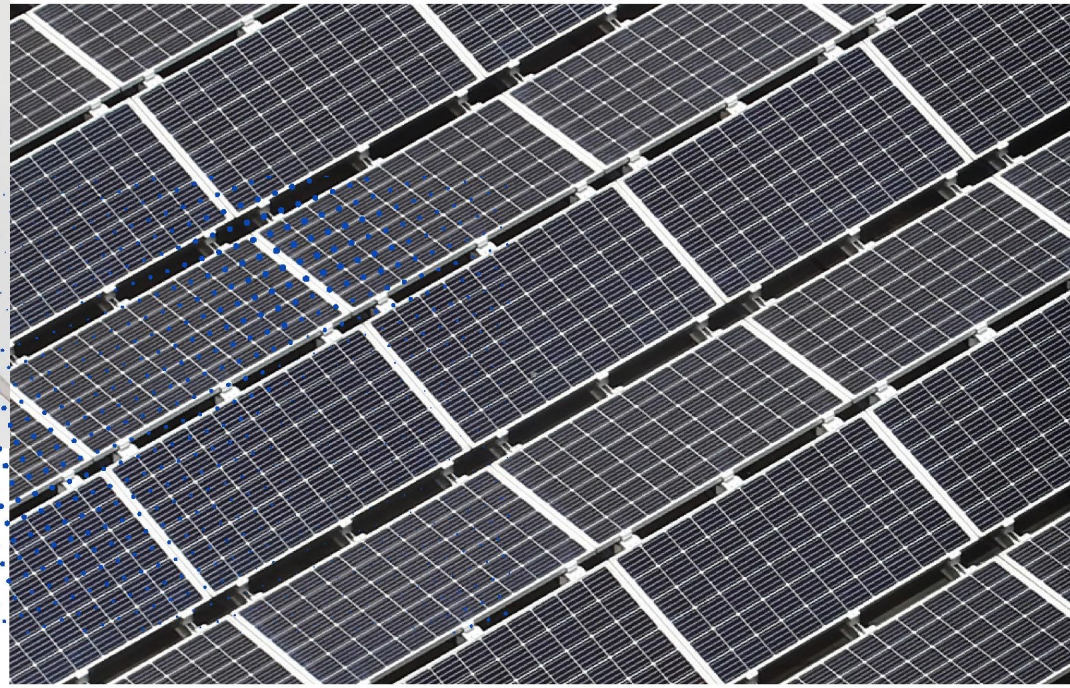
FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ



Mit elektrischen und thermischen Speichern zur Versorgungssicherheit

Roundtable Forum Energiespeicher Schweiz (FESS)

aeesuisse

Begrüssung und Vorstellung Referenten/Programm

Simon Dalhäuser| Leiter Kommunikation aeesuisse

Einführung ins Thema

Thomas Nordmann | FESS/Sprecher der Wirtschaft I TNC Consulting AG

Mit elektrischen und thermischen Speichern zur Versorgungssicherheit

Thomas Nordmann | FESS/Sprecher der Wirtschaft I TNC Consulting AG

Saisonale Wärmespeicher - Wichtige Komponente in unserem fossilfreien Gesamtsystem

Dr. Michel Haller I Leiter Forschung SPF und Teamleiter Energiesysteme am Institut für Solartechnik SPF an der OST

Speicherbetrieb in der Praxis

Stephan Krähenbühl I Head of Prosumer & Energy Services Primeo Energie)

Podium mit Referierenden

Simon Dalhäuser| Leiter Kommunikation aeesuisse

Online-Führung Arealnetz «Underi Müli»

Roger Ackermann I Leiter Systementwicklung und Services bei der eSpectrum AG

Ausblick und Verabschiedung der Teilnehmenden

Thomas Nordmann | FESS/Sprecher der Wirtschaft I TNC Consulting AG

Begrüssung und Einführung ins Thema

Thomas Nordmann | FESS/Sprecher der Wirtschaft I TNC Consulting AG

- **Was macht der FESS?**
- **Einführung: Mit elektrischen und thermischen Speichern zur Versorgungssicherheit?**

Forum Energiespeicher Schweiz

Das Engagement des Forums Energiespeicher Schweiz und seiner Partner basiert auf folgenden Überzeugungen:

- **Neue Energiespeicher unterstützen die Transformation des Energiesystems.**
- **Die Lösung der Energiespeicherfrage darf nicht länger aufgeschoben werden.**

FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

FESS seit 8 Jahren!

aeesuisse

FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

Vision

- Die **Speicherung** von **Wärme** und **Strom** ist ein **Schlüssel** für die **Umsetzung** der **Energiestrategie 2050**. Im **Zusammenspiel** mit anderen **Technologien** können Speicher das Energiesystem wirtschaftlicher und zuverlässiger, die Energieversorgung breiter und die Energieverwendung flexibler und komfortabler machen.

- Mit geeigneten **politischen Rahmenbedingungen** entfalten Energiespeicher ihr volles Potenzial im **Zieldreieck** einer **sicheren**, **wirtschaftlichen** und **umweltverträglichen** Energieversorgung. So ermöglichen system-, netz- und klimadienlich eingesetzte Speicher für Wärme und Strom auf Produktions-, Netz- und Konsumseite den zeitlichen und sektoriellen Ausgleich zwischen Produktion und Verbrauch.

- Das **Forum Energiespeicher Schweiz** und dessen **Partner** aus **Wirtschaft** und **Wissenschaft** unterstützen die Umsetzung der klimapolitischen Ziele der Schweiz und der Energiestrategie 2050 und damit ein kosteneffizientes, CO2-freies und erneuerbares Gesamtenergiesystem.

FESS seit 8 Jahren

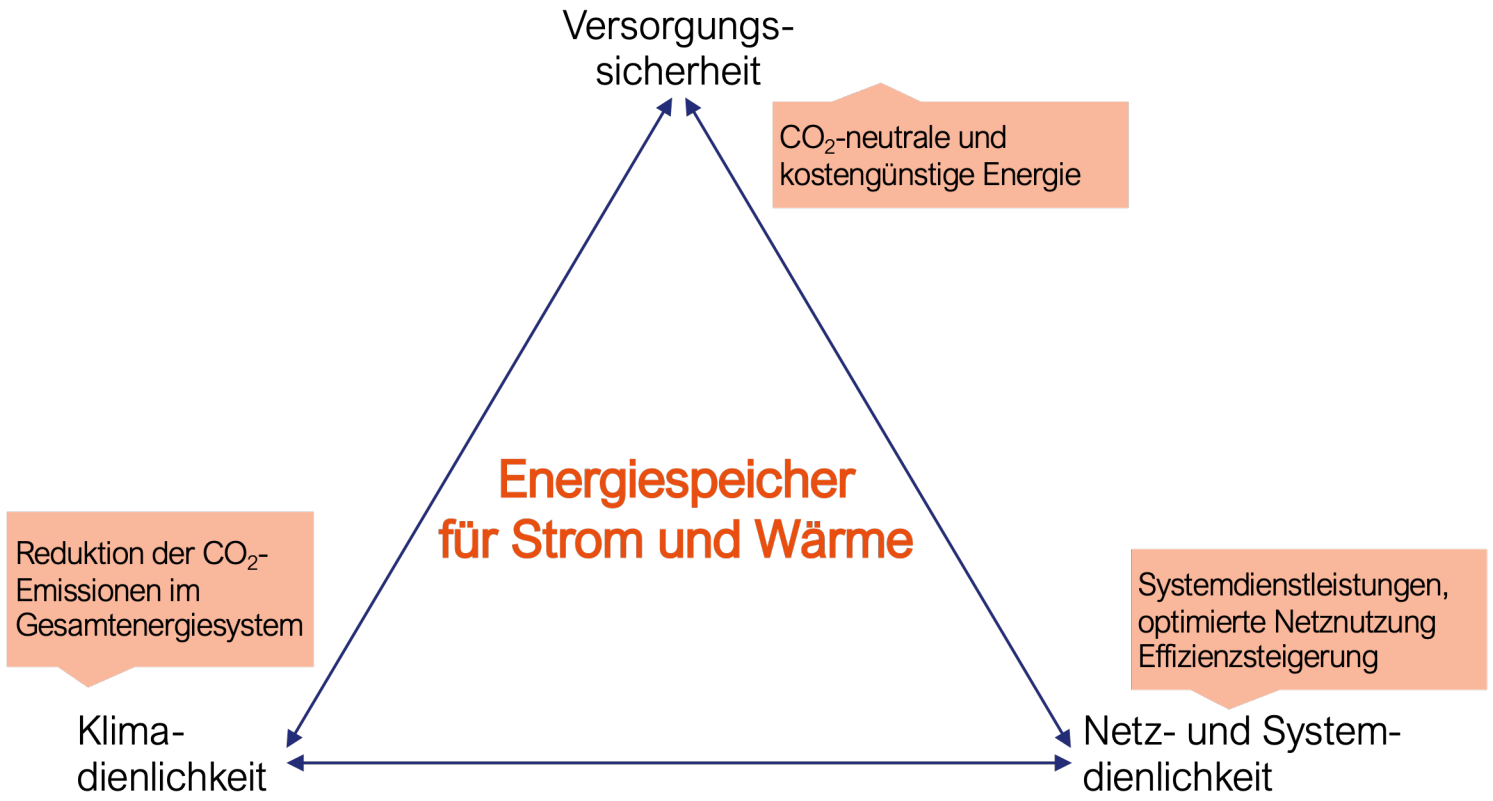


Abb.: Zieldreieck der Energiespeicherung

FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

aee SUISSE
Dachorganisation der Wirtschaft für erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Kernteam

Das Kernteam ist das Steuerungs- und Entscheidungsgremium des Forums Energiespeicher Schweiz und für dessen strategische und fachliche Führung zuständig.

- Thomas Nordmann | TNC Consulting AG | Sprecher der Wirtschaft
- Prof. Dr. Frank Krysiak | Universität Basel | Sprecher der Wissenschaft
- Stefan Brändle | AMSTEIN + WALTHERT AG | Leiter der Arbeitsgruppe «Wärmespeicher»
- Gianni Operto | Präsident AEE SUISSE
- Dr. Christian Schaffner | ETH Zürich, Energy Science Center ESC
- Prof. Andrea Vezzini Prof. Berner Fachhochschule & Präsident iBAT

AG Wärmespeicher

Die AG Wärmespeicher bereitet bestehendes Wissen zur thermischen Speicherung von Energie für unterschiedliche Verwendungen auf.

Mitglieder:

- Stefan Brändle, AMSTEIN + WALTHERT AG | *Leiter der Arbeitsgruppe*
- Dr. Luca Baldini, ZHAW Zurich University of Applied Sciences
- Dr. Gianfranco Guidati, ETH Zürich
- Dr. Michel Haller, OST – Ostschweizer Fachhochschule
- Dr. Stephan André Mathez, BFE-Programmleiter "Solarthermie und Wärmespeicherung", Solar Campus GmbH
- Hubert Palla, Verband der Schweizerischen Gasindustrie VSG
- Helene Sperle, Hochschule Luzern HSLU
- Prof. Jörg Worlitschek, Hochschule Luzern

AG Elektrische Energiespeicher

Die Arbeitsgruppe identifiziert Wissenslücken und bereitet fundiertes Wissen über elektrische Energiespeicher für die verschiedenen Stakeholder aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und der interessierten Öffentlichkeit auf.

Mitglieder:

- Prof. Maurizio C. Barbato, SUPSI
- Marcel Gauch, EMPA
- Olivier Groux, KYBURZ Switzerland AG
- Thomas Nordmann, TNC Consulting
- Christian Ochsenbein, Fachhochschule Bern / iBAT Association
- Marius Schwarz, ETH Zürich, Energy Science Center ESC

AG Speichermodelle

Die AG Speichermodelle erarbeitet ein Energiespeichermodell, das die Wirkung von verschiedenen Rahmenbedingungen abbilden kann.

Mitglieder:

- Prof. Markus Friedl, Hochschule für Technik Rapperswil HSR
- Dr. Tom Kober, Paul Scherrer Institut PSI
- Prof. Martin K. Patel, Université de Genève
- Dr. Christian Schaffner, ETH Zürich, Energy Science Center ESC
- Michael Schmid, Verband der Schweizerischen Gasindustrie VSG
- Simon Schoch, St. Galler Stadtwerke
- Prof. Hannes Weigt, Universität Basel
- Prof. Jörg Worlitschek, Hochschule Luzern

Die aeesuisse…

… **vertritt die Interessen** ihrer Branchenverbände und Unternehmen

... informiert, sensibilisiert und **mobilisiert** Entscheidungsträger:innen

... **gestaltet aktiv** die wirtschaftlichen und energiepolitischen **Rahmenbedingungen** – national und kantonal

... schafft dadurch mehr **Investitions- und Planungssicherheit** für ihre Mitglieder

… stellt **Plattformen** zur Verfügung für einen **aktiven Erfahrungsaustausch** unter den Mitgliedern und mit den Entscheidungsträger:innen

Das ist die aeesuisse

Wen wir erreichen

12 kantonale Sektionen in 16 Kantonen

38

Branchenverbände

>500

Unternehmen

Damit werden mehr als 35’000 Unternehmen direkt erreicht

Kompendium 2022:

Inhalt

Viele Fragen. Viele Antworten.

- **Wie Batteriespeicher «netzdienlich» werden**
  Dr. Jonas Mühlethaler | Hochschule Luzern
- **So werden Batteriespeicher für private Hausbesitzer:innen attraktiv**
  Dr. Marius Schwarz | Energy Science Center der ETH Zürich
- **Ein intelligentes Energie- und Lastmanagement für Wohngebäude**
  Thomas Nordmann | TNC Consulting AG

Anwendung und Regulierung

- **Batterien: So schlecht wie ihr Ruf?**
  Marcel Gauch | Technology & Society Lab der Empa
- **Batterie-Recycling: eine Positionsbestimmung**
  Olivier Groux | KYBURZ Switzerland AG & Marcel Gauch | Empa

Nachhaltigkeit

- **Die Rolle der Schweiz in der globalen Batteriewertschöpfungskette**
  Christian Ochsenbein | BFH-Zentrum Energiespeicherung

Forschung und Entwicklung

Kompendium 2023:

6 Energiewende im Stresstest

Thomas Nordmann | TNC Consulting AG, Forum Energiespeicher Schweiz

Jörg Hofstetter

10 Optionen und Synergien verschiedener Speichersysteme

Marcel Gauch | Empa, Technology & Society Lab

Prof. Maurizio C. Barbato | SUPSI

20 Von der Abhängigkeit zur Kreislaufwirtschaft: Ansätze zu einem neuen Umgang mit Batterierohstoffen in der Schweiz

Alessandra Hool | ESM Foundation

Viktor Hangartner | BFH-Zentrum Energiespeicherung

Christian Ochsenbein | BFH-Zentrum Energiespeicherung

29 Bidirektionales Laden. Kann die Elektromobilität das Stromsystem unterstützen?

Dr. Marius Schwarz | ETH Zürich, Energy Science Center

Dr. Severin Nowak | Hochschule Luzern, Technik & Architektur

Dr. Jonas Savelsberg | ETH Zürich, Energy Science Center und Center for Energy Policy and Economics

FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

Hier geht's zum Kompendium 2023

aeesuisse

Inhalt Kompendium 2023 • 38 Seiten 10 Autoren in D & F:

Energiewende im Stresstest

November 2023

Bis 2030 werden die Stauseen die Schwankungen der PV-Produktion ausgleichen können, danach könnten zusätzliche Speicherkapazitäten, auch für die Langzeitspeicherung, erforderlich sein. Eine Roadmap mit Rahmenbedingungen für einen gestaffelten Speicherausbau ist der richtige Weg.[1]

Thomas Nordmann beschäftigt sich als einer der Schweizer Solarpioniere seit 1974 mit der konsequenten Nutzung der Sonnenenergie und der rationellen Energienutzung. 1985 gründete er die TNC Consulting AG. Seit 2010 ist die TNC Consulting AG zusammen mit der Tochterfirma Effienergie AG mit dem Vollzug des nationalen Gebäudeprogrammes für 13 Kantone und 5 ProKW Stromeffizienz-Programmen befasst. Er ist dreifacher Gewinner des Schweizer Solarpreises und Träger des Europäischen Solarpreises 1997. Thomas Nordmann ist Sprecher der Wirtschaft des Forums Energiespeicher Schweiz und dessen Vertreter im Vorstand der aeesuisse.

Jörg Hofstetter war nach der Ausbildung zum Elektroingenieur und mehrjähriger Industrieerfahrung fast 20 Jahre als Dozent und Forscher an der Hochschule Luzern im Bereich Informatik tätig, Schwerpunkt Softwäre Engineering. Seit seiner Pensionierung setzt er sich verstärkt mit Datenanalyse und Modellierung im Themenbereich «CO_2 Netto Null» auseinander. Er ist Herausgeber der Webseite co2nettonull.com, einem jährlich aufdatierten CO_2-Monitoring der Schweiz.

Optionen und Synergien verschiedener Speichersysteme

November 2023

Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftenergiespeicher und elektrochemische Energiespeicher: Was können sie leisten für die Versorgungssicherheit? Wie könnten sie sinnvoll zusammenspielen? In Zukunft mehr, als man denkt!

Marcel Gauch untersucht am Technology & Society Lab der Empa Fragen zur Nachhaltigkeit von heutigen und zukünftigen Technologien. Der Fokus liegt auf Studien für öffentliche und private Institutionen zu Ressourcen, Energie und Mobilität. Er kann auf praktische Erfahrungen als Maschineningenieur in der Umwelttechnologiebranche und als Berater für Umwelt- und Energietechnologien im Nord-Süd-Kontext zurückgreifen. Seine speziellen Interessen liegen bei zukünftigen Energie- und Mobilitätsoptionen unter Anwendung von Methoden zur Betrachtung des gesamten Lebenswegs.

Maurizio C. Barbato erwarb seinen Abschluss in Luftfahrttechnik an der Universität Rom und promovierte in Chemieingenieurwesen am Politecnico di Torino. Er ist Professor an der SUPSI und Leiter des MEMTI-Instituts in der Abteilung für innovative Technologien. Seine Forschungsaktivitäten liegen in den Bereichen Thermodynamik, Wärmeaustausch, erneuerbare Energien und Energiespeicherung. Prof. Barbato und sein Forschungsteam waren PIs des Schweizer Kompetenzzentrums für Energieforschung zum Thema Wärme- und Stromspeicherung. Zurzeit ist Prof. Barbato aktiv an der Förderung der A-CAES-Forschungsaktivitäten in der Schweiz beteiligt.

Von der Abhängigkeit zur Kreislaufwirtschaft: ein neuer Umgang mit Batterierohstoffen in der Schweiz

November 2023

Die Energiewende und die Transition zur Elektromobilität rücken die Energiespeicherung weltweit in den Fokus von Industrie, Politik und Gesellschaft. In den nächsten Jahren wird die Nachfrage nach dezentralen Energiespeichern global explosionsartig ansteigen. Entsprechend wächst auch die Nachfrage nach den dafür benötigten Rohstoffen.

Alessandra Hool ist Geschäftsführerin der ESM Foundation, einer Schweizer Stiftung für seltene und kritische Metalle.

Die Stiftung setzt sich für einen nachhaltigeren Umgang mit diesen Rohstoffen ein. Sie vernetzt und unterstützt Akteur:innen aus Politik, Industrie und Forschung bei der Identifizierung und Entscheidungsfindung zu Risiken in der Rohstofflieferkette und koordiniert verschiedene nationale, europäische und internationale Initiativen zu kritischen Rohstoffen.

Viktor Hangartner arbeitet als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im BFH-Zentrum Energiespeicherung. Mit der Leitung des Management Office für das CircuBAT Forschungsprojekt setzt er sich für eine Kreislaufwirtschaft für Li-Ionen-Batterien in der Schweiz ein.

Bidirektionales Laden. Kann die Elektromobilität das Stromsystem unterstützen?

November 2023

E-Fahrzeuge können einen erheblichen Beitrag für die Dekarbonisierung und eine zuverlässige Stromversorgung leisten.

Dr. Marius Schwarz ist Forscher am Energy Science Center der ETH Zürich. In dieser Tätigkeit konzentriert er sich vor allem auf die Rolle der öffentlichen Politik bei der Transformation von Energiesystemen zur Erreichung von Klima- und Energiezielen. Zuvor schloss er seine Promotion unter der Leitung von Prof. Volker Hoffmann in der Gruppe für Nachhaltigkeit und Technologie ab.

Dr. Severin Nowak ist Dozent für elektrische Energiesysteme an der Hochschule Luzern, Technik & Architektur. In dieser Rolle innerhalb des Kompetenzzentrums «Digital Energy and Electric Power» bearbeitet und leitet er angewandte Forschungsprojekte im Bereich der Digitalisierung der Stromnetze, der Netzintegration von erneuerbaren Energiequellen und Elektromobilität sowie der Optimierung des Verteilnetzbetriebs und unterrichtet in diesem Bereich. Severin Nowak hat an der University of British Columbia, Kelowna, BC, Kanada, in Elektrotechnik mit Schwerpunkt auf elektrischen Energiesystemen promoviert.

FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

[Hier geht's zum Kompendium 2023]

aeesuisse

Mit elektrischen und thermischen Speichern zur Versorgungssicherheit

Thomas Nordmann | FESS/Sprecher der Wirtschaft I TNC Consulting AG

TNC seit 1985

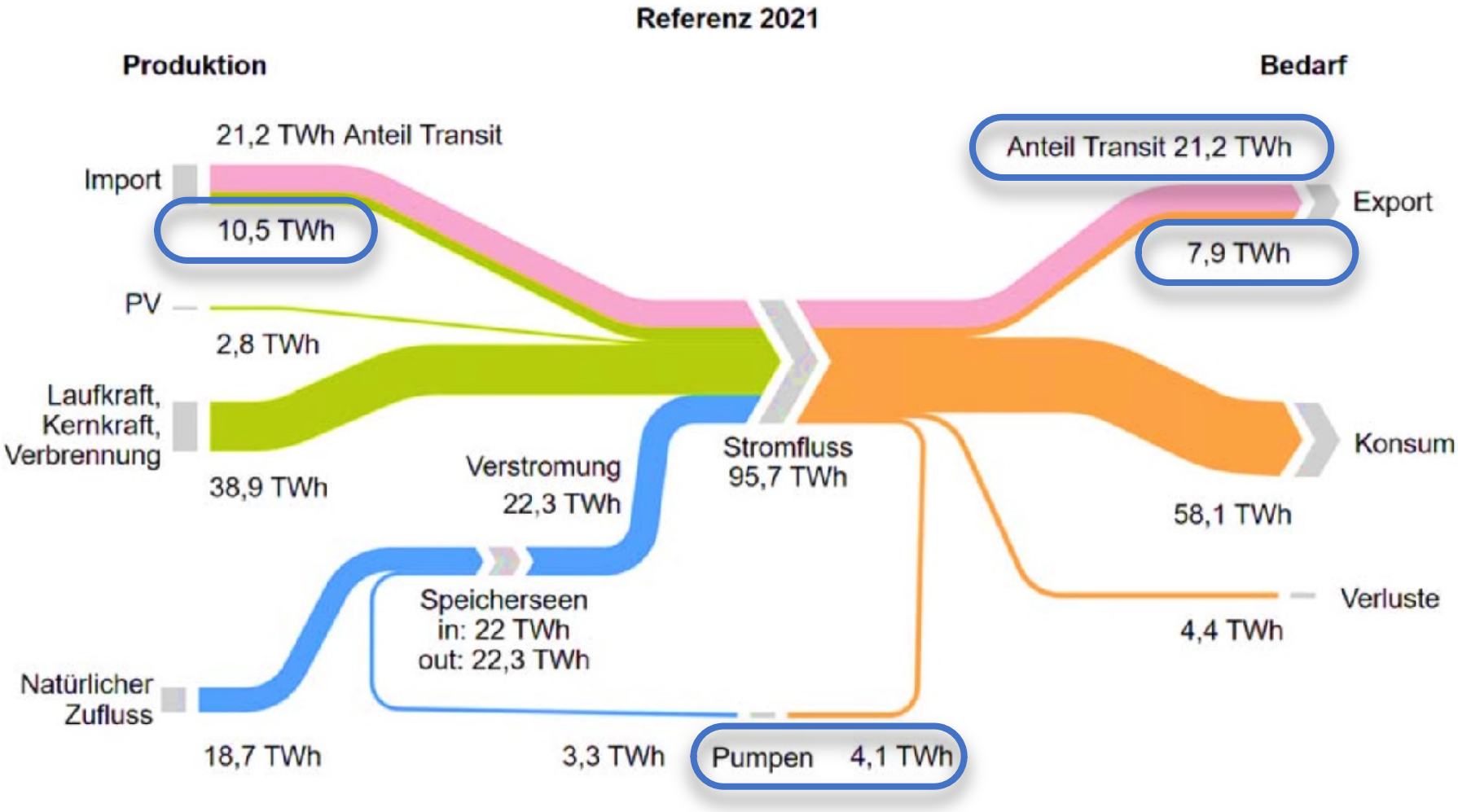
Schlagworte in Medien, Politik und am Stammtisch:

- **Versorgungssicherheit • Strommangellage ➜ Kerzen zur Sicherheit!**
- **Energiepreis Explosion!**
- **Entkarbonisierung der Mobilität!**
- **Netto Null ➜ Verbot von Oel- und Gasheizungen?**
- **Obligatorische PV Module auf Neubauten und Parkplätzen?**
- **Alpiner Solar Express**
- **Mantelerlass!**
- **Power to X?**
- **Wasserstoff als Energiequelle?**
- **Lösungs Offenheit?**
- **…**

Schweizer Strom Import & Export 2021

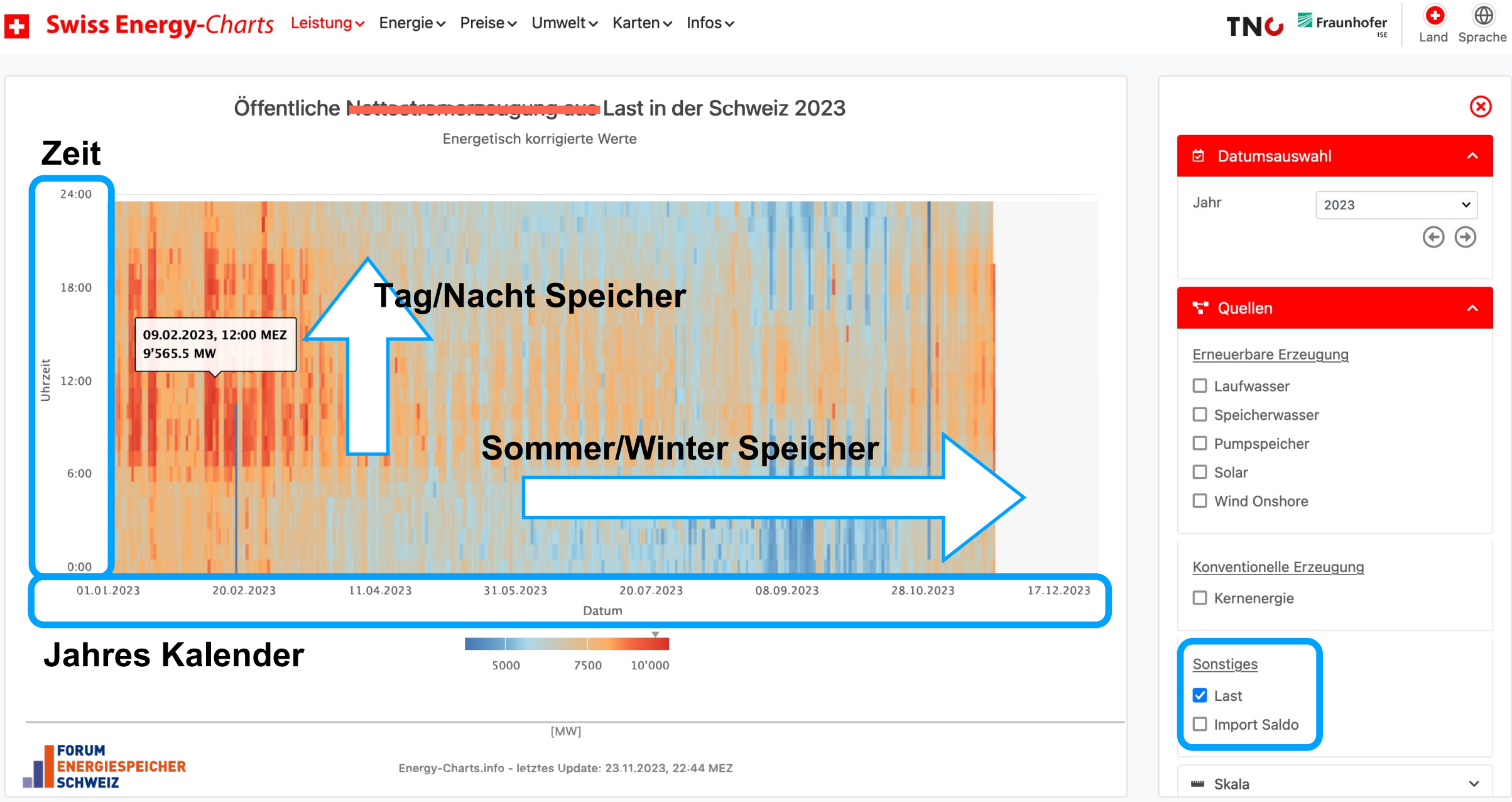
TNC seit 1985

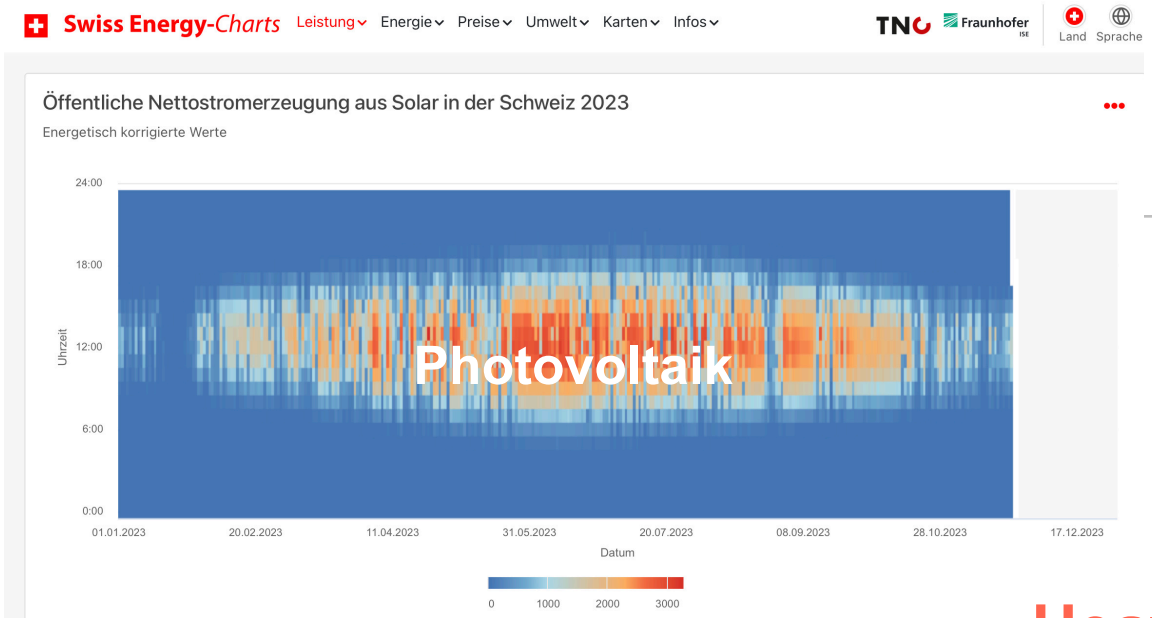
1. Netto Import 10.5 TWh
2. Netto Export -7.9 TWh
3. Export Saldo - 2.6 TWH
4. Speicherpumpen 4.1 TWh

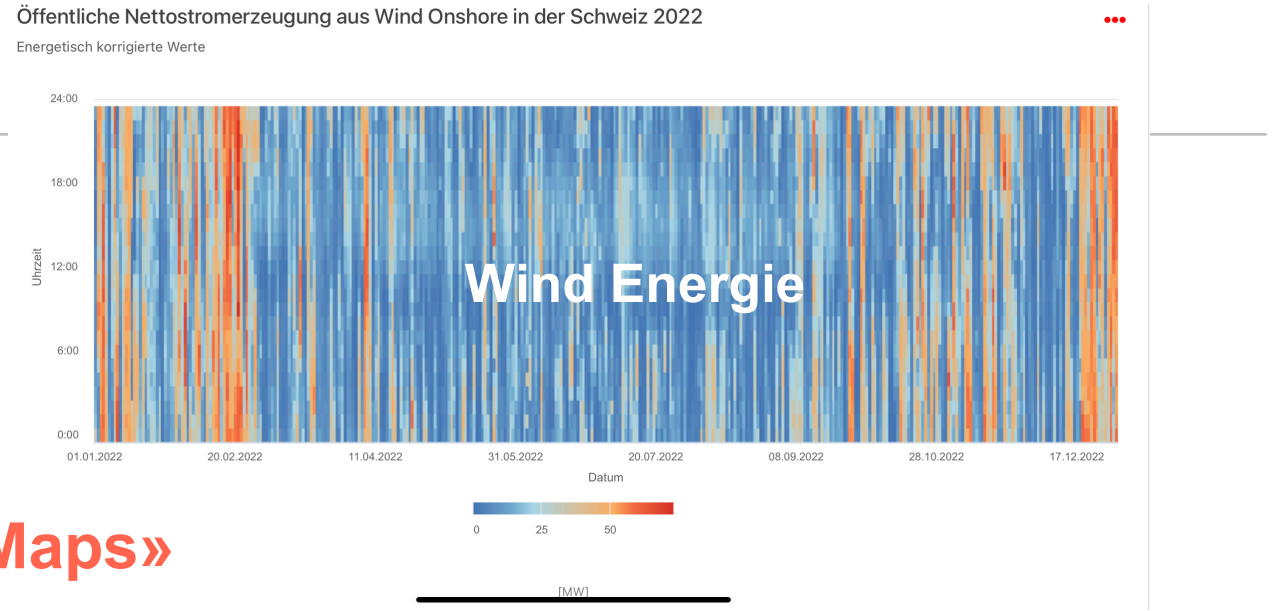


Quelle: Switcher Axpo/Grossen

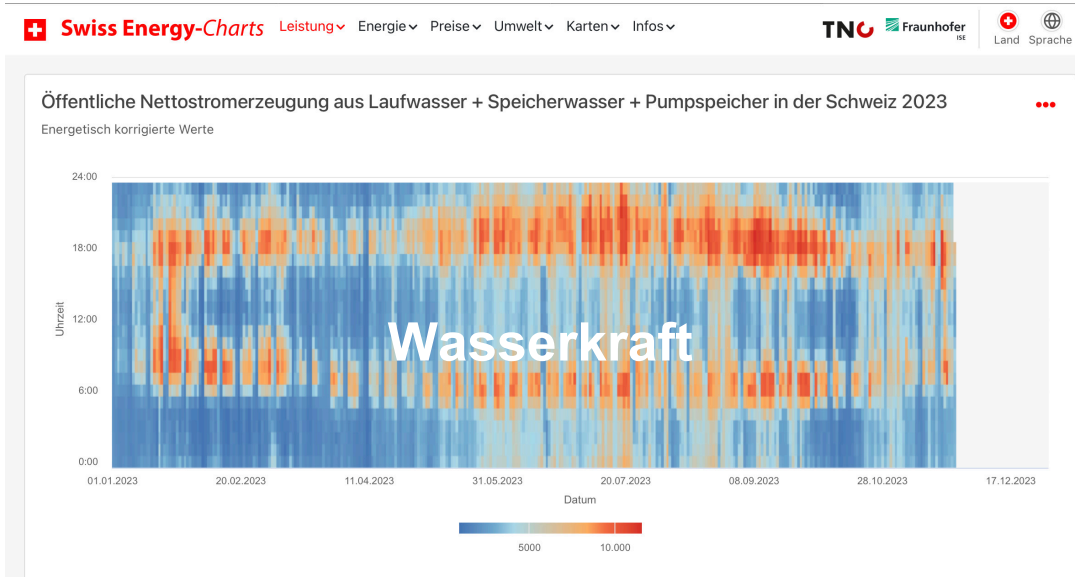
Überflug mit «Heat Maps»: Was bedeutet Versorgungssicherheit?

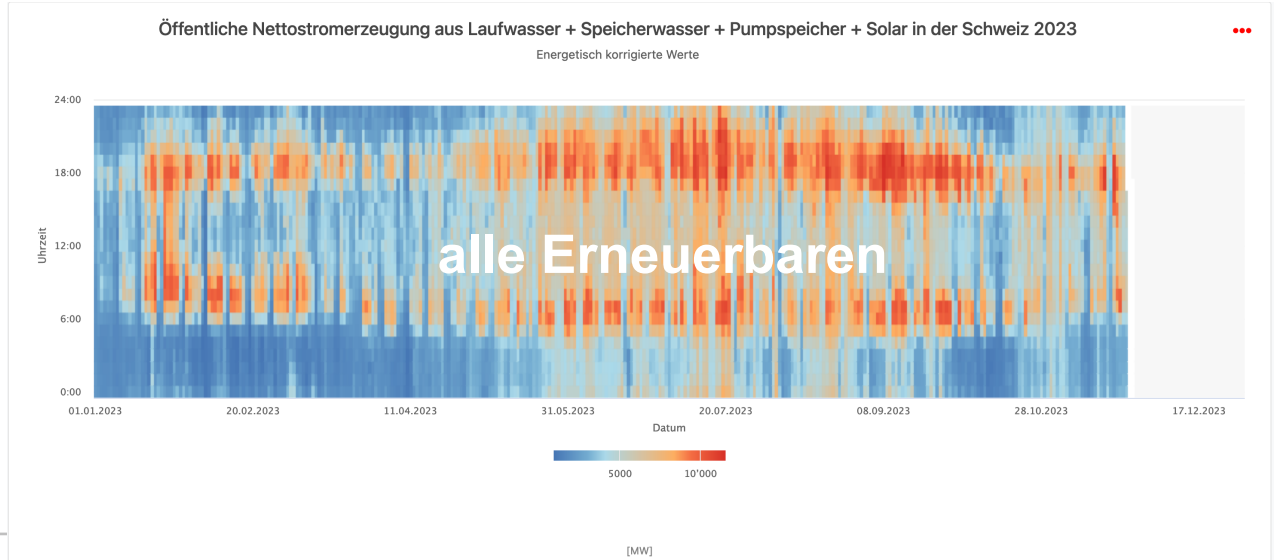






«Heat Maps»

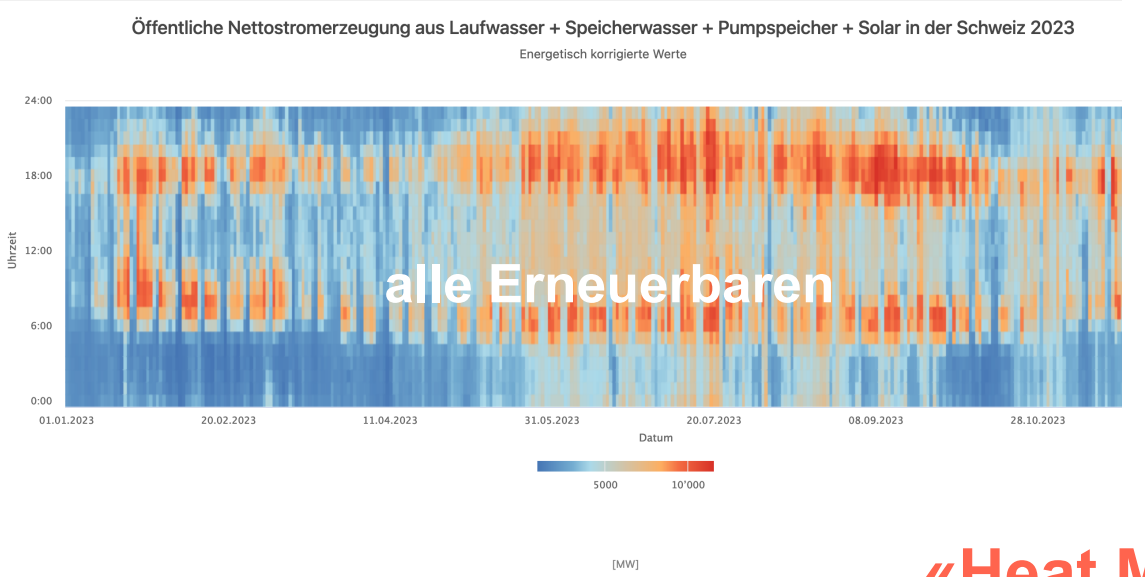


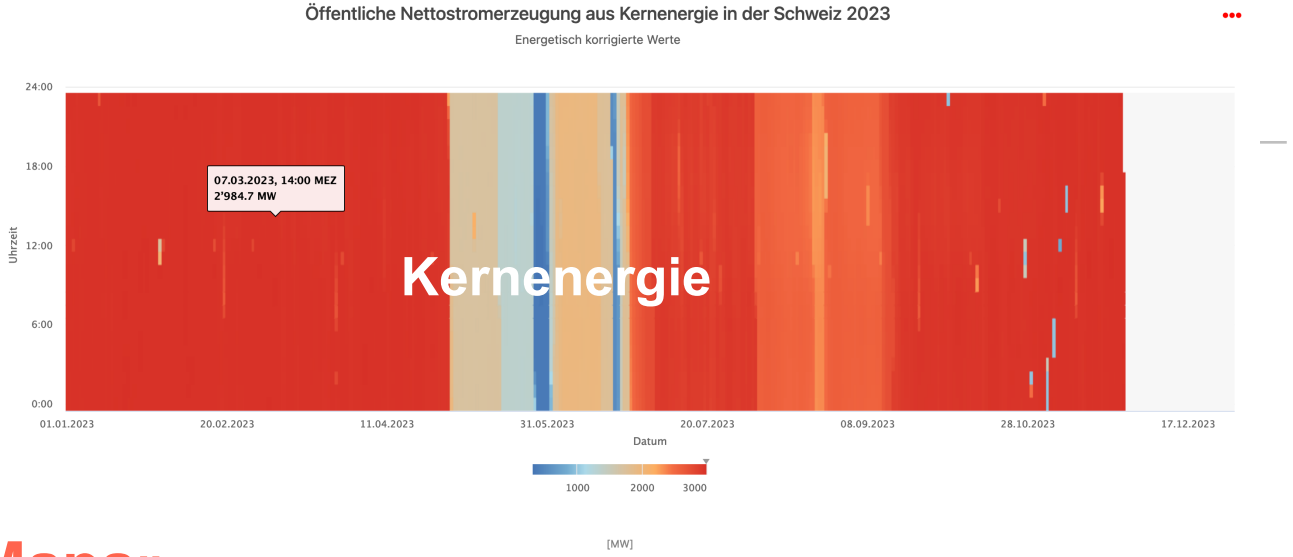


FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

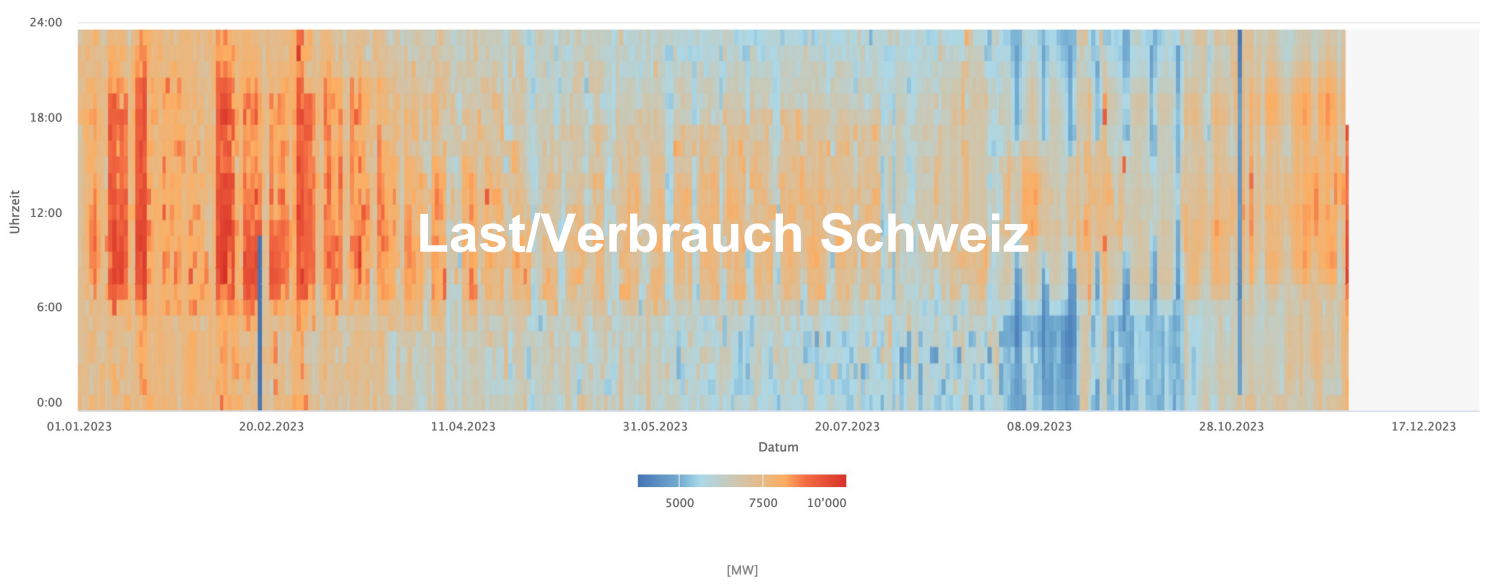
[Hier geht's zu den Swiss Energy-Charts]

aeesuisse





«Heat Maps»



FORUM ENERGIESPEICHER SCHWEIZ

[Hier geht's zu den Swiss Energy-Charts]

aeesuisse

Mit elektrischen und thermischen Speichern zur Versorgungssicherheit

Energiewende im Stresstest!

TNC seit 1985

Thomas Nordmann | FESS/Sprecher der Wirtschaft I TNC Consulting AG

Energiewende im Stresstest

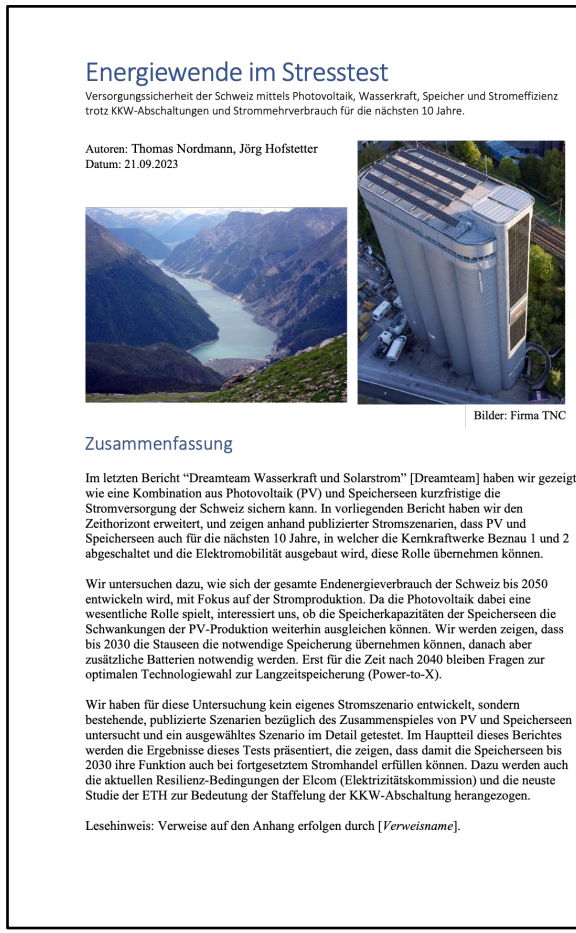
November 2023

Bis 2030 werden die Stauseen die Schwankungen der PV-Produktion ausgleichen können, danach könnten zusätzliche Speicherkapazitäten, auch für die Langzeitspeicherung, erforderlich sein. Eine Roadmap mit Rahmenbedingungen für einen gestaffelten Speicherausbau ist der richtige Weg.[1]

Thomas Nordmann beschäftigt sich als einer der Schweizer Solarpioniere seit 1974 mit der konsequenten Nutzung der Sonnenenergie und der rationellen Energienutzung. 1985 gründete er die TNC Consulting AG. Seit 2010 ist die TNC Consulting AG zusammen mit der Tochterfirma Effienergie AG mit dem Vollzug des nationalen Gebäudeprogrammes für 13 Kantone und 5 ProKW Stromeffizienz-Programmen befasst. Er ist dreifacher Gewinner des Schweizer Solarpreises und Träger des Europäischen Solarpreises 1997. Thomas Nordmann ist Sprecher der Wirtschaft des Forums Energiespeicher Schweiz und dessen Vertreter im Vorstand der aeesuisse.

Jörg Hofstetter war nach der Ausbildung zum Elektroingenieur und mehrjähriger Industrieerfahrung fast 20 Jahre als Dozent und Forscher an der Hochschule Luzern im Bereich Informatik tätig, Schwerpunkt Software Engineering. Seit seiner Pensionierung setzt er sich verstärkt mit Datenanalyse und Modellierung im Themenbereich «CO_2 Netto Null» auseinander. Er ist Herausgeber der Webseite co2nettonull.com, einem jährlich aufdatierten CO_2-Monitoring der Schweiz.

6



Energiewende im Stresstest

Versorgungssicherheit der Schweiz mittels Photovoltaik, Wasserkraft, Speicher und Stromeffizienz trotz KKW-Abschaltungen und Strommehrverbrauch für die nächsten 10 Jahre.

Autoren: Thomas Nordmann, Jörg Hofstetter
Datum: 21.09.2023

Bilder: Firma TNC

Zusammenfassung

Im letzten Bericht "Dreamteam Wasserkraft und Solarstrom" [Dreamteam] haben wir gezeigt, wie eine Kombination aus Photovoltaik (PV) und Speicherseen kurzfristige die Stromversorgung der Schweiz sichern kann. In vorliegenden Bericht haben wir den Zeithorizont erweitert, und zeigen anhand publizierter Stromszenarien, dass PV und Speicherseen auch für die nächsten 10 Jahre, in welcher die Kernkraftwerke Beznau 1 und 2 abgeschaltet und die Elektromobilität ausgebaut wird, diese Rolle übernehmen können.

Wir untersuchen dazu, wie sich der gesamte Endenergieverbrauch der Schweiz bis 2050 entwickeln wird, mit Fokus auf der Stromproduktion. Da die Photovoltaik dabei eine wesentliche Rolle spielt, interessiert uns, ob die Speicherkapazitäten der Speicherseen die Schwankungen der PV-Produktion weiterhin ausgleichen können. Wir werden zeigen, dass bis 2030 die Stauseen die notwendige Speicherung übernehmen können, danach aber zusätzliche Batterien notwendig werden. Erst für die Zeit nach 2040 bleiben Fragen zur optimalen Technologiewahl zur Langzeitspeicherung (Power-to-X).

Wir haben für diese Untersuchung kein eigenes Stromszenario entwickelt, sondern bestehende, publizierte Szenarien bezüglich des Zusammenspieles von PV und Speicherseen untersucht und ein ausgewähltes Szenario im Detail getestet. Im Hauptteil dieses Berichtes werden die Ergebnisse dieses Tests präsentiert, die zeigen, dass damit die Speicherseen bis 2030 ihre Funktion auch bei fortgesetztem Stromhandel erfüllen können. Dazu werden auch die aktuellen Resilienz-Bedingungen der Elcom (Elektrizitätskommission) und die neuste Studie der ETH zur Bedeutung der Staffelung der KKW-Abschaltung herangezogen.

Lesehinweis: Verweise auf den Anhang erfolgen durch [*Verweisname*].

1