

Herzlich Willkommen! Energieversorgung in der Zukunft.

03.10.2023 | Raiffeisenbank Korneuburg

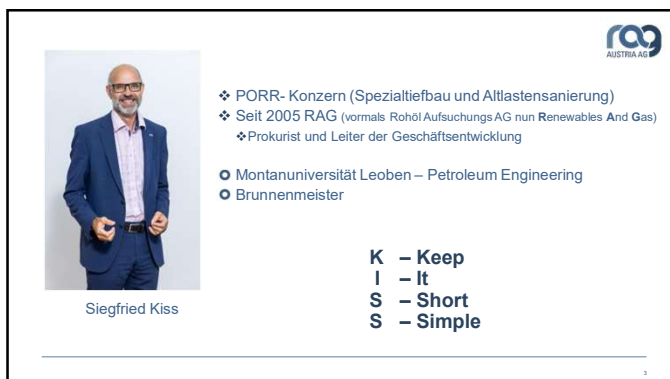
forum.



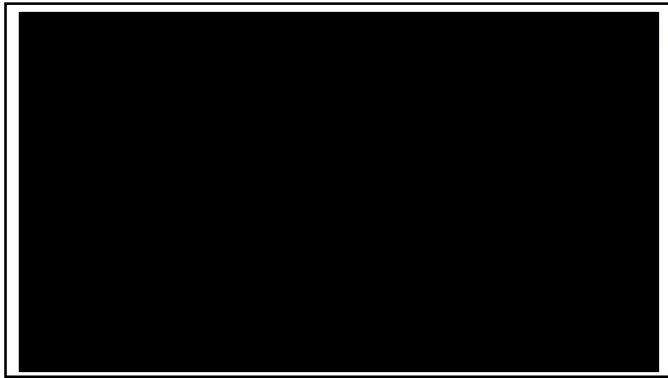
1



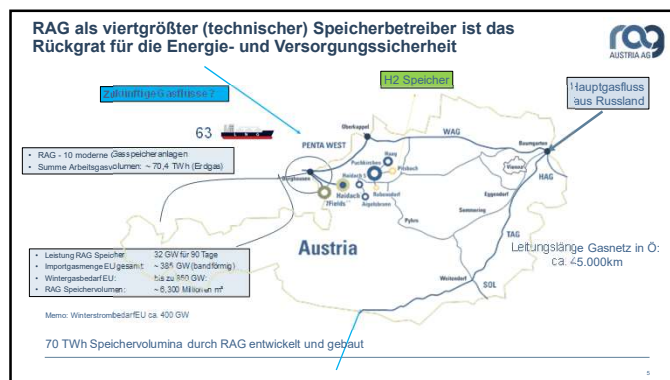
2



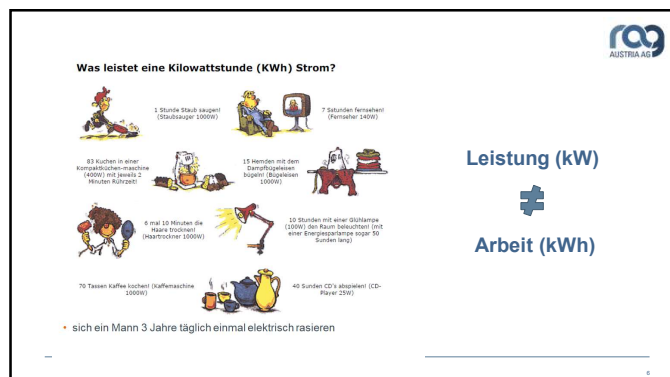
3



4



5



6

1 kWh (Kilowattstunde) = 860 kcal = 3.600 KiloJoule ~100g Fett



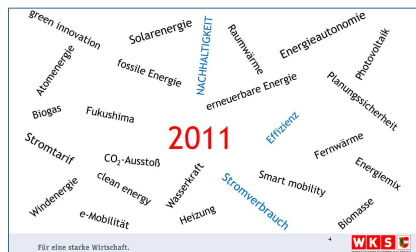
- 1 t Masse 367 m hoch heben, ziehen, pumpen,...
- 367 t Masse 1 m hoch heben, ...
- 9,5 l Wasser von 10°C zum Sieden erhitzen
- Eine ca. 30 l große Pressluftflasche mit Luft auf 200 Bar füllen
- 1 t Masse von 0 auf 85 m/s beschleunigen (= 305 km/h)

- Ca. 1 voll geladene große Batterie für Diesel-PKW (85 Ah)
- Ca. 0,1 l Benzin oder Diesel
- Ca. 0,25 kg Brennholz
- Ca. 0,13 kg Steinkohle
- Ca. 0,12 m³ Erdgas
- Ca. 0,28 m³ Wasserstoffgas
- 7,3 t Wasser in einem Stausee bei 50 m Höhenunterschied

1TWh = 1.000 GWh = 1.000.000 MWh = 1.000.000.000 kWh

7

Energie - Begriffe



- 2023
- +Versorgungssicherheit
 - +Gasspeicher
 - +Speicherstand
 - +LNG
 - +Wasserstoff
 - +Strombörse
 - +Merit Order Liste
 - +Elektrolyse
 - +...

8

Faktum (global)



Wir haben **kein!** Energieproblem, da die Sonne 11.000mal mehr Energie auf die Erde sendet als die Menschheit verbraucht (und gesendet hat)!!

⇒ Wir haben ein **Umwandlungs- und Verteilproblem**, dass wir in jeder Sekunde genausoviel Energie bereit haben wie wir gerade brauchen.

⇒ Wir haben ein **Preisproblem** – wir wollen billige Energie das ganze Jahr über

⇒ Wir haben ein **politisches Problem** - es gelingt weltweit nicht einen einheitlichen CO2 Preis für die Benutzung der Luft einzuführen

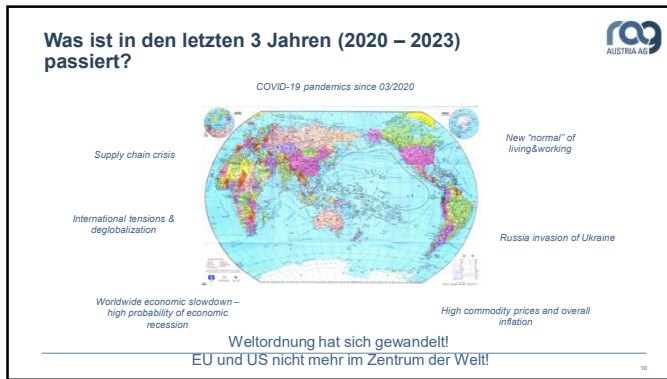
-Wir haben Kohle und Gas für mehr als **200 Jahre** gesichert – mehr Reserven als je zuvor seit man Kohle und Gas einsetzt

-Wir haben Öl und Radioaktives Material für >>50 Jahre gesichert- dies ist seit über 100 Jahren konstant der Fall

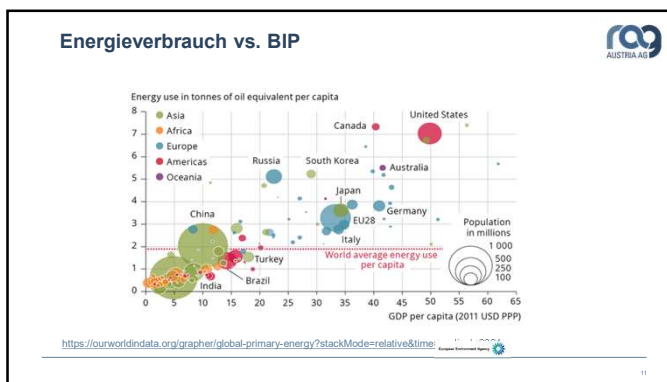
-Wir haben Technologien um einerseits CO2 nicht in die Atmosphäre zu entlassen und andererseits Technologien um CO2 aus der Atmosphäre zu holen

-Wir haben Speichertechnologien

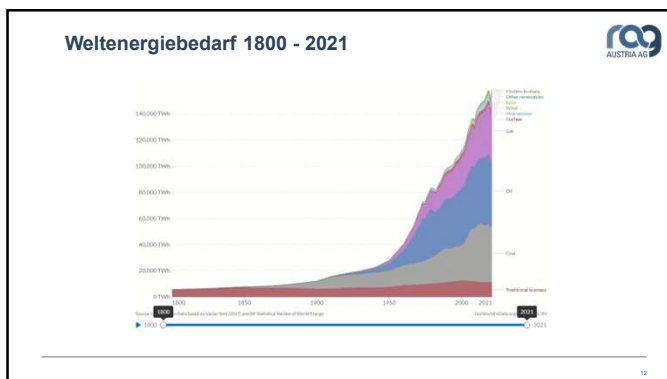
9



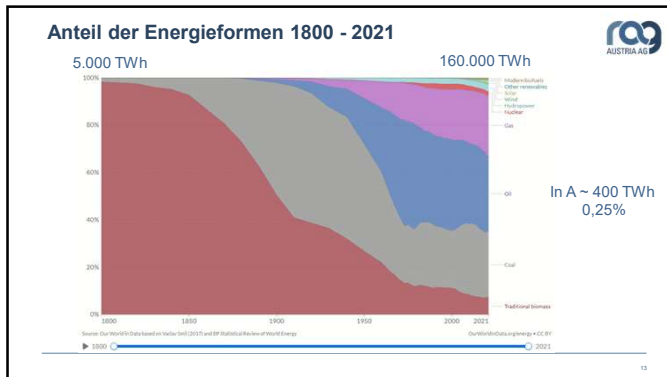
10



11



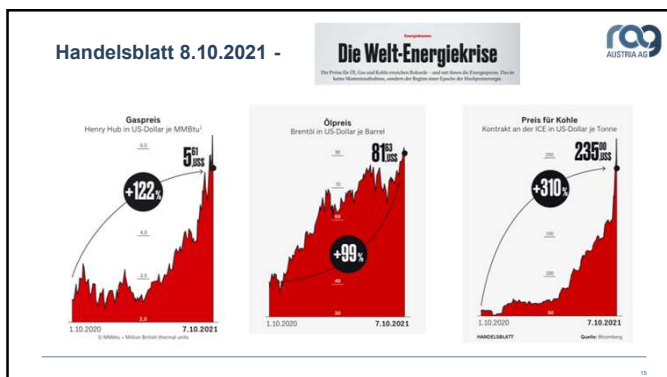
12



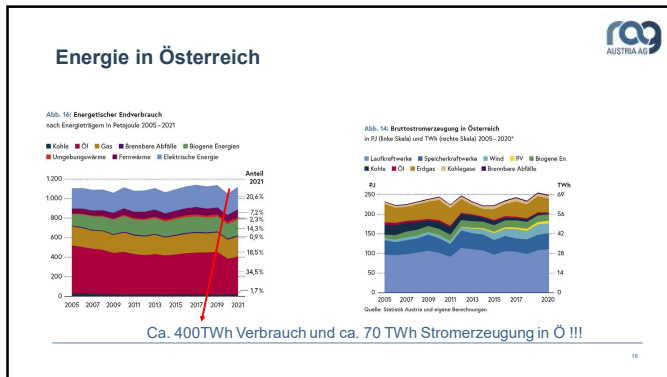
13



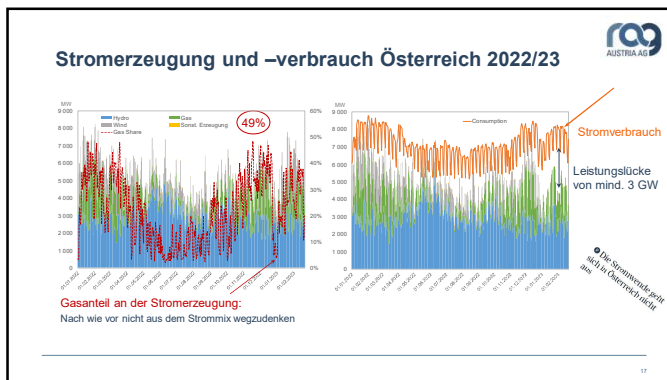
14



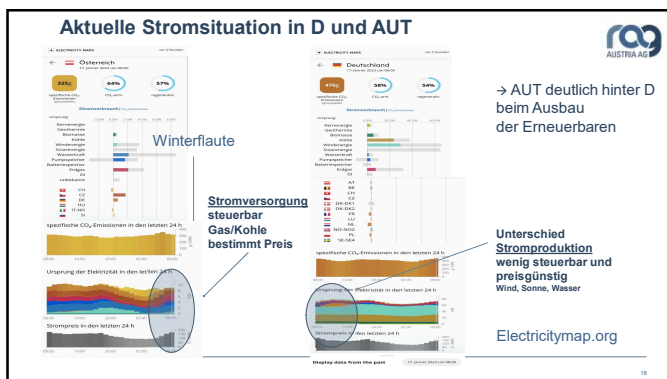
15



16



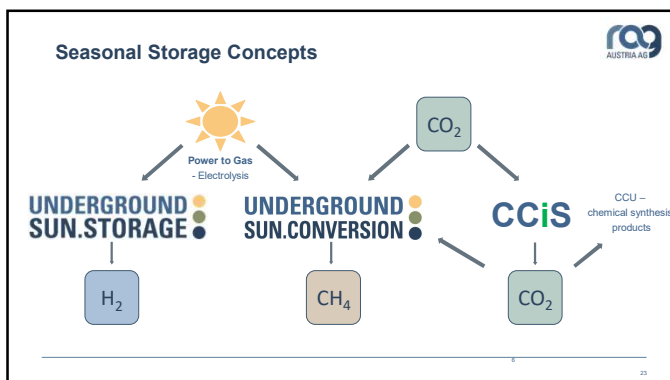
17



18



22



23

raa
AUSTRIA AG

RAG – Projekt Übersicht Wasserstoff & Co

Abb.	Full titel	timeframe
USS	Underground Sun Storage	07/2013 – 06/2017
USS2030	Underground Sun Storage 2030	03/2021 – 02/2025
USC	Underground Sun Conversion	03/2017 – 02/2021
USC-FlexStore	Underground Sun Conversion – Flexible Storage	12/2020 – 05/2023
C-CED	Carbon – Cycle Economy Demonstration	07/2021 – 06/2025
HyStorIES	Hydrogen Storage in European Subsurface	01/2021 – 12/2022
HyUsPre	Hydrogen Underground Storage in Porous Reservoirs	10/2021 – 01/2023
_SERVARE	Seasonal storage in an optimal regulatory framework by assessing various opportunities	10/2022 – 09/2023

24

24

[illegible]

25

Zielsetzung

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



- Saisonale Energiespeicherung
- Demonstration der technischen Machbarkeit
- Erfahrungen aus einem Demo-Projekt – Abgleich mit Labor-Ergebnissen
- Entwicklung und Demonstration von Aufreinigungstechnologien
- Nachweis des Speicherbedarfs durch Modellierung
- Betrachtung von Anwendungsfällen für verschiedene Zielmärkte – Entwicklung von Dienstleistungen



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground



**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

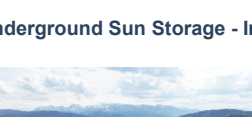

Energy storage in the ground


**UNDERGROUND
SUN STORAGE**

Energy storage in the ground

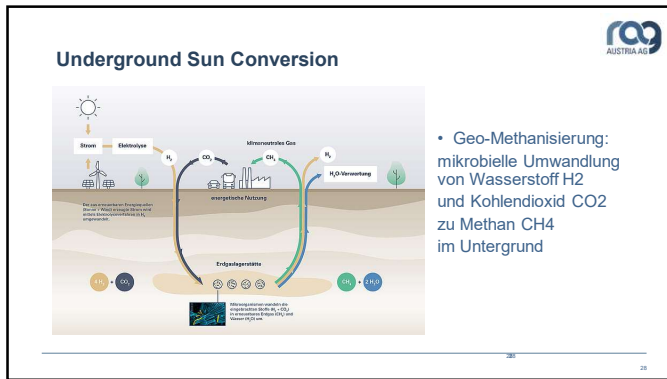
26

Underground Sun Storage - Impressions

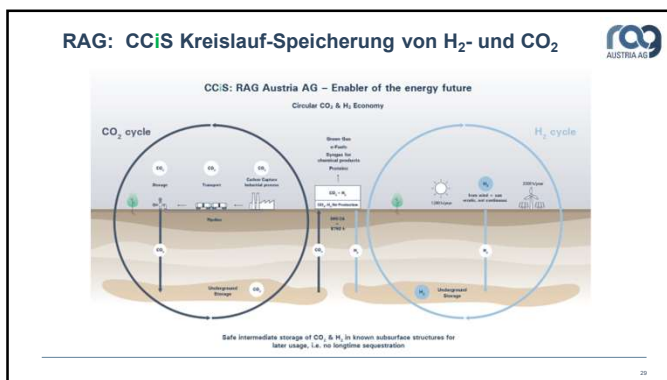





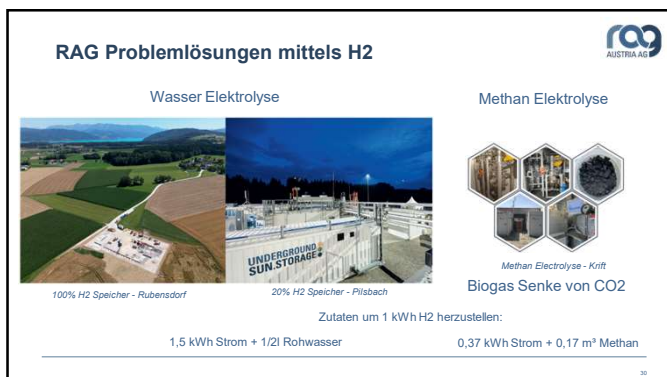
27



28



29



30

Methan Elektrolyse – Methan(CH₄)-Spaltung (erste Anlage bei RAG seit Sept.2023 in Testbetrieb)

Vergleich Strombedarf H₂ Erzeugung:
 Wasser-Elektrolyse vs. Methan-Elektrolyse
 50 kWh/kg H₂ vs. 12,5 kWh/kg H₂

H₂O-Spaltung: Hydro Elektro-Lyse
CH₄-Spaltung: Methan Elektro-Lyse

=>Hochreiner Kohlenstoff

- Hohes Potenzial für die Verwendung als **Bodenverbesserer in der Landwirtschaft**
- Testreihen inkl. Pflanz- und Feldversuch durch BOKU (und MUL) im Laufen (Ergebnisse vielversprechend)
- **Weitere Verwertungsrouten:**
 - In Baustoffen
 - Im Textilbereich
 - Spezialanwendungen
- MUL entwickelt weitere CH₄ Spaltungsmethoden

Vermeidet Lock in Effekte bei LNG/Erddgasdiversifizierung!

31

Gas- und Wasserstoffbedarf in Österreich

Gasbedarf in einem klimaneutralen Österreich

100% **biogener** Grünstrom 2030 27 TWh

Stromverbrauch 2019: 74 TWh
Gasverbrauch 2019: 89 TWh
Gasbedarf 2040: 138 TWh (inkl. gas)

Vergleich Strombedarf H₂ Erzeugung:
 Wasser-Elektrolyse vs. Methan-Elektrolyse
 50 kWh/kg H₂ vs. 12,5 kWh/kg H₂
 Grünstrom vs. Grünstrom

1kg H₂ = 33kWh HW

Akzeptanz von Erdgas als Rohstoff und Vorläufer von Wasserstoff

- Akzeptanz von Erdgas als Rohstoff und Vorläufer von Wasserstoff
- Alle Wasserstoffquellen zulassen
- Leistbarkeit im internationalen Wettbewerb

32

Methan Elektrolyse – Feldversuch in NÖ

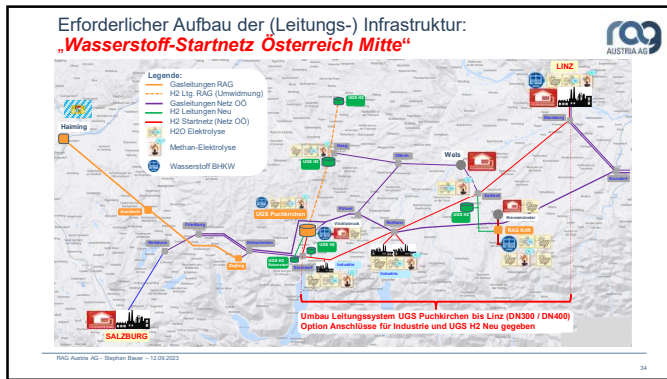
Einarbeitung am 13.4.2022

Erwartete Effekte:

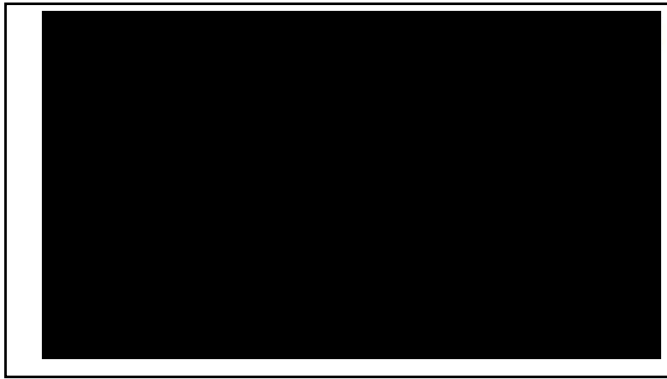
- Verbesserung der mechanischen, physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften
- Erhöhung der Wasserspeicherkapazität
- Verbesserung der Bodenstabilität
- Steigerung des Ernteertrages
- Bessere Nährstoffrückhaltung
- Höhere mikrobielle Aktivität

Ernte am 26.8.2022

33



34



35

TU WIEN IET INSTITUT FÜR ENERGietechnik UND THERMODYNAMIK
 Institute for Energy Systems and Thermodynamics

FH Salzburg

Impulsvortrag
 Die Energietransformation als Gamechanger

FH-Prof. DI DI(FH) Dr.rer.nat. Georg Chr. BRUNAUER
 Weinviertler Wirtschaftsforum
 03. Oktober 2023
 Kompetenzzentrum Raiffeisenbank Korneuburg

36

AUS DEM INHALT

1. Der **Status quo** in der **Energiewende**
2. Die **Transformation** des **Energiesystems**
3. **Aktuelle Forschungsprojekte** und Kooperationen
4. Ausblick

Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

37

38

38



FH-Prof. Univ. Lektor DI (FH) Dr. rer. nat. Georg Christoph Brunauer

Geschäftsführender Gesellschafter:
Wissenschaftliche und Technische Leitung
Themengebiete: Elektrotechnik,
Energieverfahrenstechnik,
Wasserstoff-Sicherheitstechnik,
Chemieingenieurwesen & Elektrochemie



Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Markus Haider

Gesellschafter, Forschungsbereich:
Thermodynamik und Wärmetechnik,
Themengebiete: Industrielle
Energiesysteme, Solartechnik,
Energiespeicherung & Energie-Effizienz,
CO₂-Capturing,
Simulation; Metallurgie-Anwendungen



Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Ponwieser

Gesellschafter, Forschungsbereich:
Thermodynamik regenerativer und
industrieller Energiesysteme,
Themengebiete: Konzentrierende
Solarsysteme, Photo-Elektrochemische
Erzeugung von Energieträgern; Simulation
von thermischen Netzen



Univ. Prof. Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jürgen Fleig

Gesellschafter, Forschungsbereich:
Festkörperionik, elektrochemischen
Reaktionen an Oxiden wie z.B.
Wasserspaltung,
Themengebiete: Ladungstransport
und Defektkinetik in komplexen
ionischen Materialien

39

I. DER STATUS QUO IN DER ENERGIEWENDE

Wie kommt es zum **Treibhauseffekt**? Wie groß ist das Potential erneuerbarer Energien?

40

STATUS QUO

Sind WIR noch zu retten?

1. Es wird immer
2. das Meereis ir
3. die Ozeane er

Begrenzung der Klimaerwärmung deutlich unter 2 °C



1000 Gigatonnen CO₂ der kumulativen CO₂-Emissionen verursachen einen Anstieg der globalen Oberflächentemperaturen um 0,27 bis 0,43 °C, im Mittel von 0,45 °C.

© ICCC, Wittenberg

Prof. Dr. U.

Quelle: BBC

41

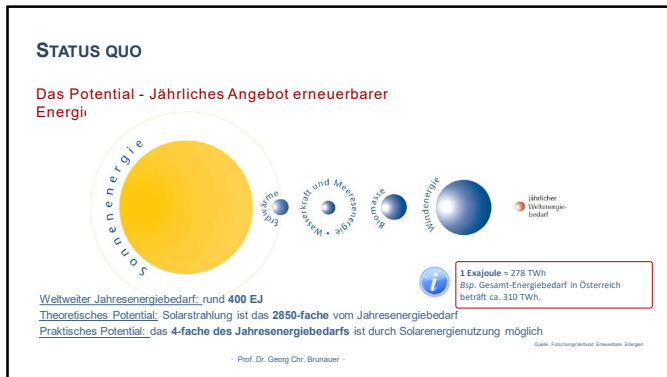
STATUS QUO

Gibt es einen Ausweg aus der globalen Klimakrise?

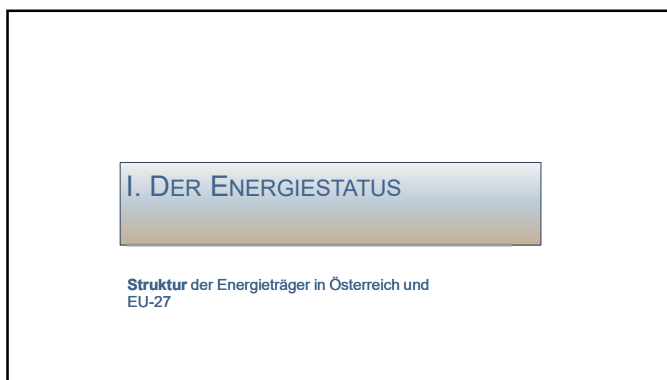


Prof. Dr. U.

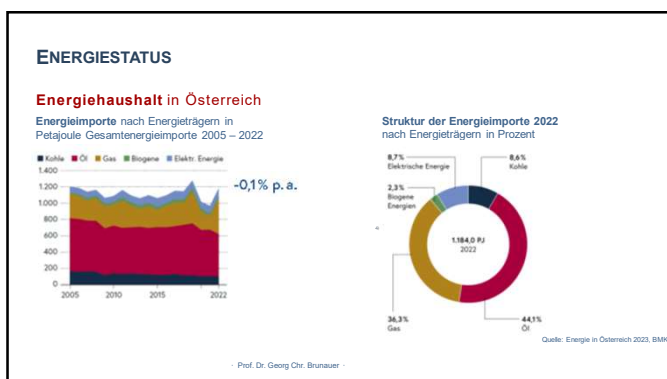
42



43



44

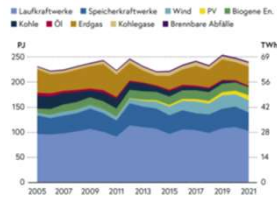


45

ENERGIESTATUS

Energiehaushalt in Österreich

Bruttostromerzeugung in Petajoule (PJ) und Terrawatt-Stunden (rechte Skala) 2005 – 2021



Struktur der Bruttostromerzeugung 2021

In Prozent	In PJ
42,6%	Laufkraftwerke 102,7
15,3%	Speicherkraftwerke 36,8
10,1%	Wind 24,3
4,2%	Photovoltaik 10,0
6,7%	Biogene Energien 16,1
0,2%	Kohle 0,5
1,1%	Öl 2,6
15,9%	Naturgas 38,2
3,0%	Kohlegas 7,3
1,1%	Brennbare Abfälle 2,6
100%	Gesamt 241,1

+0,0% p. a.
Stromerzeugung 2005 – 2022

Quelle: Statistik Austria und
Energie in Österreich 2023, BMK

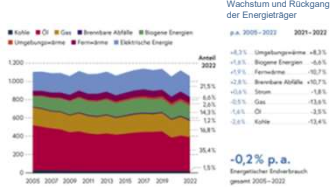
Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

46

ENERGIESTATUS

Energiehaushalt in Österreich und EU

Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern in Petajoule (PJ) 2005 – 2022

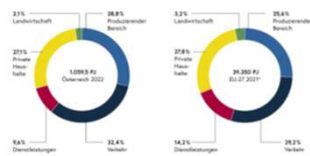


Wachstum und Rückgang der Energieträger

p. a. 2005-2022	2021-2022
+0,3%	Umwandlungssektoren +0,3%
+0,3%	Biogene Energien +0,3%
+0,3%	Fernwärme +0,3%
+0,3%	Brennbare Abfälle +0,3%
+0,3%	Strom +0,3%
+0,3%	Gas +0,3%
+0,3%	Öl +0,3%
+0,3%	Kohle +0,3%

-0,2% p. a.
Energetischer Endverbrauch
gesamt 2005 – 2022

Struktur des energetischen Endverbrauchs in Österreich und EU-27 nach wirtschaftlichen Sektoren in Prozent



Quelle: Energie in Österreich 2023, BMK

Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

47

II. ENERGIEWENDE UND TRANSFORMATION

Die **Energiewende** – Wohin?



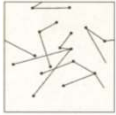
48

ENERGIEWENDE & TRANSFORMATION

Was soll bewirkt werden?

Beispiel für die Umwandlung von herkömmlicher Systemstruktur zu neuer Systemstruktur

Unvernetztes System
→ System ist nicht stabil



Quelle: Vester, Frederic (2019)

System mit wachsender Vernetzung
→ Stabilität nimmt zu



System zerfällt
mit steigender
Komplexität

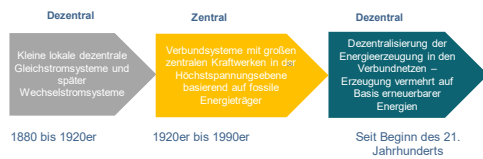


→ hoher Vernetzungsgrad

49

ENERGIEWENDE & TRANSFORMATION

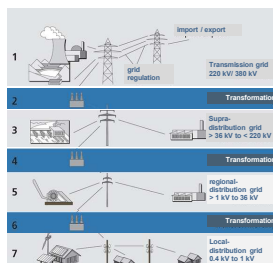
Entwicklung der Stromnetze



50

ENERGIEWENDE & TRANSFORMATION

Stabiles Netz – Die 7 Netzebenen



03.10.2023

Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

51

- Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer -

53

- Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer -

54

- Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer -

III. ÖKONOMISCHES POTENTIAL

Gibt es **wirtschaftliche Vorteile** in Bezug auf die Nutzung erneuerbarer Energien?

55



56

ÖKONOMISCHES POTENTIAL

Dezentralisierung –
Rendite von erneuerbaren Energien ...



Bank 1% p.a.



Anlagen 20% p.a.



Krypto Mining 10% p.m.

03.10.2023

Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

57

ÖKONOMISCHES POTENTIAL EEG

Stabiles Netz –
*Von der Energiegemeinschaft zum (lokalen)
 Energieversorger...*

- Lokale EEG: 57 % Reduktion auf Netznutzungsentgelte in Netzebene 6 u. 7
- Regionale EEG: 28 % Reduktion auf Netznutzungsentgelte in Netzebene 6 u. 7
- Regionale EEG: 64 % Reduktion auf Netznutzungsentgelte in Netzebene 4 u. 5

Quelle: Salzburg Netz GmbH, 2023a

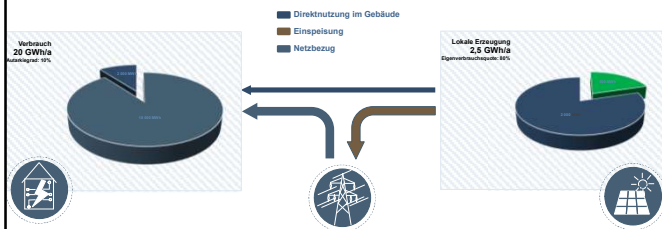
03.10.2023

Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

58

ÖKONOMISCHES POTENTIAL

Dezentralisierung – der Status quo



59

ÖKONOMISCHES POTENTIAL

Dezentralisierung – Vorteile einer EEG



60

IV. GAME CHANGER WASSERSTOFF

Aktuelle **Forschungsprojekte** und **Kooperationen**

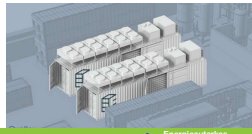
61

H2-PILOTANLAGEN-/PROJEKTE

Was existiert
bereits am Markt?
Industrie:



Quelle: H-Tec



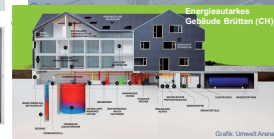
Energieeffizientes
Gebäude Brülten (CH)

Stand-
alone:



Quelle: hps

Quelle: SFC



Grafik: Umwelt Austria

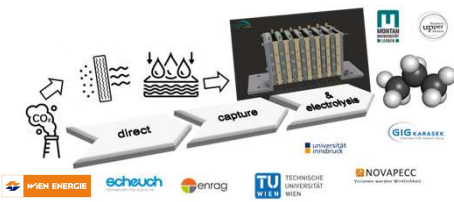
Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

62

H2-PILOTANLAGEN-/PROJEKTE

direct carbon capture and electrolysis
directCCE

Fördergeber:

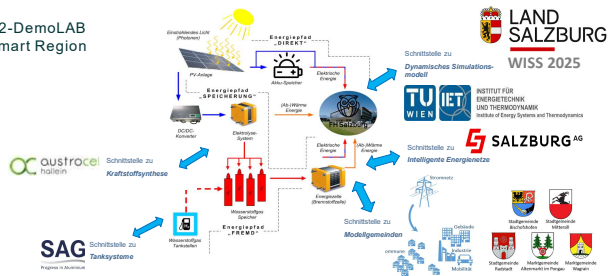


Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

63

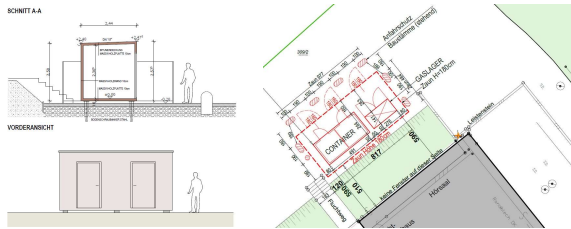
H2-PILOTANLAGEN-/PROJEKTE

H2-DemoLAB
Smart Region



64

H2-PILOTANLAGEN-/PROJEKTE



65

UMSETZUNG IM EIGENEN BETRIEB

Schritte zur eigenen, zukunfts-fähigen Energieversorgung ...

1. Erhebung Ihrer **Energieströme**
2. Aufdecken Ihres **Energieeinsparpotentials**
 - Durchschnittliches Einsparpotential von 10-20% (Quelle: Austrian Energy Agency)
3. Erstellung eines angepassten **Energiedesigns**
 - Masterplan für die Umsetzung
 - Amortisationsrechnung und Break Even
 - AWS-Förderung: Aufbau eines Energie-Management-Systems (EnMS)
 - <https://www.aws.at/aws-energie-klima/>
4. Umsetzung Ihres **Energiesystems**:
 - energieautonome, wirtschaftliche Energielösung

66

LESSONS LEARNED



Fünf Aspekte zum Abschluss..

1. Eine **Dekarbonisierung** kann nur mit **Ausbau der erneuerbaren Energien** bei gleichzeitiger Erhöhung der Energieeffizienz gelingen.
2. Eine **Speicherung** von überschüssiger Energie ist Grundvoraussetzung zur **Stabilisierung** der (Energie-)Netze und zur **saisonunabhängigen Nutzung** ihrer Energie.
3. **Grüner Wasserstoff** gilt hier als „Game Changer“
4. **Energiegemeinschaften** tragen zum Ausbau der **erneuerbaren Energien** bei und erhöhen die **Wertschöpfung** gemeinsamer Anlagen.

Prof. Dr. Georg Chr. Brunauer

67

LEITUNGSTEAM

FH-Prof. DI DI (FH)
Dr.rer.nat. Georg Chr. BRUNAUER
 Gründer und Geschäftsführer
 Technische Leitung / F&E
 Fachbereich Green Engineering
 Mobil: +43 664 91 30 129
 Email: g.brunauer@novapec.com

Harald RETTENEGGER
 Klimarat
 Operative Leitung & Projektmanagement
 Fachbereich Green Energy Systems
 Mobil: +43 664 21 13 050
 Email: harald.rettenegger@novapec.com

Dr.rer.soc.oec. Maria-Christina BRUNAUER
 Administrative Leitung
 Fachbereich nachhaltiges Wirtschaftsmanagement / lebensfähige Systeme
 Mobil: +43 664 18 24 908
 Email: mc.brunauer@novapec.com



NOVAPECC
 The Nature of Hydrogen.

NOVAPECC GmbH
 Hildebrandgasse 28
 1180 Vienna, Austria

Tel.: +43 (1) 58801 - 302 332
 Fax: +43 (1) 58801 - 302 399
 www.novapec.com

VAT-ID: ATU67327804
 Register No.: FN 382317g
 Commercial Court: Vienna

68

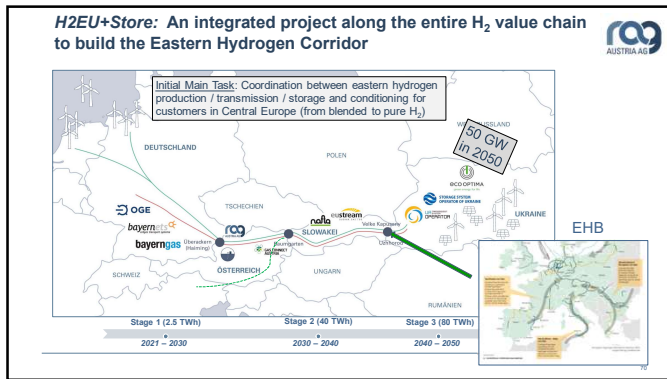
Leitsatz für Energie:

„Man muss rechtzeitig drauf schauen , dass mans hat, wenn mans braucht“

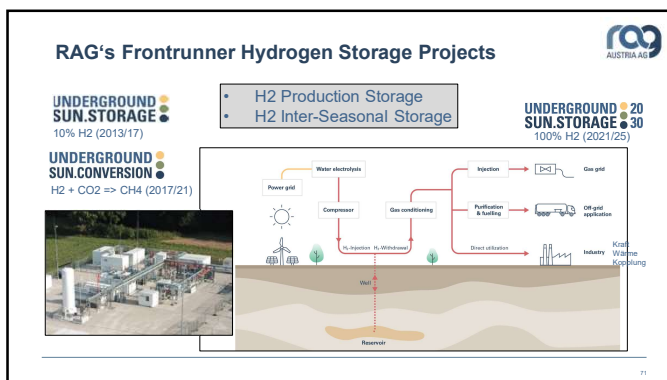
FROGEN?
 AUSTRIA AG

und
 Diskussion

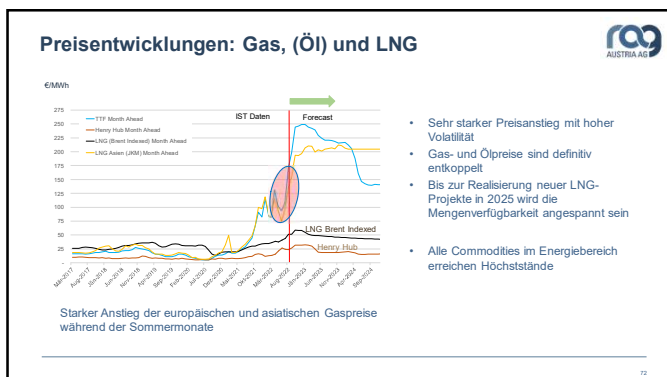
69



70



71



72



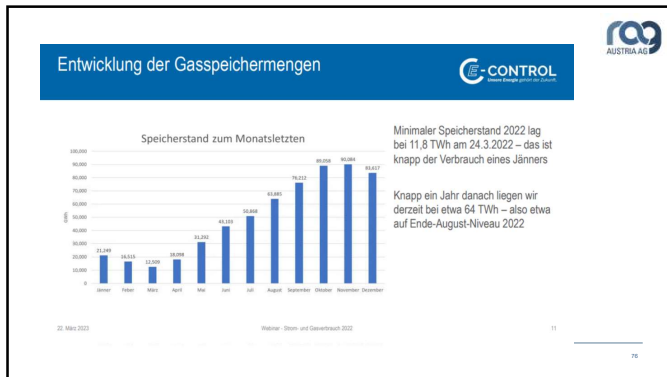
73



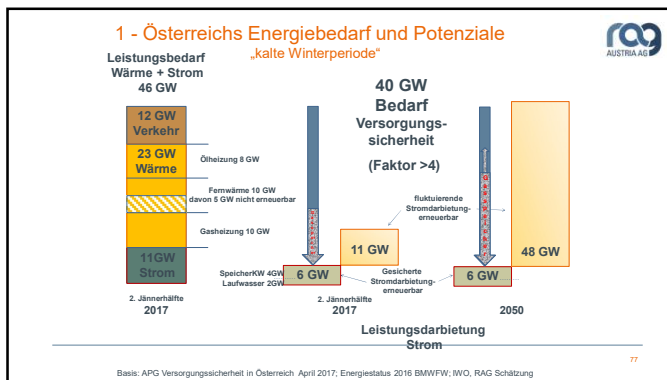
74



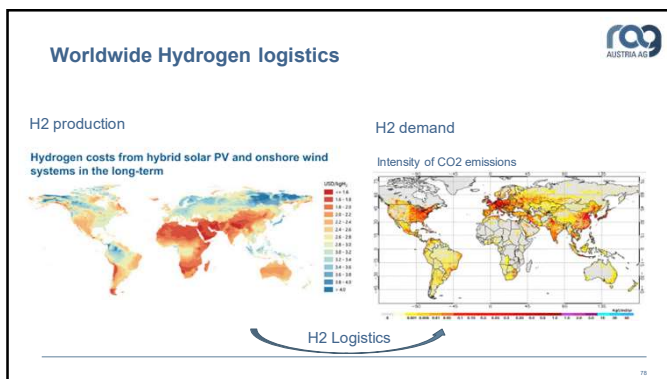
75



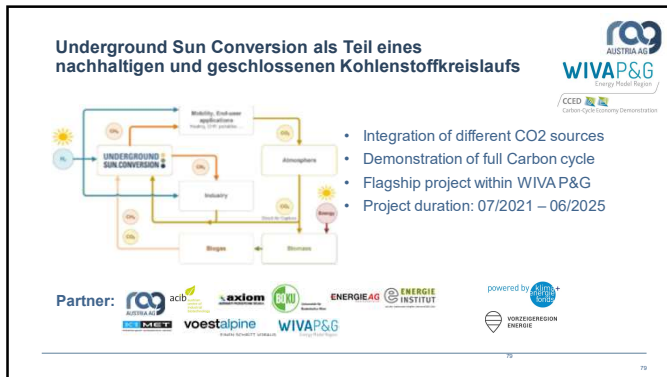
76



77



78



79



80



81

[illegible]
