georegio
atelier für raumentwicklung

Potenzialstudie Photovoltaik Kanton Zug

Grundlagenbericht

April 2025

georegio ag ▪ Bahnhofstrasse 35 ▪ 3400 Burgdorf ▪ T 034 423 56 38 ▪ info@georegio.ch ▪ www.georegio.ch

Impressum

Auftraggeber: Kanton Zug, Amt für Umwelt
Autor: georegio ag, Bahnhofstrasse 35, 3400 Burgdorf

Version	Datum	Inhalt
1.1	07.04.2025	Potenzialstudie Photovoltaik Kanton Zug

Potenzialstudie Photovoltaik Kanton Zug

Grundlagenbericht

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung / Management Summary 1
2 Zielsetzung der Potenzialstudie Photovoltaik 3
3 Entwicklung und Stand der Photovoltaikproduktion 5
4 Prognose für den kantonalen Stromverbrauch bis 2050 5
5 Die Photovoltaikpotenziale im Kanton Zug 7
5.1 Gliederung der Photovoltaikpotenziale 7
5.2 Grundlagen und Annahmen zur Bestimmung der Potenziale 9
5.3 Potenziale im Bereich von Gebäuden 9
5.4 Potenziale auf Parkplätzen 10
5.5 Potenziale gemäss Art. 24ter RPG 10
5.6 Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse 14
5.7 Gesamtübersicht 14
6 Vorschlag Ausbauziele bis 2050 16
Anhang 1: Prüfung Potenzial für freistehende Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse 19
Anhang 2: Zusammenstellung Potenziale pro Gemeinde 24
Anhang 3: Relevante Gesetzesartikel 26

georegio ag, April 2025

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Entwicklung PV-Stromproduktion und nötiger Ausbau zur Erreichung der Ausbauziele 1
Abb. 2 Übersicht der Potenziale 2
Abb. 3 Abgrenzung der Potenziale in der Potenzialstudie 4
Abb. 4 Entwicklung der Stromproduktion aus Photovoltaik im Kanton Zug. 5
Abb. 5 Entwicklung und Prognose des Stromverbrauchs im Kanton Zug 6
Abb. 6 Photovoltaikpotenziale nach gesetzlicher Grundlage 7
Abb. 7 Potenzial aus exemplarischer Überdachung der Autobahn 13
Abb. 8 Übersicht Photovoltaikpotenziale im Kanton Zug 15
Abb. 9 Stromerzeugung neuer erneuerbarer Energien im Szenario ZERO Basis 16
Abb. 10 Vorschlag für kantonale Ausbauziele 2050 für neue Erneuerbare 18
Abb. 11 Ausschlussgebiete für Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse 20
Abb. 12 Einstrahlung im Winterhalbjahr 20
Abb. 13 Bewertung der Schutzinteressen in der GIS-Analyse 21
Abb. 14 Übersicht der Schutzinteressen für Photovoltaikanlagen von nat. Interesse 22
Abb. 15 GIS-Analyse zu Eignungsgebieten für Photovoltaikanlagen von nat. Interesse 22
Abb. 16 Detailansicht Ergebnis der GIS-Analyse 23
Abb. 17 Potenziale auf Dächer und Fassaden pro Gemeinde 24
Abb. 18 Potenziale auf Bauzonenreserven pro Gemeinde 25
Abb. 19 Potenziale auf Parkplätzen >300 m^2 (in Bauzonen) pro Gemeinde 25

1 Zusammenfassung / Management Summary

Ausgangslage und Zielsetzung

In der Potenzialstudie werden die Ausbaumöglichkeiten für Photovoltaik im Kanton Zug räumlich und quantitativ eruiert und Ausbauziele vorgeschlagen. Die Potenzialstudie gibt somit einen Überblick über den Stand und das Potenzial für die Photovoltaiknutzung. Damit wird die Massnahme EKS-3 der Energie- und Klimastrategie des Kantons Zug erfüllt.

In den letzten Jahren hat sich der Ausbau der Photovoltaik etwas beschleunigt, im Jahr 2023 wurden im Kanton Zug knapp 70 GWh aus Photovoltaik produziert.

Prognose zum Stromverbrauch

Der Strombedarf im Kanton Zug war in den letzten Jahren zwar leicht rückläufig und betrug im Jahr 2023 noch 662 GWh. Bis 2050 wird mit der zunehmenden Elektrifizierung im Wärme- und Mobilitätsbereich allerdings eine Zunahme des Strombedarfs auf Rund 808 GWh/a erwartet.

Die Herleitung dieser Verbrauchsprognose, abgeleitet aus der Energieperspektive 2050+, ist im Kapitel 4 dargelegt. In Abb. 1 ist die Entwicklung der Stromproduktion aus Photovoltaik seit 2010 im Kanton Zug dargestellt sowie der nötige Ausbau zur Erreichung eines möglichen Ausbauziels für 2050 (Ausbauziel Variante 2 gemäss Kapitel 6).

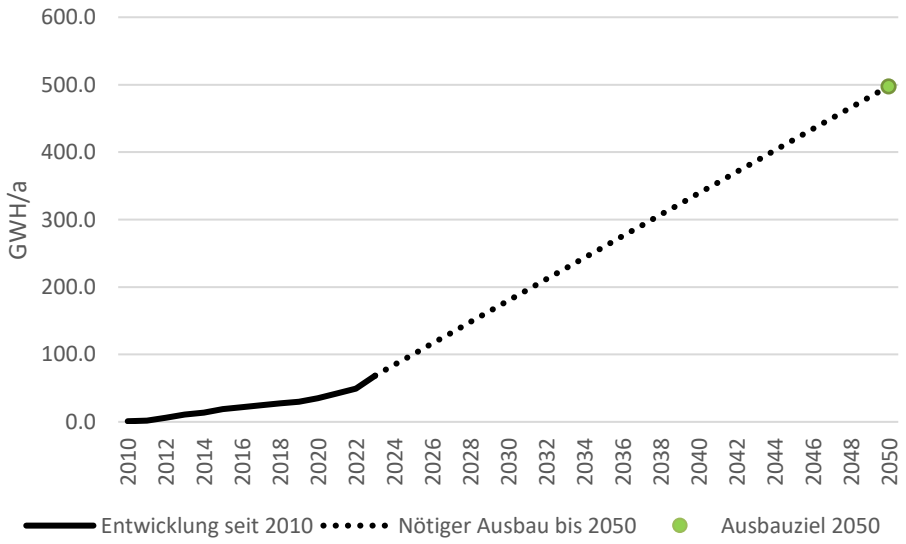


Abb. 1 Entwicklung PV-Stromproduktion und nötiger Ausbau zur Erreichung der Ausbauziele

Übersicht Potenziale

In Kapitel 2 ist beschrieben, welche Potenziale aus der Schnittmenge von ökologischem, technischem und wirtschaftlichem Potenzial mit der Studie berücksichtigt werden. In Kapitel 5 sind die verschiedenen Photovoltaikpotenziale einzeln hergeleitet. Das grösste Potenzial liegt auf bestehenden und neuen Gebäuden sowie in der Überdachung von Parkplätzen. Freistehende Anlagen oder Anlagen an Infrastrukturen können einen kleinen Beitrag leisten, weisen dafür in der Regel einen etwas höheren Winterstromanteil auf. Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von 921 GWh/a mit einem Winterstromanteil von ca. 28%. Der Kanton Zug könnte den erwarteten Strombedarf damit zwar quantitativ decken, die Hauptproduktion erfolgt allerdings im Sommerhalbjahr

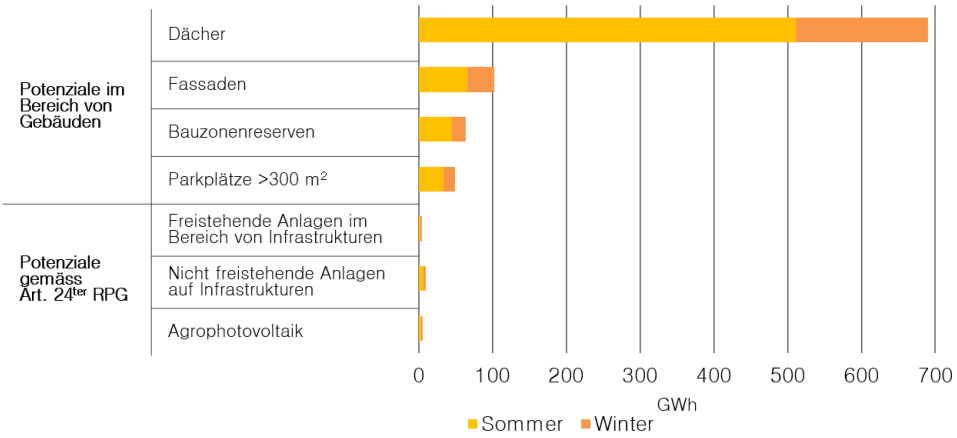


Abb. 2 Übersicht der Potenziale

Vorschlag Ausbauziele

In Kapitel 6 werden zwei mögliche Ausbauziele für die Photovoltaik bis 2050 hergeleitet, über deren Festlegung in einem politischen Prozess diskutiert werden kann. Die vorgeschlagenen Ziele sind angelehnt an den nationalen Ausbauzielen für neue Erneuerbare, berücksichtigen den Winterstromanteil der verschiedenen Produktionsformen und auch die Voraussetzungen im Kanton Zug. Die vorgeschlagenen Ausbauziele unterscheiden sich in Abhängigkeit davon, ob der Kanton auch eine Windenergieproduktion leisten kann oder ob ein entsprechend höherer Anteil an die nationalen Ausbauziele durch die Photovoltaik geleistet werden muss. In Abhängigkeit davon wird ein Ausbauziel bis 2050 auf eine Jahresproduktion von 380 GWh/a (Variante 1 mit zusätzlichem Beitrag der Windenergie) oder 497 GWh/a (Variante 2 ohne zusätzlichen Beitrag der Windenergie) vorgeschlagen.

2 Zielsetzung der Potenzialstudie Photovoltaik

Grundlage für die kantonale Energie und Klimastrategie

Im Oktober 2024 hat der Zuger Regierungsrat die Energie- und Klimastrategie mit strategischen Grundsätzen, übergeordneten Zielen und Massnahmen beschlossen (BD 2024–135). Ein strategischer Grundsatz ist, dass sich der Kanton für eine sichere Energieversorgung und die Steigerung der erneuerbaren Energieproduktion im Kanton einsetzt. Ein übergeordnetes Ziel ist, dass das realisierbare Potenzial zur Produktion und Nutzung lokaler, erneuerbarer Energie genutzt wird. Eine Massnahme der Energie- und Klimastrategie erarbeitet die Potenziale und die zu erreichenden Ausbauziele aller für den Kanton relevanten erneuerbaren Energieträger: «EKS–3: Planungsgrundlagen Erneuerbare Energien schaffen: Studie zum Potenzial, Ausbauziele und Massnahmen». Die vorliegende Potenzialstudie dient als fachliche Grundlage und Übersicht zu den Potenzialen im Bereich Photovoltaik und macht Vorschläge zu einem Ausbauziel für die Photovoltaikproduktion im Kanton bis 2050.

Ziele und Inhalte der Potenzialstudie

Im Rahmen der Potenzialstudie werden die Ausbaumöglichkeiten für Photovoltaik im Kanton Zug räumlich und quantitativ eruiert und Ausbauziele vorgeschlagen. Die Potenzialstudie gibt somit einen Überblick über den Stand und das Potenzial für die Photovoltaiknutzung im Kanton Zug.

Die Ausführungen im Bericht geben insbesondere einen Überblick über die Grössenordnungen und Stossrichtungen. Für die Weiterverfolgung der einzelnen eruierten Potenziale sind detaillierte Machbarkeitsstudien durch die Projektträgerschaften notwendig. Die damit verbundenen Unsicherheiten wurden soweit möglich bei der Herleitung der Potenziale berücksichtigt. Folgend werden die berücksichtigten Potenziale genauer beschrieben.

Einordnung der Potenziale

Die Gesamtübersicht zeigt ein beachtliches Gesamtpotenzial auf. Die tatsächliche Umsetzung hängt von verschiedenen Faktoren wie dem Ausbau der Netzkapazitäten, dem Ausbau der Speichermöglichkeiten, der Optimierung des Eigenverbrauchs oder der finanziellen Förderung ab. Das Potenzial kann nur mit weiterhin grossen Anstrengungen in den oben aufgeführten Bereichen, insbesondere hinsichtlich Speicherung und Netzkapazitäten, vollständig genutzt werden.

Der Potenzialbegriff kann in drei Dimensionen berücksichtigt werden:

- Das **technische Potenzial** beschreibt den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der vorhandenen technischen Beschränkungen nutzbar ist.
- Das **ökologische Potenzial** beschreibt den Anteil des theoretischen Potenzials, der zu keiner zusätzlichen permanenten Beeinträchtigung des Lebensraums führt.
- Das **wirtschaftliche Potenzial** beschreibt den Anteil des theoretischen Potenzials, den man erhält, wenn die Gesamtkosten für die Energiebereitstellung berechnet werden und in der gleichen Bandbreite liegen wie die Gesamtkosten konkurrierender Systeme.

Die vorliegende Studie untersucht die Schnittmenge aus dem ökologischen und technischen Potenzial für Photovoltaikanlagen. Die Potenziale können ohne erhebliche Auswirkungen auf Raum und Umwelt und mit den heutigen gesetzlichen Bewilligungsvoraussetzungen für Photovoltaikanlagen realisiert werden. Das heutige wirtschaftliche Potenzial wird hingegen nicht vollständig berücksichtigt (vgl. Abb. 3).

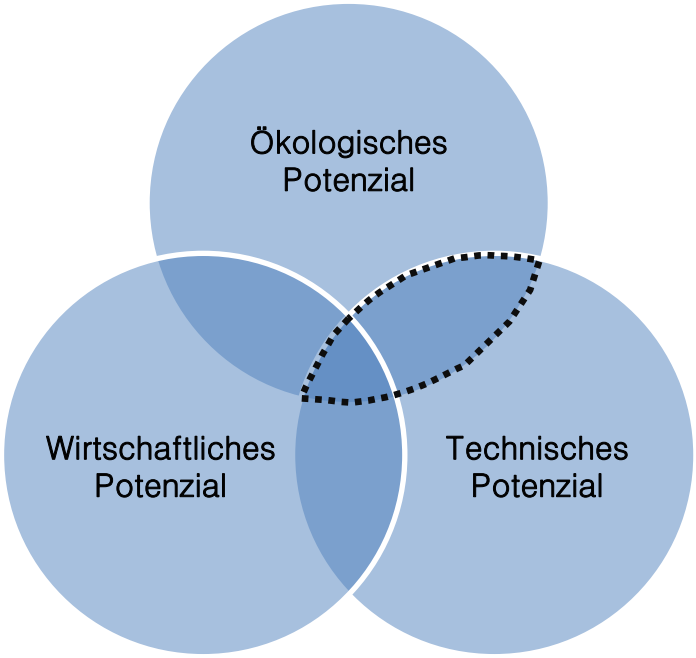


Abb. 3 Abgrenzung der Potenziale in der Potenzialstudie

Zwar können die einzelnen ermittelten Potenziale unter den heutigen Voraussetzungen und bei einem möglichst grossen Eigenverbrauch grundsätzlich wirtschaftlich sein. Bei einem vollständigen Ausbau der Potenziale (im Kanton Zug und der ganzen Schweiz) ist dies unter den heutigen Bedingungen und mangels Eigenverbrauchsmöglichkeiten für grosse Anlagen hingegen nicht der Fall. Insofern hängt die Wirtschaftlichkeit der Potenziale neben allfälligen Fördermassnahmen insbesondere von der weiteren Entwicklung und den Kosten der längerfristigen Speichermöglichkeiten und dem Netzausbau ab. Die Potenzialstudie grenzt diese Aspekte bewusst aus, in einer Gesamtbetrachtung sind diese wichtigen Aspekte aber ebenfalls mit zu berücksichtigen.

3 Entwicklung und Stand der Photovoltaikproduktion

Produktion 2023

Der Ausbau der Photovoltaikproduktion ist in den letzten Jahren stetig angestiegen (vgl. Abb. 4). Im Jahr 2023 stammen ungefähr 62% der erneuerbaren Energieproduktion im Kanton Zug aus der Photovoltaik, der Rest mehrheitlich aus Wasserkraft und etwas Biomasse. Mit der Photovoltaikproduktion im Kanton konnten 2023 theoretisch rund 10% des kantonalen Strombedarfs gedeckt werden. Allerdings fehlen bislang grössere, insbesondere saisonale Speichermöglichkeiten im Kanton.

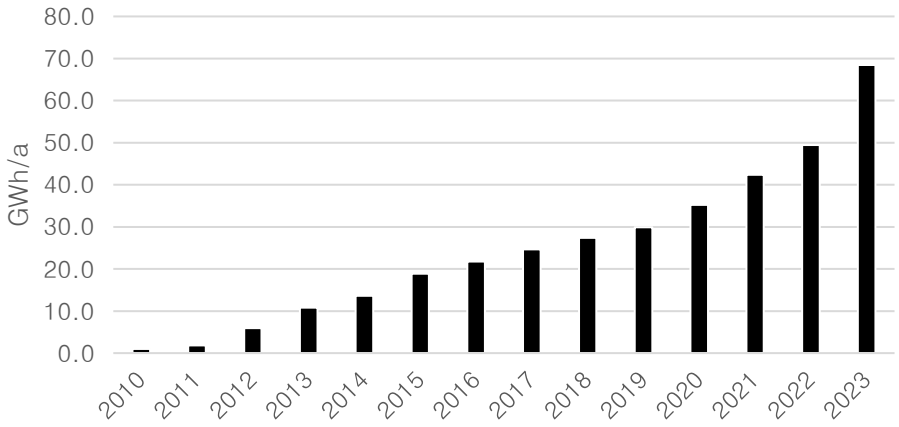


Abb. 4 Entwicklung der Stromproduktion aus Photovoltaik im Kanton Zug[1].

4 Prognose für den kantonalen Stromverbrauch bis 2050

Energieperspektiven 2050+

Als Basis für die Empfehlung von Ausbauzielen für die Photovoltaik werden Prognosen zum gesamten Strombedarf im Kanton Zug bis 2050 hergeleitet. Die Herleitung stützt sich dabei auf die Annahmen der Energieperspektiven 2050+[2] des Bundes. Diese bildet auch die Grundlage für die Festlegung der nationalen Ausbauziele für erneuerbare Energieträger im eidgenössischen Energiegesetz.

Szenario ZERO Basis

Die Bedarfsprognose für den Kanton Zug orientiert sich am Szenario ZERO Basis der Energieperspektiven 2050+. Das BFE hat in diesem Bericht für die Schweiz fünf Szenarien erarbeitet und unter anderem den Stromverbrauch bis 2050 prognostiziert. Das Basisszenario ZERO Basis prognostiziert die absehbaren Trends der technologischen Entwicklung bis 2050. Das Szenario geht von einer hohen und möglichst frühen Steigerung der Energieeffizienz sowie von einer deutlichen Elektrifizierung insbesondere in den Bereichen Mobilität und Wärme aus. Wärmenetze gewinnen in urbanen Gebieten an Bedeutung. Synthetische Brenn- und Treibstoffe sowie Wasserstoff spielen im Szenario eine untergeordnete Rolle.

Übertragung der nationalen Prognose auf

Die Übertragung von Verbrauchsszenarien von der Bundesebene auf die Kantonsebene bringt eine gewisse Unsicherheit mit sich, da die räumlichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen in einzelnen Kantonen nicht ohne weiteres

[1] Datenquelle: Amt für Umwelt und pronovo AG, inkl. Abschätzung zum Eigenverbrauch
[2] Energieperspektiven 2050+, Gesamtdokumentation, Bundesamt für Energie, aktualisiert 12.04.2022

den Kanton Zug

vergleichbar sind. Die Analyse zeigte aber für den Kanton Zug, dass sich Faktoren, die zu einer Überschätzung des kantonalen Stromverbrauchs führen und solche die eher zu einer Unterschätzung führen, in etwa die Waage halten. So ist beispielsweise die Umstellung auf Elektromobilität im Kanton Zug weiter fortgeschritten als im Landesdurchschnitt, dafür ist die Elektrifizierung der Heizsysteme im Vergleich zur ganzen Schweiz unterdurchschnittlich. Die Bevölkerung wächst schneller als der Landesdurchschnitt, die Wirtschaftssektoren entwickeln sich aber schneller in Richtung des weniger energieintensiven Dienstleistungssektors.

Die Abb. 5 zeigt die Verbrauchsprognose, wenn das Szenario ZERO BASIS ab 2023 auf den Kanton Zug angewendet wird. Der Stromverbrauch im Jahr 2050 liegt demnach im Bereich von knapp über 800 GWh und damit rund 5% höher als 2010 mit 766 GWh. Der graue Bereich stellt den Bereich dar, in denen die weiteren Szenarien der Energieperspektiven 2050+ zu liegen kommen.

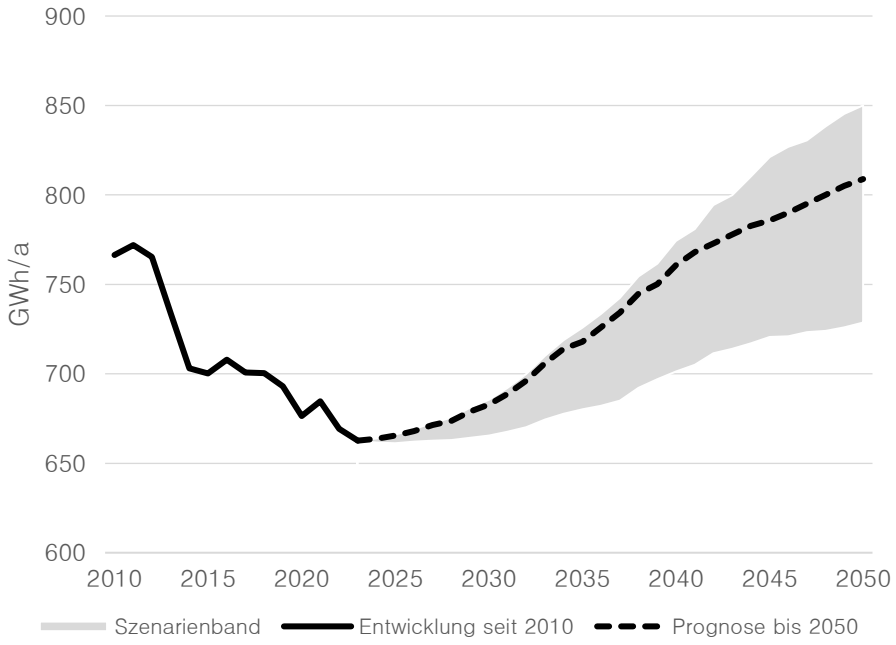


Abb. 5 Entwicklung und Prognose des Stromverbrauchs im Kanton Zug

5 Die Photovoltaikpotenziale im Kanton Zug

5.1 Gliederung der Photovoltaikpotenziale

Gliederung der Photovoltaik-potenziale

Die Photovoltaikpotenziale werden in Kapitel 5 soweit möglich entsprechend den gesetzlichen Grundlagen gemäss Abb. 6 strukturiert und hergeleitet. Im ganzen Bericht wird für die Gliederung der Potenziale diese Struktur verwendet. Für Anlagen ausserhalb der Bauzonen wird dabei auf die beschlossene aber noch nicht in Kraft gesetzte Regelung in Art. 24ter RPG (Raumplanungsgesetz, SR 700) abgestützt.

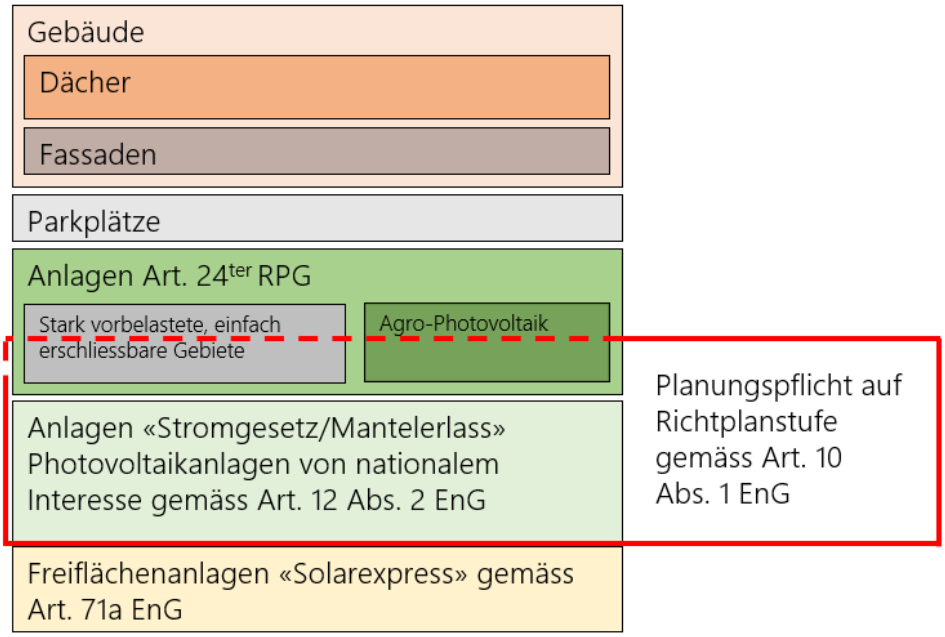
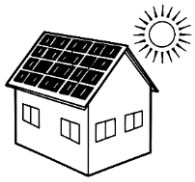


Abb. 6 Photovoltaikpotenziale nach gesetzlicher Grundlage

Gebäude



Photovoltaikanlagen auf Dächern und an Fassaden weisen insgesamt ein grosses Potenzial auf und haben zudem geringe Konflikte mit anderen Interessen. Zu den Potenzialen bestehen bereits gute, gebäudespezifische Abschätzungen, auf welche für die Potenzialstudie abgestützt wird.

Parkplätze

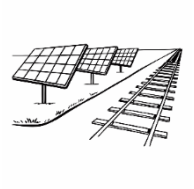


Mit der Überdachung von Parkplätzen können bereits überbaute Flächen zusätzlich für die Stromproduktion genutzt werden. Mit der steigenden Elektrifizierung der Mobilität kann der Strom zudem mit geringerer Netzbelastung vor Ort genutzt werden. Die Überdachung von Parkplätzen kann jedoch in einem Interessenkonflikt mit der Siedlungsentwicklung nach innen stehen, da damit die Flächen mittelfristig nicht für die Realisierung von Gebäuden (ggf. mit gebäudeintegrierter Parkierung) zur Verfügung stehen. Das Potenzial auf grösseren Parkplätzen >300m^2 in Bauzonen wird separat ausgewiesen.

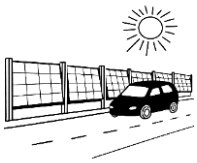
«Solaranlagen nicht von nationalem Interesse» nach Art. 24ter RPG:

Mit der Anpassung der Raumplanungsverordnung im Sommer 2023 wurden die Voraussetzungen für verschiedene Arten von Photovoltaikanlagen ausserhalb der Bauzonen geschaffen. Mit dem Stromgesetz wurden diese Regelungen leicht modifiziert in Art. 24ter RPG übernommen. Die Regelungen sind beschlossen aber noch nicht in Kraft gesetzt, diese Studie stützt sich darauf ab.

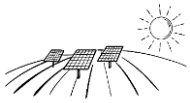
Es wird zwischen folgenden Potenzialen unterschieden, diese werden in der Potenzialstudie separat hergeleitet. Die rechtliche Grundlage bezieht sich auf Anlagen ausserhalb der Bauzonen, es werden jedoch sowohl die entsprechenden Potenziale innerhalb und ausserhalb der Bauzonen erfasst.



- Freistehende Anlagen im Bereich von Infrastrukturen: Dazu gehören insbesondere Umgebungsflächen im Bereich von Verkehrsanlagen. Photovoltaikanlagen auf diesen Flächen weisen vergleichsweise geringe Nutzungskonflikte auf. Voraussetzung ist, dass sie in wenig empfindlichen Gebieten liegen und der Aufwand für die Erschliessung angemessen ist.

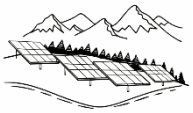


- Nicht freistehende Anlagen auf Infrastrukturen: Dazu gehören beispielsweise Anlagen an Lärmschutzwänden, im Bereich von grösseren Infrastrukturen (z.B. Autobahn, Eisenbahn). Zu diesen Potenzialen zählt auch die Nutzung im Bereich von künstlichen Gewässern. Voraussetzung ist, dass sie eine optische Einheit mit Bauten oder Anlagen bilden, die längerfristig rechtmässig bestehen.



- Agrophotovoltaik: Voraussetzung für solche Anlagen ist, dass die Photovoltaikproduktion zu einem Vorteil für die landwirtschaftliche Produktion führt.

Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse



Mit dem Stromgesetz wurde in Art. 12 Abs. 2 EnG (Energiegesetz, SR 730) die Voraussetzung für (freistehende) Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse geschaffen. Gemäss Art. 9a EnV (Energieverordnung, SR 730.1) sind Solaranlagen von nationalem Interesse sind, wenn sie eine mittlere erwartete Produktion von Oktober bis März von mindestens 5 GWh erreichen. Mit der vorliegenden Studie wird geprüft und aufgezeigt, dass es im Kanton Zug keine geeigneten Gebiete für solche Anlagen gibt.

5.2 Grundlagen und Annahmen zur Bestimmung der Potenziale

Berechnungen Anteil Winterhalbjahr

Der Winterstromanteil ist für die Photovoltaikproduktion ein wichtiger Aspekt. Anlagen mit einem hohen Winterstromanteil sind grundsätzlich zu bevorzugen, da sie zu einer besseren Verteilung des Ertrags im Jahresverlauf führen. In der Potenzialstudie wird deshalb auch der erwartete Winterstromanteil der einzelnen Potenziale ausgewiesen.

Die Berechnung des Winterstromanteils für verschiedene Photovoltaik-Potenziale zeigt Unterschiede, die zwischen 26% und 36% liegen. Diese Varianz lässt sich hauptsächlich auf die Verwendung unterschiedlicher Datengrundlagen und Annahmen zur Ausrichtung der Panels zurückzuführen. Für Gebäude und Bauzonenreserven wurden Daten aus dem Projekt Sonnendach/Sonnenfassade.ch genutzt, welcher die Ausrichtung und Neigung der entsprechenden Dach- oder Fassadenfläche berücksichtigt. Für die übrigen Potenziale wurde eine Annahme zur Neigung der Panels (30°) getroffen und grundsätzlich eine Südausrichtung berücksichtigt. Im konkreten Projekt können die Erträge und Winterstromanteile folglich entsprechend der genauen Ausrichtung variieren.

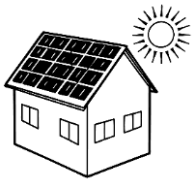
Technische Merkmale zur Herleitung der Potenziale

Für die Potenziale wurden Annahmen zu den technischen Merkmalen der realisierten Anlagen getroffen. Es wurden dabei zwei Fälle unterschieden:

- Flache Anordnung: 30° Panelneigung, Panels mit 0.225 kWp/m^2, lokale Einstrahlungsdaten: Für Überdachung von Parkplätzen, Autobahnüberdachung, landwirtschaftliche Kulturen oder künstliche Gewässer.
- Steile Anordnung: 75° Panelneigung, Panels mit 0.225 kWp/m^2, lokale Einstrahlungsdaten: Für Anlagen an Infrastrukturen wie Lärmschutzwänden, Stützmauern oder Zäunen, freistehende Anlagen.

5.3 Potenziale im Bereich von Gebäuden

Dächer und Fassaden



Die Potenziale an Gebäuden wurden basierend auf den Daten des BFE aus dem Projekt sonnenfassade/sonnendach.ch[1] berücksichtigt. Berücksichtigt wurden geeignete Dach- und Fassadenflächen innerhalb und ausserhalb der Bauzone. Bei den Fassaden wurden aufgrund von detaillierteren Abklärungen in anderen Kantonen[2] nur 40% des vom BFE ausgewiesenen Potenzials berücksichtigt. Mit diesem konservativen Ansatz dürfte das Potenzial näher beim wirtschaftlichen Potenzial liegen.

Bauzonenreserven

Die Bauzonenreserven[3], die als baureif beurteilt werden oder spätestens in 15 Jahren Baureife erreichen sollten, machen insgesamt rund 260 ha aus. Die zukünftige Bebauungsdichte wurde für die Baulandreserven entsprechend den bereits bebauten Bauzonen angenommen. Unter der Annahme, dass von den Bauzonenreserven 80% bis ins Jahr 2050 überbaut werden, erhöht sich die überbaute Fläche um 10.3%.

	Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalbjahr (GWh)	Winteranteil
Dachflächen	689.4	178.9	26%
Fassaden	102.6	36.7	36%
Bauzonenreserven	63.5	18.4	29%

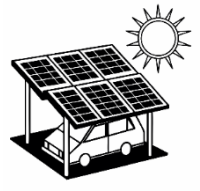
[1] Sonnendach.ch und Sonnenfassade.ch, Berechnung von Potenzialen in Gemeinden, BFE/e4plus AG
[2] Analyse e4plus AG im Auftrag der Energie Region Obwalden, 2024
[3] Datenabgabe Amt für Raum und Verkehr, Unbebaute Bauzone Stand Ende 2023

Ortsbildschutz-gebiete

Vom Potenzial an Gebäuden liegt ein Anteil von rund 73.5 GWh/a (9.2%) in Ortsbildschutzgebieten, in denen mit höheren Anforderungen an Gestaltung und Einpassung der Anlagen zu rechnen ist. Ebenso liegt ein Anteil von 8.6 GWh/a (6.3%) des Potenzials für Bauzonenreserven in Ortsbildschutzgebieten. Das Potenzial in Ortsbildschutzgebieten wird für die Potenzialstudie vollständig mitberücksichtigt, da trotz erhöhter gestalterischer Anforderungen eine Nutzung in vielen Fällen möglich ist.

5.4 Potenziale auf Parkplätzen

Parkplätze



Wie der Regierungsrat im Bericht zur Motion betreffend Photovoltaik-Pflicht für grosse offene Parkierungsanlagen (Vorlage Nr. 3473.1 – 17070) festgestellt hat, besteht bei der Überdachung von grösseren Parkplätzen für die Photovoltaikproduktion in vielen Gebieten ein grundsätzlicher Interessenkonflikt zur Siedlungsentwicklung nach innen. Grundsätzlich sollen Parkplätze langfristig mit Gebäuden überbaut und die nötigen Parkplätze gebäudeintegriert angeordnet werden. In der Potenzialstudie werden die Potenziale von Parkplatzüberdachungen dennoch ausgewiesen, im Falle einer Bebauung der Grundstücke wäre das Potenzial bei einer Dach- und Fassadennutzung sogar noch grösser.

Für die kantonale Übersicht wurden Parkplätze >300 m^2 berücksichtigt[1]. Für die Ertragsrechnung wurde angenommen, dass 75% der Parkplatzfläche genutzt werden kann, die Panelfläche ist zur Berücksichtigung der technischen Rahmenbedingungen wie z.B. der Verschattung noch tiefer.

Berücksichtigt wurde ausschliesslich das Potenzial von 472 Parkplätzen innerhalb der Bauzonen, die nicht über einen substanziellen Baumbestand verfügen. Ausserhalb der Bauzonen liegen 41 grössere Parkplätze, die jedoch in vielen Fällen nicht genügend erschlossen sind oder deren Überdachung zu Konflikten etwa mit den Schutzzielen von kantonalen Landschaftsschutzgebieten oder BLN-Gebieten führt.

Falls nur grössere Parkplätze (>1000 m^2) berücksichtigt würden, ergäbe sich ein Potenzial von 34.1 GWh/a.

	Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalbjahr (GWh)	Winteranteil
Parkplätze > 300 m^2	49.4	16.3	33%

5.5 Potenziale gemäss Art. 24ter RPG



5.5.1 Freistehende Anlagen im Bereich von Infrastrukturen

Die Nutzung von Freiflächen im Bereich von Infrastrukturen für Photovoltaikanlagen ermöglicht bereits stark vorbelastete und landwirtschaftlich nicht interessante Flächen für die Stromproduktion zu nutzen. Damit solche Anlagen bewilligungsfähig sind, müssen die Anlagen die folgenden Kriterien erfüllen:

- der Standort liegt ausserhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche;
- der Standort liegt in wenig empfindlichen oder bereits mit anderen Bauten und Anlagen belasteten Gebieten;

[1] Datenabgabe Amt für Raum und Verkehr, Annäherung Aussenparkplätze Stand Ende 2022

- der Erschliessungsaufwand ist verhältnismässig gering.

Zu beachten sind mögliche Interessenkonflikte, gerade Verkehrsnebenflächen entlang von Verkehrsinfrastrukturen können auch als ökologische Ausgleichsflächen dienen und so bereits wichtige Funktionen übernehmen. Durch die Nutzung dieser Flächen für die Installation von Photovoltaikanlagen kann es zu einer Konkurrenzsituation kommen.

Machbarkeitsstudie Tangente Zug/Baar

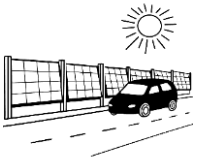
In einer Machbarkeitsstudie[1] wurde für das Gebiet um die Tangente Zug/Baar das Potenzial detailliert beurteilt. Im ganzen Betrachtungsperimeter wurden vier Böschungen eruiert, die für eine Nutzung in Frage kommen. Die vier in Frage kommenden Anlagen in diesem Perimeter weisen ein Potenzial von 0.63 GWh auf.

Das kantonale Tiefbauamt sieht gemäss aktuellen Abklärungen[2] neben den Anlagen um die Tangente Zug/Bar kein wesentliches zusätzliches Potenzial, prüft das Thema jedoch zukünftig regelmässig bei baulichen Anpassungen.

Herleitung kantonales Potenzial

Für eine grobe Aussage zum Potenzial im ganzen Kantonsgebiet (inkl. im Umfeld von Gemeindestrassen, exkl. Umfeld von Autobahnen) wird ausgehend von einer aktuellen Studie der ZHAW[3] zu den Potenzialen im Kanton Zürich das Potenzial für den Kanton Zug hergeleitet. Es ergibt sich ein Potenzial von 2.8 GWh/a für den ganzen Kanton Zug. Dieses Potenzial scheint auch vor dem Hintergrund der detaillierteren Machbarkeitsstudie um die Tangente Zug/Baar plausibel, da dort eine sehr dichte Anordnung von Infrastrukturen mit vielen Verkehrsnebenflächen besteht.

	Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalbjahr (GWh)	Winteranteil
Freistehend im Bereich von Infrastrukturen	2.8	0.9	33%



5.5.2 Nicht freistehende Anlagen auf Infrastrukturen

In Artikel 24ter RPG (Stand Abstimmung Stromgesetz) ist die Errichtung von nicht freistehenden Solaranlagen ausserhalb der Bauzone geregelt (die Verordnungsbestimmungen sind noch nicht definitiv bekannt). Die neuen Regelungen zielen darauf ab, die Nutzung erneuerbarer Energien ausserhalb der Bauzone zu fördern, ohne dabei das Landschaftsbild zu beeinträchtigen oder zusätzliche Flächen zu versiegeln. Die Anlagen müssen eine optische Einheit mit bestehenden, langfristig rechtmässigen Bauten oder Anlagen bilden.

Das Potenzial für solche Solaranlagen umfasst verschiedene Infrastrukturen wie z.B. Lärmschutzwände, Stützmauern, Brücken, Autobahnüberdachungen oder künstliche Gewässer. Nicht berücksichtigt sind in diesem Potenzial sogenannte «Solarzäune», da es sich dabei in der Regel zumindest optisch um neue Anlagen handeln würde.

[1] Machbarkeitsstudie Photovoltaik Infrastrukturanlagen Tangente Zug/Baar, Basler & Hofmann AG im Auftrag des Tiefbauamts des Kantons Zug, 2023.
[2] Anfrage/Antwort an das kantonale Tiefbauamt per Mail vom 21.10.2024/22.10.2024
[3] Photovoltaik–Potenzial auf Infrastrukturbauten und bei weiteren sehr grossen Anlagen im Kanton Zürich, ZHAW im Auftrag der Baudirektion des Kantons Zürich, 2023.

Strasseninfrastruktur

In einer Machbarkeitsstudie[1] wurde für das Gebiet um die Tangente Zug/Baar das Potenzial beurteilt. Im ganzen Betrachtungsperimeter wurden zwei mögliche Anlagen an Lärmschutzwänden beurteilt, diese weisen zusammen ein Potenzial von 0.03 GWh/a auf.

Das kantonale Tiefbauamt sieht gemäss aktuellen Abklärungen[2] neben den Anlagen um die Tangente Zug/Bar kein wesentliches zusätzliches Potenzial, prüft das Thema jedoch zukünftig regelmässig bei baulichen Anpassungen.

Herleitung kantonales Potenzial

Für eine grobe Aussage über das Potenzial im ganzen Kantonsgebiet (inkl. im Umfeld von Gemeindestrassen, exkl. Umfeld von Autobahnen) wurde ausgehend von einer aktuellen Studie der ZHAW[3] zu den Potenzialen im Kanton Zürich das Potenzial für den Kanton Zug hergeleitet. Daraus ergibt sich ein Potenzial im Kanton Zug von 1.3 GWh/a.

Potenziale gemäss ASTRA

Die Potenziale an bestehenden Infrastrukturen der Autobahn wurden durch das ASTRA eruiert und in einer Ausschreibung[4] vergeben. Das entsprechende Los 3b wurde an die Industriellen Werke Basel, TNC Consulting AG/TNC Engineering AG vergeben, es umfasst ein Potenzial an Lärmschutzwänden von 4.3 GWh/a.

	Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalbjahr (GWh)	Winteranteil
Potenzial an Strasseninfrastruktur (Kantons- und Gemeindestrassen)	1.3	0.4	33%
Anlagen des ASTRA	4.3	1.4	33%

Überdachung Autobahnabschnitt

Mit der Überdachung eines Autobahnabschnitts kann ein Potenzial auf einer bereits stark belasteten Fläche erreicht werden. Im Kanton Zug gibt es diesbezüglich keine Projekte, die über reine Ideen hinausgehen. Für die Potenzialstudie soll das Potenzial aber ausgewiesen werden, auch im Kanton Zug kämen gewisse Autobahnabschnitte grundsätzlich für eine solche Nutzung in Frage. Für die Herleitung des Potenzials wurden zwei exemplarische, 1 km lange Autobahnabschnitte ausgewählt (vgl. Abb. 7). Für die Potenzialbestimmung wurden eher konservativere Annahmen getroffen als beispielsweise bei der Projektidee in Fully VS[5]. Es wurde die Annahme getroffen, dass 75% des Strassenabschnitts mit einer flachen, nach Süden orientierte Anordnung belegt würde. Beide Standorte sind aufgrund der bereits intensiven Belastung durch bestehende Verkehrs- und Siedlungsinfrastruktur für eine Überdachung geeignet, ohne dass eine erhebliche Beeinträchtigung der Landschaft zu erwarten wäre. Je nach Lage und technischer Umsetzung könnten auch Synergien etwa im Bereich des Lärmschutzes genutzt werden. Für das Gesamtpotenzial wurde der Mittelwert aus den geprüften Abschnitten berücksichtigt.

---

[1] Machbarkeitsstudie Photovoltaik Infrastrukturanlagen Tangente Zug/Baar, Basler & Hofmann AG im Auftrag des Tiefbauamts des Kantons Zug, 2023.

[2] Anfrage/Antwort kant. Tiefbauamt per Mail vom 21.10.2024/22.10.2024

[3] Photovoltaik-Potenzial auf Infrastrukturbauten und bei weiteren sehr grossen Anlagen im Kanton Zürich, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW im Auftrag der Baudirektion des Kantons Zürich, 2023.

[4] Bewerbungsverfahren für den Bau von Photovoltaikanlagen Dritter, https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/energie-klima/photovoltaik-nationalstrassen.html

[5] https://energypier.ch/pages/projects#pilot_project_fully, Abgerufen am 4.12.2024



Rütihof, ca. 1000 x 30 m ≈ 2.5 GWh/a



Blickensdorf, ca. 1000 x 25 m ≈ 2.0 GWh/a

Abb. 7 Potenzial aus exemplarischer Überdachung der Autobahn

	Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalbjahr (GWh)	Winteranteil
Überdachung exemplarischer Autobahnabschnitt	2.25	0.75	33%

Abwasserreinigungsanlage (ARA)

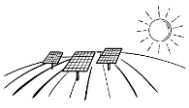
Berücksichtigt wurde das Potenzial bei einer Überdachung der ARA Schönau. Der Gewässerschutzverband Region Zug (GVRZ) hat eine Studie zur Überdachung der Anlage mit einem Solarfaltdach erstellt. Die Anlage könnte eine installierte Leistung von 1'400 kWp aufweisen, womit ausgehend von den modellierten Einstrahlungswerten (ca. 950 kWh/kWp) eine Produktion von ca. 1.3 GWh/a erwartet werden kann, davon 0.4 GWh im Winterhalbjahr.

	Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalbjahr (GWh)	Winteranteil
Abwasserreinigungsanlage	1.3	0.4	28%

Künstliche Gewässer

In diese Kategorie fällt die Überdachung von künstlichen Gewässern oder eine schwimmende Anordnung von Anlagen. Der Kanton Zug weist nur sehr kleine künstliche Gewässer auf wie beispielsweise einen Löschweiher auf dem Zugerberg. Bei einer vollständigen Überdachung des Löschweihers könnte eine Produktion von 0.2 GWh/a resultieren, aufgrund der untergeordneten Bedeutung und mangels Referenzanlagen wird dieses Potenzial in der Gesamtübersicht nicht berücksichtigt.

5.5.3 Agrophotovoltaik



Die Agrophotovoltaik integriert die Erzeugung von Solarenergie auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Mit Überdachungen und hochaufgeständerten Photovoltaikanlagen auf Landwirtschaftsflächen können landwirtschaftliche Aktivitäten und die Produktion erneuerbarer Energie kombiniert werden.

Voraussetzung

Voraussetzung für die Agrophotovoltaikanlagen gemäss Art. 24ter Abs. 2 RPG ist, dass die Anlagen zu Vorteilen für die landwirtschaftliche Produktion führen oder Versuchs- und Forschungszwecken dienen. Anlagen zu Versuchs- und Forschungszwecken sind in der Regel klein und zeitlich beschränkt, sie werden deshalb nicht weiter geprüft.

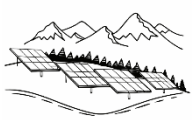
Herausforderung Nachweis

Die Einschätzung in Fachkreisen ist generell, dass der gesetzlich geforderte Nachweis bezüglich der «Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion» kaum erbracht werden kann. Im Kanton Zug wurden so auch noch keine Anlagen auf dieser Rechtsgrundlage bewilligt, es gab aber auch noch keine Projekte dazu. In anderen Kantonen werden für gewisse Kulturen Pilotanlagen betrieben, welche diesen Nachweis erbringen sollen. Dennoch wird das Potenzial angesichts der m Kanton vorherrschenden Kulturen als sehr gering bis inexistent eingeschätzt[1].

Beispiel Potenzial «Buuregarte»

Ein Potenzial besteht in Speziallandwirtschaftszonen, dort können die Anlagen und Infrastrukturen zum Schutz der Kulturen dauerhaft bewilligt werden und entsprechend könnten sie auch mit Photovoltaikanlagen belegt werden. Aktuell gibt es im Kanton Zug noch keine Speziallandwirtschaftszone. Falls die zur Diskussion stehende Speziallandwirtschaftszone «Buuregarte» in Drälikon realisiert würde, besteht bei einer Belegung der bestehenden Anlagen mit 50% ein Produktionspotenzial von rund 4 GWh/a (erwarteter Winterstromanteil ca. 1.3 GWh).

5.6 Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse



Die Voraussetzungen für Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse wurden im ersten Verordnungspaket zum Stromgesetz festgelegt, und traten am 1.01.2025 in Kraft.

Als Voraussetzung für ein Gebiet von nationalem Interesse ist gemäss Art. 9a Abs. 2 EnV eine Winterstromproduktion von mindestens 5 GWh notwendig. Bei der Festlegung der Gebiete sind gemäss Art. 10 Abs. 1ter EnG die Interessen des Landschaft- und Biotopschutzes, der Walderhaltung sowie die Interessen der Landwirtschaft, insbesondere des Kulturlandschutzes und des Schutzes der Fruchtfolgeflächen, zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Potenzialstudie wurde geprüft, ob im Kanton Zug geeignete Gebiete bestehen. Das detaillierte Vorgehen und die Ergebnisse sind im Anhang 1 dieses Berichts dokumentiert. Es wurde festgestellt, dass unter Berücksichtigung der gesetzlich vorgegebenen Schutzinteressen keine geeigneten Gebiete bestehen. Dieses Resultat deckt sich auch mit den Ergebnissen einer vergleichbaren Analyse des Bundes.

5.7 Gesamtübersicht

Gesamtpotenzial im Kanton Zug

Über alle berücksichtigten Anlagentypen ergibt sich ein Potenzial von rund 921 GWh/a. Der klar grösste Anteil liegt auf bestehenden Gebäuden sowie bei neuen Gebäuden, die bis 2050 in den Bauzonenreserven noch erstellt werden. Auch mit einer Überdachung der Parkplätze (oder Überbauung im Sinne der Innenentwicklung) könnte ein substanzieller Beitrag geleistet werden.

Hinsichtlich des Winterstromanteils gibt es zwar gewisse Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen, welche auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sind (siehe Kapitel 5). Die Grössenordnung der Potenziale liegt jedoch im Rahmen von 1/3 der Jahresproduktion. Für die Winterstromproduktion empfiehlt sich insbesondere die Priorisierung der Fassadenanlagen, die den grössten Winterstromanteil der beurteilten Potenziale aufweisen.

[1] Beurteilung Landwirtschaftsamt gemäss Mailaustausch vom 28.10.2024

		Ganzes Jahr (GWh)	Winterhalb-jahr (GWh)	Winter-anteil
Potenziale im Bereich von Gebäuden	Dächer	689.4	178.9	26%
	Fassaden	102.6	36.7	36%
	Bauzonenreserven	63.5	18.4	29%
	Parkplätze >300 m^2	49.4	16.3	33%
Potenziale gemäss Art. 24ter RPG	Freistehende Anlagen im Bereich von Infrastrukturen	2.8	0.8	29%
	Nicht freistehende Anlagen auf Infra-strukturen	9.3	3.3	33%
	Agrophotovoltaik[1]	3	1.3	33%
	Total	**921**	**255.5**	**28%**

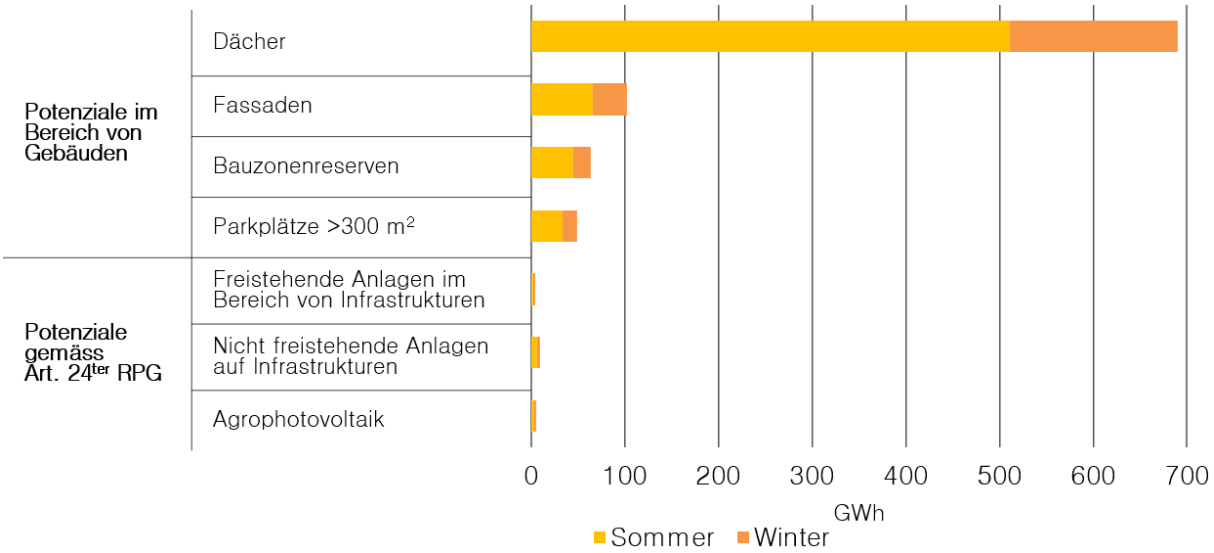


Abb. 8 Übersicht Photovoltaikpotenziale im Kanton Zug

[1] Betrifft das Potenzial auf der Speziallandwirtschaftszone in Drälikon

6 Vorschlag Ausbauziele bis 2050

Herleitung von Ausbauzielen gestützt auf die Ausbauziele der Schweiz

Die Festlegung von Ausbauzielen für die Photovoltaikproduktion ist ein politischer Entscheid. Vorliegend wird unter Berücksichtigung der nationalen Ausbauziele und des Potenzials im Kanton Zug ein Ausbauziel vorgeschlagen, welches die Basis für diese politische Diskussion bilden kann.

Das Ausbauziel für neue erneuerbare Energieträger (Photovoltaik, Windenergie, Biogas, weitere) wurde mit der Abstimmung zum Stromgesetz vom 9. Juni 2024 für die ganze Schweiz auf 45 TWh/a festgelegt.

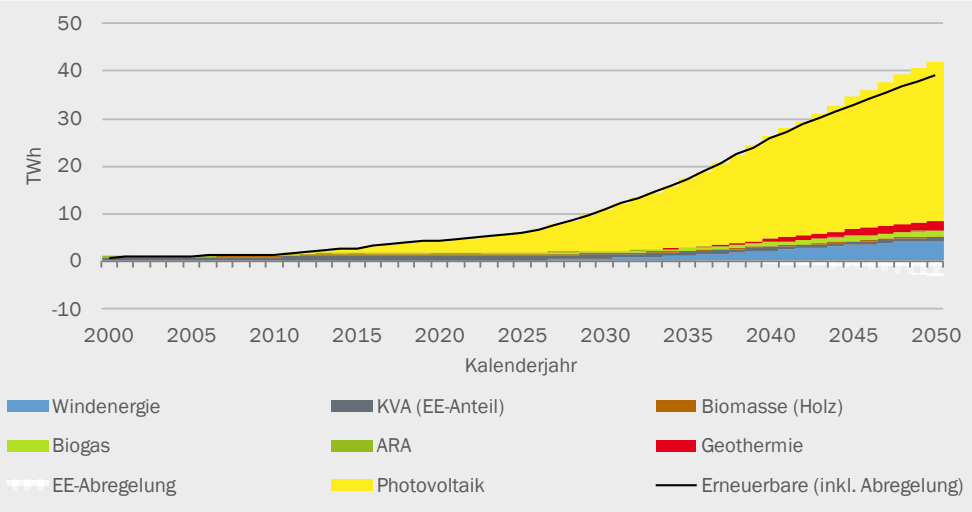


Abb. 9 Stromerzeugung neuer erneuerbarer Energien im Szenario ZERO Basis

Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Photovoltaikproduktion für die ganze Schweiz bis 2050 auf ca. 33.6 TWh/a ausgebaut werden (vgl. Abb. 9, Ausschnitt aus Energieperspektiven 2050+). Im Szenario ZERO Basis der Energieperspektiven tragen zudem die Windenergieproduktion 4.3 TWh/a und übrige neue Erneuerbare 4.2 TWh/a bei. Noch nicht berücksichtigt ist in obiger Abbildung das zusätzliche Potenzial, welches sich aus den Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse ergibt. Dazu besteht jedoch im Kanton Zug kein Potenzial.

Das grösste Potenzial im Kanton Zug, wie auch in der ganzen Schweiz, liegt im Bereich der Photovoltaik. Damit die nationalen Ausbauziele erreicht werden können, ist weiterhin ein massiver Ausbau der Photovoltaik notwendig und auch der Kanton Zug müsste angesichts der räumlichen Voraussetzungen mindestens einen proportionalen Beitrag an diesen Ausbau leisten. Die vorgeschlagenen Ausbauziele sind im Sinne eines solidarischen Beitrags an die eidgenössisch festgelegten Ausbauziele zu verstehen. Berücksichtigt werden aber die räumlichen Rahmenbedingungen im Kanton Zug.

Grundsätze zu den Ausbauzielen 2050

Es werden zwei Varianten für Ausbauziele bis 2050 vorgeschlagen. Beiden Varianten liegt jeweils die Annahme zu Grunde, dass der Kanton seinen Anteil an die nationalen Ausbauziele beiträgt. Bei Variante 1 inkl. einem Beitrag der Windenergie, bei Variante 2 ohne die Windenergie. Beide Varianten basieren auf folgenden Grundsätzen:

- Im Kanton Zug bestehen vergleichbare Voraussetzungen für die Stromproduktion aus neuen Erneuerbaren (also ohne Wasserkraft) wie in vielen anderen Gebieten der Schweiz. Es wird deshalb analog zur Schweiz ein Produktionsanteil der neuen Erneuerbaren von mindestens 57%des kantonalen

Jahresverbrauchs angestrebt. Die Herleitung der Ausbauziele vom kantonalen Strombedarf wurde gewählt, da in den erwarteten Bedarf sehr viele Faktoren wie die erwartete Bevölkerungsentwicklung, die erwartete Wirtschaftsentwicklung und die erwartete Elektrifizierung von Mobilität und Wärme eingeflossen sind.

- Die Winterstromproduktion ist die grosse Herausforderung für die Versorgungssicherheit und stabile Strompreise. Mit dem Stromgesetz wurde die Bedeutung der Winterstromproduktion auch mit einem Ziel zur Importbeschränkung im Winterhalbjahr in Art. 2 Abs. 3 EnG festgeschrieben. Die Varianten berücksichtigen deshalb, dass der Winterstromanteil unabhängig von der Technologie (Photovoltaik/Wind) stabil sein muss.
- Beide Varianten berücksichtigen die räumlichen Voraussetzungen des Kantons und versuchen nicht, das fehlende Potenzial bei der Wasserkraft mit einer zusätzlichen Produktion im Bereich der Photovoltaik oder Windenergie zu kompensieren.

Ausbauziel 2050, Variante 1 mit Windenergie

In dieser Variante tragen die neuen Erneuerbaren denselben Beitrag an die Produktion bei, wie dies gemäss den Energieperspektiven 2050+ für die ganze Schweiz nötig ist (57%). Voraussetzung für diese Variante ist, dass sich ein entsprechendes Produktionspotenzial im Bereich der Windenergie ergibt.

- Der Strombedarf im Kanton Zug wird für das Jahr 2050 auf 808 GWh/a prognostiziert. Der Anteil «neue Erneuerbare» von 57% daran ergibt eine Jahresproduktion von mindestens 460 GWh/a.
- Bei einem Erzeugungsmix gemäss Energieperspektiven 2050+ ergibt dies folgende Anteile:
  - Anteil Photovoltaik: 47% = 380 GWh/a
  - Anteil Windenergie: 6.1% = 49 GWh/a
  - Anteil Übrige: 3.9% = 31 GWh/a
- Für diesen Erzeugungsmix resultiert eine Produktion im Winterhalbjahr von 155 GWh.

Ausbauziel 2050, Variante 2 ohne Windenergie

In dieser Variante wird auf den Ausbau der Windenergie verzichtet. Damit entfällt auch der vergleichsweise hohe Winterstromanteil der Windenergie (ca. 2/3). Damit trotzdem eine vergleichbare Produktion (mind. 155 GWh) im Winterhalbjahr entsteht wie in Variante 1, muss das Ausbauziel für die Photovoltaik entsprechend deutlich höher festgelegt werden.

- Damit der Winterstromanteil von 155 GWh ohne die Windenergie erreicht werden kann, ist folgender Erzeugungsmix notwendig:
  - Anteil Photovoltaik: 497 GWh/a[1]
  - Anteil Übrige: 31 GWh/a
- Auch für diesen Erzeugungsmix resultiert eine Produktion im Winterhalbjahr von 155 GWh.

[1] Die Photovoltaik im Kanton Zug weist einen mittleren Winterstromanteil von 28% auf. Um den fehlenden Winterstromanteil von 32.7 GWh der Windenergie zu kompensieren, wäre eine Photovoltaikproduktion von 117 GWh/a notwendig (29.4/0.28)

Gegenüber-stellung der Varianten

In Abhängigkeit von den Ergebnissen aus der Windpotenzialstudie kann Variante 1 oder 2 zur Weiterverfolgung empfohlen werden. Grundsätzlich bestehen im Kanton die Potenziale, um die Ausbauziele zu erreichen. Allerdings muss der Photovoltaikausbau zur Erreichung dieser Ausbauziele gegenüber den letzten Jahren weiter erhöht werden, respektive müssen sich die Ausbauraten weiterhin beschleunigen wie seit 2020 (siehe Abb. 1). Dazu sind sowohl für Variante 1 als auch Variante 2 grosse Bemühungen und Massnahmen notwendig.

	Erneuerbare Energieträger	Ausbauziel 2050 (GWh/a)	
		Ganzes Jahr	Winterhalbjahr
Variante 1	Photovoltaik	380	106
	Wind	49	33
	Übrige[1]	31	16
Variante 2	Photovoltaik	497	139
	Übrige[1]	31	16

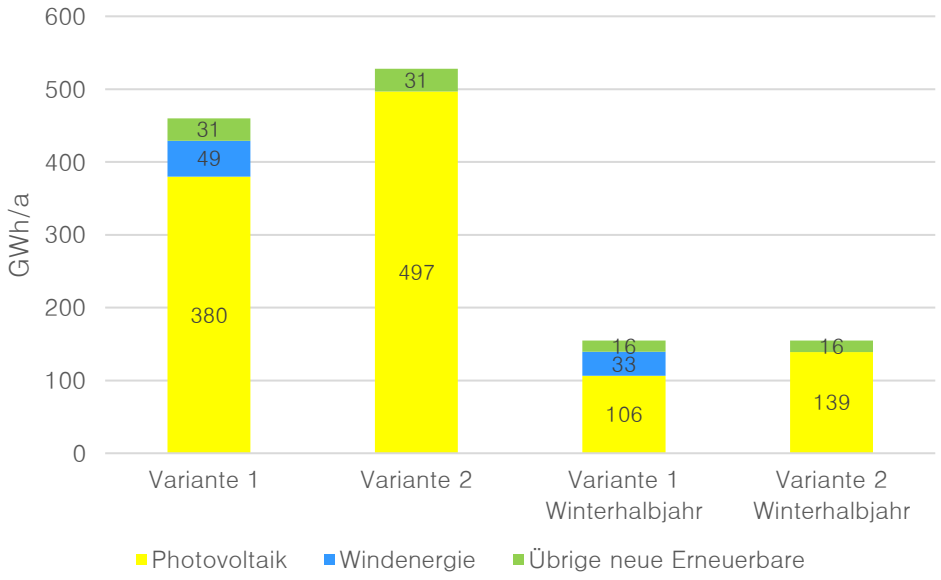


Abb. 10 Vorschlag für kantonale Ausbauziele 2050 für neue Erneuerbare

[1] Übrige neue Erneuerbare wie Stromproduktion aus Biomasse (WKK), Stromanteil Geothermie etc.

Anhang 1: Prüfung Potenzial für freistehende Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse

Gebiete von nationalem Interesse

Für die vorliegende Potenzialstudie wurde anhand einer gesamtkantonalen Betrachtung und mit Hilfe einer GIS-Analyse geprüft, ob Gebiete für Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse bezeichnet werden können. Die Überprüfung erfolgte in 3 Schritten:

- gestützt auf die gesetzlichen Vorgaben und die technischen Rahmenbedingungen wurden Ausschlussgebiete definiert;
- in den nicht von Ausschlussgebieten betroffenen Gebieten wurden Schutzinteressen den Nutzungsinteressen gegenübergestellt, um die «bestgeeigneten» Gebiete im Kanton zu ermitteln;
- die resultierenden bestgeeigneten Gebiete wurden hinsichtlich der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, insbesondere zur Mindestproduktion, geprüft.

Ausschlussgebiete

Die Ausschlussgebiete wurden in einem 50 m x 50 m Raster über die ganze Kantonsfläche ermittelt.

Gebiete mit unzureichender Einstrahlung

Basierend auf den Einstrahlungskarten des Bundesamts für Energie wurde geprüft, welche Gebiete ausreichend Einstrahlung vorweisen. Um den Winterstrom zu optimieren wurde die Einstrahlung auf steile Panels (70°) berücksichtigt. Gemessen wird die Einstrahlung als erwarteter Ertrag pro installierte Leistung. Als Mindestgrenze wurde eine erwartete Produktion von 400 kWh/kWp im Winterhalbjahr (Oktober–März) festgelegt. Die Hauptlegitimation für freistehende Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse ist die hohe Winterstromproduktion solcher Anlagen, für das Sommerhalbjahr kann die Produktion auch auf Dächern und an Fassaden erreicht werden. Insofern empfiehlt sich keine weitere Herabsetzung dieser Schwelle zur Einstrahlung.

Schutzinteressen ohne Interessenabwägung

Als Schutzinteressen ohne Interessenabwägung gelten Schutzinteressen die so hohen Schutz geniessen, dass sie keinen Spielraum für eine Interessenabwägung bieten. Primär sind dies Biotope von nationaler Bedeutung:

- Auen von nationaler Bedeutung
- Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung
- Flach- und Hochmoore von nationaler Bedeutung
- Moorlandschaften von nationaler Bedeutung
- Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung

Zusätzlich wurden Grundwasserschutzzonen S1 und S2 sowie Grundwasserschutzareale in diese Kategorie eingeteilt.

Technische Ausschlussgebiete

Alle Flächen, in denen die Erstellung einer Freiflächenanlage aus technischen Gründen oder aufgrund der bestehenden Nutzungen nicht in Frage kommt und die gestützt auf vorhandene Grundlagen genügend klar abgegrenzt werden können, werden von vornherein ausgeschlossen und in der Planung nicht weiter beurteilt.

- Gebiete mit mehr als 35° Neigung
- Natürliche Seen
- Wald
- Waffenplätze gemäss Sachplan Militär
- Bauzonen

Übersicht Ausschlussgebiete

Die Zusammenführung dieser drei Teile zeigt, dass ein Grossteil des Kantons für die Nutzung von Freiflächen Photovoltaik nicht in Frage kommt.

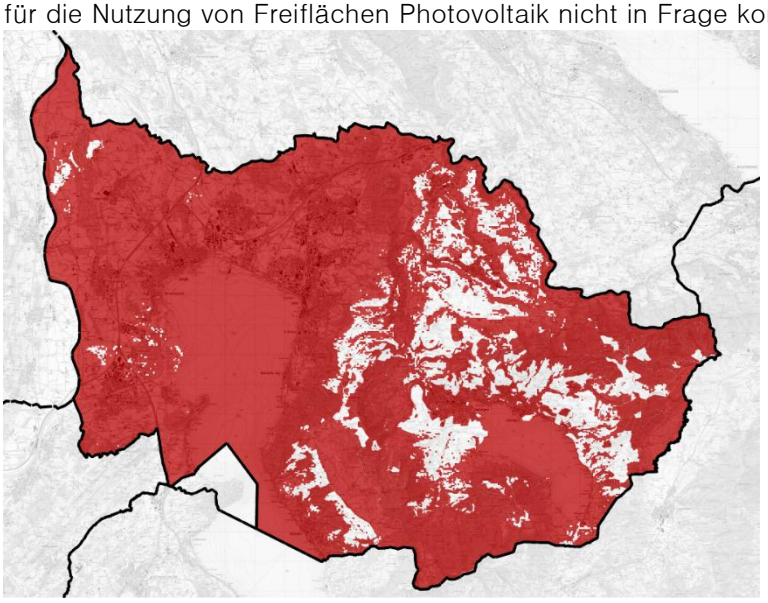


Abb. 11 Ausschlussgebiete für Photovoltaikanlagen von nationalem Interesse

Bewertung der verbleibenden Gebiete

Auch die verbleibenden Gebiete wurden in Rasterzellen von 50x50 m eingeteilt, für diese Rasterzellen wurden Schutz- und Nutzungsinteressen ermittelt und gegeneinander abgewogen. Jeder Rasterzelle wurde so mit maximal 100 Schutzpunkte und maximal 100 Nutzungspunkten bewertet, die Differenz zwischen Schutz- und Nutzungspunkten ergibt die Eignung der Rasterzelle.

Nutzungspunkte

Als Basis für die Nutzungspunkte wurde die Einstrahlung im Winterhalbjahr berücksichtigt. 0 Nutzungspunkte wurden zugeteilt, wenn die Einstrahlung genau der Eintrittsschwelle von 400 kWh/kWp entspricht. Die vollen 100 Nutzungspunkte würden ab einer Einstrahlung von 800 kWh/kWp zugeteilt. Dieser Wert wird in Zug deutlich nicht erreicht, entspricht aber den Gebieten in der Schweiz mit sehr guten Einstrahlungswerten.

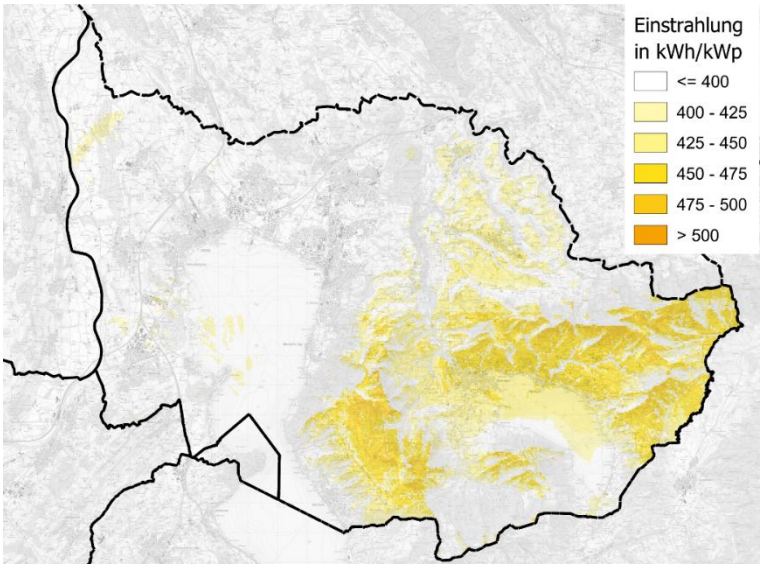


Abb. 12 Einstrahlung im Winterhalbjahr

Schutzpunkte

Als Basis für die Schutzpunkte wurden Schutzinteressen, die nicht direkt im ersten Schritt ausgeschlossen wurden, in zwei Kategorien eingeteilt.

Grundsätzliche Ausschlussgebiete

In grundsätzlichen Ausschlussgebieten ist eine Nutzung nur in Ausnahmefällen bei sehr grossem Nutzungsinteresse möglich. In diese Kategorie wurden folgende Schutzinteressen eingeteilt:

- Fruchtfolgeflächen
- BLN
- Kerngebiet Auerhuhn
- Biotope von kantonaler Bedeutung
- Ein Puffer von 300 m um Wildtierpassagen

Vorbehaltsgebiete

In Vorbehaltsgebieten gibt es der Nutzung entgegenstehende Schutzinteressen, eine Koordination ist aber grundsätzlich möglich. In diese Kategorie wurden folgende Schutzinteressen eingeteilt:

- Übrige Landwirtschaftliche Nutzfläche (ohne Fruchtfolgeflächen)
- Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung
- Landschaftsschongebiet
- Grundwasserschutzzonen S3
- Äusserer Puffer von 300 m – 500 m um Wildtierpassagen

In Abb. 13 wird die Verteilung der Schutzpunkte dargestellt. Um der Bedeutung der grundsätzlichen Ausschlussgebiete gerecht zu werden, wurden 75 der 100 Schutzpunkte dieser Kategorie zugeteilt. Die Kategorie hat damit dreimal so viel Gewicht wie die Vorbehaltsgebiete. Jeweils die Hälfte der Schutzpunkte wurde verteilt, wo ein Schutzinteresse betroffen war, 80% wo zwei Schutzinteressen betroffen sind und die vollen Schutzpunkte wo sich 3 oder mehr Interessen überlagern.

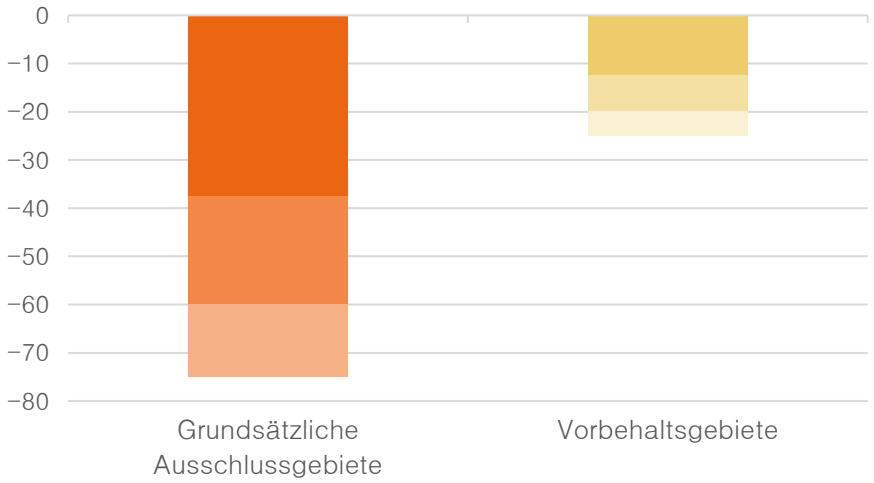


Abb. 13 Bewertung der Schutzinteressen in der GIS-Analyse

Höchstklassige Schutzinteressen

Abb. 14 zeigt über die ganze Kantonsfläche das jeweils höchstklassige Schutzinteresse. Auch ausserhalb der Ausschlussgebiete sind grossflächig grundsätzliche Ausschlussgebiete betroffen. Es gibt keine Gebiete, in denen keine Schutzinteressen betroffen sind.

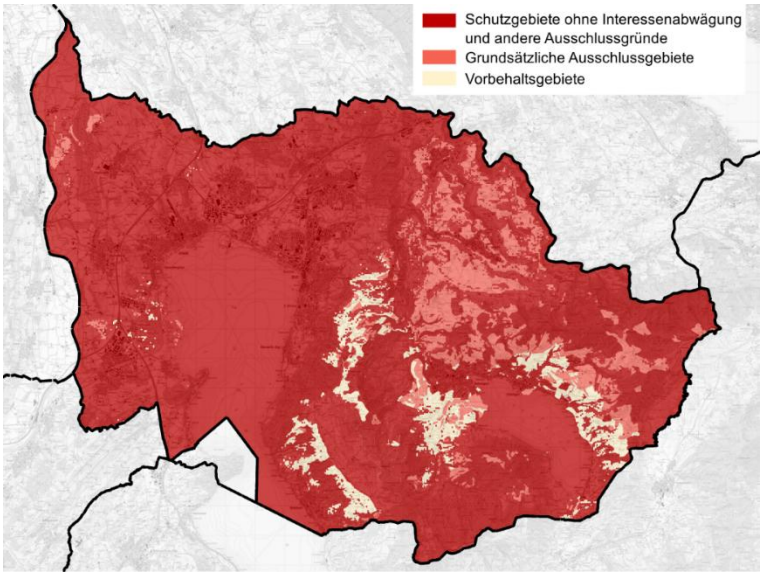


Abb. 14 Übersicht der Schutzinteressen für Photovoltaikanlagen von nat. Interesse

Differenz von Nutzungspunkten und Schutzpunkten

Durch die Differenzrechnung von Nutzungspunkten und Schutzpunkten wurden die Rasterzellen ermittelt, in denen ein möglichst grosses Nutzungsinteresse möglichst kleinen Schutzinteressen gegenübersteht. In der Abb. 15 sind alle Zellen dargestellt, in denen das Nutzungsinteresse grösser als das Schutzinteresse.

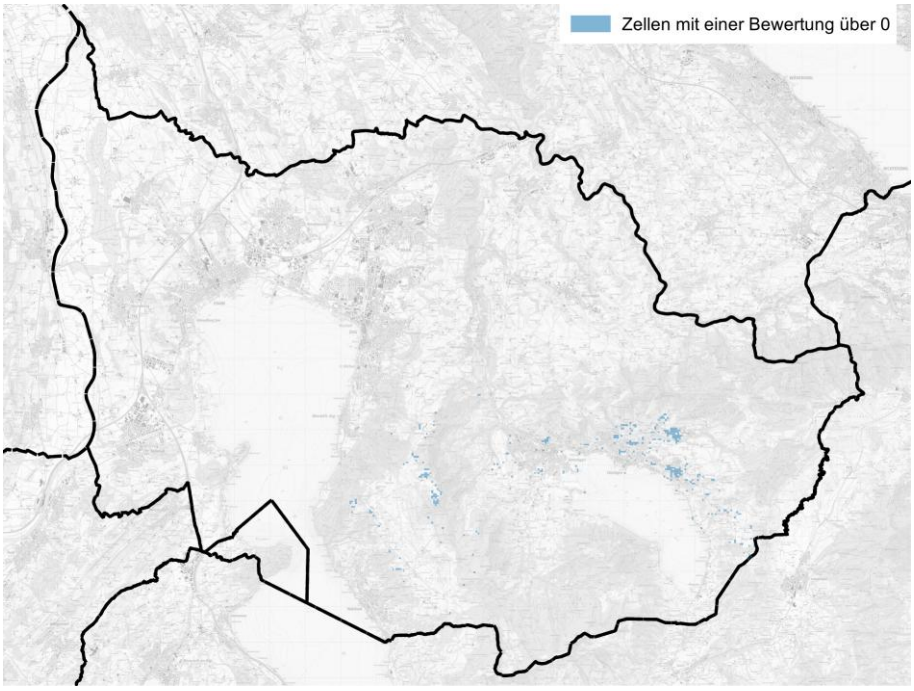


Abb. 15 GIS-Analyse zu Eignungsgebieten für Photovoltaikanlagen von nat. Interesse

Abgrenzung möglicher Eignungsgebiete

Zusammenhängende Fläche

Die grösste zusammenhängende Fläche ist rund 10 ha gross, sehr nahe am Siedlungsgebiet und beinhaltet diverse Kleinstrukturen (siehe Abb. 16). Sogar mit einer vollständigen Belegung der noch freien Flächen erreicht das Gebiet

eine Produktion von maximal 3.73 GWh im Winterhalbjahr. Die Mindestproduktion von 5 GWh wird also auch auf der grössten Fläche im Kantonsgebiet deutlich nicht erreicht.

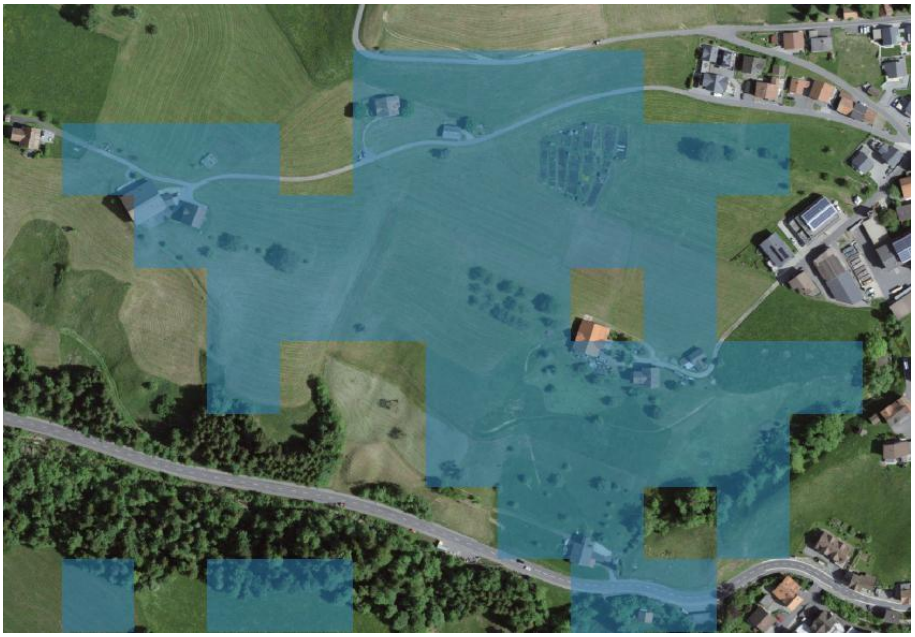


Abb. 16 Detailansicht Ergebnis der GIS-Analyse

Fazit

Mit dieser systematischen, kantonsweiten Überprüfung wird aufgezeigt, dass im Kanton Zug keine geeigneten Gebiete vorhanden sind, welche die Voraussetzungen an Produktion und Berücksichtigung der Schutzinteressen erfüllen.

Anhang 2: Zusammenstellung Potenziale pro Gemeinde

Im Kanton Zug tragen die verschiedenen Gemeinden unterschiedlich zu den ermittelten Photovoltaikpotenzialen bei. Die Anteile der einzelnen Gemeinden an den Potenzialen für Gebäude, Bauzonenreserven und Parkplätze werden in den nachfolgenden zusammengestellt. Für die Potenziale, die gestützt auf Grundlagenstudien auf den Kanton Zug hochgerechnet wurden, wird auf eine weitere Aufteilung auf die Gemeinden verzichtet.

Dächer und Fassaden

	Dächer (GWh/a)	Fassaden (GWh/a)
Baar	131.91	20.188
Cham	88.46	12.496
Hünenberg	62.3	7.688
Menzingen	41.75	5.832
Neuheim	19.2	2.504
Oberägeri	43.74	7.4
Risch	64.63	9.676
Steinhausen	48.59	7.252
Unterägeri	47.9	8.312
Walchwil	21.08	3.324
Zug	119.85	17.968

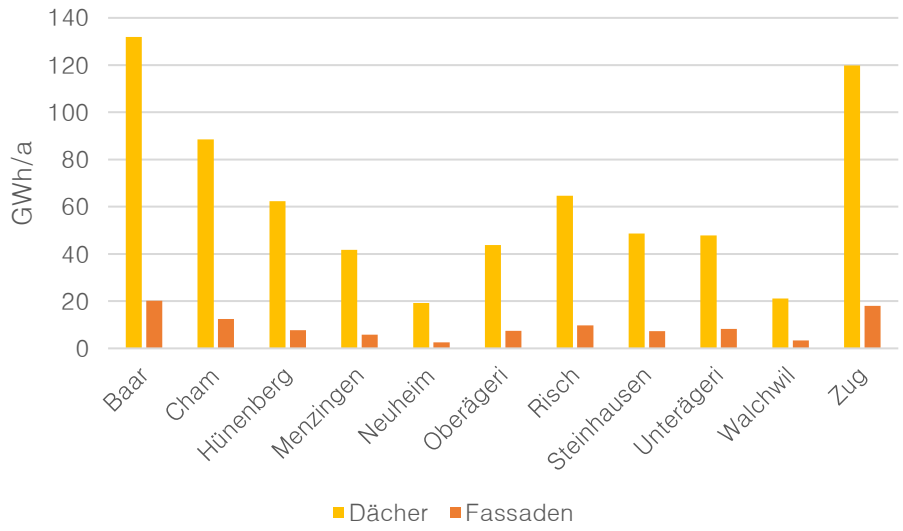


Abb. 17 Potenziale auf Dächer und Fassaden pro Gemeinde

Bauzonenreserven

	Bauzonenreserven (GWh/a)
Baar	12.10
Cham	3.10
Hünenberg	4.60
Menzingen	1.70
Neuheim	1.30
Oberägeri	3.00
Risch	6.20
Steinhausen	10.70
Unterägeri	5.50
Walchwil	3.00
Zug	12.20

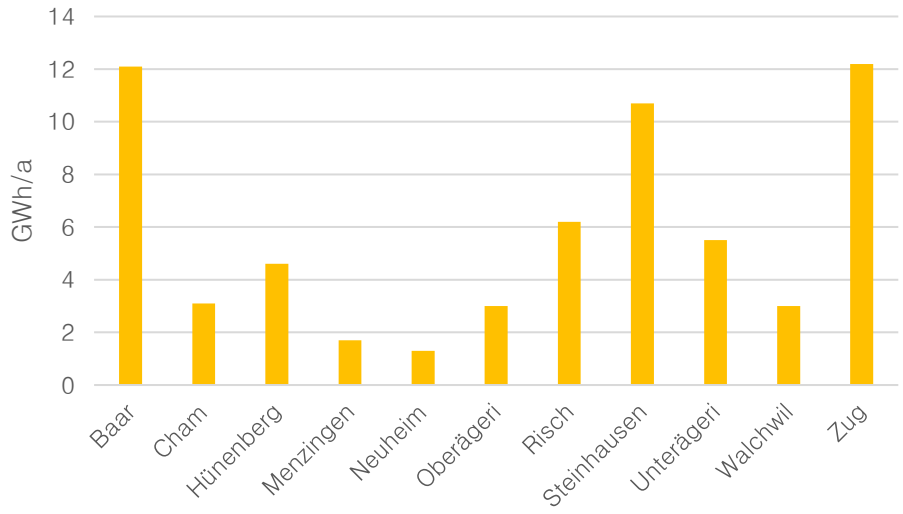


Abb. 18 Potenziale auf Bauzonenreserven pro Gemeinde

Park-plätze > 300 m²

	Parkplätze >300 m² (GWh/a)
Baar	12.64
Cham	6.00
Hünenberg	4.13
Menzingen	1.13
Neuheim	1.33
Oberägeri	1.25
Risch	6.11
Steinhausen	5.83
Unterägeri	1.81
Walchwil	0.22
Zug	8.92

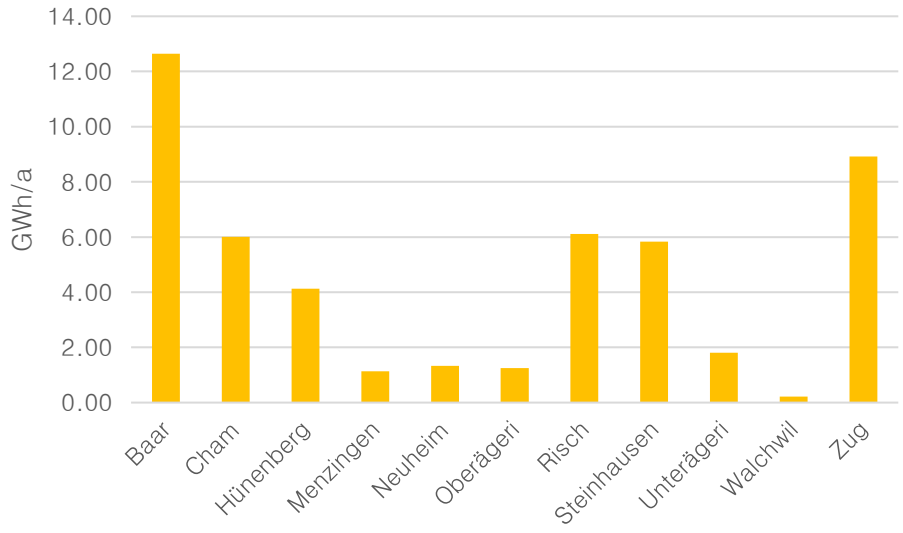


Abb. 19 Potenziale auf Parkplätzen >300 m² (in Bauzonen) pro Gemeinde

Anhang 3: Relevante Gesetzesartikel

Art. 24ter RPG (Raumplanungsgesetz, SR 700), Stand Abstimmung Stromgesetz, noch nicht in Kraft gesetzt

Solaranlagen nicht von nationalem Interesse

1 Solaranlagen die nicht von nationalem Interesse sind und die sich auf freien Flächen ausserhalb der Bauzone und ausserhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche befinden, gelten als standortgebunden, wenn:

a. sie in wenig empfindlichen oder in bereits mit anderen Bauten und Anlagen belasteten Gebieten gebaut werden; und

b. der Aufwand für die Erschliessung der betroffenen Grundstücke und für den Anschluss der Anlagen ans Stromnetz im Verhältnis zur Leistung der Anlage angemessen ist.

2 Solaranlagen, die sich innerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen befinden, gelten als standortgebunden, wenn sie:

a. neben der Stromproduktion die landwirtschaftlichen Interessen nicht beeinträchtigen und Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion bewirken; oder

b. landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungszwecken dienen.

3 Die Anlagen müssen bei endgültiger Ausserbetriebnahme zurückgebaut werden und die Ausgangslage muss wiederhergestellt werden.

4 Der Bundesrat regelt unter Berücksichtigung des Zubaubedarfs nach Artikel 2 des Energiegesetzes vom 30. September 2016 die Einzelheiten, insbesondere auch zur finanziellen Sicherstellung der Massnahmen nach Absatz 3.

Artikel 2 EnG (Energiegesetz, SR 730), Stand 1.01.2025

Ziele für den Ausbau der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien

1 Die Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien, ausgenommen aus Wasserkraft, hat im Jahr 2035 mindestens 35 000 GWh und im Jahr 2050 mindestens 45 000 GWh zu betragen.

2 Die Nettoproduktion von Elektrizität aus Wasserkraft hat im Jahr 2035 mindestens 37 900 GWh und im Jahr 2050 mindestens 39 200 GWh zu betragen. Bei Pumpspeicherkraftwerken wird nur die Produktion aufgrund von natürlichen Zuflüssen angerechnet.

3 Der Import von Elektrizität im Winterhalbjahr (1. Oktober–31. März) soll netto den Richtwert von 5 TWh nicht überschreiten.

4 Der Bundesrat legt gesamthaft und für einzelne Technologien alle fünf Jahre Zwischenziele fest, erstmals ein Jahr nach Inkrafttreten der Änderung vom 29. September 2023. Er überwacht die Zielerreichung und ergreift rechtzeitig entsprechende Massnahmen.

Artikel 10 Abs. 1–1ter EnG (Energiegesetz, SR 730), Stand 1.1.2025

1 Die Kantone sorgen dafür, dass insbesondere die für die Nutzung der Wasser- und Windkraft geeigneten Gebiete und Gewässerstrecken sowie die für Solaranlagen von nationalem Interesse nach Artikel 12 Absatz 2 geeigneten Gebiete im Richtplan festgelegt werden (Art. 8b Raumplanungsgesetz vom 22. Juni 19794).

1bis Sie schliessen bereits genutzte Standorte mit ein und können auch Gebiete und Gewässerstrecken bezeichnen, die grundsätzlich freizuhalten sind.

1ter Bei der Festlegung der Gebiete für Solar- und Windkraftanlagen müssen die Kantone die Interessen des Landschaft – und Biotopschutzes und der Walderhaltung sowie die Interessen der Landwirtschaft, insbesondere des Kulturlandschutzes und des Schutzes der Fruchtfolgeflächen, berücksichtigen.

Artikel 12 EnG (Energiegesetz, SR 730), Stand 1.1.2025

Nationales Interesse an der Nutzung erneuerbarer Energien

1 Die Nutzung erneuerbarer Energien und ihr Ausbau sind von nationalem Interesse.

2 Einzelne Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, namentlich Speicher- und Laufwasserkraftwerke, Pumpspeicherkraftwerke, Solaranlagen und Windkraftanlagen sowie Elektrolyseure und Methanisierungsanlagen, sind ab einer bestimmten Grösse und Bedeutung von nationalem Interesse, das insbesondere demjenigen nach Artikel 6 Absatz 2 des Bundesgesetzes vom 1. Juli 19665 über den Natur- und Heimatschutz (NHG) entspricht.

2bis In Biotopen von nationaler Bedeutung nach Artikel 18a NHG und in Wasser- und Zugvogelreservaten nach Artikel 11 des Jagdgesetzes vom 20. Juni 1986 sind neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ausgeschlossen; dieser Ausschluss gilt nicht:

a. für Auengebiete, bei denen es sich um Gletschervorfelder oder alpine Schwemmebenen handelt und die der Bundesrat nach dem 1. Januar 2023 gestützt auf Artikel 18a Absatz 1 NHG in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung aufgenommen hat;

b. bei Schwall-Ausleitkraftwerken zur ökologischen Sanierung nach Artikel 39a GSchG, wenn wesentliche Beeinträchtigungen der Schutzziele des betroffenen Objekts beseitigt werden können;

c. in Fällen, in denen lediglich die Restwasserstrecke im Schutzobjekt zu liegen kommt.

3 Hat eine Behörde über die Bewilligung des Baus, der Erweiterung oder Erneuerung oder über die Konzessionierung einer Anlage oder eines Pumpspeicherkraftwerks nach Absatz 2 zu entscheiden, so ist das nationale Interesse an der Realisierung dieser Vorhaben bei der Interessenabwägung als gleichrangig zu betrachten mit anderen nationalen Interessen. Das nationale Interesse geht entgegenstehenden Interessen von kantonaler, regionaler oder lokaler Bedeutung vor.

3bis Betrifft das Vorhaben ein Objekt, das in einem Inventar nach Artikel 5 NHG aufgeführt ist, so darf ein Abweichen von der ungeschmälerten Erhaltung in Erwägung gezogen werden. Dabei kann auf Schutz-, Wiederherstellungs-, Ersatz- oder Ausgleichsmassnahmen verzichtet werden.

4 Der Bundesrat legt für die Wasser-, die Solar- und die Windkraftanlagen die erforderliche Grösse und Bedeutung fest. Er tut dies sowohl für neue Anlagen als auch für Erweiterungen und Erneuerungen bestehender Anlagen. Er kann nötigenfalls auch für die anderen Technologien und für Pumpspeicherkraftwerke die erforderliche Grösse und Bedeutung festlegen.

5 Er berücksichtigt bei der Festlegung nach Absatz 4 Kriterien wie Leistung, Produktion oder Produktion im Winter sowie die Fähigkeit, zeitlich flexibel und marktorientiert zu produzieren.

Artikel 9a EnV (Energieverordnung, SR 730.1), Stand 1.1.2025

Solaranlagen von nationalem Interesse

1 Für die Beurteilung, ob eine Solaranlage von nationalem Interesse ist, können mehrere Modulfelder gesamthaft berücksichtigt werden, wenn dies aufgrund der räumlichen Anordnung der Felder, der geringen Distanz der Felder zueinander und der sachlichen Begründung allfälliger Lücken zwischen den Feldern gerechtfertigt erscheint.

2 Neue Solaranlagen sind von nationalem Interesse, wenn die mittlere erwartete Produktion von Oktober bis März mindestens 5 GWh beträgt.

3 Bestehende Solaranlagen sind von nationalem Interesse, wenn sie durch die Erweiterung oder die Erneuerung eine mittlere erwartete Produktion von Oktober bis März von mindestens 5 GWh erreichen.