

# **Studie Erneuerbare Energie, Ausbauziel 2035 und 2050**

**Grundlage für die Richtplananpassung des Kapitels E.2**





Verfasser: Amt für Raum und Wald, Kasernenstrasse 17A, 9102 Herisau  
Amt für Umwelt, Kasernenstrasse 17A, 9102 Herisau





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>7</b>
1.1	Einordnung der Studie in Bezug auf bestehende Grundlagen .....	7
1.2	Rechtliche und energiepolitische Grundlagen .....	7
1.3	Aktuelle Entwicklungen .....	8
<b>2</b>	<b>Überblick Strombedarf und -produktion</b> .....	<b>10</b>
2.1	Strombedarf und -produktion im Kanton Appenzell Ausserrhoden .....	10
2.2	Prognose Strombedarf 2035 und 2050 .....	10
<b>3</b>	<b>Ausbaupotenzial erneuerbare Energieträger zur Stromerzeugung</b> .....	<b>11</b>
3.1	Wasserkraft .....	11
3.2	Biomasse .....	11
3.3	Sonnenenergie (Photovoltaik) .....	12
3.4	Windenergie .....	14
3.5	Tiefengeothermie .....	14
<b>4</b>	<b>Winterstromproduktion und Speichermöglichkeiten</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>17</b>
5.1	Bedeutung der einzelnen Energieträger .....	17
5.2	Ausbauziele für die Erneuerbaren bis 2035 und 2050 .....	18
5.3	Fazit und Auswirkungen auf die kantonale Richtplanung .....	19
<b>6</b>	<b>Wichtige Grundlagen</b> .....	<b>19</b>





# 1 Ausgangslage

## 1.1 Einordnung der Studie in Bezug auf bestehende Grundlagen

Die vorliegende Studie zeigt die Potenziale von erneuerbaren Energieträgern in einer kantonalen Gesamtschau. Neben dem Nutzungspotenzial des jeweiligen Energieträgers wird auch die zeitliche Verfügbarkeit aufgezeigt.

Beim vorliegenden Dokument handelt es sich um eine erläuternde Beilage zur Richtplananpassung des Kapitels E.2, Energieversorgung. Die in der Studie aufgeführten Potenziale orientieren sich am kantonalen Energiekonzept 2017-2025 mit Berücksichtigung der Energieperspektiven 2050+ des Bundes sowie des Energiegesetzes (Vorgaben aus dem Stromgesetz). Das aktuell gültige Energiekonzept 2017-2025 wird in den nächsten Jahren u.a. auch anhand der neuen rechtlichen Grundlagen überarbeitet bzw. an die neuen Potenziale von erneuerbaren Energieträgern angepasst.

## 1.2 Rechtliche und energiepolitische Grundlagen

Die rechtlichen und energiepolitischen Grundlagen auf Kantons- und Bundesstufe sowie deren strategischen Aussagen und Konsequenzen können wie folgt zusammengefasst werden:

**Energiestrategie 2050:** Der Ausstieg aus der Kernenergie, die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und des Verkehrs sowie weitere tiefgreifende Veränderungen im internationalen Energieumfeld bedingen einen Umbau des Schweizer Energiesystems. Der Bundesrat hat hierzu die Energiestrategie 2050 erarbeitet. Neben dem Ausstieg aus der Kernenergie umfasst die Energiestrategie 2050 insbesondere auch den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom und Wärme sowie die Steigerung der Energieeffizienz.

**Klimastrategie 2050:** Am 28. August 2019 hat der Bundesrat das «Netto-Null-Ziel» beschlossen. Bis zum Jahr 2050 soll die Schweiz in der Gesamtbilanz keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen. Dazu wurde Anfang 2021 die langfristige Klimastrategie verabschiedet. Diese zeigt auf, wie das Netto-Null-Ziel durch Massnahmen in allen betroffenen Sektoren erreicht werden soll.

**Eidgenössisches Energiegesetz (EnG):** Am 21. Mai 2017 hat die Bevölkerung den für die Energiestrategie 2050 nötigen Änderungen am Energiegesetz zugestimmt. Im Energiegesetz werden die Ausbauziele für die Elektrizität aus erneuerbaren Energien bis 2035 festgeschrieben. Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist die Planungspflicht für Kantone zur Bezeichnung der für die Nutzung der Windenergie geeigneten Gebiete, der Gewässerabschnitte zur Nutzung der Wasserkraft sowie der Produktion von zusätzlicher Elektrizität aus Photovoltaik-Grossanlagen. Der Nutzung der erneuerbaren Energien wurde ein nationales Interesse zugewiesen.

**Stromgesetz (Mantelerlass):** Am 9. Juni 2024 stimmten die Stimmberechtigten dem Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (Stromgesetz, SR 21.047) zu. Die jeweiligen Ausbauziele für die Erneuerbaren (ohne Wasserkraft) wurden im Energiegesetz (EnG, SR 730.0) erhöht. Das Energiegesetz regelt zudem neu, dass der Nettoimport von Elektrizität im Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) den Richtwert von 5 TWh nicht überschreiten soll. Zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit während den Wintermonaten sind Technologien mit einem grossen Winterstromanteil deshalb von grosser Bedeutung. Die Windenergienutzung kann aus diesem Grund einen relevanten Beitrag leisten.

In der nachstehenden tabellarischen Darstellung sind die revidierten Ausbauziele des Energiegesetzes ersichtlich:



<b>Ausbauziele: Neue Erneuerbare (ohne Wasserkraft)</b>	bis 2035 <sup>1)</sup>	bis 2050
<b>EnG bisher</b>	11,4 TWh/a	keine Vorgabe
<b>EnG gemäss Stromgesetz (angenommen am 9. Juni 2024)</b>	35 TWh/a	45 TWh/a

<sup>1)</sup> Stand Ende 2023 stammen erst rund 7 TWh aus neuen erneuerbaren Quellen.

Das neue Ausbauziel des Bundes bis 2035 geht massgeblich über das Ausbauziel des Kantons gemäss kantonalem Energiegesetz (KEnG) hinaus. Zur Erreichung der im eidgenössischen Energiegesetz definierten Ausbauziele müsste Appenzell Ausserrhoden bis 2035 rund 220 GWh bzw. 65% des Strombedarfs aus neuen erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) decken. Dies, wenn die nationalen Ausbauziele proportional zur Bevölkerung auf den Kanton heruntergebrochen werden. Das bestehende kantonale Energiegesetz definiert ein Ausbauziel von 40% des kantonalen Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien. Gesamthaft ohne Wasserkraft wären rund 130 GWh Strom aus erneuerbaren Energien erforderlich.

**Klima- und Innovationsgesetz:** Die Schweizer Stimmbevölkerung hat am 18. Juni 2023 das Klima- und Innovationsgesetz angenommen. Das Gesetz verankert bis 2050 die Klimaneutralität (Netto-Null-Ziel) auf der Bundesebene.

**Konzept Windenergie:** Das Konzept Windenergie ist das wichtigste Planungsinstrument des Bundes im Bereich der Windenergie. Das Konzept verlangt unter anderem, dass die kantonale Raumplanung die Umsetzung der Energiepolitik des Bundesrats im Bereich Windenergie zu unterstützen hat. Der Ausbau der Windenergie soll gestützt auf eine umfassende Interessenabwägung in den für die Nutzung von Windenergie geeigneten Gebieten erfolgen. Verbindlich vorgegeben ist namentlich, dass die Kantone die Ausbaupläne des Bundesrats im Bereich der Windenergie und die Richtwerte der Energiepolitik berücksichtigen. Das Konzept ist behördenverbindlich und daher von Bundesstellen, Kantonen und den weiteren Planungsträgern zu berücksichtigen. Im Konzept Windenergie gibt der Bund den Kantonen einen Orientierungsrahmen für ihren Beitrag zu den Ausbauzielen vor. Für Appenzell Ausserrhoden beträgt der Rahmen 40 bis 180 GWh Stromproduktion aus Windenergie pro Jahr bis ins Jahr 2050.

**Energiekonzept 2017-2025:** Das kantonale Energiekonzept 2017-2025 bildet die Grundlage für die energiepolitische Arbeit des Kantons. Es definiert die mittelfristigen Ziele und zeigt auf, mit welchen Massnahmen der Kanton diese erreichen will. Die Hauptzielsetzungen sind die Senkung des Gesamtenergieverbrauchs, die Senkung des Stromverbrauchs, die Erhaltung der Stromproduktion aus Wasserkraft sowie der Ausbau der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien (insb. Sonne, Wind). Die Zielsetzungen des Energiekonzepts sind gerade im Kontext der aktuellen Diskussionen zur Versorgungssicherheit von Bedeutung.

**Kantonales Energiegesetz (kEnG):** Mit Inkraftsetzung des teilrevidierten Energiegesetzes per 1. Januar 2023 ist auf Gesetzesstufe das Ziel festgelegt, dass bis 2035 mindestens 40% des im Kanton verbrauchten Stroms kantonsintern aus erneuerbaren Energien erzeugt werden soll (namentlich durch die Nutzung von Sonne, Wind und Wasser). Damit macht das Energiegesetz neben den energetischen Bauvorschriften wie der Pflicht zur Eigenstromerzeugung bei Neubauten auch klare Vorgaben zum Ausbau von erneuerbaren Energien. Mit dem teilrevidierten Energiegesetz setzt der Kanton zudem für den Gebäudesektor die aktuellen «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» (MuKE 2014) um bzw. geht teilweise über dessen Vorgaben hinaus.

### 1.3 Aktuelle Entwicklungen

Die kantonale Studie erneuerbare Energien bedingt im aktuellen energiepolitischen Umfeld eine gewisse Flexibilität – die volatilen Energiemärkte und das Risiko einer drohenden Versorgungslücke im Winter führen zu teils kurzfristigen Gesetzesanpassungen auf Bundesebene mit erheblichen Auswirkungen auf die nutzbaren Potenziale von erneuerbaren Energieträgern. In Bezug auf die Sonnenenergie wurden mit den Bestimmungen in Art. 32c RPV



(werden mit Inkraftsetzung des teilrevidierten Raumplanungsgesetzes in Art. 24ter überführt) im Juli 2022 neue Möglichkeiten für Photovoltaikanlagen auf Infrastrukturen oder im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion aufgenommen, welche das mittelfristige Solarpotenzial gegenüber den bisherigen Abschätzungen grundsätzlich erhöhen. Dasselbe gilt für die Revision des EnG vom 30. September 2022, welche bereits kurzfristig zu einem zusätzlichen Potenzial insbesondere für alpine Anlagen führen soll.

Mit der Annahme des Stromgesetzes (Mantelerlass) vom 9. Juni 2024 wurden die Anforderungen an den Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion nochmals erhöht. Die neuen Ausbauziele des Bundes haben Auswirkungen auf die kantonalen Ausbauziele in der vorliegenden Studie Erneuerbare Energien (vgl. Kapitel 1.2 Rechtliche und energiepolitische Grundlagen) und auf die Anpassung des kantonalen Energiekonzepts.

Mit dem Stromgesetz werden die Kantone neu auch beauftragt, Eignungsgebiete für Solaranlagen von nationalem Interesse zu bezeichnen. Gemäss der Vernehmlassungsvorlage des Verordnungspakets zum Stromgesetz bedingt das nationale Interesse eine Stromproduktion im Winterhalbjahr von mindestens 5 GWh, was je nach Standort und Ausrichtung einen Flächenbedarf von 10-20 Hektaren bedingt. In Appenzell Ausser Rhoden besteht für solch grosse Photovoltaik-Freiflächenanlagen von nationalem Interesse aufgrund der kleinräumigen Struktur, der Topografie und der Landschaftsstruktur und schlussendlich für die Agri-Photovoltaik aufgrund der Ausrichtung der Landwirtschaft auf die Viehhaltung kein grosses Potenzial.

In der vorliegenden Studie werden die Entwicklungen im aktuellen energiepolitischen Umfeld und deren Auswirkungen auf den Kanton soweit aktuell möglich berücksichtigt. Gleichzeitig wird auf die vorhandenen Unsicherheiten hingewiesen.



## 2 Überblick Strombedarf und -produktion

### 2.1 Strombedarf und -produktion im Kanton Appenzell Ausserrhoden

Ende 2023 lag der Anteil der eigenen, erneuerbaren Stromproduktion am Ausserrhoder Strombedarf bei 61 GWh/a bzw. rund 20% des Stromverbrauchs von 305 GWh/a. Den grössten Beitrag liefert dabei die Sonnenenergie.

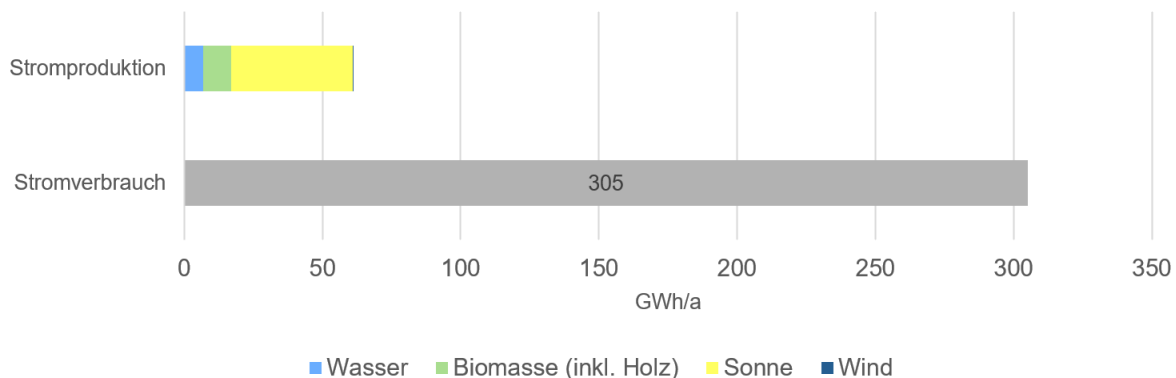


Abb. 1 Stromproduktion und -verbrauch im Kanton Appenzell Ausserrhoden im Jahr 2023

### 2.2 Prognose Strombedarf 2035 und 2050

Die Prognosen zum Strombedarf in Appenzell Ausserrhoden bilden die Grundlage für die Ausbauziele der einzelnen erneuerbaren Energieträger. Die Abschätzungen basieren auf der prognostizierten Entwicklung gemäss den Energieperspektiven 2050+ des Bundes. Dabei ist trotz der angestrebten Effizienzgewinne mit einer weiteren Zunahme des Stromverbrauchs zu rechnen. Diese Zunahme resultiert aus der erwarteten Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung, aber insbesondere aus der zunehmenden Dekarbonisierung der Energieversorgung z.B. durch Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge.

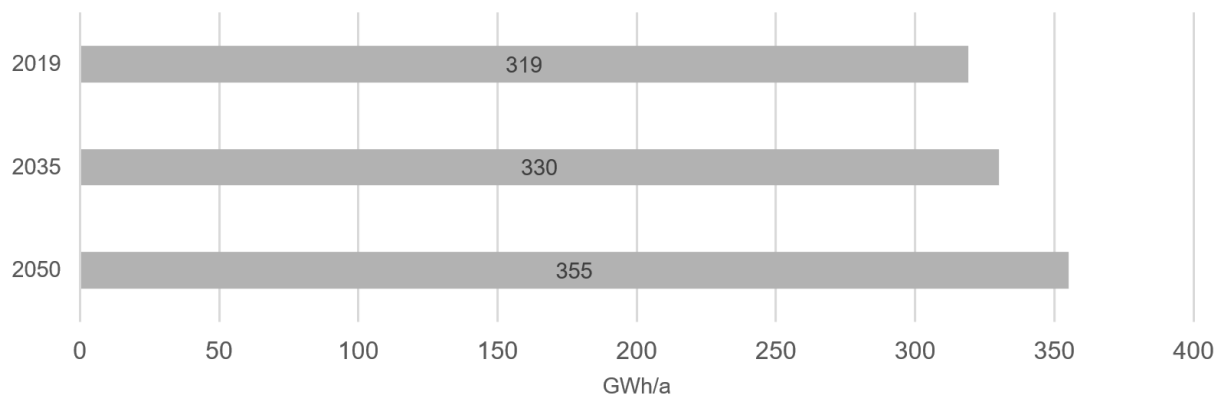


Abb. 2 Stromverbrauch 2019 (Referenzjahr Energieperspektiven) und Prognose 2035 und 2050

Die prognostizierte Zunahme basiert auf der Datengrundlage der Energieperspektiven 2050+ (Szenario ZERO). Es wird dabei nicht berücksichtigt, dass die Bevölkerungszunahme in Appenzell Ausserrhoden mit grosser Wahrscheinlichkeit geringer ausfallen wird als im CH-Durchschnitt. Ausgehend vom Referenzjahr 2019 mit 319 GWh/a für den Strombedarf und einer prognostizierten Zunahme von 4% in rund 15 Jahren resultieren 330 GWh bis 2035. Bei einer Zunahme von 11% gegenüber dem Referenzjahr resultieren 355 GWh bis 2050.



### 3 Ausbaupotenzial erneuerbare Energieträger zur Stromerzeugung

In diesem Kapitel wird das Ausbaupotenzial für die einzelnen erneuerbaren Energieträger für die Stromerzeugung abgeschätzt. Dabei wird soweit möglich auf die vorhandenen kantonalen Grundlagenstudien zu den Potenzialen der verschiedenen Energieträger abgestützt. Wo keine detailliertere kantonale Analyse besteht, wird das Potenzial aus den Grundlagen des Bundes (z.B. Energieperspektiven 2050+) abgeleitet.

#### 3.1 Wasserkraft

An den Aussagen aus dem Energiekonzept 2017-2015 zum Potenzial der Wasserkraftnutzung hat sich grundsätzlich nichts geändert und auch mit Blick auf einen längeren Zeithorizont ist nicht mit einer deutlichen Zunahme zu rechnen. In Appenzell Ausserrhoden ist das Wasserkraftpotenzial gering und wird grösstenteils bereits genutzt. Durchschnittlich werden rund 7 GWh/a Strom aus Wasserkraft gewonnen. Für die Nutzung des verbleibenden Potenzials von schätzungsweise 3 GWh/a ist mit erheblichen Konflikten infolge gegenläufiger Interessen zu rechnen (Natur- und Gewässerschutz, Fischerei etc.). Zudem ist die Nutzung der Wasserkraft aufgrund der hohen Stromgestehungskosten im Vergleich zur Photovoltaik und Windenergie weniger interessant. Vor diesem Hintergrund soll die Wasserkraft hauptsächlich in bestehenden Kraftwerken oder an ehemals bereits genutzten Standorten für die Stromproduktion genutzt werden. Aufgrund der Charakteristik des Einzugsgebiets (keine hochalpinen Gebiete oder Gletscher) ist die Stromproduktion aus Wasserkraft im Kanton Appenzell Ausserrhoden sehr stark niederschlagsabhängig. In trockenen Phasen geht der Ertrag stark zurück, die Produktion trägt dadurch nicht massgeblich zu einer zuverlässigen Grundproduktion bei.

Eine grobe Überprüfung des Potenzials anhand der Planungsgrundsätze der neuen Vollzugshilfe des Bundes<sup>1</sup> ergibt ebenfalls keine nennenswerten zusätzlichen Potenziale. An den einzigen noch ungenutzten Gewässerstrecken mit einem nennenswerten hydroelektrischen Linienpotenzial im Goldachtobel und an der Urnäsch bestehen gewichtige kantonale Naturschutzinteressen (Naturschutzzonen) und die Ökomorphologie ist praktisch durchgehend natürlich. Beide Aspekte sprechen eher gegen eine Nutzung. Ein nennenswertes zusätzliches Produktionspotenzial besteht somit nicht. Durch die Erneuerung der bestehenden Anlagen soll die bisherige Produktion von 7 GWh/a erhalten werden.

#### 3.2 Biomasse

Unter Biomasse wird das energetische Potenzial von Holz, landwirtschaftlicher Biomasse (Gülle, Mist) und biogenen Abfällen (Speisereste, Küchenabfälle, Grüngut, etc.) zusammengefasst. Das Potenzial für die Wärmeversorgung mit Energie aus Biomasse ist bedeutend und wird bereits zu grossen Teilen genutzt. Bei der Stromproduktion aus Biomasse ist die Abwärme im Sinne der nachhaltigen Energienutzung weitgehend zu nutzen (Wärmeerkopplung).

Zurzeit produzieren in Appenzell Ausserrhoden eine Biogasanlage in Schwellbrunn und ein Holzheizkraftwerk in Speicher einheimischen erneuerbaren Strom aus Biomasse. Gemäss dem Energiekonzept 2017-2025 wird von einem Gesamtpotenzial von 22 GWh/a ausgegangen (4 GWh/a Holz, 18 GWh/a übrige Biomasse). Dieses Potenzial ist durch die eingeschränkte Verfügbarkeit energiereicher Biomasse und der tendenziell schwierigen Abwärmenutzung infolge verhältnismässig geringer Energiebezugsdichte in Appenzell Ausserrhoden limitiert. Damit die Ziele für die gesamte erneuerbare Stromproduktion erreicht werden können, soll als ambitioniertes Ziel eine möglichst vollständige Nutzung des Biomassepotenzials bis 2050 angestrebt werden. Eine vollständige Ausnützung ist deshalb herausfordernd, da sich rund 75% des Waldes im Privatbesitz befinden.

---

<sup>1</sup> Festlegung der für die Nutzung der Wasserkraft geeigneten Gewässerstrecken im kantonalen Richtplan, Vollzugshilfe, Stand Anhörung 2023

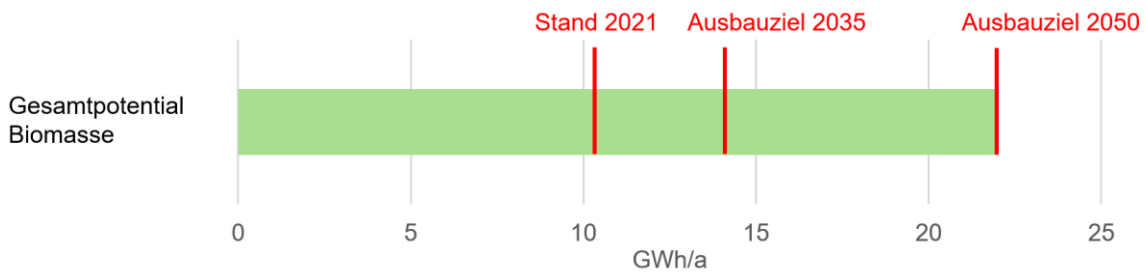


Abb. 3 Ausbauziele Biomasse und Gesamtpotenzial

### 3.3 Sonnenenergie (Photovoltaik)

Die Photovoltaik spielt in der zukünftigen Energieversorgung eine zentrale Rolle. Das grösste Potenzial liegt bei den bestehenden Gebäuden, namentlich auf den Dächern und an den Fassaden. Dieses Potenzial ist noch weitgehend ungenutzt.

**Photovoltaikanlagen auf und an Gebäuden:** Seit 2023 stehen aktualisierte Datengrundlagen zur Berechnung des Solarpotenzials auf und an Gebäuden zur Verfügung. Die Berechnungen basieren auf den Werten zur Sonneneinstrahlung des Bundesamtes für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) und den 3D-Gebäudedaten des Bundesamtes für Landestopografie swisstopo. Gemäss dieser «Sonnendach-Daten» könnten in Appenzell Ausserrhoden rund 428 GWh/a Photovoltaik-Strom mit vollständiger Belegung aller geeigneten Dachflächen sowie 183 GWh/a Photovoltaik-Strom mit vollständiger Belegung aller geeigneten Fassadenflächen produziert werden. Das Gesamtpotenzial für Photovoltaikanlagen auf und an Gebäuden liegt somit theoretisch bei 611 GWh/a. Dabei gilt es zu beachten, dass diese Dach- und Fassadenflächen nicht nur zur ausschliesslichen Stromproduktion, sondern auch zur thermischen Nutzung (Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung) vorgesehen werden müssen.

**Photovoltaikanlagen auf Freiflächen und Infrastrukturen:** Die Verordnungsbestimmung in Art. 32c RPV vom 1. Juli 2022 (neu mit Inkraftsetzung RPG in Art. 24ter) soll die Bewilligung von Photovoltaikanlagen ausserhalb der Bauzonen erleichtern. Damit wird ein Paradigmenwechsel vollzogen, waren doch bisher Photovoltaikanlagen ausserhalb der Bauzonen – von Dächern in der Landwirtschaftszone abgesehen – in der Regel nicht zulässig. Die neue Bestimmung bescheinigt den Photovoltaikanlagen die Standortgebundenheit in der Landwirtschaftszone insbesondere, wenn

- sie optisch eine Einheit bilden mit Bauten oder Anlagen, die voraussichtlich längerfristig rechtmässig bestehen (z.B. Flächen an Fassaden, Staumauern, Verkehrsinfrastrukturen, Lawinverbauungen, Silos, Hagelnetze, Stützkonstruktionen),
- sie schwimmend auf einem Stausee oder auf anderen künstlichen Gewässerflächen angebracht werden (in AR nicht relevant) oder
- in wenig empfindlichen Gebieten Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion bewirken oder entsprechenden Versuchs- und Forschungszwecken dienen.

Das Produktionspotenzial für Photovoltaikanlagen auf Freiflächen und Infrastrukturen ist heute noch schwer abschätzbar, da entsprechende Vergleichswerte fehlen. Mit modernen Photovoltaikanlagen kann in den mittleren Höhenlagen wie in Appenzell Ausserrhoden mit einem Ertrag von 1 - 1.5 GWh/a und Hektare gerechnet werden. Mit Blick auf bestehende Infrastrukturanlagen kommen insbesondere überdachte Parkplätze, Lärmschutzwände, Stützmauern, Brücken, Masten von touristischen Transportanlagen und dergleichen in Frage. Für die Agri-Photovoltaik sind vielfältige Anwendungen z.B. im Zusammenhang mit Obst- und Beerenkulturen denkbar, welche jedoch in Appenzell Ausserrhoden infolge von Klima- und Topographieaspekten sowie der Ausrichtung der Landwirtschaft keine massgebende Bedeutung haben. Insgesamt kann festgestellt werden, dass Anlagen auf



Freiflächen und Infrastrukturen im Kanton Appenzell Ausserrhoden aufgrund der fehlenden grossflächigen Infrastrukturen oder künstlichen Seen keinen massgebenden Beitrag an die Stromproduktion leisten können.

Aktuell sind die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine vertiefte Analyse zu unsicher. Als Basis für die vorliegende Studie wird daher ein nutzbares Potenzial in der Grössenordnung von rund 20 GWh/a für Photovoltaikanlagen auf Freiflächen und Infrastrukturen abgeschätzt, was einem Platzbedarf von rund 15 ha entspricht<sup>2</sup>. Erst wenn Pilotprojekte solcher Anlagen bestehen und die rechtlichen Rahmenbedingungen konsolidiert sind, können genauere Angaben zum Gesamtpotenzial gemacht werden.

**Grosse Freiflächenanlagen gemäss Übergangsbestimmungen Art. 71 EnG:** Im Herbst 2022 wurde mit den «dringlichen Massnahmen zur kurzfristigen Bereitstellung einer sicheren Stromversorgung im Winter» in den Übergangsbestimmungen in Art. 71a EnG die rechtliche Grundlage für die Realisierung von grossen Freiflächenanlagen geschaffen. Die Vorschriften gelten, bis die realisierten Anlagen eine Gesamtproduktion von 2 TWh/a erlauben, längstens jedoch für Projekte, die bis Ende 2025 öffentlich aufliegen. Die Projekte gemäss diesen Bestimmungen sind von Gesetzes wegen von der Planungspflicht befreit, von nationalem Interesse und standortgebunden. Die Umweltverträglichkeit ist in jedem Fall abzuklären.

Für die Anlagen nach Art. 71a EnG gelten gewisse Grössen- und Qualitätskriterien, die eine Erstellung insb. in tieferen Lagen ausschliessen (Konflikt mit Kulturland) und einen Beitrag zur Schliessung der Winterstromlücke gewährleisten sollen. Die Mindestproduktion beträgt 10 GWh/a, die Winterstromproduktion (1. Oktober bis 31. März) muss mindestens 500 kWh/kWp betragen. Gut positionierte Anlagen in den Alpen erreichen dies. In Appenzell Ausserrhoden können diese Werte hingegen auch in den höheren, mehrheitlich nebelfreien Lagen nur knapp erreicht werden. Zusätzlich wäre für eine Mindestproduktion von 10 GWh/a eine Anlagengrösse von über 5 Hektaren erforderlich. Solche Freiflächenanlagen wurden deshalb nicht in die Potenzialabschätzung einbezogen.

**Solaranlagen von nationalem Interesse:** Mit dem am 9. Juni 2024 angenommenen Stromgesetz (Mantelerlass) sind gemäss Art. 10 Abs. 1 EnG zukünftig auch die Eignungsgebiete für Solaranlagen von nationalem Interesse im kantonalen Richtplan zu bezeichnen. Die Umsetzungsverordnungen zum Stromgesetz werden vom Bundesrat voraussichtlich Ende 2024 beschlossen. Aufgrund des hohen Flächenbedarfs für Anlagen von nationalem Interesse (10-20 Hektaren für eine Produktion im Winterhalbjahr von 5 GWh) und der vorherrschenden Schutzinteressen wird das zusätzliche Potenzial durch diese Anlagen im Kanton Appenzell Ausserrhoden als gering eingeschätzt.

**Gesamtbetrachtung Sonnenenergie:** Gemäss den zur Verfügung stehenden Daten kann bei einer vollständigen Nutzung der grundsätzlich geeigneten Dach- und Fassadenflächen von einem Solarstrompotenzial von rund 610 GWh/a ausgegangen werden. Eine vollständige Nutzung ist jedoch aufgrund der Konkurrenz zur thermischen Solarenergienutzung sowie der verschiedenen Interessen und der Abhängigkeit vom individuellen Verhalten unrealistisch. Für den Kanton wird von einem nutzbaren Anteil von 40% der geeigneten Flächen ausgegangen. Dieser Wert korrespondiert mit dem Szenario «ZERO Basis» aus den Energieperspektiven 2050+ des Bundes, wobei die schweizweit angestrebten 34 TWh bis 2050 im gleichen Verhältnis zu dem gemäss neusten Erhebungen des Bundes stehenden Gesamtpotenzial steht (Gesamtpotenzial gemäss Sonnendach-Daten: 85 TWh). Für Appenzell Ausserrhoden resultiert daraus ein nutzbares Potenzial für die Solarstromproduktion auf und an Gebäuden von rund 240 GWh/a. Zusammen mit den Photovoltaikanlagen auf Freiflächen und Infrastrukturen mit angestrebten 20 GWh/a resultiert ein Zielwert von 260 GWh/a bis 2050.

Das grösste Potenzial liegt in der Nutzung der Dachflächen. Aber auch die Nutzung der Fassaden sowie geeigneter Infrastrukturen und Freiflächen ist notwendig, um eine Produktion von 260 GWh/a zu erreichen.

---

<sup>2</sup> Das Projekt zur Erstellung einer Photovoltaikanlage an der Stützmauer der Umfahrungsstrasse Teufen kommt gemäss aktuellen Kennzahlen auf eine Produktion von ca. 0.23 GWh/a auf einer (vertikalen) Fläche von rund 1'500 m<sup>2</sup>.

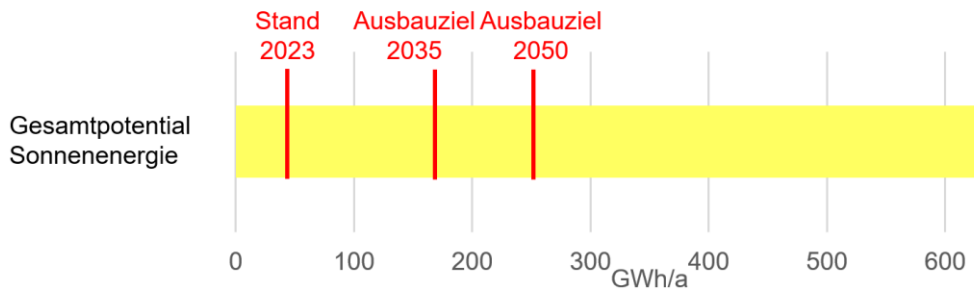


Abb. 4 Ausbauziele Sonnenenergie und Gesamtpotenzial

### 3.4 Windenergie

Die Basis für das Produktionspotenzial der Windenergie bildet die Studie «Ermittlung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung im Kanton Appenzell Ausserrhoden». Dabei wurden ausgehend von einer kantonalen Gesamtbetrachtung insgesamt 11 Gebiete vertieft geprüft. Die sechs Gebiete Gstalden, Hochhamm, Honegg, Sonder, Suruggen und Waldegg erwiesen sich dabei als besonders geeignet für die Windenergienutzung. Gemäss der Abschätzung können sie einen Beitrag von max. 200 GWh/a an die Stromproduktion leisten.

Gestützt auf das Produktionspotenzial in den drei zur Aufnahme im kantonalen Richtplan mit Priorität A vorgeschlagenen Gebieten wird bis 2035 ein erstes Ausbaupotenzial von 30 GWh/a und bis 2050 ein maximales Ausbaupotenzial von rund 90 GWh/a angenommen. Das Ausbauziel soll mit der Umsetzung der am besten geeigneten Eignungsgebieten Hochhamm (Gemeinde Urnäsch), Sommersberg/Suruggen (Gemeinden Gais und Trogen) und Ruppen Nord/Honegg AI (Gemeinden Trogen und Wald) unter Berücksichtigung eines realistischen Ausbaugrades von 75% erreicht werden können.

Dieses Potenzial berücksichtigt, dass in den weiteren Planungsschritten zur Entwicklung von Windparks noch erhebliche Unsicherheiten bestehen und damit ein Vollausbau aller Gebiete bis 2050 nicht realistisch ist. Der Orientierungsrahmen des Bundes aus dem Konzept Windenergie von 40 bis 180 GWh/a Stromproduktion wird damit erfüllt. In der Richtplanvorprüfung empfahl der Bund eine weitere Erhöhung des Ausbauziels von 2035. Dies wird insbesondere aufgrund der erwarteten Verfahrensdauer in der weiteren Planung und der kleinräumigen Struktur mit vielen Abhängigkeiten (z.B. Bereitschaft Grundeigentümer) nicht als realistisch beurteilt.

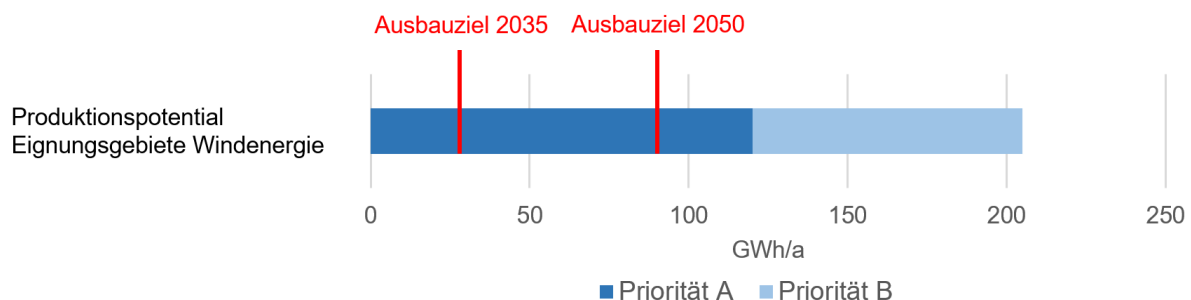


Abb. 5 Ausbauziele Windenergie und Produktionspotenzial der Eignungsgebiete bei einem maximalen Ausbau

### 3.5 Tiefengeothermie

Aus der Energienutzung mittels Tiefengeothermie resultieren sehr geringe Umweltauswirkungen. Mit Berücksichtigung der Bau- und Betriebsphase schneidet die Tiefengeothermie hinsichtlich Klimaauswirkungen und Metallverbrauch vergleichsweise sehr gut ab. Demgegenüber steht, dass die Explorationskosten (Bohr- und



Testkosten) typischerweise im Bereich von mehreren zehn Millionen Franken liegen und sich die Erfolgchancen für Projekte zur Stromerzeugung aus Tiefengeothermie in der Schweiz heute im tiefen zweistelligen Prozentbereich befinden. Es bestehen somit sehr grosse finanzielle Risiken und technische Hindernisse für die Nutzung der Energiequelle aus der Tiefe.

Eine Tiefengeothermieanlage hat einen relativ tiefen elektrischen Wirkungsgrad von 10 bis 15%, wobei bei der Stromerzeugung viel Abwärme anfällt. Die Wirtschaftlichkeit von Geothermieprojekten ist somit abhängig von der kombinierten Nutzung von Strom und Wärme bzw. von einer möglichst von der Wärmequelle nahen und somit kostengünstigen Wärmeabgabemöglichkeit. Die anfallende Abwärme muss vollumfänglich genutzt und möglichst an nahegelegene Nutzer abgegeben werden können.

Aufgrund der technischen Hindernisse und der geringen Wärmebezugsdichte in den meisten Gebieten des ländlichen Kantons sind die Voraussetzungen für die Stromproduktion aus tiefer Geothermie schwierig und das Potenzial gering. Für das Gesamtpotenzial für die Stromerzeugung wird diese Energiequelle deshalb aktuell nicht berücksichtigt.

## 4 Winterstromproduktion und Speichermöglichkeiten

Der Nachteil der Sonnenenergienutzung liegt in den verhältnismässig grossen tages- und auch jahreszeitlichen Schwankungen. So fällt bei Solarstromanlagen in der Regel nur etwa ein Viertel des Jahresertrags auf das Winterhalbjahr. Im Gegensatz dazu haben Windenergieanlagen rund zwei Drittel ihres Jahresertrags in den Wintermonaten – also genau dann, wenn der Stromverbrauch am grössten ist. Sonnen- und Windenergie ergänzen sich somit optimal – auch wenn sich der Mehrverbrauch in den Wintermonaten nicht vollständig ausgleichen lässt. Angestrebt wird eine verbrauchsorientierte Produktion bzw. der Strom sollte möglichst dann produziert werden, wenn er auch verbraucht wird. Durch das mit Abstand grösste Potenzial der Sonnenenergie in Kombination mit dem geringen Konfliktpotenzial sowie der tiefen Stromgestehungskosten soll der Hauptfokus trotzdem auf der Solarstromnutzung liegen. Eine moderate Stromüberproduktion in den Sommermonaten ist nicht problematisch (vgl. Abb. 7). Einerseits können damit bestehende Speichermöglichkeiten wie etwa Pumpspeicherkraftwerke genutzt werden. Andererseits ist angesichts der sehr tiefen Stromgestehungskosten von Solaranlagen ein wirtschaftlicher Betrieb auch noch bei einer Abregelung in den Sommermonaten möglich. Dadurch kann zudem einer Überlastung des Stromnetzes entgegengewirkt bzw. aufwendige Netzverstärkungsmassnahmen vermieden werden.

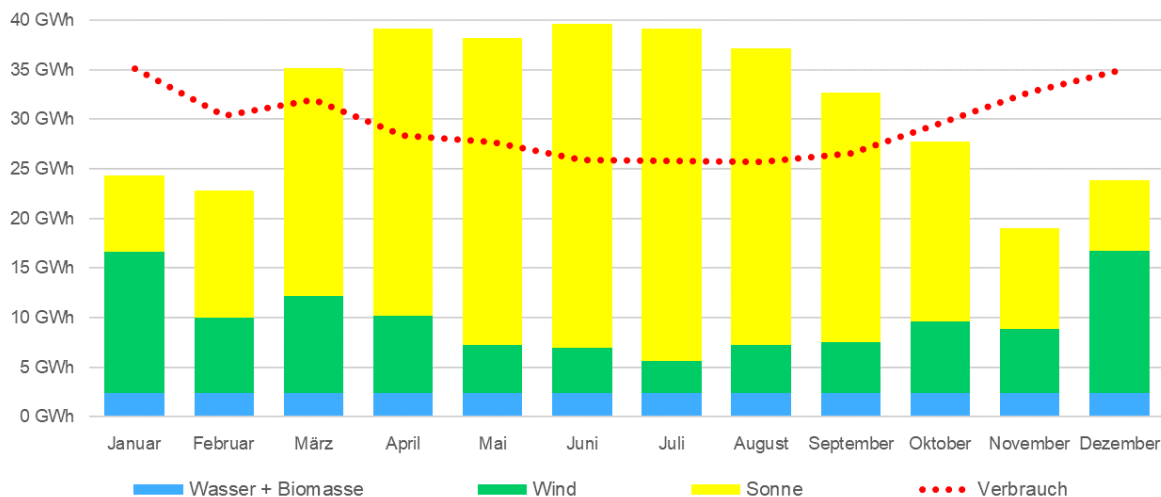


Abb. 6 Ziele zur Monatsproduktion für Photovoltaik, Wind, Wasser und Biomasse im Jahr 2050. AfU AR.

Neben dem Ziel nach einer über das gesamte Jahr kontinuierlichen Produktionsmöglichkeit besteht zudem ein Bedarf an geeigneten Speichermöglichkeiten von Produktionsüberschüssen.

Batteriespeicher eignen sich gemäss heutigem Stand der Technik höchstens für den Ausgleich über kurze Zeiträume von wenigen Tagen. Für die saisonale Speicherung sind sie aufgrund ihrer geringen Kapazität bzw. der verhältnismässig grossen Kosten bezogen auf das Speichervermögen (kWh) noch nicht geeignet. Ein Teil der Überproduktion aus dem Sommer kann mit Umwandlungsprozessen (Power-to-X) als Wasserstoff resp. Flüssigkraftstoff gespeichert werden. Allerdings ist dieser Prozess sehr energieintensiv bzw. es resultieren grosse Energieverluste beim Umwandlungsverfahren (Elektrolyse). Aufgrund des tiefen Wirkungsgrades sind die Kosten dieser gespeicherten Energie entsprechend sehr hoch. Für saisonale Speicher ist Appenzell Ausserrhoden deshalb insbesondere auf andere Kantone angewiesen, da im Kanton keine Voraussetzungen etwa für Speicherseen bestehen. Eine Stromautarkie ist für Appenzell Ausserrhoden daher nicht realistisch und wird auch nicht angestrebt.



## 5 Ergebnisse

Anhand des ermittelten Strombedarfs für Appenzell Ausserrhoden (Kapitel 2), der Analyse des Ausbaupotenzials der erneuerbaren Energien (Kapitel 3) sowie den Herausforderungen in Bezug auf den Winterstrom (Kapitel 4) lassen sich nachfolgende Ergebnisse für die Richtplananpassung ableiten.

### 5.1 Bedeutung der einzelnen Energieträger

Die Bedeutung der einzelnen Energieträger kann für Appenzell Ausserhoden wie folgt zusammengefasst werden:

**Wasserkraft:** Die bestehende Stromproduktion aus Wasserkraft soll erhalten bleiben.

**Biomasse:** Das Potenzial an Biomasse soll möglichst vollständig genutzt werden. Bei der Stromerzeugung aus Biomasse ist die entstehende Wärme fachgerecht und möglichst vollständig zu nutzen. Grossanlagen sind regional zu koordinieren.

**Sonnenenergie:** Für Appenzell Ausserrhoden hat die Nutzung der Sonnenenergie die höchste Bedeutung und Priorität. Die Nutzung der Sonnenenergie leistet bereits heute und auch in Zukunft den grössten Beitrag zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien. Im Hinblick auf die Erreichung der Ausbauziele ist ein weiterer massiver Zubau notwendig bzw. die bestehende Zubaurate zu halten.

#### Hinweis:

*Eine stark zunehmende Bedeutung haben winterstromoptimierte Anlagen, dazu gehören Fassadenanlagen und aufgeständerte Anlagen mit einem steilen Neigungswinkel. Obwohl der Jahresertrag in der Regel geringer ausfällt, macht die Installation stark geneigter Module Sinn, da ihr Ertrag im Winterhalbjahr pro Kilowatt (kW) installierter Leistung höher liegt als bspw. bei Photovoltaikanlagen auf Flachdächern. Fassadenanlagen und aufgeständerte Anlagen können somit einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit in den Wintermonaten leisten. Zusätzlich zur Nutzung von Gebäuden innerhalb der Bauzonen sind auch bestehende Gebäude, Anlagen und Infrastrukturen ausserhalb der Bauzonen mit Photovoltaikanlagen auszustatten und zu nutzen.*

**Windenergie:** Die Windenergie soll in geeigneten Gebieten umgesetzt werden. Die Nutzen müssen im Rahmen einer Interessenabwägung gegenüber den Schutzinteressen überwiegen. Das Konzentrationsprinzip spielt in einer überkantonalen Sichtweite aufgrund der kleinräumigen Strukturen von Appenzell Ausserrhoden eine wichtige Rolle. Dazu hat eine überkantonale Abstimmung stattgefunden. Durch die Konzentration der Eignungsgebiete und einer räumlichen Steuerung mittels Priorisierung werden die negativen Auswirkungen auf die Landschaft minimiert.

#### Hinweis:

*Die Energieproduktion mit Windkraftanlagen eignet sich gut zur Bewältigung der aktuellen Herausforderungen in der Energieversorgung. Die Windenergie leistet durch die Hauptproduktion in den Wintermonaten insbesondere einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Winterstromlücke. Windenergieanlagen benötigen wenig Land und können zudem vollständig und mit geringem Aufwand zurückgebaut werden. Nach Ablauf ihrer Lebensdauer kann bei Bedarf auf neue (alternative) Technologien umgestiegen werden.*

**Tiefengeothermie:** Aufgrund der technischen Hindernisse und der geringen Wärmebezugsdichte in den meisten Gebieten des Kantons sind die Voraussetzungen für die Stromproduktion aus tiefer Geothermie schwierig und das Potenzial entsprechend gering. Für das Gesamtpotenzial der Stromerzeugung wird diese Energiequelle aktuell nicht berücksichtigt.



## 5.2 Ausbauziele für die Erneuerbaren bis 2035 und 2050

Mit dem neuen Stromgesetz (Mantelerlass) sind die Zielvorgaben des Bundes bis 2035 deutlich anspruchsvoller geworden. Das Bundesziel übersteigt das bestehende kantonale Ausbauziel von 40% des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien zu decken. Die Produktion aus erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) im Kantonsgebiet müsste dementsprechend bis 2035 mindestens 65% des kantonalen Bedarfs umfassen, was einer Produktion von rund 220 GWh/a entspricht. Der Beitrag der einzelnen Energieträger zu diesem Ausbauziel ergibt sich aus den hergeleiteten Potenzialen (siehe Kapitel 3) und deren zeitlicher Realisierbarkeit.

Aufgrund der rechtlichen Voraussetzungen und der langwierigen Umsetzung von Alternativen (z.B. Planverfahren für Windenergieanlagen) muss bis 2035 die Stromproduktion aus Sonnenenergie den grössten Beitrag leisten. Wenn die heutige Zubaugeschwindigkeit im Bereich Sonnenenergie in den nächsten Jahren gehalten werden kann, wird die Photovoltaik hauptsächlich dazu beitragen, dass die Mindestvorgabe des kantonalen Energiegesetzes bzw. die Ausbauziele des Bundes bis 2035 erreicht werden können. In Bezug auf die Windenergie orientiert sich das Ausbauziel 2035 von 30 GWh/a am Potenzial eines Windparks. Ein höheres Ausbauziel ist nicht realistisch.

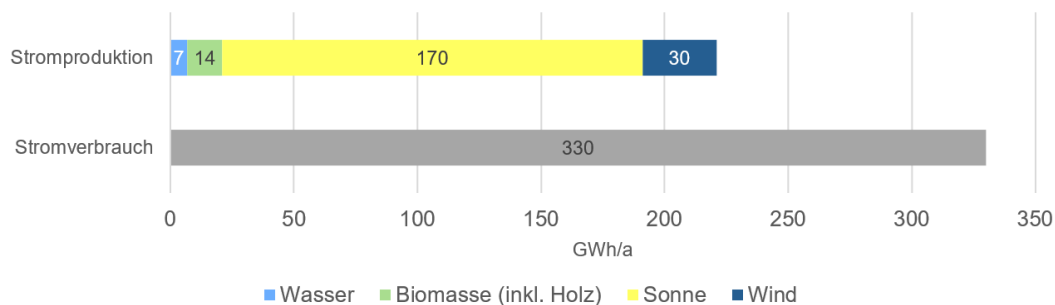


Abb. 7 Angestrebte Stromproduktion und erwarteter Stromverbrauch 2035 in GWh/a

Das Ausbauziel bis 2050 orientiert sich an der Energiestrategie des Bundes. Um das Ziel einer vollständigen Versorgung mit erneuerbaren Energien erreichen zu können, muss der Ausbau der Sonnenenergieproduktion auf dem heutigen sehr hohen Niveau gehalten werden. Fassadenflächen, Infrastrukturen und auch geeignete Freiflächenanlagen sind in die Entwicklungen miteinzubeziehen. Die Windenergie kann in diesem Zeithorizont einen grossen Beitrag zur Zielerreichung leisten. Durch die zunehmende Akzeptanz sowie vereinfachte und beschleunigte Verfahren soll die Bewilligungsdauer für Windenergieanlagen reduziert werden. Entsprechende Bemühungen laufen auf Bundes- und Kantonsebene. Trotzdem ist der Ausbau der Stromproduktion im Zeithorizont bis 2050 bzw. innert weniger als 30 Jahren mit grossen Unsicherheiten bei der Umsetzung behaftet. Zudem ist der reale Stromverbrauch im Jahr 2050 von vielen Faktoren abhängig und kann tatsächlich höher ausfallen als erwartet. Daher werden die Zielvorgaben für die Stromproduktion von insgesamt knapp 380 GWh/a bewusst etwas höher angesetzt als der heute prognostizierte Verbrauch von 355 GWh/a.

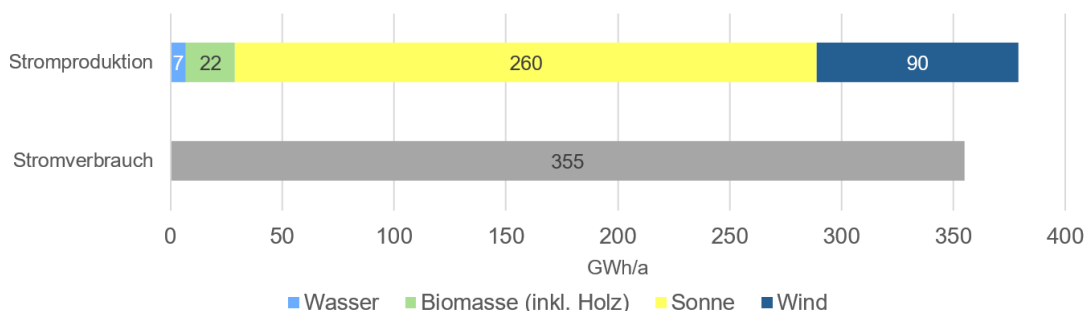


Abb. 8 Angestrebte Stromproduktion bis 2050 in GWh/a



### 5.3 Fazit und Auswirkungen auf die kantonale Richtplanung

Die rechtlichen und politischen Ausbauziele sind ambitioniert und bedingen eine koordinierte Nutzung aller verfügbaren erneuerbaren Energieträger im Kanton. Die mengenmässig höchste Priorität hat aufgrund des grossen Gesamtpotenzials und der Realisierungsmöglichkeiten mit geringen Auswirkungen auf Raum und Umwelt die Photovoltaik auf und an Gebäuden sowie Infrastrukturbauten. Den zweiten genauso wichtigen Baustein zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit bildet die Windenergienutzung, welche vor allem einen bedeutenden Beitrag zur unabhängigen Stromproduktion im Winter leistet.

Damit die Ausbauziele gemäss der vorliegenden Studie erreicht werden können, müssen im kantonalen Richtplan die Voraussetzungen geschaffen und die Eignungsgebiete für die Windenergienutzung festgesetzt werden. Der Kanton schafft mit dem Richtplaneintrag den rechtlichen Rahmen für die Umsetzung konkreter Projekte.

Im Bereich Sonnenenergie ist die Rolle des kantonalen Richtplans bislang weniger bedeutend, da der Ausbau zu einem grossen Teil auf und an den bestehenden Gebäuden und Infrastrukturen und somit ohne richtplanrelevante Auswirkungen möglich ist. Im Hinblick auf allfällige Freiflächenanlagen, die - mit zwar grösseren Auswirkungen auf Raum und Umwelt - ebenfalls einen Beitrag zur Erreichung der Ziele leisten können, sind im kantonalen Richtplan die Richtwerte für die Planungspflicht festzulegen. Damit wird analog zur Windenergie sichergestellt, dass sich grössere Freiflächenanlagen ebenfalls gut in die Landschaft einbetten müssen. Aufgrund des hohen Flächenbedarfs für Solaranlagen von nationalem Interesse (10-20 Hektaren für eine Stromproduktion im Winterhalbjahr von 5 GWh) wird das zusätzliche Potenzial durch diese Anlagen im Kanton Appenzell Ausserrhoden als gering eingeschätzt.

## 6 Wichtige Grundlagen

### **Bund:**

- Energiestrategie 2050 / Energiegesetz / Energieverordnung
- Energieperspektiven 2050+
- Konzept Windenergie

### **Kanton:**

- Energiekonzept 2017-2025
- Klimastrategie Appenzell Ausserrhoden
- Kantonales Energiegesetz
- Jährliche Stromstatistiken AR (neueste 2023)
- Studie Energieholzpotenzial AR und AI, Schlussbericht, Geo Partner AG 2012