Nova Energie Ostschweiz AG
Winterthurerstrasse 3, Postfach
8370 Sirnach

052 368 08 08
sirnach@novaenergie.ch
novaenergie.ch

Planungsbericht Richtplan Energie inkl. Gesamtenergieversorgungskonzept

Politische Gemeinde Kradolf-Schönenberg

Bekanntmachung

Mai 2024

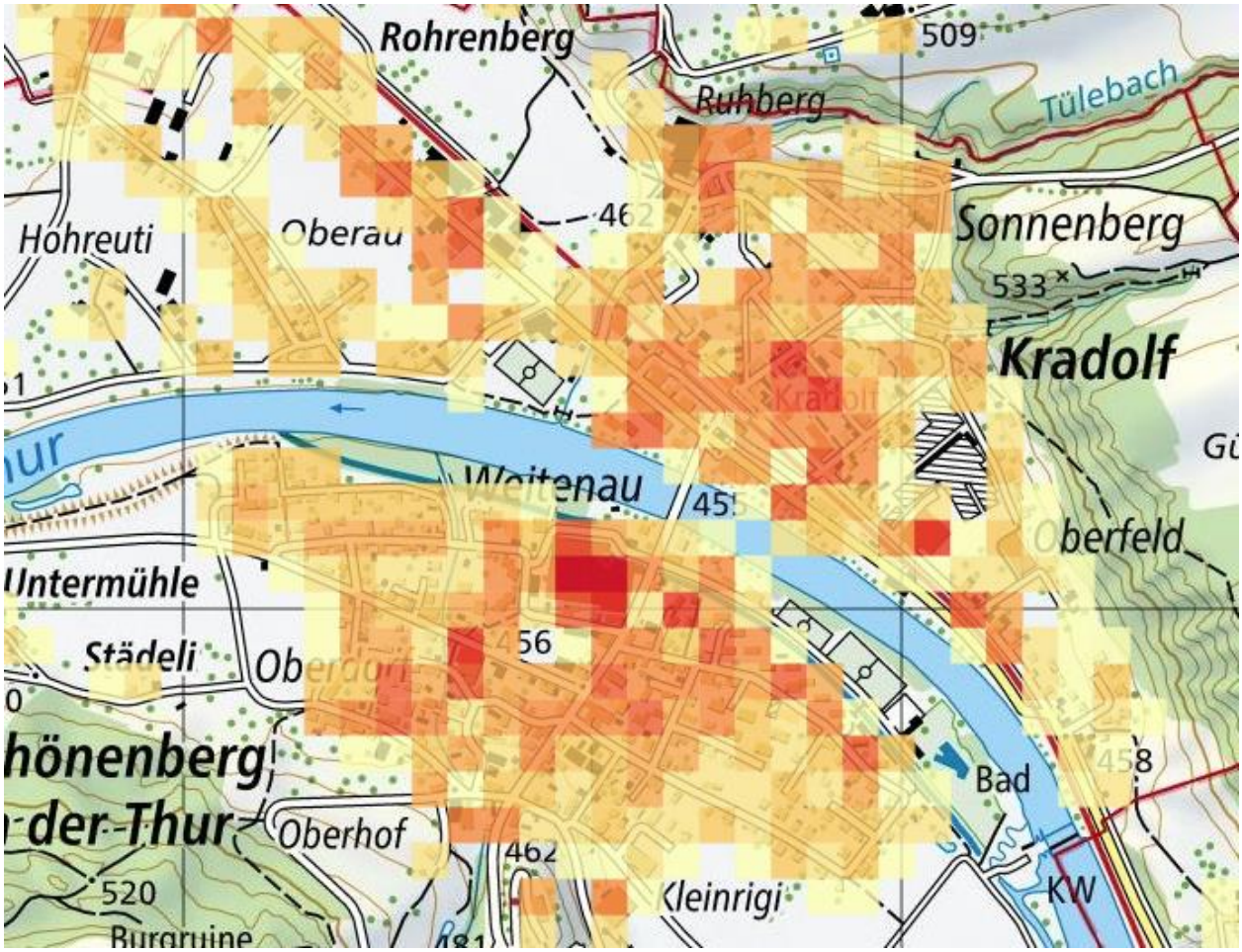


Abbildung 1: Wärmedichteplan Kradolf-Schönenberg aus ThurGIS

Impressum

Auftraggeber

Politische Gemeinde Kradolf Schönenberg
Thurbruggstrasse 11a
9215 Schönenberg

Auftragnehmer

Nova Energie Ostschweiz AG
Winterthurerstrasse 3
8370 Sirnach
Sebastian Frenzel, Martin Müller

Begleitgruppe

Dominik Bosshart, Gemeinderat Ressort Umwelt, Nachhaltigkeit
Max Staub, Gemeinderat Ressort Werkbetriebe
Dominik Büeler
Markus Keller
Armin Jäger
Hanspeter Staub
Raphaela Rebsamen
Urs Zuberbühler

Inhalt

1.	**Einleitung**	**4**
1.1.	Motivation der Gemeinde Kradolf-Schönenberg	4
1.2.	Leitbild und Zielsetzung	4
1.3.	Projektablauf und Organisation	4
2.	**Übergeordnete Ziele und Rahmenbedingungen**	**5**
2.1.	Schweizerische Energie- und Klimapolitik	5
2.2.	Kantonale Energiepolitik	6
3.	**Analyse**	**77**
3.1.	Methodik und Datengrundlage	7
3.2.	Bevölkerungsentwicklung	7
3.3.	Gesamtenergiebilanz	7
3.4.	Wärme	9
3.5.	Strom	11
3.6.	Mobilität	13
3.7.	Energie- und Treibhausgasbilanz	15
3.8.	Absenkpfad der Treibhausgasemissionen bis 2050	18
4.	**Potenziale**	**20**
4.1.	Effizienzpotenziale	20
4.2.	Ortsgebundene hochwertige Abwärme	21
4.3.	Regional verfügbare erneuerbare Energieträger	27
4.4.	Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energien	29
4.5.	Elektrizitätsproduktion	30
4.6.	Zusammenfassung	32
5.	**Wertschöpfung**	**33**
6.	**Prognose**	**34**
7.	**Information und Mitwirkung**	**35**
8.	**Zielerreichung und Interessenabwägung**	**35**
9.	**Ausblick und Erfolgskontrolle**	**36**
10.	**Zeitplanung Massnahmenumsetzung**	**37**
11.	**Anhang**	**38**
11.1.	Glossar	38
12.	**Abbildungsverzeichnis**	**39**
13.	**Tabellenverzeichnis**	**39**

Anhang

1. Einleitung

Im kantonalen Gesetz über die Energienutzung (ENG) ist im §14c die gesetzliche Grundlage verankert, Gemeinden zu einer Energieplanung (Energierichtplan) zu verpflichten. Der kantonale Richtplan konkretisiert, welche Gemeinden von der Erstellungspflicht betroffen sind.

Gemäss dem kantonalen Richtplan (KRP Planungsauftrag 4.2 A) sind die Gemeinden im «urbanen Raum» und im «kompakten Siedlungsraum» mit mehr als 2'000 Einwohnern verpflichtet, einen kommunalen Energierichtplan zu erstellen. Die Gemeinde Kradolf-Schönenberg ist dem «kompakten Siedlungsraum» zugeordnet.,

1.1. Motivation der Gemeinde Kradolf-Schönenberg

Das energiepolitische Engagement der Gemeinde Kradolf Schönenberg zeigt sich an den mitgetragenen Zielen der nationalen und kantonalen Energie- und Klimapolitik sowie den kommunal bereits geplanten und umgesetzten Massnahmen.

1.2. Leitbild und Zielsetzung

Im Rahmen des Richtplans Energie bekennt sich die Gemeinde Kradolf-Schönenberg zum Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft.

In Anlehnung an die 2000-Watt-Gesellschaft sowie im Einklang mit den nationalen Zielen werden für das Jahr 2030 folgende Zielvorgaben festgelegt:

Tabelle 1: Ziele Energieverbrauch und Treibhausgasausstoss

Bereich	Ist-Wert 2019	Ziel-Wert 2030
Primärenergie (Dauerleistung)	3'200 Watt/P	2'500 Watt/P
Endenergie (Energie)	23.2 MWh/P	16.8 MWh/P
Treibhausgasausstoss	5.0 t CO_2eq/P	3.2 t CO_2eq /P
Anteil erneuerbare Energien	28% (Wärme 33%, Strom 100 %)	48% (Wärme 55%, Strom 100 %

1.3. Projektablauf und Organisation

Das Gesamtenergieversorgungskonzept und der Energierichtplan Kradolf-Schönenberg wurden von der Nova Energie Ostschweiz AG in Zusammenarbeit mit der Begleitgruppe und der Öffentlichkeit zwischen Januar 2022 und November 2022 erarbeitet. Mit der Begleitgruppe fanden 4 Sitzungen statt. Am 23. April 2022 fand zusätzlich im Gemeindehaus Schönenberg ein halbtägiger Massnahmenworkshop statt. Die Begleitgruppe sammelte mit den 14 Teilnehmenden Ideen für mögliche Massnahmen in den Bereichen Wärme, Mobilität, Strom/Erneuerbare Energie, Kommunikation/Bildung/ öffentliche Hand und Konsum/Ernährung.

2. Übergeordnete Ziele und Rahmenbedingungen

2.1. Schweizerische Energie- und Klimapolitik

Klimastrategie und Energiestrategie 2050: Zwei Strategien, ein Ziel

Die Schweiz will bis 2050 klimaneutral sein. Konkretisiert wird dieser Plan mit der «langfristigen Klimastrategie der Schweiz». Parallel dazu möchte die Schweiz die bestehende «Energiestrategie 2050» umsetzen. Sie führt in eine Zukunft ohne Kernenergie und fossile Energien. Dennoch soll 2050 eine sichere, saubere, bezahlbare und weitgehend inländisch produzierte Energieversorgung gewährleistet sein. Die Ziele der Energie- und der Klimapolitik sind also eng verknüpft.

Langfristige Klimastrategie der Schweiz

Die Schweiz hat sich 2015 im «Übereinkommen von Paris» verpflichtet, ihren Treibhausgasausstoss bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren. 2019 hat der Bundesrat zudem beschlossen, dass die Schweiz bis 2050 unter dem Strich keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen soll (Netto-Null-Ziel). Damit will die Schweiz zusammen mit den anderen Staaten der Welt die globale Erwärmung auf maximal 1,5 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit begrenzen. Der Bundesrat konkretisiert den Weg zu diesem Ziel in der «langfristigen Klimastrategie der Schweiz» und verabschiedete diese am 27. Januar 2021. Eine wichtige Grundlage dafür bilden die Energieperspektiven 2050+.

Energiestrategie 2050

2013 hatte der Bundesrat die «Energiestrategie 2050» vorgelegt. 2017 stimmte die Stimmbevölkerung der Umsetzung eines ersten Massnahmenpakets dieser Strategie zu. Dazu gehört das Verbot neuer Kernkraftwerke in der Schweiz, schärfere Massnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen, sowie der deutliche Ausbau der erneuerbaren Energien in der Schweiz. Nach der Ablehnung des CO_2-Gesetzes im Juni 2021 befinden sich zurzeit verschiedene Gesetzesanpassungen in der Vernehmlassung.

Energieperspektiven 2050+

Die Energieperspektiven 2050+ gehen den Fragen nach, ob die Ziele der Energie- und der Klimastrategie überhaupt gleichzeitig bis 2050 erreicht werden können. Sie liefern erstmals Szenarien, welche die Zielsetzungen der Energie- und der Klimapolitik gemeinsam abbilden. Sie zeigen mögliche technologische Entwicklungen, mit denen beide Ziele bis 2050 erreicht werden können.

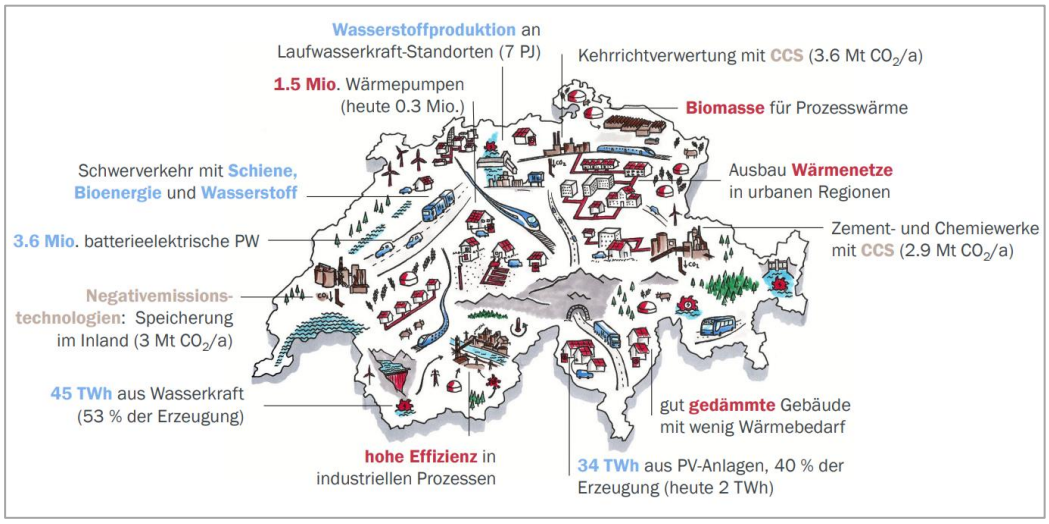


Abbildung 2: Zielbild klimaneutrale Schweiz 2050, Quelle: Energieperspektiven 2050+, BFE 2020

Vorbereitungen auf eine mögliche Gas- oder Strommangellage

Die Versorgungssituation mit Gas und Strom ist durch den Krieg in der Ukraine und der Trockenheit in der der Schweiz etwas angespannt. Der Bundesrat bereitet sich mit den Kantonen und der Energiebranche auf eine mögliche Gas- oder Strommangellage im Winter 2022 / 23 vor. Informationen, Sparappelle sowie die angeordnete Umstellung von Zweistoffanlagen auf Heizöl sollen eine Gas- und Strom-Mangellage verhindern. Sollte diese trotzdem eintreten, ist die Kontingentierung des Gas- bzw. Stromverbrauchs angedacht. Nicht betroffen davon sind als geschützte Verbraucher insbesondere Haushalte sowie grundlegende soziale Dienste.

2.2. Kantonale Energiepolitik

Das Energiekonzept 2020 - 2030 orientiert sich an der Energiestrategie 2050 des Bundes. Daraus resultieren für den Kanton Thurgau folgende Ziele für das Jahr 2030:

Tabelle 2: Anvisierte Ziele für das Jahr 2030

Schwerpunkte	Stand 2015 (GWh)	Ziel 2030 (GWh)	Veränderung zu 2015
Fossile Brennstoffe	3000	1600	-27%
Fossile Treibstoffe	2300	1500	-35%
Elektrizitätsverbrauch	1650	1650	0%
Produktion erneuerbare Wärme	880	1400	+59%
Produktion erneuerbare Elektrizität	160	320	+100%
Wasserkraft		40	
Sonne		200	
Windkraft		20	
Geothermie		15	
Biomasse		45	

Kantonale Vorgaben Energierichtplan

Im Kantonalen Richtplan, (Planungsgrundsatz 4.2 B) hat der Kanton folgende Ziele definiert, welche im kommunalen Energierichtplan aufgenommen werden sollen:

- Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen.
- Ausschöpfung der Potenziale bei der Nutzung erneuerbarer Energien, wobei den einheimischen Potenzialen besondere Beachtung zu schenken ist.
- Reduktion der Treibhausgasemissionen und Minderung der Abhängigkeit von fossilen Brenn- und Treibstoffen.
- Ausbau der Elektrizität aus erneuerbaren Energien mit dem Ziel, den Anteil der Elektrizität aus Kernenergie langfristig zu ersetzen.
- Mittelfristig Stabilisierung der Elektrizitätsnachfrage.

3. Analyse

3.1. Methodik und Datengrundlage

Die Energie- und Klimabilanzierung wurde mit dem Energie- und Klima-Kalkulator von EnergieSchweiz berechnet. In der Bilanzierung wird der Energieverbrauch (Endenergie und Primärenergie) und die CO_2-Emissionen für die Bereiche Wärme, Strom und Mobilität im Perimeter der Politischen Gemeinde Kradolf-Schönenberg ausgewiesen. Diese Bilanzierung bietet der Gemeinde eine Grundlage zur Formulierung von energiepolitischen Zielen und Massnahmen.

Die Energie- und Klimabilanzierung wurde mit Daten für das Jahr 2019 erstellt. Genutzt wurden verschiedene Datenquellen (Gemeindedaten, Energiestatistik Kanton Thurgau, Werte aus dem Energie- und Klima-Kalkulator).

Die Daten für den Wärmebedarf (Raumwärme und Warmwasser) der Gemeinde wurden von der Abteilung Energie des Kantons Thurgau sowie von den Technischen Betriebe Weinfelden (Gasverbrauch) bezogen.

3.2. Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerung der Gemeinde Kradolf Schönenberg beträgt im Jahr 2019 2’995 Einwohner. Die Anzahl der Einwohner und deren Veränderung spielt im Gesamtenergiebedarf einer Gemeinde eine wichtige Rolle. Das Amt für Raumentwicklung des Kantons Thurgau rechnet mit einem jährlichen Wachstum von 0.6 % der Raumnutzer bis 2040. Die Zahl der Raumnutzer beinhaltet aber auch zusätzliche Beschäftigte. Um die Entwicklung des Energiebedarfs in der Modellierung abzuschätzen, wurde deshalb ein jährliches Bevölkerungswachstum von 0.5% eingesetzt.

Tabelle 3: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Kradolf-Schönenberg

Einwohnerzahl 2019	3’605	Statistik Gemeinde Kradolf-Schönenberg
Einwohnerzahl 2025	3’700	Wachstumsschätzung
Einwohnerzahl 2035	3’900	Wachstumsschätzung
Einwohnerzahl 2050	4’200	Wachstumsschätzung

3.3. Gesamtenergiebilanz

Im Jahr 2019 lag der gesamte Endenergieverbrauch in der Gemeinde Kradolf-Schönenberg bei rund 86 Gigawattstunden (GWh) und teilt sich wie folgt auf die 3 Bereiche auf:

- Netzstrom (ohne Eigenverbrauch Solarstrom): ca.11 GWh (12%)
- Wärme (inkl. Strom für Wärmeerzeugung): ca. 36 GWh (42%)
- Mobilität: ca. 40 GWh (46%)

Der gesamte Endenergieverbrauch pro Person in Kradolf-Schönenberg lag im Jahr 2019 bei 23.9 Megawattstunden (MWh) und entspricht ca. 2`400 Litern Heizöl oder ca. 4’900 kg Holzpellet. Im Vergleich zum schweizerischen Durchschnitt ist der Endenergieverbrauch rund 10% tiefer (26.7 MWh). Dies ist auf den geringeren Wärme- und Stromverbrauch im Sektor Gewerbe und Industrie zurückzuführen, was für eine ländliche Gemeinde typisch ist.

Wie in der Tabelle 4 ersichtlich, gibt es in Kradolf-Schönenberg 0.31 Beschäftigte pro Einwohner. Im Vergleich dazu arbeiten in der Stadt Weinfelden mit 0.86 Beschäftigen pro Einwohner fast dreimal so viele Beschäftige pro Einwohner.
In der Gemeinde Kradolf Schönenberg gibt es zwei Firmen, welche als Grossverbraucher gelten, d.h. mehr als 500 MWh/a Strom oder mehr als 1000 MWh/a Wärme verbrauchen (Daten von 2018):

- Humbel Zahnräder AG, Kradolf: 101 MWh Erdöl, 1597 MWh Strom
- Kaufmann Oberholzer AG, Schönenberg: 1021 MWh Holz, 55 MWh Erdgas, 219 MWh Strom

Tabelle 4: Anzahl Beschäftigte nach Sektoren und Pendler; Quelle Thurgauer Themenatlas, Amt für Statistik

	Beschäftigte Kradolf-Schönenberg	Beschäftige/EW Kradolf-Schönenberg	Beschäftige Weinfelden	Beschäftige/EW Weinfelden
Land-/Forstwirtschaft (Sektor 1)	90	0.01	121	0.01
Industrie, Gewerbe, Bau (Sektor 2)	412	0.11	1793	0.16
Dienstleistungen (Sektor 3)	615	0.17	7985	0.69
Total	1’117	0.31	9’899	0.86
Wegpendler (2018)	1’604	0.45	3’664	0.32
Zupendler (2018)	595	0.17	5’923	0.51

In der Abbildung 3 ist ersichtlich, dass pro Kopf in Kradolf-Schönenberg nur ca. ein Viertel an Gewerbestrom verbraucht wird wie im schweizerischen Schnitt. Dies ist auf die vergleichsweise wenigen Gewerbebetriebe in der Gemeinde zurückzuführen. Beim Stromverbrauch für Private und beim Wärmeverbrauch bewegt sich der Verbrauch einige Prozente unter dem schweizerischen Durchschnitt. Mit ca. 9 % pro Kopf mehr Energie als in der Schweiz wird jedoch in der Mobilität verbraucht. Der höhere Verbrauch im Bereich Mobilität ist auf die ländliche Lage der Gemeinde und den höheren Motorisierungsgrad von 0.66 Personenwagen/Einwohner (siehe Kapitel 3.6) zurückzuführen.

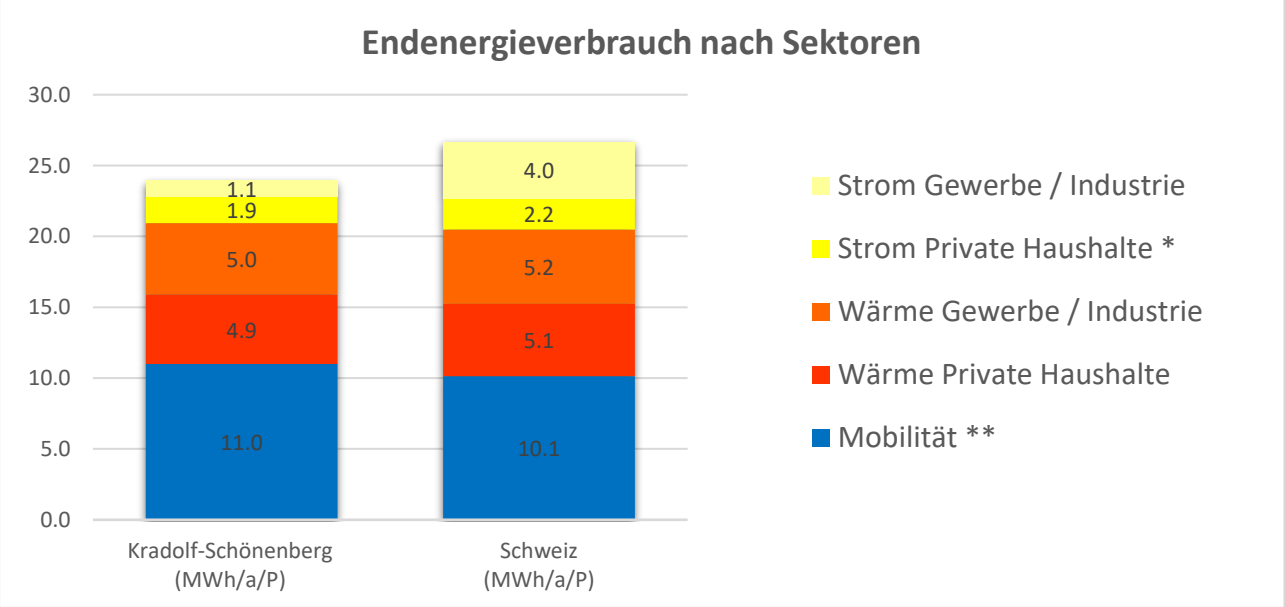


Abbildung 3: Pro-Kopf-Endenergieverbrauch nach Sektoren und Verwendungszweck in Kradolf-Schönenberg und der Schweiz.

3.4. Wärme

Die Abbildung 4 zeigt die Verwendung der verschiedenen Energieträger für die Wärmeversorgung.

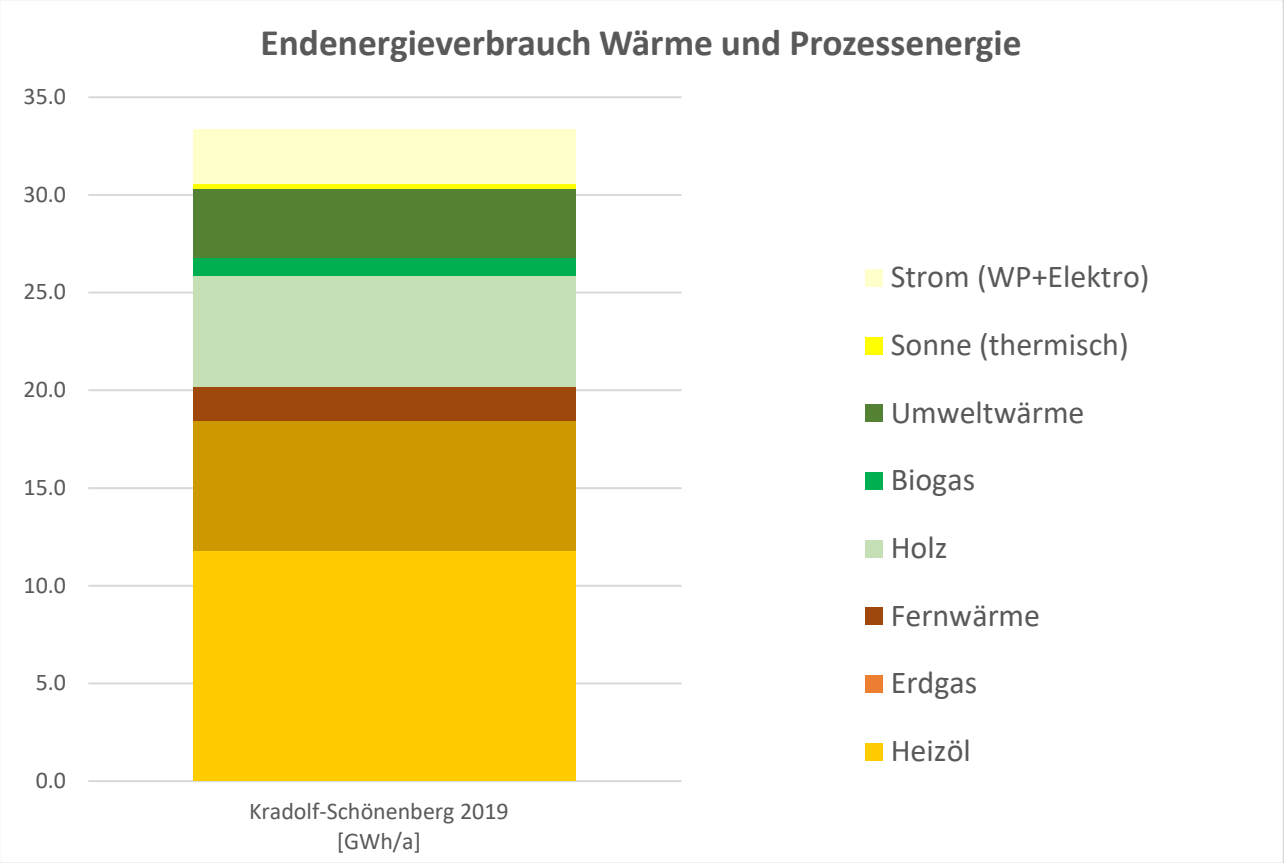


Abbildung 4:EndenergieverbrauchWärme und Prozessenergie in GWh pro Jahr

In Kradolf Schönenberg werden 55% des Wärmeverbrauchs mit fossilen Energieträgern erzeugt. Der kantonale Schnitt liegt bei 64%. 11.8 GWh (35%) der Wärmeversorgung erfolgen durch Ölheizungen und 6.7 GWh (20%) durch Gasheizungen. Beim Standardprodukt Erdgas sind 10% Biogas enthalten, was zu einem Biogasverbrauch von ca. 0.95 GWh führt.
8% des Wärmeverbrauchs werden mit Elektrizität erzeugt. Die rund 2.8 GWh Elektrizität teilen sich auf in ca. 1 GWh für die Elektroheizungen und elektrischen Warmwasserboiler und 1.7 GWh für Wärmepumpen. Zur Warmwasserproduktion und/oder Heizungsunterstützung sind 41 thermische Solaranlagen mit einer Gesamtfläche von 433 m² installiert.

Tabelle 5:Wärmeverbrauch der Gemeinde Kradolf-Schönenberg nach Energieträger

	Heizöl	Erdgas	Fern-wärme	Holz	Biogas	Umwelt-wärme	Sonnen-energie (thermisch)	Strom (WPel + Elektro)	**Total**
GWh/a	11.8	6.7	1.8	5.7	0.95	3.5	0.2	2.8	**33.3**
%	35%	20%	5%	17%	3%	11%	1%	8%	**100%**

Im Jahr 2019 waren im Gemeindegebiet 857 Hauptheizsysteme installiert, von welchen gegenwärtig noch 277 (32%) Ölheizungen und 287 (33%) Gasheizungen sind.

Innert der letzten 5 Jahren ist bei den Gasheizungen eine leichter Zunahme (5 Stück) ersichtlich. Bei den Ölheizungen ist eine leichte Reduktion erkennbar. Um die Energie- und Klimaziele zu erreichen, ist eine jährliche durchschnittliche Reduktion von 20 fossilen Heizungen notwendig.

Die Anzahl der Wärmepumpen (WP) ist in den letzten 5 Jahren um 25 Stück auf gesamthaft 120 gestiegen. 17 Stück wurden im Rahmen eines Heizungsersatzes und 8 Stück bei Neubauten installiert. Es sind in der Gemeinde mit 13% etwas mehr Holzheizungen als Thurgauer Schnitt (12%) installiert.

Tabelle 6: Anzahl Hauptheizsysteme in Kradolf Schönenberg gemäss kantonaler Energiestatistik (2015-2019)

Jahr	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz Anschlüsse	Holz-heizung	Wärme-pumpe	Elektro-Heizung	Andere	Total
2015	282	282	43	113	95	16	2	833
2016	282	286	44	115	100	16	2	845
2017	280	289	45	112	102	16	2	846
2018	279	290	45	110	111	17	3	855
2019	277	287	46	108	120	16	3	857

Die Tabelle 7 zeigt, dass in Kradolf-Schönenberg in den letzten Jahren durchschnittlich 5 fossile Heizungen durch Wärmepumpen, Holzheizungen oder Wärmenetzanschluss ersetzt wurden. Im Bereich Gebäudeeffizienz wurden durchschnittlich pro Jahr 10 energetische Sanierungen durchgeführt. Bei der Annahme, dass bei 50% der 857 beheizten Gebäude eine energetische Sanierung sinnvoll ist, entspricht das einer Sanierungsrate von 1.2 %. Als Grundlage und Motivation für eine Gebäudesanierung und Heizungsersatz ist eine umfassende Beratung mit Hilfe eines Gebäudeenergieausweises der Kantone (GEAK) sehr hilfreich. Diese Beratungsdienstleistung wurde im Schnitt dreimal pro Jahr in Anspruch genommen.

Tabelle 7: Umgesetzte Projekte Förderprogramm Kanton Thurgau in Kradolf-Schönenberg (2015-2020)

Jahr	Sanie-rung Einzel-bauteile	Gesamt-sanie-rung	Minergie Sanie-rung	Holz-heizung	Wärme-pumpe	Wärme-netzan-schluss	Solar-thermie	Batterie-Speicher	Ener-gie-effiz-ienz	E-Auto	Lade-infra-struktur	GEAK -Plus	Sons-tige
2015	9	1	1	1	2	1			1			2	
2016	7	1	1	1	2				1			1	3
2017	5	1	1		1		3	2				4	2
2018	10	1	1		6		2	2				4	5
2019	9	2	2	2	6	1		3	1	3		3	
2020	7			3	4		1	6		1		4	

3.5. Strom

Der Stromverbrauch der Gemeinde Kradolf-Schönenberg wurde entsprechend den Angaben des lokalen Elektrizitätswerks nach dem Verbrauch der privaten Haushalte und dem Gewerbe differenziert. Dabei zeigt sich, dass in Kradolf-Schönenberg 63% durch die privaten Haushalte verbraucht werden. Insgesamt liegt der Stromverbrauch bei rund 13.9 GWh (inkl. 2.8 GWh Strom für Wärmeversorgung). Dies sind rund 16% des Gesamtenergieverbrauchs. Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt mit 3.8 MWh pro Jahr bei knapp der Hälfte des Schweizer Schnitts von 7.2 MWh pro Jahr. Dies ist wohl auf den geringen Gewerbe- und Industrieanteil zurückzuführen.

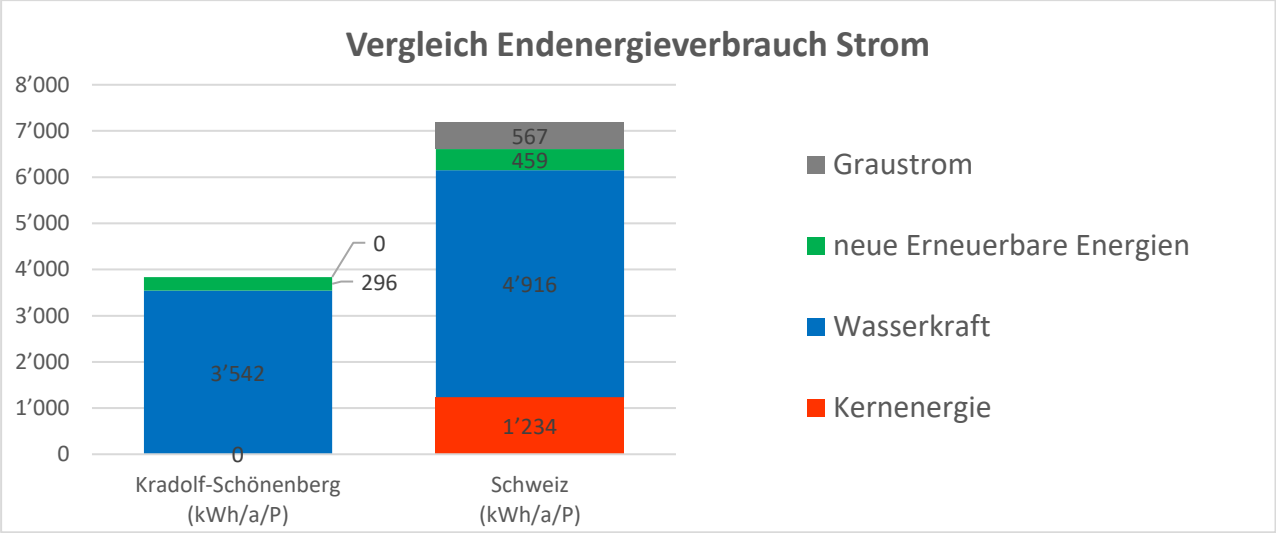


Abbildung 5: Endenergieverbrauch Strom in kWh pro Person für Kradolf-Schönenberg und die Schweiz

Insgesamt sind in Kradolf-Schönenberg 82 Photovoltaikanlagen (Stand April 2021) mit einer Gesamtleistung von 1'282 kWp installiert. Dies entspricht einer Leistung von rund 355 Watt pro Einwohner oder rund 2 m² Solarmodule pro Einwohner. Die Flusswasserkraftwerke Thurfeld und Au mit einer Leistung von 1'700 kW bzw. 2'000 kW produzieren zusammen jährlich 13'900 MWh Strom. Die totale erneuerbare Stromproduktion auf dem Gemeindegebiet beträgt 15'200 MWh. Dies entspricht 110% des Gesamtstromverbrauchs.

Die Gemeinde bietet ihren Kunden im Basisangebot 100% erneuerbaren Strom an. Die in der Stromkennzeichnung enthaltenen 0.5% Kernenergie werden von Kunden bezogen, die ihren Strom auf dem freien Markt beziehen.

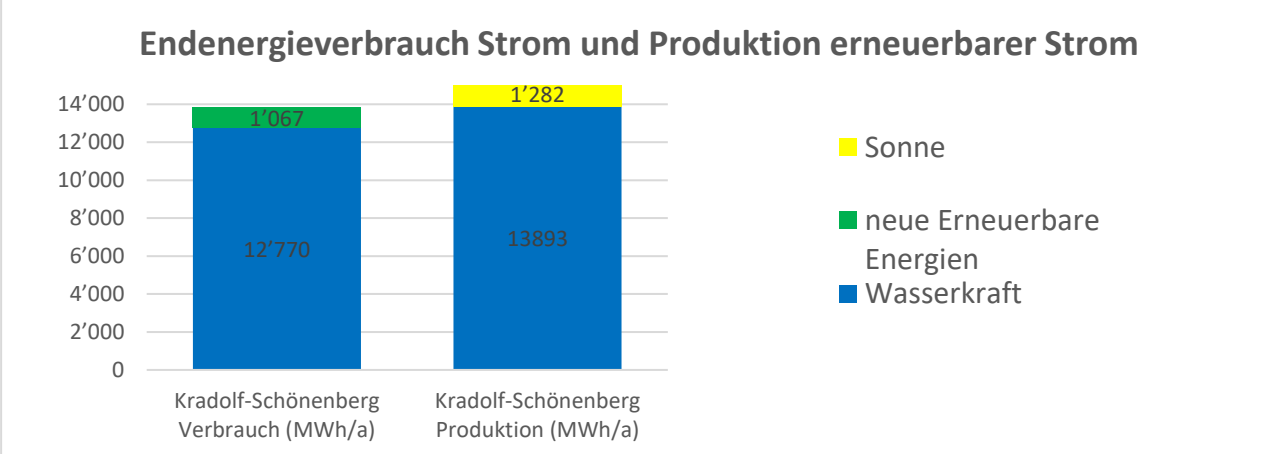


Abbildung 6: Endenergieverbrauch Strom und Stromproduktion Kradolf-Schönenberg in MWh pro Jahr

Die Elektrizitätswerk Kradolf-Schönenberg vergütet im Jahr 2022 die rückgelieferte Energie mit 5.50 Rp/kWh und den ökologischen Mehrwert mit 5.00 Rp/kWh. Die Vergütung des Solarstroms mit gesamthaft 10.50 Rp/kWh liegt über dem Schweizer Durchschnitt von 10.10 Rp/kWh und hat einen wesentlichen Beitrag daran, dass schon über 9% des Strombedarfs in Kradolf-Schönenberg durch Solarstromanlagen produziert wird.

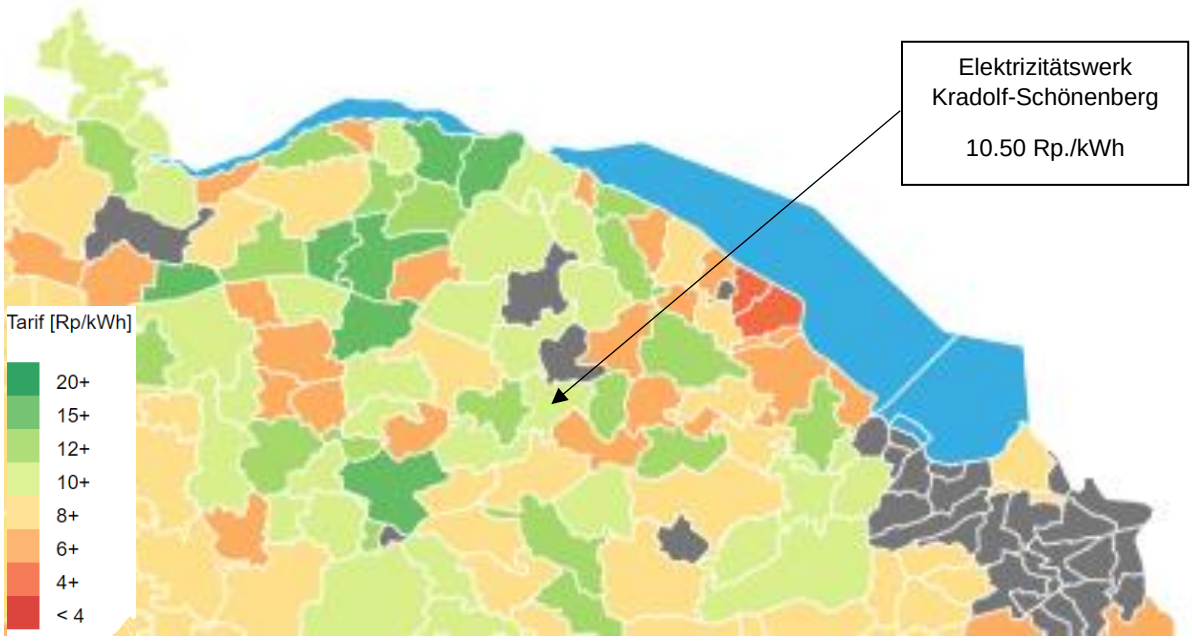


Abbildung 7: Vergütungstarif für PV-Anlage Quelle: https://www.vese.ch/pvtarif/

Rund 21% der Eigentümer von Solarstromanlagen haben zur Steigerung des Eigenverbrauchs einen Batteriespeicher installiert. So können bis zu 290 kWh am Tag produzierter solarer Überschussstrom gespeichert und zeitversetzt (am Abend) konsumiert werden.

Tabelle 8: Übersicht umgesetzte Batteriespeicher Förderprogramm Kanton Thurgau (2017-2021)

Jahr Inbetriebnahme	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**Total**
Anzahl	2	2	3	6	11	**24**
Speicherkapazität (kWh)	11.7	14.3	21.5	95.6	146.5	**289.6**

3.6. Mobilität

Für die Bilanzierung des Energieverbrauchs und die Treibhausgasemission im Bereich Mobilität werden die immatrikulierten Personenfahrzeuge erfasst und pro Einwohner einen Zuschlag für Flugtreibstoffe und Schienen-Fern- und -Güterverkehr mitgerechnet. Im Bereich Mobilität wurden im Jahr 2019 knapp 40 GWh Endenergie eingesetzt. Dies entspricht 46% des Gesamtenergieverbrauchs.

Im Bereich Mobilität Inland hat der Strassenverkehr (Individualverkehr) mit 75% den grössten Anteil. Pro Person lag der Energieverbrauch im Strassenverkehr im Jahr 2019 mit 8.2 MWh (rund 950 l Treibstoff) rund 17 % über dem schweizerischen Durchschnitt (7.0 MWh pro Person oder 750 l Treibstoff pro Person).

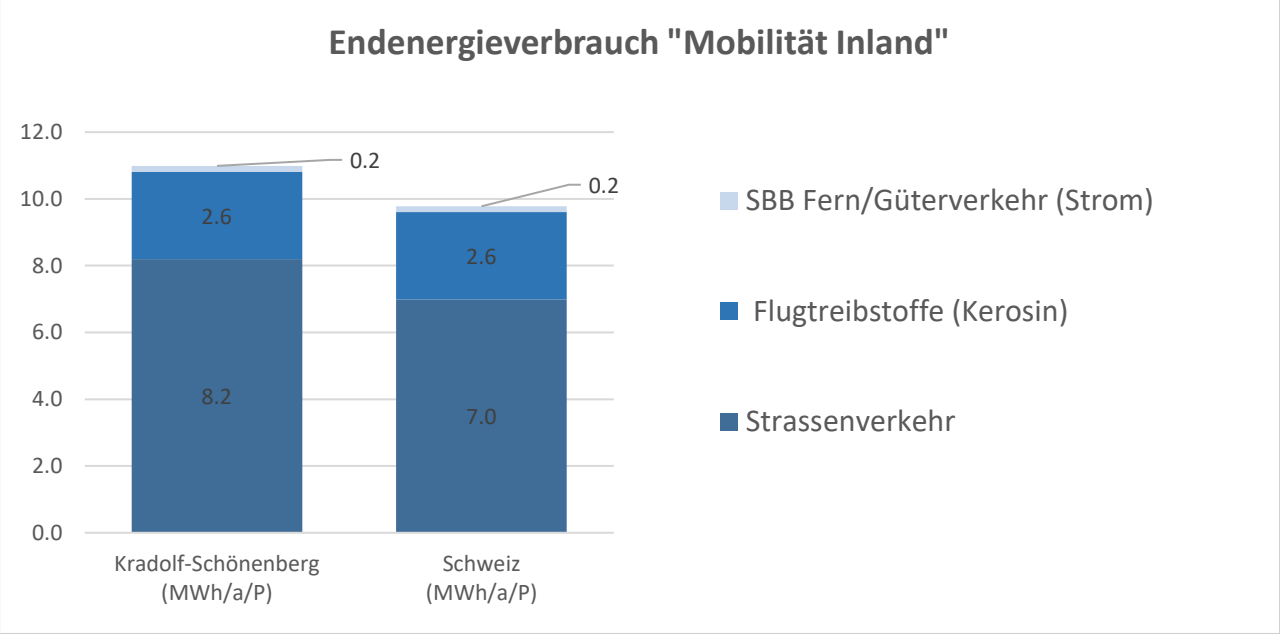


Abbildung 8: Endenergieverbrauch „Mobilität Inland“, Kradolf-Schönenberg und Schweiz

Die Dörfer Buhwil und Neukirch und die «Aussenbezirke» von Kradolf und Schönenberg sind der ÖV-Güteklasse D (geringe Erschliessung) zugeordnet. Die Zentren von Kradolf und Schönenberg ist mit der ÖV-Güteklasse C (mittelmässige Erschliessung) erschlossen.

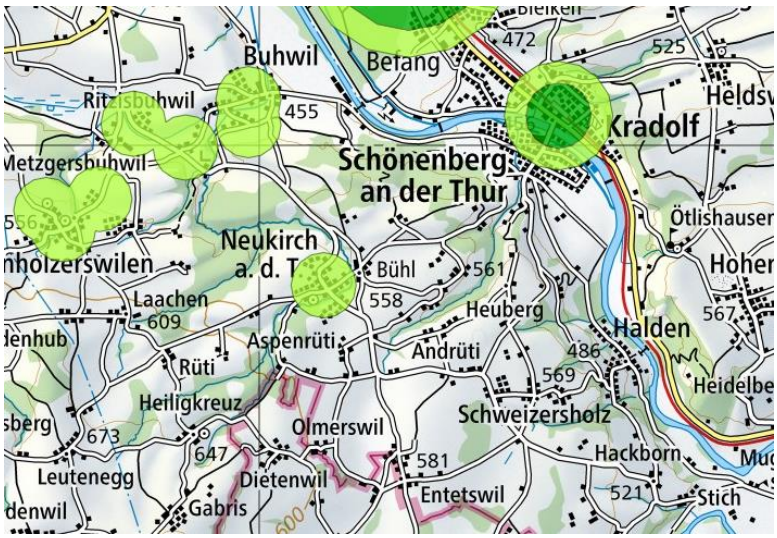


Abbildung 9:ÖV-Güteklasse in Kradolf-Schönenberg

Der Bahnhof «Kradolf» (S5) wird in beiden Richtungen im Halbstundentakt bedient. Eine Buslinie (932) erschliesst Neukirch a.d.Thur und Buhwil mit 4 Haltestellen im Stundentakt von 6 Uhr bis 20 Uhr. Eine Busverbindung Neukirch – Kradolf fehlt.

Wie eingangs im Kapitel 3.3 erwähnt, sind in Kradolf Schönenberg mit 0.66 PW pro Einwohner rund 20% mehr Fahrzeug immatrikuliert als im Schweizer Schnitt (0.54 PW pro Schweizer). Rund 2`300 Personenwagen (Benzin und Diesel) werden rein fossil betriebenen und sind mit 98% aller Personenwagen klar dominierend.

Die rein elektrisch betriebenen Fahrzeuge haben gegenwärtig einen Anteil von 0.7%. Durch verschiedene Faktoren hat in den letzten Jahren eine starke Zunahme der Elektroautos stattgefunden. Wenn im Jahr 2050 der Anteil an Elektroautos bei 40% liegt, ist mit einem zusätzlichen jährlichen Strombedarf von rund 2`000 MWh zu rechnen.

Tabelle 9: Immatrikulierte Personenwagen in Kradolf-Schönenberg, Quelle: Strassenverkehrsamt Thurgau

Jahr	Erdgas Erdgas/Benzin	Elektrisch mit RE	Elektrisch	Hybrid Elektro/Benzin	Diesel	Benzin	Total
2019	3	2	11	28	652	1‘606	2‘300
2020	4	2	16	40	690	1‘634	2‘384

Gegenwärtig ist keine Angebot für Shared Mobility und eine öffentliche Ladestation im Gemeindegebiet vorhanden.

Abbildung 10: Ladestationen für Elektro-Autos und https://opendata.swiss

3.7. Energie- und Treibhausgasbilanz

Primärenergie und CO_2-Emissionen sind die Zielgrössen der 2000-Watt-Gesellschaft. Die Bilanzierung dieser Zielgrössen basiert auf dem Endenergiebedarf innerhalb des betrachteten Perimeters. Bei der Primärenergie wird zusätzlich die Energie zur Bereitstellung der eingesetzten Energieträger mitgezählt - unter Berücksichtigung der gesamten Supply-Chain (gesamter Prozess).

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 10: Auszug Primärenergie- und Treibhausgasfaktoren, Quelle: www.kbob.admin.ch

ENERGIE	**Bezug**	**Primärenergie**			**Treibhausgas-emissionen**
		gesamt	**erneuerbar**	**nicht erneuerbar**	
	Einheit	kWh oil-eq	kWh oil-eq	kWh oil-eq	kg CO_2-eq
Brennstoffe[1]					
Heizöl EL	kWh	**1.27**	0.014	1.25	**0.324**
Erdgas	kWh	**1.05**	0.003	1.05	**0.230**
Stückholz	kWh	**1.05**	1.01	0.044	**0.023**
Holzschnitzel	kWh	**1.06**	1.03	0.031	**0.011**
Pellets	kWh	**1.18**	1.05	0.128	**0.028**
Biogas	kWh	**0.321**	0.028	0.293	**0.124**
Elektrizität vom Netz					
Atomkraftwerk	kWh	**4.21**	0.005	4.21	**0.024**
Erdgaskombikraftwerk GuD	kWh	**2.23**	0.008	2.23	**0.480**
Braunkohlekraftwerk	kWh	**3.94**	0.011	3.93	**1.36**
Photovoltaik	kWh	**1.36**	1.20	0.159	**0.048**
Windkraft	kWh	**1.29**	1.20	0.087	**0.028**
Wasserkraft	kWh	**1.19**	1.17	0.025	**0.012**
Elektrizität am Standort erzeugt					
Photovoltaik	kWh	**1.22**	1.09	0.131	**0.037**
Windkraft	kWh	**1.15**	1.09	0.067	**0.019**
Treibstoffe					
Benzin in Personenwagen	kWh	**1.28**	0.024	1.25	**0.338**
Diesel in Personenwagen	kWh	**1.20**	0.005	1.20	**0.329**

Für die Bereitstellung der 23.1 MWh Endenergie pro Person in Kradolf-Schönenberg werden vorgelagert 27.7 MWh Primärenergie benötigt (Umwandlungs- und Transportverluste knapp 20 %). Für den durchschnittlichen Schweizer Endenergieverbrauch von 27.5 MWh pro Person ist eine grössere Menge von Primärenergie, 38.5 MWh pro Person notwendig (Umwandlungs- und Transportverluste knapp 30 %). Dies ist auf den in der Schweiz höheren Anteil an Kernenergie sowie auf nicht überprüfbare Energie zurückzuführen.

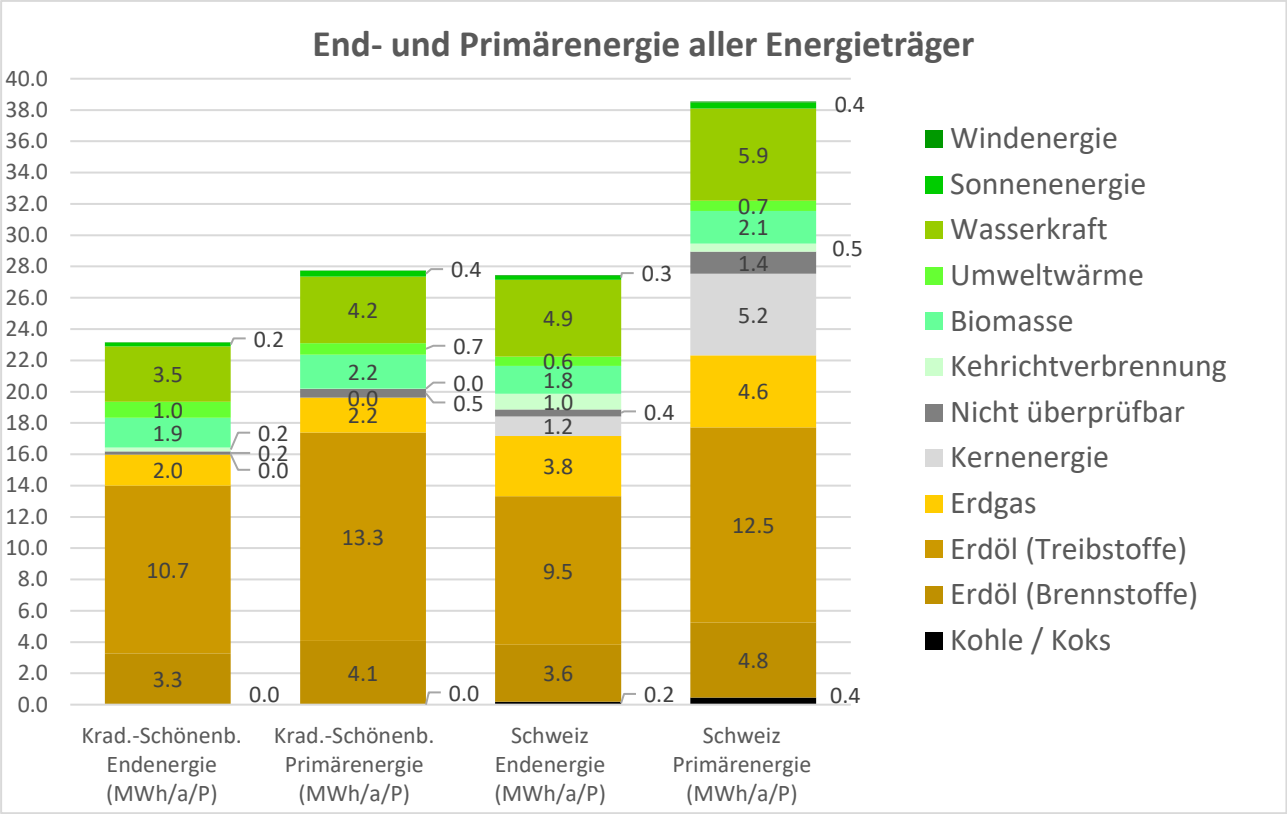


Abbildung 11: End- und Primärenergie nach Energieträger, Kradolf-Schönenberg und Schweiz

Die Treibhausgasemissionen liegen gesamthaft bei rund 18'100 t pro Jahr. Das sind pro Person 5.0 t pro Jahr. Der schweizerische Durchschnitt liegt bei 5.9 t pro Einwohner und Jahr. Nach Verwendungszweck ist in der Gemeinde Kradolf Schönenberg die Mobilität zu 67%, die Wärmeversorgung zu 32% und der Stromverbrauch zu 1% für die Treibhausgasemissionen verantwortlich. Im schweizerischen Durchschnitt ist die Mobilität zu 52%, die Wärmeversorgung zu 42% und der Stromverbrauch zu 6% für die Treibhausgasemissionen verantwortlich.

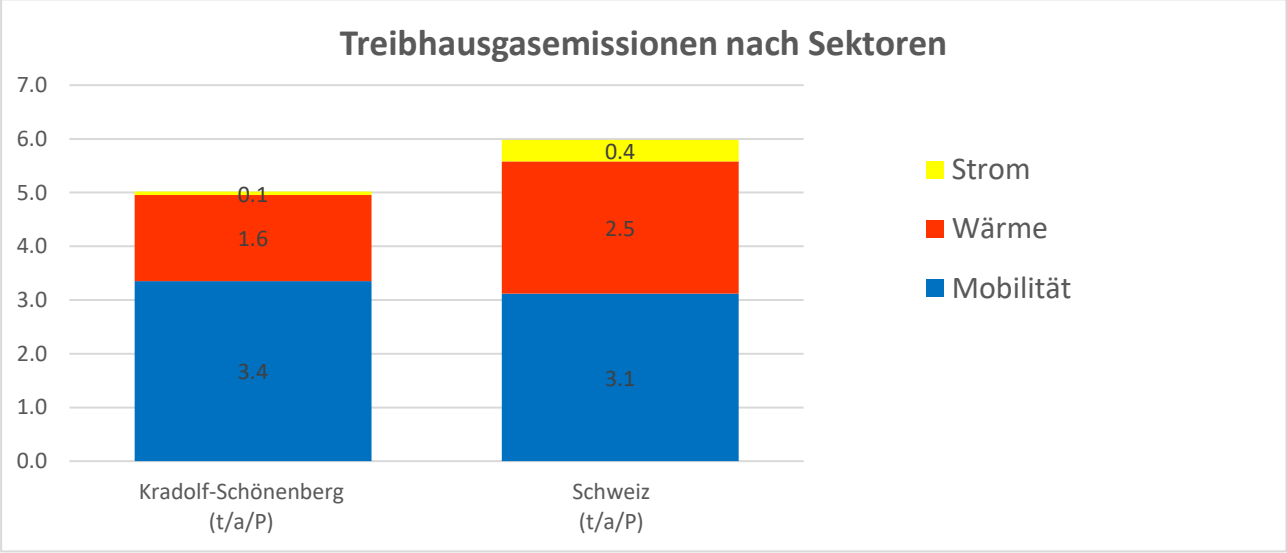


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Verwendungszweck, Kradolf-Schönenberg und Schweiz

Im Jahr 2019 wurden in Kradolf-Schönenberg pro Person 15% weniger Treibhausgase emittiert als im schweizerischen Durchschnitt. Dies ist auf den geringeren Erdgasverbrauch pro Kopf und den damit zusammenhängenden Treibhausgasausstoss zurückzuführen. Auch bei der Treibhausgasbetrachtung werden die Emissionen der eingesetzten Energieträger unter Berücksichtigung der gesamten Supply-Chain mitbilanziert. (Quelle: Leitkonzept 2000-Watt-Gesellschaft)
Die knapp 570 fossilen Heizungen stossen 5'200 t CO_2 pro Jahr aus. Das heisst, pro fossile Heizung werden im Durschnitt 9 t CO_2/Jahr emittiert.

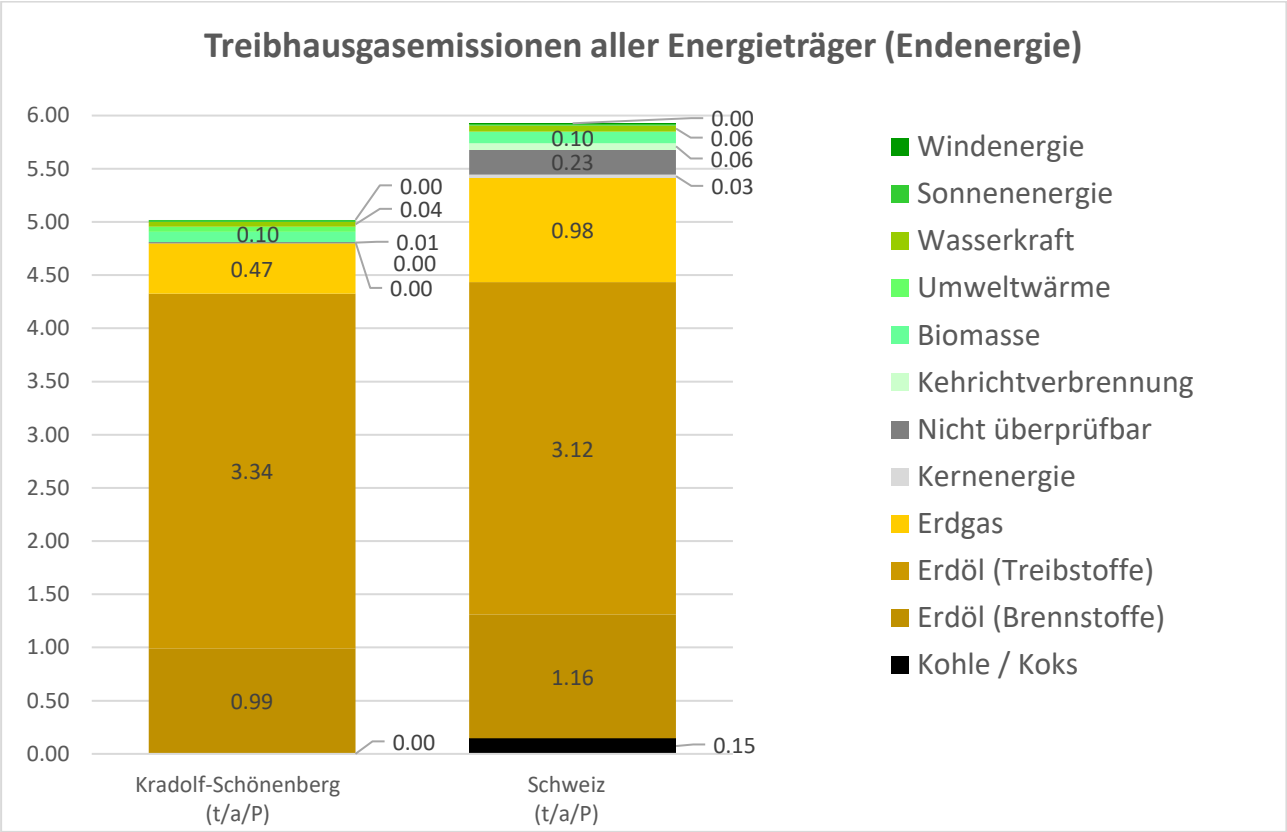


Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger, Kradolf-Schönenberg und Schweiz

Im Bereich Mobilität Inland werden 75% der Treibhausgasemissionen durch den Strassenverkehr, zu einem sehr grossen Teil durch Personenwagen erzeugt. Im Schnitt verbraucht ein fossiler Personenwagen 900 l Treibstoff pro Jahr (7.5 l/100 km und 12`000 km Laufleistung) und erzeugt rund 3 t $CO_2$/Jahr. Die in Kradolf-Schönenberg immatrikulierten 2`300 fossilen Personenwagen emittieren rund 7`000 t CO_2/Jahr und haben damit einen Anteil von rund 40% an den gesamten Treibhausgasemissionen.

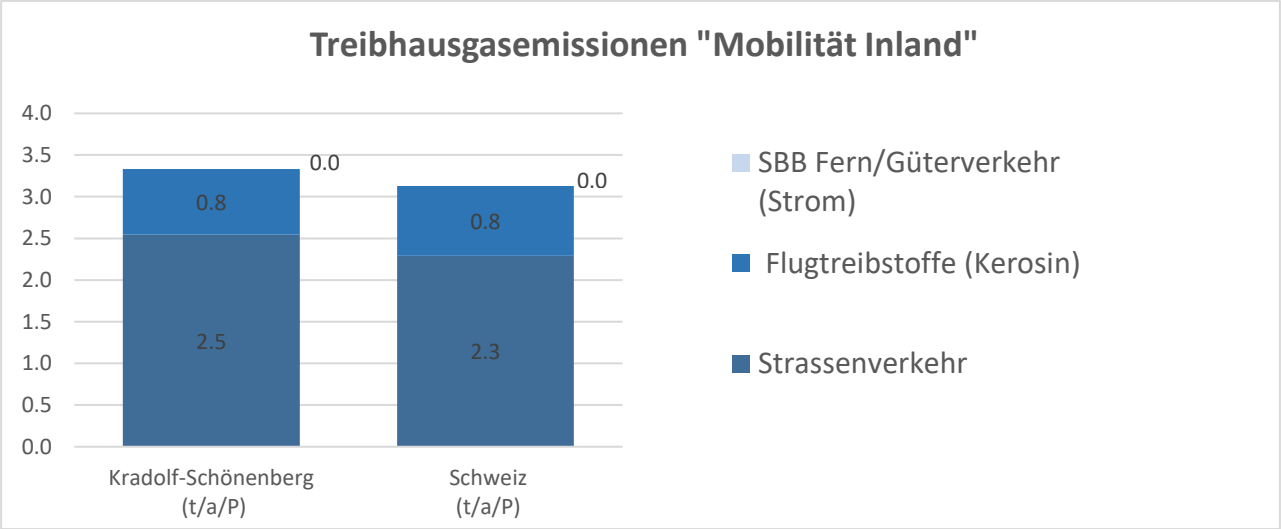


Abbildung 14: Treibhausgasemissionen "Mobilität Inland"

Zur Erreichung des Netto-Null-Ziels ist die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und der Mobilität entscheidend.

3.8. Absenkpfad der Treibhausgasemissionen bis 2050

Um bis 2050 das Netto-Null-Ziel zu erreichen, wird für die Gemeinde Kradolf-Schönenberg ein Absenkpfad definiert, der aufzeigt, wie sich die Emissionen in der Zukunft entwickeln sollen. Er richtet sich nach dem Absenkpfad des Bundes.

Da die Gemeinde Kradolf-Schönenberg einen leicht tieferen Ausgangswert als die Schweiz hat, verläuft ihr Absenk- bzw. Zielpfad dementsprechend tiefer als der schweizerische Absenkpfad.

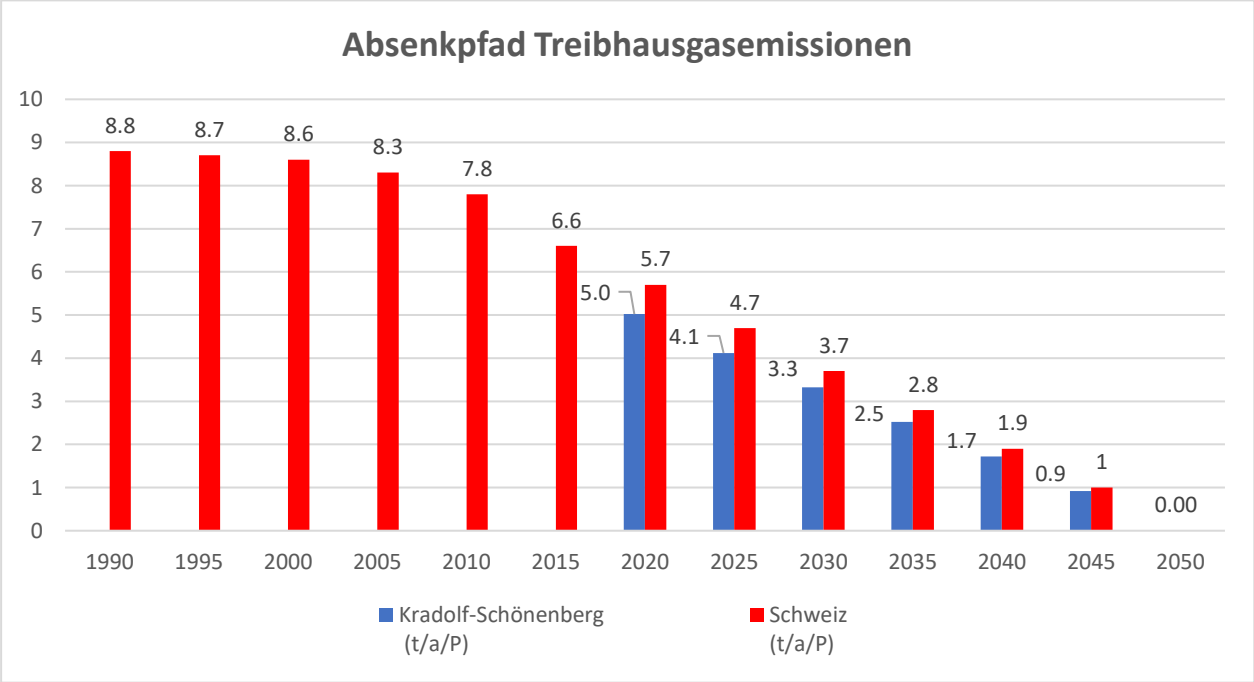


Abbildung 15: Absenkpfad der Treibhausgasemissionen für Kradolf-Schönenberg und die Schweiz

Gemäss dem linearen Absenkpfad müsste seit 2020 in Kradolf-Schönenberg eine jährliche Reduktion von 430 t CO_2 erfolgen. 86% des heutigen CO_2-Ausstosses erfolgen durch die fossilen Heizungen sowie die fossilen Personenwagen. Auf die Reduktionziele resp. Substitutionsziele für fossile Heizung und Fahrzeuge kann die Gemeinde resp. die Einwohner von Kradolf Schönenberg direkt Einfluss nehmen und aktiv zur Zielerreichung beitragen.

Tabelle 11: Übersicht und Reduktionsziele fossile Heizungen und Personenwagen

Bereich	Anzahl 2020	CO_2-Ausstoss total (t/a)	Reduktionsziel 2050 (t/a)	Jährliche Substitution
Fossile Heizung	ca. 560	ca. 5‘000	0	19
Fossile Personenwagen	ca. 2‘300	ca. 7`000	0	77

Wenn 80 % der fossilen Heizungen durch Wärmepumpen ersetzt werden, wären zusätzlich 5‘000 MWh Strom notwendig. Werden 100 % der fossil betriebenen Personenwagen durch Elektroautos ersetzt, ergäbe dies einen zusätzlichen Strombedarf von 5‘500 MWh.

4. Potenziale

4.1. Effizienzpotenziale

Effizienzpotenzial Wärme

Im Bereich Wärme liegt das Effizienzpotenzial in energetischen Gebäudesanierungen, Betriebsoptimierungen sowie im Effizienzgewinn bei Heizungsersatz. Trotz Bevölkerungswachstum führt dies zu einem rückläufigen Wärmebedarf. Der Energie- und Klimakalkulator definiert eine Sanierungsrate von 2% pro Jahr (heute 1.2% pro Jahr), wobei mit einer Einsparung von 65% pro saniertes Gebäude gerechnet wird. Bei der Prozesswärme sowie bei Raumwärme/Warmwasser ist ein Effizienzpotenzial von 30% bzw. 25% bis ins Jahr 2050 definiert.

Tabelle 12: Effizienzpotenzial Wärme

	Jahr 2019 (MWh/a)	Jahr 2030 (MWh/a)	Jahr 2050 (MWh/a)
Nachfrage ohne Effizienz	33’300	35’170	38’030
Nachfrage mit Effizienz		23’110	12’500
Effizienz		**12’060**	**25’530**

Effizienzpotenzial Strom

Im Bereich Strom liegt das Effizienzpotenzial im Ersatz von Elektroheizungen und Elektroboilern sowie im Einsatz von effizienteren Geräten und Anlagen. Diesem Effizienzpotenzial steht der Strombedarf für den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen sowie Geräten und Anlagen gegenüber. Der Energie- und Klimakalkulator definiert ein Effizienzpotenzial von 20% bis ins Jahr 2050.

Tabelle 13: Effizienzpotenzial Strom

	Jahr 2019 (MWh/a)	Jahr 2030 (MWh/a)	Jahr 2050 (MWh/a)
Nachfrage ohne Effizienz	14’470	15’100	15’800
Nachfrage mit Effizienz		12’650	12’750
Effizienz		**2’450**	**3'050**

Effizienzpotenzial Mobilität

Im Bereich Mobilität liegt das Effizienzpotenzial in der Art des Antriebs und der Antriebseffizienz. Der Energie- und Klima-Kalkulator interpoliert die Effizienz anhand der Annahmen der Energiestrategie 2050 (Szenario NEP) des Bundes. Für die Personenwagen (PW) wird angenommen, dass die elektrobetriebenen PW ihren Anteil von heute 1.5% auf 40% im Jahr 2050 steigern.

Auch Mobilitätsmanagement und Verhaltensänderung (z.B. Carsharing, Carpooling) sind Faktoren, welche den Energieverbrauch in der Mobilität beeinflussen.

Tabelle 14. Effizienzpotenzial Mobilität

	Jahr 2019 (MWh/a)	Jahr 2030 (MWh/a)	Jahr 2050 (MWh/a)
Nachfrage ohne Effizienz	39’630	41’860	42’870
Nachfrage mit Effizienz		30’400	21’410
Effizienz		**11’460**	**21’460**

4.2. Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Abwärme aus Kehrrichtverbrennungsanlagen

Die Kehrichtverbrennungsanlage, in welcher der Abfall aus der Gemeinde Kradolf-Schönenberg verwertet wird, befindet sich in Weinfelden. Gemäss Aussagen des Betriebsleiters ist in den nächsten Jahren eine Dampfleitung nur bis nach Sulgen geplant. Der Abwärme aus Kehrichtverbrennungsanlagen wird deshalb in Kradolf-Schönenberg kein Potenzial zugeordnet.

Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Von den zwei Grossverbrauchern in Kradolf-Schönenberg (Humbel Zahnräder AG und Kaufmann Oberholzer AG) ist keine hochwertige Abwärme nutzbar. Der Wärmeverbund der Kaufmann-Oberholzer AG wird im Kapitel 4.4 Wärmeverbünde beschrieben.

Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA) oder Abwasserkanälen

Für die Wärmerückgewinnung in der Kanalisation nimmt ein Wärmetauscher (1) die im Abwasser enthaltene Wärme auf und überträgt diese auf ein im Wärmetauscher zirkulierendes Medium. Die Wärmepumpe (2) nimmt die Wärme aus dem Medium des Wärmetauschers auf und bringt diese mit Hilfe von Strom auf ein höheres Temperaturniveau. Anschliessend wird die Wärme an das Heizmedium abgegeben. Die Nutzung der Abwasserwärme zu Heizzwecken wird oft mit einem Heizkessel (3) ergänzt. Einerseits kann es wirtschaftliche Vorteile haben, die Spitzenlast im Winter damit abzudecken, andererseits ist auch bei einer Wartung der Wärmepumpe eine durchgehende Beheizung sichergestellt. Die Wärmelieferung zu den Bezügern erfolgt mittels Wärmenetz (4). Bei kürzeren Distanzen wird die gewonnene Wärme in einer Heizzentrale mit Wärmepumpen auf das notwendige Temperaturniveau gebracht und in isolierten Leitungen zu den Bezügern transportiert. Um grössere Distanzen zu überwinden, kann die Wärme auch auf dem ursprünglichen Temperaturniveau in kostengünstigeren, nicht isolierten Leitungen transportiert und erst vor Ort bei den Bezügern mittels Wärmepumpen aufbereitet werden (kalte Fernwärme).

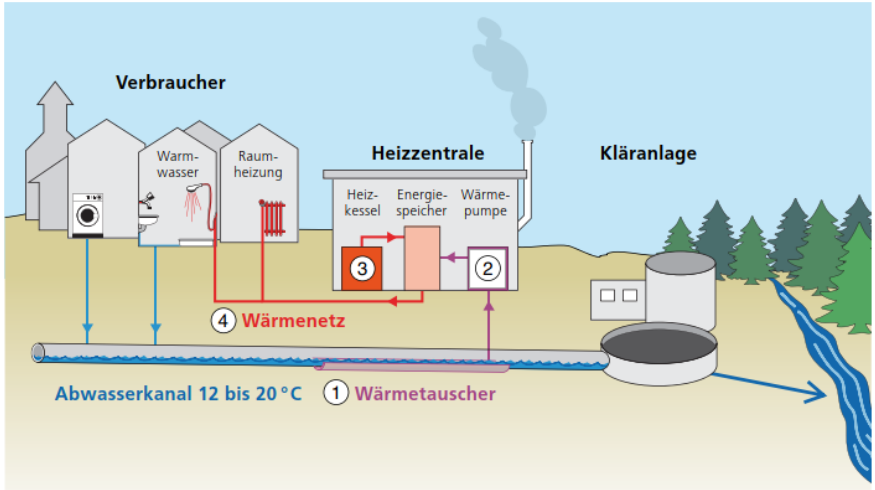


Abbildung 16: Prinzipschema der Abwasserwärmenutzung (Quelle: energieschweiz Heizen und Kühlen mit Abwasser)

Der Abwasserverband Mittelthurgau betreibt die ARA Zelgli in Weinfelden und reinigt das Abwasser von rund 31’300 Einwohnern der zehn Vertragsgemeinden inkl. Kradolf-Schönenberg. Die anfallende Abwärme wird nach dem Reinigungsprozess in Weinfelden vollständig genutzt. Deshalb und aufgrund der grossen Distanz von 10 km Luftlinie ist in Kradolf-Schönenberg keine Abwärme aus dem gereinigten Abwasser nutzbar.

Für die potentielle Abwärmenutzung in den Sammelkanälen sind in der Energierichtplankarte alle Sammelkanäle > 700 mm eingezeichnet. In den Orten Buhwil und Neukirch betrifft dies nur sehr kurze Leitungsstücke ausserhalb der Bauzonen. In den Zentren von Kradolf und Schönenberg sowie im Gebiet Bleiggerrüti am westlichen Ende von Kradolf befinden sich einige geeignet Abwasserkanäle. Es empfiehlt sich, bei der Machbarkeitsstudie Wärmeverbünde auch die Abwärme aus Abwasserkanälen zu prüfen.

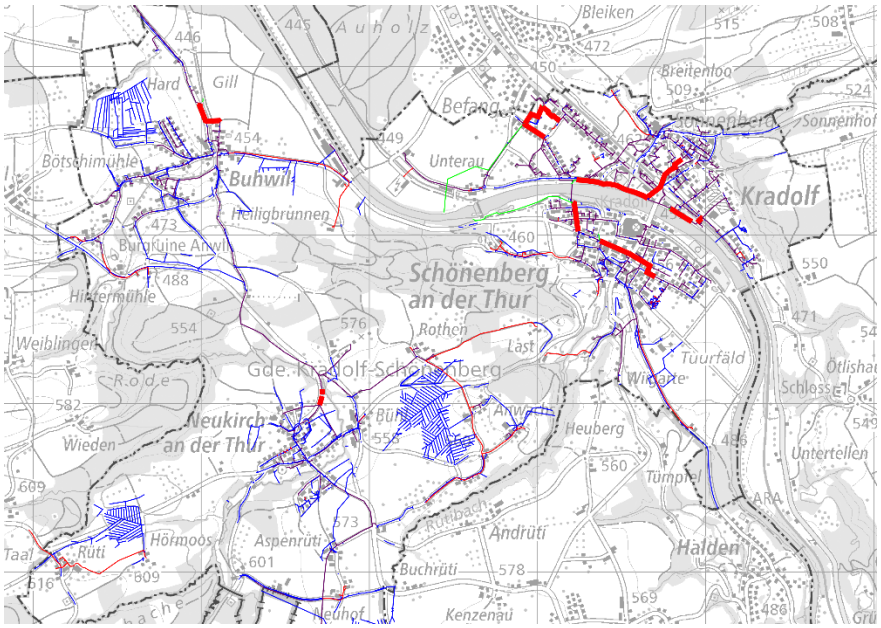


Abbildung 17:Abwasserkanäle > 700 mm

Realisierbares Potenzial	1'770 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	0 MWh Wärme
Verbleibendes Potenzial	1'770 MWh Wärme

Fazit: Machbarkeitsstudie erforderlich. Potenzial schwer nutzbar, ev. in Kombination mit Oberflächen- oder Grundwassernutzung.

Wärmenutzung aus Grundwasser

Ab etwa 10 m Tiefe unter der Geländeoberfläche bestehen im Grundwasser weitgehend ausgeglichene Temperaturverhältnisse von 10 bis 12 °C. Sie entsprechen damit ungefähr der Jahresmitteltemperatur der Luft. Anlagen zur Wärmenutzung mit Grundwasserentnahmen bestehen aus einem Entnahmebrunnen, einem Wärmetauscher (meistens mit Wärmepumpe und Zwischenkreislauf) und einer Rückversickerungsanlage. Der Entnahmebrunnen und die Rückversickerungsanlage sind dabei so zu platzieren, dass der Wirkungsgrad der Anlage möglichst hoch ist (kein Kurzschluss durch Ansaugen von abgekühltem bzw. erwärmtem Wasser). Die Rückgabe des nur in seiner Temperatur veränderten Grundwassers muss oberflächennah, z.B. in einer Versickerungsgalerie, erfolgen. Bei einer oberflächennahen Versickerung können allfällige Verschmutzungen des Untergrunds einfacher saniert werden.

Für die Planung und Auslegung von Grundwasser-Wärmenutzungsanlagen ist die gründliche Abklärung der hydrogeologischen Parameter wie Mächtigkeit des Grundwasserleiters, Durchlässigkeit des Untergrunds, Grundwassertemperatur, Flurabstand (Abstand zwischen Terrain- und Grundwasseroberfläche) sowie Fliessrichtung, Fliessgeschwindigkeit und Chemismus des Grundwassers unabdingbar. Mit diesen Daten können die Ausbreitung von Temperaturfeldern («Kälte-» oder «Wärmefahnen»), die erforderliche Distanz zwischen Entnahmebrunnen und Rückgabeanlage, die mögliche Entnahmemenge und die Leistung der Anlage ermittelt sowie allfällige Auswirkungen auf Dritte (z.B. lokale Erhöhung oder Absenkung des Grundwasserspiegels, Abkühlung/Erwärmung des Grundwassers) abgeschätzt werden. (*Quelle: Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser, Baudirektion Zürich 2011).*

Gemäss Gewässerschutzverordnung darf die Temperatur im Abstrom einer thermischen Anlage in 100 m Distanz nur um maximal 3 °C verändert werden. In wasserwirtschaftlichen Gebieten, die für die Trinkwassernutzung bedeutungsvoll sind, werden gemäss Praxis des Amts für Umwelt nur Anlagen bewilligt, die über eine Kälteleistung von mindestens 50 kW (entspricht ca. 500 l/min bei T = 3 °C). Die wirtschaftliche Wärmenutzung des Grundwassers ist von diversen Faktoren (z.B. Tiefe und Mächtigkeit des Grundwasserstroms) abhängig und muss im Einzelfall abgeklärt werden. Zuständig ist das kantonale Amt für Umwelt, welches für die Grundwassernutzung die Rahmenbedingungen definiert und die Bewilligungen erteilt. Die Rahmenbedingungen sind im Infoblatt «Wärmetechnische Nutzung des Grundwassers Hinweise zum Bewilligungsverfahren, Dezember 2016» zusammengestellt.

Wie in Abbildung 16 ersichtlich, ist im östlichen Gemeindegebiet grossflächig Grundwasser vorhanden. Die Grundwassermächtigkeit beträgt im Uferbereich maximal 2 m. Dies ist voraussichtlich für eine Wärmenutzung des Grundwassers etwas wenig. Die Grundwasserzonen entsprechen der Verbotszone für Erdwärmesonden (siehe Abbildung 17).

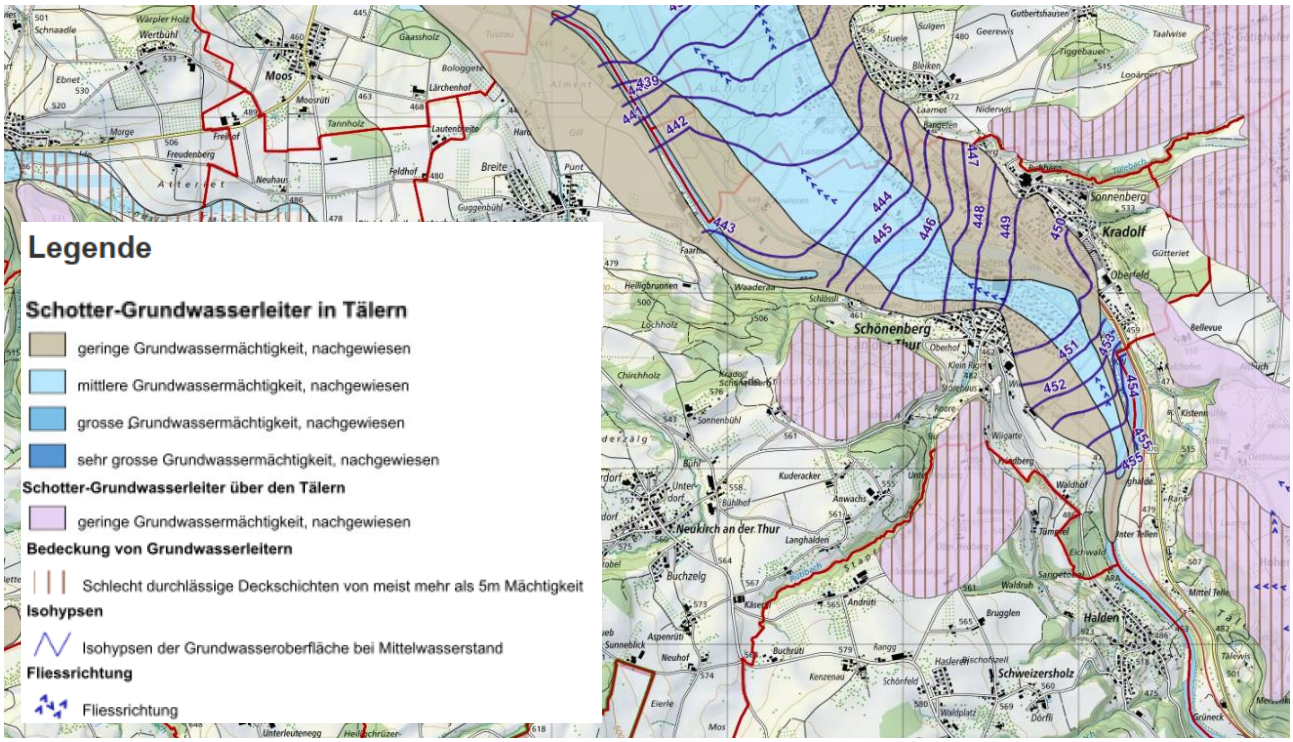


Abbildung 18: Ausschnitt Grundwassermodell Thurtal, Mittelwasserstand (Quelle: https://map.geo.tg.ch)

Realisierbares Potenzial	Nicht bekannt MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	0 MWh Wärme
Verbleibendes Potenzial	Nicht bekannt MWh Wärme

Fazit: Geologische Abklärung (AFU) notwendig, um Potential und Rahmenbedingungen zu definieren

Wärmenutzung aus Oberflächengewässer

Das Wasser der Thur kann neben der Stromproduktion auch zur Wärmeversorgung genutzt werden. Die Wassertemperatur beträgt auch im Winter einige Grad über dem Gefrierpunkt. Ein Teil des Oberflächenwassers wird durch eine Wärmepumpe geleitet, wobei bei der Entnahmestelle wegen der Fische eine maximale Strömungsgeschwindigkeit eingehalten werden muss. Die Wärmepumpe entzieht dem Wasser die Wärme, hebt sie mittels Elektrizität auf ein höheres Temperaturniveau angehoben damit es für die Warmwassererzeugung und Raumheizung verwendet. Das abgekühlte Wasser wird wieder in die Thur eingeleitet. Dabei darf die Wassertemperatur maximal 1.5 °C abgekühlt werden. Für die Wärmenutzung der Thur müssen in einer Machbarkeitsstudie detaillierte hydrologische Abklärungen inkl. Wassertemperatur gemacht werden. Danach ist eine langjährige Konzession beim Amt für Umwelt zu beantragen. Deshalb eignet sich die Wärmenutzung aus Oberflächengewässern vor allem für Wärmeverbünde, welche viele Gebäude mit Wärme versorgt.

Im Vergleich zur Grundwassernutzung ist die Nutzung der Oberflächengewässer weniger risikoreich, da allfällige Verschmutzungen sofort sichtbar sind. Durch die tieferen Wassertemperaturen bei Oberflächengewässern im Winter ist die Menge der genutzten Umweltwärme etwas tiefer, d.h. der Stromeinsatz etwas höher als bei der Grundwassernutzung.

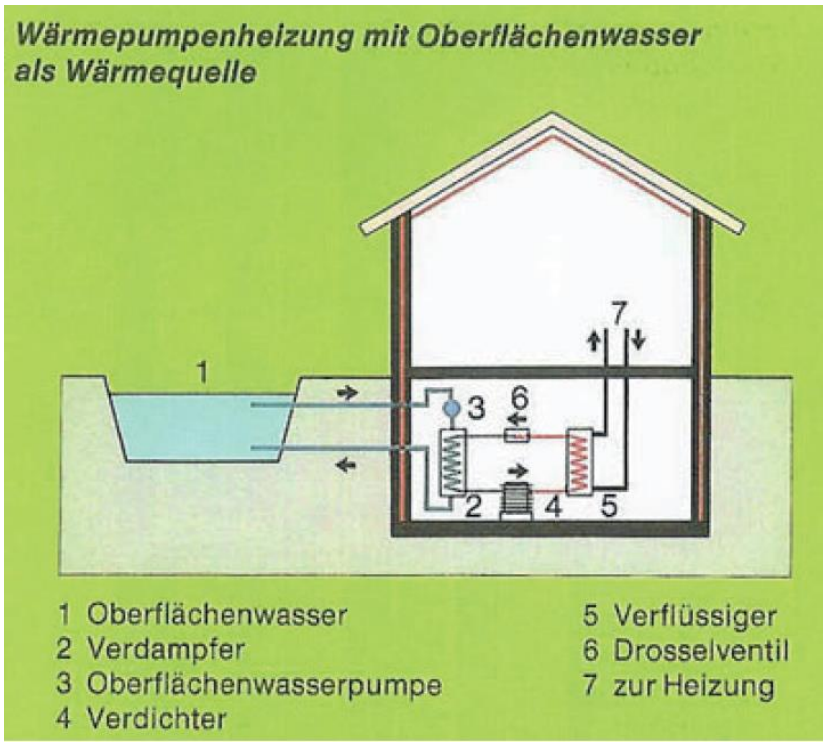


Abbildung 19: Wärmenutzung aus Oberflächenwasser (Merkblatt Bewilligung-Nutzung Umweltwärme, AfU Kanton TG)

Die Wärmenutzung aus der Thur ist im Zentrum von Kradolf ideal. Die Wassermenge der Thur ist bei minimal 6'930 l/s (davon sind max. 20 %, d.h. 1'386 l/s nutzbar) für eine Wärmenutzung sehr hoch, es befinden sich viele Öl- und Gasheizungen in der Nähe des Ufers und die Wärmedichte ist in diesem Gebiet hoch.

Auf der anderen Uferseite in Schönenberg wäre die Wärmedichte ebenfalls hoch, dort befindet sich aber der Holz-Wärmeverbund der Holz-Fernheizungs-Genossenschaft Schönenberg. Zu prüfen wäre, ob die dortigen Öl-Spitzenlastkessel durch Wärmepumpen mit Wärmenutzung aus der Thur ersetzt werden könnten oder ob der tiefere Wärmebedarf im Sommer durch die Wasser-Wasser-Wärmepumpen gedeckt werden kann.

Eine Machbarkeitsstudie mit detaillierten hydrologischen Abklärungen zur Grundwasser- und Oberflächenwasser-Nutzung zeigt, welche Nutzung machbar, ökologisch sinnvoller und finanziell interessanter ist.

Realisierbares Potenzial	ca. 450 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	0 MWh Wärme
Verbleibendes Potenzial	ca. 450 MWh Wärme

Fazit: Hydrologische Studie notwendig, um Potenzial und mögliche Entnahmestandorte zu definieren.

Umweltwärme aus dem Erdreich (untiefe Geothermie)

Umweltwärme kann aus dem Erdreich, dem Grundwasser, aus Oberflächengewässern oder aus der Luft gewonnen werden. Die Umweltwärme wird mittels elektrisch angetriebener Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und für Raumwärme und Warmwasser genutzt.

Das Potenzial für Wärmepumpen ist sehr gross. Künftig kann ein wesentlicher Teil des Wärme- und Warmwasserbedarfs mit Umweltwärme gedeckt werden. Aus energetischen Gründen sind Erdsonden-Wärmepumpen Luft-Wasser-Wärmepumpen vorzuziehen. Der Einsatz von Wärmepumpen bedingt auch den Einsatz von elektrischer Energie. Dieser höhere Strombedarf wird jedoch durch die Effizienz- und Substitutionsgewinne wett gemacht.

Erdsondenbohrungen bedürfen einer kantonalen Bewilligung. Die Abbildung 20 zeigt, wo Bohrungen zulässig sind.

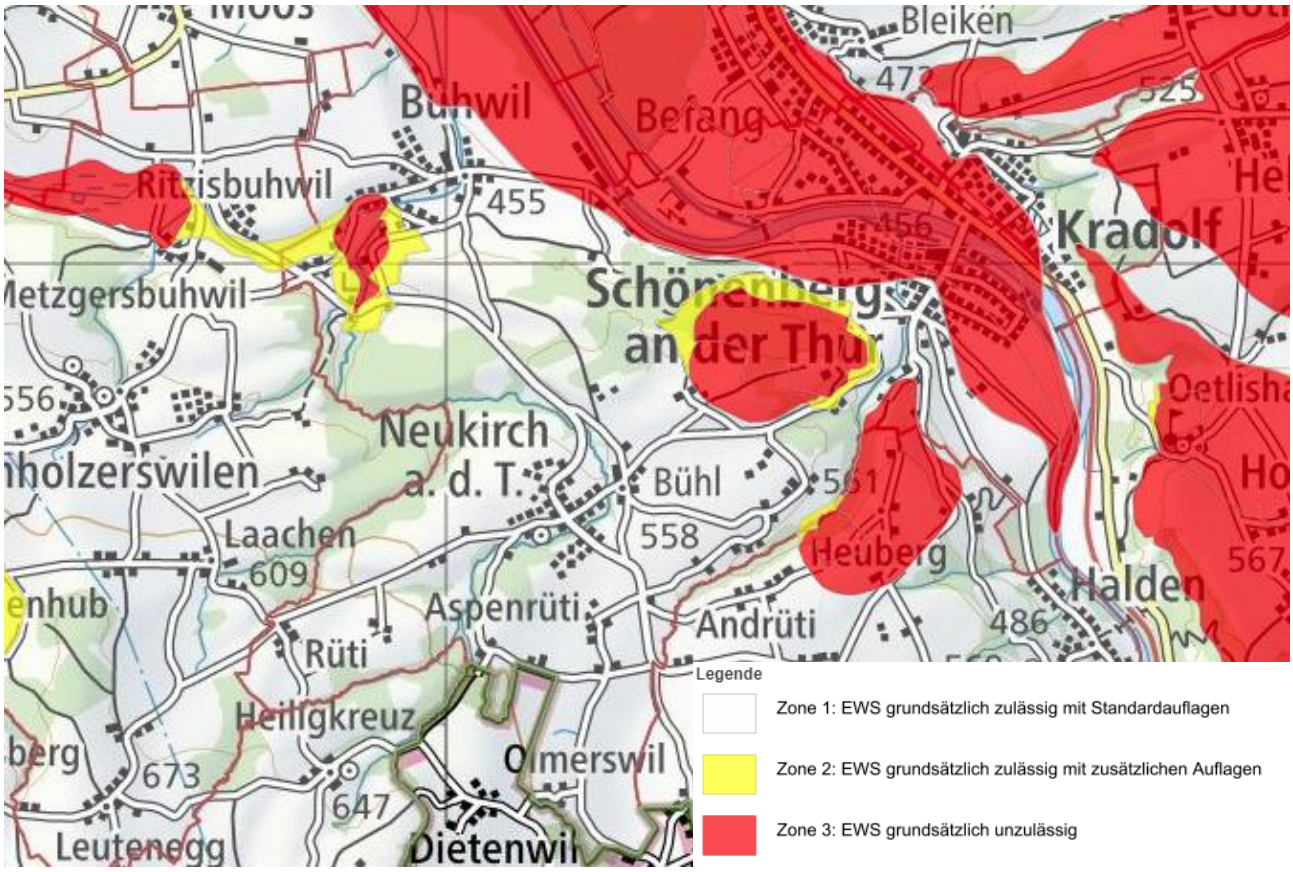


Abbildung 20: Eignungszonen Erdwärmesonden (Quelle: https://map.geo.tg.ch)

An den Rändern der Ortsteile Schönenberg, Kradolf und Buhwil sowie in Neukirch an der Thur sind Erdsondenbohrungen auf rund 50 ha der Bauzone zulässig. Gemäss Potenzial-Check für Kleingemeinden (Quelle: Energie Schweiz (2014): Potenzial Check für Kleingemeinden (V14.1)) werden 5 Sonden pro ha angenommen, mit einer Sondenlänge von 150 m und einer Entzugsenergie der Erdsonde von 80 kWh/m pro Jahr. Dies ergibt ein Energiepotenzial für Erdsonden-Wärmepumpen von 3’000 MWh, wovon 750 MWh elektrische Energie eingesetzt werden müssen.

Realisierbares Potenzial	3’000 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	600 MWh Wärme*

Verbleibendes Potenzial	2370 MWh Wärme

*Annahme: Die durch Wärmepumpen erzeugte Heizenergie wird zu 2/3 den Luft-Wasser-Wärmepumpen und zu 1/3 den Erdsonden-Wärmepumpen zugeteilt.

4.3. Regional verfügbare erneuerbare Energieträger

Energieholz, Restholz und Altholz

Wird das Energieholzholzpotenzial des Forstreviers AachThurSitter entsprechend der Einwohnerzahl auf Kradolf-Schönenberg umgerechnet, ergibt sich ein Potenzial von rund 5‘000 MWh/a, wovon 6‘500 MWh bereits genutzt werden, d.h. mehr als in den Wäldern von Kradolf-Schönenberg nachwächst.

In dieser Potenzialabschätzung ist das Potenzial von Rest- und Abfallholz aus holzverarbeitenden Betrieben nicht berücksichtigt.

Realisierbares Potenzial	5’000 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	6’500 MWh Wärme
Verbleibendes Potenzial	-1’000 MWh Wärme

Neben der Erzeugung von Wärme kann Energieholz mit der Technologie der Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) auch zur Stromerzeugung genutzt werden. Diese Technologie kommt für Anlagen mit einer Leistung ab 500 kW in Frage.

Wärmeverbund Holz-Fernheiz-Genossenschaft Schönenberg

Die Holz-Fernheiz-Genossenschaft Schönenberg wird von der Batag Immobilien Treuhand in Schönenberg verwaltet. Die Heizzentrale an der Thurbruggstrasse 4 ist mit einem Holzschnitzelkessel (1000 kW Leistung, Jg. 1997) und einem Ölkessel (600 kW Leistung, Jg. 1979) ausgerüstet. Zurzeit sind 31 Liegenschaften an den Wärmeverbund angeschlossen und beziehen pro Jahr ca. 3’000 MWh Wärme. Es könnten aufgrund der jetzigen Kesselleistungen nur noch wenige kleinere weitere Gebäude angeschlossen werden. In den nächsten Jahren müssen die Heizkessel ersetzt werden. Werden leistungsfähigere Kessel eingebaut, könnten noch weitere auch grössere Gebäude an den Wärmeverbund angeschlossen werden.

Realisierbares Potenzial	ca. 3’000 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	ca. 3’000 MWh Wärme
Verbleibendes Potenzial	Je nach Leistung neuer Kessel

Wärmeverbund Kaufmann-Oberholzer AG Schönenberg

Die Kaufmann-Oberholzer AG in Schönenberg verfeuert das Restholz aus der Holzverarbeitung und betreibt damit einen Wärmeverbund. Es sind 22 Liegenschaften angeschlossen und eine Mehrfamilienhaus-Überbauung sowie drei kleinere Häuser werden nächstens angeschlossen. Damit ist die Kapazität der installierten Heizkessel erreicht. Mit einem leistungsfähigeren Kessel zur Redundanz und Überbrückung von Revisionen könnte der Wärmeverbund noch weiter vergrössert werden.

Realisierbares Potenzial	ca. 800 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	ca. 800 MWh Wärme

Verbleibendes Potenzial	Je nach Leistung neuer Kessel

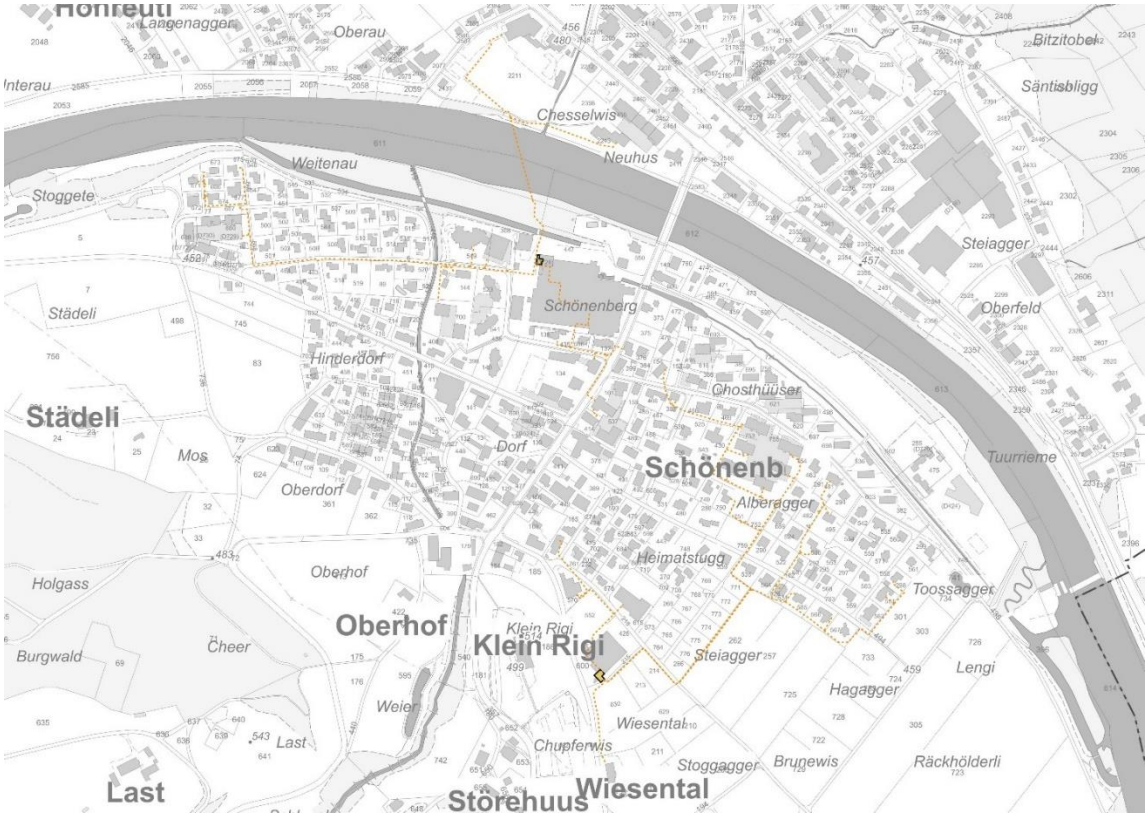


Abbildung 21: Fernwärme-Leitungen beide Wärmeverbünde

Restliche anfallende Biomasse für Biogas (Grüngut, Gülle, etc.)

Die Nutzung des aus organischen Abfällen gewinnbaren Methans (CH4) aus landwirtschaftlichen, industriellen Biogasanlagen oder aus dem Klärschlamm in der ARA wird seit Jahrzehnten praktiziert und ist technisch ausgereift. Anschliessend kann das Methan in einer WKK-Anlage zu Strom und Wärme umgewandelt werden oder zu reinem Methan aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist werden. Letzteres ist nur in grossen Anlagen wirtschaftlich.

In Kradolf-Schönenberg fallen jährlich rund 620 m³ Grüngut an. Das 14-täglich gesammelte Grüngut der Haushalte wird in der Kompostieranlage Foowis geliefert. Es erfolgt keine energetische Verwertung.

Das Energiepotenzial der landwirtschaftlichen Biomasse wird aufgrund der Anzahl Rinder- und Schweine errechnet.

Würde das Biogas aus landwirtschaftlicher Biomasse und der Grüngut-Haushaltssammlung in einem BHKW in Wärme und Strom umgewandelt, könnten rund 1500 MWh Wärme und rund 750 MWh Strom produziert werden. Dabei wird ein Erzeugungsanteil von 60% thermisch und 30% elektrisch angenommen, bei einem Verlust von 10%.

Realisierbares Potenzial	1500 MWh Wärme 750 MWh Strom
Bereits genutztes Potenzial	0 MWh Wärme 0 MWh Strom

Verbleibendes Potenzial	1500 MWh Wärme 750 MWh Strom

Blockheizkraftwerk Thur Holz AG

Die Thur Holz AG möchte neben ihrem Betrieb ausserhalb der Bauzone ein Blockheizkraftwerk (BHKW) erstellen. Damit soll in erster Linie Strom für den Sägereibetrieb produziert werden. Die anfallende Abwärme soll über eine Fernwärmeleitung entweder beim geplanten Neubau des Schulhauses in Sulgen oder im Ortsteil Schönenberg genutzt werden. Da sich das BHKW erst in einer frühen Planungsphase befindet, kann das Wärmepotenzial noch nicht abgeschätzt werden.

Es ist voraussichtlich notwendig, im Zonenplan eine neue sogenannte Energiezone auszuscheiden, da das BHKW ausserhalb der Bauzone erstellt werden soll. Der ungefährer Perimeter ist in der Richtplankarte mit einer roten gestrichelten Linie eingezeichnet.

4.4. Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energien

Sonnenenergie (thermisch)

In Kradolf Schönenberg werden aktuell mit 25 thermischen Solaranlagen rund 200 MWh/a Wärme produziert. Gemäss der Potenzialabschätzung des Bundesamtes für Energie (sonnendach.ch) werden als Solarwärme-Potenzial 10’420 MWh (Dächer und Fassade) eingesetzt.

Gemäss der Swissolar-Studie, „Masterplan Solarwärme Schweiz 2035“: Kann im Wohnbereich bei bestehender Speichertechnologie und energetisch saniertem Gebäudebestand rund 30% des Wärmebedarfs mit thermischen Solaranlagen (Sonnenkollektoren) gedeckt werden Das heisst, es könnten bei einem Gesamtwärmebedarf von 33 GWh/a etwa 11 GWh/a durch thermischen Solaranlagen bereitgestellt werden. Dieser Wert liegt nur wenige Prozent über der Potentialschätzung. Für die Potentialabschätzung werden die Zahlen des Solarkatasters (sonnendach.ch) verwendet, welche ca. 20% unter den Werten der Swisssolar-Studie liegen.

Der Bau von thermischen Solaranlagen ist in den letzten Jahren stark rückläufig. Gemäss Förderprogramm Kanton Thurgau (siehe Tabelle 7) wurde seit 2015 nur fünf neue thermische Solaranlage unterstützt. Die thermischen Solaranlagen wurden oft mit fossilen Heizungen kombiniert. Durch die Zunahme von Wärmepumpen, werden die verfügbaren Dachflächen vermehrt für Solarstromanlagen verwendet und nicht mehr für thermische Solaranlagen.

Realisierbares Potenzial	10’420 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	200 MWh Wärme
Verbleibendes Potenzial	10’220 MWh Wärme

Fazit: Das verbleibende Potenzial wird zu Gunsten von Solarstromanlagen sehr wenig genutzt werden.

Umweltwärme aus Umgebungsluft

Die Energienutzung der Luft mittels Wärmepumpe ist grundsätzlich überall möglich. Die Anforderungen an den Lärmschutz sind einzuhalten. Das Potenzial ist gross.

Um beurteilen zu können, ob der Ersatz von Ölheizungen durch Luft-Wasser-Wärmepumpen auch in bestehenden Gebäuden ohne zusätzliche Wärmedämmung einen positiven Beitrag zur CO_2-Minderung leisten kann, wurden Simulationsrechnungen für Einfamilienhäuser durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass auch bei einem sehr ungünstigen angenommenen Strommix (Beispiel Deutschland) Luft-Wasser-Wärmepumpen, die eine Jahresarbeitszahl von 2,3 oder besser erreichen, gegenüber der Ölheizung geringere CO_2-Emissionen verursachen. Der Strommix im Kanton Thurgau ist bereits heute 100% erneuerbar. Daher resultiert über die Lebensdauer der Luft-Wasser-Wärmepumpe in jedem Fall ein positiver Beitrag zur Reduktion der CO_2-Emissionen. (Quelle: Argumentarium für den Ersatz von Ölheizungen durch Luft-Wasser-Wärmepumpen Rotkreuz/Aarau, 8. März 2015)

Unter der Annahme, dass 80% der fossilen Heizungen (14'700 MWh) ersetzt werden, würden 9'800 MWh Umweltwärme und 4'900 MWh Strom benötigt.

Realisierbares Potenzial	9'800 MWh Wärme
Bereits genutztes Potenzial	1'200 MWh Wärme*
Verbleibendes Potenzial	8'600 MWh Wärme

*Annahme: Die durch Wärmepumpen erzeugte Heizenergie wird zu 2/3 den Luft-Wasser-Wärmepumpen und zu 1/3 den Erdsonden-Wärmepumpen zugeteilt.

4.5. Elektrizitätsproduktion

Sonnenenergie (Photovoltaik)

Mit Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) wird Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt. PV-Anlagen können auf Dächern, Fassaden, Infrastrukturanlagen (z.B. Lärmschutzwände) etc. installiert werden. In Kradolf-Schönenberg sind 53 PV-Anlagen mit einer kumulierten Leistung von rund 1'000 kW installiert (Stand Aug. 2020). Diese Anlagen erzeugen rund 1'300 MWh Strom pro Jahr.

Das Potenzial ist in grossem Mass vorhanden. Das Solarstrompotenzial liegt nach BFE Berechnungen für Dächer bei 27.44 GWh und für Fassaden bei 9.16 GWh. Total 36.60 GWh. Wird ein Teil davon für Solarwärme genutzt verringert sich das Solarstrompotenzial. Das Solarstrompotential an Fassaden hat in Bezug auf die Produktion von Winterstrom an Bedeutung gewonnen. Wegen des tieferen Sonnenstandes im Winter produziert ein Fassadenmodul mehr Energie als ein Dachmodul. Entsprechend hat der Bund seit dem 1. April 2022 einen zusätzlichen Förderbonus für Solarfassaden eingeführt.

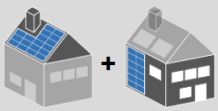
Nur Dächer	Potenzial Solarstrom: **27.44 GWh pro Jahr**	Potenzial Solarwärme (Heizwärme und Warmwasser): **10.42 GWh pro Jahr** Potenzial Solarstrom zusätzlich zur Solarwärme: **16.36 GWh pro Jahr**
Dächer + Fassaden 	Potenzial Solarstrom: **36.6 GWh pro Jahr**	Potenzial Solarwärme: **10.42 GWh pro Jahr** Potenzial Solarstrom zusätzlich: **25.52 GWh pro Jahr**

Abbildung 22: Solarpotentiale Gemeinde Kradolf-Schönenberg; Quelle Solarkataster Sonnendach, BFE

Realisierbares Potenzial	38’600 MWh Strom
Bereits genutztes Potenzial	1’500 MWh Strom
Verbleibendes Potenzial	37’100 MWh Strom

Ortsbildschutz und Kulturdenkmäler

Die Gemeinde verfügt über zwei Ortsbilder. welche gemäss kantonalem Richtplan (KRP) als besonders wertvoll eingestuft sind:

- Neukirch Dorf
- Schönenberg alter Dorfteil

Weiterhin sind in der Gemeinde verschiedene Bauten als Schutzobjekte eingestuft. Solaranlagen in kulturhistorisch bedeutsamen Ortsbildern oder an Schutzobjekten benötigen eine Bewilligung (vgl. Art. 18a Abs. 3RPG)

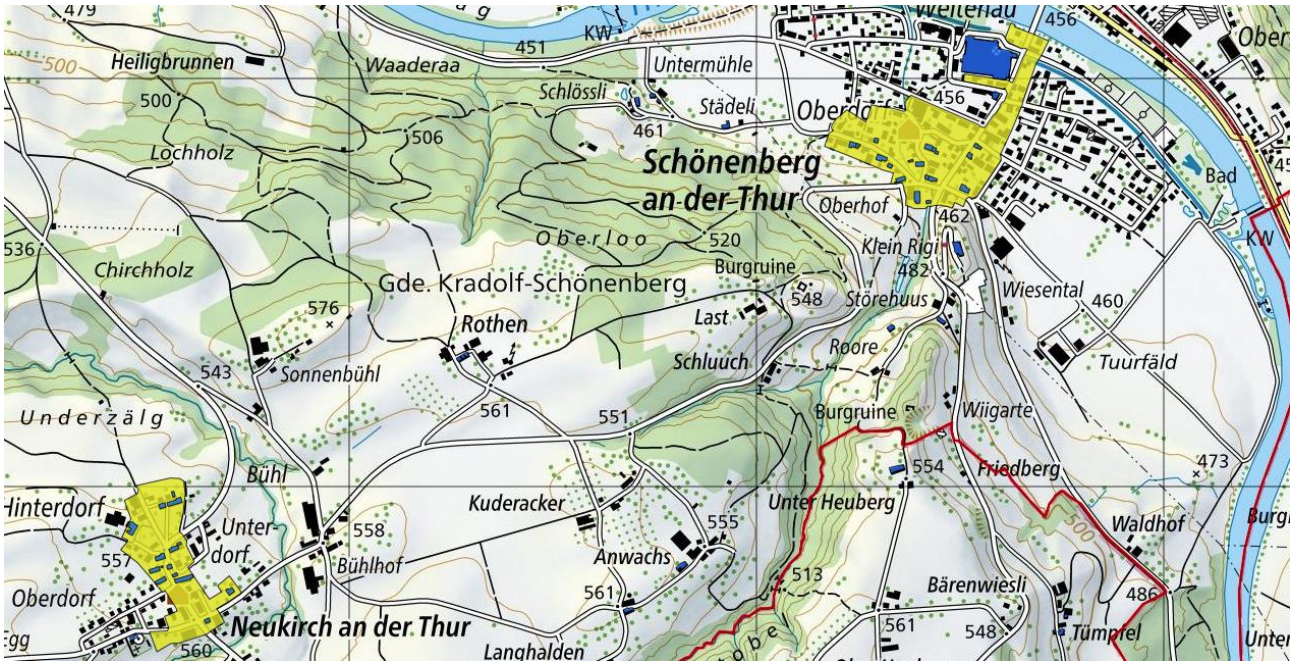


Abbildung 23: Ortsbildschutzgebiete (Beurteilung Solaranlagen); Quelle Thurgis

Wasserkraft

Wasserkraft wird heute mit den zwei Laufkraftwerken Au und Thurfeld an der Thur mit einer Energieproduktion von total 13.9 GWh/Jahr genutzt. Das Kraftwerk Au wurde im Jahr 2002 in Betrieb genommen, hat eine Generatorenleistung von 2 MW und produziert jährlich ca. 6.9 GWh. Das Kraftwerk Thurfeld wurde im Jahr 2011 mit einer Generatorenleistung von 1.7 MW und einer jährlichen Produktionserwartung von ca. 7.1 GWh erstellt.

In Kradolf-Schönenberg sind keine höher gelegene Wasserfassungen und Reservoire vorhanden, die eine Trinkwasserturbinierung rentabel ermöglichen würden.

Realisierbares Potenzial	13’900 MWh Strom
Bereits genutztes Potenzial	13’900 MWh Strom
Verbleibendes Potenzial	0 MWh Strom

Windkraft

Die Windpotenzialstudie des Kantons Thurgau aus dem Jahr 2014 weist für Kradolf Schönenberg kein Windpotenzial aus.

4.6. Zusammenfassung

Mit den verbleibenden Energiepotenzialen kann theoretisch der Wärmebedarf erneuerbar beheizt werden. Selbstverständlich kann zum Beispiel pro Heizungsersatz nur eines der Potenziale genutzt werden. Oder anders betrachtet, bestehen für die meisten Liegenschaften mehrere Möglichkeiten auf erneuerbare Energie umzusteigen.

Tabelle 15: Übersicht Strom- und Wärmebedarf mit Gegenüberstellung der Potenziale Jahr 2050 (gerundet)

	Wärme-verbrauch 2019 in MWh/a	Verbleibendes Potenzial Wärme in MWh/a	Strom-verbrauch 2019 in MWh/a	Verbleibendes Potenzial Strom in MWh/a
Heizöl	12’300			
Erdgas	6’700			
Abwärme Industrie	0	0		
Abwärme aus ARA	0	0		
Umweltwärme - Erdwärme - Umgebungsluft - Grundwasser - Oberflächengewässer	3’600	 2’400 9`600 nicht bekannt ca.500		
Fernwärme erneuerbar	1’200	nicht bekannt		
Holz	5’500	6’500		
Solarthermie	200	10’200		
Biomasse für Biogas	1’000	1’500		800
Netzstrom für Wärme (WP, E-Boiler, E-Heizung)	2’800			
Solarstrom (in Kradolf-Schönenberg produziert)			1`300	37’000
Wasserkraftstrom (in Kradolf-Schönenberg produziert)			13’900	0
Wind			0	0
Verbrauch 2019 total	**33’300**		**14’500**	
Verbleibendes Potenzial Wärme		**24’200**		
Verbleibendes Potenzial Strom				**37’800**
Effizienzmassnahmen	-20’800			
Effizienzmassnahmen Strom (inkl. Ersatz Elektroheizung)			-2’000	
Zunahme Strom für Wärmepumpen (80% Ersatz fossile Heizung) *			+3’700	
Zunahme Strom Mobilität (40% E-Auto) **			+2’000	
Verbrauch 2050 mit Effizienz und Stromzunahme	**12’500**		**18’200**	

* Annahme: 80 % des fossiler Wärmeverbrauchs werden durch Wärmepumpen mit einer JAZ von 4 ersetzt

** Annahme: 2'000 kWh Strom pro ersetztes fossil betriebenes Auto, 2136 zu ersetzende fossile Fahrzeuge

Im Bereich Wärme hat der Ausbau des Wärmeverbundes Holz-Fernheiz-Genossenschaft Schönenberg grosses Potenzial, wenn er Richtung Gemeindehaus erweitert wird. Die Wärmenutzung des Thur-Ober-

flächenwassers wäre in Kradolf prüfenswert. Eine Studie, wo die Machbarkeit, die Potenziale und mögliche Entnahmestellen ausgelotet werden, wäre sinnvoll. Der Heizungsersatz bei privaten Liegenschaften durch Luft-Wasser- und Erdsonden-Wärmepumpen sowie thermische Solaranlagen sollte in zweiter Priorität mit geeigneten Mitteln gefördert werden.

Im Bereich Stromproduktion ist es sinnvoll den Bau von Solarstromanlagen mit geeigneten Mitteln zu fördern.

5. Wertschöpfung

Tabelle 16: Übersicht Kosten und Wertschöpfung fossile Energieträger in Kradolf-Schönenberg

Energieträger	Kosten Rp/KWh	Verbrauch total kWh/a	Ausgaben in Kradolf-Schön.	Wertschöpfung Region und CH	Wertschöpfung Ausland
Treibstoffe	20	29`000`000	5.8 Mio. Fr/a	ca. 50%	2.9 Mio. Fr/a
Heizöl	10	12`000`000	1.2 Mio. Fr./a	ca. 30%	0.8 Mio. Fr/a
Gas	13	7`000`000	0.9 Mio. Fr./a	ca. 30%	0.6 Mio. Fr/a

Auf dem Gemeindegebiet Kradolf Schönenberg werden jährlich ca. 7.9 Mio. Fr. für fossile Energieträger ausgegeben. Das sind rund 2’200 Fr. pro Person und Jahr. Davon fliessen rund 4.3 Mio. Fr. für die Energieimporte ins Ausland ab. Im Bereich Strom liegt die Wertschöpfung gegenwärtig bei 97% in der Region und in der Schweiz.

Energieeffizienzsteigerungen und Substitution fossiler Energieträger durch lokal und regional verfügbare erneuerbare Energieträger führen zu Einsparungen beim Import von fossilen Brenn- und Treibstoffen und erhöht gleichzeitig die lokale Wertschöpfung (Abbildung 20). Gemäss der Prognose liegt im Jahr 2050 die Wertschöpfung «Ausland» bei rund 12% und setzt sich zusammen aus 3% Wärme, 8% Strom und 1% Energieeffizienz. In der Prognose wird davon ausgegangen, dass bis 2050 die Stromimporte steigen werden.

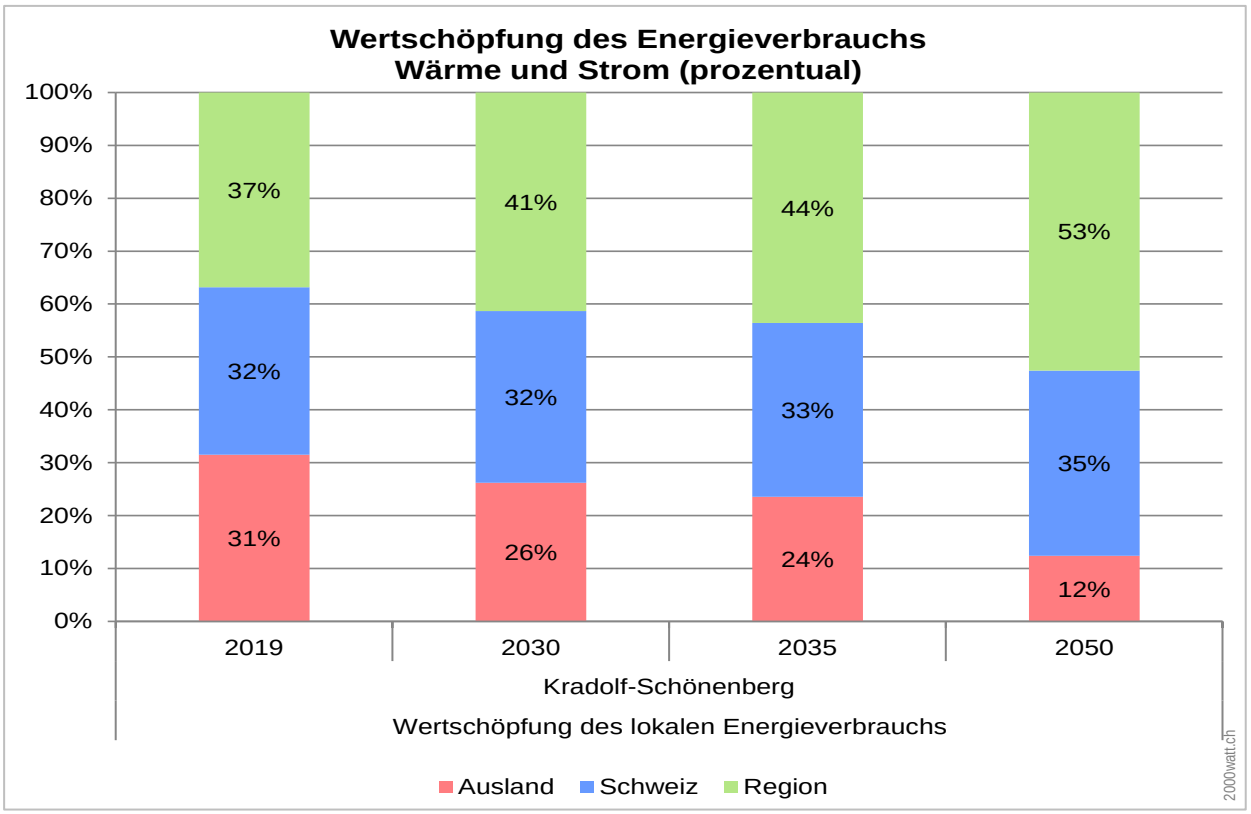


Abbildung 24: Wertschöpfung des Energieverbrauchs Wärme und Strom

6. Prognose

Die Abschätzung des zukünftigen Energiebedarfs ist sehr schwierig, da weder die technischen Entwicklungen noch die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen vorausgesehen werden können. Trotzdem macht es Sinn, mögliche Entwicklungen aufzuzeigen, damit zielgerichtete Massnahmen ins Auge gefasst werden können.

Aufgrund der Bevölkerungsentwicklung, der technologischen Entwicklung (z.B. Gebäudesanierungen, Ersatz Elektroboiler und Elektroheizungen, effizientere elektrische Geräte, Wärmepumpen, Elektromobilität), der vorhandenen Potenziale und der Umsetzungswahrscheinlichkeit kann der künftige Energieverbrauch wie folgt abgeschätzt werden.

Der heutige Wärmebedarf von rund 33 GWh/a steigt ohne Effizienzmassnahmen bis ins Jahr 2050 auf rund 36 GWh/a an. Durch Effizienzmassnahmen im Bereich Gebäudehülle und -technik kann der Wärmebedarf im Jahr 2050 bis auf 12 GWh/a reduziert werden (siehe Kapitel 4.1). Ein Grossteil der fossilen Wärmeversorgung (6 GWh/a) wird in Zukunft durch Wärmepumpen erfolgen. Eine konsequente Umsetzung des Effizienzpotenzial ist wichtig, damit der Anstieg an Strombedarf für den Betrieb der Wärmepumpen handhabbar bleibt.

Der Strombedarf wird durch die Elektromobilität und Wärmepumpen ansteigen. Besonders die Wärmepumpen werden zu einem hohen Anstieg an Strombedarf im Winter führen (Winterstrom).

7. Information und Mitwirkung

Die Gemeindebehörde hat die Bevölkerung sachgerecht über Stand, Ablauf, Ziele informiert. Die Erarbeitung des Energierichtplans erfolgte durch die bereits bestehende Umwelt- und Nachhaltigkeitskommission. Am 23. April 2022 wurde ein Workshop zu den Massnahmen durchgeführt, welcher über diverse Kanäle beworben wurde. An dem Workshop haben 14 Personen teilgenommen und Ideen für Massnahmen gesammelt.

Die öffentliche Bekanntmachung hat vom….. bis ….. stattgefunden. In diesem Zeitraum sind …. Einwände gegen den Energierichtplan eingegangen.

8. Zielerreichung und Interessenabwägung

Die Auflistung zeigt die Erfüllung respektive die Nichterfüllung der Vorgaben des kantonalen Richtplans Ver- und Entsorgung.

Tabelle 17: Planungsgrundsätze und -aufträge "Energie" kantonaler Richtplan

Vorgaben	Bemerkung zur Umsetzung / Behandlung
Kantonaler Richtplantext, Kap. 4.2 Ver- und Entsorgung: Energie (Stand 2017)	
Planungsauftrag 4.2 A:	
Potenziale Fernwärmeversorgung	Gebiete in Plan dargestellt Koordinationsblätter «Wärmeverbund Oberfeld» (W2) und «Wärmeverbund Weidagger» (W3)
Standorte für grössere Energieanlagen und Verteilinfrastruktur	In Richtplankarte eingetragen Koordinationsblatt «Netzausbau und Speicherung» (S2)
Standorte Wärmepumpenanlagen zur Nutzung der Wasserwärme aus Rhein	Kein See oder Rheinanstoss
Massnahmen zur Begrenzung des Verbrauchs fossiler Energieträger	Koordinationsblatt „Ersatz fossile Wärmeversorgung“ (W6)
Massnahmen zur Begrenzung elektrischer Energie	Koordinationsblatt «Gebäudestandard» (H1) und «Beschaffungsstandard (H2), «
Massnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien	Koordinationsblatt, «Förderung Solaranlagen» (S1), ««Strommixstrategie» (S4), Biogas» (W4)
Planungsgrundsatz 4.2 C: «Stromnetz»	Stromnetzanalyse schon erarbeitet Koordinationsblatt «Netzausbau und Speicherung» (S2))
Planungsgrundsatz 4.2 E und F: Gasversorgung	Keine Massnahme da Gasversorger Weinfelden ist
Planungsgrundsatz 4.2 G:	Keine Massnahme
Planungsgrundsatz 4.2 H:	Keine Massnahme
Planungsgrundsatz 4.2 I:	Koordinationsblätter Wärme und Strom abgehandelt
Planungsgrundsatz 4.2 J:	Koordinationsblatt Strom abgehandelt
Planungsgrundsatz 4.2 K:	Potential wird bereits genutzt
Planungsgrundsatz 4.2 L:	Keine Massnahme
Planungsgrundsatz 4.2 M:	Koordinationsblatt «Biogas» (W4)
Planungsgrundsatz 4.2 O:	Keine Massnahme
Planungsgrundsatz 4.2 P:	Koordinationsblatt Strom abgehandelt
Planungsgrundsatz 4.2 Q, R und S:	Keine Massnahme, kein Potenzialgebiet
Planungsgrundsatz 4.2 T:	Koordinationsblatt Wärme abgehandelt
Planungsgrundsatz 4.2 U:	Keine Massnahme

9. Ausblick und Erfolgskontrolle

9.1. Veränderungen seit Datengrundlage 2019

Beim Start der Kommissionsarbeit lagen die Daten des Jahres 2019 vor. Die neueste Gesamtenergiestatistik 2021 zeigt, dass sich zwischen 2020 und 2021 die Anzahl der fossilen Heizungen nicht verändert hat. Demgegenüber wurden einige Holzheizungen durch Wärmepumpen ersetzt. Im Jahr 2022 wurden in der Gemeinde Kradolf-Schönenberg 9 weitere Wärmepumpen installiert und Fördergesuche für weitere 17 Wärmepumpen gestellt. Eine ähnliche Steigerung betrifft die Batteriespeicher. In den beiden Jahren haben sich sowohl die Anzahl der fossilen Heizungen wie auch der Verbrauch an fossilen Energien nur um wenige Prozent verändert.

Im Bereich Verkehr wurden in den Jahren 2020 bis 2022 zwar einige neue Elektroautos registriert. Aufgrund der grossen Anzahl der fossil betriebenen Fahrzeuge hat sich dadurch aber der Anteil der Elektrofahrzeuge nur marginal verändert.

9.2. Erfolgskontrolle

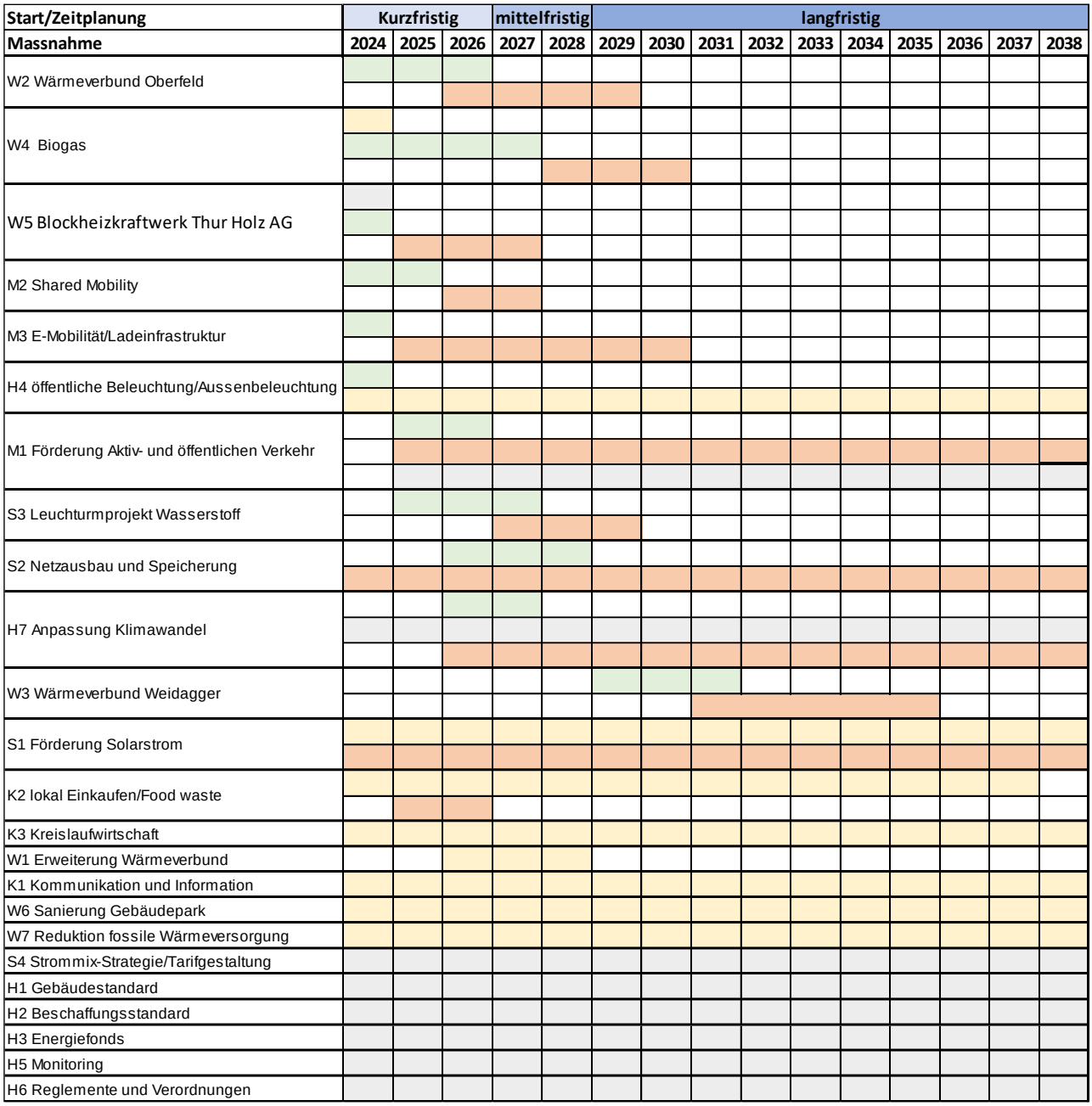
Im Sinne einer Erfolgskontrolle wird die Zielsetzung und die Umsetzung der Massnahmen laufend überprüft.

Jährlich werden einige einfach zu erhebende Indikatoren, z.B. Entwicklung Zubau Solarstrom, Veränderungen bei den Heizsystemen erfasst und beurteilt. Die Umwelt- und Nachhaltigkeitskommission (UNHK), auch im Rahmen des Energiestadt-Prozesses, koordiniert und begleitet die Umsetzung der Massnahmen. Sie erstattet dem Gemeinderat jährlich Bericht.

Zirka nach 10 Jahren werden die Energiestrategie und Energierichtplan umfassend über deren Wirkung überprüft und allenfalls überarbeitet.

10. Zeitplanung Massnahmenumsetzung

Um die Ziele der Energiestrategie 2050 und das Netto-Null-Ziel zu erreichen, hat die Gemeinde 23 Massnahmen definiert. Die Massnahmen und deren Planungshorizont sind im behördenverbindlichen Dokument Richtplantext genauer beschrieben und festgelegt. Für einen effizienten Einsatz der personellen und finanziellen Ressourcen ist eine Gesamtschau der Massnahmen notwendig. So können Synergien und Anhängigkeiten von Massnahmen erkannt und genutzt werden.



MA/Konzept
Projekt/Umsetzung
Verwaltungarbeit
Kommunikation

11. Anhang

11.1. Glossar

Für ein fachliches besseres Verständnis ist es hilfreich die im Richtplan verwendeten Begriffe kurz zu beschreiben. In der folgenden nicht abschliessenden Liste sind die oft verwendeten Begriffe aufgeführt.

Energierichtplan	Der Energierichtplan ist ein Planungsinstrument zur Ausrichtung der Energieversorgung und ein geeignetes Mittel, um energiepolitische Verantwortung und Vorbildfunktion zu übernehmen. Der Energierichtplan ist behördenverbindlich.
Gesamtenergie-versorgungskonzept	Ganzheitliches kommunales Energiekonzept, welches gleichermassen die Bereiche Wärme, Strom und Mobilität berücksichtigt.
Treibhausgase	Ausser Kohlendioxyd (CO2) werden auch Methan, Stickoxyde und FCKW als Treibhausgase bezeichnet. Sie werden vereinheitlicht in CO2-Äquivalente umgerechnet.
CO_2-Äquivalente	Gibt an wieviel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zum Treibhauseffekt beiträgt.
Klimaziel 2050 Netto-Null Emissionen	Mit der Unterzeichnung des Klimaübereinkommens von Paris hatte der Bundesrat beschlossen, dass die Schweiz bis 2050 nicht mehr Treibhausgase ausstossen soll, als natürliche und technische Speicher aufnehmen können. Dieses Ziel basierte auf Erkenntnissen des Weltklimarates (IPCC), wonach die Klimaerwärmung bis zum Jahr 2100 auf unter 2 Grad zu begrenzen ist.
Primärenergie	Bezeichnet die Energie, die von natürlichen, noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern (wie Kohle, Erdöl, Erdgas, Wind usw.) stammt.
Endenergie	Die beim Endverbraucher ankommende Energie (z.B. Strom, Heizöl oder Holzpellets) bezeichnet man als Endenergie.
Nutzenergie	Ist die Energie, die dem Nutzer für seine Bedürfnisse zur Verfügung steht. Sie entsteht durch Umwandlung der Endenergie. Raumwärme ist ein Beispiel für Nutzenergie.
Leistung (W)	Ist die pro Zeit geleistete Arbeit. Die Einheit ist Watt (W).
Kilowatt-Peak (kWp)	Ist die Leistung in Kilowatt (kW), welche eine Photovoltaikanlage unter Laborbedingungen erbringen kann.
Kilowattstunde (kWh)	Gibt an wieviel Leistung (Watt) verbraucht wurde und für wie lange. Ein Haar Föhn z.B. verbraucht bei einer Leistung von 1 kW (1 Kilowatt = 1‘000 Watt) in einer Stunde 1 kWh (1 Kilowattstunde) Strom (elektrische Energie).
Megawattstunde (MWh)	Energiemenge: 1 Megawattstunde (MWh) = 1'000 Kilowattstunden (kWh)
Gigawattstunde (GWh)	Energiemenge: 1 Gigawattstunde (GWh) = 1'000 Megawattstunden (MWh) 1 Gigawattstunde (GWh) = 1'000'000 Kilowattstunden (kWh)
Ökologischer Mehrwert	Beim ökologischen Mehrwert handelt es sich um den Mehrwert, den der ökologisch produzierte Strom gegenüber konventionell produziertem Strom z.B. aus Gas- oder Kernkraftwerken aufweist. Dieser ökologische Mehrwert wird in Form von Herkunftsnachweisen erfasst (Produktionsgarantie) Der ökologische Mehrwert ist handelbar.

12. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wärmedichteplan Kradolf-Schönenberg aus ThurGIS 1
Abbildung 2: Zielbild klimaneutrale Schweiz 2050, Quelle: Energieperspektiven 2050+, BFE 2020 5
Abbildung 3: Pro-Kopf-Endenergieverbrauch nach Sektoren und Verwendungszweck in Kradolf-Schönenberg und der Schweiz. 8
Abbildung 4:EndenergieverbrauchWärme und Prozessenergie in GWh pro Jahr 9
Abbildung 5: Endenergieverbrauch Strom in kWh pro Person für Kradolf-Schönenberg und die Schweiz 11
Abbildung 6: Endenergieverbrauch Strom und Stromproduktion Kradolf-Schönenberg in MWh pro Jahr 11
Abbildung 7: Vergütungstarif für PV-Anlage Quelle: https://www.vese.ch/pvtarif/ 12
Abbildung 8: Endenergieverbrauch „Mobilität Inland“, Kradolf-Schönenberg und Schweiz 13
Abbildung 9:ÖV-Güteklasse in Kradolf-Schönenberg 13
Abbildung 10: Ladestationen für Elektro-Autos https://opendata.swiss 14
Abbildung 11: End- und Primärenergie nach Energieträger, Kradolf-Schönenberg und Schweiz 16
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Verwendungszweck, Kradolf-Schönenberg und Schweiz 16
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger, Kradolf-Schönenberg und Schweiz 17
Abbildung 14: Treibhausgasemissionen "Mobilität Inland" 18
Abbildung 15: Absenkpfad der Treibhausgasemissionen für Kradolf-Schönenberg und die Schweiz 18
Abbildung 16: Prinzipschema der Abwasserwärmenutzung (Quelle: energieschweiz Heizen und Kühlen mit Abwasser) 22
Abbildung 17:Abwasserkanäle > 700 mm 22
Abbildung 18: Ausschnitt Grundwassermodell Thurtal, Mittelwasserstand (Quelle: https://map.geo.tg.ch) 24
Abbildung 19: Wärmenutzung aus Oberflächenwasser (Merkblatt Bewilligung-Nutzung Umweltwärme, AfU Kanton TG) 25
Abbildung 20: Verbotszonen Erdwärmesonden (Quelle: https://map.geo.tg.ch) 26
Abbildung 21: Fernwärme-Leitungen beide Wärmeverbünde 28
Abbildung 22: Solarpotentiale Gemeinde Kradolf-Schönenberg; Quelle Solarkataster Sonnendach, BFE 30
Abbildung 23: Wertschöpfung des Energieverbrauchs Wärme und Strom 34

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ziele Energieverbrauch und Treibhausgasausstoss 4
Tabelle 2: Anvisierte Ziele für das Jahr 2030 6
Tabelle 3: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Kradolf-Schönenberg 7
Tabelle 4: Anzahl Beschäftigte nach Sektoren und Pendler; Quelle Thurgauer Themenatlas, Amt für Statistik 8
Tabelle 5:Wärmeverbrauch der Gemeinde Kradolf-Schönenberg nach Energieträger 9
Tabelle 6: Anzahl Hauptheizsysteme in Kradolf Schönenberg gemäss kantonaler Energiestatistik (2015-2019) 10
Tabelle 7: Umgesetzte Projekte Förderprogramm Kanton Thurgau in Kradolf-Schönenberg (2015-2020) 10
Tabelle 8: Übersicht umgesetzte Batteriespeicher Förderprogramm Kanton Thurgau (2017-2021) 12
Tabelle 9: Immatrikulierte Personenwagen in Kradolf-Schönenberg, Quelle: Strassenverkehrsamt Thurgau 14
Tabelle 10: Auszug Primärenergie- und Treibhausgasfaktoren, Quelle: www.kbob.admin.ch 15
Tabelle 11: Übersicht und Reduktionsziele fossile Heizungen und Personenwagen 19
Tabelle 12: Effizienzpotenzial Wärme 20
Tabelle 13: Effizienzpotenzial Strom 20
Tabelle 14. Effizienzpotenzial Mobilität 21

Tabelle 15: Übersicht Strom- und Wärmebedarf mit Gegenüberstellung der Potenziale Jahr 2050 (gerundet) 32
Tabelle 16: Übersicht Kosten und Wertschöpfung fossile Energieträger in Kradolf-Schönenberg 33