Photovoltaik in der Landwirtschaft

Dieses Faktenblatt wurde im Rahmen des Pilotprojekts «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» erarbeitet und die Resultate werden im Schlussbericht zum Monitoring durch Agroscope weiter eingeordnet.

Durch die Produktion und Nutzung von Solarstrom können Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) reduziert werden, indem Strom aus fossilen Quellen ersetzt wird. Photovoltaikanlagen erzeugen Strom mit geringer Klimabelastung. Die THG-Emissionen, die dem Solarstrom anzurechnen sind, entstehen bei der Herstellung der Module und Systemkomponenten. Die Entwicklung effizienter Produktionsverfahren für Solarmodule und materialsparender Systemkomponenten wird die Klimabelastung von Solarstrom weiter reduzieren. Gleichzeitig wird der ersetzte Strommix im Netz durch den laufend höheren Anteil erneuerbarer Energie zunehmend tiefere THG-Belastungen aufweisen, was den Vorteil von Solarstrom schmälert. Wichtig ist, dass Solarstrom möglichst dann produziert wird, wenn auch Strom benötigt wird. Anlagen, die morgens, abends oder im Winter Strom liefern, verdrängen Strom mit hoher THG-Belastung und sind eine zentrale Technologie zur Bereitstellung erneuerbarer Energie und zur Minderung von Emissionen im Stromsektor. Auch die Verschiebung von Lasten in Zeiten mit hoher Solarstromproduktion ist zentral – dies wird im Faktenblatt «Elektrifizierung von Maschinen und Energieeffizienz» aufgezeigt.

Monitoring: Die produzierte Strommenge lässt sich über Stromzähler einfach erfassen und dient als Basis zur Berechnung der Emissionsreduktionen. Die THG-Belastung des Solarstroms wird den Emissionen des ersetzten Netzstroms gegenübergestellt. Der Eigenverbrauch von Solarstrom wird derzeit noch nicht systematisch erfasst und muss individuell auf dem Betrieb erhoben werden. Digitale Energiemanagementsysteme können eine genaue Bewertung der Klimawirkung unterstützen.

Empfehlungen: Für landwirtschaftliche PV-Anlagen mit tiefem Eigenverbrauch sollten zusätzliche finanzielle Mittel für Netzanschluss und Stromspeicher bereitstehen. Informationsangebote und Kurzberatungen erleichtern die Planung und helfen, Eigenverbrauch, Fördermodelle und Anlagengrössen optimal auszulegen. Bei Neubauten sollten Zählerplätze, Leerrohre und Technikstandorte frühzeitig für spätere PV-Installationen vorbereitet werden. Ergänzend können Vermittlungsplattformen für vZEV/LEG, Dachbörsen oder Selbstbaugruppen den Ausbau fördern und den Zugang zu geeigneten Standorten erleichtern.

Vertrauen in die Wirksamkeit	Hohe Übereinstimmung & Robuste Evidenz
Zeithorizont	Sofort wirksam
Technische Bereitschaft	Anwendungsbereit
Annahmen Skalierung Graubünden	Bis 2050 werden 80% der folgenden Anlagen gebaut: Betriebe mit über 100 GVE realisieren 300 kWp Betriebe mit über 50 GVE realisieren 100 kWp Betriebe mit über 30 GVE realisieren 60 kWp Betriebe mit unter 30 GVE realisieren 30 kWp Diese Anlagen produzieren im Schnitt 900 kWh/kWp Solarstrom, der gemäss Kapitel 2.2 eine Einsparung von 17 g CO_2-Äq. pro kWh ermöglicht
Potenzial Graubünden	1.3 kt CO_2-Äq. pro Jahr

Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden

Inhalt

1 Emissionsprozess 1

2 Technisches Potenzial 1

2.1 Wirkungsmechanismus der Minderungsmassnahme 1

2.2 Technisches Potenzial der Minderungsmassnahme 2

2.3 Vertrauen in die Wirksamkeit 2

3 Systembetrachtung 2

3.1 Synergien 2

3.2 Limitierungen, Zielhierarchien 3

3.3 Kostenbetrachtungen 3

4 Überlegungen zum umsetzbaren Potential Kanton Graubünden 5

4.1 Erfahrungen aus den Pilotprojekten 5

5 Förderung und Überwachung 6

5.1 Monitoring, Reporting and Verifikation 6

5.2 Existierende und mögliche weitere Förderprogramme und Instrumente 6

6 Fazit und Empfehlung 6

7 Literatur 8

Impressum

Copyright:	Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden, Cazis 2026
Autor:innen:	M. Sattler
Fotos:	Bilderarchiv Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden oder angegeben
Datum:	Juni 2026

Dieses Faktenblatt wurde im Rahmen des Pilotprojekts «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» erarbeitet und die Resultate werden im Schlussbericht zum Monitoring durch Agroscope weiter eingeordnet.

1 Emissionsprozess

Auf landwirtschaftlichen Betrieben werden beträchtliche Mengen an Energie in Form von Strom verbraucht. Je nach Quelle des Stroms führt der Energieverbrauch zu unterschiedlich hohen Treibhausgas-Emissionen.

2 Technisches Potenzial

2.1 Wirkungsmechanismus der Minderungsmassnahme

Die Photovoltaik (PV) ermöglicht die Gewinnung von Strom aus Sonnenlicht. Das Sonnenlicht erzeugt in den Solarzellen einen Stromfluss (Gleichspannung), der durch den Wechselrichter in netzkonformen Strom (Wechselstrom) umgewandelt wird. Der Strom aus einer PV-Anlage ersetzt im Stromnetz Strom aus anderen, häufig fossilen Quellen. Dieser Prozess reduziert den Ausstoss von Treibhausgasen (THG) bei der Stromproduktion. Da die Bauteile der PV-Anlage bei der Produktion „graue" THG-Emissionen verursachen, ist Solarstrom nicht klimaneutral. Für die Berechnung der Einsparungen an THG-Emissionen ist das Verhältnis der THG-Emissionen pro produzierte kWh Solarstrom zu den THG-Emissionen des ersetzten Stroms entscheidend.

THG-Emissionen von Solarstrom entstehen bei der Produktion der Systemkomponenten einer Photovoltaikanlage. Dazu zählen Solarmodule, Unterkonstruktion, Wechselrichter und Elektroinstallationen. Die bei der Produktion im Produkt „eingebaute" Energie wird als „graue Energie" bezeichnet und muss bei der Berechnung der THG-Emissionen berücksichtigt werden. Die THG-Emissionen aus der Produktion der Photovoltaikanlage werden auf die von der PV-Anlage produzierte Strommenge verteilt. So lässt sich die Menge THG-Emissionen für die Bereitstellung einer Kilowattstunde (kWh) Solarstrom berechnen. Bei der Substitution von fossilem Strom durch Solarstrom, muss diese THG-Belastung des Solarstroms eingerechnet werden.

Die Ermittlung der **THG-Emissionen des ersetzten Stroms** ist komplex. Da das Stromnetz in ganz Europa verbunden ist, kann nicht genau eruiert werden, welches Kraftwerk die Stromproduktion drosselt, weil auf einem Bauernhof im Kanton Graubünden Solarstrom ins Netz eingespeist wird. In Abhängigkeit der Saison und der Tageszeit sowie der verfügbaren Stromnetzkapazität ersetzt der Solarstrom aus dem Graubünden Strom aus unterschiedlichen Kraftwerken. Es müssen daher stark vereinfachte Annahmen getroffen werden, um die THG-Einsparungen pro kWh Solarstrom zu definieren.

Die THG-Einsparungen durch die Produktion von Solarstrom orientieren sich an dem zum Zeitpunkt der Einspeisung erzielbaren THG-Vorteil pro kWh Solarstrom gegenüber dem Netzstrom, und nicht am im Jahresdurchschnitt erzielbaren THG-Vorteil. Diese stundengenaue Betrachtung gibt es auch bei der finanziellen Vergütung von Solarstrom. Beim Solarstrom soll zukünftig nicht mehr jede produzierte Kilowattstunde gleich vergütet werden, wie das z.B. bei der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) der Fall war, sondern es soll der Zeitpunkt der Produktion berücksichtigt werden. Da Solarstrom europaweit zu ähnlichen Zeiten produziert wird, und der Zubau an Photovoltaik-Anlagen stetig weitergeht, führt dies längerfristig dazu, dass genau dann, wenn im Kanton Graubünden Solarstrom produziert wird, bereits viel Solarstrom im Netz vorhanden ist. Der Solarstrom weist dadurch in Zukunft zu gewissen Zeiten immer weniger ökologische und ökonomische Vorteile auf. Umso relevanter wird es, PV-Anlangen so zu bauen, dass sie dann Strom liefern, wenn wenig Solarstrom im Netz ist, beispielsweise am Morgen, am Abend oder im Winter.

Längerfristig werden zwei Entwicklungen stattfinden, welche die Treibhausgasbelastung von Solarstrom beeinflussen. Einerseits werden die Produktionsprozesse für die Komponenten einer Solaranlage ständig optimiert und zunehmend mit erneuerbarer Energie betrieben, wodurch die THG-Emissionen der Produktion reduziert werden (Stuki et al., 2023). Andererseits ist absehbar, dass beim geplanten Ausbau der Photovoltaik in der Schweiz und in Europa im Sommer mehr Solarstrom produziert wird, als das Stromnetz aufnehmen kann (Bucher & Joss, 2023). Dann wird die Stromproduktion der PV-Anlagen gedrosselt. Dadurch reduziert sich die Menge an produziertem

Solarstrom und entsprechend können die THG-Emissionen aus der Produktion auf weniger Solarstrom verteilt werden. Dadurch steigen die THG-Emissionen pro kWh Solarstrom. Obwohl diese gegenläufigen Entwicklungen für die THG-Emissionen relevant sind, kann der weitere Verlauf kaum prognostiziert werden. Deshalb werden die Potenzialberechnungen im Folgenden basierend auf den heute verfügbaren Zahlen durchgeführt.

2.2 Technisches Potenzial der Minderungsmassnahme

Da Solarstrom mit tiefer Klimabelastung Strom aus Energieträgern mit hoher Klimabelastung ersetzt, ist das technische Potenzial der Minderungsmassnahme Solarstromproduktion unbestritten. Da sich je nach Wettersituation mehr oder weniger erneuerbarer Strom aus Wind und PV und entsprechend mehr oder weniger nicht erneuerbarer Strom im Strommix befindet, variiert auch der in CO_2-Äquivalente (CO_2-Äq.) gemessene Treibhausgasausstoss pro kWh Strom. Die CO_2-Äq. Belastung des Stroms ist abhängig von der Produktionsart und variiert zwischen 20-40 g CO_2-Äq./kWh (wenn Wind- und Solarstrom zur Verfügung steht), 660 g CO_2-Äq./kWh (wenn der Strom aus Gaskraftwerken kommt) und >1000 g CO_2-Äq./kWh (wenn der Strom aus Kohlekraftwerken kommt) (VSE, 2025). Entsprechend unterschiedlich ist das erzielbare Reduktionspotenzial, wenn Solarstrom eine andere Art der Stromproduktion ersetzt.

Der Schweizer Verbraucher-Strommix aus Inlandproduktion und kommerziellem Handel hat eine durchschnittliche THG-Belastung von ca. 57 g CO_2-Äq./kWh (VSE, 2025). Strom aus in der Schweiz installierten Photovoltaikanlagen ist auf Grund der grauen Emissionen nach aktuellen Berechnungen mit ca. 36 - 44g CO_2-Äq./kWh belastet (Stuki et al., 2023). Es kann daher stark vereinfacht davon ausgegangen werden, dass eine kWh Solarstrom mit rund 17 g CO_2-Äq. weniger THG-Emissionen belastet ist, als der aus der Steckdose in der Schweiz verbrauchte Strom. Für die Minderung der THG-Emissionen kann daher angenommen werden, dass durch den Einsatz von Solarstrom im Jahresdurchschnitt ca. 30 % (17 g CO_2-Äq. Einsparung von total 57 g CO_2-Äq./kWh) THG-Emissionen eingespart werden.

Die Ermittlung eines genauen Betrags ist in diesen Systemen jedoch auf Grund der vielen genannten Abhängigkeiten nicht möglich. Für die Zukunft ist zu erwarten, dass sich der Klimavorteil von Solarstrom weiter reduziert. Dies weil der Strommix immer mehr erneuerbare Energien enthält. Der sinkende Klimavorteil von Solarstrom ist daher ein «Opfer» des Erfolgs der erneuerbaren Energien. Zusätzlich muss jedoch erwähnt werden, dass gemäss den Energieperspektiven 2050+ des Bundes die Photovoltaik die einzige Technologie ist, die in der Schweiz genügend Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung stellen kann und ein rascher Ausbau deshalb zentral ist (BFE, 2020).

2.3 Vertrauen in die Wirksamkeit

Dass sich der Ersatz von Strom aus fossilen Energieträgern durch Solarstrom positiv auf die THG-Emissionen auswirkt, ist unbestritten. D.h. die Produktion von Solarstrom zeigt eine «Hohe Übereinstimmung & Robuste Evidenz» gemäss der Skala des IPCC (**Abbildung 1**).

Vertrauen in die Wirksamkeit Bezüglich Übereinstimmung und Qualität der Evidenz in der akademischen Literatur		
5 Hohe Übereinstimmung & Robuste Evidenz	4 Mittlere Übereinstimmung & Robuste Evidenz	3 Geringe Übereinstimmung & Robuste Evidenz
4 Hohe Übereinstimmung & Mittlere Evidenz	3 Mittlere Übereinstimmung & Mittlere Evidenz	2 Geringe Übereinstimmung & Mittlere Evidenz
3 Hohe Übereinstimmung & Begrenzte Evidenz	2 Mittlere Übereinstimmung & Begrenzte Evidenz	1 Geringe Übereinstimmung & Begrenzte Evidenz

Abbildung 1: *Vertrauen in die Wirksamkeit in die Produktion von Solarstrom (rot umrandet, nach Mastrandrea et al., 2010).*

3 Systembetrachtung

3.1 Synergien

Bei Photovoltaikanlagen bestehen verschiedene Synergien:

- Eine Photovoltaikanlage ist eine Diversifizierung des Betriebs. Wenn die Photovoltaikanlage

wirtschaftlich betrieben werden kann, hat dies positive/stabilisierende Auswirkungen auf die finanzielle Situation des Betriebs, ohne dafür personelle Ressourcen einzusetzen.

- Für einen wirtschaftlichen Betrieb einer PV-Anlage ist in der Regel die Einbindung in ein Energiemanagementsystem (EMS) vorteilhaft. Mit einem EMS kann der Solarstrom wann immer möglich auf dem eigenen Betrieb genutzt werden, was günstiger ist, als den Strom vom Energieversorger zu kaufen. Um den Eigenverbrauch zu optimieren, ist vor allem die Einbindung von Grossverbrauchern wie Wärmepumpen, Gebläse, Rührwerke, Warmwassererwärmer etc. sowie Elektrofahrzeuge und Batteriespeicher wichtig. Mit der Installation eines EMS kann auch der Stromverbrauch generell überwacht und flexibel gesteuert werden, was weitere finanzielle Vorteile bietet. Diese Aspekte werden im Faktenblatt «Elektrifizierung von Maschinen und Energieeffizienz» weiter ausgeführt.
- Wenn eine PV-Anlage als Wetterschutz eines Gebäudes auf dem Dach oder an der Fassade dient (Indachanlage), und dabei die üblicherweise verbaute Schutzschicht (Ziegel, Welleternit, etc.) eingespart werden kann, können dadurch THG-Emissionen vermieden werden.
- Auch kann eine PV-Anlage so gebaut werden, dass darunter eine Warmluftabsaugung zur Heutrocknung möglich ist.
- Eine PV-Anlage schützt das darunterliegende Dach vor Sonneneinstrahlung. Dadurch erwärmt sich das Dach weniger und Innenräume unter dem Dach bleiben kühler.

3.2 Limitierungen, Zielhierarchien

Verdrängungseffekte sind durch auf Gebäuden oder Infrastrukturanlagen erstellte PV-Anlagen nicht zu erwarten. Folgende Limitierungen sind bekannt:

- Falls auf einem Dach bereits eine Warmluftabsaugung/Unterdachabsaugung für eine Heutrocknung installiert ist, muss das System bei der Installation einer Photovoltaikanlage umgebaut werden. Auch unter einer PV-Anlage ist eine Warmluftabsaugung möglich.
- Das Zusatzgewicht auf dem Dach kann die Statik beeinträchtigen.
- Auch Blendung (durch den Spiegeleffekt der PV-Module) kann in Ausnahmefällen eine Limitierung darstellen.
- Ein ungenügender Netzausbau begrenzt in vielen Fällen die Grösse der PV-Anlagen.
- Eine Limitierung ist auch die Gefahr von Dachlawinen. Auf PV-Anlagen rutscht der Schnee in der Regel leichter als auf anderen Dächern. Oft sind geeignete Stalldächer direkt über dem Auslaufbereich der Tiere. Eine Dachlawine würde die Tiere gefährden. Die Installation eines Schneefangsystems würde den Schnee sehr lange auf der PV-Anlage festhalten – mit entsprechendem Ertragsverlust. In dieser Situation wird oft keine PV-Anlage gebaut. Derzeit laufen Untersuchungen zur Rückbestromung, wodurch der Schnee gezielt zum Abrutschen gebracht werden kann.

3.3 Kostenbetrachtungen

Die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage ist fallweise zu prüfen. Es ist keine allgemeingültige Aussage zur Wirtschaftlichkeit möglich. Es gibt jedoch Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit positiv oder negativ beeinflussen. In der Regel ist nach Abklärung sämtlicher standortspezifischer Details eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit möglich.

Der Bund fördert Photovoltaikanlagen grundsätzlich so, dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. In der Energieverordnung und der Energieförderverordnung wird die finanzielle Förderung definiert. Da sich die Förderbeträge jedoch an Referenzanlagen orientieren, und nicht die konkrete Situation vor Ort berücksichtigen, ist eine Wirtschaftlichkeit nicht in jedem Falle gegeben.

Folgende Faktoren beeinflussen die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

- Netzanschlusssituation: Speziell bei grösseren PV-Anlagen auf abgelegenen Landwirtschaftsbetrieben ist der Anschluss ans Stromnetz oft unzureichend. Eine notwendige Verstärkung der Stromleitungen muss teilweise von Besitzern der

PV-Anlage bezahlt werden. Bezahlt werden muss derjenige Teil der Netzverstärkung, der zwischen dem Hausanschluss und der letzten Verzweigung zu einem weiteren Strombezüger liegt. Falls es kostengünstigere Alternativen zu den bestehenden Trassees gibt, sind diese zu realisieren. Netzausbauten können schnell mehrere Zehntausend Franken kosten. Eine genaue Abklärung beim Netzbetreiber ist daher zwingend, wenn eine PV-Anlage in Betracht gezogen wird. Für die Landwirt:innen und die Installateur:innen sind die Abklärungen/Verhandlungen mit dem Elektrizitätswerk/Netzbetreiber für einen möglichst wirtschaftlichen Anschluss der PV-Anlage ans Stromnetz eine Herausforderung und zeitaufwändig. Oft ist zur Erarbeitung einer optimalen Lösung für die Landwirt:innen ein iterativer Prozess notwendig, in dem das Optimum aus Netzausbaukosten und PV-Anlagegrösse gefunden wird. Dies macht die Lösungsfindung oft umständlich. Statt eines teuren Netzausbaus soll auch eine Reduktion der Einspeiseleistung bei gleichbleibender Generatorgrösse (PV-Modulfeld) oder die Nutzung einer Blindleistungsregelung geprüft werden. Oft lassen sich so trotz begrenzter Anschlussleistung wirtschaftlich interessante Optionen realisieren. Auf Grund der nachgelagerten Netzausbaukosten werden in naher Zukunft PV-Anlagen auf eine Einspeiseleistung limitiert werden, die 50% oder weniger der installierten Modulleistung entspricht. Das muss bei der Planung berücksichtigt werden.

- Eigenverbrauch: Ein hoher Eigenverbrauch trägt signifikant zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlange bei. Beim Eigenverbrauch wird nicht nur günstiger Solarstrom selbst genutzt – es werden auch die Netzkosten und sonstige Abgaben, die beim Strombezug über das Versorgungsnetz anfallen, eingespart. Um den Eigenverbrauch zu optimieren, ist ein Energiemanagementsystem vorteilhaft. Mit der ab 2026 möglichen Bildung einer Lokalen Elektrizitätsgesellschaft (LEG) oder eines virtuellen Zusammenschlusses zum Eigenverbrauch (vZEV) kann Solarstrom auch ausserhalb des eigenen Gebäudes verkauft werden. Dabei werden auch die Netzkosten für den innerhalb der LEG oder dem vZEV verkauften Solarstrom reduziert. So kann der Betreiber der PV-Anlage seinen Strom zu selbst definierten Preisen verkaufen. Daraus ergeben sich Win-Win-Situationen für Produzenten und Konsumenten. Weitere Informationen finden sich unter https://www.lokalerstrom.ch/.
- Speicherung: Ein Stromspeicher kann in Situationen mit regelmässig hohem Verbrauch in der Nacht und einer grossen PV-Anlage eine wirtschaftlich interessante Option darstellen. Stromspeicher sollten in der Regel für einen wirtschaftlichen Betrieb mindestens 200 Vollzyklen/Jahr erreichen. Es muss berücksichtigt werden, dass gespeicherter Strom durch die graue Energie der Batteriespeicher zusätzlich mit THG-Emissionen belastet wird. Auch aus ökologischen Gründen sind pro Jahr mindestens 200 Vollzyklen anzustreben (siehe Faktenblatt «Elektrifizierung von Maschinen und Energieeffizienz») (Leiva, 2020).
- Flexibilität: Mit der Zunahme der Stromproduktion aus erneuerbaren und nicht exakt planbaren Kraftwerken, wird es immer wichtiger, Strom genau dann zu liefern, wenn am Markt ein Bedarf besteht. Dies bedeutet auch, dass zu gewissen Zeiten nur sehr wenig PV-Strom im Netz gewünscht ist. Eine PV-Anlage, die mittels Steuerung/Energie-Management-System flexibel Strom liefern kann, ist wirtschaftlich im Vorteil.
- Dacheindeckung: Ziegeldächer sind relativ aufwändig für die Montage von PV-Anlagen. Auf Welleternit kann schon deutlich günstiger gebaut werden. Die preisgünstigsten PV-Anlagen lassen sich auf Trapezblechdächern realisieren.
- Eigenleistungen: Oftmals kann mit den Installateur:innen auch ein Anteil Eigenleistung vereinbart werden. Die Installation der Unterkonstruktion, das Verlegen der Module und das Vorbereiten der Kabelrohre kann nach Instruktion problemlos in Eigenleistung erfolgen.
- Anlagegrösse/Anlageteilung: Bei der aktuellen Fördersituation sinkt die Minimalvergütung für den eingespeisten Solarstrom bei PV-Anlange mit Eigenverbrauch ab 30 kWp bis 150 kWp kontinuierlich und empfindlich ab. Dies lässt sich umgehen, indem auf dem gleichen Dach zwei unabhängige und separat gemessene PV-Anlagen installiert werden. Eine Anlage läuft im System

«Eigenverbrauch» und sollte nicht oder nur leicht über 30 kWp gross sein, eine Anlage läuft «ohne Eigenverbrauch». Durch diese Aufteilung erhalten beide Anlageteile eine gesicherte Vergütung von 6 resp. 6.2 Rp./kWh.

4 Überlegungen zum umsetzbaren Potential Kanton Graubünden

Der Bau einer finanziell rentablen PV-Anlage ist heute anspruchsvoller als noch vor wenigen Jahren. Obwohl die Materialpreise deutlich gesunken sind, müssen weiterhin der mögliche Eigenverbrauch, der Netzanschluss, die Dachstatik, die Qualität der aktuellen Dacheindeckung und die aktuelle Fördersituation berücksichtigt werden.

Eine Abschätzung des maximalen Potenzials auf Grund der Dachflächen ist möglich, aber ohne den Einbezug der weiteren genannte Faktoren nicht aussagekräftig. Daher wurde für die Potenzialabschätzung in diesem Projekt auf Annahmen des Autors abgestützt. Diese sehen folgendes Ausbauszenario vor.

Bis 2050 werden 80% der folgenden Anlagen gebaut:
Betriebe mit über 100 GVE realisieren 300 kWp
Betriebe mit über 50 GVE realisieren 100 kWp
Betriebe mit über 30 GVE realisieren 60 kWp
Betriebe mit unter 30 GVE realisieren 30 kWp

Diese Anlagen produzieren im Schnitt 900 kWh/kWp Solarstrom, der gemäss Kapitel 2.2 eine Einsparung von 17 g CO_2-Äq./ kWh ermöglicht.

4.1 Erfahrungen aus den Pilotprojekten

Im Projekt Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden (KNL) wurden keine PV-Anlagen gefördert. Dennoch wurden von am Projekt teilnehmenden Betrieben verschiedene Erfahrungen gemacht, die hier kurz präsentiert werden:

Verschiedene Landwirt:innen haben sich selbst aktiv an der Planung und am Bau einer PV-Anlage beteiligt. Dies führte oft zu sehr einfach umsetzbaren und somit preisgünstigen Installationen, insbesondere bei Fassadenanlagen. Es lohnt sich in der Regel Installateur:innen zu suchen, die auch Eigenleistungen zulassen – sofern man dies möchte.

Fast immer müssen bei der Installation von PV-Anlagen zusätzliche Stromkabel am oder im Gebäude verlegt werden und es braucht zusätzlichen Platz im Zählerschrank für neue Stromzähler oder Absicherungen. In der Regel gibt es keine Leerrohre, die genutzt werden könnten und der Platz im Zählerschrank ist unzureichend. Dies verteuert die Installation erheblich. Würden immer bei einem Neubau verschiedenste Leerrohre ab Hauptverteilung zum Dach und zu den möglichen Standorten von Stromspeichern oder grösseren Verbrauchern vorsorglich eingelegt, könnte der Installationsaufwand später deutlich reduziert werden.

Hohe Schneelasten auf den Modulen und die Gefahr von Dachlawinen sind eine grosse Herausforderung bei der Installation von PV-Anlagen im Kanton Graubünden. In einem durch das Projekt KNL Graubünden geförderten Versuch wurde der Schnee einer PV-Anlage mittels Modulbeheizung durch Rückbestromung zum Abrutschen gebracht. Die Versuche zeigten vielversprechende Resultate und lassen hoffen, dass sich mit dieser Technologie in den kommenden Jahren ein kommerzielles System zur Schneeräumung auf PV-Anlagen am Markt etabliert. Im Idealfall lassen sich so Statikprobleme und die Gefahr von Dachlawinen reduzieren.

5 Förderung und Überwachung

5.1 Monitoring, Reporting and Verifikation

Die Menge an produziertem Solarstrom pro Anlage lässt sich sehr einfach am installierten Stromzähler oder am Wechselrichter ablesen. Auch eine Abschätzung über die installierte Modulleistung ist möglich. Eigenverbrauchsoptimierungen werden (noch) nicht systematisch erfasst und müssen bei den Betrieben abgefragt werden.

5.2 Existierende und mögliche weitere Förderprogramme und Instrumente

Eine Übersicht der verschiedenen Förderbeiträge für verschiedene Anlagekategorien gibt es auf der Website des Bundesamtes für Energie: https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/foerderung/erneuerbare-energien/foerderung-photovoltaikanlagen.html. Im Auftrag des Bundes wickelt pronovo die Förderung für PV-Anlagen ab. Bei pronovo kann die Förderung online berechnet werden (https://pronovo.ch/). Für PV-Anlagen an Fassaden besteht im Kanton Graubünden aktuell noch eine zusätzliche Förderung durch den „Green Deal“. Die meisten Förderprogramme sind auch auf der Website www.energiefranken.ch aufgeschaltet.

6 Fazit und Empfehlung

Photovoltaik ist eine bestens bekannte und vom Bund zur Erreichung der Klimaziele geförderte Technologie. Die differenzierte Förderung erlaubt bei vielen PV-Anlagen einen wirtschaftlichen Betrieb über 20 Jahre gerechnet. Das Wissen und die Technik für den Bau von PV-Anlagen, Eigenverbrauchsoptimierungen und Speicher ist vorhanden und bekannt. Das Faktenblatt des SBV gibt eine gute Übersicht für Landwirtschaftsbetriebe, die sich für eine PV-Anlage interessieren (SBV et al, 2025)

Auch auf der Website von AgroCleanTech sind nützliche Informationen zu PV-Anlagen aufgeschaltet (https://www.agrocleantech.ch/de/).

Im Folgenden sind Empfehlungen aufgelistet, deren Umsetzung einen Beitrag leisten könnte, um die Anzahl installierter PV-Anlagen im Kanton Graubünden zu erhöhen.

Unterstützung beim Netzanschluss
Wenn für eine Netzverstärkung hohe Kosten veranschlagt werden, sollte das Projekt von einer zusätzlichen Förderung profitieren. Diese Förderung besteht im Idealfall aus einem Grundbeitrag an die Planung, mit dem Installateur:innen oder Berater:innen mit Netzbetreibern und den Landwirt:innen eine kostenoptimierte Lösung suchen kann. Ein weiterer Betrag, der in der Höhe abhängig von der installierten PV-Leistung ist, sollte als Unterstützung an den Netzausbau bezahlt werden.

Infoblatt/Website zur Fördersituation bei mittelgrossen PV-Anlagen
Für PV-Anlagen mit einer Leistung von 30 – 300 kWp, wie sie auf Landwirtschaftsbetrieben häufig vorkommen, gibt es verschiedene Fördermodelle. Oft lohnt sich eine detaillierte Betrachtung der Fördermöglichkeiten und allenfalls eine Aufteilung von PV-Anlagen auf dem gleichen Gebäude in eine Anlage mit und eine Anlage ohne Eigenverbrauch. Diese Abklärungen und Berechnungen erhöhen die initialen Kosten für eine individuelle und finanziell optimierte Offerte. Hier könnte eine Unterstützung für Anlagen >50 kWp sinnvoll sein in Form eines pauschalen einmaligen Betrags für die aufwändigere Planung und Offertenstellung. Weiter ist eine Information via Website oder Infoblatt mit den für Landwirtschaftsbetriebe spezifischen Fördermöglichkeiten sinnvoll.

Bei Bauvorhaben die PV-Anlage vorbereiten
Vorbereitende Arbeiten für die spätere Installation von PV-Anlagen, Stromspeicher oder Eigenverbrauchsoptimierungen bei Neubauten oder grösseren Umbauten können die Eintrittshürden für eine spätere Installation deutlich senken. So sollte bei Neubauten oder grösseren Umbauten der Elektroschrank mit Zähler möglichst gross (Reserveplatz) ausgelegt werden, um später zusätzliche Zähler oder Steuerungselemente für die Eigenverbrauchsoptimierung zu ergänzen. Hier wäre ein Pauschalbetrag sinnvoll, falls im Zählerschrank Platz für 2 Zusätzliche Zähler und einen Laufmeter DIN-Schiene unbelegt bleiben und Leerrohre zwischen Dach, potenziellem Wechselrichter-Standort,

grösseren Energiebezügern und dem Zählerschrank verlegt werden. Auch ein kurzes Merkblatt, das allen Baugesuchsstellern zugestellt wird, ist eine sinnvolle Massnahme, um den richtigen Zeitpunkt für vorbereitende Arbeiten nicht zu verpassen.

Plattform für Matchmaking vZEV und LEG

Ab 2026 können Endkunden Solarstrom auch über das Stromnetz des Netzbetreibers verkaufen. Dies ist mit einem virtuellen Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (vZEV) oder einer Lokalen Elektrizitätsgesellschaft (LEG) möglich. Für die Gründung dieser Zusammenschlüsse müssen sich Produzent:innen und Verbraucher:innen innerhalb der gleichen Gemeinde und im gleichen Netzgebiet finden. Mit einer zentralen kantonalen Plattform, auf der sich interessierte Produzent:innen und Verbraucher:innen registrieren können, könnte die Gründung von vZEVs oder LEGs gefördert werden, was zu mehr oder grösseren PV-Anlagen führt. Allenfalls wird dieses Angebot auch vom lokalen Netzbetreiber oder auf der Website www.lokalerstrom.ch zur Verfügung gestellt.

Dachbörse

Der Bau einer Photovoltaikanlage ist mit finanziellen Investitionen verbunden. Falls das Kapital für den Bau der Anlage nicht vorhanden ist, kann das Dach vermietet und so ein Einkommen generiert werden. Es gibt in der Schweiz verschiedene Firmen, die daran interessiert sind, grössere Dächer zu mieten und dort eine PV-Anlage zu installieren und zu betreiben. Falls ein Landwirtschaftsbetrieb sein Dach vermieten möchte, könnte ein Eintrag in einer „Dachbörse“ das Finden von geeigneten Partnern vereinfachen und so den Bau einer PV-Anlage auch ohne eigene Investitionen ermöglichen.

Winterstrombonus

PV-Anlagen, die eine Einrichtung zur Schneebefreiung haben, sollen für ihre zusätzliche Winterstromproduktion belohnt werden. Diese Anlagen könnten analog der Fassadenförderung im Programm „Green Deal“ finanziell unterstützt werden.

7 Literatur

Bucher, C., & Joss, D. (2023). *Netzanschluss von 50 Gigawatt Photovoltaik in der Schweiz: Diskussionspapier zu Lösungsansätzen für die Netzintegration*. Berner Fachhochschule. https://doi.org/10.24451/arbor.19728

Bundesamt für Energie (BFE). (2020). *Energieperspektiven 2050+*. https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html

Leiva, L. (2020, 18. Juni). *Wie stark belastet die Batterieherstellung die Ökobilanz von Elektroautos?* Energie-Experten. https://www.energie-experten.ch/de/mobilitaet/detail/wie-stark-belastet-die-batterieherstellung-die-oekobilanz-von-elektroautos.html

Mastrandrea, M. D., Field, C. B., Stocker, T. F., Edenhofer, O., Ebi, K. L., Frame, D. J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K. J., Matschoss, P. R., Plattner, G.-K., Yohe, G. W., & Zwiers, F. W. (2010). *Guidance note for lead authors of the IPCC Fifth Assessment Report on consistent treatment of uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/uncertainty-guidance-note.pdf

Schweizerischer Bauernverband (SBV), Agriexpert, & AgroCleanTech. (2025). *Merkblatt: Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Ökonomiegebäuden*. https://www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/05_Themen/Solaranlagen/250325_Merkblatt_Photovoltaikanlagen.pdf

Stuki, M., Götz, M., de Wild-Scholten, M., & Frischknecht, R. (2023). *Factsheet: Ökobilanz von Strom aus PV-Anlagen* (IEA PVPS Task 12). IEA PVPS. https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2024/05/Task-12-Fact-Sheet-v2-1.pdf

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE). (2025). *CO_2-Gehalt des Strommix Schweiz*. https://www.strom.ch/de/dokument/co2-gehalt-des-strommix-schweiz/