nominierung guter Beispiele und deren Nennung auf einer Referenzliste.</li> </ul>	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
<b>Freiwillige und kostenlose Energieberatung</b> Massnahmen Energiestadtkatalog: 1.4.2. «Beratung zu Energie und Klimaschutz im Bauverfahren» 6.5.1. «Beratungsstelle Energie, Mobilität, Ökologie»		
Ziel	Aufbau von Wissen für Gebäudeeigentümer/innen die vor einem Bauvorhaben stehen, über die energetischen Möglichkeiten beim anstehenden Vorhaben.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Persönliche, kostenlose Vorgehens-Beratung durch einen oder mehrere von der Gemeinde bezeichnete Energieberater.</li> <li>– Festhaltung in Bau- und Zonenordnung, dass bei jedem Bauvorhaben eine persönliche, kostenlose Vorgehens-Beratung durch einen oder mehrere von der Gemeinde bezeichnete Energieberater in Anspruch genommen werden kann.</li> </ul>	

<b>Ersatz fossiler Feuerungen</b>		
Massnahmen Energiestadtkatalog: 1.4.2. «Beratung zu Energie und Klimaschutz im Bauverfahren», 3.3.2. «Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien auf dem Gemeindegebiet»		
Ziel	Der Verbrauch an fossilen Energieträger soll ständig reduziert werden.	
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigentümer/Innen sollen über die Nutzung von erneuerbaren Energie informiert werden.</li> <li>– Abhängig von der Grösse der Feuerungen sollen folgende Lösungen avisiert werden: <i>Kleinere Anlagen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebäudesanierungen mit Einsatz von Wärmepumpen.</li> <li>- Ergänzung fossile Feuerung mit Sonnenkollektoren.</li> <li>- Einsatz von Biogas.</li> <li>- Holzpelletfeuerungen</li> </ul> </li> <li><i>Grössere Anlagen</i>, in welchen kein Anschluss an die Fernwärme oder Abwärme möglich sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz von Holz.</li> <li>- Einsatz von WKK-Anlagen.</li> <li>- Wo möglich, soll der Umstieg von Heizöl auf Erdgas geprüft werden.</li> </ul> </li> </ul>	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang

Tabelle 9: Flankierende Massnahmen des Energierichtplans, Massnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz.

**Massnahmen zur Unterstützung der Vorbildwirkung der Gemeinden**

*Koordinationsstand: abhängig von Gemeinde*

<b>Energiestadtlabel Gold</b>		
Massnahme Energiestadtkatalog: -		
Ziel	Für die Gemeinden Gachnang und die Stadt Frauenfeld sollen Massnahmenpläne erarbeitet werden, die die beiden Gebiete beim Erreichen des Labels «Energiestadt Gold» unterstützt.	Frauenfeld Gachnang
Massnahmen	– Konsequente Umsetzung der z.T. ambitionierten Massnahmenplanung.	
<b>Eigene Bauten und Anlagen</b>		
Massnahmen Energiestadtkatalog: 6.1.2. «Vorbildwirkung, Corporate Identity» 2.1.1. «Standards für Bau und Bewirtschaftung öffentlicher Gebäude» 2.1.2. «Bestandesaufnahme, Analyse» 2.1.3. Controlling, Betriebsoptimierung 2.1.4. Sanierungskonzept 2.1.5. Beispielhafter Neubau oder Sanierung 2.2.1. Erneuerbare Energie Wärme 2.2.2. Erneuerbare Energien Elektrizität 2.2.3. Energieeffizienz Wärme 2.2.4. Energieeffizienz Elektrizität 2.2.5. Co2- und Treibhausgasemissionen		
Ziel	Kommunale Bauten und Anlagen (inkl. Schulen) sollen einen hohen energetischen Standard erreichen und somit eine Vorbildwirkung haben.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Jährliches Monitoring des Energieverbrauchs der eigenen Bauten und Anlagen mit Hilfe der Energiebuchhaltung (Frauenfeld hat dies bereits umgesetzt). Erstellung eines darauf aufbauendes Sanierungskonzeptes.</li> <li>– Einführung des Gebäudestandards 2011 von EnergieSchweiz für Gemeinden<sup>16</sup> prüfen.</li> <li>– Vorbildwirkung durch die Klassifizierung der eigenen Bauten mit dem Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK).</li> <li>– Vorbildwirkung durch Ausnutzung der thermischen und elektrischen Sonnenenergiepotenziale auf gemeindeeigenen Gebäuden (inkl. Schulen).</li> <li>– Die Eigenproduktion bzw. der Zukauf von erneuerbarem Strom und Ökostrom</li> </ul>	

<sup>16</sup> Siehe Glossar

	soll laufend gesteigert werden. – Der Stromverbrauch in den eigenen Bauten und Anlagen wird durch geeignete Massnahmen (Stromsparende Geräte, Verminderung des Standby-Strom, Optimierung der Beleuchtung etc.) laufend gesenkt.	
<b>Auszeichnung von Leuchtturmprojekten</b> Massnahme Energiestadtkatalog: 6.5.2. «Leuchtturmprojekt»		
Ziel	Durch eine Auszeichnung von energetisch herausragenden Bauten und Anlagen ist die Öffentlichkeit auf Themen der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien zu sensibilisieren.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	– Erarbeitung eines Konzeptes zur Auszeichnung von Leuchtturmprojekten. – Kommunikationskonzept, Bekanntmachung des Wettbewerbes inkl. Kriterien. – Finanzielle Unterstützung für Gewinnerprojekte (Leuchtturmprojekte).	

Tabelle 10: Flankierende Massnahmen des Energierichtplans, Massnahmen zur Unterstützung der Vorbildwirkung der drei Gemeinden.

### Massnahmen für Contracting-Angebote

Koordinationsstand: abhängig von Gemeinde

<b>Contracting-Angebote</b> Massnahme Energiestadtkatalog: 3.2.1. «Produktepalette und Serviceangebot»		<b>Betroffene Gemeinde</b>
Ziel	Das Ziel dieses Themenbereichs ist es, ein standardisiertes Vorgehen für Contracting-Verträge aufzubauen. Die für Contracting geeigneten Projekte sind zu bestimmen und geeignete Contractoren anzugehen.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	– Weiterführen der Promotion der Contractingangebote der Werkbetriebe Frauenfeld. – Dächer für PV-Anlagen: Erstellen eines Inventars von geeigneten Dachflächen, Brückenbauer für die Realisierung von Anlagen Privater (z.B. Contracting). – Wärmeverbunde: Proaktive Angebote für Eigentümer von alten fossilen Feuerungen für die Umstellung auf erneuerbare Energieträger.	

Tabelle 11: Flankierende Massnahmen des Energierichtplans, Massnahmen zur Unterstützung von Contracting-Angeboten.

### Massnahmen für eine Gebührenreduktion bei Neubauten und Sanierungen

Koordinationsstand: abhängig von Gemeinde

<b>Gebührenreduktion</b> Massnahme Energiestadtkatalog: 1.3.1. «Grundeigentümerverbindliche Instrumente»		<b>Betroffene Gemeinde</b>
Ziel	Es soll geprüft werden, ob eine Gebührenreduktion beim Einsatz von erneuerbaren Energien gewährt werden kann. Dabei ist an Gebühren im Baubewilligungsverfahren oder in der Inbetriebnahme des Gebäudes zu denken.	Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang
Massnahmen	– Analyse der anfallenden Gebühren. – Ausarbeiten eines Vorschlags zur Gebührenreduktion bei Massnahmen, die über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehen.	

Tabelle 12: Flankierende Massnahmen des Energierichtplans, Massnahmen zur Unterstützung von Gebührenreduktion.

# Erläuternder Bericht



# 1 Ausgangslage, Berichtsaufbau und Vorgehen im Projekt

## 1.1 Ausgangslage

Die drei Gemeinden Gachnang, Felben-Wellhausen und die Stadt Frauenfeld haben sich dazu entschlossen, einen gemeinsamen überkommunalen Energierichtplan zu erarbeiten. Die gemeinsame Voraussetzung dazu ist die Festsetzung im kantonalen Richtplan (2009), in dem festgehalten wird, dass die kantonalen und regionalen Zentren sowie zentrale Orte in Entwicklungsräumen bis 2012 einen umfassenden kommunalen Energierichtplan erstellen müssen. Gemäss kantonaalem Richtplan (2009) gilt folgende Festsetzung (Kapitel 4.2 im kantonalen Richtplan):

Im kommunalen Richtplan sind die Möglichkeiten der verstärkten Nutzung von Abwärme, erneuerbarer Energieträger und die quartierweise Wärmeversorgung aufzuzeigen. Die kantonalen und regionalen Zentren sowie die zentralen Orte in Entwicklungsräumen erstellen bis 2012 einen umfassenden kommunalen Energierichtplan. Dieser Richtplan enthält insbesondere:

- die Gebiete, die mittel- und langfristig für eine wirtschaftliche Erschliessung mit leitungsgebundenen Energieträgern geeignet sind;
- die Gebiete, die für eine mögliche Fernwärmeversorgung geeignet sind;
- die Standorte für grössere Energieanlagen sowie die Verteilinfrastruktur für leitungsgebundene Energieträger;
- Massnahmen zur Begrenzung des Verbrauchs fossiler Energieträger und elektrischer Energie sowie zur Förderung erneuerbarer Energien;
- einen Fahrplan zur Erreichung des Labels «Energistadt».

Die Gemeinden haben unterschiedliche Voraussetzungen und Grundlagen im Hinblick auf die Erarbeitung eines überkommunalen Energierichtplans.

**Stadt Frauenfeld:** Die Stadt Frauenfeld ist mit rund 24'000 Einwohner/innen die mit Abstand grösste Gemeinde der Agglomeration. Sie ist seit dem Jahr 2003 Energistadt (Re-Audits 2007 und 2011). Sie hat einen Grossteil der Massnahmen des Energierichtplans der Stadt in der Legislatur 2007-2011 erreicht, was eine Überarbeitung des bestehenden Energierichtplans nötig macht.

**Gemeinde Gachnang:** Die Gemeinde Gachnang mit rund 3'500 Einwohner/innen gilt als zentraler Ort mit Zentrumsstruktur. Sie ist seit 2010 als Energistadt zertifiziert und hat damit energiepolitische Ziele, einen Massnahmenplan und eine Umsetzungsorganisation definiert.

**Gemeinde Felben-Wellhausen:** Die Gemeinde Felben-Wellhausen hat rund 2'500 Einwohner/innen und gilt als zentraler Ort mit Zentrumsstruktur.

Gemeinde	Fläche (km <sup>2</sup> )	Wald (ha)	Wohnbevölkerung	Beschäftigte			
				Total	1. Sektor	2. Sektor	3. Sektor
Frauenfeld	27.4	526	23'527	17'128	0.8 %	25.5 %	73.5 %
Felben-Wellhausen	7.3	177	2'503	1'172	4.5 %	75 %	20.2 %
Gachnang	9.7	155	3'415	1'000	8 %	41.5 %	50.5 %
<b>Agglomeration</b>	<b>44.4</b>	<b>858</b>	<b>29'445</b>	<b>19'300</b>	<b>1.4 %</b>	<b>29.6 %</b>	<b>69.1 %</b>

Tabelle 13: Einwohner und Beschäftigte in der Agglomeration Frauenfeld 2011, nach Sektoren. Angaben zu Beschäftigung gemäss Betriebszählung 2008, Datenstand 2010. Quelle: [www.statistik.tg.ch](http://www.statistik.tg.ch)

Ziel der Arbeiten ist es, einen Energierichtplan für die drei Gemeinden zu erarbeiten. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Gemeinden letztlich selber für den Erlass dieses zwischen den Gemeinden koordinierten Energierichtplans zuständig sind.

Richtpläne sind generell auf die strategische Ebene ausgerichtet. Der Energierichtplan der Agglomeration Frauenfeld gibt deshalb zu Händen der Gemeinden die Zielsetzungen sowie die strategischen Stossrichtungen der räumlichen Energieversorgung vor und berücksichtigt insbesondere gemeindeübergreifende Aspekte und Synergien zwischen den Gemeinden. Die Umsetzung erfolgt in der Kompetenz der einzelnen Gemeinden.

## 1.2 Berichtsaufbau

Der erläuternde Bericht zum Energierichtplan umfasst den heutigen Energieverbrauch (Kapitel 2), die Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme (Kapitel 3) und die heutige Energieinfrastruktur (Kapitel 4), welche als Grundlage für den Energierichtplan zusammengetragen wurden. In Kapitel 5 wird ein Fazit zu den Grundlagen gezogen.

Dem erläuternden Bericht vorangestellt ist der behördenverbindliche Energierichtplan (S. 1-46 des vorliegenden Berichts).

## 1.3 Vorgehen

Der vorliegende Bericht wurde von Februar bis Dezember 2012 von der Firma econcept AG erarbeitet. Begleitet wurden die Arbeiten von einer Begleitgruppe aus Vertreter/innen der drei Gemeinden und dem Kanton Thurgau. Im Zeitraum der Erarbeitung fanden vier Sitzungen mit der Begleitgruppe statt. Zusätzlich wurde eine öffentliche Veranstaltung für die drei Gemeinden der Agglomeration Frauenfeld durchgeführt, an welcher die Zwischenergebnisse präsentiert und diskutiert sowie die Anliegen der Bevölkerung aufgenommen wurden. In der Zeit vom 22. Februar bis 22. April 2013 wurde der Richtplan Energie der Agglomeration Frauenfeld gemäss PBG Art. 28 öffentlich bekanntgemacht. Parallel dazu wurde er beim Departement für Bau und Umwelt des Kantons Thurgau zur Vorprüfung eingereicht.

Aus der öffentlichen Bekanntmachung gingen insgesamt 11 Eingaben mit Stellungnahmen, Änderungswünschen und Anträgen ein, davon 5 von Privaten und 6 von Institutionen/Parteien. Bei der öffentlichen Mitwirkung standen die Themen Solarenergie, Umgang mit leitungsgebundenen Energieträgern (Erdgas), Wirtschaftlichkeit der Massnahmen und Zeithorizont im Vordergrund. Im Weiteren wurden verschiedene Anliegen zur Tiefen- und oberflächennahen Geothermie, Grundwassernutzung und Abwärmenutzung vorgebracht.

Die fachlich und politisch besetzte Begleitgruppe zur Erarbeitung des Energierichtplans hat die Eingaben zur Kenntnis genommen und entsprechende Anpassungen in den vorliegenden Bericht einfließen lassen.



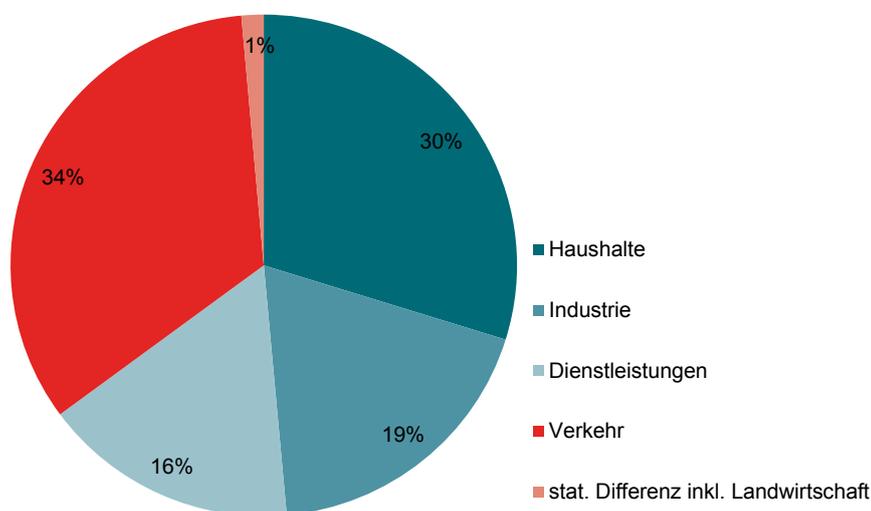
## 2 Energieverbrauch heute und in Zukunft

Als Grundlage für die Erstellung des Energierichtplans werden in diesem Kapitel die Grundlagen zum Energieverbrauch der Agglomeration heute und in Zukunft erarbeitet.

### 2.1 Energieverbrauch heute in der Schweiz und in der Agglomeration Frauenfeld

Der **schweizerische Gesamtenergieverbrauch** lag im Jahr 2011 bei 253'424 GWh (BFE 2011a). Die folgende Grafik zeigt den Energieverbrauch nach Sektoren:

#### «Energieverbrauch der Schweiz nach Sektoren»



Total: 253'424 GWh

econcept /BFE 2011a

Figur 3: Energieverbrauch der Schweiz nach Sektoren, gemäss Daten der Schweizerischen Energiestatistik 2011 (BFE 2011a).

Der Energieverbrauch der Agglomeration Frauenfeld wurde ausgehend vom schweizerischen Energieverbrauch nach Sektoren (BFE 2011a) wie folgt abgeschätzt:

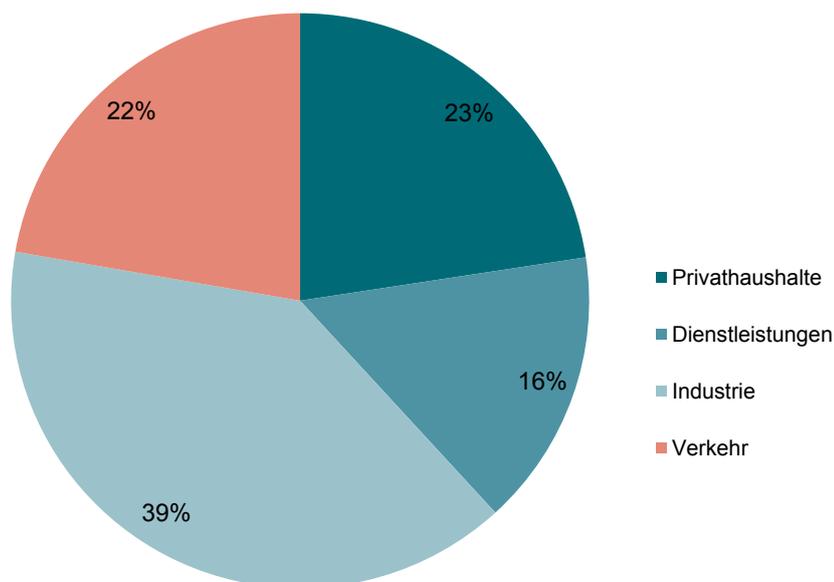
- **Haushalte:** Der Schweizerische Energieverbrauch im Haushaltssektor wurde mit der Bevölkerungszahl der Agglomeration skaliert. Die Bevölkerungszahlen wurden dem Bundesamt für Statistik<sup>17</sup> sowie den Webseiten der einzelnen Gemeinden entnommen.
- **Industrie:** Der Energieverbrauch im Industriesektor wurde anhand der Arbeitsplätze des 2. Sektors in der Agglomeration Frauenfeld skaliert. Zusätzlich wurde der Erdgasverbrauch der Zuckerfabrik hinzugerechnet.
- **Dienstleistungen:** Der Energieverbrauch im Dienstleistungsbereich wurde mit der Anzahl Arbeitsplätze im 3. Sektor in der Agglomeration Frauenfeld berechnet.

<sup>17</sup> Quelle: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/02/comparator.html>

— **Verkehr:** Der schweizerische Energieverbrauch für den Verkehrssektor wurde anhand der Bevölkerungszahlen der Agglomeration Frauenfeld skaliert.

Figur 4 zeigt die Aufteilung des Energieverbrauchs der **Agglomeration** gemäss den eben beschriebenen vorgenommenen Abschätzungen.

#### «Energieverbrauch der Agglomeration Frauenfeld heute nach Sektoren»



**Total: 1170 GWh**

econcept

Figur 4: Energieverbrauch der Agglomeration basierend auf den Daten der schweizerischen Energiestatistik, die auf die Gegebenheiten der Agglomeration angepasst wurden. Der Verbrauch der Industrie ist überdurchschnittlich gross, da die Zuckerfabrik einen sehr hohen Erdgasverbrauch hat.

Der Energieverbrauch der Agglomeration aufgeteilt nach Energieträgern sieht wie folgt aus.

**Erdgas:** In den drei Gemeinden der Agglomeration Frauenfeld werden insgesamt **432 GWh** Erdgas von den Werkbetrieben Frauenfeld abgesetzt, davon 427 GWh in der Stadt Frauenfeld, 0.9 GWh in Gachnang und 4 GWh in Felben-Wellhausen. Mit 227 GWh/a bezieht die Zuckerfabrik mehr als die Hälfte des Erdgasabsatzes der Agglomeration. Der aus den Feuerungskontrollen der Gemeinden eruierte Erdgasverbrauch beträgt zum Vergleich 413 GWh/a. Dieser Wert weist eine angemessene Genauigkeit auf, um die Angaben aus den Feuerungskontrollen weiter zu verwenden.

Die Agglomeration Frauenfeld ist fast vollständig mit Erdgas erschlossen. Das Erdgasnetz der Stadt Frauenfeld weist eine Länge von rund 160 km auf.

**Erdölbrennstoffe:** Der Verbrauch an Erdölbrennstoffen wurde aus den Feuerungskontrollen der Agglomeration abgeschätzt. Er beträgt für die ganze Agglomeration ca. **238 GWh**. Die Angaben aus den Feuerungskontrollen lagen für Ölfeuerungen bis 350 kW Leistung

und für diejenigen mit einer grösseren Leistung getrennt vor. Daher wurde auch der Energieverbrauch nach Anlagegrösse getrennt abgeschätzt und daraus die Summe gebildet.

- **Feuerungen mit einer Leistung bis 350 kW:** Bei den Ölfeuerungen mit einer Leistung bis 350 kW war aus den Gemeinden Gachnang und Felben-Wellhausen nur die Anzahl der Feuerungen bekannt. Aus der Stadt Frauenfeld waren zusätzlich zur Anzahl der Feuerungen Angaben zur durchschnittlichen installierten Leistung der Kessel vorhanden. Die durchschnittlich installierte Leistung beträgt 50 kW, dieser Wert wurde als Durchschnittswert für die Feuerungen der Gemeinden Gachnang und Felben-Wellhausen verwendet. Bei den Betriebsstunden der Kessel wurden generell 1800 Volllaststunden pro Jahr angenommen. Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Leistung der Kessel im Betrieb oft nicht ausgelastet wird, wurden die Feuerungsleistungen mit dem Faktor 0.7 multipliziert.<sup>18</sup> Für Heizöl wurde ein Energieinhalt von 11.8 kWh pro kg angenommen. Mit den 1'112 Feuerungen der Stadt Frauenfeld, den 461 Feuerungen der Gemeinde Gachnang und den 345 Feuerungen der Gemeinde Felben-Wellhausen ergibt sich so für die ganze Agglomeration ein jährlicher Erdölbrennstoffverbrauch von rund **121 GWh** für die kleineren Feuerungen.
- **Feuerungen mit einer Leistung grösser 350 kW:** Zu den grösseren Feuerungen, mit einer Leistung von mehr als 350 kW, waren für alle drei Gemeinden der Agglomeration Daten vorhanden. In der *Stadt Frauenfeld* sind an 27 Standorten 41 Feuerungen mit einer Gesamtleistung von 110 MW in Betrieb. Ihr Brennstoffverbrauch beträgt zusammen **117 GWh**.

**Treibstoffe:** Gemäss den obigen Abschätzungen für den Energieverbrauch im Verkehrssektor und der Annahme, dass der grösste Teil der verbrauchten Energie aus Treibstoffen erzeugt wird, wird ein Treibstoffverbrauch von **259 GWh** im Jahr 2009 angenommen.

**Elektrizität:** Die Stadt Frauenfeld wird durch die Werkbetriebe Frauenfeld mit Elektrizität versorgt, welche diesen grösstenteils vom Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau (EKT) beziehen. Die Gemeinden Gachnang und Felben-Wellhausen werden direkt durch die EKT mit Elektrizität versorgt. Der Elektrizitätsverbrauch der Agglomeration Frauenfeld beträgt gemäss den Angaben der drei Gemeinden rund **179 GWh**.

Seit Januar 2012 beziehen die Werkbetriebe Frauenfeld ihre Elektrizität zu 100 % aus Schweizer Wasserkraft<sup>19</sup>. Dieser wird vom Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau (EKT) bezogen, welches wiederum grossmehrheitlich von der Axpo versorgt wird. Der Vertrag mit dem EKT wurde vorerst für drei Jahre vereinbart. Die Gemeinde Gachnang bezieht bereits seit dem Jahr 2011 ihren Strom vollständig aus Wasserkraft, basierend auf einem zeitlich unlimitierten Vertrag.

<sup>18</sup> Schätzung gemäss Angaben von Herrn Martin Buff, Abteilung für Luftreinhaltung, Amt für Umwelt Kanton Thurgau.

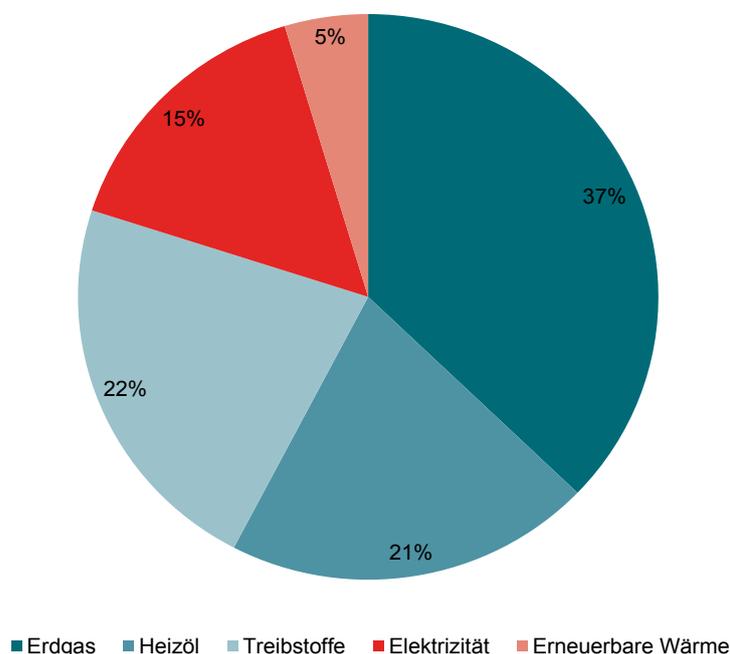
<sup>19</sup> <http://www.thurgauerzeitung.ch/ostschweiz/thurgau/frauenfeld/tz-ff/Strom-ohne-Atom-Stadt-Frauenfeld-setzt-auf-100-Prozent-Wasserkraft;art123861,2655873>

Die regional produzierte Menge Strom aus lokalen erneuerbaren Energien wird in Kapitel 3 abgeschätzt und beträgt gemäss den dortigen Abschätzungen ca. **6 GWh** (entspricht ca. 3% des Elektrizitätsverbrauchs der Agglomeration).

**Erneuerbare Wärme:** Die heutige Nutzung von erneuerbaren Energieträgern zu Wärmezwecken wird in Kapitel 3 abgeschätzt, sie beträgt ca. **60 GWh**.

Die folgende Grafik zeigt den Gesamtenergieverbrauch der Agglomeration nach Energieträgern gemäss den in diesem Bericht gemachten Abschätzungen.

#### «Energieverbrauch der Agglomeration Frauenfeld, nach Energieträgern»



econcept

Figur 5: Energieverbrauch der Agglomeration Frauenfeld, nach Energieträgern. Für die Herleitung der Zahlen siehe Kapitel 2.1.

## 2.2 Entwicklung des Energieverbrauchs bis 2050 der Agglomeration Frauenfeld

In diesem Arbeitsschritt wird die künftige Energienachfrage der Agglomeration Frauenfeld bis ins Jahr 2035/2050 anhand von Szenarien abgeschätzt. Als Grundlage dafür werden die nach dem Unfall in Fukushima neu angepassten Energieperspektiven 2050 (BFE 2011) verwendet. Diese basieren auf den Energieperspektiven 2035 (BFE 2007).

Die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs ist insbesondere von Rahmenbedingungen des Bundes abhängig. Daher ist es für die Agglomeration nicht sinnvoll, eigene Verbrauchsszenarien zu entwickeln.

Während für die Energieperspektiven 2035 vier verschiedene Szenarien gerechnet wurden, wurden im Rahmen der Energieperspektiven 2050 bis anhin erst zwei Szenarien angepasst:

*Szenario I «Weiter wie bisher»*

Beim Szenario «Weiter wie bisher» findet kein Paradigmenwechsel statt, aber eine verstärkte Ausschöpfung wirtschaftlicher Potenziale. Das Szenario I der Energieperspektiven 2035 wurde mit den seit 2007 eingeführten energiepolitischen Instrumenten Gebäudeprogramm, CO<sub>2</sub>-Abgabe, KEV, wettbewerbliche Ausschreibungen und Fahrzeugstandards ergänzt und bei der Elektromobilität im Personenverkehr wird ein moderater Ausbau angenommen. Ausserdem wird die KEV in diesem Szenario bis 2030 fortgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass spätestens danach die Integration der erneuerbaren Energien in den Markt erfolgt.

*Szenario II «2000-Watt» bzw. «Neue Energiepolitik»*

Für das Szenario «Neue Energiepolitik», welches aus dem Szenario «2000-Watt-Gesellschaft» abgeleitet wurde, wird zusätzlich eine konsequente Umsetzung von Effizienzinnovationen, veränderte Produkte, Materialien und Prozesse sowie ein konsequenter Ausbau der Elektromobilität angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass die 2000-Watt-Gesellschaft bis 2100 erreicht wird. Dazu werden dem Szenario heute noch nicht wettbewerbsfähige, aber bereits vorhandene Technologien unterstellt.

Der künftige Bedarf wird für die vier Kategorien Haushalte, Dienstleistung, Industrie und Verkehr abgeschätzt. Aufgrund der heutigen Aufteilung des Energieverbrauches in diese vier Kategorien in der Schweiz und Angaben zu Bevölkerungs- und Beschäftigungsdaten in der Agglomeration Frauenfeld, können die Schweizer Szenarien auf die Agglomeration umgerechnet werden. Dieser pragmatische Ansatz gibt einen groben Überblick über den zu erwartenden Bedarf in der Agglomeration. Für die Berechnung der Szenarien wurden folgende Annahmen getroffen und Plausibilisierungen vorgenommen:

- *Haushalte und Verkehr:* Der Energieverbrauch der Agglomeration Frauenfeld in den Bereichen Haushalte und Verkehr wird ausgehend von Schweizer Durchschnittswerten sowie den Bevölkerungszahlen der Agglomeration abgeschätzt.
- *Bevölkerungswachstum:* Für die Agglomeration Frauenfeld wurde im Richtplan Siedlung und Verkehr eine Abschätzung zu der Bevölkerungsentwicklung der Agglomeration getroffen. Es wird von einem moderaten Wachstum ausgegangen, welches gegenüber dem Schweizer Bevölkerungswachstum leicht überdurchschnittlich ausfällt. Die Abweichung ist jedoch sehr klein, sodass die Schweizer Durchschnittswerte verwendet werden können. Wir verwenden deshalb die den Energieperspektiven 2050 unterlegten Bevölkerungsszenarien und passen diese entsprechend an.
- *Dienstleistung und Industrie:* Der Energieverbrauch der Agglomeration Frauenfeld in den Bereichen Dienstleistung und Industrie wird ausgehend von den Schweizer Werten anhand des Anteils Beschäftigter in den jeweiligen Sektoren abgeschätzt. Hinzu kommt der Erdgasverbrauch der Zuckerfabrik, welcher dazu führt, dass der Anteil der

Industrie in der Agglomeration Frauenfeld deutlich höher ist als im schweizerischen Mittel.

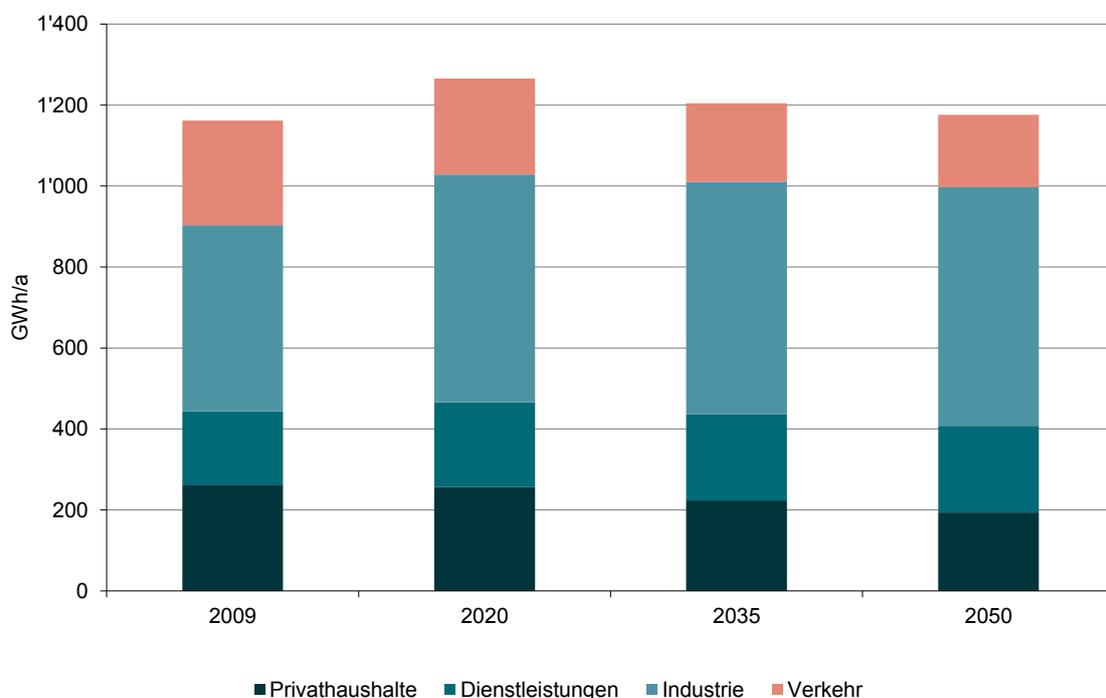
- *Beschäftigte nach Wirtschaftssektoren:* Im der Agglomeration Frauenfeld arbeiten im Vergleich zum Schweizerischen Durchschnitt weniger Personen in der Landwirtschaft (1.4% in der Agglomeration versus 4.2% in der Schweiz), etwas mehr in Industrie (29.6% versus 25.3%) und ungefähr gleich viele im Dienstleistungssektor (69.1% versus 70.5%). Da keine Entwicklungsszenarien bestehen, nehmen wir an, dass der Anteil konstant bleibt bzw. sich entsprechend dem schweizerischen Durchschnitt entwickelt.

## 2.2.1 Gesamtendenergieverbrauch

### Szenario «Weiter wie bisher»

Figur 6 zeigt die Energienachfrage in den Jahren 2009, 2020, 2035 und 2050 aufgeteilt nach Sektoren für das Szenario «Weiter wie bisher». Bei diesem Szenario nimmt der Energieverbrauch insgesamt in der Agglomeration Frauenfeld bis ins Jahr 2020 noch leicht zu und ist ab dann wieder rückläufig. Während im Verkehr und bei den Haushalten mit einer Abnahme des Energieverbrauchs gerechnet wird, wird davon ausgegangen, dass der Verbrauch in den Bereichen Industrie und Dienstleistung weiterhin zunimmt. Die Änderung des Energieverbrauchs gegenüber dem Referenzjahr 2009 wird in Tabelle 14 für die Jahre 2020, 2035 und 2050 für jeden Sektor einzeln aufgelistet.

### Energienachfrage Szenario «Weiter wie bisher»



econcept

Figur 6: Energienachfrage in den Jahren 2009, 2020, 2035 und 2050 nach Sektoren für das Szenario «Weiter wie bisher»

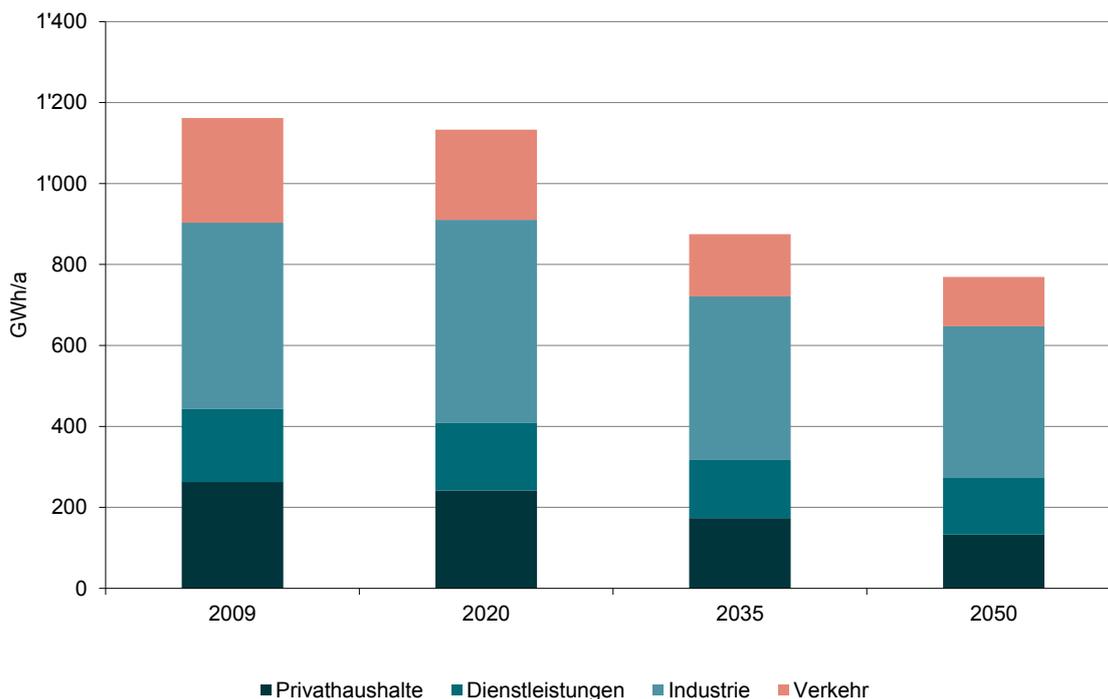
Sektor	Veränderung gegenüber 2009 (2009 = 100 %)		
	2020	2035	2050
Privathaushalte	98%	85%	74%
Dienstleistungen	116%	118%	118%
Industrie	122%	125%	128%
Verkehr	92%	75%	69%
<b>Total</b>	<b>104%</b>	<b>97%</b>	<b>93%</b>

Tabelle 14: Veränderung Energieverbrauch gegenüber 2009 für das Szenario «Weiter wie bisher».

*Szenario «Neue Energiepolitik»*

Beim Szenario «Neue Energiepolitik» nimmt der Energieverbrauch in der Agglomeration Frauenfeld in den kommenden Jahren stetig ab. Am deutlichsten ist dies bei den Haushalten und im Verkehr ersichtlich, wo der Energieverbrauch bis 2050 um rund 50% abnimmt. Aber auch in den Sektoren Industrie und Dienstleistungen ist eine deutliche Reduktion von rund 20% ersichtlich. Die Änderung des Energieverbrauchs gegenüber dem Referenzjahr 2009 wird in Tabelle 15 für die Jahre 2020, 2035 und 2050 für jeden Sektor einzeln aufgelistet.

**Energienachfrage Szenario «Neue Energiepolitik»**



Figur 7: Energienachfrage in den Jahren 2009, 2020, 2035 und 2050 nach Sektoren für das Szenario «Neue Energiepolitik»

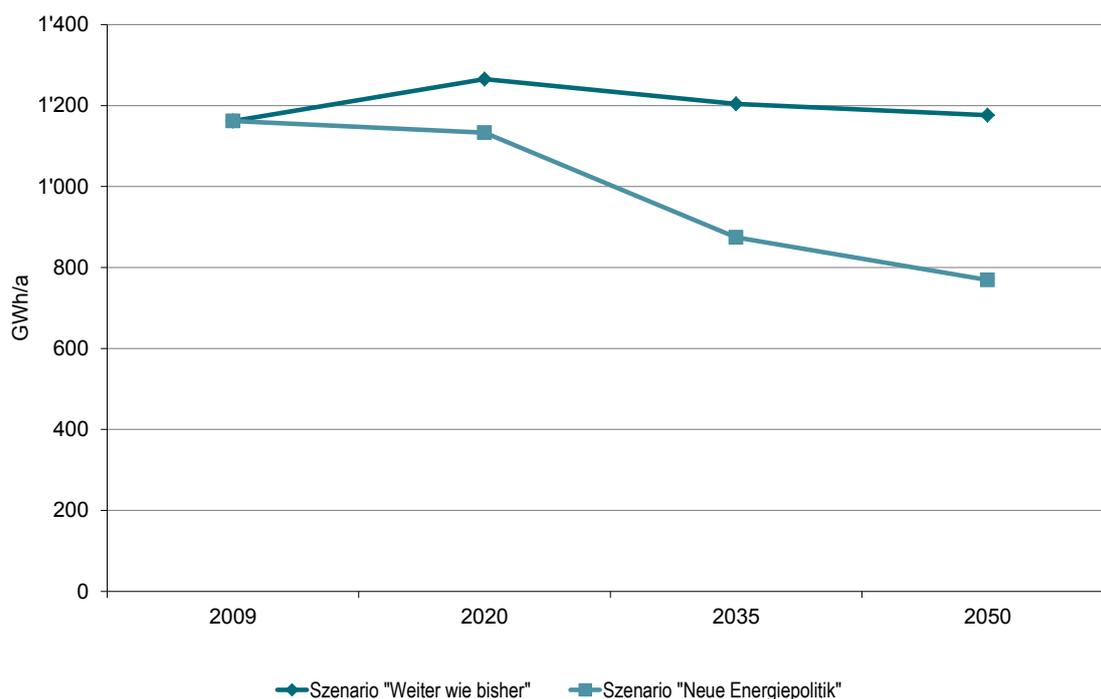
Sektor	Veränderung gegenüber 2009 (2009 = 100 %)		
	2020	2035	2050
Privathaushalte	92%	66%	51%
Dienstleistungen	92%	79%	77%
Industrie	109%	88%	82%
Verkehr	86%	59%	47%
<b>Total</b>	<b>95%</b>	<b>74%</b>	<b>65%</b>

Tabelle 15: Veränderung Energieverbrauch gegenüber 2009 für das Szenario «Neue Energiepolitik».

#### Vergleich der Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik»

Figur 8 vergleicht den Verlauf der beiden Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik». Während der Energieverbrauch im Szenario «Weiter wie bisher» bis 2020 noch etwas zunimmt und auch danach nur moderat abnimmt, ist beim Szenario «Neue Energiepolitik» bereits zwischen 2009 und 2020 eine leichte und anschliessend eine starke Abnahme des Energieverbrauchs ersichtlich. Der Unterschied zwischen den beiden Szenarien besteht in erster Linie in der konsequenteren Ausnützung der Effizienzpotenziale im Szenario «Neue Energiepolitik».

#### Vergleich der Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik»



econcept

Figur 8: Energienachfrage in den Jahren 2009, 2020, 2035 und 2050. Vergleich der Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik»

#### 2.2.2 Elektrizitätsverbrauch

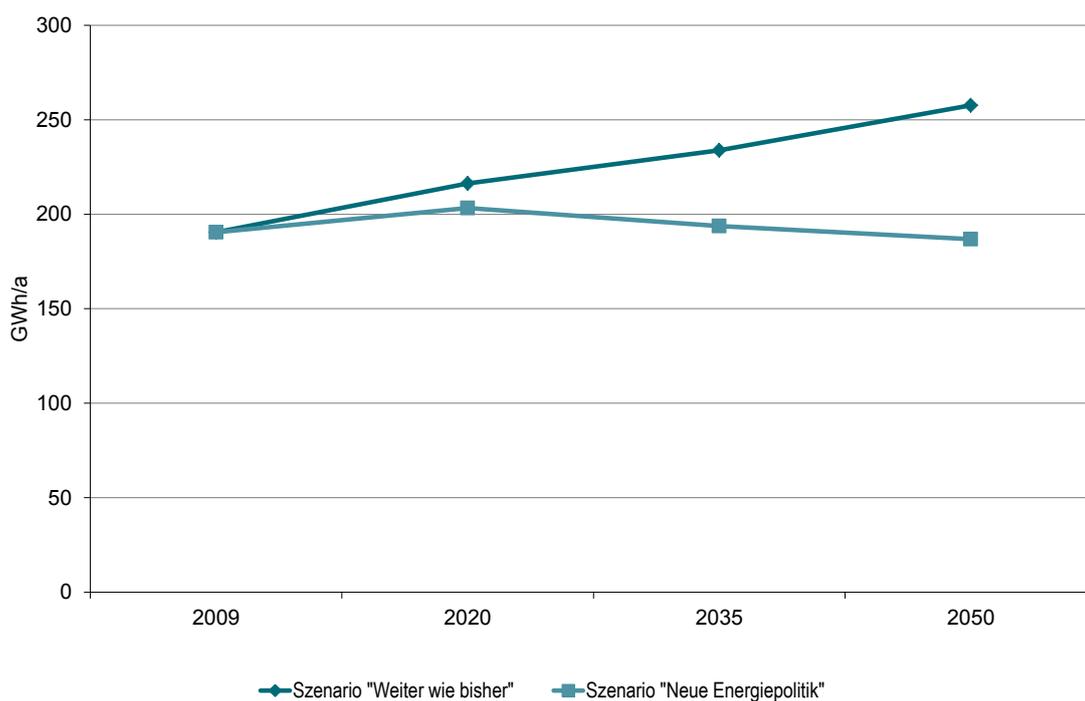
Seit dem Entscheid des Bundesrates und der eidgenössischen Räte, aus der Kernenergie auszusteigen, gewinnt der Strombereich an Bedeutung. Kantone und Gemeinden sind

gefordert, verstärkte Beiträge zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien zu leisten.

Gleichzeitig resultiert aus der Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien (insb. Umweltwärme) ein zusätzlicher Stromverbrauch für den Betrieb von Wärmepumpen. Gesamtheitlich betrachtet sind diese Technologien zwar sehr effizient, der Stromverbrauch nimmt jedoch zu<sup>20</sup>.

Vergleicht man die Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik» für den Bereich der Elektrizität (vgl. Figur 9) fällt auf, dass bei beiden Szenarien bis 2020 mit einem Anstieg des Stromverbrauchs zu rechnen ist, dieser jedoch beim Szenario «Neue Energiepolitik» etwas moderater ausfällt. Nach 2020 nimmt der Stromverbrauch beim Szenario «Weiter wie bisher» weiterhin leicht zu, während er im Szenario «Neue Energiepolitik» deutlich abnimmt. Der Unterschied zwischen den beiden Szenarien besteht in erster Linie in der konsequenteren Ausnutzung der Effizienzpotenziale im Szenario «Neue Energiepolitik».

#### Vergleich der Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik», Elektrizitätsverbrauch



Figur 9: Elektrizitätsverbrauch in den Jahren 2009, 2020, 2035 und 2050. Vergleich der Szenarien «Weiter wie bisher» und «Neue Energiepolitik»

<sup>20</sup> Dies gilt auch für die Förderung der Elektromobilität, welche zu einer Zunahme des Stromverbrauchs führt.



### 3 Erneuerbare Energien und Abwärme: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial

Die heutige Nutzung von erneuerbaren Energien in der Agglomeration wird in diesem Kapitel für die einzelnen Energieträger eruiert und das ökologische Potenzial abgeschätzt. Diese Potenziale können später mit geeigneten Wärmeabnehmern räumlich koordiniert werden und in den Energierichtplan eingetragen werden.

Das Potenzial der erneuerbaren Energien ist abhängig von der Definition des Potenzialbegriffs, welches in Anhang A-1 erläutert ist. In dieser Studie wird jeweils das ökologische Potenzial ausgewiesen. Also jenes Potenzial, das langfristig nachhaltig ausgeschöpft werden kann.

Die Ermittlung der ökologischen Potenziale der erneuerbaren Energien und Abwärme, aufgeteilt nach Verwendungszweck Wärme und Strom, stützt sich auf vorhandene Grundlagen, Erhebungen bei den betreffenden Anlagenbetreibern und Abschätzungen der Autoren/Innen. Die Erhebungen beziehen sich auf den Stand vom Frühjahr 2011 (sofern nicht anders vermerkt). Bei der Bestimmung der Potenziale wird der jeweils limitierende Faktor des Potenzials wie folgt berücksichtigt:

- Angebot als limitierender Faktor

Bei den meisten Potenzialen, namentlich bei der Biomasse, Abwärme, Sonnenenergie, Wasser- und Windkraft, bestimmen die vorhandenen natürlichen Ressourcen das nutzbare Potenzial. Bei der Sonnenenergienutzung ist der limitierende Faktor des Potenzials das Angebot an nutzbaren überbauten Flächen (Dachflächen).

- Nachfrage als limitierenden Faktor

Bei den Potenzialen der Umweltwärme übersteigt das nutzbare Angebot die Nachfrage. Deshalb wird bei der oberflächennahen Erdwärme, Wärme aus Oberflächengewässern die Wärmenachfrage als Grundlage für das nutzbare Potenzial verwendet. Das ermittelte nutzbare Potenzial in einem überbauten Gebiet entspricht dem Energiebedarf für Heizung und Warmwasser der Bauten.

Die Details und allfällige Annahmen sind bei den einzelnen untersuchten Energiepotenzialen aufgeführt.

#### 3.1 Biomasse zur Wärmenutzung und Stromproduktion

##### 3.1.1 Holz

###### *Heutige Nutzung*

Bei der Verwendung von Holz für energetische Zwecke wird wie folgt zwischen verschiedenen Energieholzarten unterschieden. Als *Waldholz* wird jenes Holz bezeichnet, welches direkt aus dem Wald stammt und für energetische Zwecke eingesetzt wird. Als *Restholz*

wird Energieholz aus der Holzverarbeitenden Industrie bezeichnet. *Altholz* stammt aus Gebäudeabbrüchen und -renovationen, alten Möbeln und Verpackungen. *Flurholz* ist naturbelassenes Energieholz von ausserhalb des Waldes (Holz aus Landschaftspflege, Parks, von Böschungen, Flussufern usw.). Alle diese Holzarten, welche zur energetischen Nutzung eingesetzt werden, werden als *Energieholz*<sup>21</sup> bezeichnet.

Energieholz wird im Untersuchungsgebiet heute fast ausschliesslich zur reinen Wärmenutzung eingesetzt (im Gegensatz zur kombinierten Wärme- und Stromnutzung). In allen drei Gemeinden gibt es kleinere Holzfeuerungen (bis 70 kW Leistung), in welchen Holzschnittzel, Stückholz oder Pellets verfeuert werden. Von diesen kleineren Holzfeuerungen sind in der Stadt Frauenfeld 140 Anlagen installiert, in Felben-Wellhausen 83, in Gachnang 92. Bei 1800 Volllaststunden und einer angenommenen mittleren Wärmeleistung von 15 kW<sup>22</sup>, produzieren diese 315 kleineren Anlagen in der Agglomeration eine Wärmemenge von ca. 8'500 MWh/a.

Bei den Holzfeuerungen mit einer Leistung von mehr als 70 kW sind in der Stadt Frauenfeld 15 Anlagen mit einer Feuerwärmeleistung von insgesamt 5'550 kW installiert. Diese produzieren pro Jahr eine Energiemenge von 10'776 MWh. In der Gemeinde Gachnang sind 4 Anlagen mit einer gesamten Feuerwärmeleistung von 530 kW installiert, ihr Energiebedarf beträgt 922 MWh/a. In Felben-Wellhausen sind grössere Holzfeuerungen, mit einer Gesamtleistung von 1'790 kW und einem Energieverbrauch von 2'386 MWh/a sowie weitere kleinere Holzheizungen installiert.

Die gesamte Wärmeproduktion der grösseren Holzfeuerungen (> 70 kW) in der Agglomeration beträgt demnach rund 14'100 MWh/a.

Insgesamt ergibt dies für alle Holzfeuerungen über alle Leistungsklassen in der Agglomeration eine jährliche **Wärmeenergiemenge** aus Holz von **22'600 MWh/a**.

Bei Feuerungen ohne Angabe zum jährlichen Brennstoffbedarf wurde die Anzahl der Betriebsstunden pro Jahr mit der installierten Feuerungsleistung multipliziert und 70% dieser Zahl als jährlicher Energiebedarf angenommen<sup>23</sup>. Auf diese Weise wird dem Umstand Rechnung getragen, dass bei den wenigsten Feuerungen die installierte Leistung ausgelastet wird. Bei fehlenden Angaben zu den jährlichen Betriebsstunden wurden pro Feuerung 1'800 Stunden angenommen.

Die folgenden Abschnitte erläutern die Aufteilung des Verbrauchs auf die einzelnen Holzarten Restholz, Altholz, Flurholz und Waldholz.

In der Stadt Frauenfeld gibt es 4 **Restholzfeuerungen** (Sperrholz & Isolierplatten AG, Festhallen-Vermietung AG, Herzog Ernst AG, Schreinerei Roost AG) mit einer Gesamtleistung von 1000 kW und einem Restholzverbrauch von 1'984 MWh/a. Wird für Restholz ein

<sup>21</sup> Für den Energieinhalt von einem Kilogramm Holz wurde generell ein Wert von 3.8 kWh angenommen, für Holzpellets ein Wert von 5 kWh/kg.

<sup>22</sup> Angaben gemäss Herrn Eugen Schoch, Kaminfeger, Felben-Wellhausen

<sup>23</sup> Schätzung gemäss Herr Martin Buff, Abteilung für Luftreinhaltung, Amt für Umwelt Kanton Thurgau

Energieinhalt von 3.8 kWh pro kg angenommen, ergibt dies eine Menge von 522 t/a. In den Gemeinden Gachnang und Felben-Wellhausen gibt es keine Restholzfeuerungen.

Neben der Schreinerei Roost AG ist die Grob Bau- und Möbelschreinerei einer der grossen Holzverarbeitenden Betriebe in der Region. Der geschätzte Restholzverbrauch der Grob AG beträgt etwa 14 t Holzpellets, was rund 70 MWh/a entspricht. In der Agglomeration gibt es zwei weitere grössere **Pelletfeuerungen** (die Technische Berufsschule Frauenfeld und das Oberstufenzentrum Ost in Felben-Wellhausen). Ihr geschätzter Energieverbrauch beträgt zusammen rund 1'100 MWh/a, dies entspricht etwa 220 t Pellets. Da Pellets oft aus Restholz hergestellt werden, wird dieser Verbrauch der Restholzfraktion zugerechnet.

Der gesamte aus den Feuerungskontrollen eruierte Restholzverbrauch der Agglomeration beträgt demnach etwa **3'200 MWh/a**.

In der Agglomeration gibt es neben der **Altholzfeuerung** der Hugelshofer Logistik AG mit einer Leistung von 1500 kW nur eine kleinere Feuerung mit 34 kW Leistung. Beide Altholzfeuerungen stehen in der Stadt Frauenfeld und verbrauchen zusammen eine Energiemenge von rund 3'193 MWh/a<sup>24</sup>. Dies entspricht einer Altholzmenge von 842 t. Die in der KVA Weinfelden verbrannten Altholz mengen wurden aus dem Energieholzbericht (Energie & Holz 2011) entnommen und proportional zur Bevölkerung auf die Agglomeration umgerechnet. Gemäss dieser Schätzung wurden ca. 880 t Altholz aus der Agglomeration in der KVA Weinfelden verbrannt, dies entspricht 3'256 MWh. Der Energieinhalt dieser gesamten Altholzmenge beträgt **6'500 MWh/a**.

Das **Flurholz** (Holz aus der Landschaftspflege) aus der Stadt Frauenfeld wird künftig zur neu entstehenden Vergärungsanlage Riet in Winterthur gebracht (gemäss econcept 2009). Diese Menge stellt folglich ein Vergärungspotenzial dar und wird in Kapitel 3.1.3 behandelt.

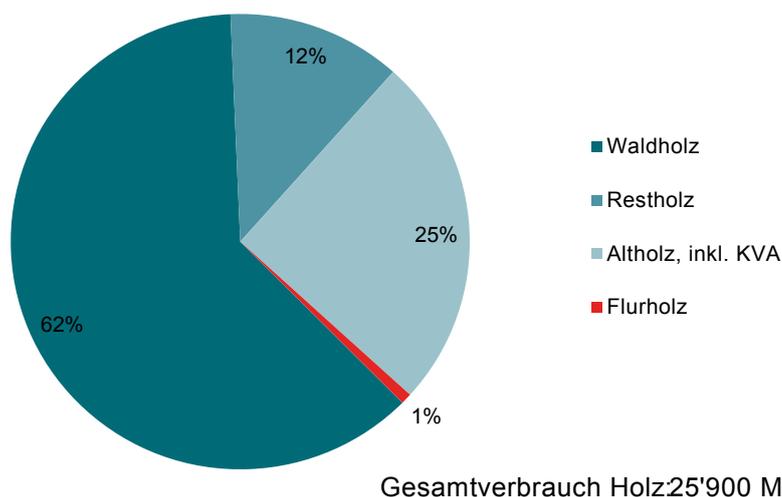
Gemäss Angaben der Werkbetriebe Gachnang wurden in der Gemeinde Gachnang im Jahr 2011 136 m<sup>3</sup> Hackschnitzel aus Flurholz gewonnen. Bei einem angenommenen Energieinhalt von 0.85 MWh pro Schnitzelkubikmeter entspricht das einem Energieinhalt von rund 116 MWh/a. Das verbleibende, nicht für Hackschnitzel verwendete Flurholz aus der Gemeinde Gachnang (19 t) wurde in die Vergärungsanlage Riet nach Winterthur gebracht und wird als Teil des Biogaspotenzials der Vergärungsanlage Riet betrachtet. Für die Gemeinde Felben-Wellhausen liegen keine Angaben vor. Wird das anfallende Flurholz von Felben-Wellhausen aus dem Verhältnis der Gemeindeflächen (ohne Wald) von Felben-Wellhausen (552 ha) und Gachnang (813 ha) geschätzt, ergibt sich eine Hackschnitzelmenge von 93 m<sup>3</sup> oder 79 MWh/a. Gemäss den verfügbaren Angaben beträgt die Energiemenge aus Flurholz in der Agglomeration folglich etwa **200 MWh/a**.

Eine Schätzung für die in der Agglomeration verbrauchte Menge an **Waldholz** für energetische Zwecke ergibt sich als Differenz zwischen der gesamten aus der Feuerungskontrolle eruierten Energieholzmenge (22'600 MWh/a) und der Summe der in der Agglomeration

<sup>24</sup> Quelle: Feuerungskontrollen der Stadt Frauenfeld und des kantonalen Amtes für Luftreinhaltung.

verbrauchten Mengen an Rest-, Alt- und Flurholz (6'540 MWh, das Altholz der KVA Weinfelden wird hier nicht mitgerechnet). Nach Abzug der für Hackschnitzel verwendeten Flurholzmenge (195 MWh/a, siehe Text). Die jährliche Energiegehalt der Waldholzfraktion beträgt somit rund **16'000 MWh/a**.

#### «Energieholzmengen der Agglomeration, nach Holzfraktion»



econcept

Figur 10: Energieholzmengen der Agglomeration, nach Holzfraktion.

#### *Ungenutztes Potenzial*

Gemäss dem Bericht zum aktuellen Stand der Energieholznutzung im Kanton Thurgau (Energie & Holz 2011) wird das **Restholzpotenzial** im Kanton heute bereits ausgeschöpft. Da Restholz vor allem bei Holzverarbeitenden Betrieben anfällt, welche in der Agglomeration ihre Restholzmengen bereits nutzen, wird auch das Restholzpotenzial der Agglomeration als ausgeschöpft angenommen.

Gemäss dem aktuellen Energieholzbericht (Energie & Holz 2011) beträgt die anfallende Menge von **Altholz** im Kanton Thurgau etwa 100 kg pro Einwohner und Jahr. Auf die Agglomeration übertragen entspricht dies einem jährlichen Potenzial von rund 3000 t. Abzüglich den 842 t, welche heute bereits in den installierten Altholzfeuerungen genutzt werden und den 880 t welche in der KVA Weinfelden verbrannt werden, ergibt sich für die Agglomeration ein verbleibendes Potenzial von 1'278 t oder ca. **4'750 MWh/a**.

Gemäss den Angaben der drei Gemeinden wird das Potenzial an **Flurholz** in der Agglomeration heute bereits ausgeschöpft. Ein Teil davon wird als Hackschnitzel verfeuert, die restlichen Anteile gehen in die Vergärungsanlage Riet bei Winterthur. In der Agglomeration besteht somit kein verbleibendes Flurholzpotenzial.

Das Potenzial für Energie aus **Waldholz** kann über den Zuwachs an Holz in den relevanten Wäldern der drei Gemeinden abgeschätzt werden. Die Agglomeration Frauenfeld be-

sitzt eine Waldfläche von 999 ha.<sup>25</sup> Bei einer durchschnittlich anfallenden Energieholzmenge von 4.4 m<sup>3</sup> (Festmeter) pro Hektare und Jahr für den Kanton Thurgau (Energie & Holz 2011) ergibt dies für die Agglomeration Frauenfeld ein Waldholzpotenzial von 3'775 m<sup>3</sup>/a.<sup>26</sup> Bei einem durchschnittlichen Energieinhalt von 2.4 MWh/m<sup>3</sup> (Festmeter) sind dies rund **10'500 MWh/a**. Dieser Wert liegt jedoch über der heutigen Nutzung von Waldholz gemäss der obigen Abschätzung. Über die Herkunft des heute genutzten Waldholzes ist nichts bekannt, es wird daher davon ausgegangen, dass kein Potenzial an Waldholz in der Agglomeration Frauenfeld mehr besteht.

Neben der reinen Wärmenutzung von Holzfeuerungen kann mit Energieholz auch **Strom und Wärme** kombiniert erzeugt werden. Das Energieholz könnte mit Wärme-Kraft-Koppelung-Anlagen effizient eingesetzt werden. Die heutigen WKK-Technologien kommen allerdings nur für grössere Anlagen mit einer Heizleistung von mindestens 500 kW in Frage. Technologien für kleinere Anlagen gibt es bereits, sie sind jedoch erst in der Anfangsphase und müssen für den breiten Einsatz noch weiter verfeinert werden. Mit grösseren Anlagen kann gemäss econcept 2011 ca. 30% Strom und 55% Wärme produziert werden. Ca. 15% des Energiegehaltes wird dabei durch Verluste an die Umgebung abgegeben und kann nicht energetisch genutzt werden.

Eine gekoppelte Wärme- und Stromproduktion könnte auch bei bestehenden Anlagen eingesetzt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nicht bei allen bestehenden Anlagen eine gekoppelte Nutzung in Frage kommt (minimale Anlagegrösse, Platz für die zusätzlichen Holzschnitzel für gekoppelte Nutzung, etc.). Mit der heute bereits genutzten Menge Holz (Waldholz, Restholz und Flurholz) kann also statt den 19'400 MWh Wärme auch mittels WKK-Anlagen rund 4'300 MWh<sup>27</sup> Strom und 10'700 MWh Wärme erzeugt werden. Damit wird zwar weniger Wärme als bisher produziert, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Minderwärmeertrag durch Effizienzmassnahmen wettgemacht wird.

Tabelle 16 gibt einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial von Energieholz in der Agglomeration Frauenfeld.

---

<sup>25</sup> [http://www.forstamt.tg.ch/xml\\_37/internet/de/application/d3874/d4676/f4679.cfm](http://www.forstamt.tg.ch/xml_37/internet/de/application/d3874/d4676/f4679.cfm)

<sup>26</sup> [http://www.tg.ch/documents/KTH\\_Energieholzbericht\\_web.pdf](http://www.tg.ch/documents/KTH_Energieholzbericht_web.pdf)

<sup>27</sup> Mittlerer Stromwirkungsgrad von 22% angenommen (30% bei grossen Anlagen und 15% bei kleineren Anlagen) gemäss econcept 2011.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)		
	Wärme	Wärme / Strom	Reine Wärmenutzung	Kombinierte Wärme-/Stromnutzung	
				Wärme	Strom
Waldholz	16'000	-			
Restholz	3'200	-	-		
Altholz	6'500	KVA	4'750		
Flurholz	200	-	-		
<b>Total</b>	<b>25'900</b>	<b>-</b>	<b>4'750</b>	<b>10'700</b>	<b>4'300</b>

Tabelle 16: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich Holz. Mit der zusätzlich anfallenden Menge Holz kann entweder nur Wärme (erste Spalte *unter ungenutztes Potenzial*) oder Wärme und Strom erzeugt werden (zweite und dritte Spalte). Alle Potenziale beziehen sich auf die Agglomeration Frauenfeld.

Heute können Holzverbrennungsanlagen zur Wärmenutzung wirtschaftlich betrieben werden. Grössere Anlagen zu gekoppelten Wärme und Stromproduktion mittels Dampfturbinen (Leistungsbereich  $> 1 \text{ MW}_{\text{thermisch}}$ ) sind bereits heute wirtschaftlich betreibbar. WKK-Anlagen mit Vergasungstechnologien, welche auch im Bereich von einigen 100 kW einsetzbar sind, haben sich im Pilotstadium und haben sich noch wenig bewährt.

In der weiteren Umgebung ist weiteres Potenzial an Energieholz vorhanden. Ob dies von den betreffenden Gemeinden zukünftig vollständig genutzt werden wird, ist nicht bekannt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Bedeutung und damit die Nachfrage nach Energieholz noch zunehmen wird und allfällige weitere ungenutzte Potenziale in der Region in den nächsten Jahren ausgeschöpft werden.

### 3.1.2 Hofdünger

#### *Heutige Nutzung*

In der Agglomeration Frauenfeld wird von der Biogasgemeinschaft Osterhalden eine landwirtschaftliche Biogasanlage betrieben, diese verwertet Hofdünger mit Co-Substrat (Grünschnitt). Das entstehende Biogas wird mit Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) energetisch genutzt. Auf diese Weise produziert die Biogasgemeinschaft Osterhalden jährlich rund **120 MWh Elektrizität** und **170 MWh Wärme**.<sup>28</sup>

#### *Ungenutztes Potenzial*

Die Genossenschaft Ökostrom Schweiz betreibt in der Region Frauenfeld eine Biomassenbörse und koordiniert so Angebot und Nachfrage nach Biomasse zu Vergärungszwecken. Gemäss der Genossenschaft Ökostrom Schweiz<sup>29</sup> könnte in der Agglomeration durchaus noch ein Potenzial an Hofdünger bestehen, welcher energetisch nicht genutzt wird. Landwirtschaftliche Biogasanlagen können aber nur mit Co-Substraten wirtschaftlich betrieben werden. Da das Potenzial an Co-Substraten in der Agglomeration heute ausgeschöpft ist, besteht gemäss Herrn Baumann kein echtes Potenzial für eine weitere landwirtschaftliche Biogasanlage. Hier stellt sich letztlich die Frage, ob Co-Substrat, welches

<sup>28</sup> [http://www.crde.ch/d2wfiles/document/4079/5052/0/M49\\_FrauenfeldBiogaz\\_valoriser\\_dechets\\_revenu\\_complementaire.pdf](http://www.crde.ch/d2wfiles/document/4079/5052/0/M49_FrauenfeldBiogaz_valoriser_dechets_revenu_complementaire.pdf)

<sup>29</sup> Telefonische Auskunft von Herrn Baumann, Ökostrom Schweiz

heute bereits anderweitig zur Vergärung genutzt wird, für eine landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlage mobilisiert werden soll.

Tabelle 17 gibt einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial an Hofdünger zur Vergärung mit Co-Substraten in der Agglomeration Frauenfeld.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)			Ungenutztes Potenzial (MWh)		
	Wärme	Strom	Gas	Wärme	Strom	Gas
Hofdünger mit Co-Substrat	170	120	-	Wird nicht ausgewiesen	Wird nicht ausgewiesen	Wird nicht ausgewiesen

Tabelle 17: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich Hofdünger mit Co-Substrat.

### 3.1.3 Restliche Biomasse

Die Kategorie restliche Biomasse enthält im Wesentlichen Grüngut und Speisereste aus Industrie und Gewerbe. Der Begriff Grüngut umfasst nicht nur Grünschnitt, sondern auch kompostierbare Rüstabfälle sowie Speisereste aus Privathaushalten. Grüngut wird auch stofflich verwertet, z.B. mittels Kompostierung. Diese Anteile stehen folglich nicht mehr für die energetische Verwertung zur Verfügung.

#### *Heutige Nutzung*

In Zusammenarbeit mit den Städten Frauenfeld und Winterthur baut die Axpo Kompogas AG auf dem Gelände der Deponie Riet in Winterthur eine Vergärungsanlage mit einer jährlichen Kapazität von 20'000 Tonnen Biomasse. Das Grüngut der Stadt Frauenfeld wird bereits heute zur Kompostierung nach Winterthur geliefert, mit dem Bau der Vergärungsanlage Riet soll es künftig zur Energieproduktion verwendet werden. Aus den 20'000 t Biomasse werden so künftig rund zwei Millionen Kubikmeter Biogas pro Jahr produziert, mit einem Energieinhalt von ca. 11'700 MWh. Mindestens zwei Drittel des produzierten Biogases sollen dabei ins Gasnetz eingespeist werden. Mit rund 4'000 Tonnen Grüngut pro Jahr liefert die Stadt Frauenfeld einen Fünftel der verarbeiteten Biomasse und erhält umgekehrt Anspruch auf einen Fünftel des produzierten Biogases. Bei einer angenommenen Einspeisung von zwei Dritteln der Energieproduktion kann somit jährlich Biogas mit einem Energieinhalt von ca. **1'560 MWh** der Agglomeration angerechnet werden.

Da die Vergärungsanlage der ROM an der Mattstrasse nicht mehr besteht, geht diese Biomasse künftig zur Verwertung an die Vergärungsanlage Riet in Winterthur.

Die Gemeinde Gachnang lieferte im Jahr 2011 356 Tonnen Grüngut zur Vergärung an die Axpo Kompogas. Wenn dieser Anteil künftig in der Vergärungsanlage Riet verwertet wird, entspricht dies, analog zu obigen Berechnungen, einer Biogaseinspeisung von **140 MWh/a**. Dieser Anteil wird der Agglomeration zugerechnet. Das Grüngut aus der Gemeinde Felben-Wellhausen wird von der Firma Gemüsebau Gerber kompostiert und stellt somit kein Potenzial für die energetische Nutzung dar.

Die Rübenabfälle der **Zuckerfabrik** werden in der Futtermittelindustrie verwertet. Jährlich fallen aber zusätzlich 700 – 800 t Krautabfälle der Rüben an, welche zwecks Biogasproduktion an die «Genossenschaft Ökostrom Schweiz» geliefert werden. Bei der Reinigung

der Zuckerrüben fallen jährlich ca. 25'000 - 40'000 t Erdabfälle an, diese werden von der Firma Ricoter zu Recyclingerde weiter verarbeitet. Diese Erdabfälle werden nicht energetisch verwertet und stellen deshalb kein Potenzial dar.

Beim Lebensmittelhersteller **Pasta Premium** fallen jährlich 300 – 400 t Lebensmittelabfälle an, diese gehen vollumfänglich in die Futtermittelindustrie und werden nicht energetisch genutzt. Es ist nicht geplant, dass diese Abfälle in der näheren Zukunft energetisch verwendet werden sollen.

In der Agglomeration gibt es einen **Schlachthof**, welcher von der Firma Wick AG betrieben wird. Pro Woche fallen dort ca. 8 t Abfälle der Kategorien I und III an, welche an die neue Vergärungsanlage der Biorender AG in Münchwilen geliefert werden. Die Stadt Frauenfeld ist an dieser Anlage nicht beteiligt und bezieht auch kein Biogas aus der Anlage. Das anfallende Fett, ca. 25 t pro Woche, wird in der Futtermittelindustrie weiter verwertet. Es besteht also kein energetisches Potenzial.

Das Klärgas der **ARA Frauenfeld** wird heute in einem betriebsinternen BHKW zur Produktion von Strom und Wärme verwendet. Neben der Deckung des Eigenbedarfs an Wärme und Elektrizität, und der Wärmeabgabe an die benachbarte Kaserne, werden jährlich rund **1'000 MWh** Strom ins Netz eingespeist. Der anfallende Klärschlamm (Trockensubstanz ca. 790 t) kommt entweder in die KVA Bazenheid zur Verbrennung oder wird in der Zementindustrie verwertet.

#### *Ungenutztes Potenzial*

Generell scheint gemäss econcept (2009) das Potential für die Gewinnung von Strom aus Biomasse in der gesamten Region Frauenfeld<sup>30</sup> ziemlich ausgeschöpft zu sein. Mit der Vereinbarung zwischen Frauenfeld und Winterthur zur gemeinsamen Verwertung des Grüngutes in der Biogasanlage Riet bei Winterthur verringert sich der Anteil der für die Vergärung zur Verfügung stehenden Mengen in der Region Frauenfeld auf fast null.

Beim lebensmittelverarbeitenden Betrieb der Region (Pasta Premium) gibt es kein Biomassepotenzial und die Schlachtabfälle des Schlachthofs der Wick AG werden an die neue Vergärungsanlage der Biorender AG in Münchwilen abgegeben. Die in der Biomasseanlage der Biorender AG entstehende Wärme kann nur lokal genutzt werden und steht damit für die Agglomeration Frauenfeld nicht zur Verfügung. Auch der Klärschlamm der ARA Frauenfeld und die Abfälle der Zuckerfabrik werden heute bereits stofflich verwertet und stellen kein Potenzial zur Energieproduktion mehr dar.

Das Potenzial zur Erzeugung von Wärme und Strom aus den 1'700 MWh Biogas wird nicht aufgeführt. Würde diese Biogasmenge verstromt, könnten so jährlich 510 MWh Elektrizität und 934 MWh Wärme produziert werden.

Tabelle 18 gibt einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial an Biomasse ohne Holz und ohne Hofdünger für die Agglomeration Frauenfeld.

---

<sup>30</sup> Entspricht dem Bezirk Frauenfeld und umfasst damit die drei untersuchten Gemeinden

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)			Ungenutztes Potenzial (MWh)		
	Wärme	Strom	Biogas	Wärme	Strom	Biogas
Restliche Biomasse	-	1'000	1'700	-	-	-

Tabelle 18: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich Biomasse ohne Holz und ohne Hofdünger.

Die Technologien für die energetische Nutzung von Biomasse sind heute gut ausgereift und wirtschaftlich. Neben Wärme und Strom wird in verschiedenen Anlagen auch Biogas produziert, welches in ein Netz eingespeist werden kann.

### 3.2 Wasserkraft

#### *Heutige Nutzung*

Heute bestehen in der Agglomeration Frauenfeld 4 Kleinwasserkraftanlagen mit jeweils einer minimalen installierten Leistung von 30 kW. Gemäss econcept (2009) und weiteren Recherchen sind dies die Kraftwerke Murkart (St. Gallerstr. 196e, Isento AG, 325 kW), Schlossmühle/Königswuhr (St. Gallerstr. 52a/Schlossmühlestr. 11a, Tobler AG, 293 kW), Zeughausbrücke (Eisenwerkstr. 2, Werkbetriebe, 120 kW) und SIGG Walzmühleareal (Walzmühlestr. 51, Isento AG, 62 kW). Zudem hat es ein sehr kleines Kraftwerk mit einer Leistung von 25 kW (Kopetschny, Metzgerstr. 1, Hess AG).

Seit der Studie im Jahr 2009 wurde die Leistung des Kraftwerks Schlossmühle im Jahr 2011 von 130 auf 293 kW ausgebaut<sup>31</sup>. Mit dem Wasserkraftwerk Zeughausbrücke wurde ein seit längerem stillgelegtes Werk saniert, welches seit Anfang 2010 Strom liefert.<sup>32</sup> Mit diesen beiden Ausbauprojekten wurde die installierte Leistung aus der Kleinwasserkraft bereits um 52 % gesteigert, von 542 kW auf 825 kW. Mit der gesamten heute installierten theoretischen Leistung von 825 kW werden, bei einer Annahme von 4000 Stunden Volllastbetrieb pro Jahr, rund **3'300 MWh/a Elektrizität** erzeugt.

#### *Ungenutztes Potenzial*

Mit dem Kraftwerk Aumühle ist in der Agglomeration Frauenfeld ein weiteres Kleinwasserkraftwerk geplant, welches die Stromproduktion des bestehenden Kraftwerks an der Zeughausbrücke übertreffen soll. Bei einer erwarteten Leistung von 170 kW dürfte die Elektrizitätsproduktion des Kraftwerks Au etwa 880 MWh/a betragen. Gemäss Expertenaussagen dürfte damit das Ausbaupotenzial der Stromproduktion aus lokaler Wasserkraft in der Agglomeration bereits ausgeschöpft sein.<sup>33</sup> Weitere Wasserkraftwerke an der Murg im Raum Frauenfeld scheinen gemäss Expertenaussagen unwahrscheinlich.<sup>34</sup>

Zusammenfassend gibt folgende Tabelle einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial der Wasserkraft in der Agglomeration Frauenfeld.

<sup>31</sup> <http://www.thurgauerzeitung.ch/ostschweiz/thurgau/frauenfeld/tz-ff/art123861,2790121>

<sup>32</sup> [http://www.watec-hydro.de/tools/presse\\_datei/18.pdf](http://www.watec-hydro.de/tools/presse_datei/18.pdf)

<sup>33</sup> [http://www.frauenfeld.ch/documents/ff.ch\\_Herbst11.pdf](http://www.frauenfeld.ch/documents/ff.ch_Herbst11.pdf)

<sup>34</sup> Medienmitteilung Werkbetriebe Frauenfeld, 17.4.2010, «Wasserkraftwerk Zeughausbrücke übertrifft alle Erwartungen»

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Wasser	-	3'300	-	880*

Tabelle 19: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich der Wasserkraft.

\* Mit der Erstellung des Wasserkraftwerks Au-Mühle wird dieses Potenzial künftig ausgeschöpft.

Die Technologie zur Wasserkraftnutzung ist ausgereift und wirtschaftlich. Mit Wirbelkraftwerken ist eine neue Generation von Kleinst- und Kleinwasserkraftwerken an Gewässern in Entwicklung, welche auch aus Sicht des Gewässerschutzes und der Durchgängigkeit für Lebewesen positiv beurteilt werden. Dadurch könnte mittelfristig ein bescheidenes zusätzliches Potenzial in Frauenfeld und Umgebung zugänglich gemacht werden.

### 3.3 Sonne

#### *Heutige Nutzung*

Die Energie der Sonneneinstrahlung kann direkt zu Wärmezwecken oder zur Stromerzeugung genutzt werden. Mit neuer Technologie könnte bald die gleichzeitige Produktion von Wärme und Strom möglich werden.

**Wärmenutzung:** Zur Abschätzung der Wärmenutzung mittels solarthermischer Anlagen (Sonnenkollektoren) können einerseits Angaben zu gesprochenen kantonalen Fördergeldern verwendet werden. In den Jahren von 2000 bis 2011 wurden in den drei Gemeinden der Agglomeration gesamthaft 1'774 m<sup>2</sup> Sonnenkollektoren kantonal gefördert.<sup>35</sup> Von dieser Gesamtmenge entfallen 1'329 m<sup>2</sup> auf die Stadt Frauenfeld, 246 m<sup>2</sup> auf die Gemeinde Gachnang und 199 m<sup>2</sup> auf die Gemeinde Felben-Wellhausen. Bei einer angenommenen Wärmeproduktion von 450 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr für das Schweizer Mittelland<sup>36</sup> wird so in der Agglomeration eine Wärmemenge von rund **800 MWh/a** solarthermisch erzeugt. Dieser Wert dürfte etwas zu tief liegen, da nur die seit dem Jahr 2000 geförderten Anlagen erfasst sind.

Gemäss Angaben der Werkbetriebe Gachnang waren 2011 auf dem Gemeindegebiet gesamthaft Sonnenkollektoren mit einer Fläche von ca. 200 m<sup>2</sup> installiert. Diese Angabe deckt sich in etwa mit den Angaben aus der kantonalen Förderung.

**Stromerzeugung:** Gemäss Angaben der Werkbetriebe Frauenfeld waren in der Stadt Frauenfeld im Jahr 2011 Solarzellen mit einer Leistung von 285 kWp installiert.<sup>37</sup> In der Gemeinde Gachnang waren es gemäss Angaben der Werkbetriebe 389 kWp. Aus der Gemeinde Felben-Wellhausen liegen keine Zahlen vor. Wird die Gemeinde Felben-Wellhausen anhand der Bevölkerungszahl und basierend auf den Werten der anderen beiden Gemeinden einbezogen, ergibt dies weitere 150 kW. Mit diesen Werten gerechnet

<sup>35</sup> Gemäss Angaben von Herrn Reto Hunziker der Abteilung Energie des Kantons Thurgau.

<sup>36</sup> Sonnenwärme – Kosten und Kennzahlen, [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

<sup>37</sup> Gemäss Herr Elmar Bühler, Leiter Haustechnik Elektrizität, Werkbetriebe Frauenfeld

entspricht die Stromproduktion in der ganzen Agglomeration **825 MWh/a** (bei angenommenen 1000 Volllaststunden pro Jahr).

Gemäss Schätzungen des Interessenverbandes Swissolar waren schweizweit per Ende 2011 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von rund 210 MWp installiert<sup>38</sup>. Mittels Bevölkerungszahlen auf die Agglomeration Frauenfeld übertragen entspricht dies einer installierten Leistung von 776 kWp Photovoltaikmodulen. Bei einer Annahme von jährlich 1000 Volllaststunden entspricht dies für die Agglomeration Frauenfeld einer Stromproduktion von 776 MWh/a. Damit liegt die Agglomeration Frauenfeld ungefähr im Schweizer Durchschnitt.

#### *Ungenutztes Potenzial*

**Wärmenutzung:** Für eine grobe Abschätzung des solarthermischen Wärmepotenzials wird angenommen, dass zwischen 15% und 30% des Wärmebedarfes für Raumwärme und Warmwasser mit Solarthermischer Nutzung gedeckt werden kann<sup>39</sup>. Gehen wir von einem maximalen Anteil von 30% des Wärmebedarfes aus, so können ca. **70 GWh Wärme** aus der Sonnenenergie genutzt werden.

Die Produktion von Wärme aus Sonnenenergie ist nachfragelimitiert, dies bedeutet, dass das Wärmepotenzial der Solarthermie bedeutend grösser ist als die bestehende Nachfrage.

**Stromerzeugung:** Für eine grobe Abschätzung des photovoltaischen Potenzials in der Agglomeration wird angenommen, dass die ca. zwei Drittel der Dachflächen, welche nicht solarthermisch genutzt werden, zur Stromproduktion mit Photovoltaikzellen genutzt werden. Gemäss einer Studie von Miloni (2006), gestützt auf die internationale Energieagentur, kann man davon ausgehen, dass ca. 30% des Elektrizitätsverbrauchs mittels Photovoltaik gedeckt werden können. Dieser Wert beruht auf der Annahme der konsequenten Nutzung aller potenziell geeigneten Flächen und einer mittleren Sonneneinstrahlung. Gut geeignete Standorte sind z.B. Sportanlagen, Gewerbe- und Liegenschaftsdächer sowie grosse Scheunendächer mit einer günstigen Ausrichtung zur Sonne. Das Potenzial gemäss Miloni entspricht in der Agglomeration Frauenfeld einer Energiemenge von rund **50 GWh/a**.

Die Stromerzeugung aus Sonnenenergie mittels Photovoltaikmodulen weist auch in der Schweiz ein grosses Potenzial auf. Bei Überlegungen zum Potenzial der Photovoltaik muss angemerkt werden, dass die Preise für Photovoltaikmodule seit längerem einen starken Abwärtstrend zeigen und auch künftig wird eine starke Abnahme der Modulpreise erwartet. Mit dem Einsatz von Stromspeichertechnologien könnte zudem das Problem der Unregelmässigkeit der Elektrizitätsproduktion mittels Photovoltaik (stochastisch fluktuierendes Angebot) ausgeglichen werden.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial an Sonnenenergie für die Agglomeration Frauenfeld.

<sup>38</sup> Quelle: Swissolar, "Die schweizerische Solarstrombranche in Zahlen"

<sup>39</sup> Z.B. Frei und Hawkins 2004, econcept 2009

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Sonne	800	825	70'000	50'000

Tabelle 20: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich der Sonnenenergie.

Je nach energiepolitischen Rahmenbedingungen wird sich das Verhältnis der für Wärme und Strom genutzten Dachflächen verändern. Es ist damit zu rechnen, dass vermehrt Photovoltaikanlagen an Stelle von thermischer Nutzung erstellt werden. Zur Nutzung des Potenzials für die Stromproduktion aus Sonnenenergie müssen viele kleine Anlagen gebaut werden, was trotz der kostendeckenden Einspeisevergütung mit Herausforderungen verbunden ist. Die Preise für Photovoltaikanlagen werden voraussichtlich zukünftig weiter sinken und neue Technologien, wie beispielsweise die kombinierte Produktion von Strom und Wärme, werden Marktreife erlangen.

### 3.4 Wind

#### *Heutige Nutzung*

Heute wird in der Agglomeration kein signifikanter Anteil von Elektrizität aus Windenergie erzeugt.

#### *Ungenutztes Potenzial*

Zur Einschätzung des Windpotentials in der Agglomeration Frauenfeld stehen zurzeit nur die Windpotentialkarten von Suisse éole zur Verfügung.<sup>40</sup> Daraus wird ersichtlich, dass in der Agglomeration keine ungenutzten Potentiale für die Stromerzeugung aus Windanlagen bestehen, da die vorkommenden Winde zu gering sind. Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Windanlagen wird eine mittlere Windgeschwindigkeit von mindestens 4 – 5 m/s in 50 m über Grund benötigt. Um bessere Aussagen über die vorhandenen Windpotenziale im Kanton Thurgau zu erhalten, wird im nächsten Jahr eine Studie im Auftrag des Kantons Thurgau durchgeführt, welche die tatsächlichen Potenziale für die Stromerzeugung aus Windkraft erheben wird.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial an Windenergie für die Agglomeration Frauenfeld.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Wind	-	-	-	Nicht quantifizierbar

Tabelle 21: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich der Windenergie.

<sup>40</sup> [www.wind-data.ch/windkarte](http://www.wind-data.ch/windkarte)

### 3.5 Umweltwärme

Umweltwärme kann aus dem Erdreich, dem Grundwasser, aus Oberflächengewässern oder aus der Luft gewonnen werden. Umweltwärme fällt meist auf einem relativ tiefen Temperaturniveau an und wird mittels Wärmepumpen auf die benötigte Temperatur gebracht. Zum Betrieb von Wärmepumpen wird fast ausschliesslich Elektrizität verwendet.

Prinzipiell gilt, je höher das Temperaturniveau der Umweltwärmequelle und je tiefer die Vorlauftemperatur der Heizung, desto effizienter ist der Betrieb von Wärmepumpen. Aus diesem Grund weisen zum Beispiel Wärmepumpen, welche die Wärmeenergie aus der Umgebungsluft beziehen insbesondere in der kalten Winterluft (wenn der grösste Heizbedarf anfällt) einen relativ tiefen Wirkungsgrad von Wärmepumpenstrom und genutzter Umweltwärme auf.

#### *Heutige Nutzung*

Eine pauschale Abschätzung der gesamten heutigen Produktion erneuerbarer Umweltwärme kann mit den Angaben der Werkbetriebe Frauenfeld zur installierten Anschlussleistung von Elektrowärmepumpen wie folgt vorgenommen werden:

In den Jahren 2000 – 2011 wurden in der Stadt Frauenfeld Elektrowärmepumpen mit einer Leistung von 1000 kW ans Elektrizitätsnetz angeschlossen. Zuvor wurden bereits rund 200 kW installiert. Ein Grossteil dieser Anlagen sind Erdsonden und Erdregister, etwa ein Viertel sind Luft-Wasser-Wärmepumpen, Luft-Luft-Wärmepumpen sind nur sehr wenige installiert.<sup>41</sup> Bei angenommenen 1'800 Betriebsstunden pro Jahr verbrauchen diese Wärmepumpen der Stadt Frauenfeld eine Elektrizitätsmenge von 2'160 MWh/a. Wird eine (möglicherweise tendenziell etwas hoch angenommene) Jahresarbeitszahl<sup>42</sup> von 4 angenommen, entspricht das für die Stadt Frauenfeld einer genutzten Umweltwärmemenge von 8'640 MWh/a. Aus der Gemeinde Felben-Wellhausen lagen bis auf weiteres keine Angaben vor. Gemäss den Angaben der Werkbetriebe Gachnang sind in der Gemeinde 170 Wärmepumpen installiert, 88 davon mit Erdsonden. Unter der Annahme einer durchschnittlichen Leistung dieser Wärmepumpen von 18 kW<sup>43</sup> ergibt sich unter den gleichen Annahmen wie oben (1800 Betriebsstunden pro Jahr und eine Arbeitszahl von 4) ein Elektrizitätskonsum von 5'500 MWh/a und damit eine genutzte erneuerbare Wärmemenge von 22'000 MWh/a.

Für die Agglomeration (ohne die Gemeinde Felben-Wellhausen) ergibt sich so für die heute genutzte Menge an erneuerbarer Umweltwärme ein Wert von **30 GWh/a**.

Über die heutige genutzte Wärme aus Oberflächengewässern (Murg und Thur) liegen keine konkreten Angaben vor. Die Post in Frauenfeld sowie ein weiteres Gebäude nutzen jedoch die Wärme aus der Murg.

<sup>41</sup> Gemäss Angaben von Herr Elmar Bühler, Leiter Haustechnik Elektrizität, Werkbetriebe Frauenfeld.

<sup>42</sup> Jahresarbeitszahl (JAZ) = Verhältnis von abgegebener Wärmemenge zu aufgenommener Elektrizitätsmenge

<sup>43</sup> Gewichtetes Mittel der Leistungen aller 2011 schweizweit verkauften Wärmepumpen. Quelle: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS, www.fws.ch

*Ungenutztes Potenzial*

**Erdwärme (untiefe Geothermie):** Mittels untiefer Erdwärme können in einem Wohn- bzw. Dienstleistungsgebiet durchschnittlich rund 80% des Bedarfs an Raumwärme und Warmwasser gedeckt werden. In der Agglomeration Frauenfeld ist jedoch die Nutzung von untiefer Erdwärme in rund 50% des bebauten Gebiets auf Grund der Grundwasserschutzzonen verboten. Konservativ kann also davon ausgegangen werden, dass 40% des Wärmebedarfes für Raumwärme und Warmwasser mit Erdwärmesonden<sup>44</sup> gedeckt werden kann. Damit beträgt das ungenutzte Potenzial ca. **65 GWh**<sup>45</sup>.

In Gebieten, wo eine Erdwärmenutzung aus Gründen des Grundwasserschutzes generell untersagt ist, können Nutzungen von Erdwärme in geringeren Tiefen mittels Wärmeregistern und Wärmekörben realisiert werden. Hierbei ist jedoch ein minimaler Abstand von 2 m zum höchsten Grundwasserpegel einzuhalten, was im Thurtal oftmals nicht möglich ist.

**Grundwasser:** Grundwasserwärmenutzungen sind ausserhalb von Grundwasserschutzzonen grundsätzlich zulässig. Bewilligungsfähig sind grössere Anlagen ab 150 kW Kälteleistung oder 100 kW Wärmeleistung bei Anwendung besonderer Energiesparmassnahmen wie z.B. dem Minergie-Standard. Das Potenzial ist sehr schwierig abschätzbar und wird nicht explizit ausgewiesen.

**Luft:** Grundsätzlich kann Wärme aus Luft überall genutzt werden, das Potenzial ist nachfragemlimitiert. Insbesondere im Winter, wenn üblicherweise die grösste Wärmenachfrage besteht, ist die Nutzung der Wärmeenergie aus der kalten Umgebungsluft aber wenig effizient, meistens gibt es Optionen mit einem besseren Wirkungsgrad. Daher wird das Potenzial nicht ausgewiesen.

**Oberflächengewässer (Murg, Thur):** Ausschlaggebend für das Potenzial der Wärmenutzung aus Flüssen ist das Abflussminimum im Winter, da während der Heizperiode in der Regel der grösste Wärmebedarf besteht. In der Betrachtungsperiode 1974 – 2010 betrug das geringste gemessene Tagesmittel des Abflusses  $0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ <sup>46</sup>. Wird eine maximal zulässige Temperaturänderung des Gewässers mit  $1^\circ\text{C}$  und 1'800 Vollaststunden angenommen, resultiert eine theoretisch nutzbare Wärmemenge aus der Murg von **28 MWh** pro Jahr, resp. eine Wärmeleistung von 15 kW. Wird eine potenzielle Wärmenutzungsanlage mit einem Spitzenkessel unterstützt, kann die Entzugsleistung verdoppelt oder verdreifacht werden. Der Spitzenlastkessel käme bei Niedrigwasser oder sehr tiefen Aussentemperaturen zum Einsatz. Dennoch handelt es sich um ein sehr geringes nutzbares Wärmepotenzial.

Um diese Wärme nutzen zu können braucht es geeignete Wärmeabnehmer/innen in der Nähe der Murg. Da zurzeit ein Wärmenetz in der Innenstadt von Frauenfeld geplant ist, ist eine allfällige Nutzung der Wärme aus der Murg darauf abzustimmen. Wärme aus der Thur

<sup>44</sup> Neben Erdwärmesonden kann auch mittels Geostrukturen und Energiepfählen dem Erdreich Wärme entzogen werden.

<sup>45</sup> Annahme: Energieverbrauch Haushalte (262 GWh) minus Stromverbrauch für den Privatbereich (71 GWh), abzüglich 30 GWh bereits genutzte Umweltwärme.

<sup>46</sup> Quelle: [http://www.umwelt.tg.ch/documents/2386\\_Murg\\_Frauenfeld\\_def.pdf](http://www.umwelt.tg.ch/documents/2386_Murg_Frauenfeld_def.pdf), kleinstes Jahresmittel.

kann allenfalls in Felben-Wellhausen genutzt werden, die Siedlungs- und Baugebiete der anderen Gemeinden liegen zu weit von der Thur weg.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die heutige Nutzung und das ungenutzte Potenzial an Umweltwärme für die Agglomeration Frauenfeld.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
<b>Gesamte Umweltwärme</b>	<b>30'700</b>	-	<b>65'000</b>	-
Erdwärme (untiefe Geothermie)	6'400	-	65'000	-
Grundwasser	k.A.	-	k.A.	-
Luft	7'668	-	n.b.	-
Oberflächengewässer	k.A.	-	28	-

Tabelle 22: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich der Umweltwärme.  
k.A.: keine Angaben. n.b.: nicht berücksichtigt, da andere Umweltwärmenutzungen über eine bessere Energieeffizienz verfügen.

Wärmepumpen sind bereits seit vielen Jahren auf dem Markt und werden laufend weiterentwickelt, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erreichen. Es handelt sich um eine bewährte und weitverbreitete Technologie. Die Wärmegegestehungskosten mittels Wärmepumpen liegen heute in einem zu anderen Wärmeherzeugungssystemen noch nicht ganz konkurrenzfähigen Bereich.

### 3.6 Tiefe Geothermie (>400 m)

#### *Heutige Nutzung*

Mit tiefer Geothermie wird die Nutzung von Erdwärme aus tiefen Erdschichten (> 400 m) bezeichnet. Es handelt sich dabei um eine relativ neue Technologie, bisher wurden in der Schweiz vor allem Probebohrungen durchgeführt. Bis heute wird in der Agglomeration Frauenfeld keine Wärme aus tiefer Geothermie genutzt.

Die Firma Grob Gemüse in Schlattingen (ausserhalb der Agglomeration Frauenfeld) führt momentan Probebohrungen zur Nutzung tiefer Geothermie durch. Im September 2011 wurde in einer erfolgreichen Bohrung bei der Firma Grob Gemüse eine Tiefe von 1508 m erreicht. Das im Bohrloch zirkulierende Wasser hatte eine Temperatur von 65° C, mit Säuerungsmassnahmen wurde die maximale Fliessrate von 7.9 l/s erreicht. Auf Grund dieser Resultate erwartet die Firma, bis Ende 2012 einen Drittel bis die Hälfte ihres Energiebedarfs mit tiefer Geothermie decken zu können. Dies wären rund 6.8 – 10.3 GWh pro Jahr.<sup>47</sup>

#### *Ungenutztes Potenzial*

Gemäss Angaben der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie gehört der Kanton Thurgau zu den potentiell interessanten Standorten für die Nutzung der Tiefengeothermie,

<sup>47</sup> [http://www.grob-gemuese.ch/cms/uploads/media/Energiepraxis\\_TG\\_April2012.pdf](http://www.grob-gemuese.ch/cms/uploads/media/Energiepraxis_TG_April2012.pdf)

sowohl aus geologischer wie auch aus technischer Sicht. Nur eine Kombination aus Stromerzeugung und Abwärmenutzung ist wirtschaftlich sinnvoll. Um die effiziente Nutzung der Wärme zu gewährleisten braucht es räumlich nahe gelegene Wärmeverbraucher wie geeignete, grössere Industriebetriebe oder Fernwärmenetze zur Versorgung von Privathaushalten und anderen Verbrauchern. Ein solches existiert in Frauenfeld heute noch nicht, es ist jedoch ein Fernwärmering in der Innenstadt zur Nutzung der ARA-Abwärme geplant, welcher allenfalls auch für die Verteilung von Abwärme eines Geothermiekraftwerks genutzt werden könnte. Zudem müsste geprüft werden, ob eine genügende Wärmedichte vorhanden ist, die für den wirtschaftlichen Betrieb eines Netzes nötig ist.

Würde in der Agglomeration längerfristig eine Anlage in der Grössenordnung der bestehenden Anlage in Unterhaching (DE) erstellt (elektrische Leistung 3 - 4 MW, thermische Leistung 30 - 40 MW), ergäbe sich damit analog ein jährliches **Potenzial von 10 GWh Elektrizität und 80 GWh Wärme aus tiefer Geothermie**.

Tabelle 23 fasst die heutige Nutzung sowie die ungenutzten Potenziale im Bereich der tiefen Geothermie zusammen.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Tiefe Geothermie	-	-	10'000	80'000

Tabelle 23: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich der tiefen Geothermie.

Die Stromproduktion aus tiefer Geothermie ist mit grossen Unsicherheiten behaftet. In der Schweiz gibt es heute noch keine Projekte, welche als Referenz genutzt werden können. Die Wärmenutzung ist hingegen in der Stadt Zürich gelungen. Die Technologie zur kombinierten Wärme- und Stromproduktion muss noch weiter entwickelt werden. Zudem ist die soziale Akzeptanz der Technologie noch nicht sehr fortgeschritten.

### 3.7 Abwärmenutzung aus der Industrie

Abwärme aus Industrieprozessen kann ebenfalls betriebsextern zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser genutzt werden. Es wurden dazu erste Abklärungen getroffen.

#### *Heutige Nutzung*

Aus den in der Agglomeration ansässigen Industriebetrieben wird gemäss den vorliegenden Informationen nur in der Zuckerfabrik die anfallende Abwärme für externe Wärmezwecke genutzt. Seit längerem wird mit der Prozesswärme ein Wärmeverbund beliefert, mit welchem 300 Wohnungen eines benachbarten Quartiers mit Wärme versorgt werden.

#### *Ungenutztes Potenzial*

Das Potenzial zur Abwärmenutzung der Zuckerfabrik ist noch nicht ausgeschöpft. Es besteht jedoch die durch den Prozess bedingte Herausforderung, dass die anfallende Ab-

wärme nicht ganzjährig verfügbar ist. Diese Herausforderung stellt auch den bestehenden Wärmeverbund vor Herausforderungen. Details dazu liegen keine vor.

Bei der Firma Galvaswiss liegt ein geschätztes ungenutztes Wärmepotenzial von ungefähr 550 MWh/a vor. Weitere Potenziale sind vorhanden, konnten aber von der Firma bisher nicht quantifiziert werden.

Das ungenutzte Wärmepotenzial der Firma Pasta Premium wird auf 1'100 MWh/a geschätzt.

Beim Schlachthof der Wick AG liegt ein ungenutztes Potenzial von etwa 460 MWh/a vor.

Ein geringes Potenzial von 70 MWh/a besteht bei der Giovanelli Fruchtimport AG.

Bei der Kunsteisbahn Frauenfeld ist per Ende Jahr die Nutzung von Abwärme aus der Kälteproduktion geplant, das Potenzial konnte aber bisher nicht quantifiziert werden.

Neben der Zuckerfabrik könnte auch bei der Firma Hugelshofer Wärme anfallen, welche zur externen Nutzung zur Verfügung stehen könnte. Die entsprechenden Angaben liegen aber bis heute nicht vor.

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die heutige Nutzung sowie die ungenutzten Potenziale im Bereich der Abwärme der Industrie zusammen.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Zuckerfabrik	Nicht quantifiziert	-	Nicht quantifiziert	-
Galvaswiss	550	-	550	-
Pasta Premium	2'200	-	1'100	-
Schlachthof Wick AG	460	-	460	-
Giovanelli Fruchtimport AG	-	-	70	-
Kunsteisbahn	Nicht quantifiziert	-	Nicht quantifiziert	-
<b>Total</b>	<b>3'210</b>	<b>-</b>	<b>2'180</b>	<b>-</b>

Tabelle 24: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich Abwärmenutzung aus der Industrie.

### 3.8 Abwärmenutzung von Infrastrukturen

#### *Heutige Nutzung*

**Ungeklärtes Abwasser:** Ungeklärtes Abwasser in Abwasserkanälen kann zur Wärmege-  
 winnung genutzt werden, sofern einige Bedingungen erfüllt sind. Einerseits ist die Nutzung  
 des ungeklärten Abwasser eingeschränkt durch die Anforderungen der ARA an die Was-  
 sertemperatur<sup>48</sup>, da die biologischen Prozesse der Kläranlage auf eine bestimmte Minimal-  
 temperatur angewiesen sind. Andererseits wird eine minimale Durchflussrate benötigt,

<sup>48</sup> Die ARA ist so dimensioniert, dass der Nitrifikationsprozess bis zur Temperatur von 10°C vollständig ablaufen kann. Die  
 Wärmenutzung aus ungeklärtem Abwasser ist deshalb im Winter kritisch zu beurteilen.

damit eine bestimmte Wärmemenge dem Wasser entzogen werden kann. Zusätzlich müssen die Kanäle für den Einsatz von Wärmetauschern einen minimalen Durchmesser aufweisen. Schliesslich muss die Wärmenachfrage in den direkt umliegenden Gebieten gegeben sein, damit Leitungsverluste minimiert werden können und ein wirtschaftlicher Betrieb gewährleistet werden kann.

Heute wird in der Agglomeration keine Wärme aus dem ungeklärten Abwasser genutzt, um die Minimaltemperatur in der ARA Frauenfeld sicherzustellen.

**Geklärtes Abwasser:** Das geklärte Abwasser der ARA Frauenfeld weist gemäss einer Potenzialstudie der Werkbetriebe Frauenfeld ein ungenutztes Wärmepotenzial von 17'800 MWh/a auf.<sup>49</sup> Dieses Potenzial soll mit dem Bau des Fernwärmerings Frauenfeld künftig erschlossen werden. Primär sollen dabei die Liegenschaften des Kantons Thurgau und der Stadt Frauenfeld, sowie weitere grössere Liegenschaften in der Innenstadt mit Wärme versorgt werden. Mit einer projektierten Anschlussdichte von 2.16 MWh pro Jahr und Trassemeter sind gute Bedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes gegeben. Erste Wärmelieferungen sind auf die Heizperiode 2014/2015 geplant.

Zurzeit sind die ARA und die Kaserne Auenfeld an den warmen Fernwärmering angeschlossen. Bisher wurden die Energieträger Erdgas und Klärgas eingesetzt, wobei das Klärgas vorwiegend in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) genutzt wird. Ein wesentlicher Teil der BHKW-Abwärme kann heute nicht genutzt werden. Es dürfte sich dabei laut Angaben von Herr Scheiwiler von der Betriebsleitung des Abwasserverbands Region Frauenfeld um 1'000 MWh handeln.

**Rechenzentren.** Es sind den Autor/innen keine Rechenzentren in der Agglomeration bekannt, aus welchen heute die Abwärme genutzt wird.

**Trafostationen.** Aus den Trafostationen in der Agglomeration wird heute keine Abwärme gewonnen.

#### *Ungenutztes Potenzial*

**Ungeklärtes Abwasser.** Wärme aus den ungeklärten Abwässern der Agglomeration sollen zur Sicherstellung der Minimaltemperatur für die biologischen Prozesse der ARA auch künftig nicht genutzt werden.

**Geklärtes Abwasser.** Die geklärten Abwässer der ARA werden mit dem geplanten Fernwärmering genutzt. Wird der Verbund wie geplant realisiert, ist damit das Wärmepotenzial der ARA-Abwässer vorerst ausgeschöpft.

Durch die Erstellung des neuen kalten Fernwärmerings soll nach einer zweiten Phase zudem ein Umbau des bestehenden Wärmeverbunds bzw. der entsprechenden Heizungsanlagen stattfinden. Dabei ist eine Wärmepumpe geplant, welche die restliche, vom kalten Fernwärmering nicht benötigte Abwärme aus dem gereinigten Abwasser nutzt.

---

<sup>49</sup> Werkbetriebe Frauenfeld: Management Summary Fernwärmering Frauenfeld

**Rechenzentren.** Gemäss Aussagen vom Energiestadtberater gibt es in der Agglomeration keine Rechenzentren, deren Abwärme genutzt werden kann.

**Trafostationen.** Es liegen keine Angaben über die Eignung der Abwärmenutzung der Trafostationen in der Agglomeration Frauenfeld vor.

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die heutige Nutzung sowie die ungenutzten Potenziale im Bereich der Abwärmenutzung von Infrastrukturanlagen.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)		Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Wärme (MWh)	Strom
Geklärtes Abwasser	-	-	17'800*	-
Ungeklärtes Abwasser	-	-	-	-
Rechenzentren	-	-	-	-
Trafostationen	k.A.	-	-	-

Tabelle 25: Heutige Nutzung und ungenutztes Potenzial im Bereich der Abwärme von Infrastrukturen.  
\*Mit der Umsetzung des geplanten Fernwärmerings wird dieses Potenzial ausgeschöpft werden.

### 3.9 Wärme-Kraft-Koppelungen mit fossilen Brennstoffen

WKK stellen eine effiziente Technologie dar, um neben der Wärmeproduktion zusätzlich Strom zu erzeugen. Da die WKK primär im Winter laufen, wenn die Heizenergie gebraucht wird, wird dann auch zusätzlichen Strom produziert, welcher für den Einsatz von Wärmepumpen gebraucht wird. Damit stellen die WKK eine gute Ergänzung zu anderen (erneuerbaren) Stromerzeugungsanlagen dar. Neben Erdgas kann für WKK-Anlagen auch Biogas verwendet werden, welches beispielsweise in Riet produziert und eingespeist wird.

Heute werden gemäss Auskunft der Gemeinden keine dezentralen WKK Betrieben. Es gibt ungefähr 3 grössere WKK oder BHKW Anlagen (Spital, und zwei Biomasse WKK), welche in der Agglomeration primär Wärme, teilweise auch Strom für den Eigenbedarf erzeugen.

#### *Ungenutztes Potenzial*

Für die Abschätzung der Potenziale für WKK in der Agglomeration Frauenfeld kann ein Bericht von Eicher und Pauli (V3E 2011) zugezogen werden. In diesem Bericht werden für die ganze Schweiz geeignete Gebiete für WKK ausgeschieden, welche eine genügend hohe Wärmenachfrage aufweisen, um die bei der Stromproduktion entstehende Wärme auch sinnvoll nutzen zu können (V3E 2011). Zurzeit wird diese Studie von Eicher und Pauli überarbeitet, wobei die Potenziale viel genauer bestimmt werden als in der bisherigen Studie. Diese aktualisierte Studie wird nächstes Jahr vorliegen. In der Agglomeration wird im bereits veröffentlichten Bericht nur ein Standort in der Agglomeration Frauenfeld ausgewiesen, welcher für WKK geeignet ist. Die elektrische Leistung wird darin mit 6.1 MW angenommen. Dies ergibt einen Wärmeabsatz von 53.4 GWh/a und eine Stromproduktion

von **27 GWh**<sup>50</sup>. Das Potenzial könnte aber auch noch höher liegen, wenn neben den Clustern in der zitierten Studie noch zusätzliche Cluster für die WKK in Frage kommen.

### 3.10 Zusammenfassung der heutigen Nutzung und der ungenutzten Potenziale an erneuerbaren Energieträgern

Tabelle 26 zeigt einen Überblick über alle erneuerbaren Energien, deren heutige Nutzung sowie das ungenutzte Potenzial. Die grössten Potenziale liegen bei den erneuerbaren Energien im Bereich der Solarenergie und der Umweltwärme. Die tiefe Geothermie kann ebenfalls einen grossen Beitrag zur Energieversorgung beitragen, deren Realisierbarkeit ist zurzeit aber noch unsicher.

Energieträger	Heutige Nutzung (MWh)			Ungenutztes Potenzial (MWh)	
	Wärme	Strom	Biogas	Wärme	Strom
Biomasse (alle Energieträger)	26'000	1'000	1'700	4750	4'300
Wasser	-	3'300	-	-	880
Sonne	800	825	-	70'000	50'000
Wind	-	-	-	-	k.A.
Umweltwärme	30'700	-	-	65'000	-
Tiefe Geothermie	-	-	-	80'000	10'000
Abwärme aus Industrie	3'210	-	-	2'180	-
Abwärme aus Infrastrukturen	-	-	-	17'800	-
WKK-Anlagen					27'000
<b>Total</b>	<b>60'710</b>	<b>5'040</b>	<b>1'700</b>	<b>239'730</b>	<b>92'100</b>

Tabelle 26: Zusammenfassung der Potenziale und der heutigen Nutzung.

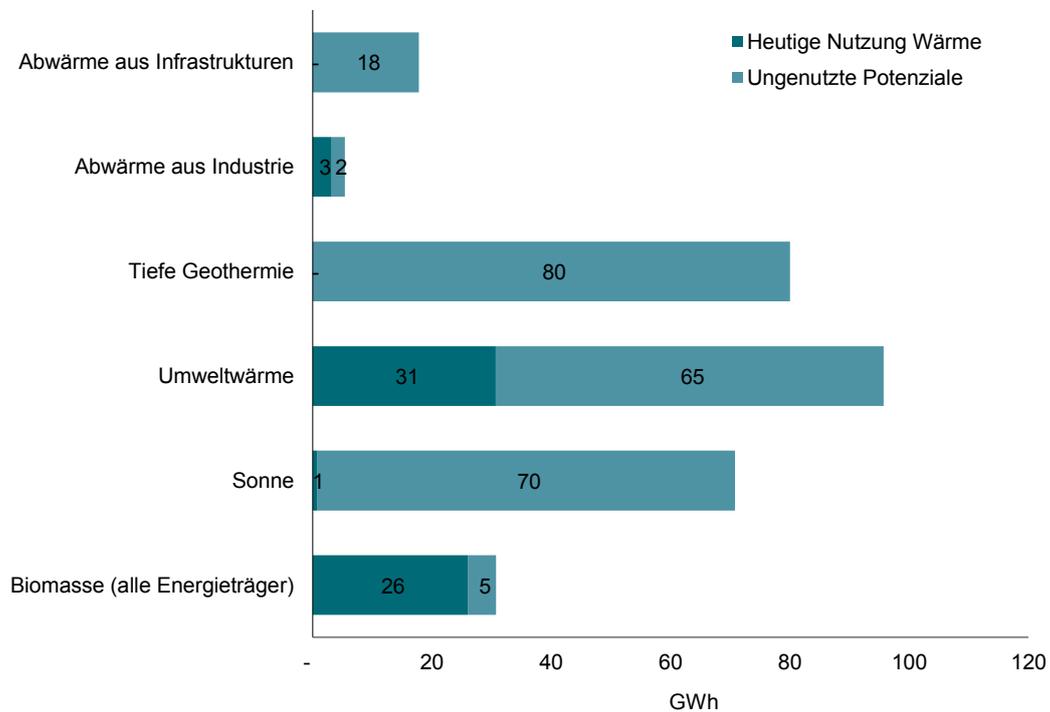
Die ungenutzten Potenziale können nun dem Energiebedarf der Agglomeration gegenübergestellt werden. Damit wird ersichtlich, welcher Anteil des Wärme- und Strombedarfs aus regional anfallenden Energieträgern gedeckt werden kann.

Figur 11 und Figur 12 zeigen den erneuerbaren Wärme- und Stromverbrauch, zusammen mit den jeweiligen Potenzialen an erneuerbaren Energieträgern auf.

Für den Wärmebedarf wird aus der folgenden Grafik ersichtlich, dass die grössten Potenziale im Bereich der Solarenergie, der Umweltwärme und der tiefen Geothermie liegen.

<sup>50</sup> bei einer angenommenen Vollaststundenzahl von 4500 gemäss der Studie von Eicher und Pauli; V3E 2011

### «Erneuerbare Energien für Wärme: Gegenüberstellung der heutigen Nutzung und der ungenutzten Potenziale in der Agglomeration Frauenfeld»



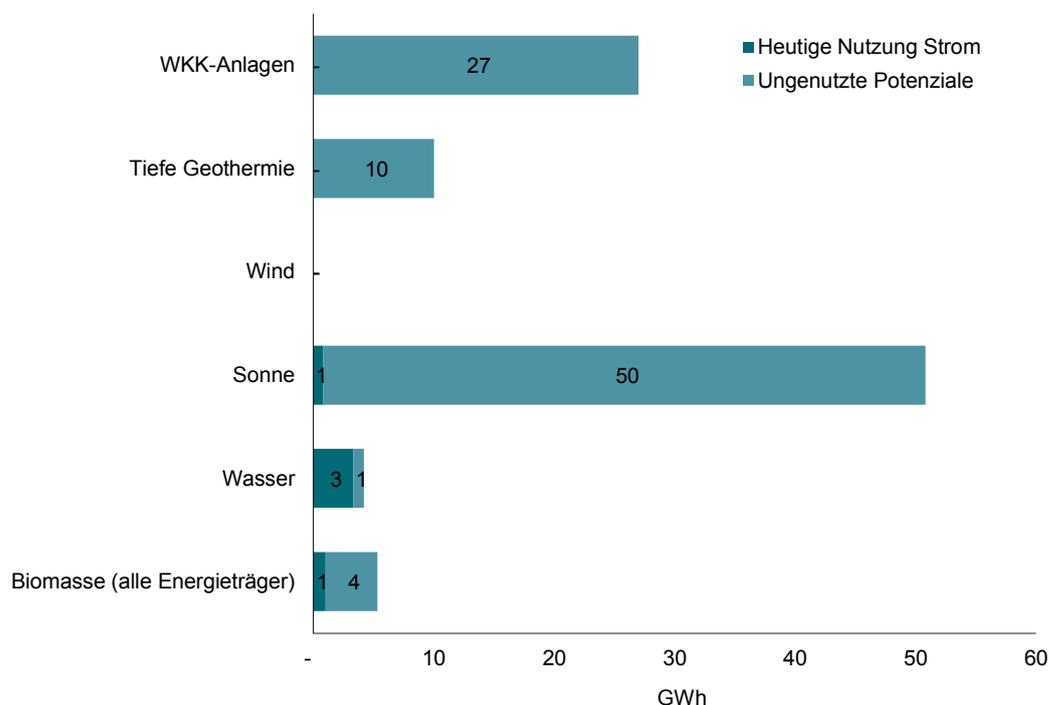
econcept

Figur 11: Gegenüberstellung des heutigen erneuerbaren Wärmeverbrauchs und der ungenutzten Potenziale für Wärmezwecke.

\* das ungenutzte Potenzial enthält jenes der ARA, welches im geplanten Wärmeverbund in der Innenstadt von Frauenfeld genutzt werden soll.

Die folgende Grafik zeigt die Potenziale an erneuerbaren Energien und WKK-Anlagen im Strombereich und weist den Anteil aus, welcher heute bereits genutzt wird. Es ist ersichtlich, dass die grössten Potenziale bei den erneuerbaren Energien im Bereich der tiefen Geothermie, der Sonnenenergienutzung und der Umweltwärme liegen. Dazu kommt ein beachtliches Potenzial von fossilen WKK-Anlagen.

«Erneuerbare Energien und WKK-Anlagen für die Stromproduktion: Gegenüberstellung der heutigen Nutzung und der ungenutzten Potenziale in der Agglomeration Frauenfeld»



econcept

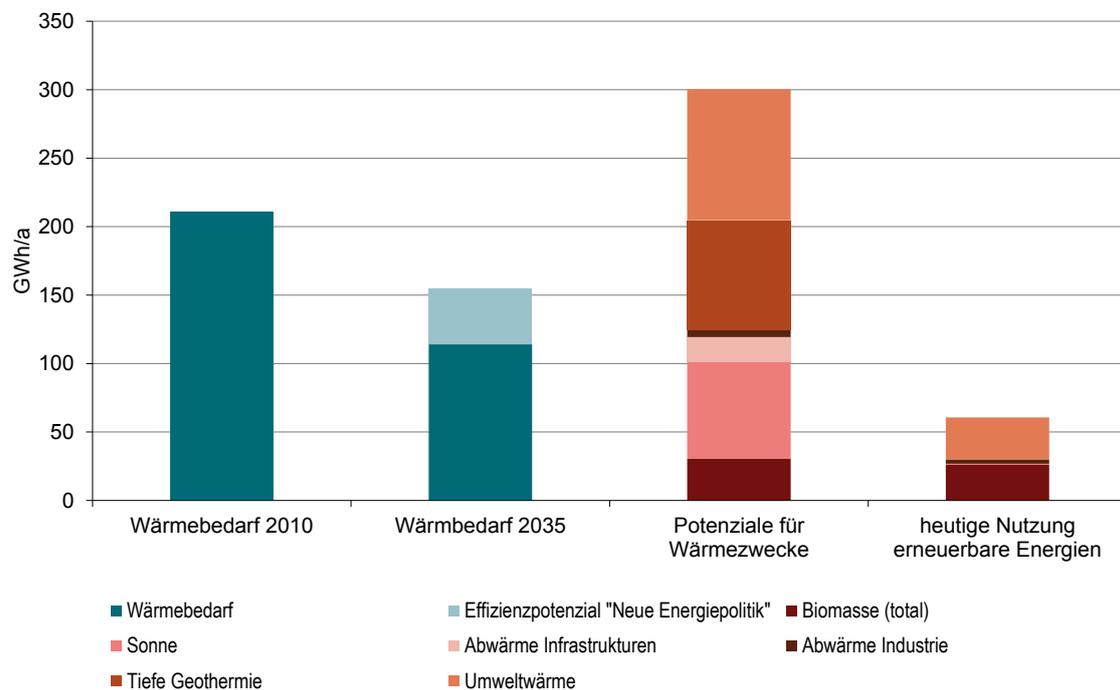
Figur 12: Gegenüberstellung der heutigen erneuerbaren Stromproduktion und der ungenutzten Potenziale für die Stromproduktion.

Stellt man die Potenziale an erneuerbaren Energien dem heutigen Verbrauch gegenüber (Verbrauch für Haushalte), so wird ersichtlich, dass im Wärmebereich ca. 30% des heutigen Verbrauchs aus lokalen, erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden kann, während heute vom gesamten Stromverbrauch der Gemeinden weniger als 3% aus lokalen, erneuerbaren Energien erzeugt werden.

Zudem wird angenommen, dass neben Strom und Wärme auch 1'700 MWh Biogas produziert wird. Dieses wird aus Biomasse der Agglomeration in Riet in Winterthur erzeugt. Würde diese Gasmenge verstromt, könnten jährlich **zusätzliche 510 MWh Elektrizität und 934 MWh Wärme** erzeugt werden. Mit dem Biogas können aber auch Prozesse oder Fahrzeuge betrieben werden. Die Nutzung kann über die Angebote der Werkbetriebe Frauenfeld gesteuert werden.

Aus der folgenden Grafik ist ersichtlich, dass der gesamte Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser der Agglomeration mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann. Die Potenziale übersteigen den heutigen und künftigen Wärmebedarf deutlich. Es besteht daher zusätzliches Potenzial, erneuerbare Energiequellen auch für Prozesse einzusetzen, die eine hohe Temperatur benötigen. Dazu kann beispielsweise Holz verwendet werden. Ebenfalls ist ersichtlich, dass die Potenziale heute erst zu einem kleinen Teil genutzt werden.

### «Wärmebedarf (Raumwärme und Warmwasser) und erneuerbare Wärmeproduktion in der Agglomeration Frauenfeld»

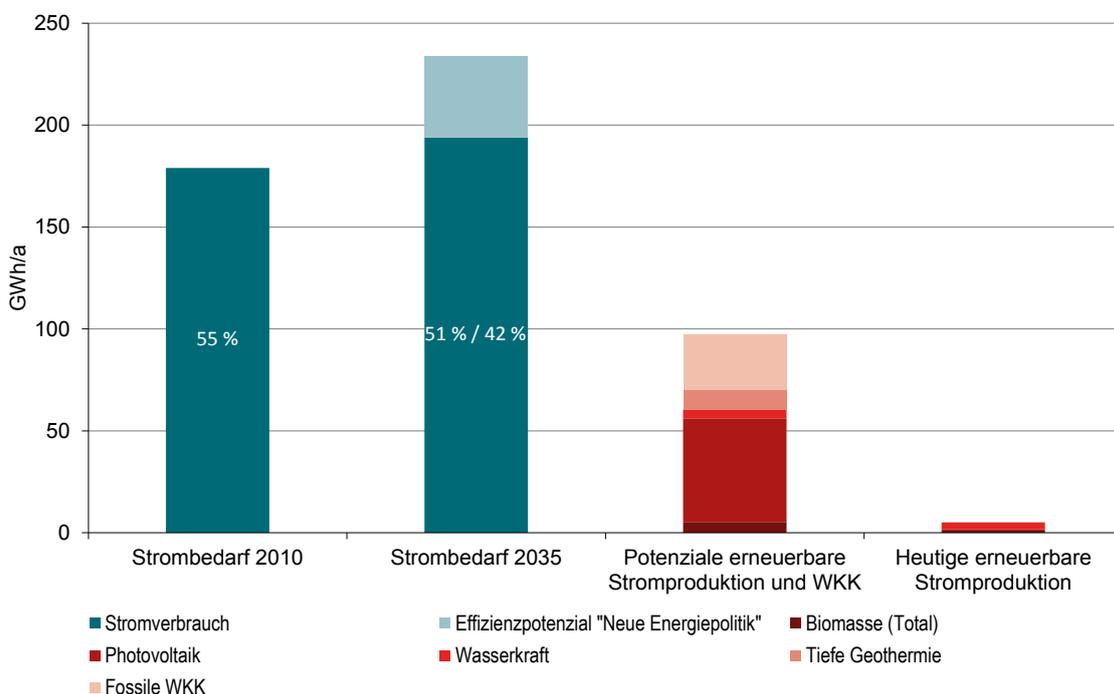


econcept

Figur 13: Gegenüberstellung Wärmebedarf (Raumwärme und Warmwasser) heute, sowie im Jahr 2035 und den Potenzialen aus erneuerbaren Energien und Abwärme.

Die nachfolgende Grafik zeigt die Übersicht über den Strombedarf und die lokalen Potenziale an erneuerbaren Energien sowie deren heutige Nutzung. Es wird ersichtlich, dass das lokale Strompotenzial nicht ausreicht, um den gesamten Strombedarf weder heute noch den in Zukunft zu decken. Heute wird jedoch nur ein sehr kleiner Teil des lokalen Potenzials zur Stromerzeugung ausgeschöpft.

### «Strombedarf und erneuerbare lokale Stromproduktion in der Agglomeration Frauenfeld»



econcept

Figur 14: Gegenüberstellung Strombedarf heute, sowie im Jahr 2035 und den Potenzialen aus erneuerbaren Energien.

Werden alle Potenziale der erneuerbaren Energien und fossiler WKK zur Stromproduktion ausgenutzt, so können rund 55 % des heutigen Strombedarfes gedeckt werden. Bis ins Jahr 2035 wird der Stromverbrauch ansteigen, unter Berücksichtigung der Effizienzpotenziale jedoch nur leicht. Somit können 2035 voraussichtlich zwischen 40% und 50% des Strombedarfes mit lokalen erneuerbaren Energieträgern und WKK-Anlagen gedeckt werden. Ohne die WKK-Anlagen können rund 40% des Strombedarfes mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Es gilt zu beachten, dass ein grosses Potenzial im Bereich der Solarenergie anfällt: Diese Energie fällt stochastisch an und es müssen entsprechend kurz- und mittelfristige Speichermöglichkeiten erstellt werden.

#### 3.11 Effizienzpotenziale

Neben den Potenzialen zur Nutzung erneuerbaren Energien gibt es Effizienzpotenziale, mittels deren Nutzung die Energienachfrage in der Agglomeration Frauenfeld gesenkt werden kann.

Durch die Anwendung der jeweils besten Technologien in den Sektoren (Industrie, Haushalte, Dienstleistungen/Gewerbe, Verkehr und Öffentliche Hand/Infrastrukturen) kann der Elektrizitätsbedarf in erheblichem Masse reduziert werden.

In der Studie «Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich, Grundlagen für wettbewerbliche Ausschreibungen», die von econcept und INFRAS im Auftrag des BFE gemeinsam

erarbeitet wurde (econcept 2009b), wurde ein Stromsparpotenzial von 34% des schweizerischen Stromverbrauchs ermittelt. Dabei wird das Stromeffizienzpotenzial im Haushaltssektor auf 42%, im Dienstleistungssektor auf 43%, im Industriebereich auf 23% und im Verkehrsbereich auf 20% geschätzt.

Im Rahmen der Aktualisierung der Energieperspektiven 2035 hat das BFE eine Übersicht über die Einsparpotenziale (BFE 2011c) des Szenarios «Neue Energiepolitik» im Vergleich zum Szenario «Weiter wie bisher» erstellt. Dabei wird von einem zusätzlichen Effizienzpotenzial des fortschrittlicheren Szenarios von 19% bis 2035 bzw. 29% bis 2050 gegenüber dem «Weiter wie bisher» Szenario ausgegangen.

Eine Aufteilung nach Verwendungszwecken zeigt, dass die grössten Anteile am zusätzlichen Einsparpotenzial bei den Gebäuden bei Klima, Lüftung & Haustechnik (28%) sowie bei der Beleuchtung (13%) liegen. In den Sektoren Industrie und Dienstleistungen liegt der grösste Anteil bei den Antrieben und mechanischen Prozessen (20%) und der Prozesswärme (16%). Auch bei Raumwärme (10%) und Warmwasser (7%) sowie den Informations- und Kommunikationstechnologien (6%) sind gewisse Einsparpotenziale vorhanden. Hingegen nimmt der Stromverbrauch im Verkehr stärker zu.

Wir gehen davon aus, dass die Aussagen zu den schweizerischen Effizienzpotenzialen auf die Agglomeration Frauenfeld übertragen werden können.



## 4 Energieinfrastruktur und Grundlagen für den Energierichtplan

### 4.1 Erdgas

Der grösste Teil der Agglomeration Frauenfeld ist heute mit Erdgas erschlossen. Die Werkbetriebe Frauenfeld beliefern alle drei Gemeinden der Agglomeration. Bisher wurde kein Biogas angeboten. Ab 2012 gibt es ein Biogasangebot, welches die Kund/innen beziehen können. Dies wird unter anderem aufgrund der Anlage Riet in Winterthur möglich werden.

Im Jahr 2011 wurden von den Werkbetrieben 447'720 MWh Erdgas an die Stadt Frauenfeld abgegeben. In der Gemeinde Felben-Wellhausen entsprach die Erdgasabgabe im gleichen Jahr 3'971 MWh, in der Gemeinde Gachnang waren es 876 MWh.

Das Gaswerk der Werkbetriebe Frauenfeld bezieht das Erdgas (über die Swissgas AG) von der Erdgas Ostschweiz AG<sup>51</sup>. Die Stadt Frauenfeld trägt 2.5% der Aktien der Erdgas Ostschweiz AG. Detaillierte Informationen zur Herkunft des Erdgases liegen keine vor. Im Jahr 2007 kam das in die Schweiz importierte Erdgas zu 50% aus der EU, zu je 21% aus Norwegen und Russland sowie zu 8% aus übrigen Ländern.

Die bestehende Infrastruktur ist mit Investitionen verbunden, welche heute (teilweise) noch nicht amortisiert sind. Bei einer zunehmenden Nutzung von erneuerbaren Energien, insbesondere unter den verschärften politischen Rahmenbedingungen, und den zunehmenden energetischen Anforderungen an Gebäudesanierungen wird die Nachfrage nach Erdgas zukünftig zurückgehen. Dies stellt die Werkbetriebe vor neue Herausforderungen. Um dem entgegen zu treten gilt es einerseits einen Ausbau des Erdgasnetzes nur an ganz speziellen Stellen voranzutreiben und andererseits die bestehende Infrastruktur schnell zu amortisieren. Für die künftige Nutzung der bestehenden Infrastruktur sehen wir folgende Möglichkeiten:

#### — WKK Anlagen

Mittels Wärmekraftkoppelungsanlagen kann sowohl aus fossilem Erd- wie auch aus erneuerbaren Biogas Wärme und Strom produziert werden. Die Technologie für grössere Anlagen (Industriebetriebe, grössere MFH) ist ausgereift. Anwendungen für kleine Bauten, insbesondere mit Brennstoffzellentechnologie, befinden sich seit einigen Jahren im Pilotstadium. Die heutigen Rahmenbedingungen lassen keinen wirtschaftlichen Betrieb von kleinen und grossen WKK für Heizzwecke zu, da die Kosten für die Brennstoffe grösser sind als der Ertrag der Stromproduktion. Mit WKK Anlagen wird mehrheitlich im Winter Strom produziert werden, da diese wärmegeführt betrieben werden. Damit wird in den kalten Monaten mehr Strom produziert, in welchen der Strombedarf auch grösser ist (insbesondere für Wärmepumpen).

<sup>51</sup> [http://www.werkbetriebe-frauenfeld.ch/xml\\_6/internet/de/application/d1767/d1872/f1874.cfm](http://www.werkbetriebe-frauenfeld.ch/xml_6/internet/de/application/d1767/d1872/f1874.cfm)

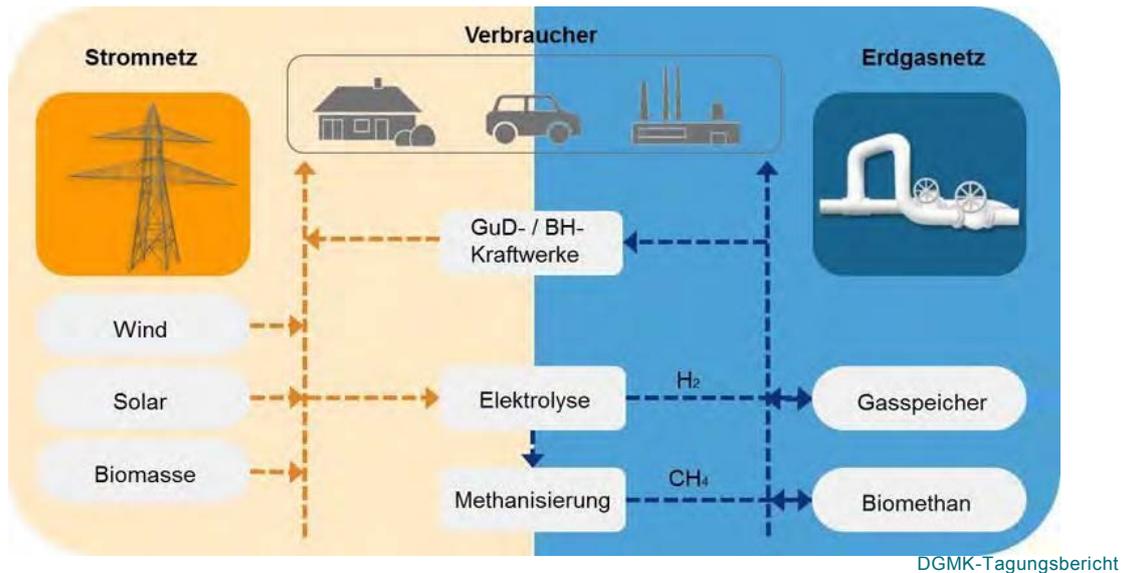
— Biogasangebote

Neben Erdgas kann auch Biogas über die bestehende Infrastruktur abgegeben werden (was seit diesem Jahr von den Werkbetrieben auch angeboten wird). Damit ermöglicht man den Endkundinnen erneuerbare Wärme über ihre bestehende Heizung einzusetzen. Zudem könnte Bio- und Erdgas auch für Fahrzeuge eingesetzt werden.

— Speichertechnologien: «Power to gas»

Energie aus erneuerbaren Quellen (primär Sonne und Wind) fällt stochastisch an. Zur Integration von Energiequellen mit «zufällig» anfallender Produktion ins Energienetz gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine Möglichkeit ist die Anpassung des Verbrauchs an die Produktion. Dieser Koordination sind aber Grenzen gesetzt, da nicht alle Verbraucher ihre Nachfrage flexibel dem Angebot anpassen können. Eine weitere Möglichkeit der Integration, welche mit einem steigenden Anteil erneuerbarer Energiequellen immer wichtiger wird, ist die Nutzung von Speichertechnologien. Hierzu gehört das Prinzip «power to gas», bei welchem überschüssige Energie Methan erzeugt und ins Erdgasnetz eingespeist wird (Methan ist der Hauptbestandteil von Erdgas). Figur 15 zeigt dazu eine Übersicht: Während unmittelbar benötigte Elektrizität direkt zu den Verbrauchern geliefert wird (linke Seite der Figur), erlaubt die «power to gas»-Technologie, mit überschüssiger Elektrizität Methan zu produzieren und ins Gasnetz einzuspeisen (rechte Seite der Figur). Das Methan kann später auch wieder verstromt und ins Elektrizitätsnetz eingespeist werden. Die technische Umsetzung geschieht über die Elektrolyse von Wasser, der entstehende Wasserstoff wird danach chemisch zu Methan umgewandelt (Methanisierung).

Das Prinzip «power to gas» hat den grossen Vorteil, dass das produzierte Methan direkt ins bestehende Erdgasnetz eingespeist werden kann. Es ist dazu keine neue Verteilinfrastruktur nötig. Zudem kann der Anteil an erneuerbarem Methan im Erdgasnetz ohne weitere Anpassungen kontinuierlich erhöht werden. Mit Gasspeichern ist die Speicherung von Energie über einen längeren Zeitraum möglich, womit auch ein saisonaler Ausgleich von Energienachfrage und –angebot erreicht werden könnte. Ein Nachteil der «power to gas»-Technologie sind Umwandlungsverluste bei Speicherung und Verwertung. Der Wirkungsgrad Strom-Methan beträgt rund 60 %, der Strom-Methan-Strom-Wirkungsgrad ca. 35 %.



Figur 15: Übersicht über das Konzept «power to gas». Steht zu einem Zeitpunkt überschüssige Elektrizität zur Verfügung geht diese nicht verloren, sondern wird zu Methan ( $\text{CH}_4$ ) umgewandelt und ins Erdgasnetz eingespeist. Bei Bedarf kann das Methan direkt zu den Verbrauchern geliefert werden, es kann aber auch z.B. in BHKWs verstromt und die Elektrizität wieder ins Netz eingespeist werden.

## 4.2 Bestehende und geplante Wärmeverbunde

Wärmeverbände sind ein wichtiges Element zur Nutzung standortgebundener Abwärme, welche nur in grösseren Heizungen wirtschaftlich genutzt werden kann. Dies gilt beispielsweise für die Abwärmenutzung ab ARA, der Industrie oder von Infrastrukturen. Auch bei der Grundwassernutzung ist der Einsatz einer grösseren Heizung oder eines Wärmeverbundes prüfenswert.

Wärmeverbände können fossil oder erneuerbar betrieben werden. Bei einem Heizungsersatz von fossilbetriebenen Wärmeverbänden könnten zukünftig auch erneuerbare Energieträger eingesetzt werden. Werden die angeschlossenen Gebäude saniert, so werden sie einen geringeren Wärmebedarf aufweisen, was für den wirtschaftlichen Betrieb von neueren Netzen eine Herausforderung darstellt. Gleichzeitig steht dadurch aber auch zusätzliche Wärme zur Verfügung, die durch andere Gebäude genutzt werden könnte.

Tabelle 27 zeigt eine Auflistung der grösseren Wärmeverbände in der Agglomeration. Die meisten Wärmeverbände werden mit Abwärme oder erneuerbaren Energien betrieben. Aus Datenschutzgründen werden die Anlagegrössen und Wärmeabsätze der einzelnen Wärmeverbände nicht aufgeführt. Gesamthaft sind ca. 6'300 kW Leistung in Nah- und Fernwärmeverbänden installiert und es werden ca. 31 GWh Wärme in Wärmeverbänden abgegeben.

In der Gemeinde Felben-Wellhausen ist neben dem bestehenden Wärmeverbund beim Bahnhof und jener im Römerhof ein weiterer Wärmeverbund an der Bergstrasse geplant,

welcher mit Holzschnitzeln betrieben werden soll. Baubeginn ist Mai 2012, der Wärmeverbund wird voraussichtlich im August 2012 in Betrieb genommen.<sup>52</sup>

In der Gemeinde Gachnang bestehen heute keine Wärmeverbände. Es wird zurzeit abgeklärt, ob ein Wärmeverbund umgesetzt werden könnte.<sup>53</sup>

Objekt	Energieträger	Anschlüsse	In Betrieb seit
Fernwärmering Frauenfeld	Geklärte Abwässer ARA	Raumwärme und Warmwasser	Geplante Inbetriebnahme: 2013/14
Hugelshofer AG Frauenfeld	Altholz	Prozess- und Raumwärme. Anschluss der Firmen Hugentobler, Perolini, Denner und Post.	2008
Zuckerfabrik	Prozesswärme aus Eindampfungsprozess	Raumwärme für 300 Wohnungen und den «Wärmeverbund Frauenfeld West AG»	ca. 1980
Alterszentrum Park	Erdgas	Raumwärme und Warmwasser	2008
Wärmeverbund Felben-Wellhausen, Bahnhofstrasse	Hackschnitzel	Warmwasser	Juni 2011
Wärmeverbund Felben-Wellhausen, Bergstrasse	Hackschnitzel	Total 22 Anschlüsse	Geplante Inbetriebnahme: Aug. 2012
Techn. Berufsschule Frauenfeld	Pellets (190 t)	Eigenbedarf und umliegende Liegenschaften	k.A.
Holdertor	Hackschnitzel	k.A.	1996
Altersheim Stadtgarten	Hackschnitzel	k.A.	2008
Schulhaus Felben-Wellhausen	Pellets	Raumwärme	2004
Roost AG	Restholz (50 m <sup>3</sup> )	Wärme Eigenbedarf und ein Wohnhaus. 3 weitere Häuser noch nicht angeschlossen.	k.A.
Holzenergie Römerhof GmbH	Holzschnitzel	5 Wohneinheiten, Schweineställe des Landwirtschaftsbetriebs, Werkstatt	2005
Kunsteisbahn	Abwärme Kälteproduktion	Raumwärme und Warmwasser für Eigenbedarf, Turnhalle und ehemalige Armeeunterkunft ALST.	Projektiert, ev. Ende 2012

Tabelle 27: Bestehende und geplante Wärmeverbände in der Agglomeration Frauenfeld.

### 4.3 Grosse Feuerungen

Tabelle 28 zeigt für die Agglomeration Frauenfeld eine Übersicht über die bestehenden Feuerungen mit einer Leistung von mehr als einem Megawatt (1'000 kW). Die Angaben wurden aus den Feuerungskontrollen entnommen. Bei Öl- und Gasfeuerungen besteht prinzipiell ein Potential zur Umstellung auf erneuerbare Energieträger. Aus Datenschutzgründen werden keine Angaben zur installierten Leistung und zum Wärmebedarf der einzelnen Bezüger gemacht. Gesamthaft sind bei diesen grössten Verbrauchern Heizungen mit einer Leistung von 126'000 kW installiert und es werden damit ca. 281 GWh Wärme

<sup>52</sup> Angaben gemäss Herrn Werner Dietiker, Vize-Gemeindeammann und Vorsteher Ressort Werke Felben-Wellhausen.

<sup>53</sup> Angaben gemäss Herrn Stefan Angst, Werkverwalter Gemeinde Gachnang.

jährlich erzeugt. Die meisten dieser grossen Verbraucher haben eine fossile Heizung installiert (Erdgas oder Erdöl).

Objekt	Ort
Zuckerfabrik	Frauenfeld
Galvaswiss AG	Felben-Wellhausen
SIA Abrasives Industries AG	Frauenfeld
Kantonsspital Frauenfeld	Frauenfeld
Hugelshofer Transport AG	Frauenfeld
Müller Martini	Felben-Wellhausen
Kaserne	Frauenfeld
Thurgauer Gebäudeversicherung	Frauenfeld
Tuchschmid AG	Frauenfeld
Kantonsschule Frauenfeld	Frauenfeld
Migrosmarkt Passage	Frauenfeld
Pasta Premium AG	Frauenfeld

Tabelle 28: Fossile Feuerungen grösser 1 MW Leistung in der Agglomeration Frauenfeld. Daten aus den Feuerungskontrollen.

Zusätzlich wurden in der Studie Weisskopf aus dem Jahr 2007 grössere Wärmebezügler in der Agglomeration bestimmt. Zusätzliche grosse Verbraucher sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Die gesamte Wärmebedarf dieser Verbraucher beträgt ca. 14'000 MWh/a.

Objekt	Ort	Bemerkung
Verwaltungsgebäude Kanton	Frauenfeld	Wird an den Wärmeverbund ab ARA angeschlossen
Neubaugebiet, Felben Taalacker	Felben-Wellhausen	Neubau
Ricoter Erdaufbereitung	Gachnang	-

Tabelle 29: Grössere Wärmeverbraucher in der Agglomeration Frauenfeld nach Weisskopf 2007, welche in Tabellen 15 und 16 noch nicht aufgeführt wurden.

#### 4.4 Analyse der Wärmedichte im Untersuchungsgebiet

In der Stadt Frauenfeld gibt es einige Gebiete, die aufgrund ihrer Wärmedichte für Wärmenetze interessant sind. Diese wurden bereits im bestehenden Energierichtplan der Stadt Frauenfeld ausgeschieden.

In den Gemeinden Felben-Wellhausen und Gachnang sind aufgrund der geringen Wärmedichte Wärmeverbünde nur begrenzt sinnvoll. Die älteren Dorfkern in beiden Gemeinden bestehen aus relativ alten Gebäuden und haben daher einen grösseren Wärmebedarf. Damit ist auch die Wärmedichte relativ hoch, sodass ein Wärmenetz sinnvoll sein könnte.

Die Wirtschaftlichkeit von Wärmeverbunden ist massgeblich von der Versorgungsdichte abhängig. Als Faustregel gilt, dass die Anschlussleistung bei warmer Fernwärme und bei bestehenden Bauten 1 kW pro Trassemeter übersteigen soll. In Neubaugebieten darf diese etwas tiefer liegen.

#### 4.5 Identifikation Gebiete

Zusammen mit der Begleitgruppe wurden verschiedene Gebiete identifiziert, die aus energiepolitischer Sicht von besonderem Interesse sind. Für diese Gebiete werden spezifische Massnahmen entwickelt (siehe Kapitel «Energierichtplan»).

##### *Gebiet Frauenfeld Ost / Langdorf (Massnahme 9)*

Dieses Gebiet wird zurzeit städtebaulich untersucht und ein Konzept für die zukünftige Nutzung dieses Gebiets ist in Erarbeitung. Dieses soll nach Möglichkeit auch energetische Anforderungen an die neuen Überbauungen enthalten. Dazu müssen entsprechende Forderungen erarbeitet werden. Insbesondere gilt es zu prüfen, welche erneuerbaren Energiequellen bei Sanierungen der Gebäude am besten einzusetzen wären.

Massnahmen

##### *Zuckerfabrik (Massnahme 1)*

Die Zuckerfabrik ist nur während dreier Monate im Jahr in Betrieb. Dabei entsteht aber viel Abwärme, die bereits in einem Nahwärmeverbund genutzt wird. Der Betrieb des Nahwärmeverbundes ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden. Zudem wird wahrscheinlich nicht die ganze, anfallende Wärme genutzt. Diese soll in Zukunft besser genutzt werden, dabei können auch neue Technologien eingesetzt werden (Speicherung).

Der bestehende Nahwärmeverbund, in welchem die Abwärme heute bereits genutzt wird, muss in den nächsten Jahren erneuert werden. Aus diesem Grund sollen die Rahmenbedingungen angepasst werden und eine optimale Koordination zur Nutzung der anfallenden Abwärme und einer Vergrösserung des Fernwärmenetzes ist anzustreben.

##### *Erweiterung Wärmeverbund ARA / Fernwärmering Regierungsviertel (Massnahme 3)*

Die Abwärme der ARA soll genutzt werden und einen kalten Fernwärmeverbund in der Innenstadt von Frauenfeld speisen. Die nötigen Temperaturen werden dezentral mit Wärmepumpen erzeugt. Die Leitungsführung wird zurzeit diskutiert, wobei ein Vorschlag bereits auf dem Tisch liegt. Nach diesem Vorschlag werden die meisten grösseren Gebäude in der Innenstadt an den Verbund angehängt, die kleineren bleiben aussen vor. Der Verbund wird so ausgelegt, dass alle Abwärme ab ARA genutzt wird. Bei der Umsetzung des Fernwärmerings gilt es zu prüfen, wie das Erdgasnetz sich weiterentwickeln soll und unter welchen Bedingungen ein Rückzug des Gasnetzes eine sinnvolle Lösung wäre.

##### *Abwärmennutzung von der Galvaswiss (Massnahme 8)*

In der Verzinkerei Galvaswiss besteht möglicherweise ein beträchtliches Abwärmepotenzial, welches extern genutzt werden könnte. Gemäss Angaben der Firma beträgt es mindestens 550 MWh/a. Beim Einbezug aller Wärmerlevanten Prozesse der Firma dürfte es aber um einiges höher liegen. Es gilt zu prüfen, wie diese Abwärme sinnvollerweise ex-

tern nutzbar gemacht werden kann. Das hierfür geeignetste und bereits als Neubaugebiet ausgeschiedene Gebiet ist die Fläche südwestlich des Bahnhofs Felben-Wellhausen. Ausserdem ist zu prüfen, ob auch das noch weiter südlich ausgeschiedene Gebiet mit dem Zweck «Wohngebiet mit mittlerer und hoher Dichte» Potenzial birgt, die Abwärme von Galvaswiss zu nutzen. Da die überbauten Gebiete und auch die bereits ausgeschiedenen Flächen eine relativ grosse Distanz zur Galvaswiss aufweisen, wäre es im Rahmen einer sehr langfristigen Planung prüfenswert, in der Nähe des Betriebs eine Bauzone auszuscheiden, in der Infrastrukturen erstellt werden können, die einen hohen Energieverbrauch aufweisen, damit die Abwärme effizient genutzt werden kann.

*Entwicklungsgebiet Frauenfeld Ost / Langdorf (Massnahme 9)*

Bei der Pasta Premium AG fallen gemäss Auskunft der Firma geschätzte 1'100 MWh ungenutzte Wärme pro Jahr an. Es soll geprüft werden, ob diese Abwärme extern sinnvoll eingesetzt werden kann. Insbesondere soll dies im Rahmen der Entwicklung des umliegenden Gebietes berücksichtigt werden. Allenfalls besteht die Möglichkeit, die Abwärme zusammen mit der Abwärme der Galvaswiss zusammen zu nutzen. Damit würden die Risiken einer Abwärmenutzung ab Industriebetrieben (Ausfall des Betriebs, Wegzug) minimiert.

*Hugelshofer und Frauenfeld Ost (Massnahme 12)*

Bei der Firma Hugelshofer besteht ein Abwärmepotenzial das in den umliegenden Bauten in Richtung Frauenfeld Ost genutzt werden könnte. In diesem Gebiet bestehen auch einige Dienstleistungen, welche möglicherweise über einen erheblichen Kältebedarf verfügen. Diese Systeme könnten kombiniert werden.

*Neubaugebiete in den Gemeinden Felben-Wellhausen und Gachnang (flankierende Massnahmen)*

Einige Gebiete in den Gemeinden Felben-Wellhausen und Gachnang wurden zu Bauland eingezont bzw. es sind noch unüberbaute Flächen vorhanden. Im Rahmen der Überbauungsvorschriften können Angaben zu den einzusetzenden Energieträgern gemacht werden.

*Gemüsebau Gerber in Felben-Wellhausen (Massnahmen 2 und 5)*

Die Gerber Gemüsebau besitzt eine eigene Kompostieranlage. Hier wird das gesamte anfallende organische Material zu aerobem Qualitätskompost verarbeitet, wobei keine zusätzliche Biomasseabfälle entstehen, die zur energetischen Nutzung verwendet werden könnten. Die in der Anlage vergäerte Biomasse könnte allenfalls auch energetisch genutzt werden.

Bei der Unternehmung fällt zudem Abwärme aus den Kühlanlagen an. Diese Abwärme wird intern weiterverwendet, um die Arbeitsplätze bei den Produktionsstätten, die Produktionsräume sowie die Bürogebäude zu heizen. Dabei wird die Abwärme vollständig genutzt und sie kann nicht für weitere Infrastrukturen verwendet werden. Falls der Wärmebedarf nicht vollständig durch die Abwärme gedeckt werden kann, steht der Firma zusätzlich eine Gasheizung zur Verfügung. Die Anlage zur Abwärmenutzung besteht seit ungefähr zwei Jahren.

Neben der bisherigen Landwirtschaftszone soll künftig eine Zone für Arbeitsplätze erstellt werden. Diese würde einen Wärme- und Kühlbedarf nach sich ziehen, den es decken gilt. Die Nutzung von tiefer Geothermie auf dem Areal des Gemüsebaus analog dem Projekt in Schlattingen ist prüfenswert. Zudem ist der Gemüsebau Gerber in der Nähe der Thur. Eine Abwärmenutzung der Thur könnte daher ebenfalls interessant sein.

## 5 Fazit und Auswirkungen auf die Erstellung des Energierichtplans

Basierend auf den erarbeiteten Grundlagen der Agglomeration bezüglich des Energieverbrauchs und der vorhandenen Potenziale an erneuerbaren Energien können erste Schlussfolgerungen abgeleitet werden.

### *Potenziale erneuerbarer Energien übersteigen den Wärmebedarf deutlich*

Die grössten Potenziale im Wärmebereich liegen in der Agglomeration Frauenfeld in der solaren Wärmenutzung, der tiefen Geothermie und bei der Abwärme von Infrastrukturen sowie bei der Umweltwärme. Die Nutzung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden ist jedoch nur in den südlich und östlich gelegenen Gebieten von Frauenfeld sowie in Gachnang zulässig. Die bestehenden Potenziale erneuerbarer Energien übersteigen den Bedarf im Wärmebereich deutlich.

### *Sinkender Wärmeabsatz und vermehrter Einsatz erneuerbarer Energien können zu Stranded Investments bei leitungsgebundenen Energien führen.*

Durch energetische Gebäudesanierungen wird der Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser zukünftig sinken und dieser kann zukünftig vollständig mit erneuerbaren Energien und Abwärme gedeckt werden. Dieses aus Nachhaltigkeitssicht erfreuliche Resultat stellt für die Gasversorgung und Fernwärmenetze eine grosse Herausforderung dar, da die mit dem sinkenden Absatz einhergehende Abnahme der Erlöse die Amortisation bzw. den Unterhalt und den langfristigen Ersatz der Leitungsinfrastrukturen erschweren oder verunmöglichen können.

### *Strombedarf kann nicht vollständig aus lokalen Quellen gedeckt werden*

Im Strombereich kann nicht der ganze Bedarf aus lokalen Energiequellen gedeckt werden. Je nach Szenario kann in Zukunft zwischen 40% und 50% des Strombedarfes durch lokale Quellen gedeckt werden. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Potenzialschätzung zur tiefen Geothermie mit vertieften Untersuchungen detaillierter abgeschätzt werden muss. Zudem müssen Massnahmen für die Speicherung und die mögliche Anpassung von Nachfrage und Verbrauch getroffen werden, um den stochastisch anfallenden Energiequellen Rechnung zu tragen. Die drei Gemeinden werden auch künftig auf Strom von ausserhalb der Agglomeration angewiesen sein.

Um den Strombedarf nicht weiter ansteigen zu lassen, bedarf es verstärkter Massnahmen zur Ausschöpfung der Effizienzpotenziale. Um die ambitionösen Ziele zu erreichen, müssen alle Akteure zusammen arbeiten und nach geeigneten Lösungen suchen.

### *Gebäudegebundene Energieträger*

Es gibt ein grosses Potenzial für die Energienutzung aus der Sonnenergie. Auf den meisten Gebäuden ist eine entsprechende Nutzung möglich, weshalb es dazu keine räumliche Ausscheidung braucht. Zur Ausschöpfung des Potenzials, sowohl im Wärme- als auch im Strombereich, sind zusätzliche Massnahmen nötig. Geeignete Dachflächen sollen durch

Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen genutzt werden. Dies kann auch in Kombination mit Erdgas eine sinnvolle Lösung darstellen.

#### *Abwärmepotenziale der Industrie und Dienstleistungsanbieter*

Bei den Industrie- und Gewerbebetrieben sowie in Dienstleistungsbetrieben (allfällige Rechenzentren) sollen die Potenziale der Abwärme intern und extern genutzt werden. Während die betriebsinterne Optimierung Sache der Unternehmen ist, können die Gemeinden zur externen Abwärmenutzung mit den Betrieben zusammenarbeiten und geeignete Rahmenbedingungen schaffen. Für eine betriebsexterne Nutzung ist ein Wärmenetz nötig.

#### *Mobilität*

Der Mobilitätsbereich verbraucht rund 27% des Gesamtenergieverbrauches der Agglomeration Frauenfeld. Der Handlungsspielraum der Gemeinden ist in diesem Sektor eher beschränkt und Massnahmen werden im Rahmen der Verkehrsplanung umgesetzt. Zusätzliche räumlich relevante Massnahmen im Energierichtplan sind nicht nötig. Die Gemeinde kann jedoch Anreize setzen, den öffentlichen Verkehr zu nutzen, die Infrastruktur für Langsamverkehr zu erweitern und zusätzlich im Privatfahrzeugbereich auf kleinere, effizientere Autos zu setzen.

#### *Auswirkungen auf die Erarbeitung des Energierichtplans der Agglomeration*

Sowohl im Wärme- als auch im Strombereich gibt es Potenziale, die räumlich gebunden sind. Im Wärmebereich sind dies die Nutzung von Umweltwärme und tiefer Geothermie sowie die Abwärmenutzung von Industrie und Infrastrukturen. Im Strombereich sind dies die tiefe Geothermie sowie WKK-Anlagen, welche sinnvollerweise nur in dicht bebauten Gebieten eingesetzt werden. Besonders zu beachten ist die Zukunft der leitungsgebundenen Energien, insbesondere der Gasversorgung, da die Abnahme des Energiebedarfs und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien zu einer deutlichen Absatzreduktion und damit verbunden zu einer Gefahr von Stranded Investments führt.

Damit sind die *Energieangebote*, welche Eingang in die Energieplanung finden, bekannt.

## Glossar

CO <sub>2</sub> -Äquivalente	umfassen die dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O etc.)
Endenergie	beschreibt die direkt nutzbare Energieform – gegebenenfalls durch Umwandlung von Primärenergie –, die dem Verbraucher im Privathaushalt, in Wirtschaft oder Verkehr zugeführt wird. Der Begriff Endenergie umfasst die kommerziell gehandelten Energieträger wie Heizöl, Erdgas, Strom, Benzin, Diesel, Holzbrennstoffe oder Fernwärme.
Energie	ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Dadurch kann Wasser erwärmt, eine Glühbirne zum Leuchten oder ein Fahrzeug in Bewegung gebracht werden. Die Einheit für die Energie ist das Joule (J). Beispielsweise erzeugt eine Heizungsanlage von 2 kW Leistung pro Stunde eine Wärmemenge von 2 kWh resp. 7.2 MJ.
EnergieSchweiz	EnergieSchweiz ist eine Plattform zur Förderung von freiwilligen Massnahmen verschiedener Akteure wie Bund, Kantone und Gemeinden sowie Unternehmen, Umweltorganisationen und privatwirtschaftliche Agenturen. EnergieSchweiz wird operativ vom Bundesamt für Energie geleitet.
Energiestadt	ist ein Label, welches die nachhaltige Energiepolitik einer Gemeinde bescheinigt. Gemeinden im Energiestadt-Prozess realisieren Massnahmen in den Bereichen Energie, Verkehr und Umwelt.
GEAK	Der Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) gibt Auskunft über den Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung und andere elektrische Verbraucher von Wohn-, Verwaltungs- oder Schulgebäuden. Er erlaubt den Energieverbrauch zwischen verschiedenen Gebäuden zu vergleichen und enthält Vorschläge zu möglichen Verbesserungsmassnahmen. Der GEAK ist ein Instrument der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK).
Gebäudestandard 2011	Der Gebäudestandard 2011 von EnergieSchweiz für Gemeinden ist ein Gebäudestandard für öffentliche Bauten zur Steigerung der Energieeffizienz und Senkung der Umweltwirkung und orientiert sich an bestehenden Labels und Standards.

Graue Energie	bezeichnet die Energiemenge, welche für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes inklusive aller Vorprodukte benötigt wird.
Kilowattstunde (kWh)	gibt an, wie viel Leistung (Watt) verbraucht worden ist und für wie lange. Z.B. Eine Glühbirne mit 100 Watt Leistung die 10 Stunden brennt verbraucht 1'000 Wattstunden od. 1 kWh.
Leistung	ist die pro Zeit geleistete Arbeit. Ihre Einheit ist das Watt (W).
Nutzenergie	ist diejenige Energie, die dem Endnutzer für seine Bedürfnisse zur Verfügung steht. Sie entsteht durch Umwandlung der Endenergie. Mögliche Formen der Nutzenergie sind Wärme zur Raumheizung.
Primärenergie	bezeichnet die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung stehende Energie wie etwa Kohle, Gas oder Wind. Im Primärenergieverbrauch sind eventuelle Umwandlungs- oder Übertragungsverluste der vom Verbraucher nutzbaren Energiemenge berücksichtigt.
Suffizienz	beschreibt das Mass für den energie- und ressourcenbewussten Konsum. Individuen ersetzen energieintensive Dienstleistungen durch solche mit geringerem Energiebedarf respektive optimieren das Konsumverhalten. Beispiele dafür sind Videokonferenzen statt Flugreisen respektive die Reduktion der Wohnfläche pro Person.
Tiefe Geothermie	ist die denkbare Nutzung von Erdwärme ab 400 bis 5'000m. Im Gegensatz zur untiefen Geothermie ist die tiefe Geothermie aufwändiger und somit kostenintensiver. Da die Temperaturen in solchen Tiefen höher sind, kann mehr Energie gewonnen werden und ab 90° ist eine Stromproduktion möglich. Es gibt hydrothermale und petrothermale Systeme.
Untiefe Geothermie	bezeichnet die oberflächennahe Nutzung der Erdwärme. Dafür wird eine Erdwärmesonde als vertikaler Wärmetauscher in einer Tiefe von 150 bis 400m verlegt, wo die Temperatur konstant 20°C beträgt. Eine Wärmepumpe hebt das Temperaturniveau der Energie aus dem Untergrund soweit an, dass damit der Wohnraum geheizt und evtl. zusätzlich der Warmwasserbedarf gedeckt werden kann.
Watt	ist die Einheit der Leistung (Abkürzung: W). Häufig wird die Leistung auch in Kilowatt (kW) angegeben, das sind 1'000 Watt.

**Wärmeerkraftkopplung (WKK)** In Wärmeerkraftkopplungsanlagen werden fossile Brennstoffe oder Biomasse in hochwertige Elektrizität und Nutzwärme umgewandelt. Dabei entsteht mittel- bis hochwertige, nutzbare Abwärme. WKK-Anlagen sind unter voller Nutzung der entstehenden Abwärme zu betreiben (wärmegeführt).

**2'000 Watt** Der Mensch braucht im globalen Durchschnitt rund 17'500 kWh Energie pro Jahr. Das ergibt eine kontinuierliche Leistung von rund 2'000 Watt für sämtliche Aktivitäten wie Wohnen, Arbeiten, Verkehr, Produktion etc. Damit könnte man beispielsweise dauernd 20 Glühbirnen à 100 W Leistung betreiben, oder man kann im Jahr 1'700 Liter Benzin verbrauchen. In der Schweiz beträgt die Leistung etwas mehr als 6'000 Watt pro Person.

**2000-Watt-Areale** sind Areale oder Quartiere, welche bezüglich Bau, Betrieb und Erneuerung der Gebäude sowie durch sie induzierte Mobilität einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen nachweisen können und durch den Trägerverein Energiestadt entsprechend zertifiziert wurden. Weitere Informationen unter: <http://www.2000watt.ch/gebaeude-areale-quartiere/2000-watt-areale/>.

**2000-Watt-Gesellschaft** Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft sieht vor, den Leistungsbedarf stetig auf 2'000 Watt zu senken – und ihn gleichzeitig in anderen Ländern auf dieses Niveau zu steigern.

### **Umrechnungen**

1 Joule = 1 Wattsekunde (= 1W \* 1s)

1kWh = 3'600kJ = 3.6 MJ

1 Liter Öl  $\cong$  10 kWh



## Literatur

- ARE 2008 Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011. Schweizer Bundesrat, Bericht vom 16.4.2008, Bern
- BFE 2011a Überblick über den Energieverbrauch der Schweiz im Jahr 2010. Bundesamt für Energie Juni 2011.
- BFE 2011b Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2010 nach Verwendungszwecken. Bundesamt für Energie Oktober 2011. Erarbeitet durch Infrac, TEP, Prognos.
- BFE 2011c Energieszenarien für die Schweiz bis 2050 (Zwischenbericht I): Erste Ergebnisse der angepassten Szenarien I und IV aus den Energieperspektiven 2007; Energienachfrage, energiebedingte CO<sub>2</sub> -Emissionen.
- econcept 2007 Verstärkte Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz. Schlussbericht der Arbeitsgruppen an den Regierungsrat. econcept. Zürich, 2007.
- econcept 2009a Regionale Potenziale zur Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien. Im Auftrag der Werkbetriebe Frauenfeld. Zürich Oktober 2009.
- econcept 2009b Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich. Grundlagen für Wettbewerbliche Ausschreibungen. R. Dettli, D. Philippen (econcept), S. Hammer, F. Moret (INFRAS) im Auftrag des BFE, Oktober 2009.
- econcept 2011 Gekoppelte Wärme- und Stromproduktion aus Biomasse für die Schweiz: Vision – Strategie – Massnahmen. Kurzbericht. Im Auftrag des WWF Schweiz. Zürich 2011.
- Energie & Holz 2011 Nutzung Energieholz – Aktueller Stand. Im Auftrag des Departements für Inneres und Volkswirtschaft, Abteilung Energie, Frauenfeld. Zürich, 2011. Erarbeitet durch die Energie & Holz GmbH, Neugasse 6, Zürich.
- Energiestadt 2010 Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft. Zu beziehen unter [http://www.energiestadt.ch/files\\_all/2000\\_Watt/2000-Watt-Gesellschaft\\_EsfG\\_energiepolitischeZiele.pdf](http://www.energiestadt.ch/files_all/2000_Watt/2000-Watt-Gesellschaft_EsfG_energiepolitischeZiele.pdf) (Stand: Oktober 2010)
- IPCC 2007 IPCC Fourth Assessment Report (AR4): Climate Change 2007: Synthesis Report. November 2007. Download unter:

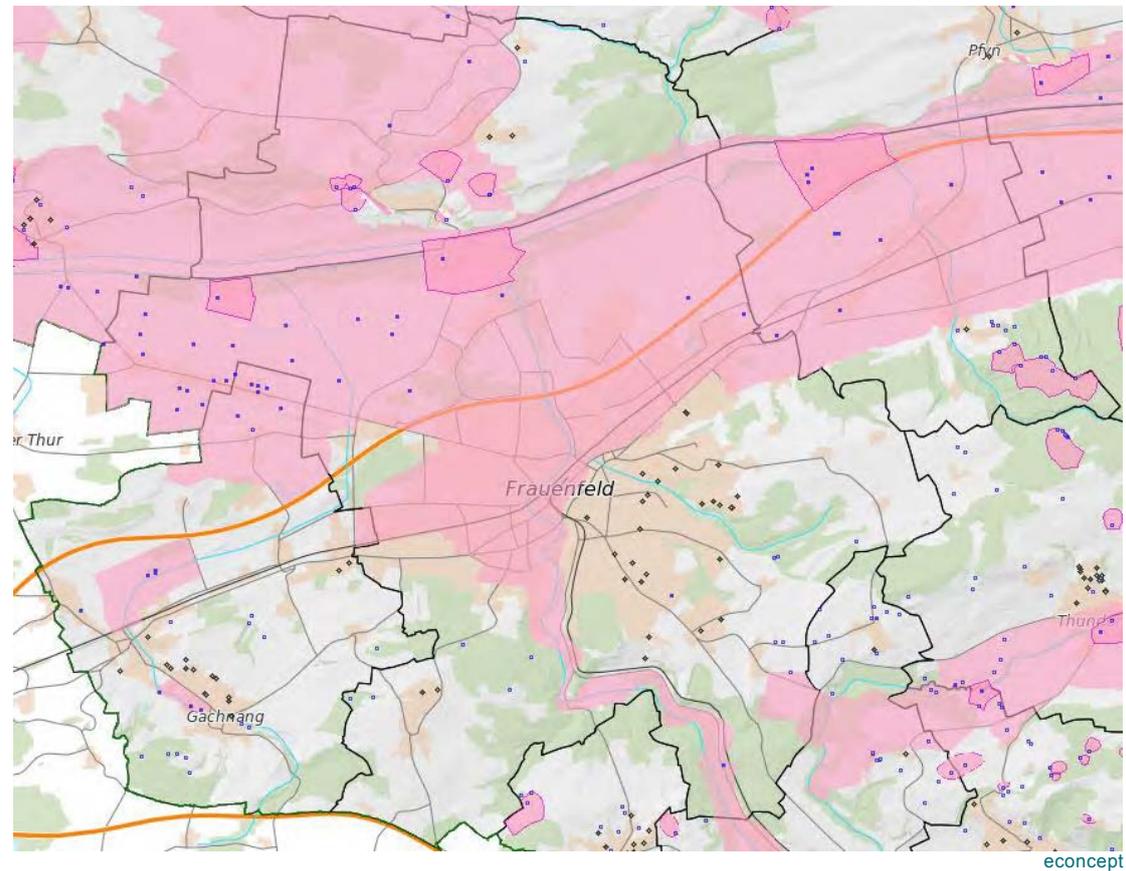
[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_synthesis\\_report.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm)

- Milioni 2006 Solarstrom- unterstützendes Passivhaus, R.P. Milioni, in: Energie- und Umweltforschung im Bauwesen. 14. Schweizerisches Status-Seminar.
- Novatlantis 2005 Leichter Leben. Ein neues Verständnis für unsere Ressourcen als Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung – die 2000-Watt-Gesellschaft, Novatlantis, Januar 2005.
- Weisskopf 2007 Werkbetriebe Frauenfeld/Stadtwerk Winterthur Energie-Contracting im Erdgasversorgungsgebiet der Werkbetriebe Frauenfeld, Potentialabklärung. Weisskopf-Partner. Zürich, 2007.

## Anhang

### A-1 Erdwärmekarte der Agglomeration Frauenfeld

#### «Erdwärmekarte der Agglomeration Frauenfeld»



Figur 16: Erdwärmekarte der Gemeinden Frauenfeld, Gachnang und Felben-Wellhausen. In den hellrot hinterlegten Gebieten ist die Erstellung von Erdwärmesonden generell verboten. Die tiefe Nutzung ist ausserhalb der Grundwasser-Schutzzonen (rot umrandet) bewilligungsfähig, sofern ein minimaler Abstand von 2 m zum höchsten Grundwasserspiegel eingehalten wird. Quelle: [http://www.thurgis.tg.ch/mapbender/frames/login.php?&gui\\_id=Erdwaerme](http://www.thurgis.tg.ch/mapbender/frames/login.php?&gui_id=Erdwaerme), Stand: 17. September 2013.



Frauenfeld, 03. April 2014

## Entscheid Nr. 23

0205/2013/DBU/ARE

### Politische Gemeinden Frauenfeld, Felben-Wellhausen und Gachnang Energierichtplan der Agglomeration Frauenfeld

#### Das Departement für Bau und Umwelt entscheidet:

1. Der vom Stadtrat Frauenfeld am 22. Oktober 2013, vom Gemeinderat Felben-Wellhausen am 10. Oktober 2013 und vom Gemeinderat Gachnang am 24. Oktober 2013 beschlossene Energierichtplan der Agglomeration Frauenfeld wird genehmigt.
2. Mitteilung an:
  - Stadtrat Frauenfeld, 8501 Frauenfeld, unter Beilage von zwölf Exemplaren Energierichtplan der Agglomeration Frauenfeld, je mit Genehmigungsvermerk (chargé)
  - Amt für Umwelt
  - Departement für Bau und Umwelt, Rechtsdienst
  - Departement für Inneres und Volkswirtschaft, Abt. Energie
  - Amt für Raumentwicklung, unter Beilage von fünf Exemplaren Energierichtplan der Agglomeration Frauenfeld, je mit Genehmigungsvermerk sowie der übrigen Akten
3. Beilage:
  - Stellungnahme vom 2. Dezember 2013 des Amtes für Umwelt, Abt. Wasserwirtschaft/Wasserbau

Mit Schreiben vom 6. November 2013 ersucht die Stadt Frauenfeld, zusammen mit den Gemeinden Felben-Wellhausen und Gachnang, um Genehmigung der im Titel erwähnten Vorlage. Aufgrund der eingereichten Akten kann geschlossen werden, dass das Planungs- und Beschlussverfahren ordnungsgemäss durchgeführt wurde. Mit Bericht vom 25. Juli 2013 wurde der Entwurf des Energierichtplans vom Amt für Raumentwicklung vorgeprüft.

Ziffer 4.2 des kantonalen Richtplans verpflichtet kantonale und regionale Zentren sowie zentrale Orte in Entwicklungsräumen, einen umfassenden Energierichtplan zu erstellen. Bereits im Jahr 2002 wurde mit DBU-Entscheid Nr. 87 ein erster Energierichtplan der Stadt Frauenfeld genehmigt. Der zur Genehmigung eingereichte Energierichtplan um-

2/2

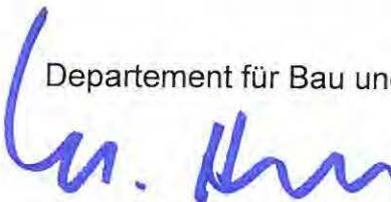
fasst nun das Gebiet der Agglomeration Frauenfeld. Diese umfasst die Gemeinden Frauenfeld, Felben-Wellhausen und Gachnang.

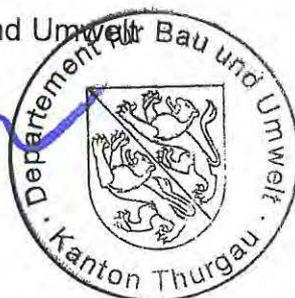
Die Agglomeration Frauenfeld definiert im Energierichtplan generelle Absichten und Massnahmen, welche sich auf den übergeordneten energiepolitischen Zielen und Grundsätzen sowie auf dem Absenkepfad von Energie-Schweiz für Gemeinden abstützen. Insbesondere weist der Energierichtplan Nah- und Fernwärmeversorgungsgebiete, Standorte für grössere Energieanlagen sowie mögliche Orte der Nutzung erneuerbarer Energieträger aus. Damit koordiniert die Agglomeration entsprechend §14 PBG die raumwirksamen Tätigkeiten und legt als Planungsziel die künftige Entwicklung fest. Der Energierichtplan wird dem allgemeinen Planungsgrundsatz im Kantonalen Richtplan gerecht, wonach Energie möglichst nachhaltig, unter Schonung von Landschaft und Umwelt zu gewinnen und zu nutzen sei (Ziffer 4.2).

Die anlässlich der Vorprüfung gemachten Anregungen sind im zur Genehmigung vorliegenden Energierichtplan weitgehend umgesetzt. Unbegründet wurden jedoch auch einige Anregungen nicht beachtet. Diesbezügliche Hinweise des Amtes für Umwelt sind in der beigelegten Stellungnahme vom 2. Dezember 2013 ersichtlich.

Ansonsten wurden im Rahmen der verwaltungsinternen Vernehmlassung von den angeschriebenen Ämtern grundsätzlich keine Vorbehalte gegen den Energierichtplan angebracht. Dieser erscheint im Sinne von § 5 PBG rechtmässig. Einer Genehmigung durch das Departement für Bau und Umwelt steht somit nichts im Weg.

Departement für Bau und Umwelt

  
Dr. Jakob Stark



Rechtsmittel:

Gegen diesen Entscheid kann innert 20 Tagen beim Verwaltungsgericht des Kantons Thurgau, 8570 Weinfelden, Beschwerde geführt werden. Diese hat einen Antrag und eine Begründung zu enthalten. Sie ist im Doppel unter Beilage des angefochtenen Entscheides einzureichen.

Expediert: 7. April 2014

Amt für Umwelt, 8510 Frauenfeld

Amt für Raumplanung  
Hauspost

058 345 51 83, dominique.zimmer@tg.ch  
41/02 Felben-Wellhausen/Frauenfeld/Gachnang Mappe Nr. 0205/2013  
Frauenfeld, 2. Dezember 2013/ke

### Stellungnahme zur Mappe Nr. 0205/2013

Geschäft: Energierichtplan Agglomeration Frauenfeld  
Prüfart: Genehmigung

Sehr geehrte Damen und Herren

Der Energierichtplan kann aus unserer Sicht unter Berücksichtigung der unten formulierten Korrekturen und Ergänzungen genehmigt werden.

Kapitel 2.3 Plankarte, Seite 11, Figur 2 und Energierichtplan, Massstab 1 : 10'000 vom 26. September 2013.

- Die Grundwasserschutzzonen fehlen und sind auf der Plankarte und im Energierichtplan darzustellen.

Kapitel 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen, Seite 17, Thema Tiefe Geothermie (2), *Ausgangslage*.

- Ergänzung: Es ist auf die möglichen Erdbebengefahr hinzuweisen.

Kapitel 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen, Seite 18, Thema Tiefe Geothermie (2), *Vorgehen, nächste Schritte, erstes Aufzählungszeichen*.

- Korrektur: "...über eine mögliche Zusammenarbeit und Ermöglichung einer Sonderbewilligung für eine Probebohrung im **Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>**".

Kapitel 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen, Seite 25, Thema Untiefe Geothermie (6), *Ausgangslage*.

- Korrektur und Ergänzung: "...ist die Nutzung zum Teil auf grossen Gebieten eingeschränkt (**nutzbares Grundwasservorkommen für Trinkwasser**). In den Gebieten mit **nutzbarem Grundwasservorkommen für Trinkwasser** ist die Nutzung der Erdwärme in **Erdregister, Wärmekörben und thermoaktiven Elementen** bewilligungsfähig."

2/2

Kapitel 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen, Seite 27, Thema Grundwasser (7), Ausgangslage.

- Korrektur: "...wurde ein Gebiet für die **Wärmenutzung** des Grundwasser aus-  
geschieden. Die Bewilligung zur Nutzung von Grundwasserwärme wurde vom **Amt für  
Umwelt** bereits erteilt...die Nutzung des Grundwassers (ausserhalb der **Grundwas-  
serschutz**zonen) jedoch möglich..."

Kapitel 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen, Seite 27, Thema Grundwasser (7), Ziele.

- Korrektur: "~~Die dafür nötigen Bewilligungsverfahren sind zu beschleunigen.~~"

Kapitel 2.4 Energiepotenzialbezogene Massnahmen, Seite 27, Thema Grundwasser (7), Vorgehen, nächste Schritte.

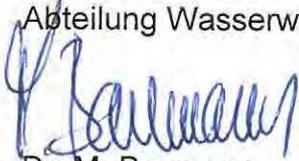
- Korrektur erstes Aufzählungszeichen: "..., ob diese ebenfalls mit **Wärme aus** Grund-  
wasser versorgt werden können."
- Korrektur zweites Aufzählungszeichen: "... für eine mögliche **Wärmenutzung** des  
Grundwassers geprüft werden."

Kapitel 3.5 Umweltwärme, Seite 76, Abschnitt Ungenutztes Potenzial.

- Korrektur: "...in rund 50% des bebauten Gebiets auf Grund der **nutzbaren Grund-  
wasservorkommen für Trinkwasser** verboten."
- Ergänzung: Aussagen zu thermoaktiven Elementen fehlt.

Freundliche Grüsse

Amt für Umwelt  
Abteilung Wasserwirtschaft/Wasserbau



 Dr. M. Baumann