



Energiebilanz und -potenziale

Grundlagenbericht



Bearbeitung

PLANAR AG für Raumentwicklung
Gutstrasse 73, 8055 Zürich
Tel 044 421 38 38
www.planar.ch, info@planar.ch

Rita Gnehm, MSc ETH Umweltnaturwissenschaften

Fabienne Maag, MSc UZH Geographie

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
2 Bestehende Energie-Infrastruktur	7
2.1 Wärme	7
2.2 Strom	8
3 Energieverbrauch	10
3.1 Daten und Methodik	10
3.2 Energieverbrauch 2019	11
3.3 Primärenergie und Treibhausgasemissionen	13
3.4 Wärmeverbrauch	15
3.5 Strom	18
3.6 Mobilität	20
4 Potenziale	21
4.1 Wärmepotenziale	21
4.2 Strompotenziale	26
5 Stromversorgungssicherheit	30
5.1 Situation Schweiz	30
5.2 Fazit Situation Appenzell Innerrhoden	34
5.3 Einschätzung lokaler Energieversorger	35
6 Empfehlungen	37
6.1 Übergeordnetes Konzept	37
6.2 Stromproduktion	37
6.3 Wärme/Kälte-Versorgung	38
Glossar	39
Literaturhinweise	41
Anhänge	42

Zusammenfassung

Im vorliegenden Grundlagenbericht wird die Energieversorgung des Kantons Appenzell Innerrhodens und vorhandene Potenziale zur Energiegewinnung mit erneuerbaren Energieträgern analysiert und erläutert. Die Erkenntnisse sollen aufzeigen, ob anschliessend die Erarbeitung einer kantonalen räumlichen Energieplanung angezeigt ist. Die ermittelten Kennwerte können bei einer zeitnahen Umsetzung als direkte Grundlage dienen und bei Bedarf vertieft werden.

Energieverbrauch	Im Rahmen des vorliegenden Grundlagenberichts wurde der Energiebedarf des Kantons Appenzell Innerrhodens für das Jahr 2019 erhoben. Dabei wurde der Anteil Energie zur Erzeugung von Komfortwärme identifiziert, den Stromverbrauch und der Energieverbrauch für die Mobilität. Der Gesamtenergieverbrauch des Kantons beläuft sich auf 456 GWh/a. Dies entspricht einem Verbrauch von 32 MWh/a pro Einwohner. Umgerechnet auf die Dauerleistung Primärenergie (gemäss Bilanzierung 2000-Watt-Gesellschaft) entspricht dies 4'293 W/EW/a.
Treibhausgasemissionen	Daraus resultieren Treibhausgasemissionen von 86'179 Tonnen pro Jahr, was einer Menge von 6.13 t CO ₂ -eq/EW/a entspricht.
Potenziale	Ebenfalls wurden für das Jahr 2019 die vorhandenen Potenziale zur Wärme- und Stromproduktion im Kanton Appenzell Innerrhodens erhoben und dem bereits genutzten Anteil gegenübergestellt. Im Kanton bestehen 250 GWh/a Wärmepotenzial (bei 320 GWh/a Verbrauch) und 175 GWh/a Strompotenziale (bei 97 GWh/a Verbrauch). Aus diesem Vergleich geht hervor, dass sich ein Grossteil des existierenden Wärmebedarfs mit einer entsprechenden Nutzung der vorhandenen nachhaltigen Potenziale decken lässt. Die Potenziale der Stromerzeugung übersteigen die aktuelle Nutzung sogar.
Stromversorgungssicherheit	Die verschiedenen erneuerbaren Energiequellen wurden auf ihren möglichen Beitrag zur Stromversorgungssicherheit in Appenzell Innerrhodens und der Schweiz allgemein betrachtet. Dies beinhaltet unter anderem auch die Einschätzungen zur aktuellen Versorgungssicherheit von zwei in Appenzell Innerrhodens vertretenen Energieversorgern sowie die Ausbauziele des Bundes. Dabei wird ersichtlich, dass sowohl die Biomasse als auch die Windenergie einen Beitrag zur Bandlast liefern können. Die Windenergie ergänzt Sonne und Wasser sogar komplementär, da die Produktionsmengen im Winter und in der Nacht höher sind als am Tag.
Empfehlungen	Basierend auf den Erkenntnissen aus der Analyse werden fachliche Empfehlungen für das weitere Vorgehen für die Energieversorgung des Kantons Appenzell Innerrhodens ausgesprochen. Darunter zum Beispiel die Erarbeitung eines Energie- und Klimakonzepts und einer räumlichen Energieplanung im Wärmebereich.

1 Einleitung

Die Standeskommission von Appenzell Innerrhoden beschloss mit dem Grossen Rat im Juli 2019 einen Grundlagenbericht über die Energieversorgung im Kanton Appenzell Innerrhoden¹ erarbeiten zu lassen. Dieser hat den Zweck auf den Grundlagenbericht zum Richtplan (2014) aufzubauen und die Energieversorgungssituation genauer zu beleuchten. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Stromversorgungssicherheit des Kantons mit erneuerbaren Energiequellen. Zudem soll mit dem vorliegenden Bericht aufgezeigt werden, ob eine räumliche Energieplanung im Anschluss an den Grundlagenbericht erarbeitet werden soll. Für eine spätere Energieplanung dient der Grundlagenbericht als Basis und zeigt sinnvolle thematische Schwerpunkte auf.

Energiegesetz

Das kantonale Energiegesetz des Kantons Appenzell Innerrhoden vom 29. April 2001 (EnerG, Stand 01.01.2011) sieht im Art. 14a vor, dass der Grosse Rat auf dem Verordnungsweg eine Energieplanung einführen kann. Bisher wurde davon nicht Gebrauch gemacht.

Kantonaler Richtplan

Der kantonale Richtplan Teil Energie aus dem Jahr 2015 enthält sechs Leitideen und Strategien zur weiteren Entwicklung der Energieversorgung im Kanton Appenzell Innerrhoden:

1. Das Einsparpotenzial ist möglichst zu nutzen und im Bereich der Energieeffizienz sowie des Energiesparens (Gebäude und Mobilität) sind weitergehende Anstrengungen zu unternehmen.
2. Durch eine weitsichtige Energiepolitik ist die Erhaltung der appenzellischen Natur- und Kulturlandschaft als vorrangiges öffentliches Interesse sicherzustellen.
3. Durch die Abstimmung der strategischen Zielsetzungen des Kantons in allen Politikbereichen sind die erwünschten Effekte der Strategie Energie AI zu verstärken.
4. Durch eine markante Steigerung des Anteils an erneuerbaren Energien sind die negativen Auswirkungen des Verbrauchs fossiler Energieträger zu reduzieren sowie eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten.
5. Durch eine auf das Potenzial, die Rahmenbedingungen und das Konfliktpotenzial abgestimmte Prioritätensetzung ist die gesamtwirtschaftliche und dem Stand der Technik entsprechende Nutzung der erneuerbaren Energieträger zu fördern.
6. Die Realisierung von Bauten und Anlagen zur Energieerzeugung, zum Energietransport und zur Energiespeicherung ist zu ermöglichen; die räumliche Umsetzung ist vorausschauend und zeitgerecht sicherzustellen und es ist auf eine qualitativ hochwertige Ausführung bzw. Einpassung hinzuwirken.

Bericht «Auslegeordnung für eine Energieplanung»

Im Bericht der Standeskommission an den Grossen Rat vom 2. Juli 2019 zur «Auslegeordnung für eine Energieplanung» wird dargelegt, welche Inhalte bei einer Energieplanung erarbeitet werden können/sollen. Die Standeskommission schlug dem Grossen Rat folgendes Vorgehen vor:

¹ Strategie Energie AI, Bericht zu den Grundlagen, Bau- und Umweltdepartement Kanton Appenzell Innerrhoden, 2014

«Erarbeitung eines Grundlagenberichts über die Energie im Kanton. Dieser ist auf der Basis des bestehenden Grundlagenberichts zum Richtplan (2015) zu erstellen.»

Im Anschluss an den kantonalen Grundlagenbericht Energie soll das weitere Vorgehen festgelegt werden. Der Grosse Rat hat davon Kenntnis genommen.

Auftrag PLANAR	PLANAR wurde der Auftrag erteilt, einen Grundlagenberichts zum Energieverbrauch und den Energiepotenzialen in den Sektoren Wärme und Strom im Kanton Appenzell Innerrhoden auszuarbeiten.
Abgrenzung	Der zu erarbeitende Grundlagenbericht soll die Grundlage für eine allfällige spätere Energieplanung bilden. Er umfasst die Energie-Sektoren Wärme und Strom. Mobilitätsfragen werden – obwohl aus energiepolitischer Sicht ebenfalls bedeutend – im Rahmen des Grundlagenberichts nicht vertieft behandelt, in der Gesamtbilanz jedoch berücksichtigt. Die Mobilität wird im Richtplan Verkehr eingehender behandelt und geplant.
Begleitgruppe	Die Arbeiten wurden durch eine Begleitgruppe gelenkt. In der Begleitgruppe nahmen folgende Personen Einsitz: <ul style="list-style-type: none"> – Ruedi Ulmann (Bauherr) – Patrik Koster (Grossrat BauKo) – Pius Federer (Grossrat) – Hanspeter Koller (Elektro Ingenieur HTL) – Walter Grob (Departementsekretär BUD, Leiter ARE) – Thomas Zihlmann (Leiter Amt für Hochbau und Energie)
Aufbau Bericht	Der Grundlagenbericht zur Energiebilanz und den Energiepotenzialen im Kanton Appenzell Innerrhoden beschreibt in Kapitel 2 die bestehende Infrastruktur zur Energieproduktion und -nutzung. Das Kapitel 3 fokussiert auf den Energieverbrauch im Kanton und in den Bezirken sowie auf die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Die vorhandenen Wärme- und Strompotenziale sind in Kapitel 4 beschrieben. Die Situation der Strom-Versorgungssicherheit in der Schweiz und im Kanton wird in Kapitel 5 dargestellt. Das Kapitel 6 umfasst Empfehlungen zu weiteren Planungs- und Umsetzungsschritten.

2 Bestehende Energie-Infrastruktur

Für die Wärme- und Stromversorgung bestehen im Kanton Appenzell Innerrhoden diverse Infrastrukturen. Diese werden im Folgenden aufgezeigt.

2.1 Wärme

Im Kanton Appenzell Innerrhoden existieren gemäss Stand April 2020 folgende Verteilung der Heizungsanlage-Typen:²

- 506 Gasheizungen
- 1'996 Öl-Heizungen
- 4'036 Holzheizungen (davon 3'087 Cheminées und Kachelöfen ohne Leistungsangaben)
- 320 Elektroheizungen
- 1'291 Wärmepumpen (davon 1/3 Luft-Wasser und 2/3 Sole-Wasser Wärmepumpen)

Diese Heizungstypen verteilen sich auf insgesamt 5148 beheizte Gebäude im gesamten Kanton Appenzell Innerrhoden.

Neben der individuellen Wärmeversorgung durch Einzelanlagen bestehen im Kanton Appenzell Innerrhoden zwei Fernwärmeverbunde und ein Gasnetz. Sowohl das Gasnetz als auch die Ausdehnung der Wärmeverbunde dienen als Grundlageninformationen zur Bestimmung weiterer Gebiete zur thermischen Vernetzung (Kapitel 6).

2.1.1 Wärmeverbunde

Die beiden Wärmeverbunde werden grösstenteils mit Holz betrieben, die Angabe zur Energielieferung und die Zusammensetzung der verwendeten Energieträger wurde direkt von den Betreibern der Wärmeverbunde selbst geliefert.

Oberegg

Die Energie Oberegg AG lieferte bis 2019 rund 60 MWh Wärme pro Jahr, im Jahr 2020 erfolgte ein deutlicher Ausbau des Versorgungsgebiet in Oberegg mit einer angestrebten Energielieferung zwischen 800 -900 MWh/a. Die Energieträger sind vollständig erneuerbar, bis April 2020 wurde ausschliesslich Holz verwendet. Seit April 2020 besteht zusätzlich die Möglichkeit Abwärme der ThyssenKrupp AG zu nutzen, dieser Anteil ist noch nicht quantifiziert. Der Verbund verfügt aktuell über keine Spitzendeckung.

² Heizungsanlagen gemäss Datenabfrage T. Zihlmann, Amt für Hochbau und Energie, Appenzell Innerrhoden

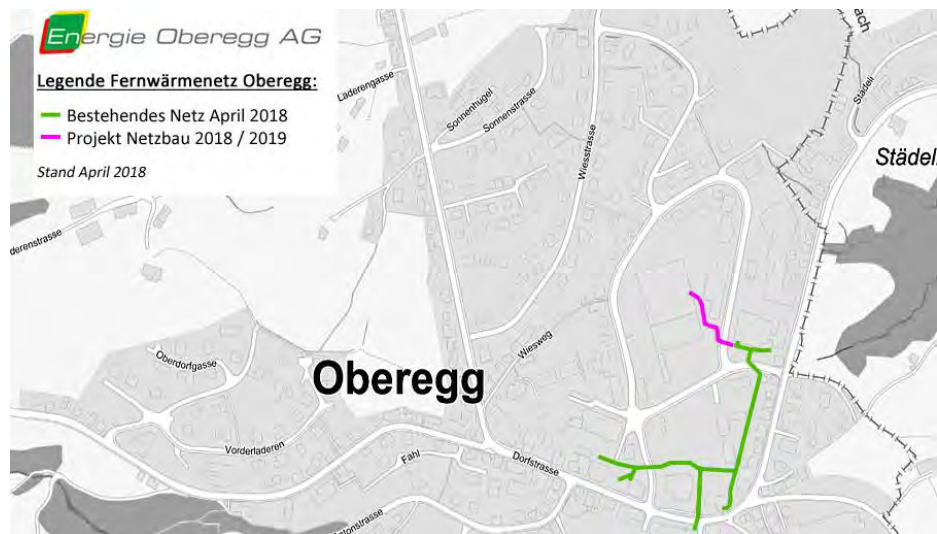


Abbildung 1: Leitungsnetz Energie Obereggen AG (Stand 2019). Quelle: <https://www.energie-obereggen.ch/index.php/fernwaermernetz-obereggen>

Rinkenbach

Die Holz AG versorgt einzelne Gebäude und Überbauungen im Ortsteil Rinkenbach von Appenzell und liefert dafür jährlich zwischen 4'200 und 4'800 MWh Wärme (Holz).

2.1.2 Gasnetz

Das Gasnetz in Appenzell Innerrhoden wird von der Gravag Energie AG betrieben und unterhalten. Im Jahr 2018/2019 lieferte die Gravag 30'174 MWh Gas in den gesamten Kanton Appenzell Innerrhoden, wobei der Anteil an Biogas 0.1% ausmachte, der Rest besteht aus Erdgas.

2.1.3 Solarthermie-Anlagen

Zur Nutzung der Solarthermie sind gemäss der Baubewilligungsbehörde des Kantons 260 thermische Solaranlagen installiert.

2.2 Strom

Im Kanton Appenzell Innerrhoden sind neun Stromversorger tätig:

- Feuerschaugemeinde (auch EW Appenzell resp. EWA)
- St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (SAK)
- Elektra Obereggen
- Elektra-Korporation Rüte
- Elektra Walzenhausen
- Elektra-Korporation Wolfhalden
- Elektra Berneck
- Elektrizitätswerk Altstätten
- Elektrizitätsversorgung Rebstein

Fünf der sechs Bezirke werden durch EWA und SAK³ versorgt. Der Bezirk Oberegg wird durch die weiteren fünf Stromversorger beliefert. Die entsprechenden Versorgungsgebiete können der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Übersichtstabelle verteilter Stromversorger in den Bezirken

Appenzell	Gonten	Rüte	Schlatt-Haslen	Schwende	Oberegg
EWA	EWA	EWA	EWA	EWA	Elektra Oberegg
SAK	SAK		SAK		Elektra Walzenhausen
					Elektra Berneck
					Elektrizitätswerk Altstätten
					Elektrizitätsversorgung Rebstein
					Elektra Korporation Reute
					Elektra-Korporation Wolfhalden

2.2.1 Wasserkraft

Sitter

Im Kanton Appenzell Innerrhoden wird gegenwärtig die Wasserkraft der Sitter (im Gebiet List) zur Stromproduktion im Kraftwerk Kubel in St. Gallen genutzt. Die Wasserkraft aus der Sitter reicht für eine Stromproduktion von 8.4 GWh/a und wird in das Netz der SAK eingespeist. Die Produktion der 8.4 GWh/a findet aber nicht auf dem Kantonsgebiet von Appenzell Innerrhoden statt und wird somit auch nicht dem Kanton Appenzell Innerrhoden zugerechnet.

Wasserauen

Das Wasserkraftwerk Seealpsee in Wasserauen produziert seit 1905 Strom aus Wasserkraft. Die produzierte Energie entspricht jährlich 6.9 GWh und wird in das Netz der Feuer- schaugemeinde eingespeist.

Weitere Kraftwerke

Es existieren zusätzlich mit dem Kleinwasserkraftwerk Mesmer, dem Wasserrad Hofsäge und dem Trinkwasserkraftwerk Sonne drei weitere kleinere Wasserkraftwerke, mit einer Stromproduktion von insgesamt 0.26 GWh/a.

2.2.2 Photovoltaik

Auf 443 von 5'208 Gebäuden sind Photovoltaikanlagen installiert. Insgesamt weisen sie eine installierte Leistung von 9'200 kWp auf.

2.2.3 Biogas

ARA Appenzell

Die ARA Appenzell betreibt ein Blockheizkraftwerk (BHKW), welches mit Biogas betrieben wird. Das Biogas wird aus dem Klärschlamm und dem Vergären von Speiseresten gewonnen. Jährlich werden mit dem BHKW 0.41 GWh Energie erzeugt.

³ Die SAK versorgt im Bezirk Schwende insgesamt lediglich zwei Gebäude

3 Energieverbrauch

3.1 Daten und Methodik

Klimakalkulator

Die Energie- und Treibhausgasbilanzierung des Kantons Appenzell Innerrhoden für das Jahr 2019 wurde mittels Energie- und Klimakalkulator⁴ erstellt. Die Methodik des Tools basiert je nach Datengrundlage sowohl auf Bottom-Up- (Messwerte) als auch Top-Down-Ansätzen (Hochrechnungen). Die Daten wurden über verschiedene Kanäle zusammengetragen und sind im Kalkulator unter Datenquellen ausführlich dokumentiert. Grundsätzlich wurden die Daten von folgenden Quellen bezogen:

Tabelle 2: Quelle der im Klimakalkulator verwendeten Daten

Daten	Quelle	Ansatz
Gas- und Stromwerte	Gas- und Stromlieferanten (vgl. Kapitel 2.1 und 2.2)	Bottom-Up / gemessen
Wärmeverbunde	Auskunft der Betreiber	Bottom-Up / gemessen
Öl- und Holzfeuerungen	Kant. Feuerungskontrolle	Bottom-Up / Hochrechnung
Energiebezugsflächen, Energiekennzahl pro Bauperiode	GWR	Top-Down
Bezirksspezifische Kennzahlen	Kantonale Verwaltung Appenzell Innerrhoden, Bundesamt für Statistik	Bottom-Up und Top-Down
Fahrzeugstatistik: immatrikulierte Fahrzeuge	Bundesamt für Statistik	Top-Down

Wärmebedarfsdichte

Zur Darstellung der Wärmebedarfsdichte werden die GWR- und STATENT-Daten als Grundlage verwendet, da diese georeferenziert vorliegen. Der Wärmeverbrauch von Wohnbauten wird anhand der Wohnflächen mit bauperiodenspezifischen Energiekennzahlen hochgerechnet. Der Wärmeverbrauch der Betriebe wird über branchenspezifische Verbrauchszahlen und über die Vollzeitäquivalente hochgerechnet.⁵ Schliesslich werden die Verbräuche pro Hektar aufsummiert und dargestellt.

Umfrage

Es wurde zusätzlich eine Umfrage zu den Abwärme- und Kälteprozessen der grössten Industrie und Gewerbebetrieben im Kanton Appenzell Innerrhoden durchgeführt, um allfällige Potenziale für eine Abwärme- oder Kältenutzung zu erfassen. Die Umfrage hat ergeben, dass bereits einige Betriebe anfallende Abwärme oder Kälte intern nutzen, grundsätzlich aber auch zu einer externen Nutzung weiterer Wärme oder Kälte bereit sind. Eine geeignete Nutzung muss aufgrund der Grössenordnung und Verteilung jeweils individuell geprüft werden.

⁴ Energie- und Klimakalkulator der 2000-Watt-Gesellschaft: Version v2018-04

⁵ BFS 2017 (vgl. Literaturverzeichnis)

Mobilität

Der Energieträgermix der Mobilität wird anhand der immatrikulierten Fahrzeuge bestimmt, die Daten stammen vom Bundesamt für Statistik. Das verwendete Tool zur Auswertung der Energiedaten der 2000-Watt-Gesellschaft, der Klimakalkulator⁶, fügt eine Pauschale für Zug und Flugreisen pro Person hinzu. Diese berechnet sich aus einem Schweizer Durchschnittswert pro Einwohner multipliziert mit der Anzahl Einwohner.

3.2 Energieverbrauch 2019

3.2.1 Gesamtenergieverbrauch Kanton Appenzell Innerrhoden

Der Gesamtenergieverbrauch des Kantons Appenzell Innerrhoden beläuft sich für das Jahr 2019 auf 456 GWh/a. Dies entspricht einem Verbrauch von 32 MWh/a pro Einwohner, während der Schweizer Durchschnitt etwas tiefer bei 27 MWh/a und Einwohner liegt. Mit 54.9% weist der Wärmesektor für private Haushalte gefolgt von der Mobilität mit 18.7% den höchsten Anteil aus (vgl. Abbildung 2).

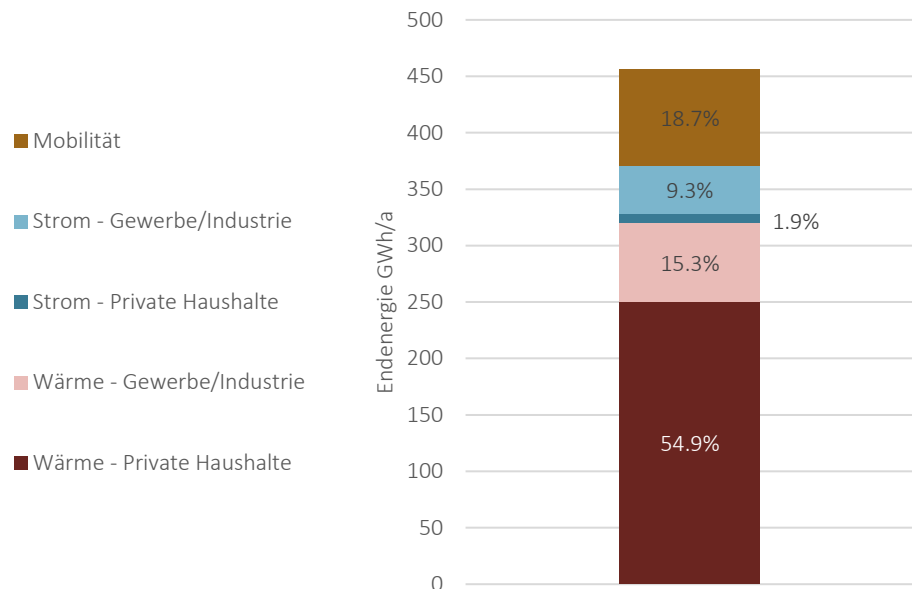


Abbildung 2: Energiebilanz des Kanton Appenzell Innerrhoden nach Sektoren aufgeteilt

3.2.2 Gesamtenergieverbrauch nach Bezirk

Der Endenergieträgermix aufgeteilt nach Bezirk ist in der Abbildung 3 ersichtlich.

Wärme

Die mittels Wärmepumpen genutzte Umweltwärme stellt in Oberegg einen beträchtlichen Anteil. Gut sichtbar sind die Gasversorgungen in Appenzell und Oberegg.

⁶ <https://www.local-energy.swiss/arbeitsbereich/2000-watt-gesellschaft-pro/werkzeuge-und-instrumente/energie-und-klima-kalkulator.html#/>

Strom

Im Strommix⁷ ist ersichtlich, dass lediglich die beiden Bezirke Rüte und Schwende keine Kernenergie im Strommix aufweisen. In den restlichen vier Bezirken variieren die Anteile der Kernenergie sehr stark. Schlatt-Haslen bezieht 309 MWh/a (5.6%), Appenzell 417 MWh/a (1%), Oberegg 1'318 MWh/a (12.8%) und Gonten 3'003 MWh/a (30%) Endenergie aus Kernenergie für das Jahr 2019. Der gesamte Kanton Appenzell bezieht 5'047 MWh/a Primärenergie aus Kernenergie, dies entspricht 5.3% des jährlichen Endenergiebedarfs und liegt deutlich tiefer als der Schweizer Durchschnitt. Bei diesem betrug der Anteil Kernenergie am Strommix 15.1% für das Jahr 2019.

Mobilität

Hier sticht der Bezirk Appenzell mit einem geringen Anteil an Treibstoff heraus. Dies ist auf die geringere Anzahl eingelöster Fahrzeuge pro Einwohner und Einwohnerin im Vergleich zu den anderen Bezirken zurückzuführen.

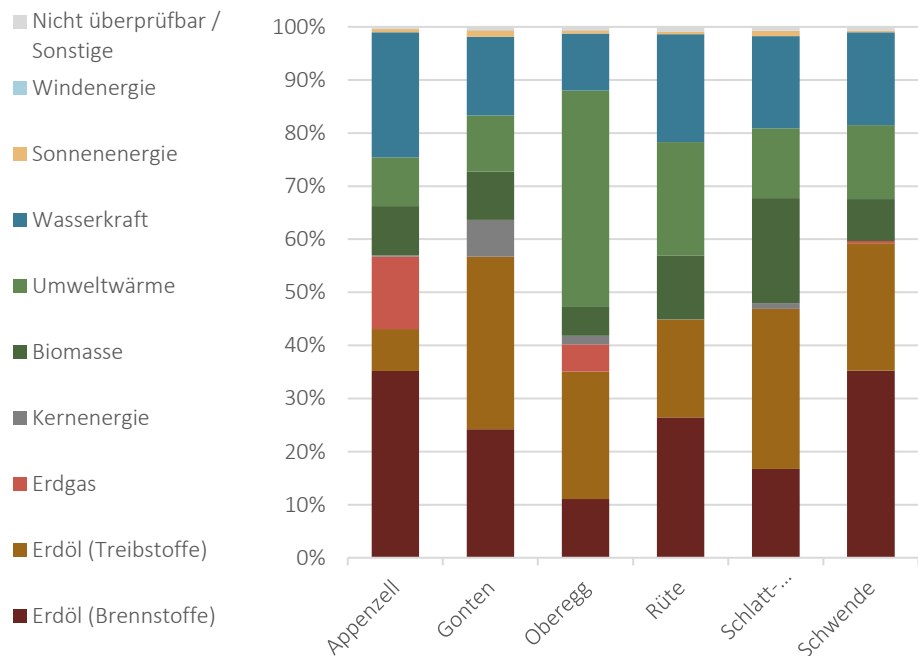


Abbildung 3: Endenergiemix nach Bezirk

⁷ Der Strommix wurde direkt bei den Energieversorgern und den Bezü gern im offenen Markt ermittelt. Wo keine Auskunft gegeben werden konnte, wurde der Schweizer Strommix verwendet.

3.3 Primärenergie und Treibhausgasemissionen

Primärenergie

Um die 456 GWh Endenergie zu produzieren werden 529 GWh Primärenergie benötigt (vgl. Abbildung 4). Die Primärenergie entspricht im Jahr 2019 einer Dauerleistung von 4'293 W/EWa und liegt etwas tiefer als der Schweizer Durchschnitt von 4'487 W/EWa.

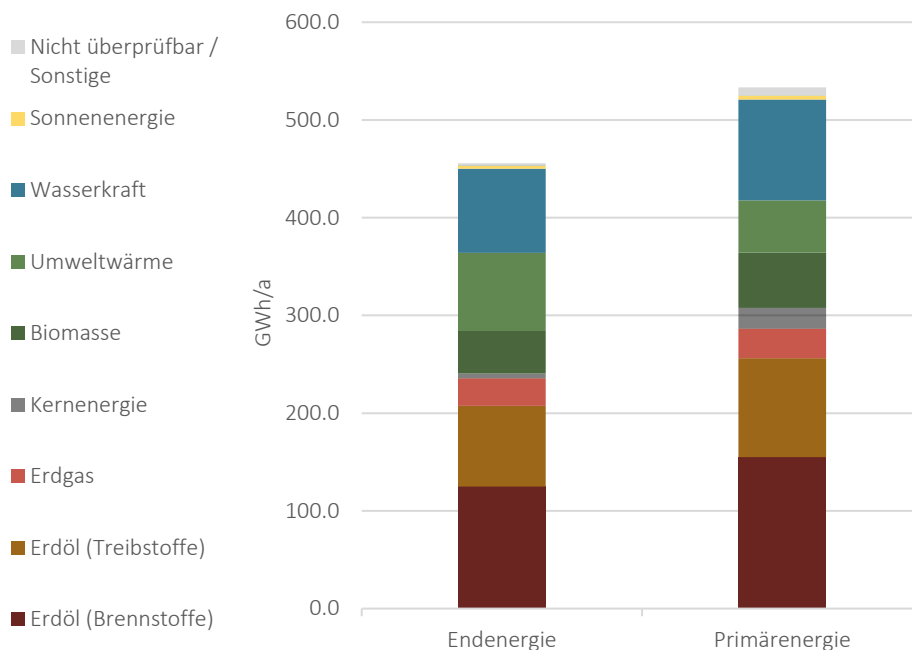


Abbildung 4: End- und Primärenergie des Kantons Appenzel Innerrhoden im Jahr 2019 über alle Sektoren

Obwohl der Endenergieverbrauch pro Person höher liegt als der Schweizer Schnitt, ist die Dauerleistung in Primärenergie tiefer als der Schweizer Schnitt. Dies erklärt sich durch den höheren Anteil an erneuerbaren Energien im Gesamtenergieverbrauch (CH: 38%, AI: 52%) und dem geringeren Anteil an Kernenergie im Strommix (CH: 15%, AI: 5%) und den jeweiligen Primärenergiefaktoren.

Treibhausgasemissionen

Die benötigte Menge Primärenergie, um den Energiebedarf 2019 zu decken, resultiert wie in der Abbildung 5 ersichtlich ist, in Treibhausgasemissionen von 86'179 Tonnen pro Jahr. Dies entspricht einer Menge von 6.13 t CO₂-eq/EW/a und liegt leicht unter dem Schweizer Durchschnittswert von 6.22 t CO₂-eq/EW/a. In der Abbildung 5 ist ebenfalls gut ersichtlich, dass die Verwendung von fossilen Brennstoffen für insgesamt 81% der Treibhausgasemissionen verantwortlich ist.

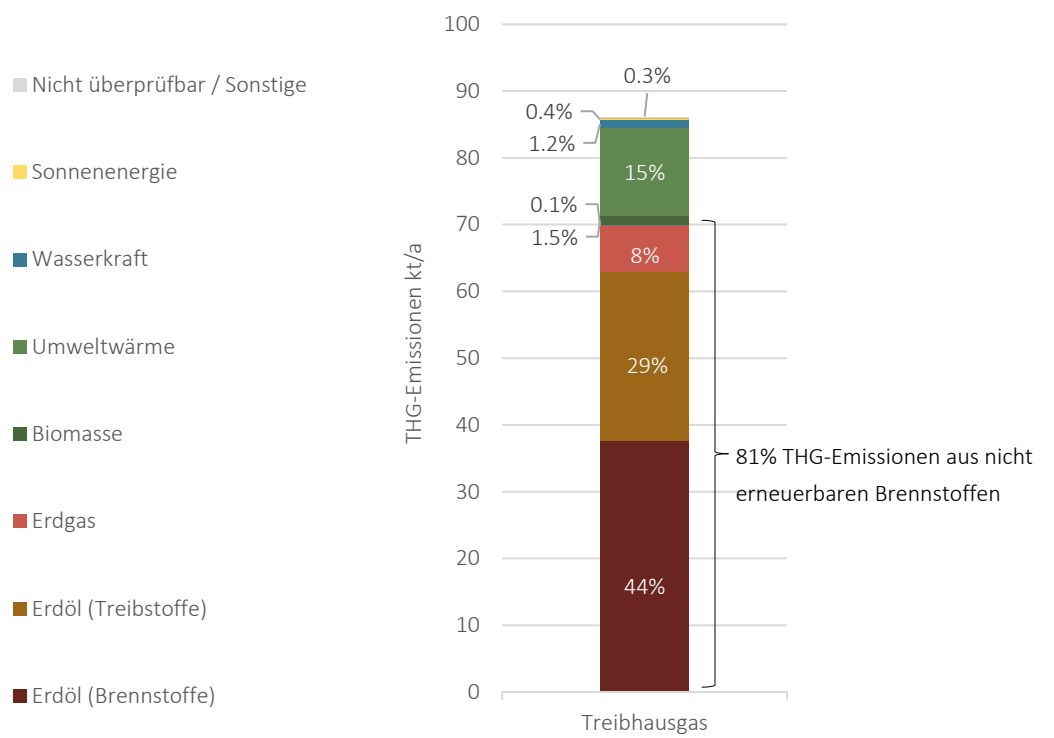


Abbildung 5: Energiebedingte Treibhausgas-Emissionen im Kanton Appenzel Innerrhoden

3.4 Wärmeverbrauch

3.4.1 Kanton Appenzell Innerrhoden

Der Energieverbrauch für die Komfortwärme⁸ betrug für das Jahr 2019 im Kanton Appenzell Innerrhoden 320 GWh/a, wobei 48% durch fossile Energieträger abgedeckt wurden.⁹ Den grössten Anteil deckte der Energieträger Heizöl mit beinahe 40% ab, gefolgt von Umweltwärme mit 25% (vgl. Abbildung 6). Beim Strom teilt sich der Anteil für Wärmepumpen und elektrische Direktheizungen etwa hälftig.

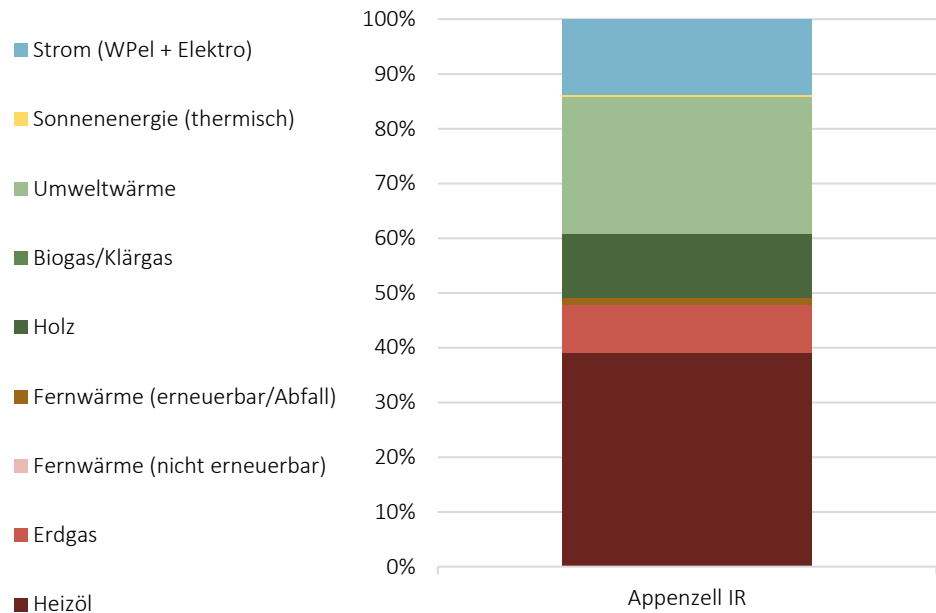


Abbildung 6: Energieträgermix Wärme Kanton Appenzell Innerrhoden 2019

3.4.2 Bezirke

Der Energieträgermix für den Wärmeverbrauch nach Bezirk aufgeschlüsselt kann der nachfolgenden Abbildung 7 entnommen werden. Oberegg weist von allen Bezirken den grössten Anteil an erneuerbaren Energiequellen im Energieträgermix Wärme auf, während der Bezirk Appenzell den höchsten Anteil an fossilen Energiequellen für das Jahr 2019 besass. Dieser Wert kommt u.a. aufgrund des Prozessenergiebedarfs der Industrie zustande, welcher über Erdgas gedeckt wird. Der Anteil an thermischer Sonnenenergie ist in allen Bezirken sehr gering, während der Hauptteil der fossilen Energieträger aus Heizöl besteht.

⁸ Komfortwärme = Raumwärme und Wärme für Warmwasser

⁹ Im Schweizer Durchschnitt entspricht 62% fossilen Energieträger.

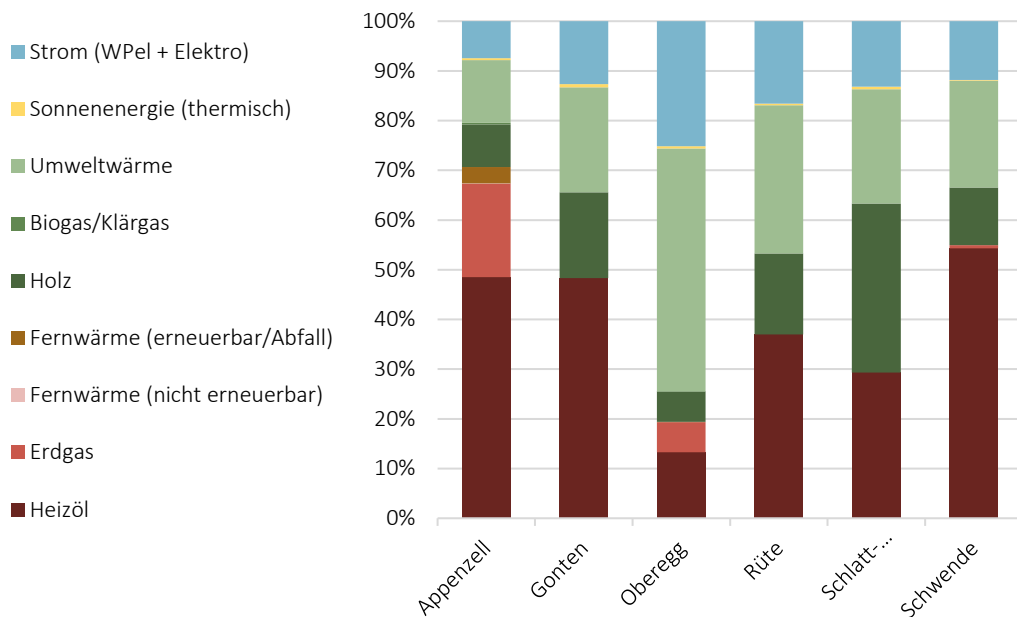


Abbildung 7: Endenergiemix für den Wärmeverbrauch nach Bezirk

3.4.3 Wärmebedarfsdichte

Mit der räumlichen Analyse der Wärmeverbrauchsdaten und deren Aggregation auf Hektarebene erhält man die Wärmebedarfsdichte pro Hektar (Abbildung 8, Anhang C). Diese Darstellung zeigt auf, in welchen Gebieten ein hoher oder geringer Wärmebedarf besteht. Die Wärmebedarfsdichte pro Hektare bietet eine Übersicht, wo die Bedarfsdichte allenfalls genügend hoch ist, um ein thermisches Netz allenfalls rentabel betreiben zu können. Die Daten 2019 geben die aktuelle Situation wieder. Die Darstellungen blenden aus Datenschutzgründen Hektaren mit weniger als drei Gebäuden aus (resp. sind mit dem Wert null ausgewiesen).

Szenario 2035

Für die Bestimmung von zukünftigen Gebieten zur thermischen Vernetzung wäre eine Abschätzung für 2035 notwendig, welche Gebäudesanierungen und die Siedlungsentwicklung berücksichtigt.

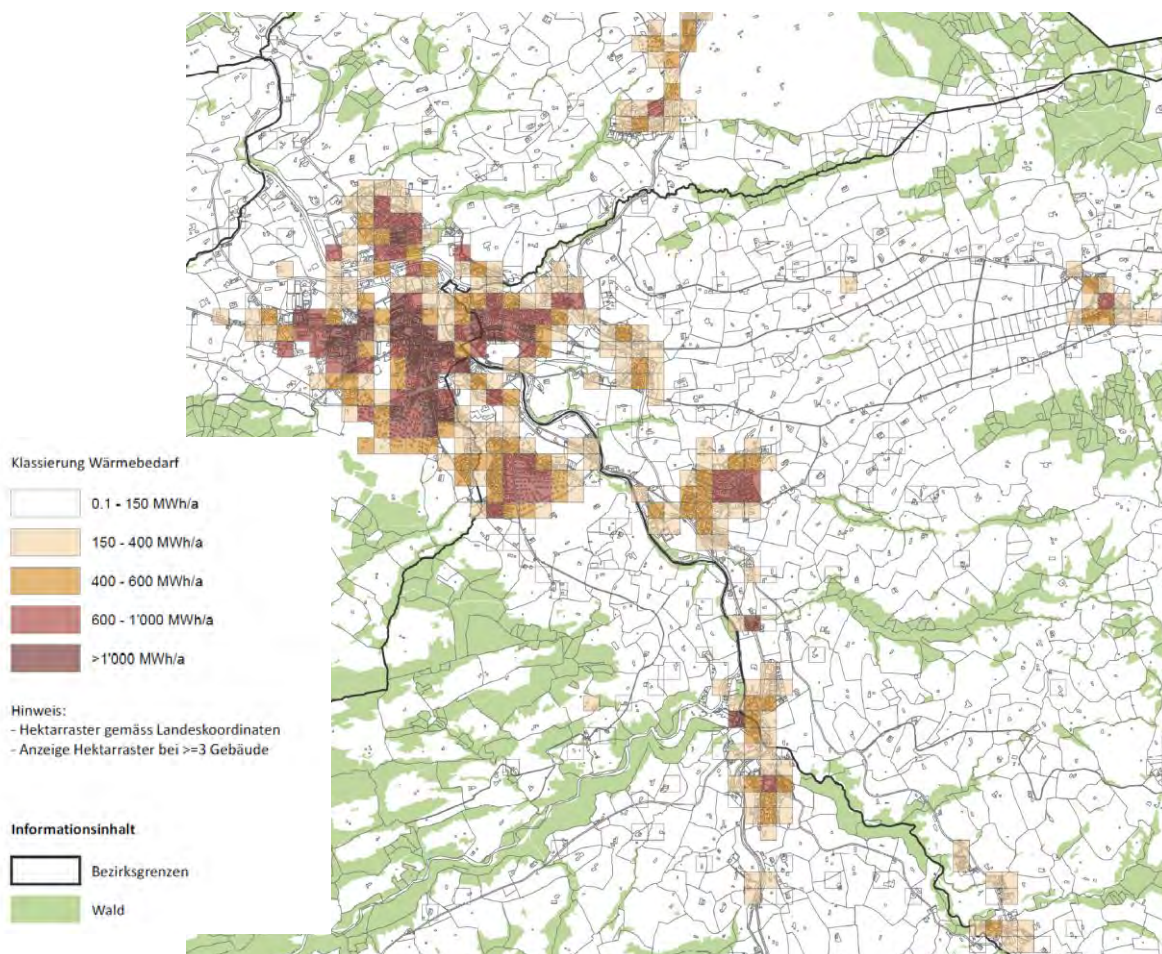


Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte 2019 Region Appenzell

Die Wärmebedarfsdichtekarte weist insbesondere in der Region von Appenzell einen hohen Wärmebedarf pro Hektar auf (vgl. Abbildung 8). Ebenfalls eine hohe Wärmebedarfsdichte ist in Teilen des Bezirks Oberegg vorhanden (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Wärmebedarfsdichte 2019 Region Obereggi

3.5 Strom

Der Stromkonsum des gesamten Kantons Appenzell Innerrhoden belief sich im Jahr 2019 auf 95 GWh/a, während die Stromproduktion 17 GWh/a betrug. Dies entspricht 18% des verbrauchten Stroms im Kanton Appenzell Innerrhoden. Der Strommix des bezogenen Stroms ist ersichtlich in Abbildung 10 und besteht zu 94.7% aus erneuerbaren Ressourcen. 5.3% des Stroms stammen aus Kernenergie.

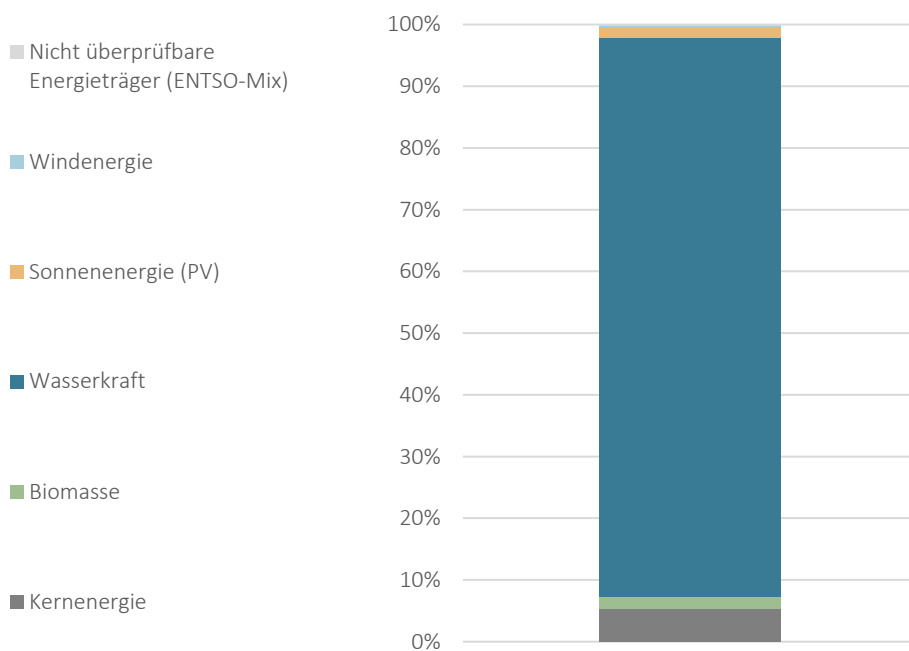


Abbildung 10: Strommix der Stromkonsumtion

Der Strommix des im Kanton Appenzell I. Rh. produzierten Stroms besteht zu 100% aus erneuerbaren Quellen. Knapp über 53% des produzierten Stroms stammt aus PV-Anlagen, während mit Wasserkraft etwa 45% und mit dem BHKW 2% des Stroms produziert wurden (vgl. Abbildung 11).

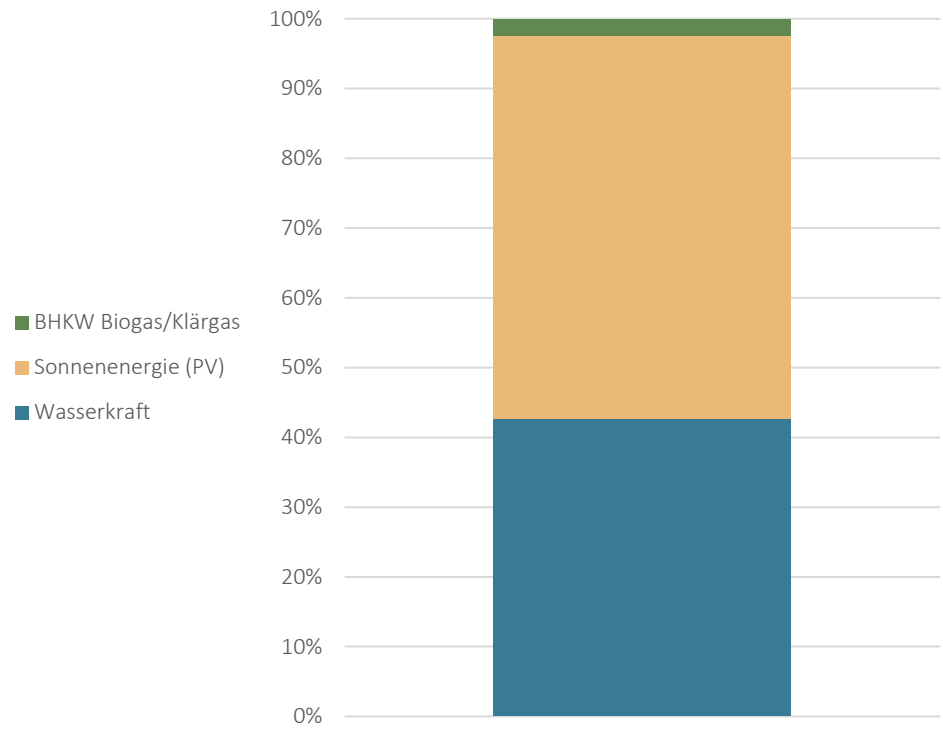


Abbildung 11: Strommix der Stromproduktion

3.6 Mobilität

Die fossilen Verbrennungsmotoren dominieren die individuelle Mobilität. Die 217 elektrischen Fahrzeuge, die im Kanton Appenzell Innerrhoden zugelassen sind, entsprechen einem Anteil von 0.5%.

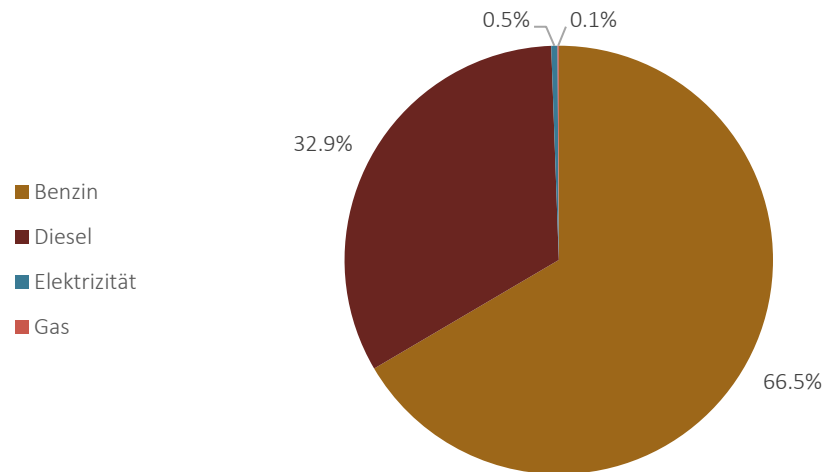


Abbildung 12: Energieträgermix der Mobilität

4 Potenziale

Die in diesem Bericht ausgewiesenen Potenziale sind in der Regel technische oder ökologische Potenziale. Das heisst, die Potenziale der Wärmequellen wurden ohne die Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit quantifiziert. Das realisierbare Potenzial liegt somit in der Regel tiefer als das technische oder ökologische Potenzial (vgl. Abbildung 13) und ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise den jeweiligen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

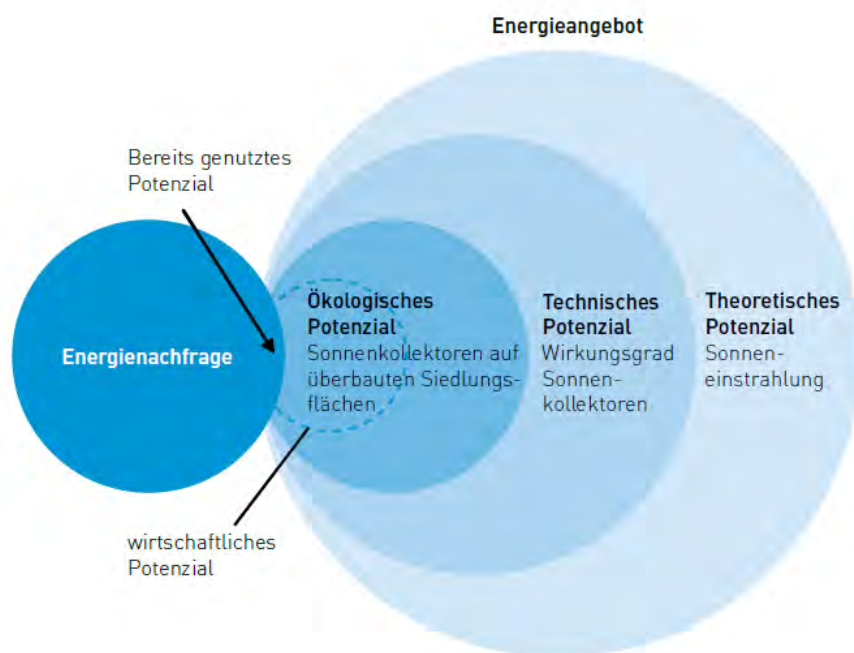


Abbildung 13: Die Unterschiede zwischen theoretischem, technischem, ökologischem und wirtschaftlichem Potenzial am Beispiel der Sonnenenergie. Quelle: Werkzeugkoffer Energieplanung, Energieschweiz 2020.

Das theoretische Potenzial basiert auf den physikalischen Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Ressourcen; z. B. der Intensität der Sonneneinstrahlung. Das technische Potenzial umschreibt, welcher Anteil des theoretischen Potenzials mit dem heutigen Stand der Technik tatsächlich genutzt werden kann; z. B. Wirkungsgrad von Sonnenkollektoren. Das ökologische Potenzial bezeichnet die mit verfügbaren Technologien nachhaltig nutzbaren erneuerbaren Ressourcen; z. B. Sonnenkollektoren auf überbauten Siedlungsflächen. Das wirtschaftliche Potenzial bezeichnet die Realisierungsmöglichkeit unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte wie Marktpreise, Return-on-invest etc.

4.1 Wärmepotenziale

Der Wärmebedarf für den Kanton Appenzell Innerrhoden betrug im Jahr 2019 320 GWh. Davon wurden mind. 82 GWh mit lokalen erneuerbaren Energien gedeckt. Dazu kommen noch 37 GWh aus Holz, bei welchem nicht ermittelt wurde, ob es lokal gewonnen oder zugekauft wurde. Somit wurden insgesamt 119 GWh des vorhandenen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energiepotenzialen abgedeckt. Das technische Gesamtpotenzial der lokalen erneuerbaren Wärme beträgt rund 269 GWh/a. Um den aktuellen Wärmebedarf abzudecken

wird somit auch regional verfügbares Potenzial (z.B. Strom für Wärmepumpen oder Holz) benötigt (vgl. Abbildung 14).

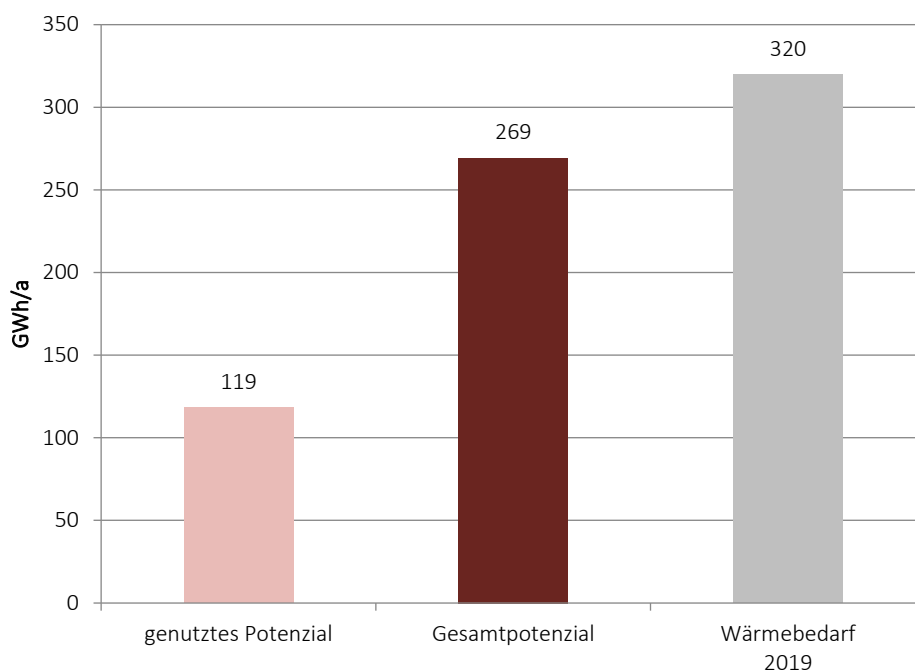


Abbildung 14: Wärmebedarf und Wärmepotenzial. Mit erneuerbarem Strom kann die restliche Wärme via Wärmepumpen erzeugt werden.

Mit einer Effizienzsteigerung im Gebäudebereich durch Sanierungen und Strom aus der Region kann der zukünftige Wärmebedarf des Kantons Appenzells vermutlich grösstenteils aus lokalen Quellen gedeckt werden.

4.1.1 Abwärme

Betriebliche Abwärme

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfrage dargelegt. Sämtliche numerische Angaben beziehen sich auf die Daten aus den Fragebögen und beschreiben somit nur eine Stichprobe des Gebiets.

Zukünftige Entwicklung des Kälte- und Wärmebedarfs

Die meisten Betriebe schätzen den Wärme-/Kältebedarf für die kommenden Jahre unverändert ein, einige erwarten eine leichte Steigerung (BÖHLI AG, Wyon, ThyssenKrupp, Appenzeller Milch, Doerig Kreier AG), die Goba AG erwartet hingegen sogar eine Abnahme des Wärmebedarfs.

Abwärmenutzung

Die Betriebe Alba Albin Breitenmoser AG, Brauerei Locher AG, ThyssenKrupp AG, Bischofberger AG, Goba AG und Appenzeller Milch verwenden die anfallende Abwärme bereits selbst für die Beheizung der Räumlichkeiten und Wassererhitzung. Bei der BÖHLI AG ist eine Rückgewinnung bei der Kälteanlage vorhanden. Die ThyssenKrupp AG speist zusätzlich bereits heute ihre überschüssige Wärme in den Wärmeverbund Oberegg AG.

Interesse an Verbundlösungen Einige der Betriebe sahen eine Möglichkeit die verwendeten konventionellen Energiequellen oder wenigstens einen Teil davon durch einen Energieverbund zu ersetzen. Namentlich sind dies die Appenzeller Milch AG, die Bierbrauerei Locher AG, Fehrlin Textil AG, Goba AG und die Bischofberger AG.

Potenzialabschätzung Ein Potenzial zur Nutzung anfallender Abwärme besteht, liess sich jedoch nicht quantifizieren. Die Potenziale sollten bei einer räumlichen Energieplanung und/oder allfällig angestrebten Verbundlösungen nochmals genauer untersucht werden.

Wärme aus gereinigtem Abwasser

Die ARA Appenzell verwendet das entstehende Faulgas zum Betreiben des BHKWs. Die entstehende Abwärme wird wiederum vollständig in den Faultürmen verwendet.

Potenzialabschätzung Die Abwärme des gereinigten Abwassers könnte mittels Wärmepumpen genutzt werden. Der minimale Trockenabfluss beträgt 10-12 l/s, die Temperatur in der Heizperiode bei 5-10°C. Damit liess sich eine Wärmemenge von ca. 600 MWh/a erzeugen. Die mögliche Nutzung der Abwärme des Abwassers bei der ARA ist somit marginal.

4.1.2 Ortsgebundene Umweltwärme

Untiefe Geothermie und Grundwasserwärme Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie und Grundwasser ist mit 16 GWh/a¹⁰ deutlich kleiner, aber in der Regel einfacher zu realisieren. Daneben besteht die Möglichkeit von mitteltiefer oder tiefer Geothermie, die im vorliegenden Bericht nicht quantifiziert wurde.

4.1.3 Regional verfügbare erneuerbare Energieträger

Verholzte Biomasse Mit 81 GWh/a¹¹ weist lokales Holz neben der Umgebungsluft das grösste Potenzial zur erneuerbaren Wärmeproduktion auf. Das Gesamtpotenzial setzt sich aus dem nachhaltig jährlich verfügbaren Energieholz (46 GWh), Flurholz (ca. 18 GWh), Restholz (ca. 12 GWh) und Altholz (ca. 3.3 GWh) zusammen. Dabei ist zu beachten, dass die jährlich nachwachsende Menge Flurholz teilweise beträchtlich schwankt und die Werte für Restholz und Altholz Hochrechnungen entstammen. Für die Verwertung des Altholzes sind spezielle Altholzfeuerungen notwendig.

Nicht verholzte Biomasse Die nicht verholzte Biomasse (Grüngut, Schnittgut, Hofdünger und weiteres Co-Substrat) weist ein Potenzial von 35 GWh/a auf.

4.1.4 Nicht ortsgebundene Umweltwärme

Mit nicht ortsgebundener Umweltwärme sind vor allem die Sonnenenergie und die Umgebungsluft gemeint, die weniger von örtlichen geologischen Strukturen abhängig sind als z.B. die Erdwärme und das Grundwasser.

¹⁰ Abschätzung anhand der kantonalen Geodaten zu Geothermie und Grundwassermächtigkeiten

¹¹ Studie Energieholzpotenzial AR + AI von Geopartner AG.

Solarthermie

Bei der thermischen Nutzung der Sonnenenergie zur Erzeugung von Raumwärme oder Warmwasser ist der Aspekt der örtlichen Gebundenheit zum Nutzer zu beachten. Mit einem Quadratmeter Kollektorfläche pro Person können 60% des jährlichen Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Mit grösseren Flächen kann auch Heizungswasser zur Heizungsunterstützung vorgewärmt werden.

In Appenzell Innerrhoden steht ein solarthermisches Potenzial von 56 GWh/a¹², zur Verfügung. Dabei sind pro Dach die besten Flächen für thermische Kollektoren gerechnet. Die Grösse der Fläche für die thermische Nutzung entspricht einer Wärmeausbeute von mind. 30 % des jährlichen Heizungs- und Warmwasserbedarfs des Gebäudes. Die restliche verfügbare Fläche des Daches steht für die Stromproduktion zur Verfügung.

Umgebungsluft

Insgesamt werden durch Wärmepumpen (Erdwärme, Grundwasserwärme und Umgebungsluft) 80 GWh Wärme pro Jahr erzeugt. Der Anteil der Umgebungsluft via Luft-Wasser-Wärmepumpe beträgt davon etwa 1/3.

Vor- und Nachteile

Die Umgebungsluft weist ein nicht zu vernachlässigendes Potenzial als Wärmequelle auf. Ein grosser Vorteil der Nutzung der Umgebungsluft als Wärmequelle ist, dass sie sich überall und ohne kantonale Bewilligung oder Konzession nutzen lässt. Jedoch haben Luft-Wasser-Wärmepumpen im Winter – in der Zeit des grössten Wärmebedarfs – einen tieferen Wirkungsgrad als solche, die Grundwasser oder Erdwärme nutzen. Zudem ist in dicht bebauten Gebieten die Lärmproblematik zu beachten.

Andererseits bedingen Luft-Wasser-Wärmepumpen die geringsten Investitionen hinsichtlich einmaliger Anschaffungs- und Installationskosten. Attraktiv werden Luft-Wasser-Wärmepumpen zudem in Kombination mit einer Photovoltaikanlage. So kann der günstige Eigenstrom tagsüber zu Heizzwecken verwendet werden, wenn auch die Lufttemperatur am höchsten ist.

Umwelt-Wärmepumpen eignen sich aus Effizienzgründen lediglich für die Erzeugung von Raumwärme in Neubauten oder energetisch sanierten Altbauten (siehe Exkurs Wärmepumpen). Das Potenzial kann uneingeschränkt genutzt werden, weshalb die mit Umwelt-Wärmepumpen erzeugte Menge an Raumwärme primär von der Nachfrage und der Stromverfügbarkeit abhängt. Für eine quantifizierbare Potenzialabschätzung soll nachfolgend lediglich das lokal nachhaltig vorhandene Potenzial von Umgebungsluft-Wärmepumpen betrachtet werden.

Potenzialabschätzung

Als grobe Abschätzung der lokalen, nachhaltigen Wärmenutzung aus der Umgebungsluft kann das Solarstrompotenzial herangezogen werden. Im Kanton Appenzell Innerrhoden ist die Realisation von Solar-Fassadenelementen aufgrund der vielen Denkmalschutzobjekte voraussichtlich hauptsächlich bei Industrie- und Neubauten möglich. Aus diesem Grund wurde für diese Abschätzung lediglich das Potenzial für Stromproduktion auf Dachflächen

¹² Solarpotenzial ermittelt gemäss den Angaben von Sonnendach.ch vom Bundesamt für Energie BFE

betrachtet. Vom gesamten Solarstrompotenzial entfällt nur ca. ein Drittel auf das Winterhalbjahr (24 GWh/a). Mit diesem Strom lassen sich 97 GWh/a Wärme aus der Umweltwärme (inkl. Geothermie und Grundwasser) erzeugen. Für den Anteil der Umgebungsluft verbleibt somit ein Potenzial von 81 GWh/a. Wird regionaler Strom eingesetzt, ist die Umgebungsluft unbegrenzt verfügbar.

Stromquelle

Um die Stromverfügbarkeit im Winter zu unterstützen wird empfohlen, die Wärmepumpe mit Strom vom eigenen Dach zu betreiben. Um das Potenzial zu erhöhen, kann bei Bedarf zusätzlicher Strom aus erneuerbaren Quellen zugekauft werden.

Exkurs Wärmepumpen

Für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe zur Nutzung der Umweltwärme 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 Biogas) wird für den Antrieb der Wärmepumpen benötigt. Wärmepumpen eignen sich besonders für die Erzeugung von Raumwärme in Neubauten oder energetisch sanierten Altbauten, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen im Heizungskreislauf auskommen (z.B. bei Boden-, oder Deckenheizungen).

4.1.5 Zusammenfassung Wärmepotenziale

In Abbildung 15 sind die Potenziale, sowie den bereits genutzten Anteil pro Energieträger ersichtlich.

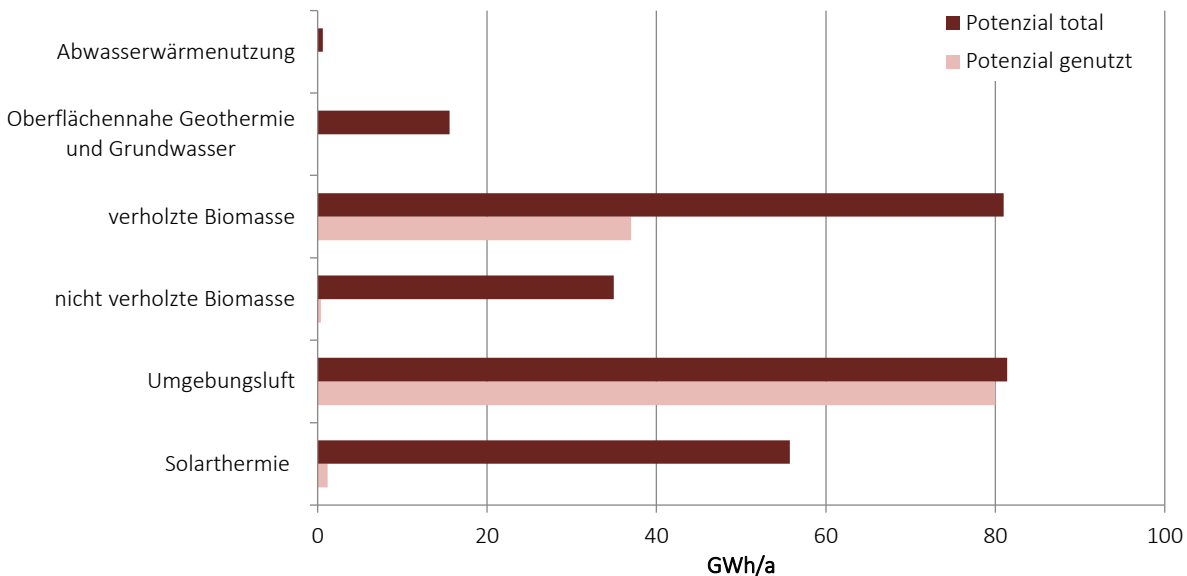


Abbildung 15: Erneuerbares Wärmepotenzial (da die Verteilung bei der Umweltwärme auf Geothermie, Grundwasser und Umgebungsluft nicht bekannt ist, wurde die heutige Nutzung nur der Umgebungsluft zugeordnet).

In Anhang A: Potenzialkarte Wärme wurden die existierenden Potenziale zur Wärmeproduktion räumlich verortet dargestellt.

Kantonale Energieplanung

In einer nachfolgenden Energieplanung sollten die verfügbaren Potenziale mit der erwarteten zukünftigen Wärmenachfrage koordiniert werden.

4.2 Strompotenziale

In Abbildung 16 ist das Verhältnis zwischen dem vorhandenen Gesamtpotenzial der erneuerbaren Stromproduktion, dem 2019 bereits genutzten Anteil der erneuerbaren Strompotenziale und dem dokumentierten Strombedarf 2019 im Kanton Appenzell Innerrhoden ersichtlich. Der Strombedarf 2019 betrug 97 GWh/a. Davon wurden 17.5 GWh mit lokalen erneuerbaren Energien gedeckt. Das Gesamtpotenzial der lokalen erneuerbaren Energien zur Stromproduktion beträgt rund 181 GWh/a und könnte bei einer entsprechenden Nutzung den gesamten Strombedarf des Kantons Appenzell Innerrhoden vollständig abdecken.

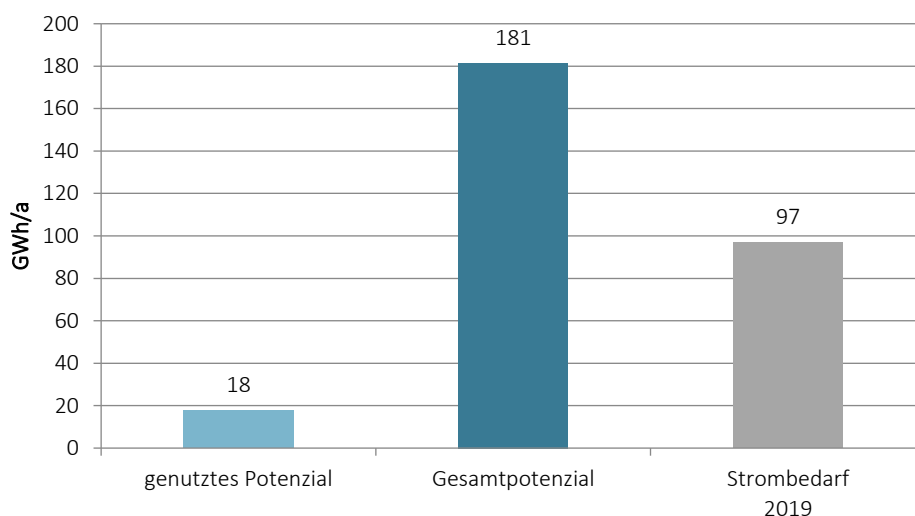


Abbildung 16: Strombedarf und Strompotenzial

In Anhang B Potenzialkarte Strom wurden die existierenden Potenziale zur Stromproduktion räumlich verortet dargestellt.

Der Kanton Appenzell Innerrhoden verfügt für die Stromproduktion über mehrere lokale erneuerbare Energieträger, auf die nachfolgend einzeln eingegangen wird.

4.2.1 Sonnenenergie

Das Solarpotenzial (abzüglich der reservierten Fläche für Solarthermie) weist eine Grössenordnung von 128 GWh/a¹³ auf (Dach (74 GWh/a) und Fassade (54 GWh/a)), wovon heute lediglich rund 7% (9 GWh/a) bereits genutzt werden.

Bei der Nutzung der Sonnenenergie bestehen vor allem Vorbehalte bezüglich Ortsbildverträglichkeit oder topographisch ungünstigen Lagen (z.B. steile, nordexponierte Schattenhänge, hohe Baumbestände).

Die Ortsbildverträglichkeit muss in Appenzell Innerrhoden aufgrund der vielen denkmalgeschützten Gebäude beachtet werden. Die technischen und gestalterischen Möglichkeiten

¹³ Gemäss sonnendach.ch

der Solaranlagen werden gegenwärtig aber immer besser, so dass Solarzellen fast unsichtbar in Dächer und Fassaden integriert werden können.

Wie in Kapitel 2.2.2 erwähnt, verteilen sich die bereits existierenden PV-Anlagen auf 443 von 5'208 Dächer im gesamten Kanton Appenzell Innerrhoden.

4.2.2 Wasserkraft

Das Wasserkraftpotenzial von 18 GWh/a¹⁴ ist mit 8 GWh/a knapp zur Hälfte ausgeschöpft. Das restliche Potenzial müsste allerdings mit Kleinwasserkraftwerken erschlossen werden, was sehr aufwändig ist und jeweils im Verhältnis zum Ertrag grosse Investitionen sowie grosse Eingriffe in das Ökosystem des Gewässers bedeuten würde.

4.2.3 Windkraft

Konzept Windenergie Bund

Das Windpotenzial im Kanton Appenzell Innerrhoden kann auf verschiedene Arten quantifiziert werden. Das «Konzept Windenergie» vom Bundesamt für Raumentwicklung¹⁵ weist verschiedene Aspekte zur Nutzung der Windenergie für die gesamte Schweiz aus und wurde im Jahr 2020 aktualisiert. Die «Hinweiskarte auf Bundesinteressen für die Planung von Windenergieanlagen» weist Gebiete mit wichtigen Bundesinteressen aus, die den Bau und Betrieb von Windenergieanlagen verhindern, erschweren oder zulassen. Die «Windpotenzialgebiete» des Bundes weisen Gebiete der Schweiz mit hohem Windpotenzial aus.

Durch eine räumliche Verknüpfung der beiden Datensätze im GIS konnten Gebiete mit hohem ausgewiesenem Windpotenzial ohne übergeordnete Bundesinteressen identifiziert werden (vgl. Tabelle 3, Spalte 2).

Richtplan Kt. AI

Im Objektblatt E 6 des kantonalen Richtplans (Grosswindanlagen) sollen max. 2 Windparks im Kanton realisiert werden. Anlagen im Wald sind zulässig. Folgende potenzielle Standorte wurden ausgeschieden: Sollegg-Neuenalp-Klosterspitz, Ochsenhöhi, Hirschberg-Brandegg und Honegg (vgl. Tabelle 3 Spalte 3).

Durch eine räumliche Verknüpfung der Windpotenziale gemäss dem Bund und dem kantonalen Richtplan konnte für jeden Bezirk die Gebiete identifiziert werden, die sowohl im kantonalen Richtplan als Windpotenzialgebiete ausgeschieden wurden als auch gemäss dem «Konzept Windenergie» des Bundesamts für Raumentwicklung über hohe Windpotenziale aber über keine übergeordneten Bundesinteressen verfügen (vgl. Tabelle 3, Spalte 4).

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Gebiete mit hohem Windpotenzial gemäss Konzept Windenergie und kantonalem Richtplan

¹⁴ Gemäss Strategie Energie AI, Bericht zu den Grundlagen, Bau- und Umweltdepartement Kanton Appenzell Innerrhoden, 2014

¹⁵ Bundesamt für Raumentwicklung ARE 2020: Konzept Windenergie

Bezirk	Windpotenzialflächen Bund ¹⁶	Windpotenzialflächen kantonaler Richtplan	Windpotenzialflächen kantonaler Richtplan und Bund ¹⁷	Potenzial GWh/a ¹⁸
Appenzell ¹⁹	4.05 km ²	1.16 km ²	0.28 km ²	0
Gonten ²⁰	15.8 km ²	1.09 km ²	1.09 km ²	6
Oberegg ²¹ (Honegg)	8.6 km ²	1.3 km ²	1.15 km ²	12
Rüte ²²	1.3 km ²	1.4 km ²	0.14 km ²	0
Schlatt-Haslen ²³	9.9 km ²	0.47 km ²	0.47 km ²	0
Schwende ²⁴	0.48 km ²	0.07 km ²	0.02 km ²	0

Ausgewiesenes Potenzial

Das Windpotenzial in den Richtplangebieten, unter Ausschluss der übergeordneten Bundesinteressen beläuft sich auf 18 GWh/a. Dabei handelt es sich um ein absolutes Minimum aufgrund der Berechnungsweise des Energie- und Klimakalkulators und der Aufteilungen der Bezirke.

Werden sämtliche Flächen gemäss «Konzept Windenergie» des Bundes (ohne übergeordnete Bundesinteressen) im Kanton berücksichtigt, beträgt das Potenzial 219 GWh/a. Dieser maximale Wert wurde in Abbildung 17 als gestrichelter Balken visualisiert.

Das ökologische Potenzial liegt zwischen 18 und 219 GWh pro Jahr und kann durch weitere Studien oder Vorprojekte und Absprache zwischen dem Kanton Appenzell Innerrhoden und dem Bund genauer bestimmt werden.

4.2.4 Biomasse/-gas

Trockene Biomasse

Holz ist ein standortunabhängiger Energieträger, der auch über weitere Distanzen transportiert werden kann. Die Stromgewinnung aus Holz wird zukünftig immer wichtiger werden, um den Rohstoff möglichst umfassend zu nutzen. Dazu ist ein Wärmeverbund zur Abnahme der entstehenden Wärme notwendig.

¹⁶ Vom Bund ausgeschiedenen Potenzialflächen für Windenergie gemäss «Konzept Windenergie»

¹⁷ Potenzialflächen für Windenergie die sowohl im kantonalen Richtplan als auch im «Konzept Windenergie» des Bundes ausgeschiedene wurden

¹⁸ Potenzial in den Richtplangebieten unter Ausschluss der übergeordneten Bundesinteressen

¹⁹ Beherbergt Teile der Gebiete Sollegg-Neuenalp-Klosterspitz und Hirschberg-Brandegg

²⁰ Beherbergt Teile der Gebiete Ochsenhöhi und Sollegg-Neuenalp-Klosterspitz

²¹ Beherbergt die Gebiete Honegg

²² Beherbergt Teile des Gebiets Hirschberg-Brandegg

²³ Beherbergt Teile des Gebiets Ochsenhöhi

²⁴ Beherbergt Teile des Gebiets Sollegg-Neuenalp-Klosterspitz

Feuchte Biomasse

Momentan werden Gartenabraum und Rüstabfälle des Kantons Appenzell Innerrhoden gesammelt und ausserhalb des Kantons vergärt. Im Jahr 2019 betrug dies 345 t Biomassematerial.²⁵ Die in Appenzell Innerrhoden verbreiteten Streusiedlungen eignen sich nicht zu einer rentablen energetischen Nutzung des Hofdüngers.

Potenzial

Aus dem vorhandenen Holz lassen sich rund 17 GWh/a Strom gewinnen.

Der Strom, der in der ARA aus den Klärgasen produziert wird, wird auch vor Ort wieder verwendet.

4.2.5 Geothermie

Die notwendigen Temperaturen zur Stromgewinnung aus der Geothermie befinden sich in Appenzell Innerrhoden in Tiefen ab 2'600 Metern. Das Potenzial lässt sich nicht so ohne weitere Abklärungen abschätzen. Zur Nutzung bedarf es eines Wärmenetzes, um die Abwärme zu nutzen.

4.2.6 Zusammenfassung Strompotenziale

In Abbildung 17 sind die Potenziale, sowie den bereits genutzten Anteil pro Energieträger ersichtlich.

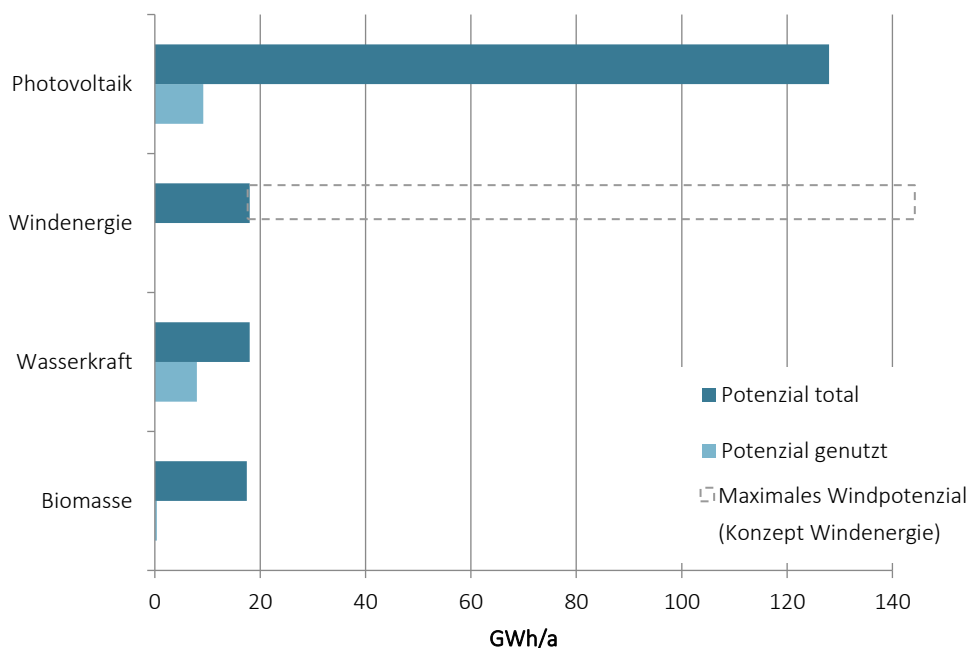


Abbildung 17: Erneuerbare Strompotenzial

²⁵ Information gemäss Telefonat mit A. Kölbener, Leiter Fachstelle für Umweltschutz, Kanton AI

5 Stromversorgungssicherheit

5.1 Situation Schweiz

Stromverbrauch im Jahresverlauf

Der Stromverbrauch in der Schweiz schwankt über die Jahreszeiten. Im Winter wird mehr Strom verbraucht als im Sommer (Abbildung 18). Dies ist auf die Heiztätigkeit und die kürzeren Tage zurückzuführen.

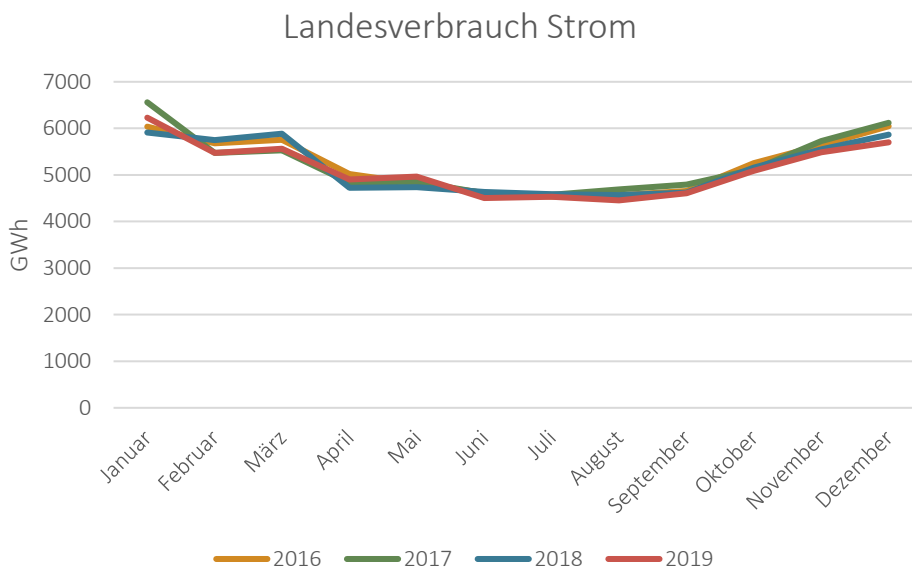


Abbildung 18: Landesverbrauch Strom in der Schweiz in den Jahren 2016-2019 (Quelle: BFE Elektrizitätsbilanz-Monatswerte)

Stromerzeugung im Jahresverlauf

Bei der Produktion zeigt sich ein gegensätzliches Bild. Durch häufigere Niederschläge und mehr Sonnenstunden wird im Sommer mehr Strom produziert als im Winter.

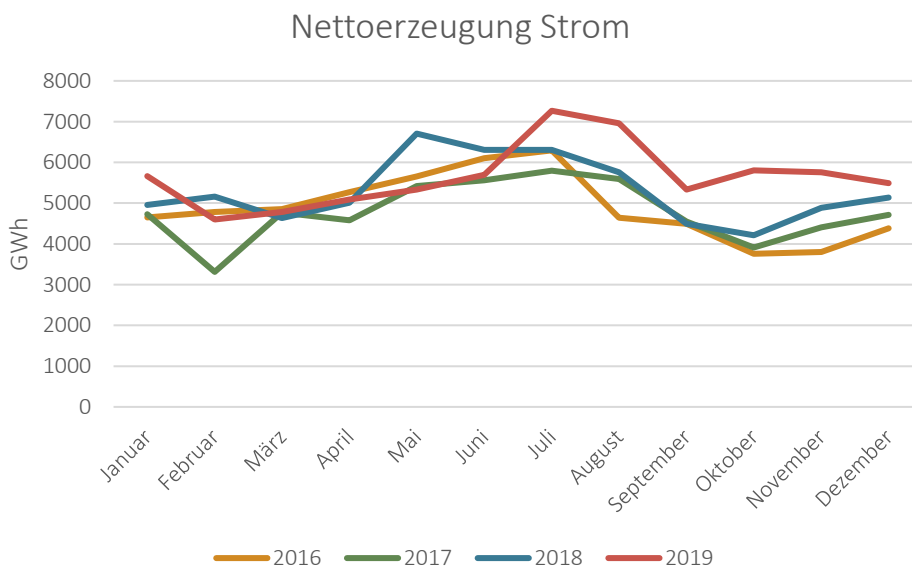


Abbildung 19: Stromerzeugung in der Schweiz in den Jahren 2016-2019 (Quelle: BFE Elektrizitätsbilanz-Monatswerte)

Strombilanz im Winter	<p>Daraus resultiert, dass die Schweiz im Winterhalbjahr ein Stromimporteure ist. Die Stromversorgungssicherheit im Winter ist somit von der Verfügbarkeit des Stroms in den Nachbarländern abhängig. Dabei zeigt sich im benachbarten Ausland das Bild, dass Deutschland im Winter zunehmende Stromexporteurin ist (starker Zubau erneuerbarer Energie), Frankreich jedoch tendenziell weniger Strom exportiert aufgrund geringerer Kernkraftproduktion. Österreich und Italien sind ebenfalls eher Stromimporteure im Winterhalbjahr.</p> <p>Durch Bemühungen zur Erhöhung der inländische Stromproduktion, insbesondere um die sogenannte Winterstromlücke zu schliessen, kann die Schweiz ihre Abhängigkeit vom Ausland verringern.</p>
Winterstrom-Importe als Gradmesser Versorgungssicherheit	<p>Die Stromversorgung ist im Zuständigkeitsbereich des Bundes. Er ist somit auch für die Stromversorgungssicherheit verantwortlich. Die Elektrizitäts-Kommission der Schweiz (ElCom) hält in ihrem Bericht zur Stromversorgungssicherheit²⁶ fest: "Im Winterhalbjahr ist die Schweiz seit 2004 stets auf Stromimporte angewiesen. Das Ausmass des Nettoimports im Winterhalbjahr ist ein guter Gradmesser, wie abhängig die Versorgungssicherheit vom grenzüberschreitenden Stromhandel ist. Muss im Winterhalbjahr nur wenig importiert werden, lässt sich die Versorgungssicherheit gewährleisten und der Handlungsspielraum beim Speichereinsatz nimmt zu.</p> <p>Je grösser der Importbedarf ist, umso stärker ist man abhängig vom Funktionieren der Grosshandelsmärkte und der Exportfähigkeit der Nachbarländer. Für eine zentrale Infrastruktur, welche in Echtzeit funktionieren muss, ist dies somit ein kritischer Risikofaktor."</p>
<p>5.1.1 Zukünftige Situation Schweiz</p>	
Zunahme Elektrizitätsverbrauch	<p>Mit der Energiestrategie 2050+ beschloss der Bundesrat den Ausstieg aus der Kernenergie. Diese soll durch erneuerbare Energien ersetzt werden.</p> <p>Die angestrebte Dekarbonisierung des Energiesektors wird zu einem grossen Teil über die Elektrifizierung erfolgen:</p> <p>Die Wärmeerzeugung wird zukünftig vermehrt über Wärmepumpen stattfinden. Gleichzeitig wird auch die Mobilität stark elektrifiziert. Kompensiert werden die obigen Mehrnutzungen durch den Ersatz der Elektrodirektheizungen und eine höhere Effizienz strombetriebener Geräte und der Beleuchtung. Schlussendlich wird jedoch mit einem Anstieg des Stromverbrauchs gerechnet (je nach Szenario 0.8 bis 10 TWh/a zu).</p>
Erneuerbare Energien	<p>Die erneuerbaren Energiequellen weisen gegenüber der Kernenergie einen grossen Nachteil auf, nämlich dass sie mit Ausnahme der Laufwasserkraftwerke einzeln betrachtet keine Bandlast liefern, also keine konstant verfügbare Strommenge erzeugt wird. In den nächsten Abschnitten wird die Saisonalität der einzelnen Energiequellen eingehender erläutert.</p>
Wasserkraft	<p>Die Stromproduktion mit Wasserkraft weist im Sommer mit 61% eine höhere Produktion auf als im Winter (39%). Im Tagesgang sind die Laufkraftwerke regulierbar und die Speicherkraftwerke können ebenfalls ausgleichend wirken.</p>

²⁶ ElCom 2020: Stromversorgungssicherheit der Schweiz 2020

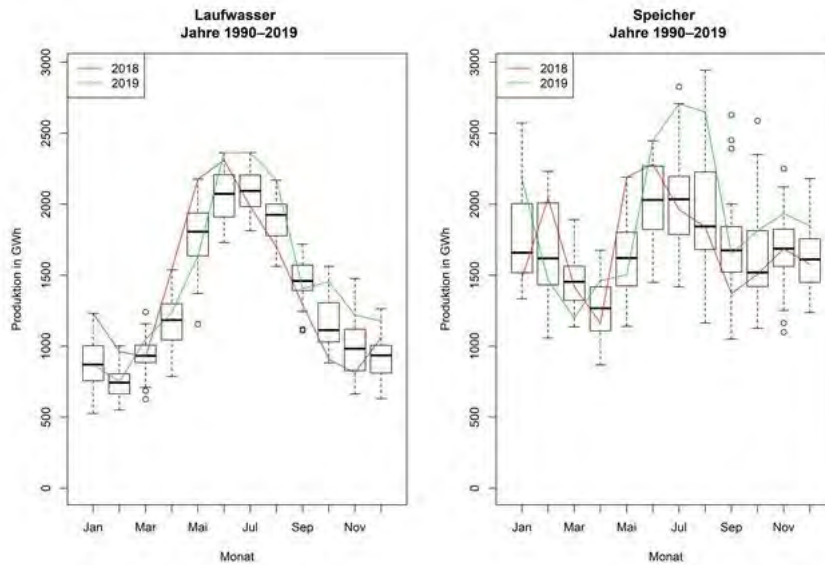


Abbildung 20: Stromproduktion mit Wasserkraft im Monatsverlauf. (Quelle Grafik: SWV 2020, Datenquelle: Bund)

Das Niederschlagsregime kann sich mit der Klimaänderung künftig verändern und die Niederschläge etwas mehr in den Winter verschieben. Ob dies eintritt oder nicht und in welchem Masse ist jedoch abhängig von der weiteren Klimaveränderung, welche möglichst eingegrenzt werden soll.

Solarenergie

Die Solarenergie fluktuiert einerseits saisonal (mehr im Sommerhalbjahr, vgl. Abbildung 21) und naturgemäss auch im Tagesverlauf und in Abhängigkeit der Witterung. So fallen im Sommer rund zwei Drittel der Produktion an.

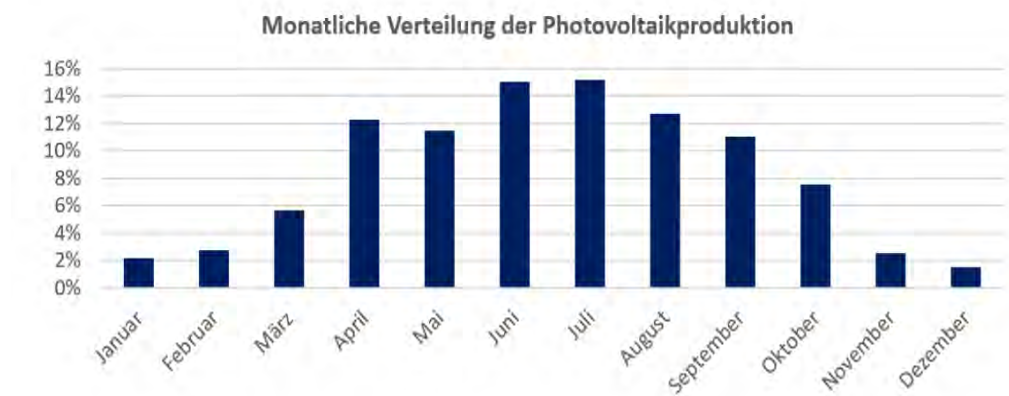


Abbildung 21: Stromproduktion Photovoltaik im Jahresverlauf (Quelle: suisse éole 2020)

Windenergie

Die Windenergie verhält sich saisonal gegensätzlich zur Solarenergie. Es ist im Winter mit mehr Windstrom zu rechnen als im Sommer. Wind ist ebenfalls von der Witterung abhängig, weist jedoch (über die ganze Schweiz betrachtet) keine so starke tageszeitliche Schwankung auf. Eine Studie von Suisse Eole kommt zum Schluss, dass die Windregimes in

der Schweiz sich optimal ergänzen und jederzeit Windenergie produziert wird. So deckt Windenergie überregional betrachtet einen Teil des Bedarfs an Bandenergie.²⁷

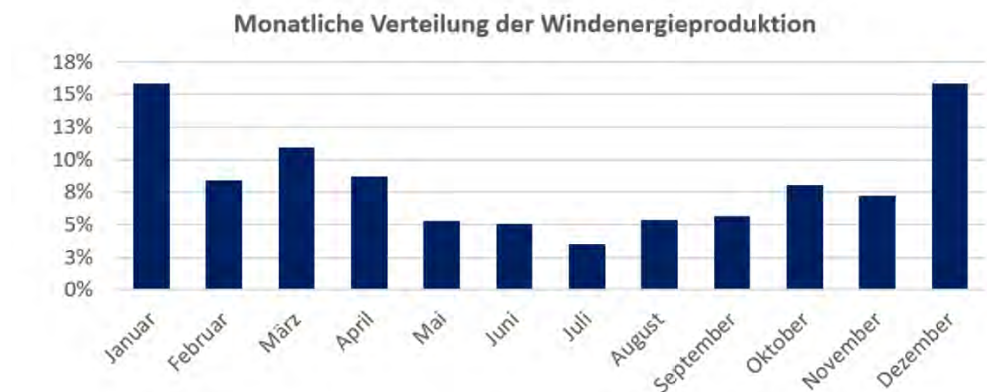


Abbildung 22: Stromproduktion Windkraft im Jahresverlauf (Quelle: suisse éole 2020)

Biomasse

Biomasse kann sowohl in Holzheizkraftwerken effizient zur Strom- und Wärmeproduktion verwendet werden oder in Biomasseanlagen vergärt und das entstehende Biogas verstromt oder ins Gasnetz gespiesen werden. Die Biomasse kann aufgrund des beschränkten Potenzials und der Vorgabe des wärmegeführten Betriebs nur einen geringen Teil zur Bandenergie beitragen. Hingegen führt der wärmegeführte Betrieb von Holzheizkraftwerken und -vergasungsanlagen zukünftig zu mehr Stromproduktion aus Biomasse im Winter.

Fazit

Windenergie allein kann bereits einen Teil der Bandlast liefern. Zudem ergänzt sie die anderen Energieträger ideal, indem die Produktion im Winter höher ist als im Sommer, also genau gegensätzlich zur Photovoltaik und der Wasserkraft.

Somit sollte nicht einseitig auf einen Energieträger gesetzt werden, denn eine ausgeglichene Mischung kann das Stromnetz stabilisieren.

²⁷ Die Studie basiert auf 26 der 37 bestehenden Windkraftanlagen.

5.1.2 Ausbauziele Bund

Massnahmen Bundesrat

Um die Importabhängigkeit zu verringern, will der Bundesrat mit der Revision des Energiegesetzes und des Stromversorgungsgesetzes den raschen Ausbau der erneuerbaren Energien als Basis-Beitrag im Winter vorantreiben.

Tabelle 4: Ausbauziele des Bundes: Energiestrategie 2050+

Energieträger	2019 (TWh/a)	2050 (TWh/a)
Photovoltaik	2.2	33.6
Wind	0.1	4.3
Biomasse	0.3	0.2
Biogas	0.2	1.2
KVA & ARA	1.3	0.8
Geothermie	0	2
Wasser	40.6	38.9

Ergänzend zu diesen Massnahmen soll der Ersatz der elektrischen Widerstandsheizungen beschleunigt werden. Diese verbrauchen im Winter rund 2.8 TWh Strom. Bei einem weitgehenden Ersatz durch Wärmepumpen könnten rund 2 TWh eingespart werden. Die Kantone sind daran, dieses Potenzial zu erschliessen. Auch der Kanton Appenzell Innerrhoden hat mit Abs. 2 Art. 11a EnerG den Eins-zu-eins-Ersatz von ortsfesten elektrischen Widerstandsheizungen verboten.

5.2 Fazit Situation Appenzell Innerrhoden

Wasserkraft

Die Situation der Strompotenziale im Kanton Appenzell Innerrhoden (vgl. auch Kapitel 4.2 und Abbildung 17) zeigt, dass das Wasserkraftpotenzial mehrheitlich ausgeschöpft ist. Das verbleibende Wasserkraftpotenzial muss mit Kleinwasserkraftwerken erschlossen werden, was aufgrund der ökologischen Vorgaben, den Investitionen und der verhältnismässig geringen Produktion sehr aufwändig und kostenintensiv ist.

Sonne und Wind

Bei den neuen erneuerbaren Energien besteht noch ein grosses Potenzial. Sowohl bei der Sonnenenergie als auch bei der Windkraft ist der mögliche Zubau noch immens. Die Sonnenenergie ist einfach zuzubauen und kann einen Teil des Strombedarfs der Gebäude vor Ort decken. Die Windkraft ist als Ergänzung zur Sonnenenergie attraktiv, unter anderem wegen der mehrheitlichen Produktion im Winter und nachts.

Biomasse

Die Biomasse (verholzt und nicht verholzt) weist ebenfalls ein hohes Potenzial auf, kann zur Stromproduktion jedoch nur in Verbindung mit einem Wärmeverbund realisiert werden. Mögliche Gebiete sind in einer kantonalen Energieplanung aufgrund der zu erwartenden Siedlungsentwicklung und der zu erwartenden Effizienzsteigerung im Gebäudepark (zukünftige Wärmebedarfsdichte) zu erarbeiten.

5.3 Einschätzung lokaler Energieversorger

5.3.1 SAK

Die grösste regionale Energieversorgerin, die St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (SAK) wurde zu seiner Sicht der zukünftigen Versorgungssicherheit befragt.²⁸ Die SAK bekennt sich vollumfänglich zur Energiestrategie des Bundes und strebt dementsprechend den Ausbau von erneuerbarer Stromproduktion an.

Versorgungssicherheit

Die Versorgungssicherheit bezüglich der Infrastruktur ist sehr gut gegeben und wird auch zukünftig instandgehalten werden.

Die Energieversorgung ist momentan noch gut gesichert, kann jedoch in 20-30 Jahren kritisch werden, wenn die Produktion der Kernkraftwerke zurückgeht.²⁹ Da sich alle europäischen Länder ebenfalls in der Transformation hin zu erneuerbarem Strom befinden, kann die Schweiz sich langfristig nicht auf Stromimporte im Winter verlassen und tut gut daran, die Eigenproduktion zu steigern.

Einschätzung Potenziale

Da die Wasserkraft im Appenzellerland grossmehrheitlich genutzt ist, wird die Photovoltaik als grösstes nicht genutztes Potenzial gesehen. Dabei stellt sich in einigen Jahren jedoch zunehmend die Frage nach den langfristigen Speichermöglichkeiten, um den Winterstrombedarf möglichst mit inländischem Strom decken zu können. Sowohl Strom- als auch Wasserstoffspeicher werden zunehmen, dienen jedoch eher der kurz- bis mittelfristigen Speicherung. Für eine saisonale Speicherung würden enorme Speichervolumina benötigt, die zurzeit noch nicht absehbar sind.

Die SAK investiert auch bereits in Holzverstromungsanlagen, die einen Teil zum Winterstrom beitragen. Ein weiteres wichtiges Potenzial wird in der Windkraft gesehen, da die Produktionsspitzen sowohl im Winter als auch nachts liegen. Somit stellt die Windkraft die ideale Ergänzung zu den anderen erneuerbaren Stromquellen dar.

Rolle der Kantone

Die Nutzung der vorhandenen Potenziale bedingt neben dem unternehmerischen Willen der Kraftwerke und Energieversorger auch klare rechtliche Rahmenbedingungen zur Nutzung der lokalen Strompotenziale. Hier müssen die Kantone ihre Verantwortung wahrnehmen und ihrerseits die Weichen für eine erneuerbare Energiezukunft stellen.

²⁸ Telefonat vom 22.02.2021 mit Herrn Adriano Tramèr, Leiter Produktion, SAK

²⁹ Von der Begleitgruppe wird diese Zeitspanne aufgrund von Swissgrid veröffentlichten Daten als deutlich kürzer eingeschätzt. Die Begleitgruppe rechnet mit einer Einschränkung der Versorgungssicherheit auf Netzebene 1 bereits in wenigen Jahren.

5.3.2 EWA

Die zweit grösste Stromversorgerin, die Energie- und Wasserversorgung Appenzell, wurde zur Netzstabilität befragt.³⁰

Solarenergie – Peak Shaving

Die EWA erwartet in den nächsten Jahren weiterhin einen starken Ausbau der Photovoltaik-Anlagen. Sie rechnen bis 2035 mit 20-30 MW installierter Leistung. Um die Netzstabilität zu gewährleisten, bedarf es aus Sicht der EWA die Möglichkeit zum Peak-Shaving. Das heisst, dass der Stromversorger die Möglichkeit erhält die dezentrale Produktion zu drosseln, wenn über Mittag die Produktion den Bedarf stark übersteigt. Übers Jahr gesehen rechnen sie dabei mit Einbussen von weniger als 5%.

Dazu bedarf es eines Smart Grids, dass die intelligente Steuerung von Produktion und Nutzung ermöglicht.

Speicherung

Die Speicherkraftwerke können einen Ausgleich bewirken. Dezentrale Speicher in den Gebäuden werden von vielen Gebäudeeigentümern aufgrund der grauen Energie und der Brandgefahr mit der gegenwärtig verfügbaren Technik als noch nicht optimal angesehen. Der Wunsch nach einer autarken Stromversorgung für kleinere Gebäude, wie Einfamilienhäuser, könnte den Einsatz von dezentralen Speichern fördern.

³⁰ Telefonat vom 16.03.2021 mit Herrn Hanspeter Koller, Betriebsleiter EWA

6 Empfehlungen

Der Kanton Appenzell Innerrhoden verfügt über viele Wärme- und Strompotenziale, die noch ungenügend genutzt sind. Um diese Nutzung voranzutreiben, schlagen wir folgende weiteren Schritte vor:

6.1 Übergeordnetes Konzept

Die Nutzung der Potenziale und weitere Folgearbeiten sollten sich dem Bundesziel Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2050 unterordnen. Da der Massnahmenhorizont üblicherweise nur 10 bis 15 Jahre umfasst, sollte ein übergeordnetes Konzept mit Energie- und Klimazielen erstellt werden. Darin sind neben dem Ziel für 2050 auch Zwischenziele für die verschiedenen Sektoren für das Jahr 2035 festgehalten. Ein solches Konzept enthält:

- die Ausgangslage wie sie im vorliegenden Bericht erfasst wurde und um zusätzliche Daten vertieft, z.B. genaue Auswertung der Betriebsumfrage
- Energie- und klimapolitische Zielvorgaben (inkl. Umgang mit Gasversorgung)
- Räumlich verortete Massnahmen
- Zuständigkeiten
- Erfolgskontrollen und Wirkungsüberprüfung

Neben den energiebedingten Treibhausgasemissionen (Wärme, Strom, Mobilität) sollten dabei auch der Konsum und die Landwirtschaft betrachtet werden.

Aus unserer Sicht ist ein übergeordnetes Energie- und Klimakonzept ein wichtiges und notwendiges Instrument, um die erneuerbare Energieversorgung und Klimaanpassung voranzutreiben.

6.2 Stromproduktion

Der Kanton Appenzell Innerrhoden könnte seinen gesamten heutigen Strombedarf mit lokaler Produktion decken und sogar noch exportieren. Die drei nachfolgenden Potenziale sind noch weitgehend ungenutzt. Bei der Solarenergie könnten insbesondere die geschützten Objekte den Zubau verringern oder behindern. Deshalb schlagen wir folgende nächsten Schritte vor:

- Solarstromnutzung auf Denkmal- und/oder Ortsbildgeschützten Häusern:
 - Solarstrompotenzial verfeinern mit ISOS-Daten
 - ggf. prüfen von Fördergeldern zur optimalen visuellen Einpassung von Solaranlagen auf geschützten Objekten.
- Solarstromnutzung auf nicht Denkmal- und/oder Ortsbildgeschützten Häusern: Bevölkerung auf bereits existierende Fördermassnahmen und Beratungsangebote aufmerksam machen
- Windenergie: Nutzungsplanung für Windkraftprojekt Honegg Oberfeld ausarbeiten (vgl. Kapitel 6.2.1)

6.2.1 Windkraftprojekt Honegg Oberfeld

Im Kanton Appenzell Innerrhoden besteht ein Windkraftprojekt in Honegg Oberfeld. Der notwendige Richtplaneintrag wurde 2018 durch die Ständekommission abgelehnt. Das

Projekt besteht aus zwei Anlagen mit je 4.2 MW (insgesamt 8.4 MW) installierter Leistung (prognostizierter Netto Jahresertrag mind. 11.8 GWh/a).

Mit der Revision des Energiegesetzes (Abstimmung im Mai 2021) muss sich der Kanton für die Nutzung von mind. 10 GWh/a Windenergie einsetzen. Auch für weitere erneuerbare Stromproduktionsanlagen sollen günstige Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Beurteilung

Mit der neuen Energiestrategie 2050+ hat der Ausbau von erneuerbaren Energien ein stärkeres Gewicht bekommen und zählt nun vermehrt zu den öffentlichen Interessen. Aus unserer Sicht ist die Gewichtung Natur-/Landschaftsschutz und Energieproduktion in diesem Kontext zu Überdenken und gegebenenfalls neu vorzunehmen. Deshalb sollten die Objektblätter des Richtplans, insbesondere die Grobbeurteilungen, überarbeitet werden.

6.3 Wärme/Kälte-Versorgung

Um die vorhandenen Wärmepotenziale optimal nutzen zu können empfiehlt sich eine kantonale Energieplanung mit dem Fokus Wärme. Diese kann für den Kanton Appenzell Innerrhoden auf der Ebene einer kommunalen Energieplanung ausgeführt werden.

Kommunale Energieplanung

Mit der Energieplanung werden die Grundsätze der kantonalen Energiepolitik räumlich konkretisiert. Durch entsprechende Gebietsbezeichnungen wird die räumliche Koordination und Abstimmung der vorhandenen Potenziale, der bestehenden und neu auszubauenden Infrastruktur zur Wärmeversorgung mit der Siedlungsentwicklung vorgenommen. D.h. für das gesamte Siedlungsgebiet wird aufgezeigt, welche Energieträger zu Gunsten einer zukunftstauglichen Wärmeversorgung eingesetzt werden sollen.

Dabei ist insbesondere auch das Gasnetz einzubeziehen, um mittels abgestimmter Transformation die Netto-Null Ziele bis 2050 zu erreichen.

Zur Umsetzung der Energieplanung soll ein Massnahmenkatalog mit Detailblättern erstellt werden. Auch die Vorbildfunktion des Kantons ist dabei zu berücksichtigen.

Thermische Netze

Insbesondere für die Nutzung des Wärmepotenzials des gereinigten Abwassers und der Abwärme der diversen produzierenden Betriebe in Appenzell, die über thermische Netze erfolgen müssen, ist eine vertiefte Betrachtung des zukünftigen Wärmebedarfs notwendig. Dabei wäre aufgrund des geringen Potenzials aus dem gereinigten Abwasser auch die Wärmenutzung des Abwassers bei Austritt aus den Gebäuden (insbesondere Produktionsbetriebe) genauer zu untersuchen.

Effizienz im Gebäude

Energetische Sanierungen weisen ein nicht zu vernachlässigendes Sparpotenzial auf. Bei geschützten Objekten stellt sich dies oft als sehr schwierig heraus. Für denkmalgeschützte Gebäude sieht die kantonale Verwaltung eine spezialisierte Energieberatung vor.

Glossar

a	Abkürzung für Jahr (von annus)
ARA	Abwasserreinigungsanlage
BFE	Das Bundesamt für Energie (BFE) ist das Kompetenzzentrum für Fragen der Energieversorgung und der Energienutzung im Eidgenössischen Departement für Um-welt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
Biogas	Unter Biogas werden im vorliegenden Bericht Gase in Erdgasqualität verstanden, die aus erneuerbaren Quellen stammen. Diese können aus Biomasse (z.B. Grün- und Rüstabfälle, Klärgas) stammen oder mit erneuerbarem Strom synthetisch aus CO ₂ hergestellt sein (Power-to-Gas).
CO ₂	Kohlendioxid. Dieses Treibhausgas entsteht z.B. bei der Verbrennung von Heizöl und Erdgas.
CO ₂ -Äquivalente (CO ₂ -eq.)	Mit dem jeweiligen Treibhauspotenzial gewichtete Summe der verschiedenen Treibhausgase (z.B. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O etc.)
d	Abkürzung für Tag
Energiebezugsfläche	Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.
Energiekennzahl	Dieser Kennwert gibt den Energiebedarf für Raumwärme und Brauchwarmwasser in kWh pro Jahr und m ² beheizte Geschossfläche an.
Endenergie	Die Energie, die dem Verbraucher direkt zugeführt wird. Der Begriff Endenergie umfasst die kommerziell gehandelten Energieträger wie Heizöl, Erdgas, Strom, Benzin, Diesel, Holzbrennstoffe oder Fernwärme.
Energieträger	Rohstoffe oder Stoffe, die in chemischer oder physikalischer Form Energie speichern und daher für die Energiegewinnung nutzbar gemacht werden können.
Energieverbund	Ein Energieverbund liefert neben Wärme auch Kälte. (auch Anergienetz genannt)
GWh	Gigawattstunden, Einheit für Energie. 1 Gigawattstunde ergibt 1'000 Megawatt-stunde (MWh).
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister
Komfortwärme	Raumwärme und Wärme für Warmwasserbereitstellung.
KVA	Kehrichtverwertungsanlage
kW	Kilowatt, Einheit für Leistung. Die Heizungsanlage eines Einfamilienhauses hat zwischen 10 und 20 kW Heizleistung. Damit werden jährlich zwischen 20'000 und 40'000 kWh Heizwärme (Energie) erzeugt.
kWh	Kilowattstunden, Einheit für Energie. 1'000 Kilowattstunden ergeben 1 Megawatt-stunde (MWh).
MWh	Megawattstunden, Einheit für Energie. 1'000 Megawattstunden ergeben 1 Gigawattstunde (GWh).

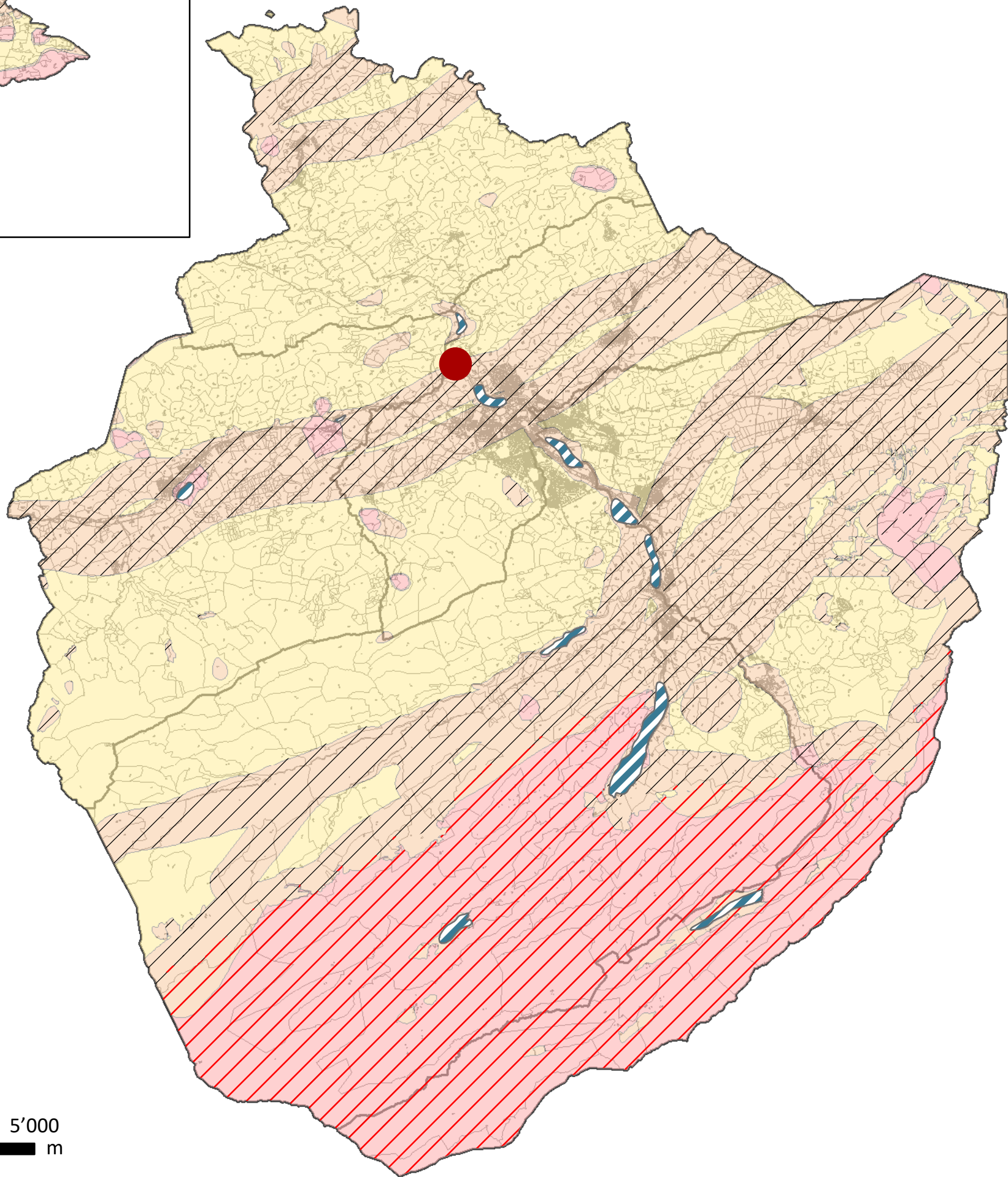
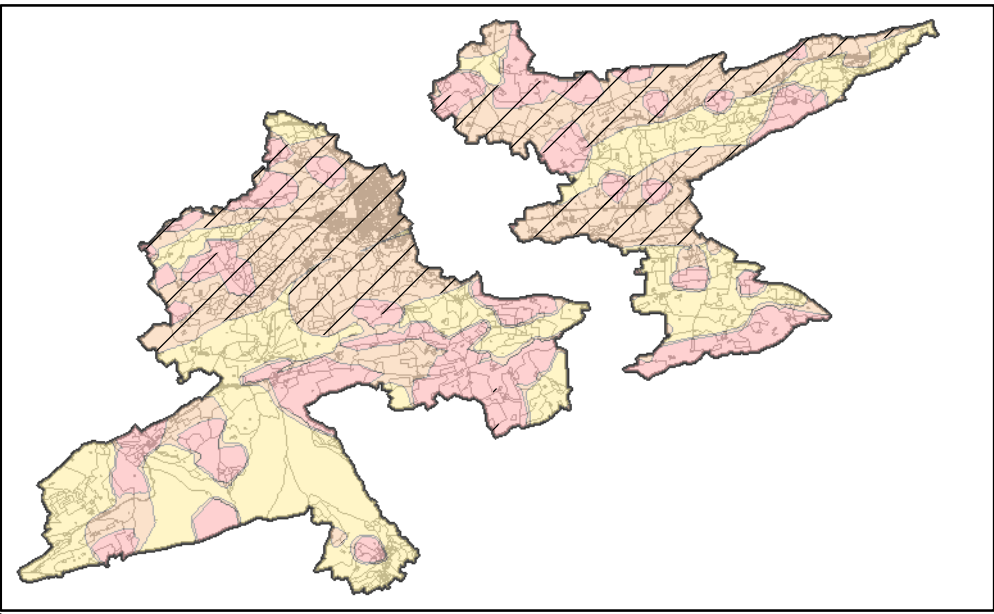
Primärenergie	Unter Primärenergie versteht man die primär aus Energiequellen verfügbare Energie (z.B. Brennwert von Kohle). Im Primärenergieverbrauch werden eventuelle Umwandlungs- oder Übertragungsverluste der vom Verbraucher nutzbaren Energiemenge berücksichtigt.
Primärenergiefaktoren	Faktoren, welche die erforderliche Primärenergiemenge bestimmen, um dem Verbraucher eine bestimmte Endenergiemenge zuzuführen. Diese Faktoren berücksichtigen die zusätzlich erforderliche Energie für Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der Endenergie.
Solarthermie	Als Solarthermie wird die Umwandlung der Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie bezeichnet (z.B. solare Erzeugung von Warmwasser).
Theoretisches Potenzial	Das theoretische Potenzial weist das vorhandene Potenzial ohne Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Machbarkeit oder Wirkungsgrad von Wärme-/ Stromerzeugern.
Treibhausgase	Treibhausgase tragen zum Klimawandel bei. Die häufigsten durch den Menschen ausgestossenen Treibhausgase sind Kohlendioxid (Verbrennungen in Heizung und Motoren) und Methan (Landwirtschaft).
Wärmebedarfsdichte	Diese Grösse sagt aus, wie hoch der Wärmebedarf pro Einheit Siedlungsgebiet ist (z.B. in MWh/a pro Hektare).
Wärmeverbund	Wärmeverbunde bezeichnen leitungsgebundene (Fern-)Wärmeverteilsysteme. Wird neben Wärme auch Kälte angeboten, so handelt es sich um einen Energieverbund (je nach Ausführung auch Anergienetz genannt).

Literaturhinweise

ARE 2020	Bundesamt für Raumentwicklung ARE 2020; Konzept Windenergie, Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen
BFS 2017	Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT) 2017, Bundesamt für Statistik
BUD AI 2014	Strategie Energie AI Bericht zu den Grundlagen, Bau- und Umweltdepartement Kanton Appenzell AI 2014
EICom 2020	Stromversorgungssicherheit der Schweiz 2020. Bern, Juli 2020
GEO Partner 2012	GEO PARTNER AG, Kantone Appenzell Ausserrhoden und Appenzell Innerrhoden 2012; Studie Energiepotenzial AR + AI
suisse éole 2020	Windenergiestrategie: WINTERSTROM & KLIMASCHUTZ. Juni 2020

Anhänge


A Potenzialkarte Wärme




Schmutzwasser


 ARA Boedeli


Grundwasser


 Grundwasserpotenzial (Wasserleiter >2m)


Erdwärmeeignungsgebiete inkl. geologische Angaben

 bedingt zulässig (siehe Erläuterungen)

 nicht zulässig (siehe Erläuterungen)

 zulässig (siehe Erläuterung)

 Karst unter Lockergestein

 Restliche geologische Angaben

Hinweis:

- zulässig: ab 250m Bohrtiefe ist eine hydr. Vorabklärung zwingend
- bedingt zulässig: hydr. Vorabklärung ist immer erforderlich
- nicht zulässig: AWE kontaktieren

Informationsinhalt

 Bezirksgrenzen

Kanton Appenzel Innerrhoden

Potenzialkarte Appenzel Innerrhoden

Wärmepotenziale

Massstab 1: 67'500

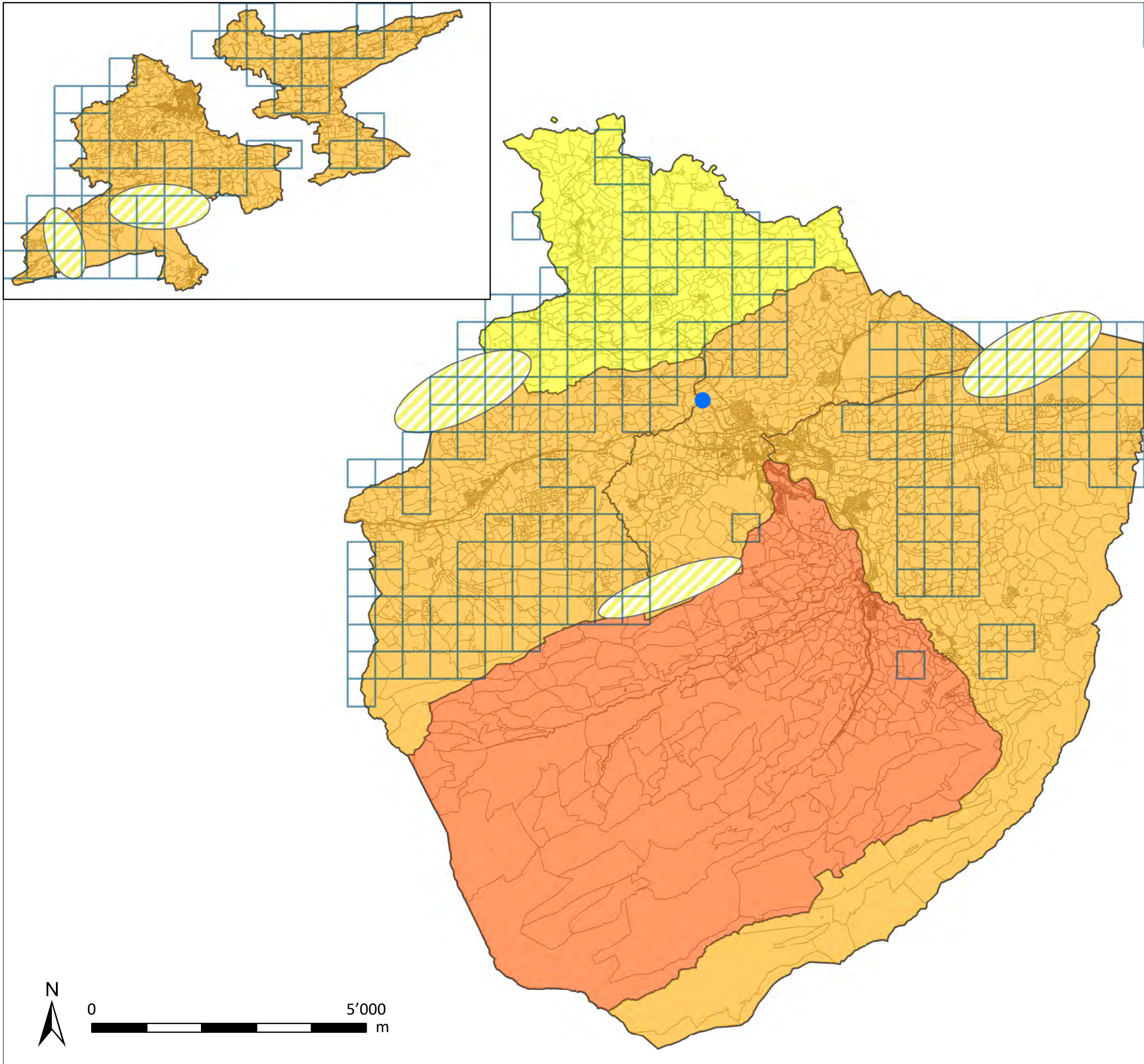
Erst. FM / Gepr. RG
Datum: 16.02.2021 / Projekt: AIK.02 /
Dateiname: AIK02_Potenzialkarte_Waerme.mxd




PLANAR





B Potenzialkarte Strom






Wasserkraftwerke

 > 300 kWh/a

Windpotenzial Bundesinteresse

 Weitere Interessen (KBIK 6)
 Windpotenzialgebiete kant. Richtplan

Verholzte Biomasse

 0 - 25 TJ
 25.1 - 50 TJ
 50.1 - 100 TJ

Informationsinhalt

 Bezirksgrenzen

Kanton Appenzell Innerrhoden

Potenzialkarte Appenzell Innerrhoden

Energiepotenziale

Massstab 1: 67'500

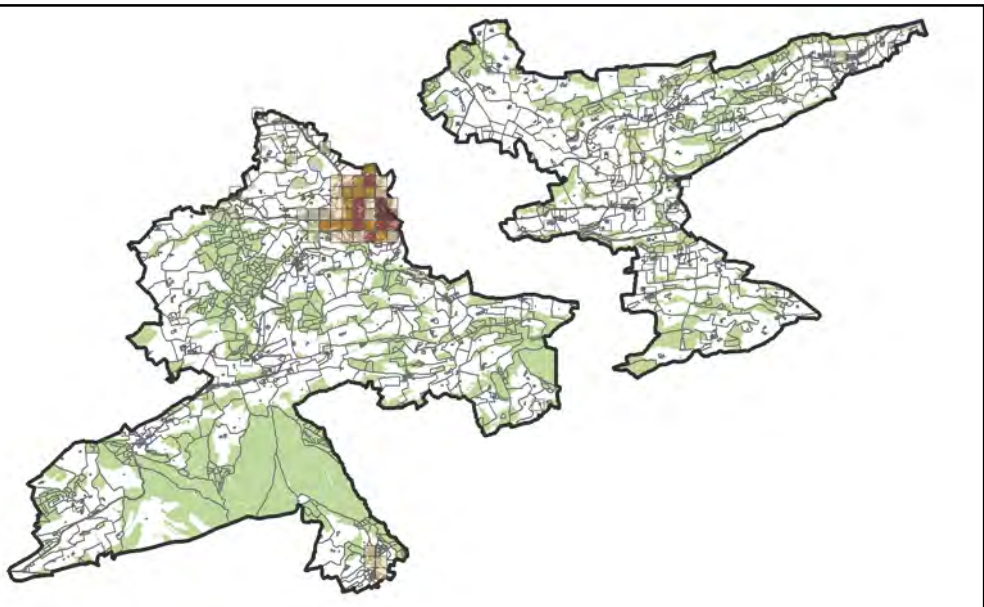
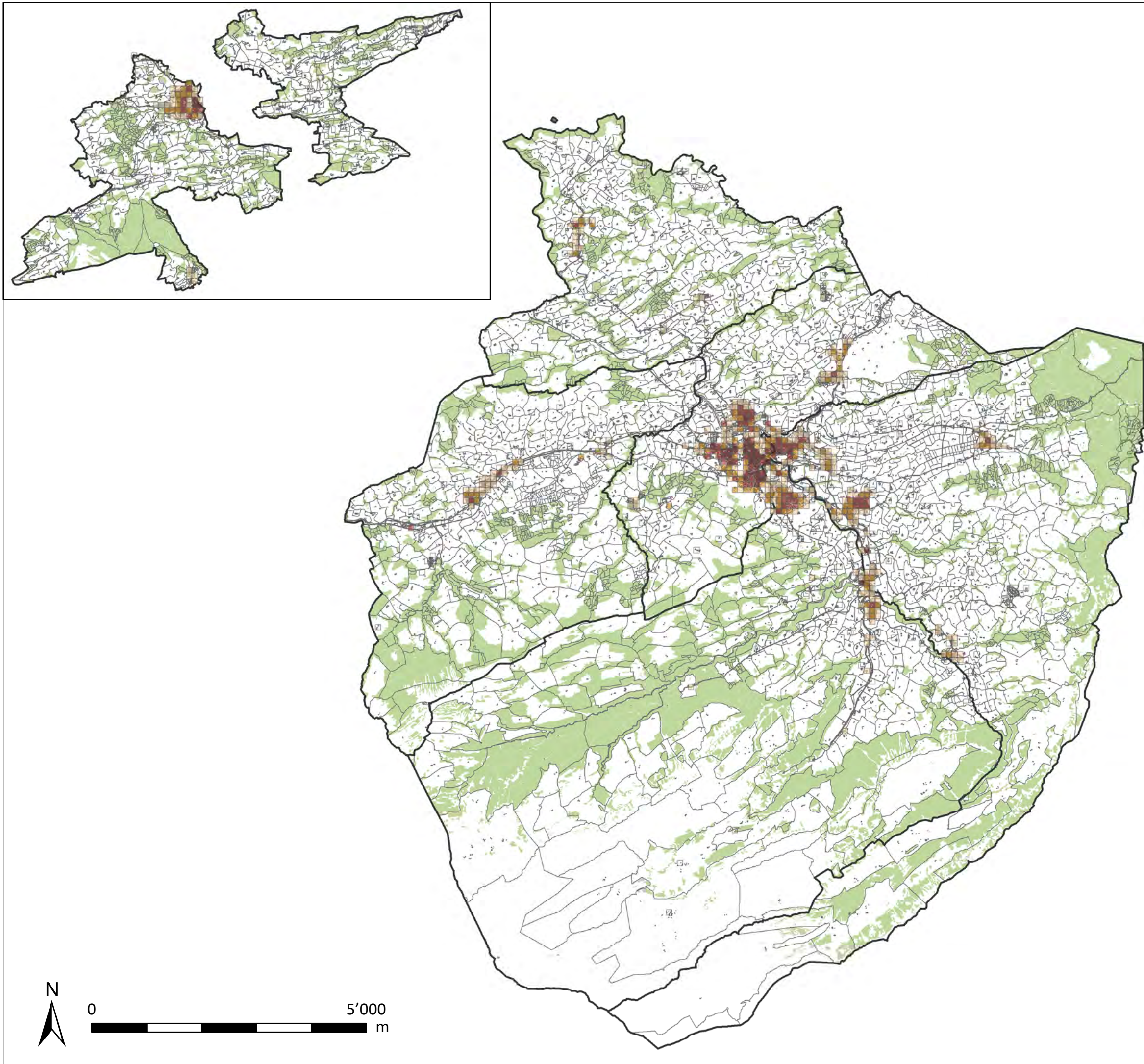
Erst. FM / Gepr. RG
 Datum: 12.10.2020 / Projekt: AIK.02 /
 Dateiname: AIK02_Potenzialkarte_Energie.mxd



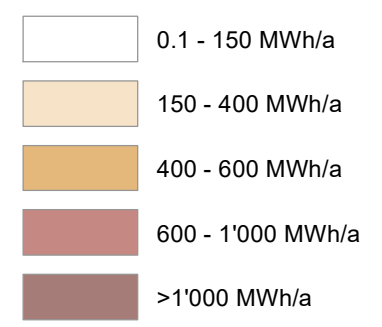
PLANAR



C Wärmebedarfsdichte 2019



Klassierung Wärmebedarf



Hinweis:
 - Hektarraster gemäss Landeskoordinaten
 - Anzeige Hektarraster bei >=3 Gebäude

Informationsinhalt



Kanton Appenzell Innerrhoden

Wärmebedarf 2019 im HA-Raster

Wärmebedarf Gesamt

Massstab 1: 67'500

Erst. FM / Gepr. RG
 Datum: 29.09.2020 / Projekt: AIK.02 /
 Dateiname: AIK02_Waermebedarf_HA_2019.mxd



PLANAR

