

SWEET Conference 2025

Gefahren und Schutz des Energiesystems in der Energiewende

Prof. Sonia Seneviratne, Institute of Atmosphere and Climate Science, ETHZ

Dr. Lukas Küng, Head of Primeo Netz AG

26 AUGUST 2025, BERN

SWEET RECIPE Consortium

Qu'est-ce que le projet RECIPE?

Un consortium **financé par l'Office Fédéral de l'Énergie (OFEN)** dans le cadre de l'appel SWEET 1-2023 sur le sujet «**Infrastructures critiques, changement climatique et résilience du système énergétique suisse**»

Dans le cadre du programme **NCCS-Impacts** du **Centre National pour les Services Climatiques (NCCS)**



Modélisation du système d'approvisionnement énergétique

électricité

production

transmission

Suisse

gas

stockage

distribution

Europe

aujourd'hui

2050

Étude des consommateurs d'énergie

peuple

entreprises

ressources vitales

communication

Modélisation du système d'approvisionnement énergétique

électricité

production

transmission

Suisse

gas

stockage

distribution

Europe

aujourd'hui

2050



Que peut-il arriver ?

Analyse des dangers

Étude des consommateurs d'énergie

peuple

entreprises

ressources vitales

communication



Que peut-il arriver ?

EXAMPLES

Année avec une très faible disponibilité en eau et hautes températures induisant moins de production de centrales nucléaires

Un pirate informatique accède au contrôle des ressources distribuées.

Instabilité du réseau électrique européen

Phénomène météorologique destructeur pour l'infrastructure

Et bien plus encore ...

Modélisation du système d'approvisionnement énergétique

électricité

production

transmission

Suisse

gas

stockage

distribution

Europe

aujourd'hui

2050



Que peut-il arriver ?

Analyse des dangers

Étude des consommateurs d'énergie

peuple

entreprises

ressources vitales

communication

Modélisation du système d'approvisionnement énergétique

électricité

production

transmission

Suisse

gas

stockage

distribution

Europe

aujourd'hui

2050



Que peut-il arriver ?

Analyse des dangers

Étude des consommateurs d'énergie

peuple

entreprises

ressources vitales

communication



Quel sera l'impact ?

Analyse d'impact

Modélisation du système d'approvisionnement énergétique

2050

aujourd'hui

électricité

production

transmission

Suisse

gas

stockage

distribution

Europe



Que peut-il arriver ?

Analyse des dangers



Quels sont les risques les plus élevés ?

Quels sont les composants d'infrastructure les plus critiques ?



Comment renforcer la résilience ?

Recommandations des mesures visant à renforcer la résilience

Étude des consommateurs d'énergie

peuple

entreprises

ressources vitales

communication



Quel sera l'impact ?

Analyse d'impact

Analyse des vulnérabilités

Analyse de criticité

Les dangers potentiels

Dangers pour le système énergétique

Canicules

Étiages

Échec de composants

Dangers socio-économiques

Sécheresses

Température
des rivières

Attaques cybernétiques

Échecs législatifs ou
politiques

Précipitations extrêmes

Anomalies d'IA

Attaques terroristes

Dangers pour le système énergétique: Les risques climatiques



Sécheresse France, 2022



Inondations, Valais, 2024

Les changements d'événements extrêmes touchent toutes les régions du monde:

Aucune région n'est épargnée

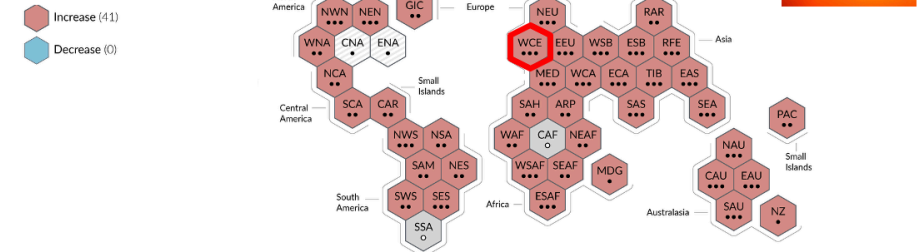
L'Europe centrale et occidentale, y compris la Suisse, est l'une des régions les plus touchées

- Low agreement in the type of change
- Limited data and/or literature

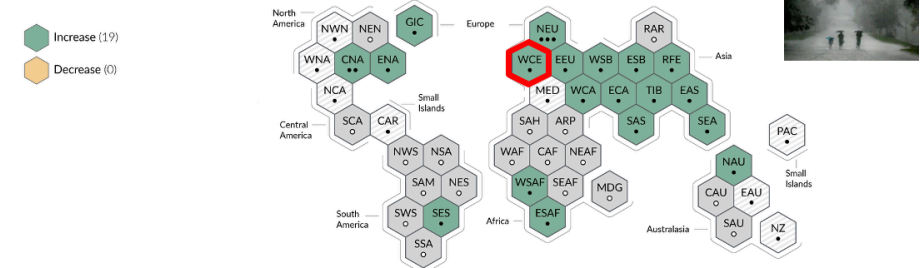
Confidence in human contribution to the observed change

- High
- Medium
 - Low due to limited agreement
 - Low due to limited evidence

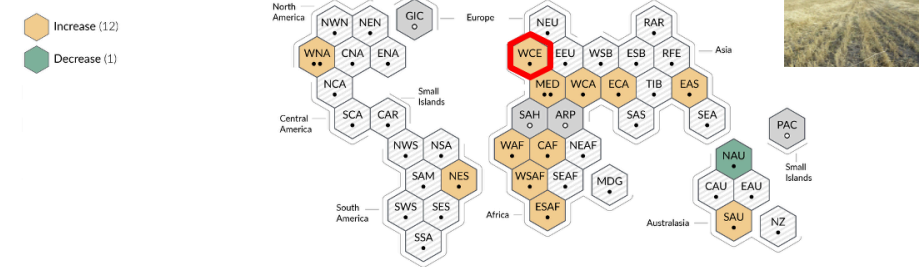
Extrêmes chauds



Précipitations extrêmes

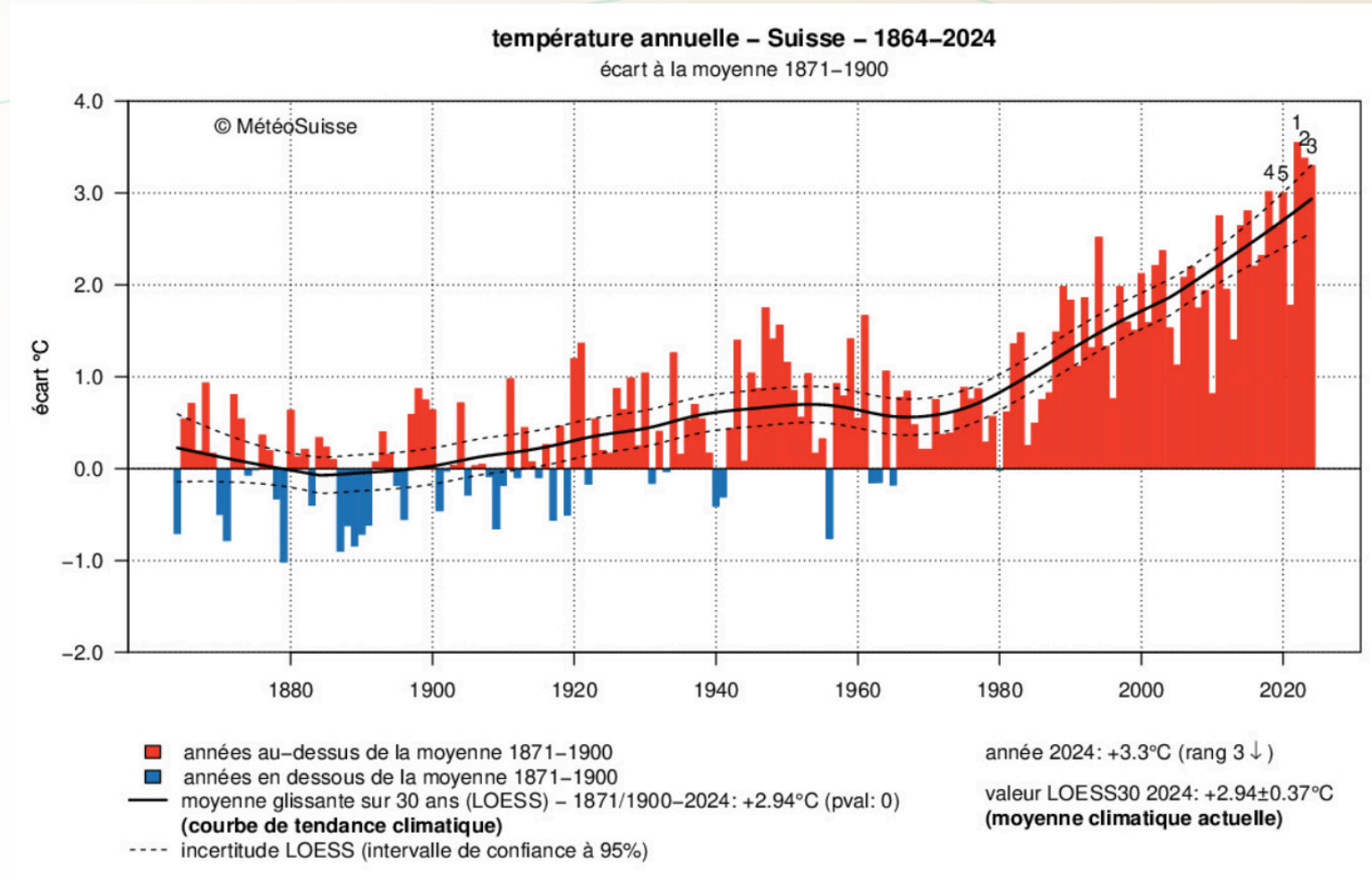


Sécheresses



Changements observés en Suisse

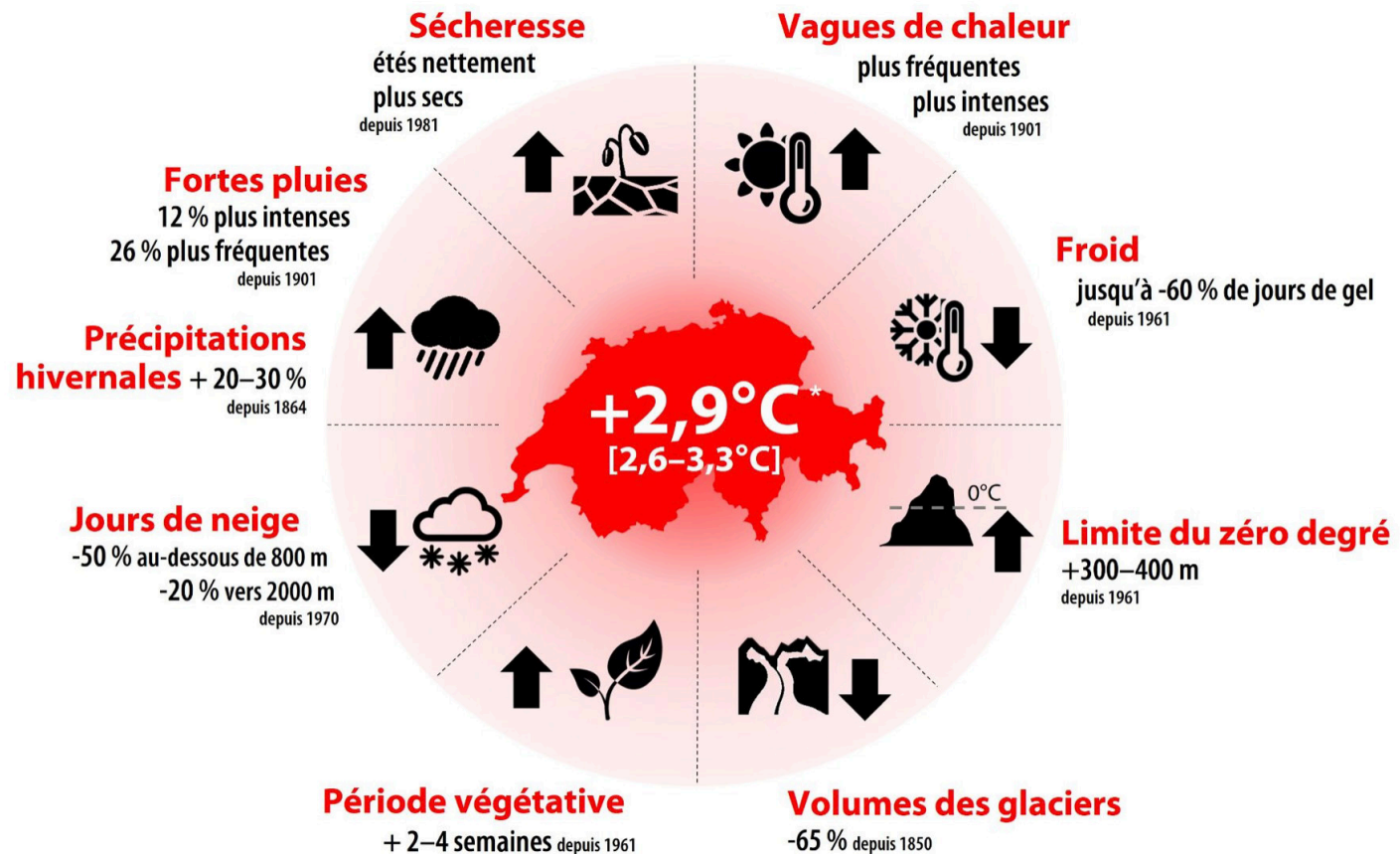
Réchauffement de
+2.9°C (plus de 2 fois le
réchauffement global
moyen)



Changements observés en Suisse

Nouvelles projections climatiques pour les prochaines décennies: CH2025 (publiées le 4 novembre 2025)

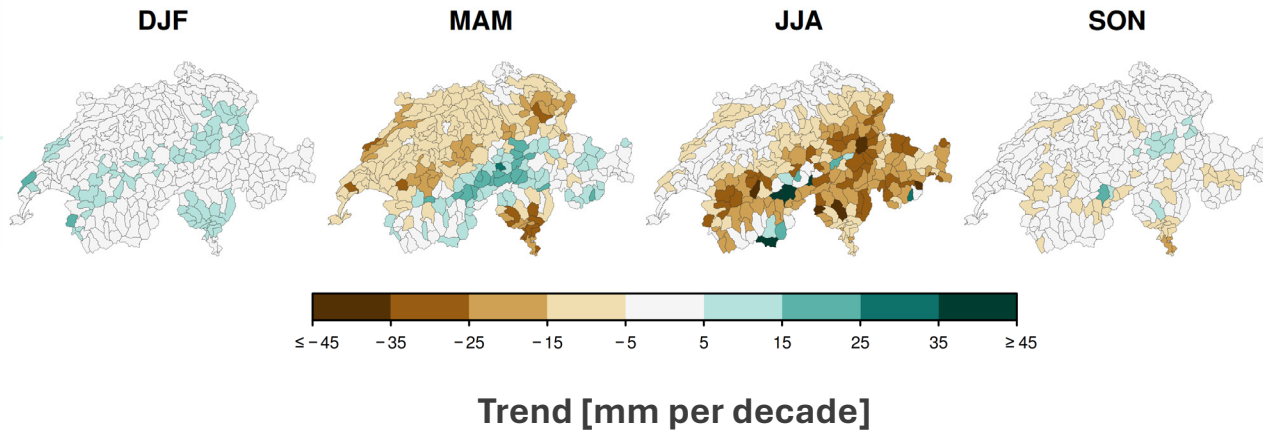
Constitueront la base des projections d'impacts énergétiques pour le project RECIPE



© MétéoSuisse

Diminution des ressources en eau et hydroélectricité

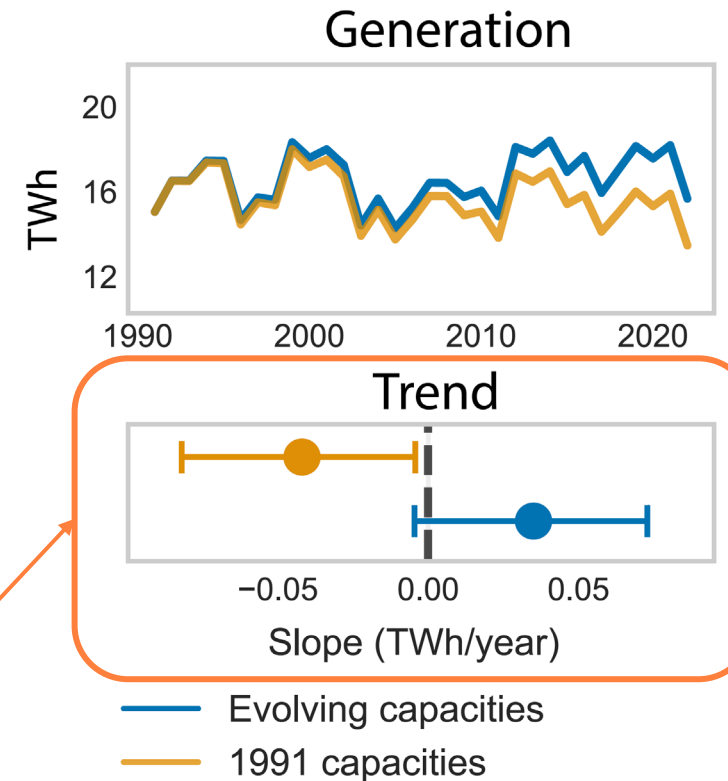
Diminution du ruissellement depuis 1962



Source: L. Gudmundsson, ETH Zurich; based on data from Kraft et al. (2025)

L'expansion des capacités en Suisse a masqué le déclin du potentiel de production depuis 1990

Effets sur l'hydroélectricité au fil de l'eau



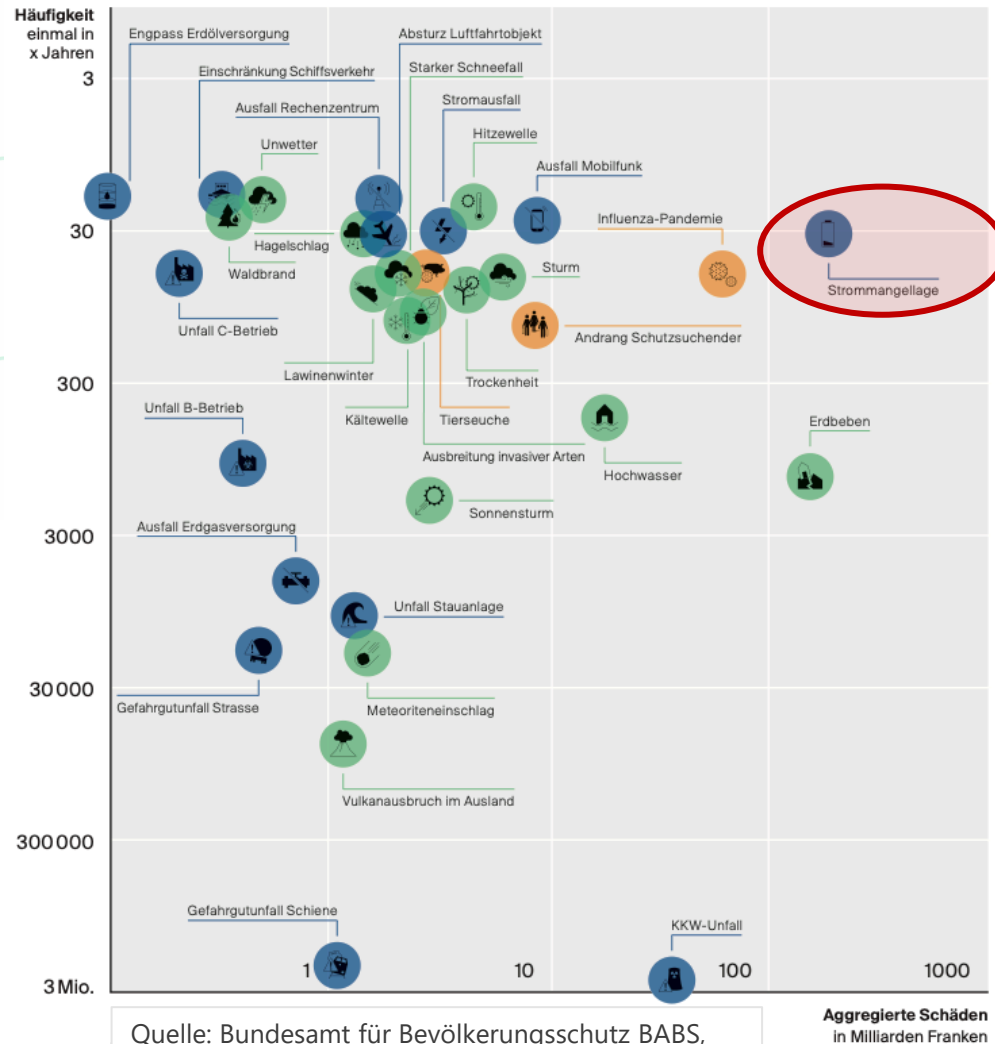
Haddad et al. (2025)

SWEET Conference 2025

Grösstes Risiko in der Schweiz

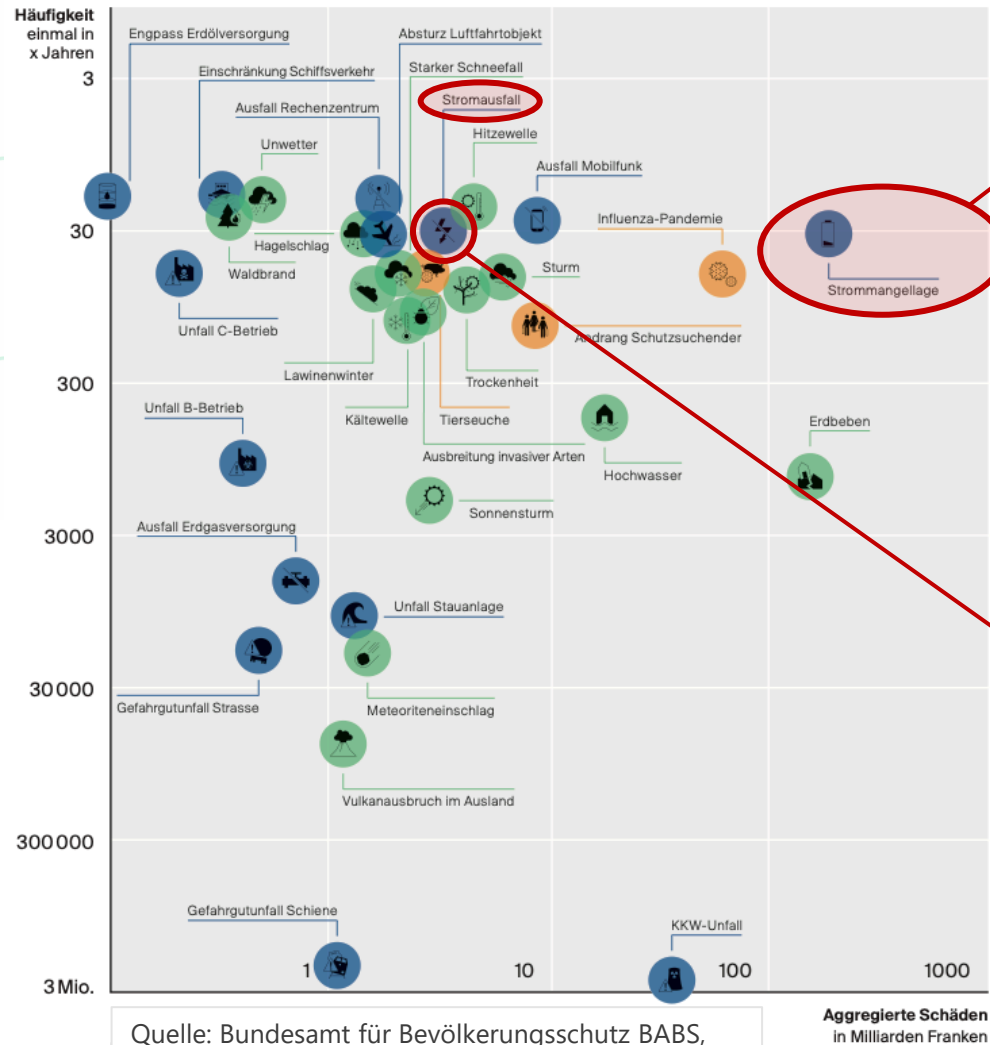
Strommangellage

Strommangellage: Grosses Eintretensrisiko, enorme Konsequenzen



Quelle: Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS,
«Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020»

- realistische Gefährdung
- grösstes Risiko in der Schweiz gemäss Bericht zur Nationalen Risikoanalyse BABS 2020
- hohes Schadenpotential für Wirtschaft/Gesellschaft bei relativ hoher Eintrittswahrscheinlichkeit



Strommangel

- Definition: **Nicht genügend Strom ist vorhanden, um die gesamte Nachfrage zu decken.**
- Beispiel: Wegen Ausfalls von mehreren wesentlichen Produzenten herrscht Strommangel

WL*-Bewirtschaftungsfall

Stromausfall

- Definition: **Es gibt grundsätzlich genügend Strom, um die Nachfrage zu decken.** Die Versorgung ist aufgrund einer Verkettung unglücklicher Umstände aber unterbrochen.
- Beispiel – Kurzer Unterbruch: Naturereignis sorgt für Leitungsunterbruch in Bergtal.
 - Lösung: Lokales Energiversorgungsunternehmen organisiert die Erstellung von Provisoren.
- Beispiel – Blackoutrisiko: Wegen Ausfalls eines wesentlichen Produzenten besteht Blackout Risiko.
 - Lösung: In ganz Europa werden automatisch einzelne Regionen vom Netz getrennt. Grosser Blackout wird verhindert.

Kein WL*-Bewirtschaftungsfall

* WL: Wirtschaftliche Landesversorgung

Welche Faktoren können zu einer Strommangellage führen?

Es gibt nicht die eine Strommangellage – es gibt viele mögliche Krisenszenarien. Diese können auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen sein und sich auch bzgl. Vorlaufzeit, Dauer, örtliche Ausdehnung und Intensität unterscheiden.

Mehrere CH Kernkraftwerke
für Wochen ausser Betrieb



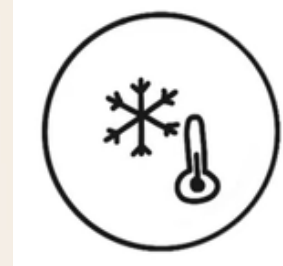
Hohe Preise geben für
Kraftwerksbetreiber Anreiz,
Strom zu verkaufen



Grossflächige Cyberattacken auf kritische
Infrastruktur (Kraftwerke, Netze)



Grossteil der Kernkraftwerke in FR aus
Sicherheitsrisiken ausser Betrieb



Langandauernde Kältewelle
in Westeuropa führt zu stark
erhöhtem Stromverbrauch



Langanhaltende Trockenheit

SWEET Conference 2025

Strommangellage

Wer sorgt dafür?

OSTRAL: Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen

Zuständig für die **Festlegung** der Bewirtschaftungsmassnahmen

Bundesrat

Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF)

Wirtschaftliche Landesversorgung (WL)

Im Falle einer Strommangellage erlässt der Bundesrat der Situation angepasste Bewirtschaftungsverordnungen (BVO)

Zuständig für **Vorbereitung** und **Umsetzung** der angeordneten Bewirtschaftungsmassnahmen

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)

Stab OSTRAL

Kommission OSTRAL

Verbrauchslenkung

Dienste

Angebotslenkung

Führungsorganisation
OSTRAL

Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL)

Die OSTRAL

- besteht auf Basis einer Verordnung des Bundesrates (VOEW, SR 531.35)
- ist als Kommission des VSE organisiert
- ist der WL unterstellt
- trifft Vorbereitungsmaßnahmen
- setzt die Entscheide des Bundes um

Kantonale, regionale, lokale Führungsstäbe, Blaulichtorganisationen
...

Verbrauchslenkung
Verteilnetzbetreiber

Angebotslenkung
• Swissgrid
• Kraftwerksbetreiber

Systembetrieb
OSTRAL

Endverbraucher

SWEET Conference 2025

Was passiert im Fall einer Strommangellage?

Was passiert im Fall einer Strommangelage?

Sparappelle

Beschränkungen

Angebotslenkung

Was passiert im Fall einer Strommangellage?

Sparappelle

Beschränkungen

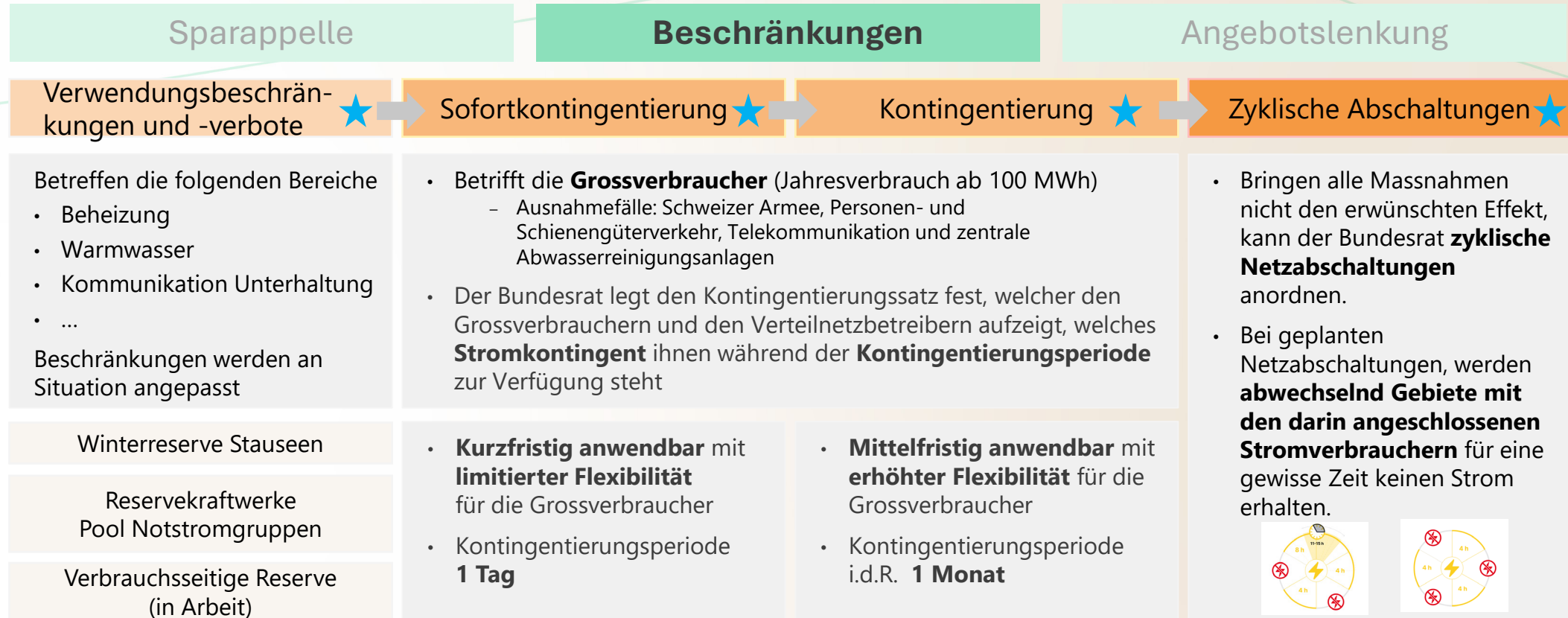
Angebotslenkung



Aufgrund der Zuspitzung der Lage werden Bundesbehörden Sparappelle an die Bevölkerung richten:

- Einfach und jederzeit ohne Gesetzesanpassungen möglich
- Behördenmitteilung über Medien (Zeitungsinserate, Tagesschau, Mitteilungen, Flyer, App AlertSwiss usw.)
- Für alle Verbraucher noch **auf freiwilliger Basis** aber ...
- ... in jedem Fall höchste Zeit um sich seriös auf eine mögliche Eskalation vorzubereiten!

Was passiert im Fall einer Strommangellage?



Was passiert im Fall einer Strommangelage?

Sparappelle

Beschränkungen

Angebotslenkung ★

- Zentrale Steuerung der Kraftwerke: Die Energiereserven werden dabei so eingesetzt, dass eine möglichst lange Versorgung der Schweiz mit Strom gewährleistet werden kann.
- Aussetzung des inländischen und grenzüberschreitenden Handels
- Betrieb der Reservekraftwerke zur Erzeugung elektrischer Energie für den Markt



SWEET Conference 2025

Was kommt als Nächstes? (auch im Rahmen von RECIPE)

Was kommt als Nächstes?

Laststeuerung

- Kontingentierung von Haushalten
 - 3 kWh pro Person und Tag?
 - Wie kann man das überwachen, wie kann man das regulieren?
- Flexibler und schneller Lastabwurf
 - Von 4-Stunden- auf 1-Stunden-Blöcke

Dezentralisierung

- Integration dezentraler Produktion in Massnahmen
- Konzept der Inselbildung von Regionen mit ausreichender erneuerbarer Energie / lokale Kontingentierung zur Vermeidung von Lastabwurf
- Wie lassen sich Inseln in das allgemeine Schema integrieren?

Stromversorgung

- Mehr Winterproduktion
- Grössere saisonale Lagerung

Was kommt als Nächstes?

Laststeuerung

- Kontingentierung von Haushalten
 - 3 kWh pro Person und Tag?
 - Wie kann man das überwachen, wie kann man das regulieren?
- Flexibler und schneller Lastabwurf
 - Von 4-Stunden- auf 1-Stunden-Blöcke

Dezentralisierung

- Integration dezentraler Produktion in Massnahmen
- Konzept der Inselbildung von Regionen mit ausreichender erneuerbarer Energie / lokale Kontingentierung zur Vermeidung von Lastabwurf
- Wie lassen sich Inseln in das allgemeine Schema integrieren?

Stromversorgung

- Mehr Winterproduktion
- Grössere saisonale Lagerung

RECIPE-Fallstudie
mit Primeo Energie

RECIPE-Fallstudie: Selbstversorgung und Inselbetrieb eines lokalen Energiesystems

Ziel	Methode
<p>Demonstrieren</p> <ol style="list-style-type: none">1. die kurzfristige Stabilität und2. den mittelfristig sicheren Betrieb <p>einer autonomen Verteilnetzinsel.</p>	<p>Vorbereitung:</p> <ul style="list-style-type: none">• eine lokale Netzregion (mindestens NE5) von Primeo Energie auswählen• die verfügbaren Anlagen (BESS, flexible Lasten, steuerbare oder fixe Erzeugung) überprüfen <p>Die Fallstudie erfolgt in zwei Schritten:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Nachweis der Stabilität der vorgeschlagenen Insel.<ul style="list-style-type: none">– Mit Hilfe des Simulationswerkzeugs FlexDyn, ermitteln die Stabilitätsgrenzen und die Teilenergie, die nach einem Ausfall des umgebenden Übertragungsnetzes nicht mehr bereitgestellt wird.2. Dispatch und Lastausgleich.<ul style="list-style-type: none">– Simulieren der Machbarkeit des Lastausgleichs über eine Reihe von Momentaufnahmen, die einen ganzen Tag zu verschiedenen Zeitpunkten der Saison abdecken.– Situationen identifizieren (z. B. Winterabende mit geringer lokaler Produktion), in denen ein längerer Inselbetrieb weniger wahrscheinlich ist oder strengere Sicherheitsmassnahmen (z. B. Einschränkungen nach Lasttyp) erforderlich sind.

www.sweet-recipe.ch

Wie Sie uns erreichen können

Die heutigen Referenten kontaktieren

Referentin 1:

[Prof. Sonia Seneviratne](#),

Institute of Atmosphere and Climate Science (IAC),
ETH Zurich

sonia.seneviratne@ethz.ch

Referent 2:

[Dr. Lukas Küng](#),

Geschäftsführer bei Primeo Netz AG

L.Kueng@primeo-energie.ch

Das RECIPE Management-Team kontaktieren

Koordinator

[Prof. Giovanni Sansavini](#),

Reliability and Risk Engineering (RRE),
ETH Zurich

Stellvertretender Koordinator:

[Dr. Turhan Demiray](#),

Forschungsstelle Energienetze (FEN),
ETH Zurich

Integrationsexperte:

[Dr. Adamantios Marinakis](#),

Forschungsstelle Energienetze (FEN),
ETH Zurich

Expertin für Wissens- und Technologietransfer :

[Johanna Zwahlen](#),

Zöi Environment Network



Folgen Sie uns
auf LinkedIn!