

Energiekonzept

Planungsbericht



Verfassung

Bearbeitung Sven Fitz, Projektleitung

Erstellungsdatum 1.0 | 28.04.2016

Projektnummer 6168

Dateiname B-GEVK-Herdern_V01

Auftraggeber Gemeinde Herdern
Gemeinderat

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
	1.1 Inhalt und Zweck	4
	1.2 Aufbau des Berichtes	4
	1.3 Vorschläge entsprechend kantonalem Richtplan	5
2	Energiepolitische Rahmenbedingungen	6
3	Energiebilanz	8
	3.1 Bevölkerungsentwicklung	8
	3.2 Wärmebedarf	8
	3.3 Strombedarf	9
	3.4 Mobilität	11
	3.5 Gesamtenergie- und Treibhausgasbilanz	12
4	Potenziale	17
	4.1 Effizienz	17
	4.2 Erneuerbare Energien	18
5	Wertschöpfung	26
6	Zielsetzungen und Absenkpfad	28
7	Energieplanung	30
	7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen	30
	7.2 Allgemeines zu den Energieerzeugungsarten	31
	7.3 Bestehende Energieinfrastruktur in Herdern	35
	7.4 Rahmenbedingung für die künftige Energieinfrastruktur	36
8	Massnahmen und Handlungsfelder	39
9	Controlling und Monitoring	40
	9.1 Controlling	40
	9.2 Monitoring mit Kennzahlen	40
10	Übersicht der Massnahmen	41
11	Literatur	42
	Anhang	43

1 Einleitung

Die effiziente Energienutzung sowie die Wärmeversorgung mit vorwiegend erneuerbaren Energien werden für viele Gemeinden immer bedeutsamer. Das Abstimmen mit der eigenen Entwicklung erfordert eine räumliche Energieplanung.

1.1 Inhalt und Zweck

Die Gemeinde Herdern hat sich für die ganzheitliche Betrachtung des Themas Energie im Sinne eines Gesamtenergieversorgungskonzeptes entschieden. Dieses beinhaltet alle energielevanten Aspekte einer Gemeinde. Dabei umschreibt es die Rahmenbedingungen und zeigt den aktuellen Stand der Energieversorgung mit Strom, Wärme und Treibstoffen auf. Auch die Potenziale der Energieeffizienz sowie der erneuerbaren Energien und Abwärmennutzung werden analysiert und dargestellt. Dabei wird nicht nur der Sektor Wärme, sondern auch der Strom- und Treibstoffbedarf berücksichtigt. Das Konzept leitet Zielsetzungen ab und generiert Massnahmen zur Erreichung der entsprechenden Ziele.

Auf End- und Primärenergiestufe wird der heutige Bedarf erfasst sowie der zukünftige Bedarf unter Berücksichtigung der Siedlungsentwicklung abgeschätzt. Die Ergebnisse werden in Form von Energie- und CO₂-Bilanzen abgebildet. Des Weiteren wird die Wertschöpfung innerhalb der Gemeinde durch die Umsetzung und Nutzung der Potenziale erneuerbarer Energien abgebildet.

Das Plandokument „Energieplan“ ist auf die Wärmeversorgung der Gemeinde ausgerichtet und bildet eine wichtige Grundlage, um die Nutzung regional verfügbarer und umweltverträglicher Energiequellen auszubauen. Unter anderem lässt sich die räumliche Entwicklung einer Gemeinde mit den oft nur ortsgebunden nutzbaren Quellen (Abwärme, Umweltwärme) besser abstimmen. Insofern ist die räumliche Energieplanung ein auf den Sachbereich Wärmeversorgung fokussiertes Koordinationsinstrument der Raumplanung.

1.2 Aufbau des Berichtes

Der Bericht ist entsprechend den Vorgehensschritten der Analyse und Planung aufgebaut:

- **Energiebilanzierung** für die Gemeinde nach der Methodik EnergieSchweiz für Gemeinden.
- Erfassen und Ausweisen aller **lokal verfügbaren Potenziale** für erneuerbare Energien und Energieeffizienz in der Gemeinde Herdern.
- Zielsetzung und Absenkpfad entsprechend den Ergebnissen der Ist-Analyse.
- Ausarbeitung des Energierichtplanes mit folgenden Inhalten:
 - **Bestehende Anlagen** der heutigen Energieversorgung
 - **Energieplanung** mit Festsetzung der zu nutzenden Energieträger entsprechend ihrer Priorität. Verortung der ortsgebundenen Massnahmen.
- Definition von ortsgebundenen **Aktivitäten und Massnahmen** zur Umsetzung der Energieplanung, in Ergänzung zum ortsunabhängigen Aktivitätenprogramm des Energiestadt-Prozesses.
- Sicherstellen der **Vergleichbarkeit und Erweiterbarkeit** der Ergebnisse entsprechend der Methodik des Werkzeugs „Energie-Region“ von EnergieSchweiz für Gemeinden (für den Fall, dass sich Romanshorn, Arbon und Amriswil ebenfalls anschliessen).

1.3 Vorschläge entsprechend kantonalem Richtplan

Eine Energierichtplanung ist für Herdern nicht verpflichtend, da die Gemeinde nicht zu den zentralen Orten in ländlichen und Entwicklungsräumen zählt. Die Planungsgrundsätze des Kantons wurden in der Planung dennoch wie folgt berücksichtigt:

Wichtige Planungsgrundlagen	Berücksichtigung
Gebiete, die mittel- und langfristig für eine wirtschaftliche Erschliessung mit leitungsgebundenen Energieträgern geeignet sind.	Das gesamte Gemeindeperimeter von Herdern bis Lannenunforn weist kein Gasnetz auf. Für das Gebiet ist im Energieplan immer mindestens eine wirtschaftlich nutzbare erneuerbare Energiequelle im Energierichtplan ausgewiesen. Berücksichtigung in folgenden Kapiteln: - Kapitel 7.5.1: Räumliche Koordination der Nutzungsprioritäten
Gebiete, die für eine mögliche Fernwärmeversorgung geeignet sind	Areale mit besonders hoher Wärmebedarfsdichte > 350MWh/(ha*a) sind als Gebiete für mögliche Fernwärme ausgewiesen (siehe Massnahmenkatalog Kapitel "Ortsgebundene Massnahmen"). Berücksichtigung in folgenden Kapiteln: - Kapitel 7.5.1: Räumliche Koordination der Nutzungsprioritäten - Kapitel 7.5.2: Wärmenetze - Massnahmenkatalog: Ortsgebundene Massnahmen
Standorte für grössere Energieanlagen sowie die Verteilinfrastruktur für leitungsgebundene Energieträger	Der Energierichtplan enthält: - die bestehenden Wärmenetze inkl. Standort Heizzentralen - die Standorte der bestehenden Photovoltaikanlagen mit Leistungsangabe - Energieträger zur Beheizung der Wohngebäude (inkl. Gebäudealter) Die Energiewerte sind in der Energiebilanz (Kapitel 3 des Planungsberichtes) dargestellt.
Massnahmen zur Begrenzung des Verbrauchs fossiler Energieträger und elektrischer Energie sowie zur Förderung erneuerbarer Energien	Massnahmen zur Begrenzung des Verbrauchs (Effizienz- und Verhaltensänderungen) sind im Massnahmenkatalog für folgende Themenbereiche formuliert: - Dienstleistung u. Gewerbe - Entwicklungs- u. Raumplanung - Interne Organisation - Kommunale Gebäude u. Anlagen - Kommunikation u. Kooperation - Mobilität - Ver- und Entsorgung
Fahrplan zur Erreichung des «Labels Energiestadt»	-

2 Energiepolitische Rahmenbedingungen

Der Bundesrat hat das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft bereits 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.

Der Kanton Thurgau hat sich hohe energie- und klimapolitische Ziele gesetzt. Das Energiegesetz umfasst gesetzliche Anforderungen an den Bau und Betrieb von Gebäuden, ein Angebot für Energieberatung und Weiterbildung sowie ein Förderprogramm.

Die Grundsätze des Energiegesetzes sind:

1. Förderung einer sparsamen und rationellen Energienutzung
2. Förderung der Nutzung erneuerbarer und umweltverträglich produzierter Energien
3. Minderung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern
4. Vollzug der Energiegesetzgebung des Bundes

Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft geht davon aus, dass in Zukunft der Primärenergieverbrauch weltweit durchschnittlich 2000-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 CO₂ pro Kopf und Jahr erreicht. Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft zielt 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.

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 verfügbar ist, ohne die Erde zu übernutzen.

Hinzu kommt die Klimaproblematik, die aus wissenschaftlicher Sicht vor allem von den Autoren des IPCC39 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 welt-weite Reduktion der CO₂-Emissionen um 50 bis 85% verlangt (IPCC 2007:67).

2.1 Zielsetzungen des Kanton Thurgau

Basierend auf dem Gesamtenergiekonzept der Gemeinde Herdern wurden die kommunalen Ziele entwickelt. 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 CO₂-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 CO₂-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 Gemeinde Herdern setzt sich analog dem Kanton ebenfalls das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft (siehe Kapitel 4.3) und stützt sich dabei insbesondere auf den Absenkpfad von Energie-Schweiz für Gemeinden ab. Zudem ist die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energien bei der Umsetzung von Massnahmen zu berücksichtigen.

3 Energiebilanz

- ✓ Wieviel Energie wird in Herdern heute verbraucht?
- ✓ Wie entwickelt sich die Gemeinde?

3.1 Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerung der Gemeinde Herdern beträgt im Jahr 2014 995 Einwohner. Die Anzahl der Einwohner und deren Veränderung spielt im Gesamtenergiebedarf einer Gemeinde eine wichtige Rolle. Um die Entwicklung des Energiebedarfs in der Modellierung für die Jahre 2035 und 2050 abzuschätzen, wurden folgende Annahmen der Bevölkerungsentwicklung zu Grunde gelegt:

Tabelle 1: Entwicklung der Bevölkerung in Herdern (entspricht einer Wachstumsrate von 1%)

Anzahl Einwohner 2014	995	Statistik Herdern
Prognose Einwohnerzahl 2035	1'056	Wachstumsschätzung
Prognose Einwohnerzahl 2050	1'214	Wachstumsschätzung

3.2 Wärmebedarf

Um den Wärmebedarf der Gemeinde zu ermitteln, wurden die Leistungen der für die Bereitstellung der Raumwärme und des Warmwassers installierten Gas-, Öl-, und Holzheizungen erfasst und deren Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen berechnet.

Bei den Betriebsstundenzahlen ist bereits ein Überdimensionierungsfaktor 1.2 enthalten. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Heizanlagen in der Vergangenheit überdimensioniert wurden bzw. dass gegenüber dem Auslegungsfall in der Regel bereits eine Verbesserung der Bausubstanz vorliegt (z.B. verbesserte Fenster etc.).

Tabelle 2: Installierte Leistung der Öl-, Gas-, und Holzheizungen

Leistung installierter Ölheizungen	Leistung (kW)	Annahmen
<small>Quelle: BFS Statistik, Kaminfeger E. Oertle 2015</small>		
Private Haushalte (< 70 kW)	2'315	1'500 Betriebsstunden/a
Industrie und Gewerbe (> 70 kW)	257	1'750 Betriebsstunden/a
Summe	2'573	

Gasverbrauch		Annahmen
<small>Quelle: Statistik BFS, Kaminfeger E. Oertle 2015</small>		
Private Haushalte (< 70 kW)	26 MWh/a	1 Haushalt mit Gasheizung
Industrie und Gewerbe (> 70 kW)	0 MWh/a	
Summe	26 MWh/a	

Leistung installierter Holzheizungen	Leistung (kW)	Annahmen
<small>Quelle: Kaminfeger E. Oertle 2015, BFS Statistik</small>		
Private Haushalte (< 70 kW)	592 kW	1'500 Betriebsstunden/a
Industrie und Gewerbe (> 70 kW)	0 kW	1'750 Betriebsstunden/a
Summe	592 kW	

3.3 Strombedarf

Der Stromverbrauch der Gemeinde wurde entsprechend den Angaben des lokalen Elektrizitätswerk nach dem Verbrauch der privaten Haushalte und dem Gewerbe differenziert. Dabei zeigt sich, dass in Herdern 70% durch die privaten Haushalte verbraucht werden. Insgesamt liegt der Strombedarf bei ca. 5'000 MWh/a. Von diesem Strombedarf wird 6.6% lokal aus erneuerbaren Energien (Photovoltaik) produziert. Die bestehenden Photovoltaikanlagen sind im Energierichtplan dargestellt. Sonstige Technologien zur Stromproduktion (z.B. BHKW, Biogas, Wind) sind in Herdern derzeit nicht vorhanden.

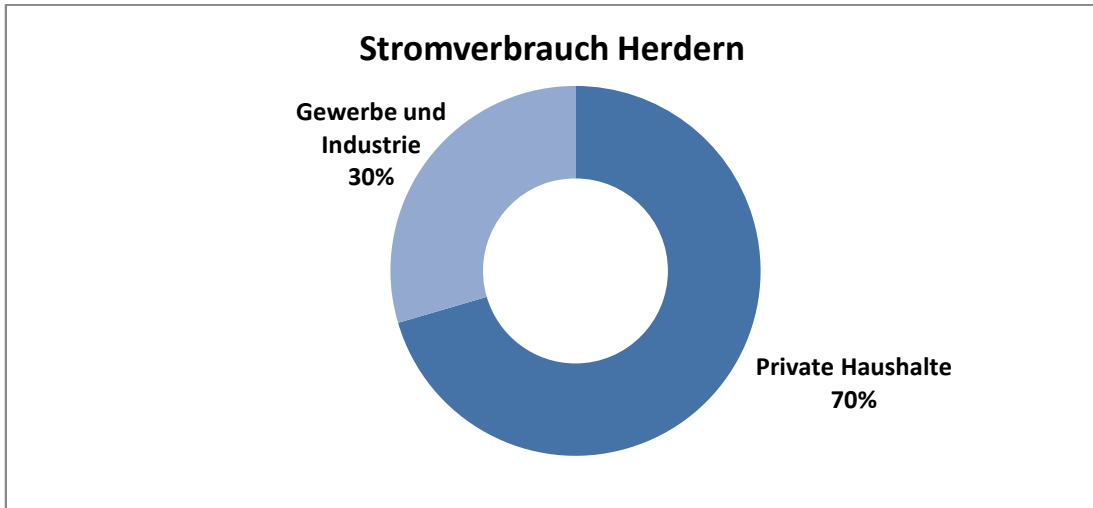


Tabelle 3: Stromverbrauch und lokale Produktion der Gemeinde Herdern

Stromverbrauch <small>Quelle: T. Specker, U. Marti 2015</small>		Annahmen
Private Haushalte	3'525 MWh/a	direkte Messung
Gewerbe und Industrie	1'478 MWh/a	direkte Messung
Summe	5'003 MWh/a	direkte Messung

Lokale Stromproduktion (auf Gemeindegebiet produzierter Strom) <small>Quelle: T. Specker, U. Marti 2015</small>		
Produktion total	Summe MWh/a	331
Kehrichtverbrennung	MWh/a	0
BHKW Diesel	MWh/a	0
BHKW Erdgas	MWh/a	0
BHKW Biogas	MWh/a	0
BHKW Holz	MWh/a	0
Wasserkraft	MWh/a	0
Windkraft	MWh/a	0
Photovoltaik	MWh/a	331
Geothermie-Kraftwerk	MWh/a	0
Sonstige	MWh/a	0

Insgesamt sind in Herdern 25 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 390 kW installiert. Dies entspricht einer Fläche von 2'300 m² oder 2.3 m² pro Einwohner.

Tabelle 4: Stromkennzeichnung

Stromkennzeichnung		100.0%
<small>Quelle: U. Marti 2015</small>		
Erneuerbare Energie	Summe %	97.0
Wasserkraftwerk	%	97.0
Sonnenenergie	%	0.0
Windkraftwerk	%	0.0
Biomasse	%	0.0
Geothermie	%	0.0
KEV (geförderter Strom)	%	3.0
Nicht erneuerbare Energie	Summe %	0.0
Kernkraftwerk	%	0.0
Erdöl	%	0.0
Erdgas	%	0.0
Kohle	%	0.0
Abfälle	%	0.0
Nicht überprüfbare Energieträger (UCTE-Mix)	%	0.0

✓ *Herdern hat im Vergleich zu anderen Gemeinden der Region einen geringen Stromverbrauch! Zum Vergleich:*

Gemeinde	Verbrauch
Herdern	5'027 kWh pro Person
Ermatingen	5'465 kWh pro Person
Tägerwilen	5'153 kWh pro Person

3.4 Mobilität

Anhand der Anzahl immatrikulierter Fahrzeuge (Motorisierungsgrad), den durchschnittlich pro Fahrzeug zurückgelegten Kilometern pro Jahr und einem durchschnittlichen Energieverbrauch pro Fahrzeug kann der Bedarf an Treibstoffen errechnet werden.

Tabelle 5: Personenwagen in Herdern

Personenwagen <small>Quelle: Bundesamt für Statistik, H. Bohneblust, Jahr 2014</small>			Annahmen
Immatrikulierte Personenwagen total	Anzahl	615	2450 W pro Fz
Benzin	Anzahl	554	90%
Diesel	Anzahl	62	10%
Elektrofahrzeuge	Anzahl	-	
Gasbetriebene Fahrzeuge	Anzahl	-	

Für das Verhalten der Einwohner Herderns bei Flugreisen oder der Verwendung des Schienenverkehrs liegen keine detaillierten Zahlen vor. Um den Energiebedarf und die verursachten Emissionen dennoch zu berücksichtigen, wird an dieser Stelle auf Schweizer Durchschnittswerte zurückgegriffen.

Tabelle 6: Flug- und Schienenverkehr

Flug- und Schienenverkehr <small>Quelle: Methodikpapier Energiebilanzen 2000-Watt-Gesellschaft, Novatlantis 2012</small>
Zuschlag Flugtreibstoffe (Kerosin) Der durch die Schweizer Bevölkerung ausgelöste Flugverkehr schlägt sich mit durchschnittlich 260 W pro Einwohner in der Bilanz nieder.
Zuschlag Schienenfern- und Güterverkehr (Strom) Der durch die Schweizer Bevölkerung ausgelöste Schienenfern- und Güterverkehr schlägt sich mit durchschnittlich 140 W pro Einwohner in der Bilanz nieder.

3.5 Gesamtenergie- und Treibhausgasbilanz

Endenergie

In der Bilanzierung der Endenergie werden jene Energieverbrauchswerte zusammengefasst, die in Herdern direkt zum Verbraucher geliefert wurden. Dazu gehört zum Beispiel der Energieinhalt einer Heizöllieferung, der Stromverbrauch, den ein Elektroherd aus der Steckdose in einem Jahr bezogen hat, oder das verbrannte Holz im Kamin.

Primärenergie

Die Endenergie stellt nicht den tatsächlichen Energieverbrauch dar. Auf dem Weg von der ursprünglichen Quelle wie z.B. einem Kohlebergwerk über das Kohlekraftwerk und die Stromleitung bis zur Steckdose im Gebäude muss Energie für Förderung und Transport aufgewendet werden. Hinzu kommen Umwandlungsverluste, da bei der Verbrennung von Kohle nicht die gesamte Wärmeenergie in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Diese verloren gegangene Energie muss wieder auf die Endenergie aufsummiert werden um den tatsächlichen Primärenergiebedarf zu erhalten.

Tabelle 7: Die wichtigsten Primärenergie- und Treibhausgasfaktoren im Überblick; gemäss Methodik 2000-Watt / Energie-Region (BFE). Alle Faktoren im Detail siehe Anhang 2.

Energieträger	Primärenergiefaktor (kWh _{equ} /kWh)	Treibhausgasemissionskoeffizient (kg/kWh)
Kernkraftwerk	4.07	0.016
Heizöl extra-leicht	1.24	0.297
Kohle Koks	1.69	0.432
Gas	1.12	0.237
Benzin	1.29	0.319
Diesel	1.22	0.302
Kohle Koks	1.69	0.432
Stückholz	1.06	0.013
Holzschnitzel	1.14	0.011
Pellets	1.22	0.037
Biogas	0.40	0.164
Sonnenenergienutzung	1.00	0.000
Umweltwärmenutzung: Luft	1.00	0.000
Umweltwärmenutzung: Sole oder Wasser	1.00	0.000

Im Folgenden ist der End- und Primärenergiebedarf gegenübergestellt. Vor allem die fossilen Anteile der Wärmeerzeugung sowie Treibstoffe für die Mobilität lassen den Primärenergiebedarf ansteigen. Da Herdern keinen Kernenergieanteil am Strommix aufweist, ist der Primärenergiebedarf der Gemeinde weit unter dem Schweizer Durchschnitt (siehe Abbildung 4).

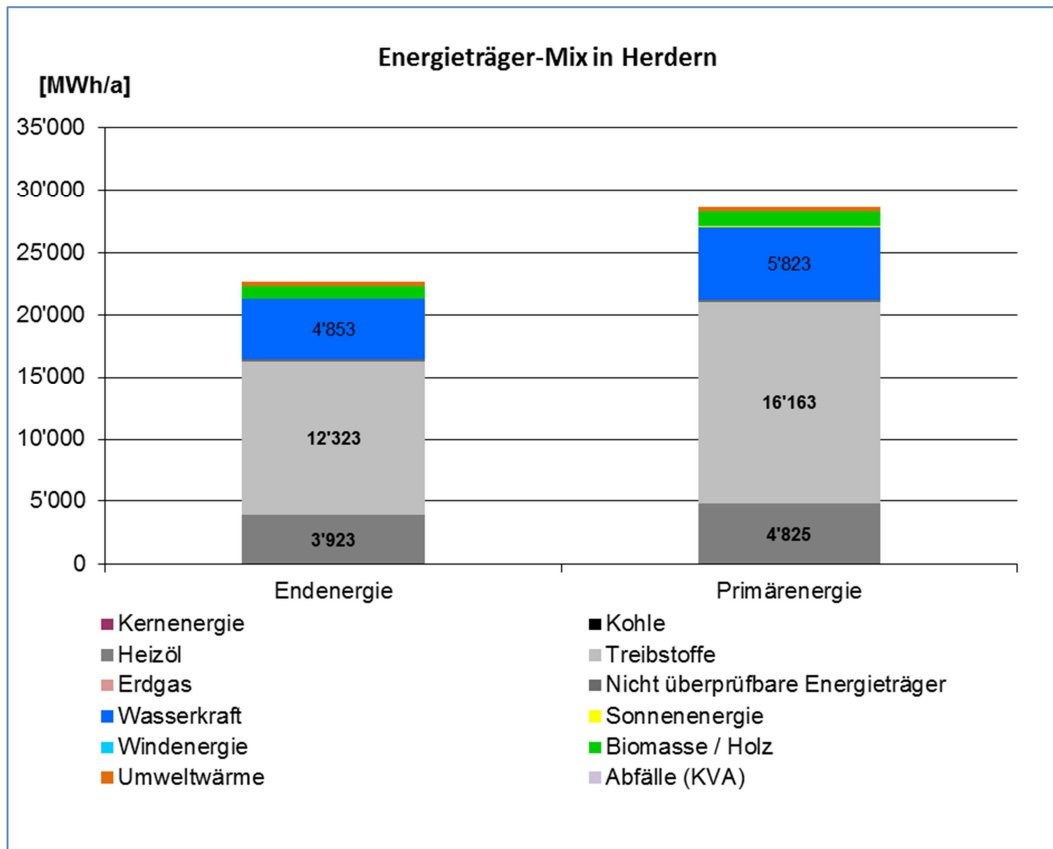
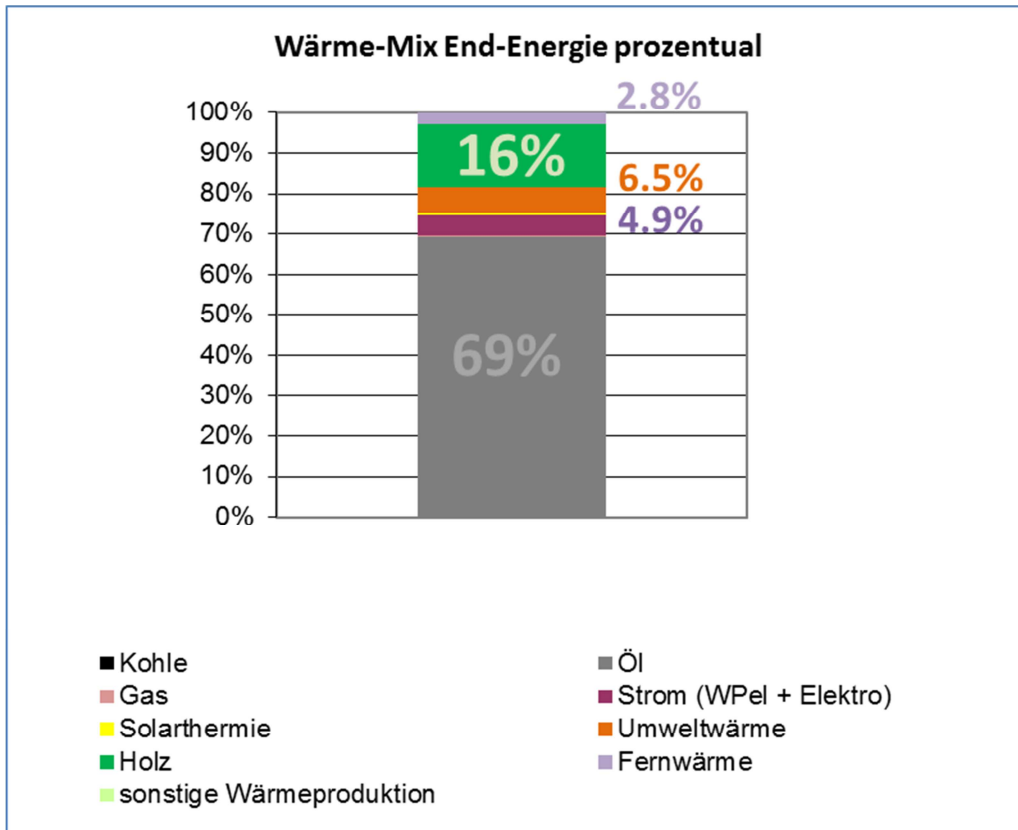


Abbildung 1: End- und Primärenergieverbrauch der Gemeinde Herdern

Der Wärmebedarf wurde anhand der vom lokalen Kaminfeger geführten Statistik und der darin enthaltenen Zahl der Heizungen und der verwendeten Energieträger berechnet (Annahme Betriebsstundenzahl Privat: 1500h, Gewerbe 1750h).



Wärmemix

Energieträger	MWh/a	%
Öl	3.923	69,2
Gas	26	0,4
Kohle	0	0,0
Holz	888	15,7
Solarthermie	34	0,6
Umweltwärme	362	6,4
Fernwärme	158	2,8
Strom (WP _{el} + Elektro)	280	4,9
sonstige Wärmeproduktion	0	0,0
Total	5.671	100,0

Abbildung 2: Wärmemix Endenergie 2014

✓ Anders ausgedrückt

Jeden Tag bringt ein Lastwagen 7 Fässern Öl (a 159 Liter) nach Herdern. Die Rechnung, die der Fahrer täglich stellt liegt bei 700 CHF.



Der Wärmemix besteht in Herdern mit rund 4'000 MWh/a Öl zu 69% aus fossilen Energieträgern. Dennoch sind laut der Heizanlagenstatistik (BFS) insgesamt 74 Holzfeuerungen installiert wodurch 888 MWh/a der Wärme durch den nachwachsenden Rohstoff Holz produziert werden.

Mit den Sektoren Wärme, Mobilität und Strom summiert sich die Primärenergie im Jahr 2014 auf einen Wert von rund 29'000 MWh/a. Pro Kopf bedeutet dies einen Wert von knapp 5'300 Watt pro Person. Somit liegt Herdern unter dem Schweizer Durchschnitt von 5'500 Watt pro Person¹. Energieintensive Güter wie Stahl, Beton, Papier etc. werden nicht auf dem Gemeindegebiet von Herdern produziert, sondern von ausserhalb in den Gemeindeperimeter importiert. Aus diesem Grund wird für diese importierten Güter als Schattenrechnung ein durchschnittlicher Anteil der grauen Energie von zusätzlichen 2'000 Watt hinzugezählt.

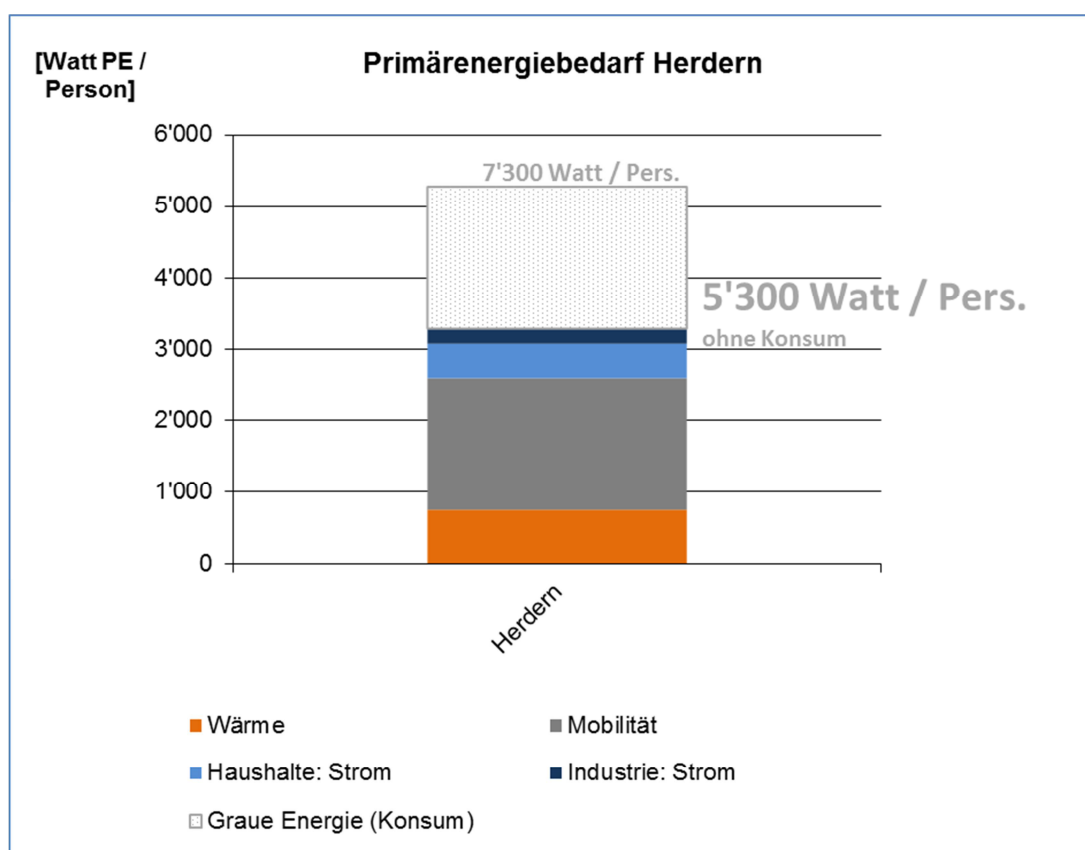


Abbildung 3: 2000-Watt-Gesellschaft: Die Ausgangsgrösse von Herdern im Jahr 2014 ist 5'300 Watt.

Treibhausgasemissionen

Bei der Berechnung der energiebedingten CO₂-Emissionen werden nicht nur die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger, sondern auch die für die Bereitstellung der Energieträger und den Bau und den Betrieb der Erzeugungsanlagen anfallenden Emissionen (vorgelagerte Prozesse) berücksichtigt. Weiterhin sind andere klimawirksame Gase wie Methan ebenfalls berücksichtigt und umgerechnet in CO₂-Äquivalenten dargestellt.

Emissionsarme erneuerbare Energieträger wie Holz, Sonne und Umweltwärme haben einen sehr geringen Emissionsanteil (detaillierte Zahlen hierzu im Anhang 2).

¹ 5'500 Watt Primärenergie pro Person wurden im Jahr 2014 in der Schweiz verbraucht.

In Herdern summieren sich die Emissionen insgesamt auf knapp 5'000 Tonnen pro Jahr bzw. 5.1 Tonnen pro Einwohner und Jahr.

Davon stammen etwa 23% alleine aus der Wärmeproduktion, weitere 75% entfallen auf den Verkehrssektor. Lediglich 1.7% der Emissionen resultieren aus dem Strombedarf der Gemeinde, was auf den hohen Anteil der Wasserkraft am Strommix zurückzuführen ist.

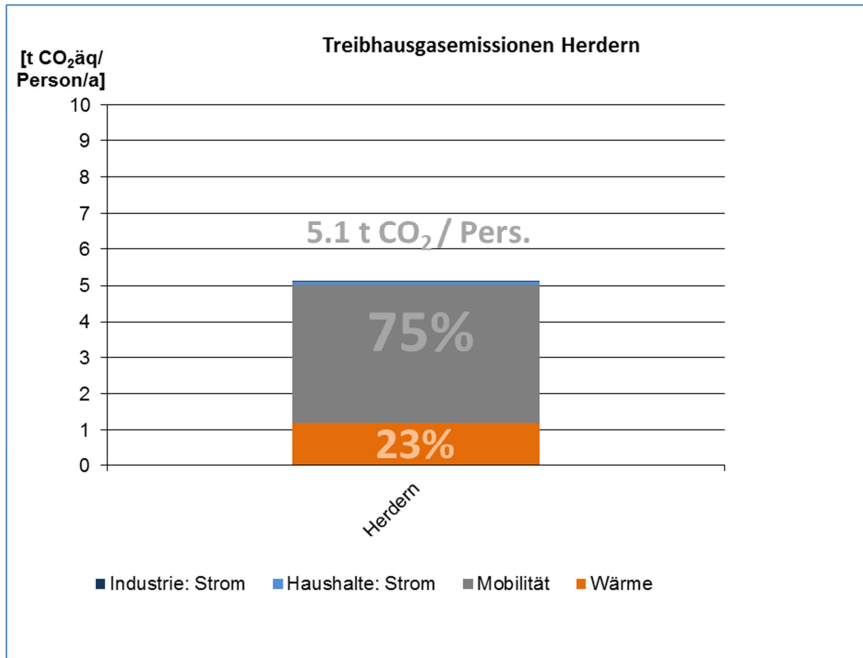


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen Herdern

4 Potenziale

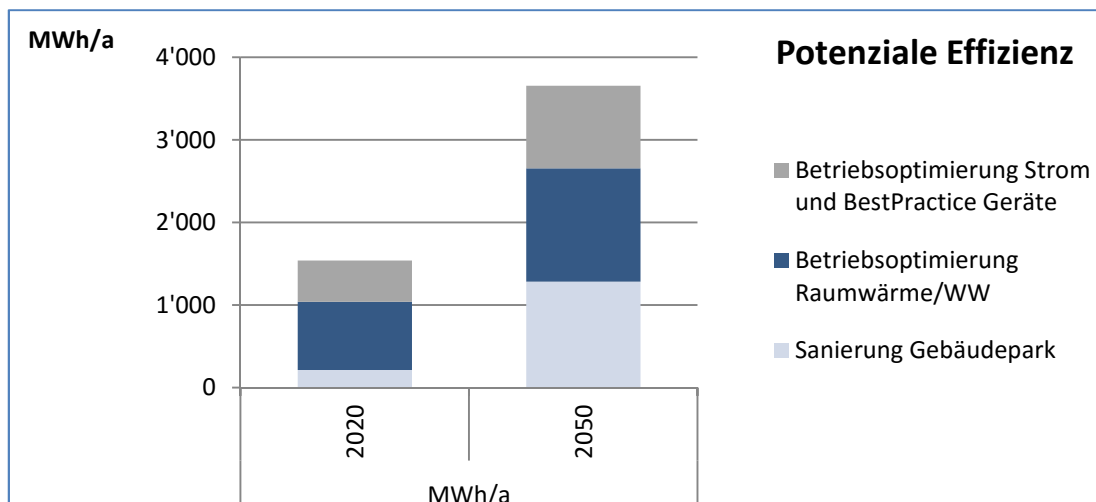
4.1 Effizienz

- ✓ In welchen Bereichen kann wie viel Energie eingespart werden?
- ✓ Wie kann der Energieverbrauch reduziert werden?

Neben dem Beispiel an der Sanierung des Gebäudeparks kann in folgenden Bereichen eine wesentliche Steigerung der Effizienz erreicht werden:

- **Betrieboptimierung Strom:**
Reduktion des Strombedarfs durch verbesserte Anlagentechnik, effizientere Geräte (A+++).
- **Betrieboptimierung Raumwärme/Warmwasser:**
Effiziente Energieerzeugungsanlagen (z.B. Wärme-Kraft-Kopplung, Umweltwärme, erneuerbare Energien).
- **Betrieboptimierung Prozesswärme:**
Optimierung der Prozesstechnik in Gewerbe/Industrie, Wärmerückgewinnung, Abwärmenetze
- **Sanierung Gebäudepark:**
Wärmedämmung, Fensterersatz, Dach- und Deckendämmung.

Durch bewussten Umgang mit Energie kann der Bedarf in vielen Bereichen weiter gesenkt werden. Insgesamt könnten in Herdern bis zum Jahr 2050 über 17'800 MWh/a eingespart werden.



Potenziale Effizienz	Annahmen	Einsparung bis 2020 in MWh EndE	Einsparung bis 2035 in MWh EndE	Einsparung bis 2050 in MWh EndE
Sanierung Gebäudepark	1% Sanierungsrate pro Jahr mit 65% Reduktion pro saniertes Gebäude (Quellen: Wallbaum Gebäudepark CH)	214	749	1'285
Betriebsoptimierung Raumwärme/WW	15% (2020), 20% (2035), 25% (2050) an der Wärme heute (Quellen: Erfahrungswerte Energo)	823	1'098	1'372
Betriebsoptimierung und BestPractice Geräte	10% (2020), 15% (2035), 20% (2050) am Stromverbrauch heute (ohne Berücksichtigung der zusätzlichen Elektromobilität und der zusätzlichen Wärmepumpen) (Quellen: Safe 2011, Erfahrungswerte Energo)	500	750	1'001

4.2 Erneuerbare Energien

- ✓ Wie kann der verbleibende Energiebedarf nachhaltig gedeckt werden?

4.2.1 Wasserkraft

Die Potenziale der Kleinwasserkraft der Schweizer Gewässer wurden im Rahmen des Forschungsprojektes «Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz» durchgeführt. Dabei wurde das theoretische hydroelektrische Potential aller natürlichen Fließgewässer der Schweiz berechnet. Für die Fließgewässer auf dem Gemeindebiet Herdern wird ein Stromerzeugungspotenzial von 0.0 - 0.1 kW/m angenommen. Da dies nicht im Rahmen eines ökonomischen Betriebs einer Kleinwasserkraftanlage liegt, wird dieses Potenzial hier nicht weiter dargestellt.

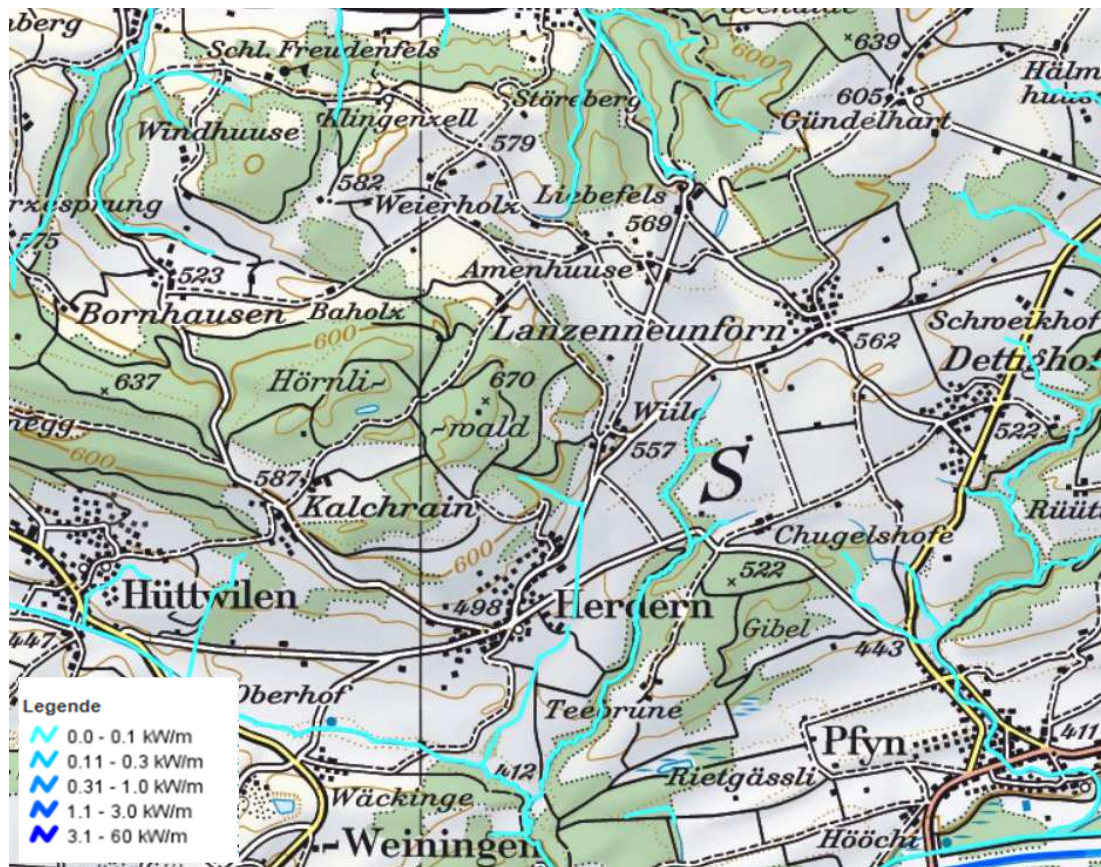


Abbildung 5: Kleinwasserkraftpotenzial (Quelle: Kleinwasserkraftpotentiale der Schweizer Gewässer (Bundesamt für Energie, <http://map.geo.admin.ch>, 03.2016))

Auch die Stromproduktion in Gefälleleitungen der Trinkwasserversorgung bzw. Feuerwehrwasserleitung / Reservoirüberlauf wurde geprüft, kann aber vor Ort nicht wirtschaftlich betrieben werden.

4.2.2 Sonnenenergie

Um die Dachflächen zur solaren Nutzung abzuschätzen wurde entsprechend dem Zonenplan der Gemeinde Herdern die für die Bauzonen typischen solare Gütezahlen festgesetzt. Kriterien zur Bewertung der „solaren Begabung“ sind unter anderem die Ausrichtung, Verschattung sowie die Eingriffsempfindlichkeit und der Denkmalschutz.

Mit diesen zonentypischen Zahlen lassen sich die solaren Potenziale abschätzen.

Bauzonenfläche entsprechend Zonenplan		
Quelle: Chr. Brugger		
W1-2 Ein und zweigeschossige Wohnzone	ha	13
W3-5 Drei- bis fünfgeschossige Wohnzone	ha	0
WG2 Wohn- und Gewerbezone 2 Geschosse	ha	0
WG3+ Wohn- und Gewerbezone 3 und mehr Geschosse	ha	0
G Gewerbezone	ha	4
I Industriezone	ha	0
Oe Zone für öffentliche Bauten	ha	0
K Kernzonen	ha	17
E Erholungszonen	ha	0
F Freihaltezone	ha	0
L Landwirtschaftszone	ha	0
R Reservezone	ha	0
W Wald	ha	197

Abbildung 6: Solare Gütezahlen für Herdern, Methodik nach Everding 2007: Solarer Städtebau

Die verfügbaren Dachflächen lassen sich auf zwei Arten nutzen:

- photovoltaisch zur Stromerzeugung
- solarthermisch zur Wärmebereitstellung

Da die Wärme aus Solarkollektoren nur direkt vor Ort genutzt und nicht wie bei der Photovoltaik in das Stromnetz eingespeist werden kann, wird eine Verteilung der Dachflächen **von 90% Photovoltaik und 10% Solarthermie** auf den verfügbaren Dachflächen angenommen.

→ Fläche: 26'000 m²

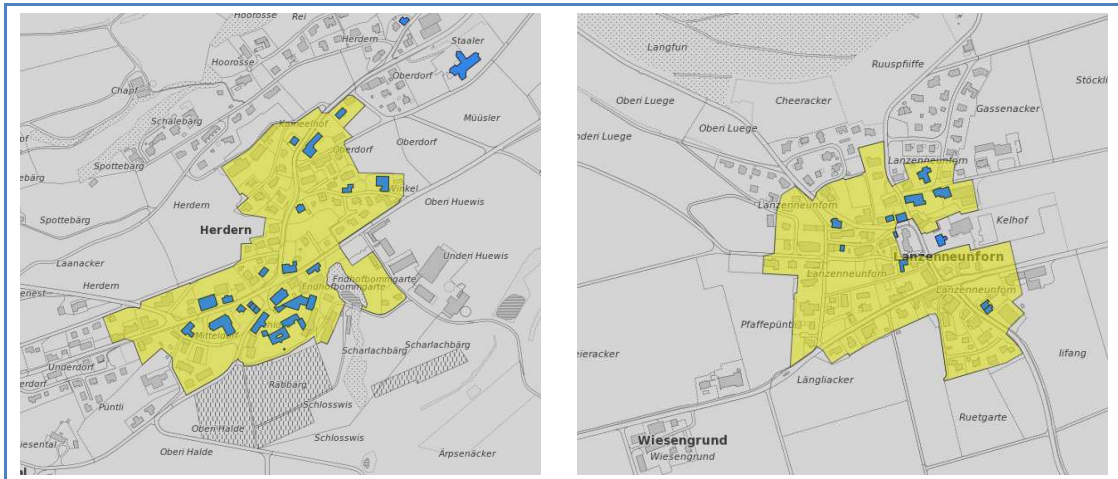


Abbildung 7: Gelb markiert sind die Ortsbildschutzgebiete, für die aufgrund des Standortes einer geplanten Solaranlage eine Beurteilung durch die Fachkommission Solaranlagen erforderlich ist.

Herdern hat ein Ortsbild mit geschützten Einzelobjekten. Bei diesen Objekten ist für die Planung von nach aussen in Erscheinung tretenden Solaranlagen höchste Sorgfalt geboten. Der Kanton Thurgau hat das Vorgehen zur Beurteilung von Solaranlagen auf geschützten Bauten und Ortsbilder verbindlich definiert (siehe www.solaranlagen-richtig-gut.tg.ch) Die in Abbildung 7 bezeichneten Flächen mit geschützten Ortsbildern eignen sich nicht per se für eine solare Nutzung. Bei geplanten Vorhaben muss die Kantonale Fachkommission entscheiden, ob eine Beeinträchtigung des Schutzobjektes vorliegt.


4.2.3 Umweltwärme (oberflächennahe Geothermie)

- ✓ Wie viele Erdsonden können in den bestehenden Bauzonen nachträglich eingebracht werden?
- ✓ Wo sind diese zulässig?

Ähnlich wie bei der Sonnenenergie kann aus der bestehenden Siedlungsstruktur abgeschätzt werden, wie viele Erdsonden zur Wärmenutzung aus dem Untergrund installiert werden können. Ausschlaggebend für den Wärmeertrag der Erdwärmesonden ist ihr Abstand untereinander (mindestens 15m), die Erreichbarkeit mit Bohrgeräten und die einzuhaltende Nähe zum Wärmeabnehmer. Schliesslich hängt die maximal mögliche Dichte der Sonden stark von der Bauzone ab. So sind in Kernzonen aufgrund der Bebauungsdichte weniger Erdwärmesonden realisierbar als zum Beispiel in locker bebauten Einfamilienhausgebieten. Die hier zu Grunde liegenden Zahlen zur möglichen Sondendichte basieren auf Detailstudien zu 39 Simulationen zu Erdwärmesondendichten in verschiedenen Siedlungstypen, wobei nur die halbe maximal mögliche Erdsondendichte berücksichtigt wurde. Mit diesen Vorgaben, der Annahme von mittleren Bodenbedingungen, einer mittleren Sondentiefe von 300-400m, einer Wärmeproduktion von 4'200kWh/a und Berücksichtigung der Grundwasserschutzzonen ergibt sich ein Potenzial von rund 2'650 MWh/a.

Tabelle 8: Verfügbarkeit von Flächen zur Erdsondennutzung

Bauzonen	Sonden pro Hektar
W2 Zweigeschossige Wohnzone	9,00
W3-5 Drei- bis fünfgeschossige Wohnzone	10,00
WG2 Wohn- und Gewerbezone 2 Geschosse	12,00
WG3+ Wohn- und Gewerbezone 3 und mehr Geschosse	11,00
G Gewerbezone	5,00
I Industriezone	5,00
Oe Zone für öffentliche Bauten	6,00
K Kernzonen	8,00



4.2.4 Forstliche Biomasse

Wald auf dem Gemeindegebiet

Entsprechend einer Studie des BAFU ergibt sich bei einer extensiven Waldnutzung ein jährlicher Biomassezuwachs von $4.5\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{a}$ bei Laubwald und $3.1\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{a}$ bei Nadelwald. Dadurch ergibt sich für die Herderner Waldfläche pro Jahr ein Biomassezuwachs mit einem energetischen Gegenwert von 1860 MWh/a. Durch Holzheizungen werden derzeit ca. 888 MWh/a energetisch genutzt. Unter Annahme, dass nur 50% der zuwachsenden Biomasse energetisch genutzt wird, ist die Nutzung des auf dem Gemeindegebiet verfügbaren Holz ausgeschöpft.

Über das Gemeindegebiet hinaus betrachtet, bietet der Kanton Thurgau jedoch weitere Holzpotenziale, die es zu erschliessen gilt.

Biomassezuwachs Thurgau

Zurzeit wird im Kanton Thurgau etwas mehr als $100'000\text{ m}^3$ Energieholz energetisch genutzt. Dies entspricht rund 220'000 MWh/a Energie. Rund die Hälfte davon ist Energieholz aus dem Wald, der Rest setzt sich zusammen aus Altholz, Restholz aus Schreinereien und Sägereien sowie Flurholz (DIV TG 2004).

Im Bericht zum Impulsprogramm Holzenergie (Erfolgskontrolle 1992 bis 2002) wird eine mögliche Steigerung der Energieholznutzung von 50% im Vergleich zur Nutzung im Jahr 2002 geschätzt. Aktuelle Untersuchungen des kantonalen Forstamts gehen von einer möglichen Steigerung von über 50% des heutigen Energieholzabsatzes aus. Diese Zunahme würde einem Potential von rund $155'000\text{ m}^3$ entsprechen. Dieser Wert setzt sich zusammen aus Brennholz aus dem Wald (gekoppelt an das gesamte nachhaltig nutzbare Potential des Waldholzes, das im Bericht auf 220'000 - 240'000 m^3 geschätzt wird), Rest- und Altholz. Das Potential von $155'000\text{ m}^3$ Energieholz hat einen Energieinhalt von rund 340'000 MWh/a.

Wird dieses Potenzial aus dem Kanton Thurgau entsprechend der Einwohnerzahl auf Herdern umgerechnet, ergibt sich für Herdern ein Gesamt-Holzpotenzial von 1'300 MWh/a. Abzüglich der bestehenden Holznutzung bleibt ein Restpotenzial von 412 MWh/a.

Fazit: Das auf dem Gemeindegebiet nachwachsende Holz wird bereits nahezu vollständig genutzt (Annahme 50% sonstige Nutzung wie Bauholz etc.) Überregional stehen jedoch 412 MWh/a Energieholz zur Verfügung. Dies entspricht in etwa der Heizleistung eines Holzwär-

meverbundes mit 200 kW durch den ca. 15-20 Gebäude mit Wärme versorgt werden könnten.

Projekte zur Erstellung und Betrieb von Holzheizkraftwerken benötigen eine Errichtungs-, Betriebs- und Empfängerbewilligung des Amtes für Umwelt, Kanton Thurgau. Davon ausgeschlossen sind Holzheizkraftwerke, welche ausschliesslich naturbelassenes Holz (z.B. Waldhackschnitzel) verbrennen.

4.2.5 Landwirtschaftliche Biomasse

Im Regierungsratsbeschluss Nr. 744 vom September 2008 wurden die strategischen Grundsätze zur energietechnischen Nutzung biogener Abfälle im Thurgau definiert und im Kantonalen Richtplan 2009 (Ziffer 4.2) als Planungsgrundsätze festgelegt. Gemäss diesen Grundsätzen ist auf den Anbau von Biomasse für die energietechnische Nutzung zu verzichten, wenn die Anbauflächen auch zur Nahrungsmittelproduktion eingesetzt werden können. Daher werden im Folgenden nur Erntereste und Viehmist als Grundlage für die landwirtschaftliche Biogasproduktion ausgewertet.

Folgende Grössen liegen zur Potentialabschätzung der Wärme- und Stromerzeugung mit Biogas vor:

- Anzahl Rinder: ca. 680
- Anzahl Schweine: 3'978
- Geflügel: 2'485
- Grüngutabfälle: 67t/a

Bei der Biogasgewinnung durch Exkrementen und Erntereste kann mit durchschnittlich 1.2 m³ Biogas am Tag je Grossvieheinheit gerechnet werden.

Aus diesen Annahmen ergeben sich die folgenden Potentiale:

- 6'700 MWh/a Biogas aus Viehexkrementen (Rinder, Schweine, Geflügel)
- 65 MWh/a Biogas bei einer Annahme der Verwertung von 67 Tonnen Grüngut pro Jahr.

Insgesamt stehen somit rund 6'765 MWh/a Endenergie (bei 6.6 kWh/m³ Biogas) durch Biogas zur Verfügung, die durch ein Blockheizkraftwerk sowohl zur Wärme- als auch Stromproduktion genutzt werden kann. Durch Biogas-BHKW können hiermit ca. **4'000 MWh/a Wärme** und **2'000 MWh/a Strom** erzeugt werden.

Das Biogas kann sowohl vor Ort genutzt werden, als auch dezentral durch Einspeisung in das Erdgasnetz.

Projekte zur Erstellung und Betrieb von Biogasanlagen (Abfallanlagen) benötigen eine Errichtungs-, Betriebs- und Empfängerbewilligung des Amtes für Umwelt, Kanton Thurgau. Davon ausgeschlossen sind Biogasanlagen, welche ausschliesslich Hofdünger vergären.

4.2.6 Tiefe Geothermie

Für die tiefe Geothermie liegt es im Kompetenzbereich des Kantons, Nutzungsrechte zu erteilen. Er stützt sich dabei auf das Wasserrecht. Ein ausführliches Konzept für die Nutzung der Geothermie im Kanton Thurgau ist in Bearbeitung.

Für eine hydrothermale Stromproduktion ist nur das südöstliche Kantonsgebiet interessant (Kanton Thurgau 2010). In einer Tiefe von 4 bis 6 km herrschen nahezu standortunabhängig Temperaturen von 150 bis 200 Grad Celsius. Mit Tiefbohrungen wird das heisse Gestein wie ein überdimensionaler Durchlauferhitzer genutzt: kaltes Wasser wird in das Gestein gepresst, weitere Bohrungen nehmen das durch künstlich erweiterte Klüfte gepresste Wasser wieder auf und befördern es an die Oberfläche. Bei einem Temperaturniveau von deutlich über 100 °C kann über Wärmetauscher Dampf erzeugt werden, welcher in herkömmlichen Dampfturbinen Strom erzeugt. Dem Wasser kann weitere Energie auf niedrigerem Temperaturniveau für Heizzwecke entzogen werden, bevor es im geschlossenen Kreislauf wieder ins heisse Gestein verpresst wird.

Geht man von der Installation eines Kraftwerkes von der Grösse St. Gallen aus, ergibt sich ein **Jahresstromertrag von mindestens 20'000 MWh/a** und ein **Jahreswärmeertrag von mindestens 150'000 MWh/a** aus tiefer Geothermie (KRUSKA 2005).

In **Herdern beträgt der Heizwärmebedarf für alle Gebäude ca. 30'000 MWh/a**, das heisst, die von einem Geothermiekraftwerk bereitgestellte Wärme könnte nicht in vollem Umfang von der Gemeinde abgenommen werden. Aus diesem Grund wird die tiefe Geothermie im Folgenden nicht weiter in der Potenzialbilanzierung für Herdern berücksichtigt.

4.2.7 Fazit: Erneuerbare Energien

Wärme

Im Bereiche der Wärmeversorgung kann vor allem durch die Wärmedämmung des Gebäudebestandes der Bedarf um ca. 60% reduziert werden. Da dies stark von der Sanierungsrate (ca. 1% der Gebäude pro Jahr) abhängig ist, kann es deutliche Abweichungen geben (Streuung der blauen Linie in Abb. 10). Sind bei Gebäuden jüngeren Baujahres zwar nur geringe Reduktionspotenziale vorhanden, kann dagegen durch die Sanierung von Altbauten bis zu 75% Energie eingespart werden.

Durch die intensive Land- und Viehwirtschaft birgt Herdern ein grosses Biomassepotenzial. Alleine durch die Biogasproduktion könnte der Wärmebedarf der sanierten Gebäude im Jahr 2050 gedeckt werden. Voraussetzung ist eine sukzessive Sammlung der landwirtschaftlichen Abfälle und deren Verwertung.

Werden 10% der zur Verfügung stehenden Dachflächen für die solarthermische Nutzung genutzt sowie die lokalen Potenziale zur Holz- und Erdwärmenutzung ausgeschöpft, ist für Herdern im Jahresmittel die Wärmeversorgung auch ohne Nutzung der Biomasse zu 68% auf Basis von erneuerbaren Energien möglich. Die restliche benötigte Energie kann durch zusätzliche Suffizienzmassnahmen eingespart werden oder muss in Form von Öl/Gas importiert werden.

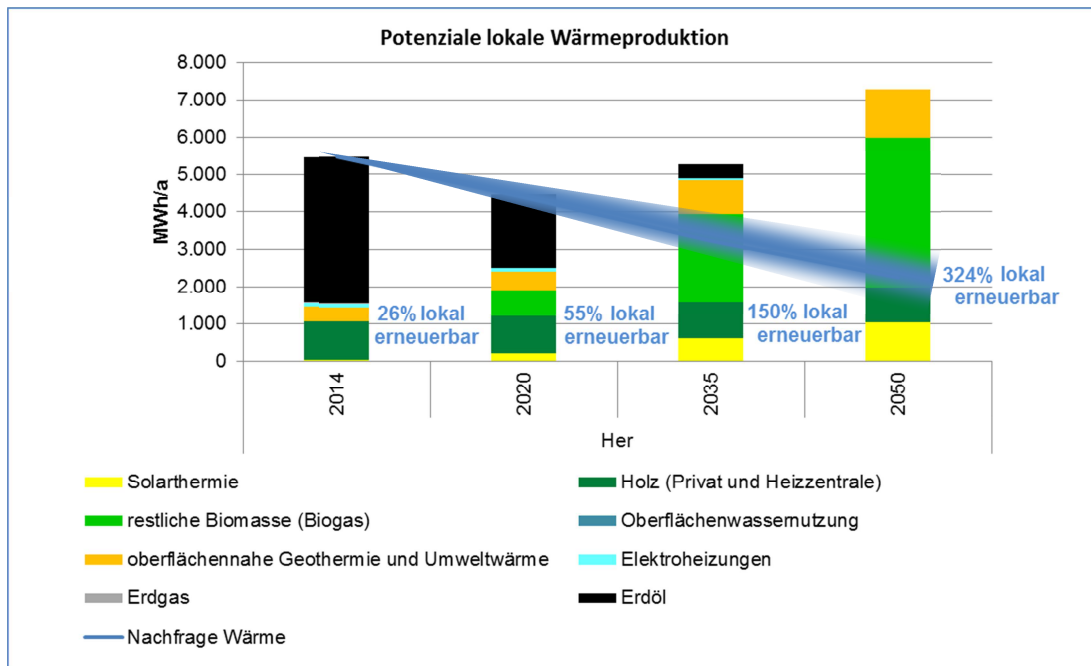


Abbildung 8: Potenziale Wärmeproduktion

Strom

Der nach den Effizienzmassnahmen verbleibende Energiebedarf soll durch Erneuerbare Energien abgedeckt werden. Hierfür wurden die Potenziale auf dem Gebiet der Gemeinde Herdern analysiert.

Im Bereich der Stromproduktion auf erneuerbarer Basis ist in Herdern ein Deckungsgrad von ca. 71% möglich, dies hauptsächlich durch Photovoltaik.

Hierbei wurden neben den Dachflächen zur solaren Nutzung auch die Potenziale der landwirtschaftlichen Biomasse zur Stromproduktion berücksichtigt. Die Energieproduktion einer Biogasanlage besteht in der Regel aus 60% Wärme und 30% Strom; 10% der Energie geht durch Umwandlungsprozesse und Abwärme verloren.

Sollten die verfügbaren Dachflächen in Herdern zu 90% mit Photovoltaik-Modulen bestückt werden, könnte der Strombedarf im Jahr 2050 zu ca. 46% abgedeckt werden. Die verbleibenden 29% müssen überregional aus der Schweiz oder dem Ausland importiert werden.

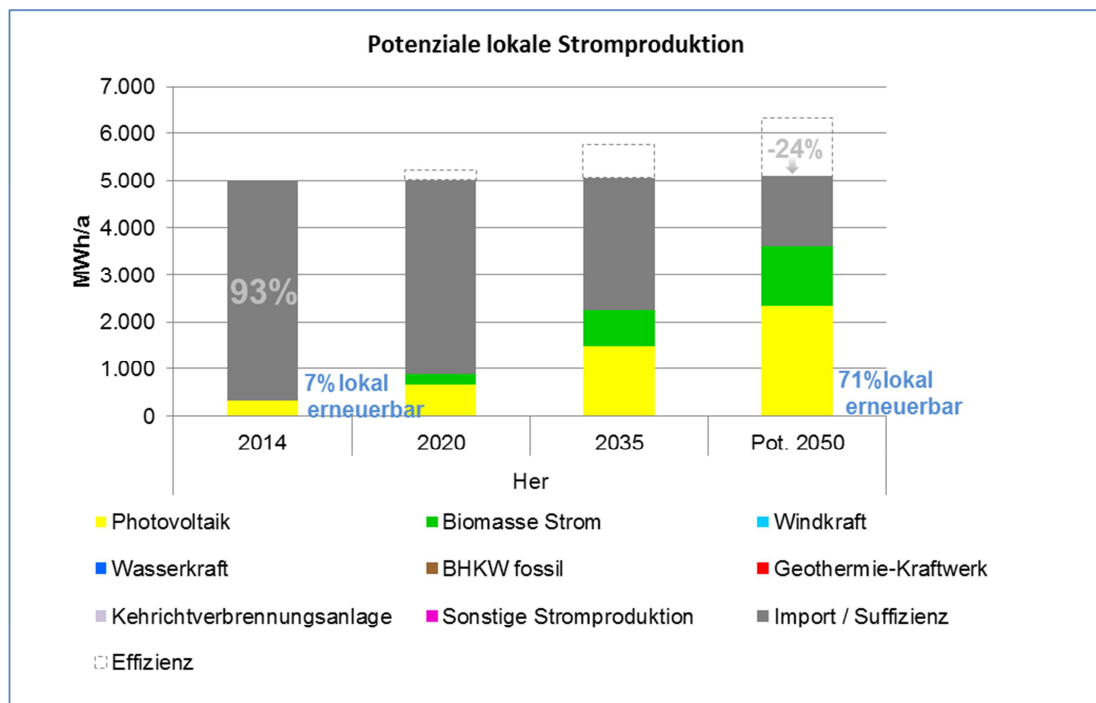


Abbildung 9: Potenziale der Stromproduktion auf dem Gemeindegebiet

5 Wertschöpfung

Herdern ist in der konventionellen Energieversorgung abhängig von Brennstoffimporten, denn es verfügt nicht über die hierfür nötigen fossilen Reserven. Erneuerbare Energien sind demgegenüber lokal verwurzelt, denn die Energiequellen sind in hohem Mass vorhanden. Statt durch den Import fossiler Energieträger wie Öl und Gas jährlich ca. 500'000 CHF zu verlieren, kann Herdern durch den Aufbau örtlicher erneuerbarer Energieanlagen die Kosten verlagern. Die Kosten durch Energieimporte und steigenden Energieverbrauch können bis 2050 so auf einem Stand von 300'000 CHF gehalten werden. Statt in den Import fließen die Einnahmen den regionalen Unternehmen zu. Ausserdem können die Betreiber etwa durch Einspeisung des produzierten Ökostroms oder Biogases Einnahmen generieren. Dadurch wird die Energieversorgung für die Gemeinde von einem Kostenpunkt zu einer wichtigen Einnahmequelle.

Die grössere Nähe zum Energieverbraucher hat ausserdem zur Folge, dass die Abläufe der Energieerzeugung und -versorgung einfacher und transparenter werden. Dadurch ist die Preisstabilität bei den Erneuerbaren grösser als bei konventionellen Energieträgern. Dies ist besonders im Falle der kommunalen Wärmeversorgung der Fall, da hier die Energie oft direkt vom Produzenten vor Ort bezogen wird. So wird z.B. die in einem Holzwärmeverbund erzeugte Wärmeenergie direkt über das örtliche Wärmenetz zum Endverbraucher transportiert. Zwischenhändler sind hier nicht beteiligt, da das Netz meist zur Anlage und damit dem Betreiber gehört. Dagegen geht Rohöl durch die Hände mehrerer Händler bis es zum Kunden gelangt und kann daher Preissteigerungen ausgesetzt sein.

Die Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien durch Gemeinden kommt vor allem kleinen Handwerksbetrieben und mittelständischen Unternehmen der Region zu Gute.

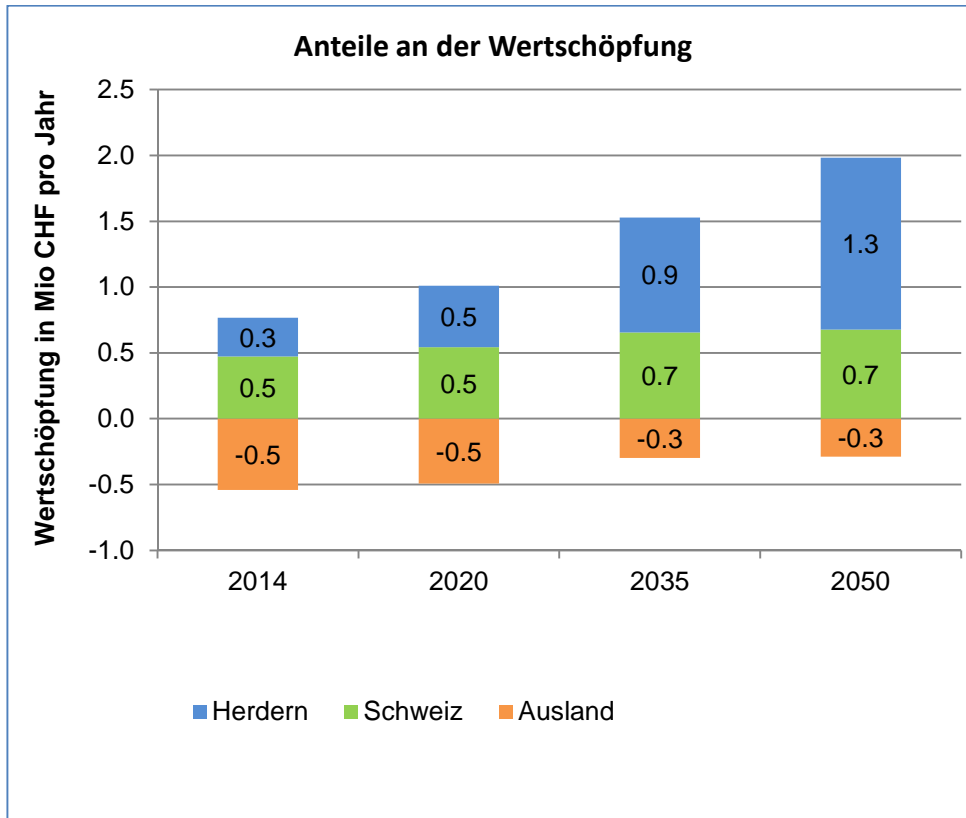


Abbildung 10: Anteile an der Wertschöpfung

(Annahme einer Energiepreissteigerung von 3% pro Jahr bei fossilen Energien, 1% Rückgang der Energiekosten bei erneuerbaren Energien)

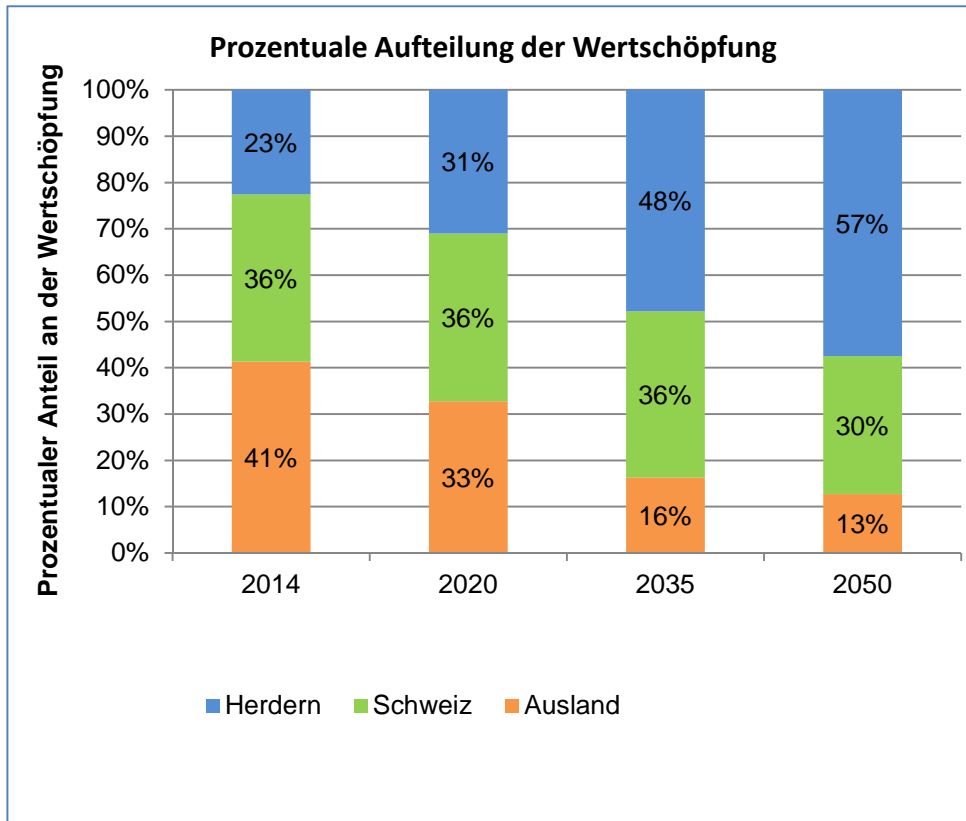


Abbildung 11: Prozentuale Aufteilung der Wertschöpfung

6 Zielsetzungen und Absenkpfad

- ✓ Welche Ziele setzt sich die Gemeinde Herdern?
- ✓ Welche Zwischenziele sind anzustreben?

6.1 Zielgrössen

Die Gemeinde Herdern hat sich das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft und 1-Tonne-CO₂-Gesellschaft gesetzt. Die Zielgrösse für die Gemeinde ist abhängig vom aktuellen Energiebedarf. Dieser liegt im Jahr 2015 bei 5'300 Watt.

Die 2000-Watt-Gesellschaft in der Schweiz hat zwei Ziele:

- 3-mal weniger Energieverbrauch,
- 9-mal weniger CO₂-Ausstoss

Ausgehend von diesem Ausgangswert leitet sich der Zielwert für die 2000-Watt- und 1-Tonnen-CO₂-Gesellschaft ab.

Somit sind die Zielwerte für Herdern:

- Primärenergie: 1'800 Watt pro Person und Jahr
- CO₂: 0.5 Tonnen pro Person und Jahr

Im Vergleich zu anderen Gemeinden liegt Herdern mit knapp 5'600 Watt/Person im Bereich zwischen kleineren Einzelgemeinden und grösseren Gemeinden/Städten mit durchschnittlichem Industrieanteil. Durch wenig energieintensives produzierendes Gewerbe und fast 68% an Arbeitsplätzen im Dienstleistungsbereich ist dieser Ausgangswert auch statistisch zu belegen.

Tabelle 9: Typische Werte für Agglomerationstypen und berechneter Wert für Herdern

Gemeindetyp	Ausgangswert (Watt/Person)	Zielwert Primärenergie [W/P*a]
Städte (überdurchschnittlichen Industrieanteil)	10'000	3'200
Gemeinden/Städte (durchschnittlichen Industrieanteil)	6'300	2'000
Kleinere Gemeinden (geringen Industrieanteil)	4'000	1'300
→ Herdern	5'300	1'800

BHAteam AG

Spezifische Werte		heute	2020	2035	2050	2100
Primärenergie	Herdern	5300 (100%)	4500 (85%)	3700 (70%)	2900 (55%)	1800 (30%)
	Schweiz	5'900 100%	5'000 85%	4'200 70%	3'500 55%	2'000 30%
CO ₂ eq	Herdern	5.1 (100%)	4.6 (90%)	3.6 (70%)	1.3 (25%)	0.5 (13%)
	Schweiz	6.5 100%	5.8 75%	4.6 50%	1.6 25%	0.5 10%

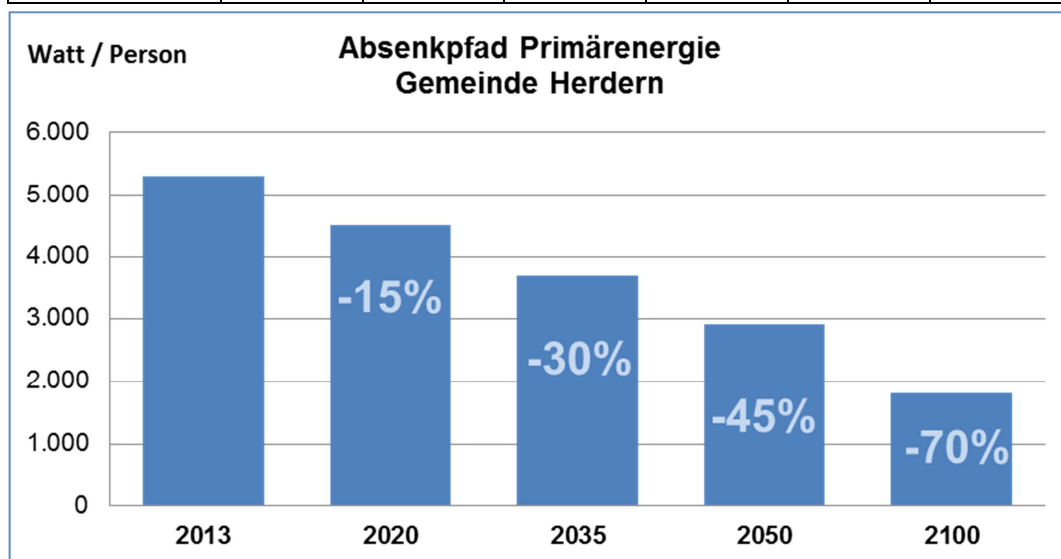
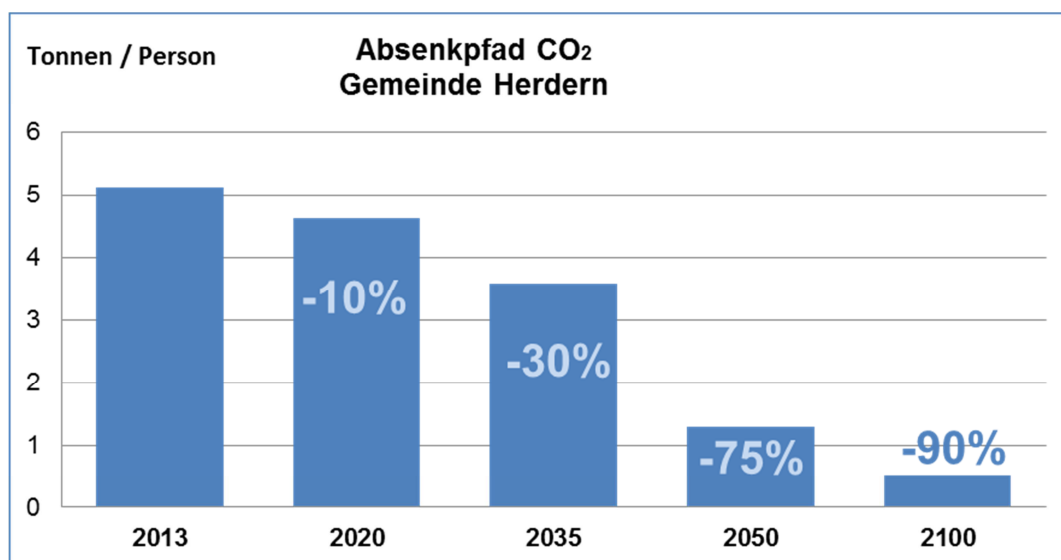


Abbildung 12: Absenkpfad Primärenergie zur 2000-Watt-Gesellschaft

Ziel: Die Primärenergie soll bis zum Jahr 2100 um den Faktor 3 reduziert werden (von jährlich 5'300W/Person auf 1'800W/Pers.).



Ziel: Die Treibhausgasemissionen (CO₂) sollen bis zum Jahr 2100 um den Faktor 9 reduziert werden (von jährlich 5.1t/Person auf 0.5t/Pers.).

7 Energieplanung

7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

✓ Welche Handlungsmöglichkeiten hat eine Gemeinde in der Umsetzung?

- Räumliche Koordination der Wärmeversorgung
- Energetische Auflagen: Baugesetz
- Nutzungsplanung: Gestaltungspläne, privatrechtliche Verträge
- Vorbildfunktion: Gebäude und Mobilität
- Vermittlung von bestehenden Angeboten und Fördermittel mit bürgernaher Kommunikation
- Förderung öV / Langsamverkehr
- Lobbying auf übergeordneten Ebenen

✓ Welche Bestimmungen, Gesetze, Verordnungen gibt es?

Anschluss an Fernwärme kann vorgeschrieben werden:

§ 15 EnG: Versorgung mit Fernwärme

„1 Scheiden Politische Gemeinden Gebiete aus, für die Fernwärme vorgesehen ist,

kann der Anschluss an das Versorgungsnetz vorgeschrieben werden.

2 Das Verfahren richtet sich nach den Bestimmungen des Planungs- und Baugesetzes) über den Richtplan oder den Gestaltungsplan.

3 Für bestehende Bauten oder Anlagen kann der Anschluss nur vorgeschrieben werden, wenn wesentliche Erneuerungen oder Umbauten an bestehenden Heizungsanlagen vorgenommen werden.“

Vorbildfunktion: Gemeinden sind verpflichtet bei Neubauten und tiefgreifenden Umbauten / Sanierungen mindestens den Minergie-Standard zu erreichen

§ 17 EnG: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

„1 Zur Wahrung ihrer Vorbildfunktion haben Kanton, Gemeinden sowie andere Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechtes ihre Neubauten und tiefgreifende Umbau- und Sanierungsmassnahmen an ihren Gebäuden mindestens nach dem Minergie-Standard 2010 auszuführen. Bei kantonalen Neubauten ist grundsätzlich der Minergie-P-Standard 2010 einzuhalten.

2 Bei kleineren Eingriffen beziehungsweise der Sanierung einzelner Bauteile sind für diese die Zielwerte bei Umbauten und Umnutzungen der SIA-Norm 380/1, Ausgabe 2009, einzuhalten.

3 Von diesen Anforderungen kann insbesondere abgewichen werden, wenn zwingende technische oder denkmalpflegerische Gründe dies erfordern oder ihre Umsetzung mit unverhältnismässigen Kosten verbunden ist.“

Abwärme aus Kälteerzeugung sowie aus industriellen Prozessen ist zu nutzen, soweit technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar

§ 38 EnV: Abwärmenutzung

„1 Anfallende Abwärme, insbesondere jene aus Kälteerzeugung sowie aus gewerblichen und industriellen Prozessen, ist zu nutzen, soweit dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.“

Erleichterungen für denkmalgeschützte Bauten

§ 28 der Verordnung des Regierungsrates zum Gesetz über die Energienutzung

4 „...Erleichterungen für den geforderten winterlichen Wärmeschutz können unter anderem zugelassen werden bei denkmalpflegerisch schützenswerten Gebäuden, falls das Erscheinungsbild beeinträchtigt würde.“

Bewilligung von energetischen Massnahmen

§ 7 Gesetz zum Schutz und zur Pflege der Natur und Heimat

1 „...Eingriffe in Objekte, die nach den §§ 10, 12 oder 16 geschützt sind, bedürfen einer Bewilligung...“.

7.2 Allgemeines zu den Energieerzeugungsarten

Für die Wärmeversorgung sind neben unterschiedlichen Energieträgern auch die verschiedenen Erzeugungsarten bedeutend. Die räumliche Energieplanung fördert die Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien. Zur Beurteilung der Zweckmässigkeit der unterschiedlichen Wärmeerzeugungsarten ist unter anderem der vorgesehene Einsatzbereich wichtig (Abbildung 13).

Holzfeuerungen

Für die räumliche Energieplanung sind hauptsächlich Holzheizkraftwerke sowie Schnitzelfeuerungsanlagen von Bedeutung, die der Versorgung eines Wärmeverbundes dienen. Grosse Holzfeuerungsanlagen haben den Vorteil, dass sie effizienter betrieben werden können als Kleinanlagen und weniger Schadstoffe ausstossen. Wichtige Voraussetzung bildet dazu die sachgerechte Dimensionierung der Anlagen:

Der optimale Einsatzbereich von Holzfeuerungen liegt vor allem in der Wärmeversorgung (Heizen, Warmwasser) von bestehenden, weniger gut gedämmten Gebäuden, aber auch von Neubauten. Wie die Statistik zeigt, werden viele Gebäude in Herdern mit Holz beheizt bzw. mit einer Holzheizung unterstützt.

Holz Schnitzelfeuerungen werden eher bei Mehrfamilien- oder Schulhäusern eingesetzt; bei kleineren Gebäuden und Einfamilienhäusern bewähren sich automatische Pelletsfeuerungen.

Die Verbrennung erfolgt zwar CO₂-neutral, es werden aber grössere Mengen an Luftschadstoffen ausgestossen – insbesondere Feinstaub (PM10), Stickoxide (NO_x) und Kohlenmonoxid (CO). Schadstoff belastete Gebiete sind daher zu meiden.

Fossile Wärmeerzeugung

Feuerungen mit Heizöl oder Erdgas sollen künftig nur noch für die Erzeugung von Hochtemperaturwärme oder zur Spitzendeckung eingesetzt werden. Da bei der Verbrennung viel CO₂ ausgestossen wird, sind fossile Feuerungen auf spezielle Anwendungen, beispielsweise unstete Hochtemperaturprozesse, zu beschränken.

Die Feuerungstechnik wurde in den letzten Jahren laufend verbessert. Durch die Wärmenutzung der Abgase im Kondensationskessel wird der Wirkungsgrad entsprechend erhöht.

Brennstoffe	Einsatzbereich	Kennwerte für die Planung	Emissionen
Holzschnitzel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Heizzentrale mit Wärmeverbund oder für Mehrfamilienhäuser (ab 150 kW bis 10 MW) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Heizwert: 300 bis 1000 kWh/Sm³ ■ Anlagen weisen geringen variablen Leistungsbereich auf ■ Oft bivalente Systeme mit zusätzlichem Öl- oder Pelletskessel 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CO₂-neutrale Verbrennung ■ Feinstaubemissionen PM₁₀: 290 mg/kWh
Pellets	<ul style="list-style-type: none"> ■ Normalerweise Ein- und Mehrfamilienhäuser (15 bis 70 kW) ■ Grossanlagen mit Wärmeverbund (bis 1 MW) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Heizwert: rund 3300 kWh/Sm³ ■ Geringeres Lagervolumen erforderlich als bei Holzschnitzelfeuerungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CO₂-neutrale Verbrennung ■ Feinstaubemissionen PM₁₀: 110 mg/kWh
Fossile Brennstoffe (Heizöl und Erdgas)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spitzendeckung im Wärmeverbund ■ Prozesswärme in der Industrie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hoher Wirkungsgrad dank kondensierender Feuerungstechnik 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hoher CO₂-Ausstoss: 200 bis 270 g/kWh ■ Feinstaubemissionen PM₁₀: < 1 mg/kWh

Abbildung 13: Sinnvoller Einsatz der jeweiligen Wärmeerzeugung im Hochtemperaturbereich mit Holzfeuerungen und fossilen Feuerungen (EnergieSchweiz 2011)

Wärmepumpen

Wärmepumpen nutzen Energiepotenziale mit tiefem Temperaturniveau. Diese Form der Energieerzeugung ist insofern raumwirksam, als ortsgebundene Wärmequellen aus unmittelbarer Umgebung wie dem Erdreich oder Grundwasser verfügbar sind. Ausserdem kann auch Abwärme, beispielsweise aus dem Abwasser, für Heizzwecke genutzt werden. Die lokalen Abwasserkanäle in Herdern führen jedoch zu geringe Wassermengen (mittlerer Tagesabfluss bei Trockenwetter).

Für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe ist sowohl auf die Güte der Wärmequelle als auch auf den Einsatzbereich zu achten, denn je geringer der Temperaturunterschied zwischen der Wärmequelle und dem Heizsystem ist, umso weniger Hilfsenergie (Strom oder Bio- und Erdgas) wird für den Wärmepumpen-Antrieb benötigt. Daher eignen sich Wärmepumpen vor allem für die Erzeugung von Raumwärme in Neubauten oder energetisch sanierten Altbauten, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen im Heizungskreislauf auskommen (Bodenheizungen).

Wärmepumpen, die ihre Energie aus dem Erdreich, dem Grund-/Seewasser oder dem Abwasser beziehen, können im Sommer auch für die Kühlung eines Gebäudes genutzt werden. Die aktive und passive Kühlung gewinnt aufgrund höherer interner Wärmelasten, besserer Luftdichtigkeit der Gebäudehülle und steigenden Anforderungen an die Behaglichkeit stetig an Bedeutung.

WP-Wärmequelle	Einsatzbereich
Abwasser	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ab 150 kW Heizleistung sinnvoll (bivalent) ■ Abwärmenutzung bei stetem Abwasseranfall (mind. 15 l/s) und zulässiger Abkühlung vor ARA
Untiefe Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aus Effizienzgründen immer sinnvoll (ganzjährig hohe Temperatur der Wärmequelle) ■ Erdsonden nur ausserhalb von Grundwasservorkommen und Karstgebieten (kantonale Bewilligung)
Grund-, Quell- und Trinkwasser	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ab 20 kW Heizleistung sinnvoll (Vorschriften der Kantone bzgl. Mindestleistung beachten) ■ Fassungen nur mit kantonaler Konzession
Oberflächenwasser	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ab 300 kW Heizleistung sinnvoll ■ Fassungsbauwerk nur mit kantonaler Konzession (kosten- und wartungsintensiv)
Umgebungsluft	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nur Kleinanlagen sinnvoll (tiefe Aussenluft-Temperaturen in Heizperiode)

Abbildung 14: Wärmepumpen: Unterschiedliche Einsatzbereiche der Wärmequellen (EnergieSchweiz 2011)

Wärmeerkopplung

Wärmeerkopplungsanlagen erzeugen über einen Verbrennungsprozess Strom und liefern zugleich nutzbare Abwärme. Der wärmegeführte Betrieb einer WKK ist vor allem in der Winterzeit interessant, wenn die Wärme- und die Stromnachfrage zugleich am grössten sind. WKK-Anlagen eignen sich für die Grundversorgung im Wärmeverbund sowie zur Deckung eines ganzjährigen Bandlastbedarfs bei Grossverbrauchern. Der rationelle Betrieb ist auf eine hohe Betriebsstundenzahl (4000 h/a) angewiesen.

WKK-Anlagen	Brennstoff	Mögliche Anwendungen
Heizkraftwerk (HKW)	Dampfturbine mit Erdgas, Heizöl, Kehrlicht, Energieholz	<ul style="list-style-type: none"> ■ Holz-Heizkraftwerk mit Fernwärmeverbund ■ Abwärmenutzung ab Kehrlichtverbrennungsanlage
Blockheizkraftwerk (BHKW)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gasturbine mit Erdgas, Flüssiggas ■ Verbrennungsmotor mit Erdgas, Biogas, Biotreibstoff, Heizöl 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nahwärmeverbund, u. a. für Wohnsiedlungen ■ Prozesswärme in Industriebetrieb (ev. in Kombination mit einer Notstromgruppe) ■ grössere Einzelgebäude

Abbildung 15: Einsatzbereiche von WKK-Anlagen. (EnergieSchweiz 2011)

Nutzung der Sonnenenergie

Die Sonnenenergie kann mit Hilfe von Sonnenkollektoren auf dem Dach oder an einer Gebädefassade zur Erzeugung von Wärme genutzt werden. Die gewonnene Wärme wird in erster Linie zur Bereitstellung des Brauchwarmwassers sowie teilweise für die Vorwärmung im Heizsystem verwendet. In einem Nahwärmeverbund können thermische Solaranlagen dazu eingesetzt werden, die primäre Heizanlage über den Sommer ausser Betrieb zu setzen. Grössere thermische Solaranlagen sind bewilligungspflichtig.

7.3 Bestehende Energieinfrastruktur in Herdern

7.3.1 Gasnetz

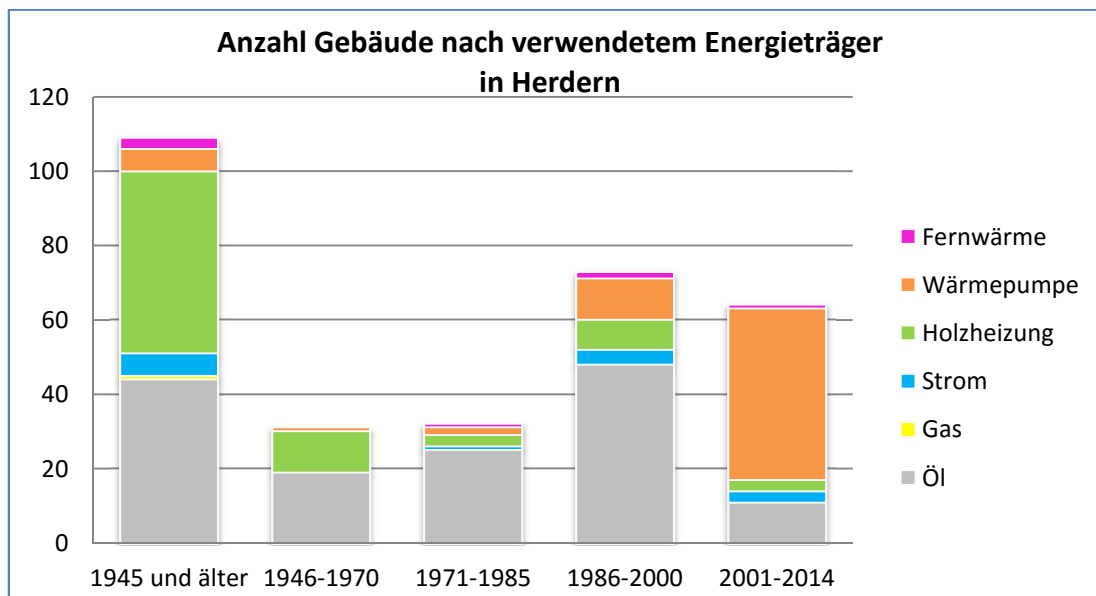
Auf dem Gemeindegebiet von Herdern sind keine Gasleitungen vorhanden. Auf eine Strategie zum Rückbau des Gasnetzes und zur Reduktion des Gasverbrauchs kann somit verzichtet werden.

7.3.2 Wärmeversorgung der bestehenden Gebäude nach Bauperiode

Um den Gebäudebestand zu analysieren, wurden anhand des Wohnungs- und Gebäuderegisters (BFS 2015) die verwendeten Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme/Warmwasser entsprechend des Baualters untersucht.

Hierbei zeigt sich, dass vor allem ältere Gebäude mit Baualter zwischen 1919 und 1945 mit Holz beheizt werden. Bei der Energieplanung ist zu beachten, dass für diese Gebäude eine kompetente Beratung angeboten wird und bei Austausch der Heizanlagen auf erneuerbare Energien zurückgegriffen wird.

Bei Gebäuden mit neuerem Baujahr nehmen die Wärmepumpen zu. Neue Gebäude mit Baujahr 2001-2014 werden in Herdern zu 73% mit Wärmepumpen beheizt. Zu beachten ist jedoch, dass trotz dem geringen Baualter dieser Gebäude immer noch zu 17% auf fossile Energieträger zurückgegriffen wurde. Daher gilt es Bauherren in diesem Sinne zu sensibilisieren und evtl. Verschärfungen beim Anteil nichterneuerbarer Energieträger im Zuge des Energienachweises für Neubauten zu fordern.



Bauperiode	Anzahl Gebäude	Gas	Öl	Holzheizung	Strom	Wärmepumpe	Fernwärme
1945 und älter	106	1 1%	44 42%	49 46%	6 6%	6 6%	3 3%
1946-1970	31	0 0%	19 61%	11 35%	0 0%	1 3%	0 0%
1971-1985	31	0 0%	25 81%	3 10%	1 3%	2 6%	1 3%
1986-2000	71	0 0%	48 68%	8 11%	4 6%	11 15%	2 3%
2001-2014	63	0%	11 17%	3 5%	3 5%	46 73%	1 2%
Summe	302	1 0%	147 49%	74 25%	14 5%	66 22%	7 2%

Abbildung 16: Gebäudestruktur nach Alter und Heizsystem

7.4 Rahmenbedingung für die künftige Energieinfrastruktur

7.4.1 Räumliche Koordination der Nutzungsprioritäten

Grundlegende Kriterien für die Wärmeversorgung sind bei der Energieplanung die Wertigkeit der Energiequelle, die Ortsgebundenheit und die Umweltverträglichkeit. Die Prioritätenfolge lautet dabei:

1. Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Industriebetriebe, Kraftwerke oder bestehende Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK).

(ist in Herdern nicht verfügbar)

2. Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Abwasser (ARA, Sammelkanäle), Industrie, Grund-, Quell-, Oberflächen oder Trinkwasser sowie untiefe Erdwärme.

3. Erneuerbare Energieträger

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

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

4. Bestehende leitungsgebundene Energieträger

- Erneuerbare Energieträger: mit Abwärme, Umweltwärme oder Biomasse gespeisener Wärmeverbund.
- Fossile Energieträger: Fokus auf kurz bis mittelfristige Verdichtung der bestehenden Erdgasnetze in dafür speziell geeigneten Gebieten; Erhöhung der Effizienz durch wärmegeführte WKK-Anlagen.

5. Frei einsetzbare fossile Energieträger

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

7.4.2 Wärmenetze

Wichtige Kriterien

Das wichtigste Kriterium für einen Wärmeverbund ist der Wärmebedarf im direkten Umfeld. Nur bei entsprechender Wärmebezugsdichte ist die Voraussetzung für eine entsprechende Versorgung gegeben. Folgende weitere Voraussetzungen begünstigen den Aufbau eines Verbundnetzes:

- Grossverbraucher, die einen hohen, ganzjährigen Wärmebedarf aufweisen
- Wohngebiete: Ideal sind dicht bebaute Wohngebiete mit teilweise älterem Baujahr und grosser Energiebezugsfläche pro Hektar (z.B. Mehrfamilienhäuser mit mehreren Stockwerken); Neubaugebiete mit geringerer Wärmedichte lassen sich oft auch mit kalter Fernwärme (im Niedertemperaturbereich) versorgen, bei der die Wärmeerzeugung dezentral in den Gebäuden mit Wärmepumpen erfolgt.
- Betriebsdauer: Bei der Eignungsabklärung von Gebieten ist auf den künftigen Wärmebedarf sowie auf energetische Gebäudesanierungen zu achten. Ein im Nachhinein reduzierter Bedarf kann die Versorgung wirtschaftlich gefährden.
- Zonen mit Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen: Die Erschliessung von Industriegebieten mit Wärmenetzen ist detailliert und im Einzelfall zu prüfen.

Ausscheidung geeigneter Areale für Wärmeverbunde

Entsprechend den Daten des Gebäude und Wohnungsregister (BFS 2014) wurden für alle Wohngebäude der Gemeinde Herdern der Energieträger und das Gebäudealter in einem Geographischen Informationssystem untersucht und dargestellt. Anhand der dieser Darstellung kann der Energieplan als Analysegrundlage hinzugezogen werden, um Gebiete auszuweisen, für die ein erhöhter Handlungsbedarf besteht. Ein hoher Handlungsbedarf besteht zum Beispiel für Areale, in denen sowohl die Bausubstanz alt ist, als auch fossile Energieträger verwendet werden. Weiterhin ist die Energiebezugsfläche wichtig, anhand welcher der Gesamtwärmebedarf abgeleitet werden kann (Grundfläche x Anzahl Stockwerke, abzgl. 10% unbeheizter Gebäudefläche). Die Wärmedichte in MWh/ha*a sagt schlussendlich aus, ob die Areale für Wärmenetze geeignet sind ($> 350\text{MWh/a*ha}$) oder nicht ($< 350\text{MWh/a*ha}$).

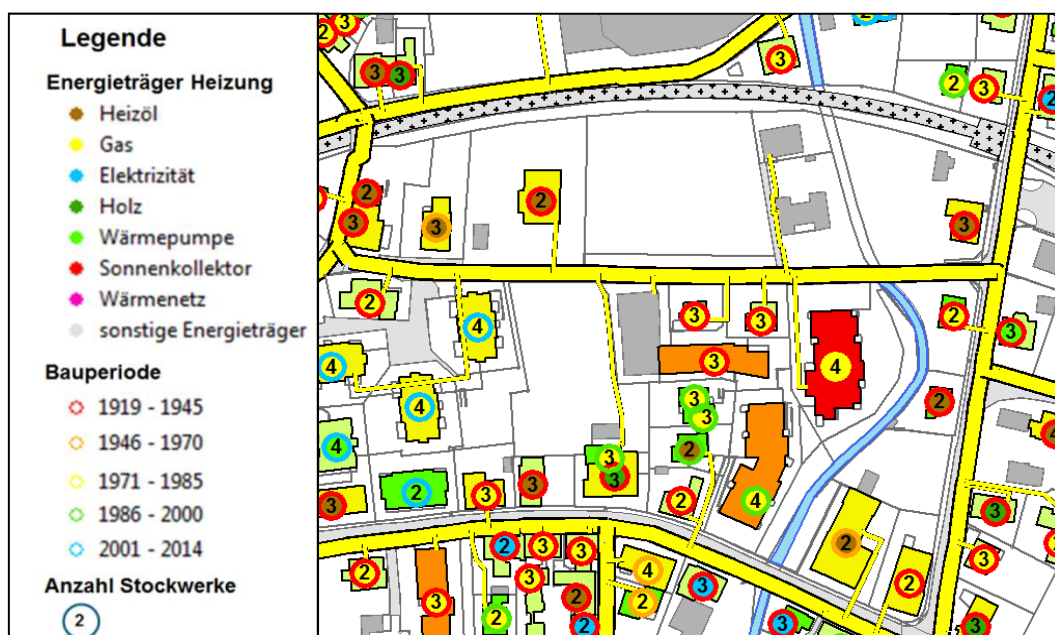


Abbildung 17: Ausschnitt Energieplan: Gebäudealter und Heizanlagen

Für die Ermittlung der Areale (z.B. P1 im Energieplan), die für einen Wärmeverbund in Frage kommen wurde das Baualter, Energiebezugsfläche und die Wärmedichte auf dem Areal untersucht. Die Energiekennzahlen wurden anhand bestehender Gebäudemodelle entsprechend Anhang 1 abgeleitet. Desweiteren wurde untersucht inwieweit sich der Wärmebedarf verändert, wenn die Gebäude saniert werden.

Nr.	Bezeichnung	Areal- fläche (ha)	Wärmebedarf		Wärmedichte		Potenziale	
			Areal unsaniert (MWh/a)	Areal saniert (MWh/a)	heute (MWh/a *ha)	optimiert *** (MWh/a*ha)	Reduktion CO2** (t/a)	Reduktion Primärenergie* (MWh/a)
M1a	Wärmenetz Schloss Erweiterung	4.6	3500	2100	761	380	-707	-53
M1b	Wärmenetz Schloss Erweiterung	0.5	470	282	940	470	-95	-66
M2	Wärmeverbund Lanzenneunforn	4.5	3200	1920	711	356	-646	-50
Summe		10	7170	4302			-1448	-169

*: Reduktion der Primärenergie durch Umstellung von dezentralen Gasheizungen auf einen Holzwärmeverbund

** : Reduktion der CO2-Emissionen durch Umstellung von dezentralen Gasheizungen auf einen Holzwärmeverbund

***: Steigerung der Gebäudeeffizienz durch Sanierung der Gebäudehülle (Einsparpotenziale zwischen 40-60%)

Abbildung 18: Arealanalyse zur Wärmenetzplanung.

Die Grenzwerte der Wärmedichte für den Betrieb rentabler Wärmenetze liegen bei einem Wärmebedarf von jährlich 350 MWh/ha. Somit sind die rot markierten Wärmedichten für ein Wärmenetz teils unrentabel.

Bei Sanierung des Gebäudebestandes reduziert sich der Wärmebedarf in Lanzenneunforn (M2) derart, dass ein Wärmenetz ineffizient werden könnte und die optimierte Wärmedichte unter den Grenzwert fällt. In diesem Areal wäre allenfalls eine Erweiterung bzw. Nachverdichtung der Siedlung denkbar. Für die übrigen Areale wurden detailliertere Massnahmenblätter definiert (siehe Massnahmenkatalog: ortsgebundene Massnahmen).

In Ortsbildschutzgebieten sind Sanierungsmassnahmen nur sehr eingeschränkt möglich. Daher ist hier auch langfristig mit höheren Bedarfswerten zu rechnen.

8 Massnahmen und Handlungsfelder

Erst nach einer Analyse der Ausgangslage und der vorhandenen Potenziale sind Überlegungen zu den zu treffenden Massnahmen sinnvoll. Die erste Frage eines Kritikers wird immer die nach den vorgängig geführten Hintergrundüberlegungen und den nötigen Voraussetzungen sein. Sind diese Grundlagen vorhanden bzw. erfüllt, lohnt sich eine Überlegung zu entsprechenden Massnahmen. Für diese gibt es **vielfach keine rechtlichen Grundlagen** um die Grundeigentümer und andere Betroffene zum Handeln zu „zwingen“ (vgl. Kapitel 3). Vielfach ist dies auch nicht der richtige Weg, da durch **Information und Sensibilisierung** der Bevölkerung über die ökonomischen und ökologischen Vorteile einer Massnahme für alle Seiten konstruktiver ist. Entsprechend §17 EnG ist die Gemeinde auch aufgefordert diese Vorbildfunktion wahrzunehmen und einzuhalten.

Die Massnahmen setzen bestmögliche Kenntnisse der lokalen Strukturen voraus und werden daher zusammen mit der Projektgruppe in einem Workshop erarbeitet. Pro Massnahme wird ein detailliertes Massnahmenblatt erarbeitet (siehe Beispiel auf nächster Seite).

Thematisch bieten sich die folgenden Handlungsfelder an:

- **Ortgebundene Massnahmen**
(z.B. Wärmenetze, Abwärmenutzung, ARA,...)
- **Dienstleistung u. Gewerbe**
(z.B. Strategie für beheizte Gewächshäuser, Nachhaltigkeitsvereinbarungen, Bildungsangebote,...)
- **Entwicklung, kommunale Planung**
(z.B. Leitbild Energie, energetische Vorgaben für Gestaltungsplangebiete, Baureglement, Energieoptimierte Areale, Sanierung Gebäudepark, Baukontrolle,...)
- **Interne Organisation**
(z.B. Beschaffungsrichtlinie, Reglement Energie-Förderbeiträge, Budget für Förderungen,...)
- **Kommunale Gebäude**
(z.B. Energiebuchhaltung, Energienachweise, Gebäudesanierung,...)
- **Kommunikation und Wissenstransfer**
(z.B. Hauswertschulungen, Themenbereich Energie auf www.Herdern.ch, Veranstaltungsreihen, regionale Produkte, Thema Energie in Schulen, technologische Modellprojekte, Bürgerenergiegenossenschaft,...)
- **Mobilität**
(z.B. Parkplatzbewirtschaftung, Langsamverkehrskonzept, Elektrofahrzeuge für öffentliche Hand, Elektrotankstelle,...)
- **Ver- und Entsorgung**
(z.B. Wärmekraftkopplung in gasversorgten Gebieten, Strom-Mix und Effizienztarife, Smart-Meter-Projekte, Mikro-BHKW, Prüfung Nahwärmenetze, Gasnetznutzungsbewertung,...)

Entsprechend diesen Handlungsfeldern ist der Massnahmenkatalog der Gemeinde Herdern aufgebaut (separates Dokument).

9 Controlling und Monitoring

Für das Controlling der Massnahmen und die Überprüfung der für die Massnahmen definierten Ziele sind massnahmenspezifische Kennzahlen und deren Erhebung zu definieren. Für das übergeordnete Monitoring der Wirkungen sind periodisch Energie- und CO₂-Bilanzen für die ganze Gemeinde zu aktualisieren. Die quantitative Auswertung und Kommentierung der Resultate soll in einem periodischen Bericht kommuniziert werden.

9.1 Controlling

Das Controlling der Massnahmenumsetzung ist idealerweise durch die bestehende Energiekommission sicherzustellen, da in dieser Fachgruppe die meisten der für die Umsetzung verantwortlichen Personen Einsitz haben.

Die Energiekommission bespricht alle 2 Jahre den aktuellen Stand der Umsetzung. Die Energiekommission kann Änderungen und Anpassungen im Aktivitätenprogramm beschliessen. Sollten die Änderungen ihre Kompetenz überschreiten, stellt sie entsprechende Anträge an den Gemeinderat.

9.2 Monitoring mit Kennzahlen

Die meisten Massnahmen entfalten erst über mehrere Jahre ihre Wirkung auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen. Zudem wird der Endenergieverbrauch auch über exogene Faktoren wie Klima, Wirtschaftskonjunktur und Energiepreisentwicklung beeinflusst. Daher sollen die Kennzahlen für das Monitoring nicht jährlich, sondern nur alle zwei Jahre erhoben, zusammengestellt und veröffentlicht werden. Dies führt auch zu einem verhältnismässigen Aufwand für die Erfassung und Aufbereitung der Daten. Im Idealfall sind die Abläufe so zu gestalten, dass die Kennzahlen automatisch erhoben werden. Es bietet sich an, die periodischen Energie- und CO₂-Bilanzen z.B. mit der im Anhang 3 beigelegten Indikatorenliste vorzunehmen.






10 Übersicht der Massnahmen

Entsprechend der im Planungsbericht ermittelten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und der bereits bestehenden Energieversorgung sowie unter Berücksichtigung der zunehmenden Effizienz und Suffizienz wurden folgende Massnahmen für Herdern definiert. Diese sind im Dokument „Massnahmenkatalog“ mit detaillierten Massnahmenblättern ausführlich beschrieben.






Fortschreibung der Massnahmen

Eine Aktualisierung des ganzen Massnahmenteils sollte im Vierjahresrhythmus erfolgen. Die Anpassungen stützen sich dann jeweils auf die Ergebnisse des Controllings. Bei Bedarf können Massnahmenblätter auch in der Zwischenzeit geändert oder ergänzt werden. Um die Abläufe der Genehmigung (und Mitwirkung) zu vereinfachen, ist jedoch die Zusammenfassung in Vierjahresschritten anzustreben.






Machbarkeit

-  Machbarkeit scheint unmöglich
-  Machbarkeit fragwürdig
-  Machbarkeit evtl. möglich; Konzeptstudie erstellen
-  Machbarkeit gegeben; Konzeptstudie erstellen
-  Machbarkeit sicher gegeben





CO2 / Treibhausgasemissionen

-  Reduktion nicht messbar / indirekte Wirkung
-  geringe Reduktion (< 25 %)
-  mittlere Reduktion (25-50 %)
-  hohe Reduktion (50-75%)
-  sehr hohe Reduktion (75-100%)






Investition / Aufwand

-  kein Aufwand
-  geringer Aufwand, interner Aufwand
-  geringer Aufwand, externer Dienstleister (< 50'000 CHF/a)
-  hoher Aufwand (> 50'000 CHF/a)
-  sehr hoher Aufwand (> 100'000 CHF/a)





Fristigkeit

-  kurzfristig (2016-2020)
-  mittelfristig (2020 - 2025)
-  langfristig (2025 - 2030)
-  Daueraufgabe

Primärenergie

-  Reduktion nicht messbar / indirekte Wirkung
-  geringe Reduktion (< 25 %)
-  mittlere Reduktion (25-50 %)
-  hohe Reduktion (50-75%)
-  sehr hohe Reduktion (75-100%)

Perimeter (lokal / regional)

-  nur in der Gemeinde anwendbar
-  in direktem Umfeld anwendbar
-  in der Region anwendbar
-  überregional wirksam und anwendbar

11 Literatur

EnergieSchweiz 2011: Module zur räumlichen Energieplanung

BFS 2014: Gebäude und Wohnungsregister des Bundesamts für Statistik 2014 für die Gemeinde Herdern

BFE 2009: Gebäudeparkmodell - SIA Effizienzpfad Energie - Dienstleistungs- und Wohngebäude.

Kanton Thurgau 2010: Geothermie im Kanton Thurgau. Nutzung, Potenziale, Perspektiven.

KRUSKA 2005: Dr. Martin Kruska, EUtech Energie Management GmbH; Jonas Mey, Greenpeace Deutschland e. V.: *Studie 2000 Megawatt – sauber!* (PDF) September 2005

SAFE 2011: S.A.F.E.-Factsheet - Tabelle Strom-Sparpotenziale, Zürich.

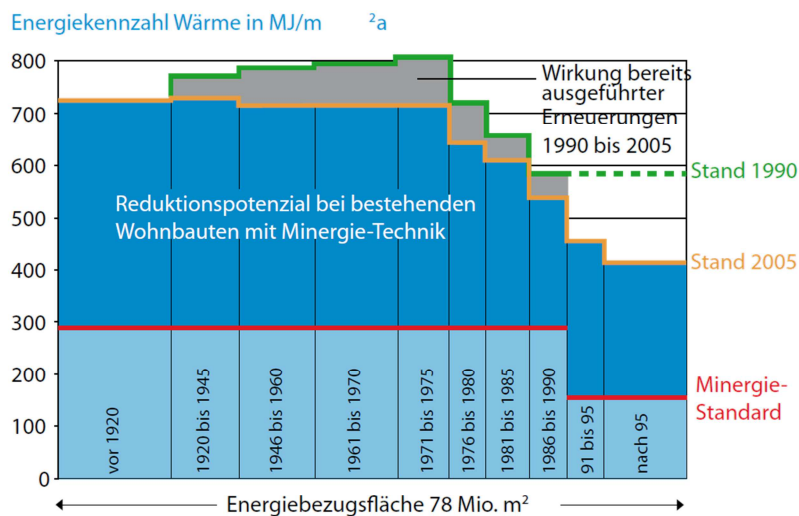
SIA 2009: SIA-Merkblatt 2031:2009 - Energieausweis für Gebäude, Zürich.

TEP, ETHZ 2010: Gebäudeparkmodell-Vorstudie zur Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft für den Gebäudepark Zürich, Gemeinde Zürich

Anhang

Anhang 1: Energiekennzahl Gebäude

Energiekennzahl der Gebäude bezogen auf Baujahr.



Beispielhafte Aussagen der Grafik: Gebäude mit Baujahr 1965 mit Energiekennzahl = 700 MJ/m²; Gebäude mit Minergie-Standard 2008 mit Energiekennzahl = ca. 220 MJ/m²

Grundsätzlich beziehen sich die Energiekennzahlen auf Wohngebäude. Für Dienstleistungs- und Industriegebäuden liegen sie etwas zu hoch, da tendenziell weniger Energie für Raumwärme und Warmwasser gebraucht wird.

Anhang 2: Berechnungsfaktoren

Die Berechnung erfolgte nach der Methodik EnergieSchweiz für Gemeinden / Energie-Region.

Faktoren [10]

	Primärenergie und CO ₂ eq	Primärenergie- faktor	Treibhausgas- emissions- koeffizient	Treibhausgasemissions- koeffizient
		MJ _{eq} /MJ	kg/MJ	kg/kwh
367	Fossile Energieträger			
358	Heizöl extra-leicht	1.24	0.083	0.298
359	Gas	1.12	0.066	0.237
360	Benzin	1.29	0.089	0.319
361	Diesel	1.22	0.084	0.302
362	Flugtreibstoffe*	1.19	0.081	0.290
363	Kohle			
364	Kohle Koks	1.69	0.120	0.432
365	Kohle Brikett	1.21	0.108	0.389
366	Biomasse			
367	Stückholz	1.06	0.004	0.013
368	Biogas	0.40	0.046	0.164
369	Sonne/Wind/Geothermie			
370	Sonnenenergienutzung	1.00	0.000	0.000
371	Umweltwärmenutzung	1.00	1.000	0.000
372	Fernwärme			
373	Kehrichtverbrennung	0.06	0.001	0.003
374	Heizzentrale Holz	1.66	0.013	0.048
375	Heizzentrale Geothermie	1.52	0.006	0.021
376	Elektrizität			
377	Kernkraftwerk	4.07	0.005	0.016
378	Wasserkraftwerk	1.22	0.004	0.013
379	Erdgaskombikraftwerk GuD	2.34	0.135	0.486
380	Kohlekraftwerk	4.02	0.344	1.238
381	Kraftwerk Oel	3.85	0.277	0.997
382	Kehrichtverbrennung	0.02	0.002	0.008
383	Heizkraftwerk Holz	3.80	0.032	0.114
384	Blockheizkraftwerk Diesel	3.36	0.231	0.832
385	Blockheizkraftwerk Gas	3.29	0.205	0.738
386	Blockheizkraftwerk Biogas	1.08	0.135	0.486
387	Photovoltaik-Kraftwerk	1.66	0.026	0.093
388	Windkraftwerk	1.32	0.008	0.027
389	Geothermie-Kraftwerk	3.36	0.009	0.031
390	CH-Verbraucher mix	3.05	0.041	0.149
391	UCTE-Mix	3.54	0.165	0.594
392	KEV (Zusammensetzung siehe Zeile 394 bis 398)	1.18		0.210
393	Sonstige Stromproduktion (Platzhalter)	1.00	0.000	0.000

*Flugtreibstoffe: CH-Wert aus Energiestatistik / Einwohnerzahl CH x Einwohnerzahl Gemeinde / Region

	Anelle % schweizweit	PF-Faktor	Treibhausgasemissions- koeffizient
394	Wasser	51.60	1.22
395	Sonne	4.20	1.66
396	Wind	2.60	1.32
397	Biomasse	41.61	1.08
398	Gewichteter Faktor	1.18	0.21

Fortsetzung nächste Seite

Preise [13]

Energieträger	Heute (2010)	2020	2035	2050
	Mio. CHF/GWh	Mio. CHF/GWh	Mio. CHF/GWh	Mio. CHF/GWh
Wärme				
399 Solarthermie	0.23	0.21	0.19	0.19
401 Biomasse (Wärme)	0.16	0.18	0.16	0.16
402 Umweltwärme	0.20	0.20	0.19	0.19
403 Abwärme Gewerbe/Industrie	0.20	0.20	0.19	0.19
404 Kehrlichtverbrennung	0.14	0.17	0.21	0.27
405 Heizöl	0.14	0.17	0.21	0.27
406 Gas	0.14	0.17	0.21	0.27
407 Kohle	0.14	0.17	0.21	0.27
Strom				
409 Photovoltaik	0.55	0.25	0.16	0.14
410 Biomasse (Strom)	0.40	0.25	0.20	0.18
411 Windkraft	0.21	0.21	0.19	0.18
412 Wasserkraft	0.14	0.22	0.18	0.16
413 Strommix	0.07	0.10	0.13	0.15
Energieeffizienz Gebäude				
415 Sanierung Gebäudepark	0.26	0.25	0.23	0.23

Anteile der Wertschöpfung [13]

Energieträger	Region	Schweiz	Ausland
	CHF/CHF	CHF/CHF	CHF/CHF
Wärme			
416 Solarthermie	70%	20%	10%
418 Biomasse (Wärme)	70%	20%	10%
419 Umweltwärme	50%	45%	5%
420 Abwärme Gewerbe/Industrie	50%	45%	5%
421 Kehrlichtverbrennung	50%	45%	5%
422 Heizöl	10%	15%	75%
423 Gas	10%	15%	75%
424 Kohle	10%	15%	75%
Strom			
425 Photovoltaik	35%	35%	30%
427 Biomasse (Strom)	60%	30%	10%
428 Windkraft	20%	45%	35%
429 Wasserkraft	45%	50%	5%
430 Strommix	10%	75%	15%
Energieeffizienz Gebäude			
432 Sanierung Gebäudepark	60%	30%	10%

Literatur

In diesem Dokument nicht näher begründete Annahmen stammen aus der Diskussion in der Begleitgruppe.

- [1]: EnergieSchweiz für Gemeinden (2011). Räumliche Energieplanung - Werkzeuge für zukunftstaugliche Wärmeversorgung; Erfahrungswerte Begleitgruppe
Die angenommene Volllaststundenzahl berücksichtigt die durchschnittliche Überdimensionierung der Anlagen.
- [2]: Fachstelle 2000-Watt-Gesellschaft (2010). Gemeinden, Städte und Regionen auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft.
- [3]: BMVBS, Prof. Genske (2009). Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien.
- [4]: GEO Partner AG (2010). Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald - Berechnung des nutzbaren Potenzials nach Szenarien 2007-2036.
- [5]: Niemz (1993). Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag, Stuttgart
- [6]: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2010). Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz.
- [7]: Enertrag (2011). Windkraftanlagen Deutschland. Abgerufen von <https://www.enertrag.com/enertrag/standortliste.html>
Der Wert für die Stromproduktion einer Windkraftanlage ist der Mittelwert aus 390 Windkraftanlagen.
- [8]: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (2009). Heizen und Kühlen mit Abwasser - Ratgeber für Bauträger und Kommunen.
- [9]: Architekten und Haustechnik (2009). Seewasser als Wärme- und Kälteressource.
Abgerufen von <http://haustechnik.blogspot.com/2009/04/seewasser-als-waerme-und-kaltesressource.html>
- [10]: KBOB, eco-bau, IPB (2011). Ökobilanzdaten im Baubereich. 2009/1, Stand Januar 2011
- [11]: BFE, Prof. Wallbaum (2009). Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie Dienstleistungs- und Wohngebäude.
- [12]: SAFE (2011). Effizienz elektrische Energie in der Schweiz, Erfahrungswerte Energo.
- [13]: ARE, BLW, BFE, SECO, regiosuisse (2012). Regionalökonomische Potenziale und Erfolgsfaktoren für den Aufbau und Betrieb von Energieregionen.

Anhang 3: Indikatorenset

Das Indikatorenset umfasst die wichtigsten messbaren Kennzahlen zur Bilanzierung des Energiebedarfs der Gemeinde Herdern. Anhand dieser Indikatoren können periodisch die Veränderungen zur Vorperiode erfasst werden. Es empfiehlt sich diese Aktualisierung in möglichst kurzen Zeiträumen durchzuführen um auf ggf. negative Entwicklungen Einfluss zu nehmen.

Termin zur Überprüfung der Entwicklungen (Controlling): Sommer 2018
(Infos bei Sven Fitz unter 052 724 03 38)

Allgemeine Angaben		Erhebungsjahr	Datenquelle	Verantwortlichkeit	Anmerkungen
Name der Gemeinde	Name	Herdern			
Jahr der Eingabe	Jahr	2014			
Anzahl Einwohner	Anzahl	995	2013	BFS	
Prognose Einwohnerzahl 2020	Anzahl	1'056	Schätzung 1% jährliches Wachstum		1% pro Jahr Wachstum
Prognose Einwohnerzahl 2035	Anzahl	1'214	Schätzung 1% jährliches Wachstum		1% pro Jahr Wachstum
Bauzonenfläche entsprechend Zonenplan					
		Erhebungsjahr	Datenquelle	Verantwortlichkeit	Anmerkungen
Gesamtfläche	ha				
W1-2 Ein und zweigeschossige Wohnzone	ha	13	2015	Christoph Brugger	
W3-5 Drei- bis fünfgeschossige Wohnzone	ha				
WG2 Wohn- und Gewerbezone 2 Geschosse	ha				
WG3+ Wohn- und Gewerbezone 3 und mehr Geschosse	ha				
G Gewerbezone	ha	4	2015	Christoph Brugger	
I Industriezone	ha				
Oe Zone für öffentliche Bauten	ha				
K Kernzonen	ha	17	2015	Christoph Brugger	
E Erholungszonen	ha				
F Freihaltezone	ha				
L Landwirtschaftszone	ha				
R Reservezone	ha				
W Wald	ha	197	2015	Christoph Brugger	
Wärme					
		Erhebungsjahr	Datenquelle	Verantwortlichkeit	Anmerkungen
Raumwärme + Warmwasser					
Leistung installierter Ölheizungen	Summe kW	2'573			
Private Haushalte (< 70 kW)	kW	2'315		Kaminfeger	Annahme: Durchschnittlich 17.5 kW je Ölheizung; 10% Gewerbe, 90% Privat
Industrie und Gewerbe (> 70 kW)	kW	257		Kaminfeger	
Leistung installierter Kohleheizungen	Summe kW	0			
Private Haushalte (< 70 kW)	kW	0		Kaminfeger	
Industrie und Gewerbe (> 70 kW)	kW	0		Kaminfeger	
Erdgasverbrauch	Summe MWh/a	26			
Private Haushalte	MWh/a	26		Kaminfeger	1 Gasheizung im Ort
Industrie und Gewerbe	MWh/a			Kaminfeger	
Thermische Solaranlagen	m2	85		Kanton, R. Hunziker	
Summe elektrische Leistungen Elektroheizungen	kW	66			Zusatzheizungen der Wärmepumpen
Elektrische Leistungen Wärmepumpen	kW	104		EW Herdern / Ersonden beim Amt für Umwelt	
Nah- und Fernwärme	Summe MWh/a	158			
Kehrichtverbrennung	MWh/a				
Geothermie	MWh/a				
Holz	MWh/a	158		Gebäude- u. Wohnungsregister	7 Gebäude im Wärmeverbund
Leistung der restlichen Holzheizungen	Summe kW	592			
Private Haushalte	kW	592		Kaminfeger	8kW je Holzheizung
Industrie und Gewerbe	kW				
Weitere Wärmeproduktion	MWh/a				
Prozesswärme					
Gasverbrauch im Juli	MWh/a				
Abschätzung Prozesskälte					
Installierte Leistungen Kältemaschinen	kW				

Fortsetzung nächste Seite!

Strom		Erhebungsjahr	Datenquelle	Verantwortlichkeit	Anmerkungen
Stromverbrauch					
Total	Summe MWh/a	5'003			
Private Haushalte	MWh/a	3'525	2014	EW Herdern	
Gewerbe und Industrie	MWh/a	1'478	2014	EW Herdern	
Lokale Stromproduktion (auf Gemeindegebiet produzierter Strom)					
Produktion total	Summe MWh/a	331			
Kehrichtverbrennung	MWh/a	0			
BHKW Diesel	MWh/a				
BHKW Erdgas	MWh/a				
BHKW Biogas	MWh/a				
BHKW Holz	MWh/a				
Wasserkraft	MWh/a				
Windkraft	MWh/a				
Photovoltaik	MWh/a	331	Abgeleitet aus kWp und m2. Achtung: 173 MWh/a laut Email Thorsten Specker		
Geothermie-Kraftwerk	MWh/a				
Sonstige	MWh/a				
Stromkennzeichnung		100.0%			
Erneuerbare Energie	Summe %	100.00			
Wasserkraftwerk	%	97.0		EW Herdern	
Sonnenenergie	%				
Windkraftwerk	%				
Biomasse	%				
Geothermie	%				
KEV (geförderter Strom)	%	3.0			
Nicht erneuerbare Energie	Summe %	0.00			
Kernkraftwerk	%				
Erdöl	%				
Erdgas	%				
Kohle	%				
Abfälle	%				
Nicht überprüfbare Energieträger (UCTE-Mix)	%				
Eingekaufte Zertifikate (nicht in Stromkennzeichnung berücksichtigt)					
Wasser	MWh/a				
Wind	MWh/a				
Biomasse	MWh/a				
Photovoltaik	MWh/a				
Sonstige	MWh/a				
Mobilität		Erhebungsjahr	Datenquelle	Verantwortlichkeit	Anmerkungen
Personenwagen					
Immatrikulierte Personenwagen total	Anzahl	615			
Benzin	Anzahl	554	2014	Anderwert Ernst R. Strassenverkehrsamt TG	
Diesel	Anzahl	62	2014	Anderwert Ernst R. Strassenverkehrsamt TG	
Strom	Anzahl				
Gas	Anzahl				

Fortsetzung nächste Seite!

Potenziale		Erhebungsjahr	Datenquelle	Verantwortlichkeit	Anmerkungen
Sonnenenergie					
Anzahl zur Verfügung stehender Dachflächen zur Nutzung von Sonnenenergie => ausfüllen, falls Daten aus eigener Studie vorhanden. Ansonsten Wert beibehalten (automatische Hochrechnung aufgrund Bauzonenflächen Achtung: Vorberechneter Wert im Eingabefeld, der geändert werden kann.	m2	25'888			Berechnung aus Freiflächen zwischen Gebäuden in zulässigem Gebiet
Anteil Photovoltaik	%	90			
Anteil Solarthermie	%	10			
Forstliche Biomasse					
Wie hoch ist der Anteil der energetisch nicht nutzbaren Waldfläche?	%	50			
Landwirtschaftliche und häusliche Biomasse					
Anzahl Rinder	Anzahl	680	2014	BFS	
Anzahl Schweine	Anzahl	3'978	2014	BFS	
Geflügel	Anzahl	2'485	2014	BFS	
Grüngutabfälle	t		2014		
Windkraft					
Wie gross ist die Fläche, für die alle folgenden Aussagen gleichzeitig zutreffen: - Ausschluss der nationalen Inventare und Schutzgebiete mit einem Abstand von 200 m (Natur- und Landschaftsschutz) - Windangebot von mindestens 4.5 m/s auf 70 m - Mindestabstand von 300 m zu Siedlungsgebieten und bewohnten Gebäuden - Ausschluss baulich ungeeigneter Flächen (Neigung über 20%, Seen und Flüsse, instabiler Baugrund) Anmerkung: Diese Flächen (= Potenzialgebiete) sind unter dem Link "?" zu finden. Dabei stellt jedes blaue Quadrat 0.25ha dar. Summieren Sie diese Quadrate und geben Sie diese hier ein. (Anzahl Quadrate geteilt durch 4 ergibt ha)					
	ha	0	2013	?	kein ausgewiesenes Wind
Abwasserwärme					
Wie gross ist die Summe des durchschnittlichen Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses am Kläranlagenzulauf?	Liter pro Sekunde (mindestens 15 l/sec)	0			
Oberflächengewässer					
Grenzt die Uferlinie eines stehenden Gewässers direkt an das Siedlungsgebiet? Wenn ja, wie lang ist die Uferlinie im Siedlungsgebiet?	km	0		Amtliche Vermessung	
Wie gross ist die mittlere Abflussmenge der Fliessgewässer auf dem Gemeindegebiet?	m3/sec	0		BAFU	
Kann auf dem Gemeindegebiet ein Fliessgewässer zusätzlich zur Stromgewinnung genutzt werden. Wenn ja, wieviel kWh/a könnten produziert werden?	kWh/a	0			Reservoirüberlauf: Zu wenig
Oberflächennahe Geothermie und Grundwasserwärmenutzung					
Bestehen Grundwasserschutz zonen innerhalb des besiedelten Gebietes? Wenn ja wie gross ist das Grundwasserschutzgebiet (S1-S3)?	ha	1		thurgis	Schutzgebiete Berghof, im Chapf, Tal
Anzahl technisch realisierbarer Erdsonden / Grundwasserwärmepumpen Achtung: Vorberechneter Wert im Eingabefeld, der geändert werden kann.	Anzahl	227			

-- Ende --