



Solaranlagen auf Alpweiden – Auch eine Chance für die Landwirtschaft?

Dr. Beat Reidy, Prof. für Graslandnutzung und Wiederkäuersysteme

Inhalte

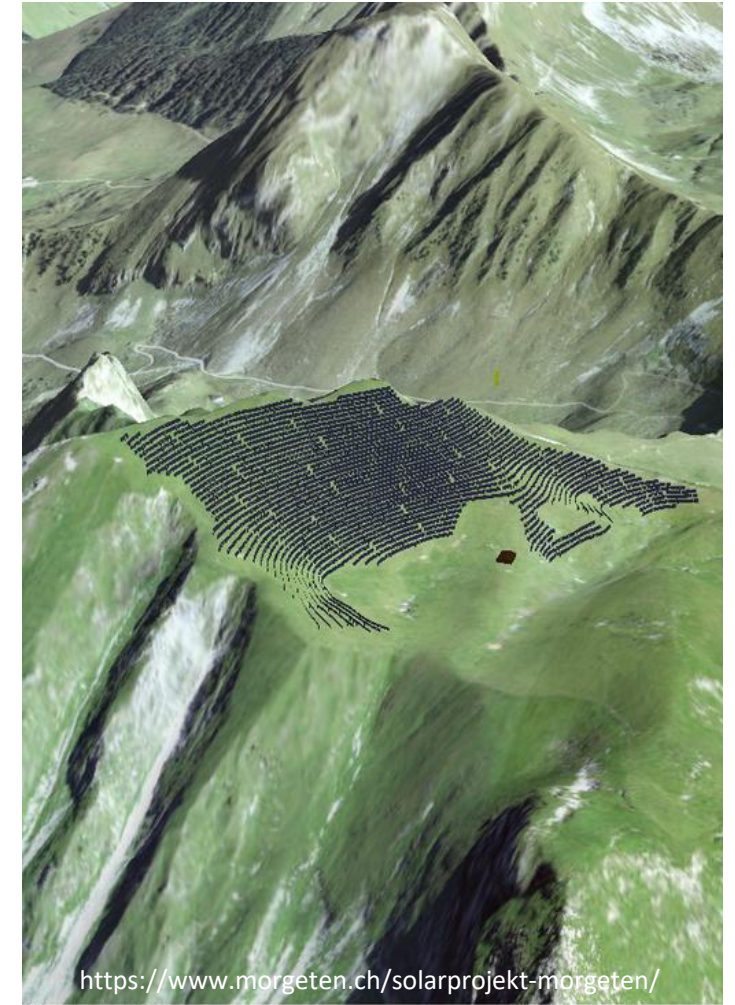
1. Alpine Solaranlagen in der Schweiz – Aktueller Stand des «Solarexpress»
2. (Alpine) Solaranlagen – Interaktion mit Vegetation und landwirtschaftlicher Nutzung
3. Fallbeispiel Mont-Soleil – PV-Anlage in «Co-Existenz» mit Landwirtschaft
4. Schlussfolgerungen

"Solarexpress" – Anpassung Energiegesetz als Folge des Ukrainekrieges

- ▶ Dringliche Massnahmen zur kurzfristigen Bereitstellung einer sicheren Stromversorgung im Winter
- ▶ Erstellung von Photovoltaik-Grossanlagen bis Gesamtproduktion von insgesamt maximal 2 TWh (Gesamverbrauch 2023 CH: 56 TWh)
- ▶ Ausgewiesener Bedarf, keine Planungspflicht
- ▶ Minimale Grösse 10 GWh mit mindestens 500 kWh pro kW Leistung im Winterhalbjahr
- ▶ Das Baugesuch muss bis zum 31.12.2025 öffentlich aufgelegt sein
- ▶ Beteiligung durch Bund in der Höhe von maximal 60 Prozent der Investitionskosten

Vorteile Alpiner Solaranlagen in der Schweiz

- ▶ Tiefere Temperaturen (-0.5° C pro 100 m)
 - ▶ Wirkungsgrad von PV-Zellen steigt mit sinkender Temperatur
- ▶ Höhere Globalstrahlung (ca. 1 kWh/m^2 pro 100 m)
 - ▶ Strahlungsmenge nimmt mit zunehmender Höhe zu (Nebel, Wolken, Atmosphäre)
- ▶ Reflektion (Albedo-Effekt)
 - ▶ Strahlung wird durch Schneedecke reflektiert
- ▶ Alpine Solaranlagen produzieren mehr Energie als vergleichbare Solaranlagen im Mittelland
- ▶ Effekte v.a. in den Wintermonaten ausgeprägt
Je nach Quelle 2 bis >4-mal mehr Strom
- ▶ Wirkungsgrad von PV-Anlagen ca. 24%; Photosynthese ca. 5%

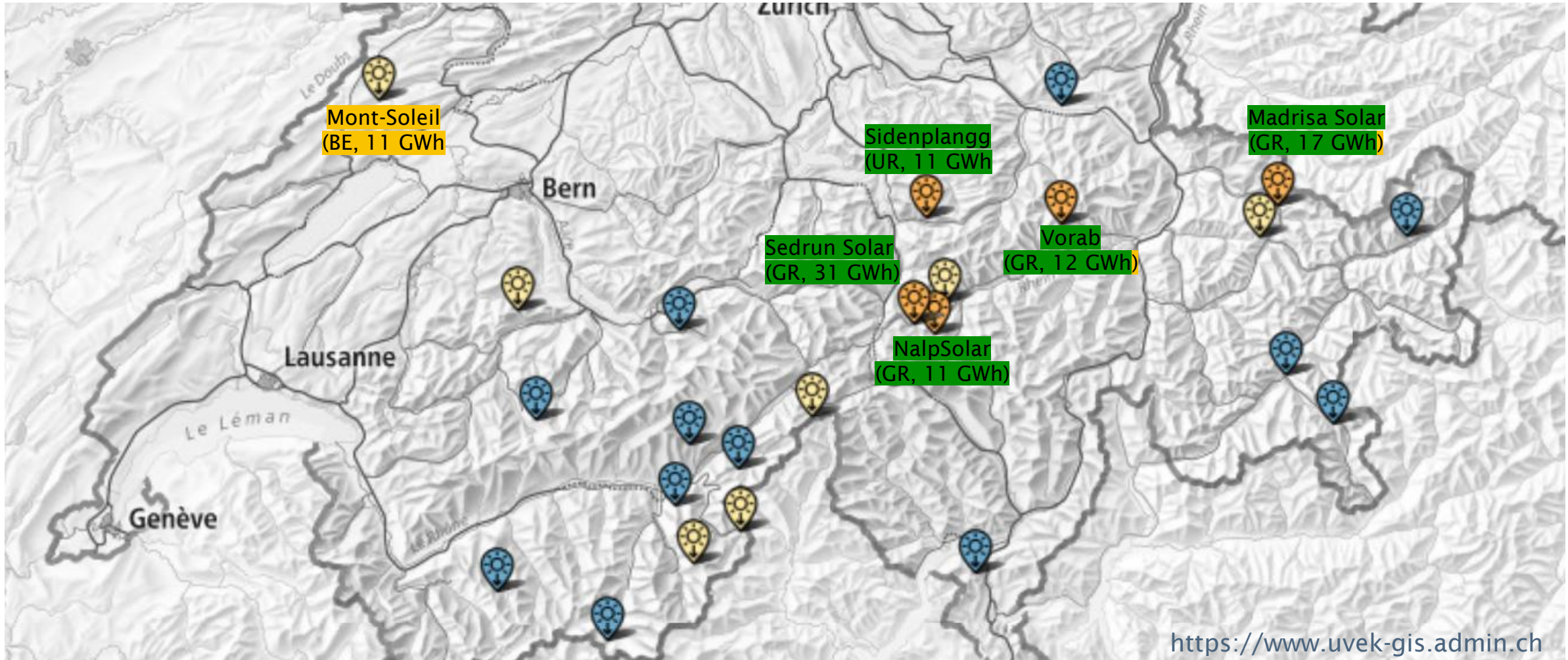


24 geplante Anlagen mit ca. 553 GWh/a Produktion

12  öffentlich aufgelegt

7  erstinstanzlich bewilligt

5  rechtskräftig bewilligt



Anpassung der Raumplanungsverordnung

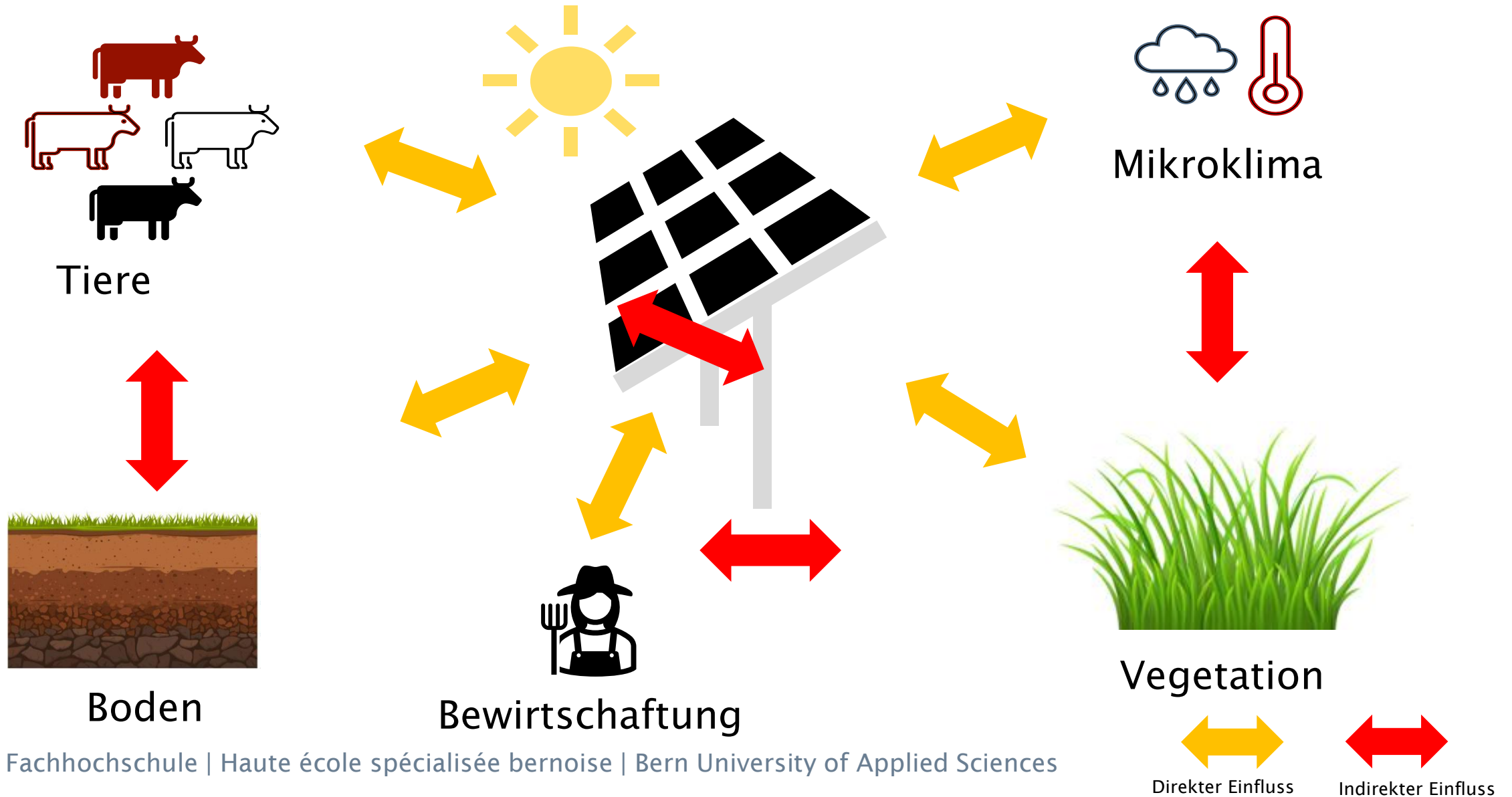
Art. 32^{c29} Standortgebundene Solaranlagen ausserhalb der Bauzonen

¹ Solaranlagen mit Anschluss ans Stromnetz können ausserhalb der Bauzonen insbesondere dann standortgebunden sein, wenn sie:

- a. optisch eine Einheit bilden mit Bauten oder Anlagen, die voraussichtlich längerfristig rechtmässig bestehen;
- b. schwimmend auf einem Stausee oder auf anderen künstlichen Gewässerflächen angebracht werden; oder
- c. in wenig empfindlichen Gebieten Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion bewirken oder entsprechenden Versuchs- und Forschungszwecken dienen.

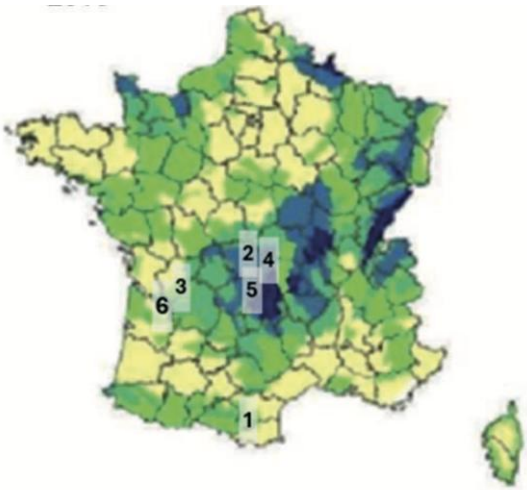
https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/310/de#art_32_c

Alpine Solaranlagen – Interaktionen mit Vegetation und landwirtschaftlicher Nutzung



Auswirkungen von PV-Anlagen auf extensivem Grasland

Picon-Cochard C., Stepec A., Gaulier M., Bereyziat N., Payet S., Colas V., Gérardin T., Combes D. (2025). Réponses contrastées de prairies à faible potentiel de production en conditions agrivoltaiques. Fourrages 262, Pages, 77-89.



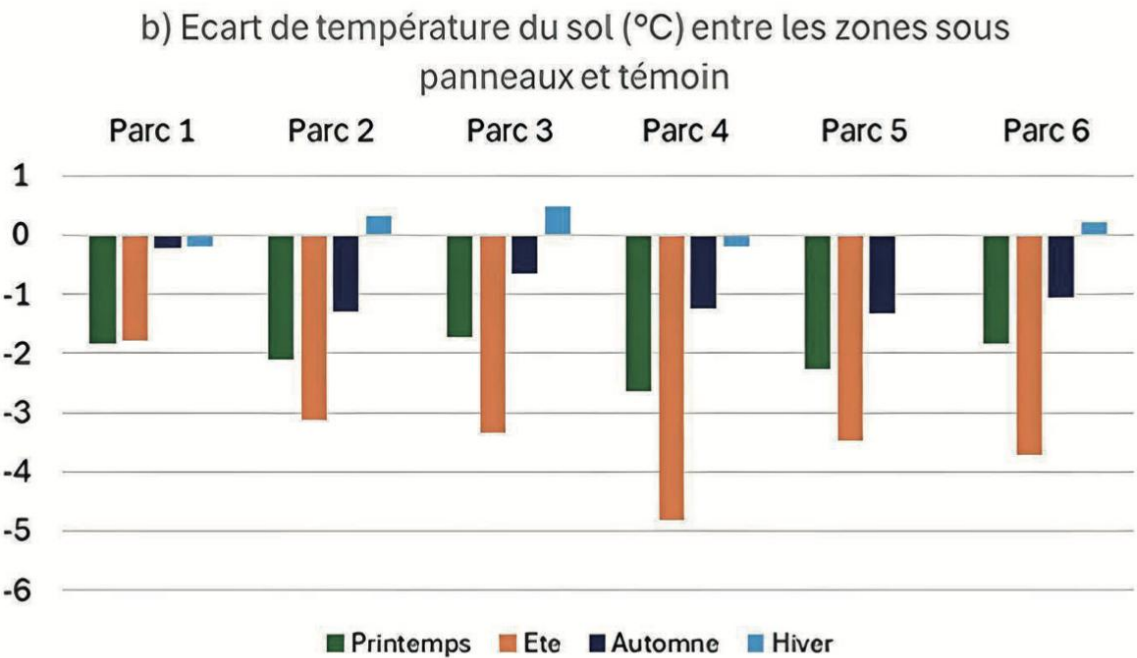
Caractéristiques	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5	Parc 6
Année de mise en service	2010	2020	2021	2018	2014	2017
Surface (ha)	17	7	8	17	13	2.82
Localisation	Aude	Allier	Dordogne	Allier	Cantal	Gironde
Altitude (m)	164	258	190	235	840	30
Point bas des panneaux (m)	0.86	0.8	0.8	0.8	0.7	1.0
Point haut des panneaux (m)	2	2.6	2.8	3.1	2.1	2.66
Inter-rang (m)	2.97	3.31	6.2	4	1.9	4
Inclinaison des panneaux (°)	25	20	25	25	25	-45 à +45
Taux d'occupation au sol* (TOS, %)	51	59	38	47	61	45-57**
Type de panneaux	Fixes					Mobiles, monopieux
Orientation des panneaux	Sud					Est-Ouest

Reduktion der Strahlung und der Bodentemperatur

Reduktion der Strahlung (PAR)
zwischen (I) und unter (P) den Panels

Parcs	% ombrage I	% ombrage P
1	11 ± 4	82 ± 7
2	28 ± 33	93 ± 2
3	6 ± 7	92 ± 1
4	36 ± 10	94 ± 1
5	35 ± 13	93 ± 0.5
6	30 ± 2	75 ± 3

Temperaturdifferenz zwischen
Kontrollfläche und unter Panels

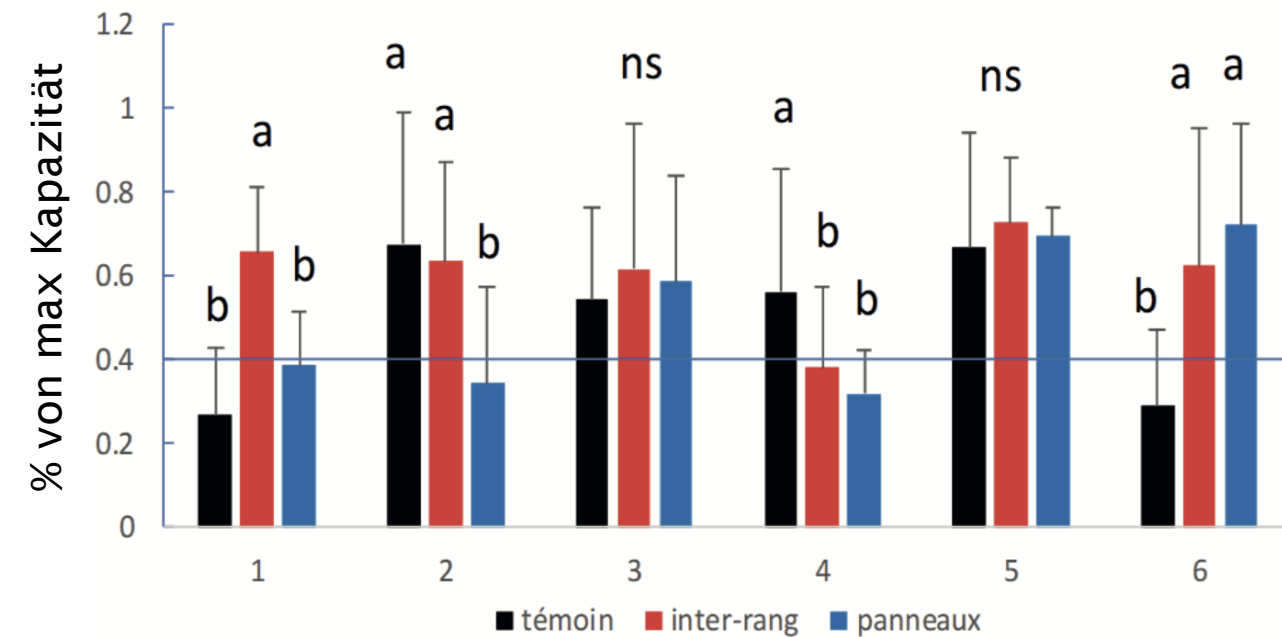


Picon-Cochard et al. 2025

Unterschiedliche Effekte auf Bodenwasserhaushalt und Biomasseproduktion

Bodenwassergehalt

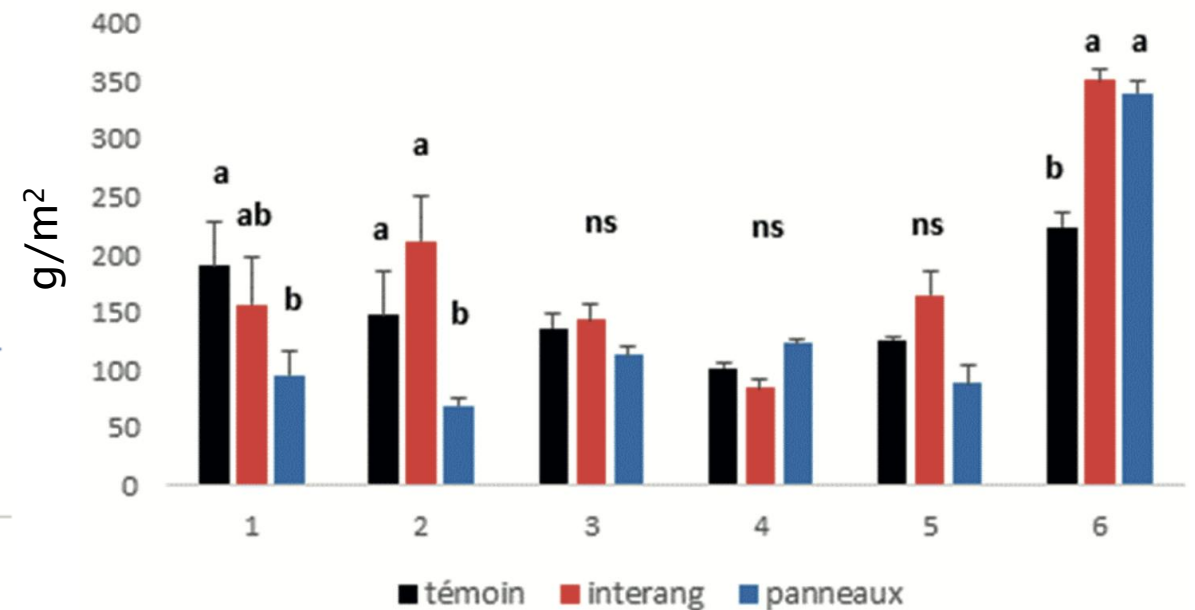
Réserve en eau du sol



Biomasseproduktion

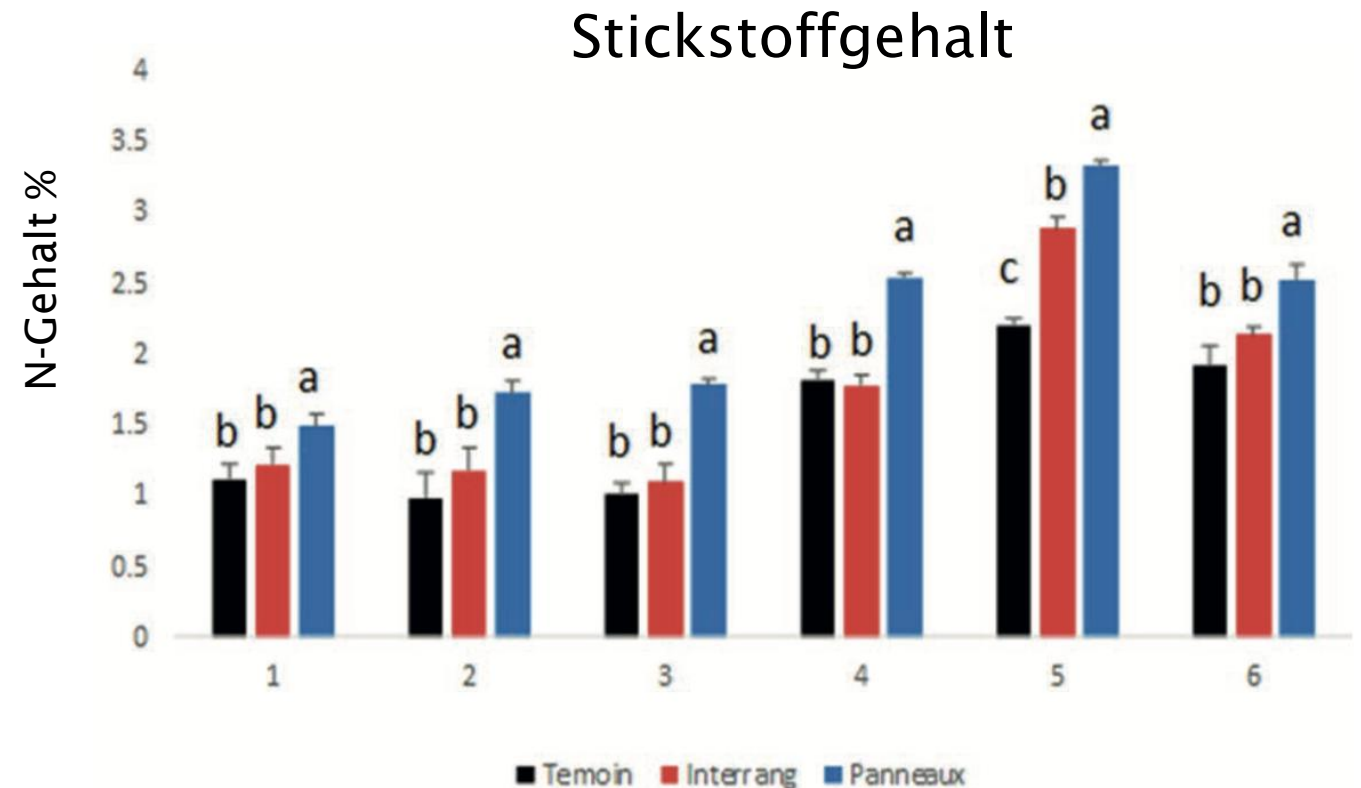
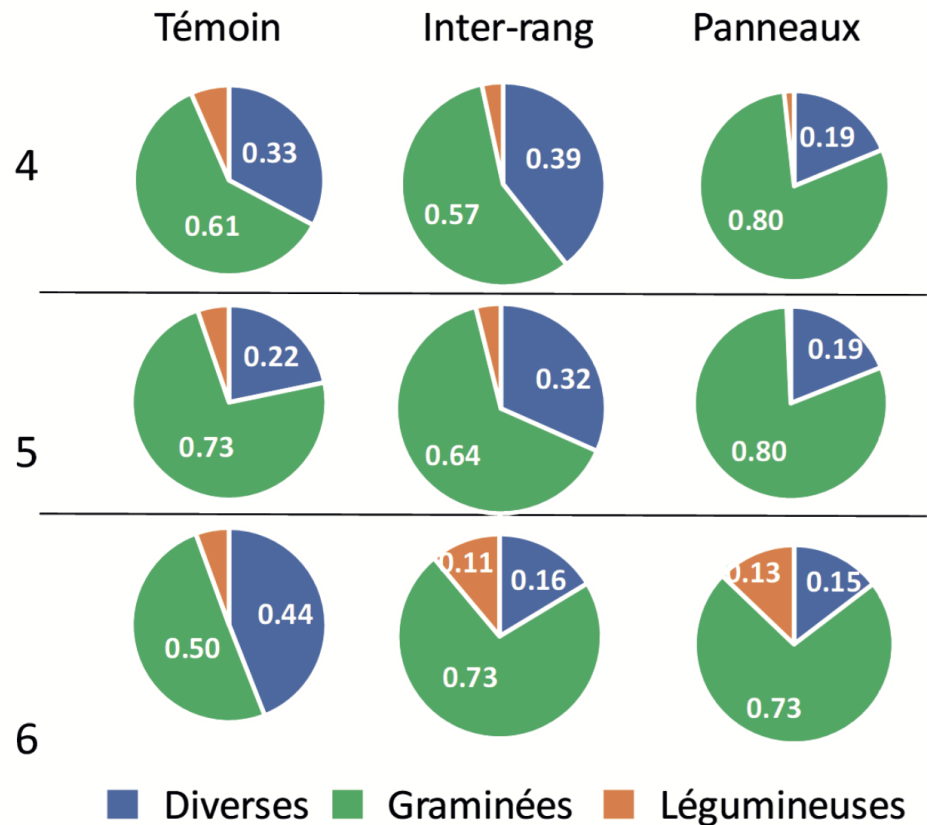
(400 = 40 dt/ha)

Biomasse annuelle



Picon-Cochard et al. 2025

Veränderte Artenzusammensetzung und höherer Stickstoff bzw. Rohproteingehalt unter den Panels



Picon-Cochard et al. 2025

Auswirkungen von PV-Anlagen auf Vegetation und landwirtschaftliche Nutzung

- ▶ Gemäss bisherigen Untersuchungen* beeinflussen PV-Anlagen
 - ▶ Mikroklimatische Bedingungen mit verändertem räumlichem Angebot an Wasser, Temperatur und Strahlung
 - ▶ Lichtkonkurrenz mit Pflanzen verändert Biomasse und Futterwert
- ▶ Wichtig
 - ▶ Auswirkungen sind sehr standort- und anlagenspezifisch
 - ▶ In ariden Regionen konnten auch Vorteile für die Vegetation beobachtet werden
 - ▶ Das Zusammenspiel von PV-Anlagen und Weidetieren ist bislang kaum untersucht worden

*z.B. Picon-Cochard et al. 2025, Vervloesem et al. 2022, Weselek et al. 2019, Armstrong et al. 2016

Mont-Soleil – Hintergrund

- ▶ 1'245 m ü. M. im Berner Jura
- ▶ Gesamtfläche von ca. 75 ha
- ▶ Besitz von Burgergemeinde St. Imier
- ▶ Sehr flachgründige Böden (meist <10–50 cm) auf Kalkstein (Karst)
- ▶ Typische Vegetation
 - ▶ Wytweiden mit Kammgras- und Trockenrasengesellschaften
- ▶ Sömmerungsweide für Jungvieh (98 NST, 175 Tiere)
- ▶ Gebiet mit “sanftem” Sommer-/Wintertourismus



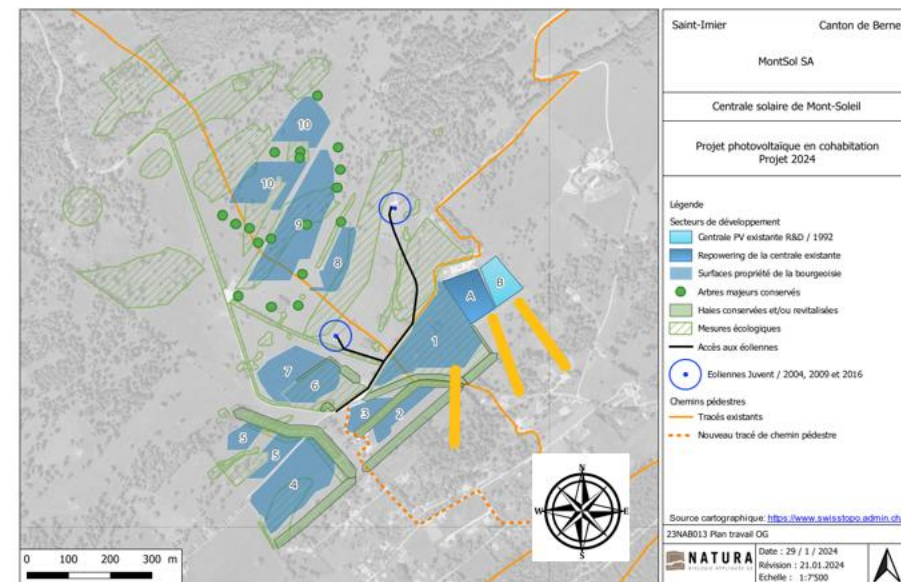
Mont-Soleil – Energieproduktion

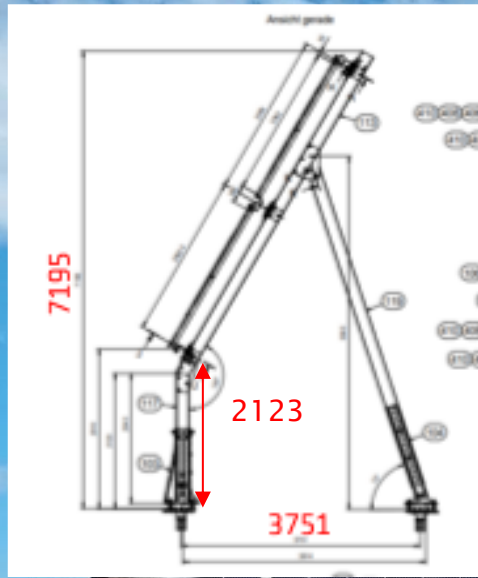
- ▶ Grösster Windpark der CH seit 1995
 - ▶ 16 Turbinen mit ca. 80 MWh
- ▶ Bestehende PV-Anlage mit 550 MWh seit 1990
- ▶ Zu F&E Zwecken mit Fokus auf Energieproduktion
 - ▶ Test Langlebigkeit und Wirkungsgrad verschiedener Solarmodule durch BFH/EPFL
- ▶ Keine landwirtschaftliche Nutzung, abgetrennte Beweidung durch Schafe
- ▶ Dauer Bewilligungsverfahren 12 Monate



Neu geplante PV-Anlage in «Co-Existenz» mit landwirtschaftlicher Nutzung

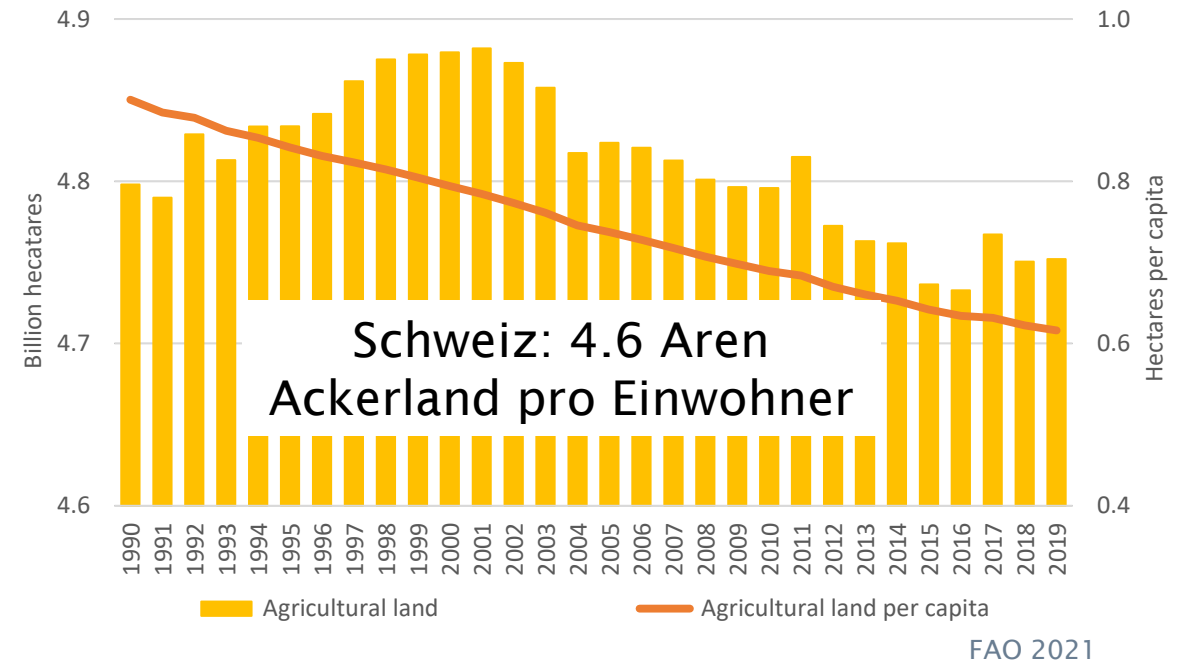
- ▶ Flächennutzung
 - ▶ PV/Landwirtschaft/Natur 15 ha
 - ▶ Natur-/Ökologischer Ausgleich 10 ha
 - ▶ Hecken, freistehende Bäume, Trockenrasen
- ▶ Energieproduktion
 - ▶ 11 GWh, 5 GWh im Winter
 - ▶ Maximale Leistung 8.5 MW
- ▶ Investitionskosten
 - ▶ 25 Mio. CHF PV-Anlage
 - ▶ 1 Mio. Massnahmen ökologischer Ausgleich und Begleitforschung





Warum nur eine «Co-Existenz» mit der Landwirtschaft sinnvoll ist

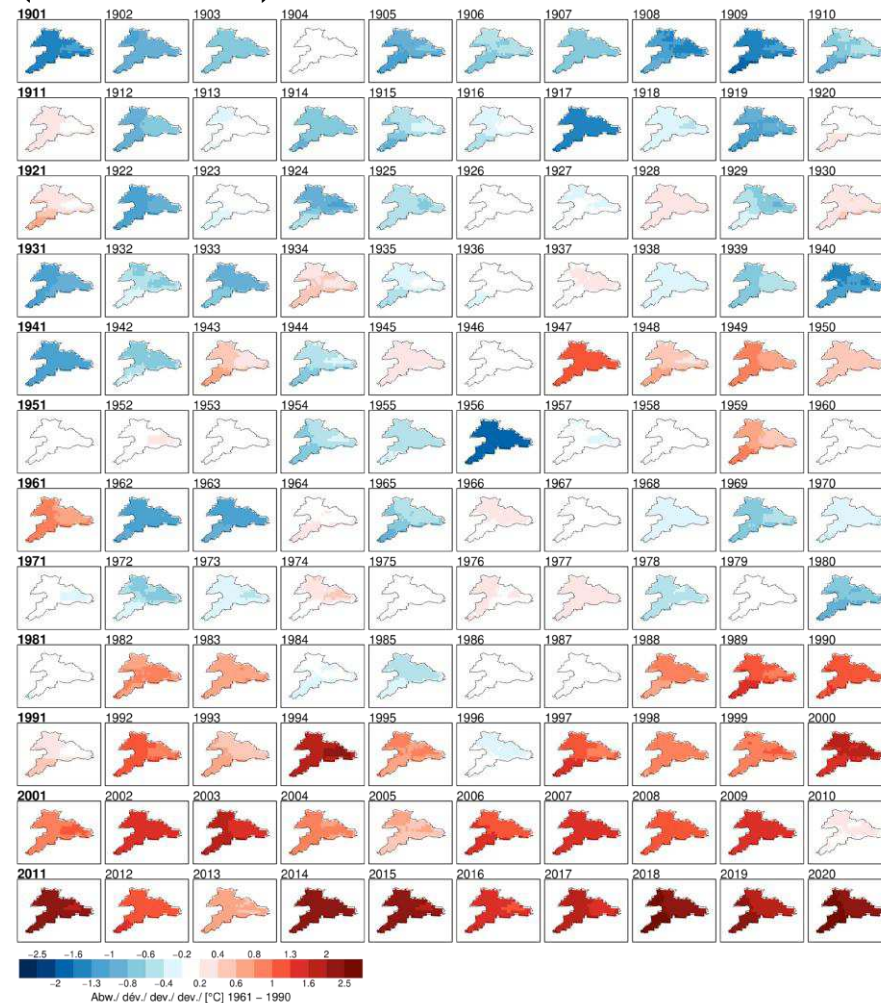
- ▶ Boden für die Nahrungsmittelproduktion wird immer knapper
 - ▶ Bevölkerungswachstum
 - ▶ Steigender Bedarf an tierischen Lebensmitteln
 - ▶ Unsicherere Produktion in Folge des Klimawandels
- **PV-Anlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in „Co-Existenz“**



Mont-Soleil – Einzigartiger Standort zur Analyse der Herausforderungen und Chancen einer «Co-Existenz» von Landwirtschaft und PV-Nutzung

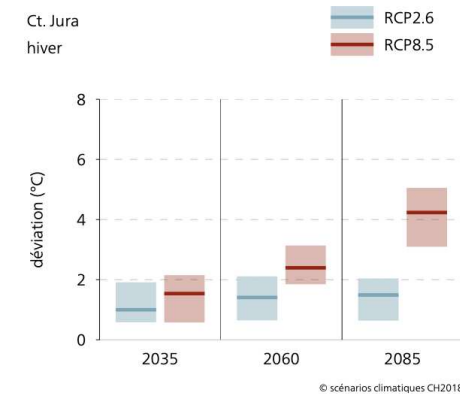
Der Klimawandel findet auch im Jura statt

Déviations long terme de la température (1961-1990)



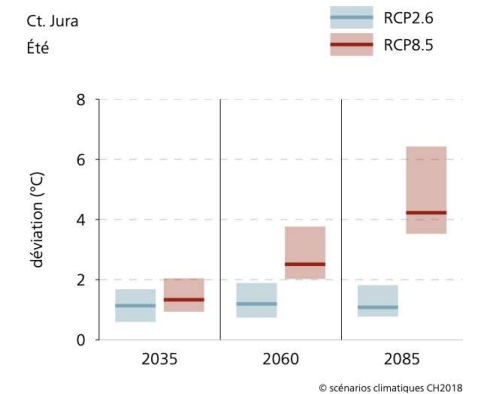
Température hiver

déviations de la période standard 1981-2010



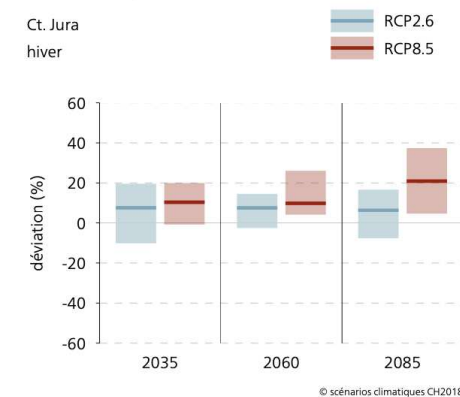
Température été

déviations de la période standard 1981-2010



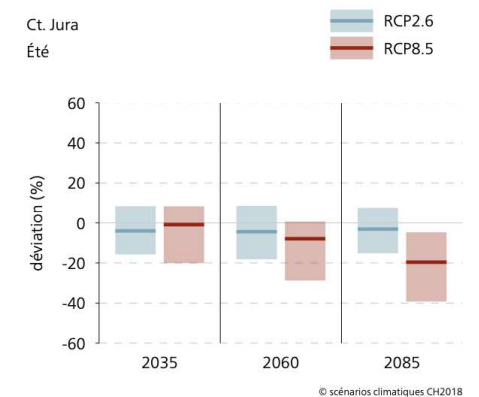
Précipitations hiver

déviations de la période standard 1981-2010

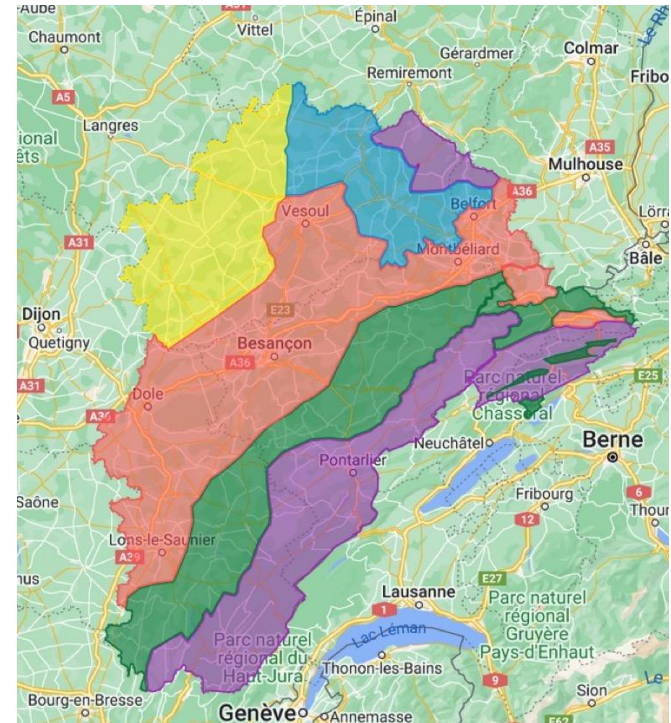
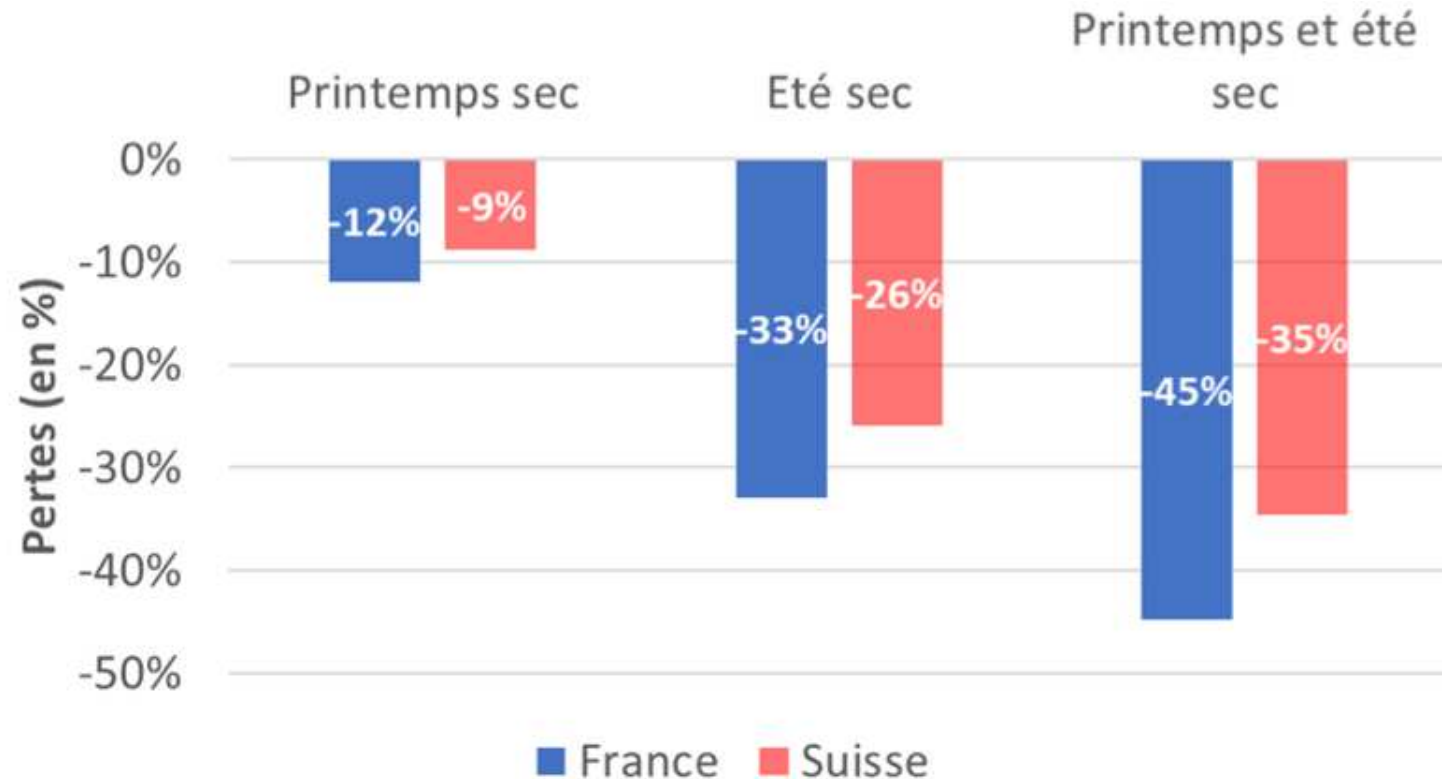


Précipitations été

déviations de la période standard 1981-2010



Prognosen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Graslanderträge im Jura



Projet Interreg « Systèmes de Production Agricole Durables »

Auswirkungen auf die Produktivität

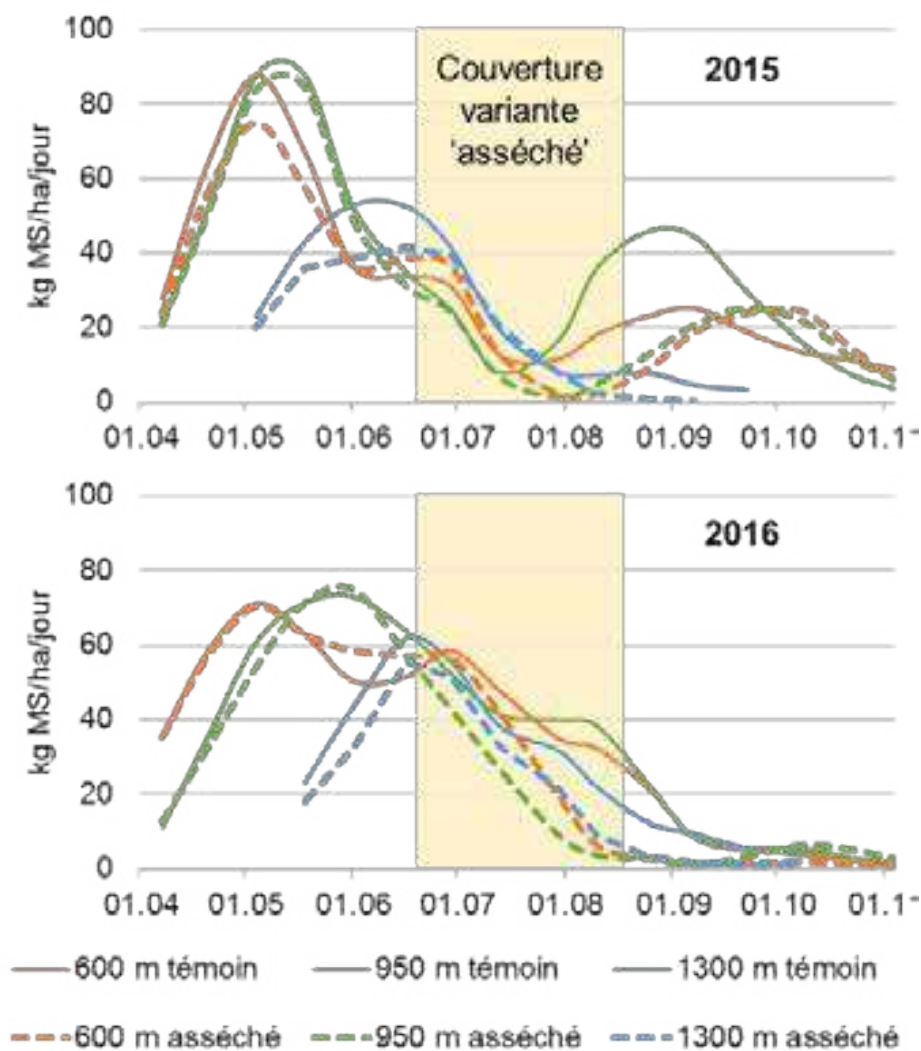


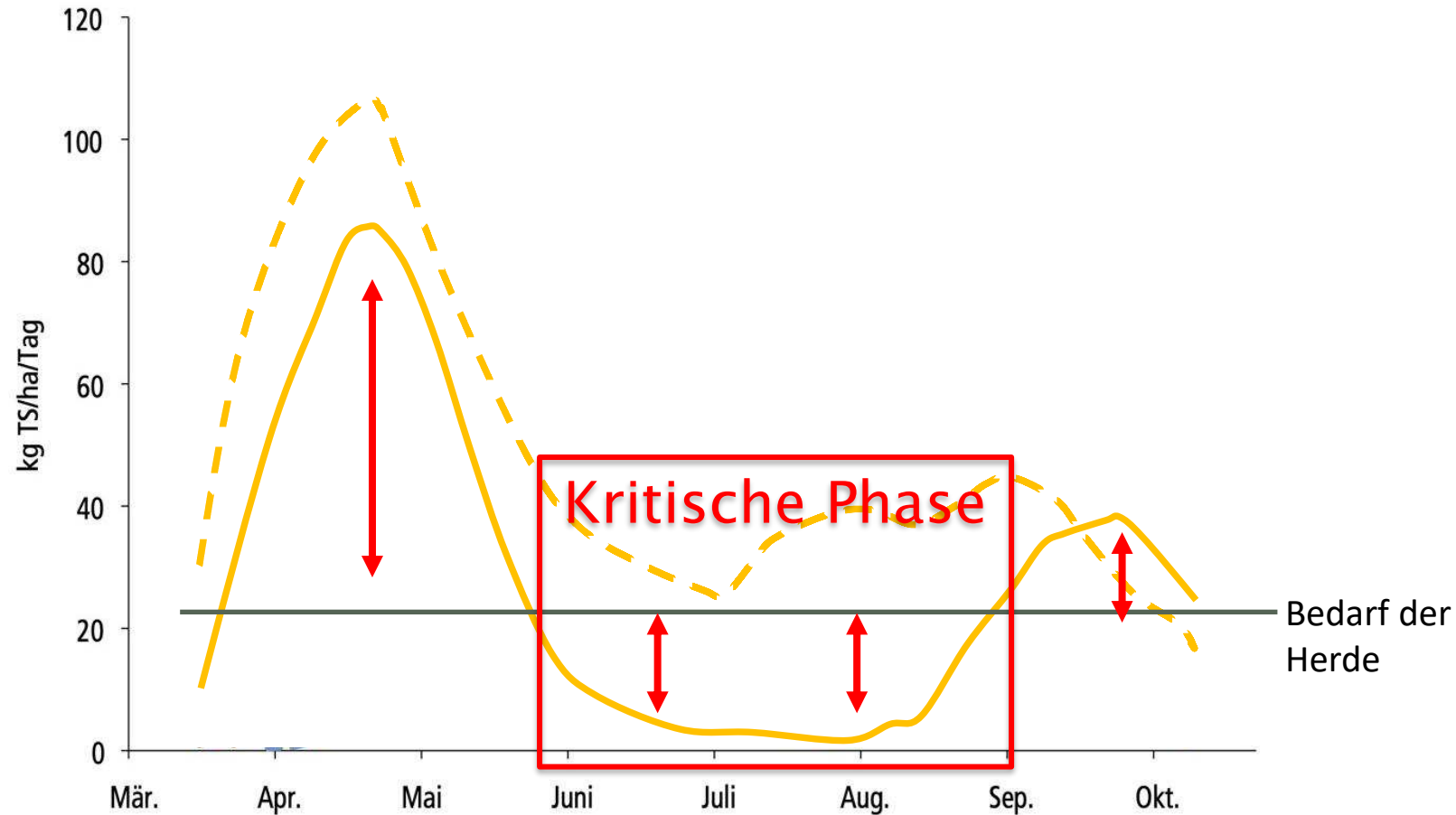
Tableau 2. Rendement annuel (kg MS/ha/année) des trois pâturages selon les deux variantes (témoin) et (asséché)

altitude	année	témoin	asséché	
600 m	2015	6991	6254	
	2016	7839	6866	
	moyenne	7415	6560	-12%
950 m	2015	7735	6148	
	2016	7424	5688	
	moyenne	7580	5918	-22%
1300 m	2015	3509	2713	
	2016	4119	3012	
	moyenne	3814	2863	-25%

Figure 22. Croissance journalière de l'herbe (kg MS/ha/jour) des trois pâturages selon les deux variantes (témoin) et (asséché)



Einfluss von Sommertrockenheit auf das Graswachstum von Juraweiden



Ertrag TS 02/04: 106 dt/ha
Ertrag TS 03: 62 dt/ha

Mosimann et al 2012



Einfluss des Klimawandels auf Sömmerungsweiden

- ▶ Phasen mit Sommertrockenheit werden in Zukunft weiter zunehmen
- ▶ Die Jura-Region wird stärker betroffen sein als die Alpenregion
- ▶ Hauptfolge und Herausforderung für die Weidewirtschaft
 - ▶ Futterknappheit aufgrund geringerer Erträge und verminderter Qualität in den Sommermonaten
- ▶ Intensiv genutzte Weiden/Wiesen sind empfindlicher gegenüber Trockenheit



PV-Anlage Mont-Soleil in «Co-Existenz» – Eine Antwort auf die Auswirkungen des Klimawandels in der Juraregion?

Wissenschaftliche Begleitung PV Mont-Soleil – Geplante Untersuchungen

Tiere

Tierwohl/-verhalten

- Magnetfelder
- Verletzungen
- Weide- und Ruheverhalten
- Ausscheidungen
- Beschädigung der Anlage

Methodik

GPS-Tracking, Beobachtungen von Verhalten und Tierwohl (Verletzungen, Aborte, Fruchtbarkeit)

Boden

Bodenparameter

- Bodenfeuchte
- Nährstoffgehalte
- Verdichtungen
- Erosion

Methodik

Kartierung, Bodenfeuchte, Bodenanalysen

Bewirtschaftung

Ökonomie

- Verfügbare Weidefläche
- Verändertes Weidemanagement

Methodik

Kostenrechnungen

Mikroklima

Kontinuierliche Messung von Temperatur, Strahlung, Feuchtigkeit, Niederschlag in PV-Anlage und auf Referenzflächen

Methodik

Mikrometeorologie (Wetterstationen)

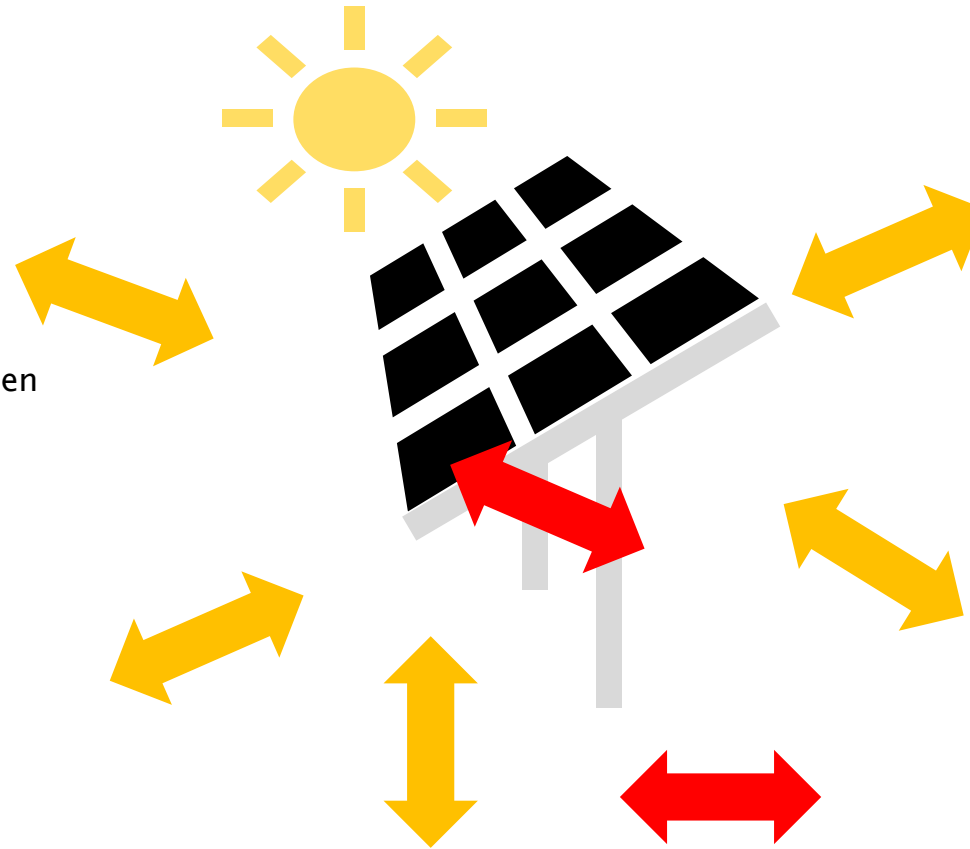
Artenzusammensetzung

Botanische Zusammensetzung und Biomasse

- Verlauf des Wachstum
- Ertrag und Qualität
- Artenzusammensetzung
- Floristische und faunistische Biodiversität

Methodik

Wachstumskurven, Nährstoffanalysen, Artenzusammensetzung

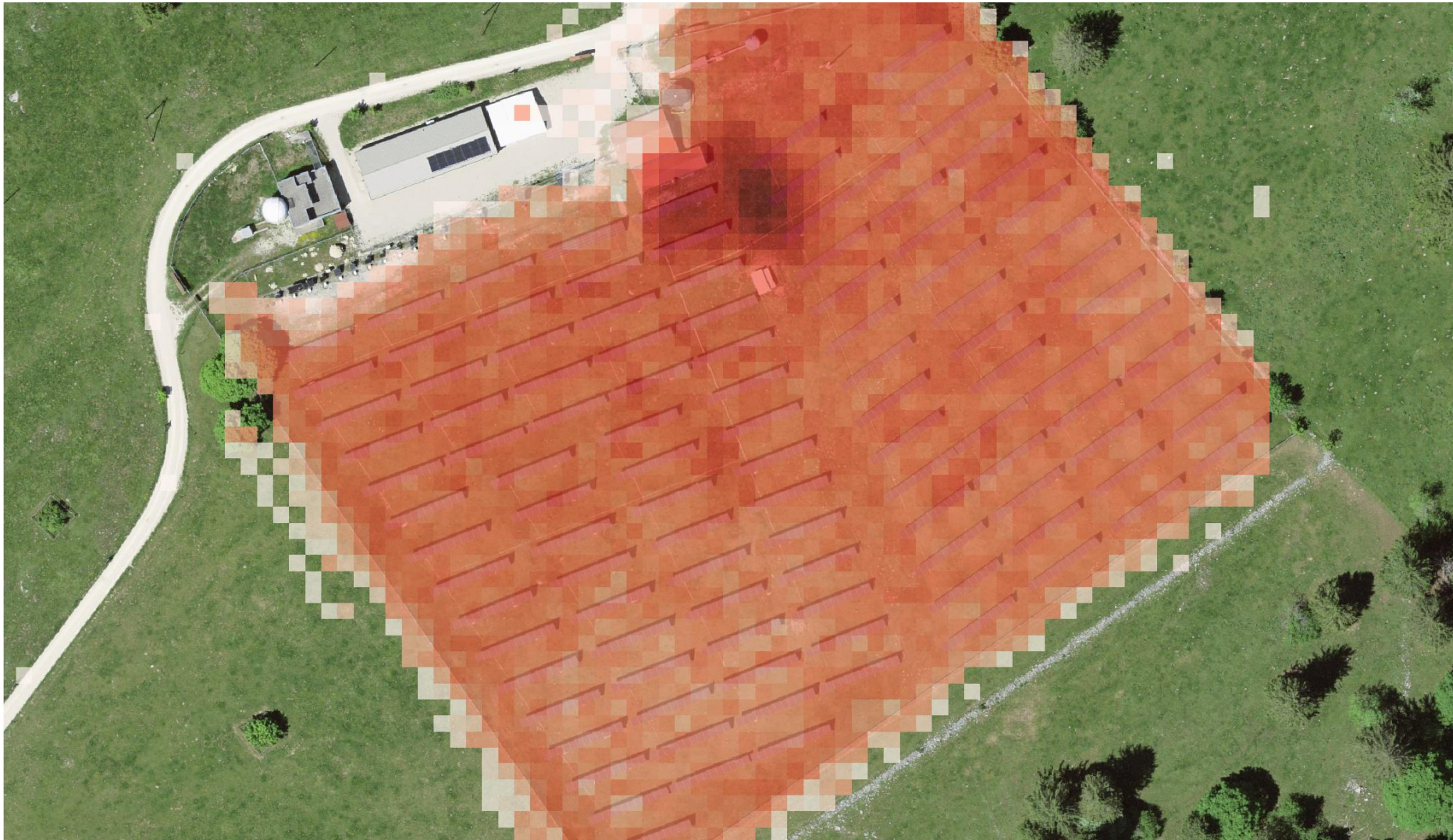


Direkte Effekte



Indirekte Effekte

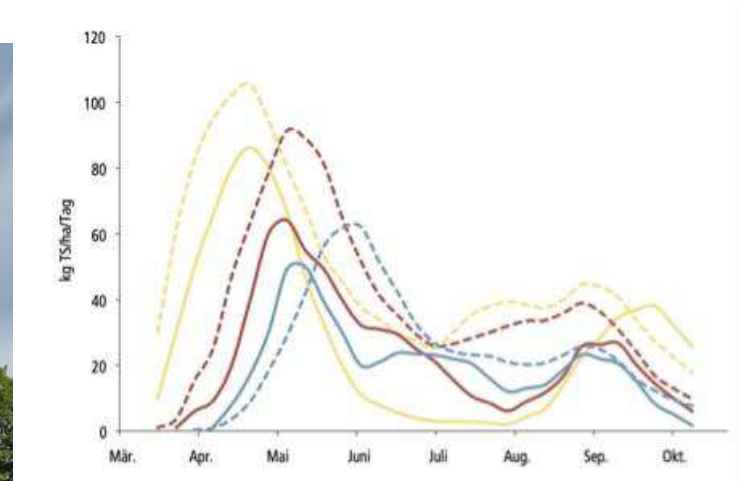
Monitoring des Weide- und Ruheverhaltens mit GPS-Trackern



Mikrometeorologische Messungen



Bestimmung der Graswachstumskurven



Entwicklung der Biomasse und Futterqualität



Wissenschaftliche Begleitung - Langzeiteffekte

2025/26

2027

2028

2029

2030

2031

Vorbereitungsarbeiten und erste Untersuchungen

→ Implementierung von Messtechnik

→ Erstellen von Referenzen

Detaillierte Langzeitstudien

→ Mehrjährige Untersuchungen

→ Detaillierte Bewertungen der Auswirkungen, Wechselwirkungen und wirtschaftlichen Effekte der PV-Anlage auf die Koexistenz mit der Landwirtschaft

Masterarbeit
von Monika
Freiburghaus

Dissertationsprojekt

Schlussfolgerungen

- ▶ Konkurrenz um begrenzte landwirtschaftlich nutzbare Flächen wird weiter zunehmen
- ▶ Der Klimawandel wird sich auf die Produktivität der Wiesen in der Schweiz auswirken
- ▶ Regionen mit flachgründigen Böden und geringer Wasserspeicherkapazität werden von den Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen sein
- ▶ PV-Anlagen auf Alpweiden stellen Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung dar, in sinnvoller «Co-Existenz» könnten sich auch Chancen ergeben
- ▶ Um funktionierende Nutzungskonzepte zu entwickeln, ist aber Begleitforschung und Entwicklungsarbeit (wie in der RPV verlangt!) unter Berücksichtigung der Bedürfnisse beider Nutzungstypen notwendig

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit

