



(ERST)UNTERSUCHUNG VON ERFORDERNISSEN & AUSWIRKUNGEN EINER ERNEUERBAREN STROMVERSORGUNG IN ÖSTERREICH BIS 2030

Gustav Resch¹, Lukas Liebmann¹, Jasper Geipel¹, Franziska Schöniger¹,
Demet Suna², Gerhard Totschnig²

¹TU Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe, Energy Economics Group

²AIT – Austrian Institute of Technology, Center for Energy, Electric Energy Systems

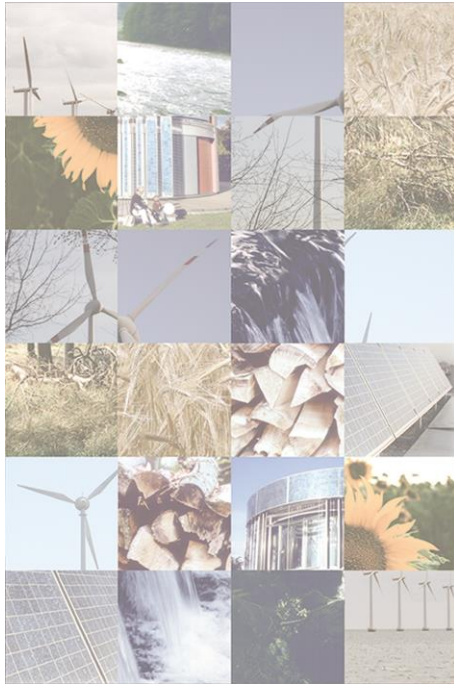
Email: resch@eeg.tuwien.ac.at

Web: <http://eeg.tuwien.ac.at>

Auszüge aus laufenden & abgeschlossenen Studien
z.B. Mission-Impact, Mission-Flex, AURES II

Mission-Impact

Eine im Jahr 2018 durchgeführte
Studie der TU Wien, im Auftrag
von Oesterreichs Energie



Inhalt

- ◀ **Hintergrund:** #mission2030 Ziel für Erneuerbare Energien (EE) in Österreich bis 2030
- ◀ **Blick auf finanzielle Anreize:**
 - ◀ Marktprämiensysteme & Auktionen als mögliches Förderinstrument – einige Anmerkungen
 - ◀ EE Investitionen und Förderbedarf zur Erreichung des EE-Ausbaus
- ◀ **Blick auf Versorgungssicherheit: Analyse des künftigen Flexibilitätsbedarfs**
- ◀ **Schlussfolgerungen**

Dieser Vortrag basiert auf Auszügen aus laufenden & abgeschlossenen Studien:



Eine laufendes H2020 Projekt, geleitet von Fraunhofer ISI, mit TU Wien als Projektpartner
Web: <http://aures2project.eu/>

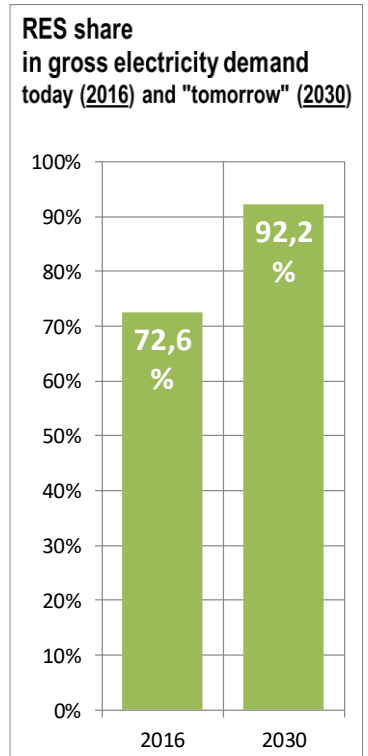
Mission-Flex
Eine in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführte Studie von AIT & TU Wien, im Auftrag von Oesterreichs Energie

Mission-Impact
Eine im Jahr 2018 durchgeführte Studie der TU Wien, im Auftrag von Oesterreichs Energie

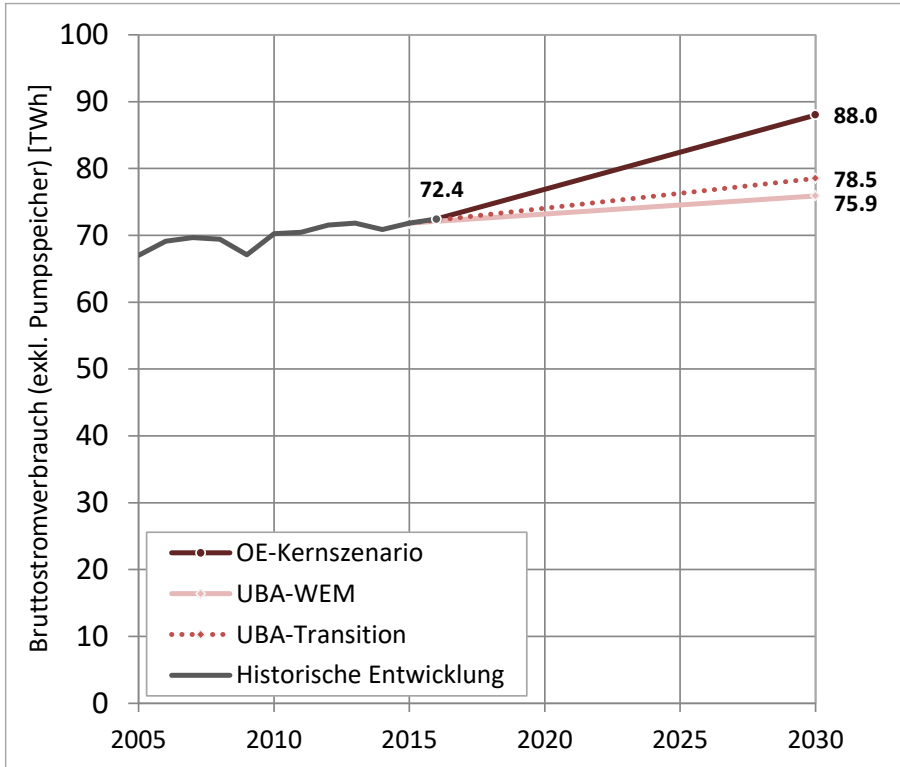
- ◀ Die österreichische Bundesregierung postulierte im Juni 2018 in der Endfassung der Klima- und Energiestrategie ein ambitioniertes Ziel hinsichtlich des heimischen Ausbaus erneuerbarer Energien (EE):

Man hat sich zum Ziel gesetzt, dass **bis zum Jahr 2030** Strom in dem Ausmaß erzeugt wird, sodass **der nationale Gesamtstromverbrauch (unter bestimmten Einschränkungen*) zu 100 % (national bilanziell) aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt** ist.

*Anmerkung: *Einige Einschränkungen – wie nachfolgend erläutert – wurden getroffen, die den realen EE-Anteil auf ca. 91% bis 92% (gemessen am Gesamtstromverbrauch, bruttobilanziert) reduzieren.*



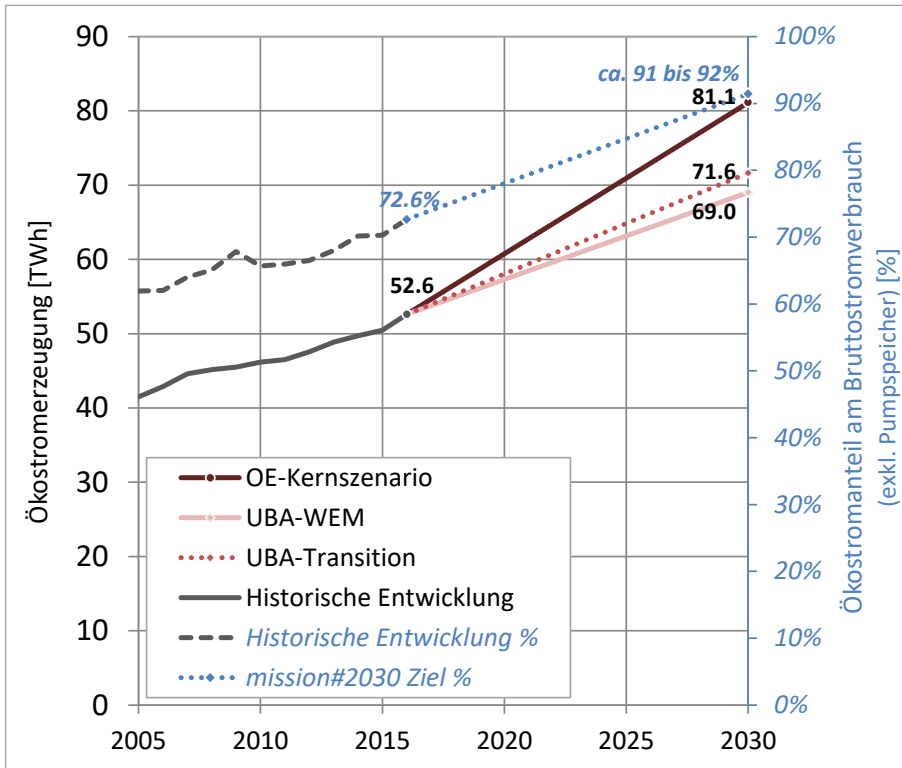
→ Zielkonforme EE-Erzeugung gemäß #mission2030



Schritt 1: Entwicklung der Stromnachfrage bis 2030

- Entwicklung der **Stromnachfrage** als **zentraler Parameter** für EE-Ambition
- Die aktuell errechneten **88 TWh Bruttostrombedarf exkl. Pumpstrom**(erzeugung) liegen um rund 12 bis 16 % höher als vormals (2017) veröffentlichte UBA-Szenarien (WEM und Transition, UBA, 2017).
- **88 TWh ...** entsprechen einem **mittleren jährlichen Nachfragewachstum von 1,4%** im Zeitraum 2016 bis 2020 und berücksichtigen aus Sicht von OE/AEA trotz zunehmender Energieeffizienz zu erwartende Anstiege im Verbrauch aufgrund der erwarteten positiven Wirtschaftsentwicklung sowie auch der zunehmenden Sektorkopplung.

→ Zielkonforme EE-Erzeugung gemäß #mission2030



Schritt 2: Berücksichtigung der Einschränkungen bei Zieldefinition „100% Erneuerbar“

- Es gilt, die **vordefinierten Einschränkungen** für das EE-Ziel einer bilanztechnischen EE-Vollversorgung zu berücksichtigen (d.h. Abzug Regel- und Ausgleichsenergie sowie Industrie-Eigenproduktion)
- Die Abschätzung erfolgte auf Basis der OE Kurzstudie „100% erneuerbarer Strom laut #mission2030“ (AEA, 2018)

Abzugsposten:

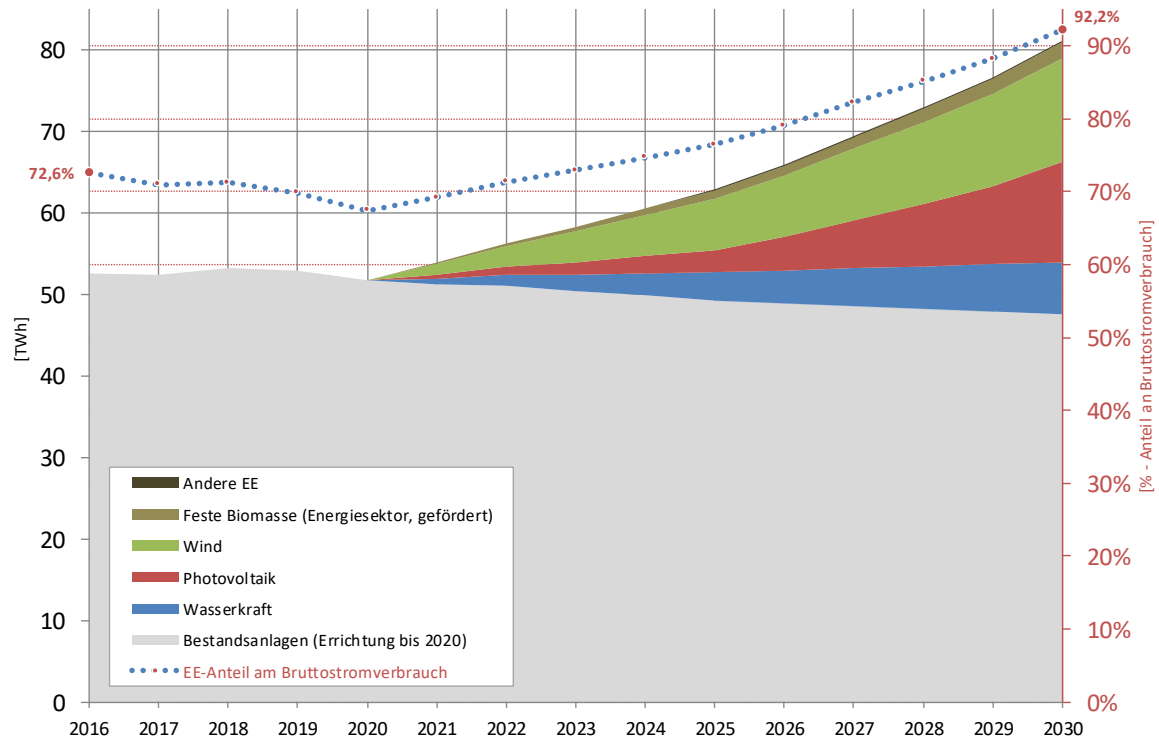
Strom zur Erzeugung in der Sachgüterproduktion	GWh	6,400
Regel- und Ausgleichsenergie (Netzbetriebsstab.)	GWh	500
Summe	GWh	6,900

- Demgemäß führen die Einschränkungen zu einer Verminderung der Stromverbrauchs-Bemessungsgrundlage um rund 6,9 TWh
- **Der erforderlich Nettozuwachs der Stromerzeugung aus Wasser, Wind und PV beträgt demnach**

30 TWh bis 2030

(im Vergleich zu 2016).

EE-Stromerzeugung (Zubau nach 2020 technologiespezifisch) und EE-Anteil, jährlich, zeitlicher Verlauf



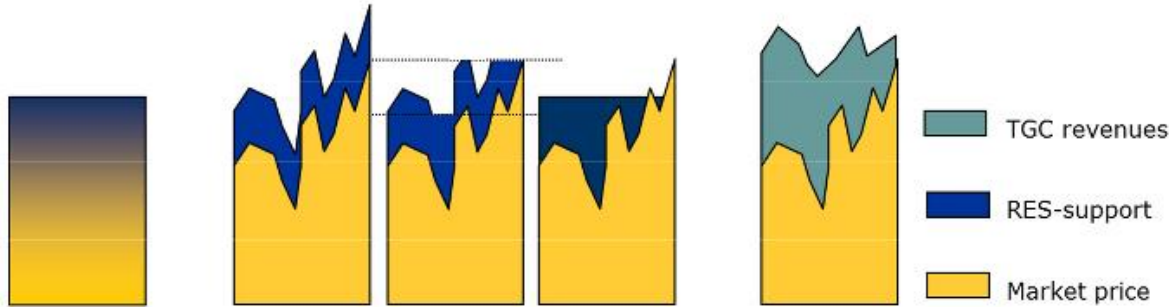
→ Zielkonforme EE-Erzeugung
gemäß #mission2030



Nettozuwachs der
Stromerzeugung aus
Wind, Wasser und PV
um 30 TWh bis 2030
im Vergleich zu 2016

Marktprämiensysteme – unterschiedliche Ausgestaltungsmöglichkeiten

fix / cap & floor / gleitend



Fester
Einspeisetarif

Marktprämiensysteme

Grünstrom-
zertifikatshandel

- ◀ Alle Designvarianten setzen **Anreize zur verstärkten Marktintegration** (Nachfrageorientierung, Direktvermarktung)
- ◀ Die Risikobewertung gestaltet sich unterschiedlich:
 - ◀ **Fixe Prämie erhöht das Risiko für Investoren (& ggf. den Förderbedarf)** (Unsicherheit bzgl. Einkünfte)
 - ◀ **Gleitende Prämie erhöht die Unsicherheit auf regulatorischer Seite** (bzgl. Förderbedarf)

Quelle: basierend auf Ecofys (2014)

Auktionen für EE *(zur Preisbestimmung bei Marktprämiensystemen)*

Rechtlicher Rahmen auf EU-Ebene:

- ◀ EU “Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020” (No. 2014/C 200/01)
sehen ab 2017 eine **wettbewerbliche Festsetzung der Förderhöhe** bei erneuerbaren Energien vor
- ◀ **Ausnahmeregelung** ist (theoretisch) möglich
z.B. wegen limitierter Anzahl von Projekten
oder Gefahr von **strategischem Bietverhalten**

Auktionen als Förderinstrument – Warum?

- ◀ **Informationsasymmetrie bekämpfen**; wichtige Informationen bzgl. Preisen etc. können durch Auktionen generiert werden
- ◀ **Kosten können gedeckelt werden** und der **Ausbau kann kontrollierter erfolgen**
- ◀ **Allokative Effizienz**

Problemfelder – Was gilt es zu vermeiden?

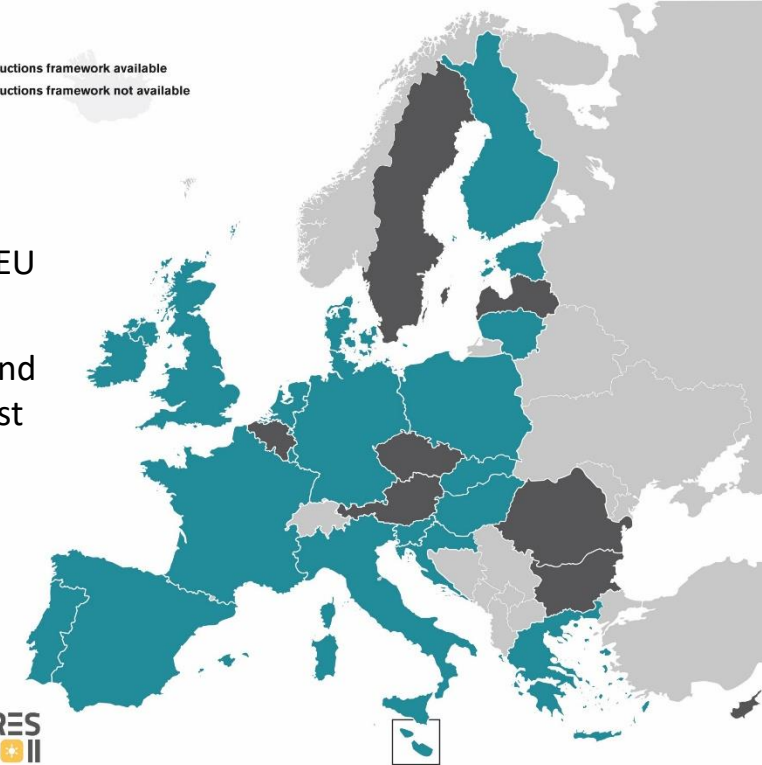
- ◀ **Strategisches Bietverhalten,**
- ◀ **Marktmacht/Konzentration,**
- ◀ **Verringerung der Akteursvielfalt**
- ◀ ... und allgemeiner: **Zielverfehlung** → dass die bezuschlagten Projekte nicht realisiert werden

Auktionen für EE (zur Preisbestimmung bei Marktprämiensystemen)

Der aktuelle Stand der Implementierung (2019)

- ◀ **Auktionen als “übliche Praxis”**: Die überwiegende Mehrzahl der EU Mitgliedsstaaten hat bereits Auktionen implementiert
- ◀ Die **Ausgestaltung** der Auktionen ist dabei **sehr unterschiedlich** und sowohl auf Politikziele als auch auf Marktgegebenheiten angepasst

■ RES-E auctions framework available
■ RES-E auctions framework not available



Anzahl der Auktionsrunden pro Land

(105 gesamt (2015 bis April 2019))

Auktionierte Volumina in MW*

*nur für Länder mit entsprechender Spezifikation (UK, FI, PL, NL exkludiert)



Grafiken: Status der Implementierung in 2019
(Quelle: AURES2 Projeckt ... <http://aures2project.eu>)



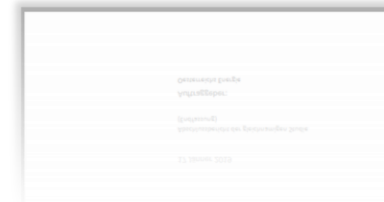
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



- ◀ **Erneuerbare Energien bedürfen heute und wohl auch morgen dezidierter Marktanreize, will man den angestrebten Wandel unseres Energiesystems zeitgerecht erreichen.**
- ◀ **Der Fokus in der Wahl und Ausgestaltung der Förderinstrumente hat sich über die Jahre gewandelt** – lag er in der vergangenen Dekade dieser bei der *Effektivität*, also dem raschen Markteintritt, großteils verknüpft mit dem Erreichen hoher *ökonomischer Effizienz*, ...
... so stehen heute *Marktintegration / Marktöffnung / Wettbewerb* im Vordergrund.
- ◀ **Rechtliche EU-Vorgaben schränken die Instrumentenwahl massiv(st) ein** – so stellen **Auktionen (zur Preisfestlegung bei Marktprämiensystemen) den Regelfall** dar, der nur schwer umgangen werden kann.
- ◀ Die **Ausgestaltung der Auktionen erscheint** (wie üblich) **zentral**:
 - ◀ Es gibt vielfältige Optionen, verschiedene Ziele (nicht ausschließlich Kostensenkung) durch eine auktionierte Förderung zu erreichen
 - ◀ Die Ausgestaltung für z.B. den österreichischen Markt müsste dabei anhand der jeweiligen Zielkriterien und unter Berücksichtigung der nationalen Spezifika (Potenziale, Akteure, ...) erfolgen

- Angesichts der ambitionierten politischen Vorgaben erschien eine umfangreiche ökonomische Neubewertung des Ausbaus erneuerbarer Energien in Österreich bis 2030 und des hiermit im Einklang stehenden Investitions- und Förderbedarfs der politischen Diskussion dienlich ...

... All dies erfolgte im Rahmen der Studie **Mission-Impact** (TU Wien, im Auftrag von Oesterreichs Energie)



→ FOKUS auf Strompreisentwicklung

Kostenangaben auf realer Basis (EUR 2015)

Strompreistrends auf Basis einer Experteneinschätzung seitens des OE Studienbeirats:

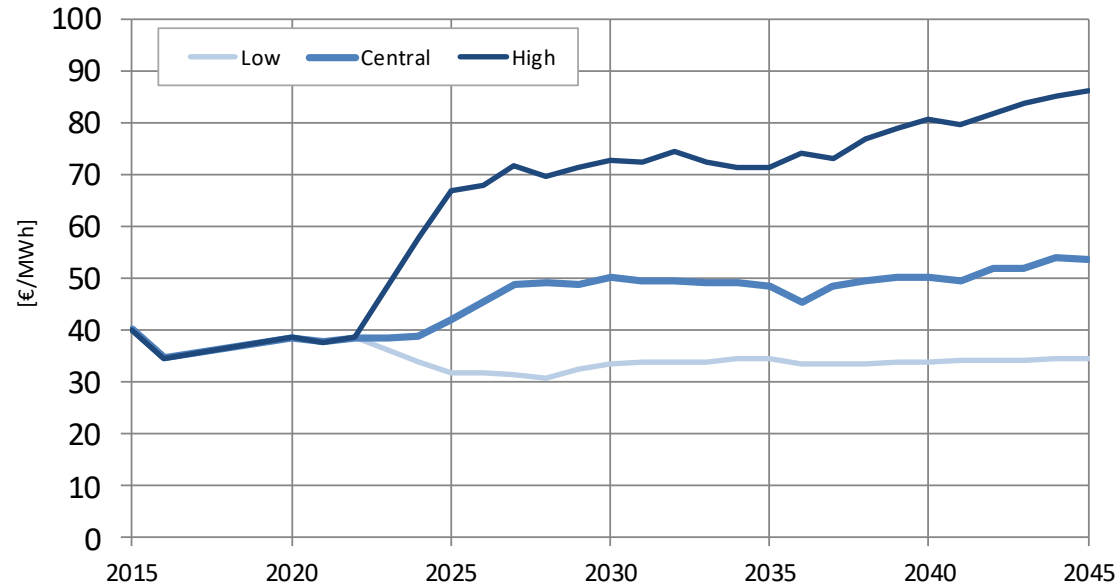
... mit Stand September 2018 wurden
drei Trendszenarien abgeleitet

(Low, Central und High),

welche die Bandbreite möglicher
Entwicklungen gut aufzeigen.

Strompreistrendentwicklung,
jährlicher Mittelwert, zeitlicher Verlauf

Kostenangaben: real, EUR 2015



Investitions- und Förderbedarf

... 100% EE-Strom in Österreich 2030

Part 2:
Finanzielle Anreize

100% EE Strom 2030 –
Erfordernisse & Auswirkungen

Ergebnisse hinsichtlich Förderbedarf

OE Kernszenarien

(+30 TWh mit Strompreisvariation)

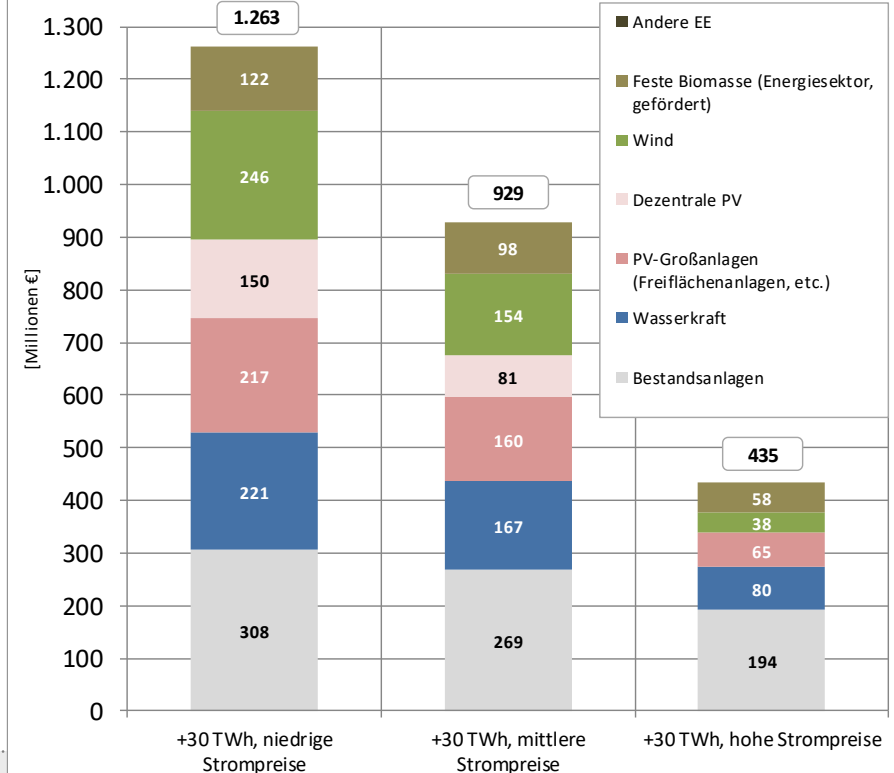
- Im Falle moderater bzw. hoher Strompreise wird der politische Schwellwert von 1 Mrd. Euro (im Schnitt) nicht überschritten
- Bei niedrigen Strompreisen liegt der mittlere Förderbedarf über der „1 Mrd.-Schranke“

Der jährliche
(Netto)Förderbedarf
im Mittel der kommenden
Dekade (2021 bis 2030)

Kostenangaben auf realer Basis (EUR 2015)

Förderbedarf, jährlich, im Mittel 2021-2030

Kostenangaben: real, EUR2015



Der Förderbedarf liegt gemäß Kernszenario in einer Bandbreite von 0,4 bis 1,3 Mrd. € pro Jahr – abhängig von der generellen Strompreisentwicklung

- Marktwert von EE-Strom widerspiegelt Erlössituation am Großhandelsstrommarkt → **klare Abhängigkeit von der generellen Strompreisentwicklung.**
- 3 Trendszenarien wurden betrachtet: bei mittlerem Trendszenario (**moderater Strompreisanstieg auf rund 50 €/MWh bis 2030**) resultiert im Mittel (2021-2030) **ein jährlicher Förderbedarf von rund 929 Mio. €.**

Der Förderbedarf reagiert sensitiv auf das Ambitionsniveau des Erneuerbaren-Ausbaus

- Ebenso ist das **Ambitionsniveau hinsichtlich des Ausbaus Erneuerbarer maßgeblich.**
- Müssen beispielsweise lediglich **25 anstelle von 30 TWh** netto bis 2030 zugebaut werden
→ Verringerung des **Förderbedarf um rund 11 %.**

Weitere Sensitivitäten geben Aufschluss über den Einfluss der Ausgestaltung der Förderinstrumente

- Z.B.: **verkürzte Vergütungsdauer** (13 anstelle von 20 Jahren)
→ **deutlicher Anstieg der Fördervolumina** – im Mittel (2021 bis 2030) um ca. **10 %**.

Der durch den Ausbau Erneuerbarer induzierte Investitionsbedarf ist erheblich (2,6 Mrd.€ pro Jahr gemäß Kernszenario)

- Massiver EE-Ausbau erfordert ebenso **erhebliche Investitionen**.
- Nettozuwachs von rund 30 TWh → **jährliche Investitionen von rund 2,6 Mrd. €** im Mittel (2021-2030)
- **Investitionsbedarf korreliert mit der Erneuerbaren-Ambition** – z.B. 35 anstelle von 30 TWh
→ Anstieg des Investitionsbedarfs auf ca. 3 Mrd. € und vice versa.

Ausbau volatiler Erneuerbarer, neue Verbräuche, ggf. Rückgang(?) thermischer Kapazitäten, ... → **Auswirkung auf Systemflexibilitätsanforderungen**

Mission-Flex

Eine in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführte Studie von AIT & TU Wien, im Auftrag von Oesterreichs Energie

- Studie **Mission-Flex**: Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit, als Folge von:
 - stark forcierten Verwendung EE (insbes. variable EE wie Wind-, Solar- und Laufwasserkraft),
 - dem Anstieg des Stromverbrauchs (aufgrund neuer Verbräuche (e-mobility, Wärmepumpen, etc.))
- Analyse auf Basis von Stromsystemmodellierung: Energiesystemmodells HiREPS (©TU Wien), Fokusjahre: 2030, 2040 und 2050, Untersuchung zentraler Einflussgrößen des Flexibilitätsbedarfs und der Versorgungssicherheit.
- Punkto Versorgungssicherheit relevantester Fall: Szenario "**Extrema-LimitHydro-2030: extreme Wetterbedingungen, einschließlich „Dunkelflaute“** (Wetterjahr 2006), **kombiniert mit niedrigen Wasserspiegeln in Wasserspeichern.**

→ Szenario zeigt, **ob die (künftigen) Flexibilitätsoptionen für Österreich dazu beitragen, eine kosteneffiziente & sichere Stromversorgung zu gewährleisten.**
- Netzausbau gemäß APG-Masterplan bzw. TYNDP von ENTSO-E sowie **deutlicher Ausbau der Wasserkraft-Speicherkapazitäten** in Österreich ... zur Flexibilitätsbereitstellung verfügbar.

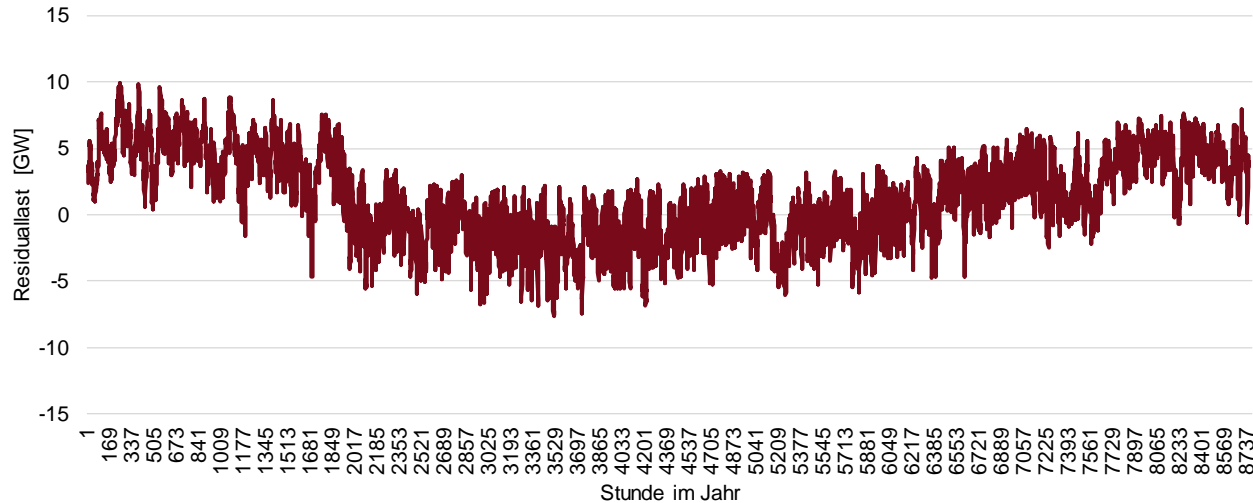
**Extrema-
Limit-Hydro**
(Dunkelflaute,
etc.)

Ermittlung des künftigen Flexibilitätsbedarfs

Part 3: Versorgungssicherheit

100% EE Strom 2030 –
Erfordernisse & Auswirkungen

Blick auf die künftige Residuallast



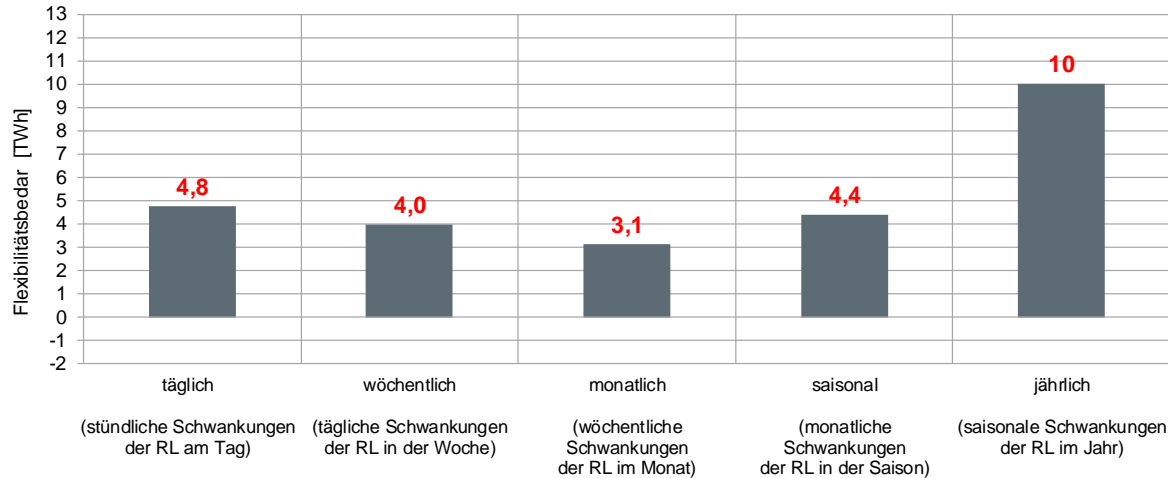
Mission-Flex

Eine in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführte Studie von AIT & TU Wien, im Auftrag von Oesterreichs Energie

Extrema-
Limit-Hydro
(Dunkelflaute,
etc.)

- **Residuallast: Strombedarf des Endkunden abzüglich der Stromerzeugung aus variablen erneuerbaren Energien (Wind-, PV- und Laufwasserkraft)**

→ Die Residuallast zeigt somit den Teil der Last, der von den steuerbaren Kraftwerken oder anderen Formen abgedeckt werden muss, die Flexibilität bieten.



Systematische Erfassung
des Flexibilitätsbedarfs

Extrema-
Limit-Hydro
(Dunkelflaute,
etc.)

- Der Bedarf an Flexibilität ergibt sich aus den Schwankungen der Residuallast.
- Schwankungen treten sowohl kurzfristig als auch langfristig → erfordern in der Regel unterschiedliche Lösungen.

→ Um das kurz- und langfristige Bedürfnis nach Flexibilität besser unterscheiden zu können, wird der **Bedarf an Flexibilität in fünf Zeiträume (Tag, Woche, Monat, Saison und Jahr) unterteilt** und bewertet.

- Die Anforderungen an die Flexibilität, die innerhalb bestimmter Zeiträume wiederholt auftreten, sind jedoch nicht summierbar, sondern messen stattdessen die Variabilität der Residuallast für den entsprechenden Zeitraum.

- **Aktives politisches Handeln entscheidend ...**
- ... um den geplanten Ausbau der EE Kraftwerkskapazitäten durch angemessene Rahmenbedingungen zu ermöglichen.
- ... um die **Systemstabilität zu gewährleisten**, muss auch die **erforderliche Netzwerkinfrastruktur verfügbar** sein. (APG-Masterplan bzw. TYNDP von ENTSO E)
- Da die internationale Strombörse ein wichtiger Bestandteil eines kostengünstigen Stromsystems ist und sein wird, ist das **rechtzeitige Erkennen der energiepolitischen Entwicklungen in den Nachbarländern ebenso von Bedeutung** (z.B. Kohleausstieg DE).
- **Flexible Kraftwerke** wie (Pump-) Speicherkraftwerke und Wärmekraftwerke, mit Gas oder Biomasse betrieben, in Kombination mit **grenzüberschreitendem Austausch bilden die tragenden Säulen der Flexibilitätsbereitstellung** heute & wohl auch morgen (sowie in der langen Frist möglicherweise auch P2G / Wasserstoff, etc.)

- **Abschließend ist festzuhalten, dass das #mission2030 Ziel hinsichtlich des Ausbaus erneuerbarer Energien zwar als äußerst ambitioniert, aber dennoch als umsetzbar zu klassifizieren wäre.**
- **Massive Investitionen in Erneuerbare-Technologien wären die Folge und selbst bei einem nur moderaten Anstieg der Strompreise bliebe die aus Konsumentensicht relevante Förderkostenbelastung im Rahmen des politisch und wohl auch gesellschaftlich Akzeptablen.**
- **Rasches politisches Handeln ist erforderlich, um den ambitionierten Pfad zeitgerecht beschreiten zu können und somit die vorgesehenen Erzeugungszuwächse sowohl in den Anfangsjahren nach 2020 als auch in späterer Folge zur Verfügung stehen.**

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!

Dr. Gustav Resch

Kontaktdaten:

resch@eeg.tuwien.ac.at

+43-1-58801-370354