

Integration und Investitionskosten von unterschiedlichen Technologien im Verteilernetz und Kundenanlagen zur Erreichung energiepolitischer Ziele

13. Symposium Energieinnovation

Dipl.-Ing. Maria Aigner



Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

Ausgangssituation



Darstellung und Analyse der Ist-Situation eines österreichischen Verteilernetzes einschließlich Netzausläufer unter dem Aspekt der zunehmenden Integration dezentraler Erzeugungsanlagen, höhere Anzahl an Elektromobilen...

- Auswahl relevanter Netzabschnitte
 - städtische, vorstädtische und ländliche Strukturen
 - Lastdichte
 - leistungsstarke dezentrale Erzeugungsanlagen
- Analyse netzspezifischer Komponenten
 - Leitungen, Transformatoren ...
- Analyse von Rahmenbedingungen
 - Einspeisebedingungen dezentraler Erzeugungsanlagen (Netz, Trafo, Einhaltung des Spannungsbandes ...)
 - Analyse endkundenspezifischer Parameter

→ Neue Anforderungen an das bestehende Verteilernetz sowie notwendige Technologien, um definierte Zielvorgaben in den ECONGRID-Szenarien zu erreichen.

ECONGRID-Szenarien

In allen **ECONGRID-Szenarien** werden bis Ende 2019 Ferraris-Zähler weitgehend durch Smart Meter ersetzt (gemäß IME-VO (2012)).

- Szenario **Current Policy**:
 - Berücksichtigung bereits beschlossener Maßnahmen und gesetzlich verankerter Regelungen (z. B. Ökostromgesetz)
 - Bspw. wurden Elektromobile in der Größenordnung von 2 % der Gesamtflotte (PKWs in Österreich) berücksichtigt
- Szenario **Renewable⁺**:
 - Ambitionierter Ausbau erneuerbarer Energien
 - Anzahl der Elektromobile bleibt unverändert
- Szenario **Flexdemand**:
 - Ambitionierter Ausbau erneuerbarer Energien (unverändert gegenüber Renewable⁺)
 - Erhöhung der Elektromobile auf 4 % der Gesamtflotte (PKWs in Österreich)
 - Flexibilisierung der Nachfrage (Demand Response)

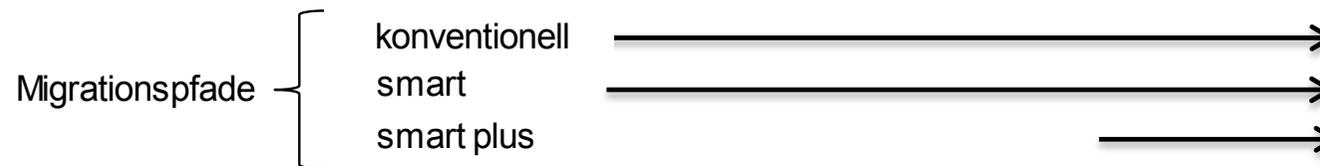
Migrationspfade

Unterscheidungsmerkmale zwischen *konventionellem* und *smartem* Migrationspfaden:

- Migrationspfad: konventionell
Entwicklung wie gehabt, situationsbedingter, regionaler Einsatz von IKT (eingeschränkte Kommunikation zwischen den Marktteilnehmern)
- Migrationspfad: smart
verstärkter Einsatz smarterer Technologien, großflächiger, überregionaler Einsatz von IKT (ausgebaute Kommunikation)
- Migrationspfad: smart plus
großflächiger, überregionaler Einsatz von IKT, im Vergleich zum smarten Migrationspfad wird hier zusätzlich eine erhöhte Autonomie der Kunden angestrebt; damit kommt es im Vergleich zum smarten Migrationspfad zu einer stärkeren lokalen Entlastung der Verteilernetze, der Netzbau bzw. die Netzerweiterung kann ggf. zeitlich verzögert werden

ECONGRID-Szenarien und Migrationspfade

		ECONGRID-Szenarien		
		Current Policy	Renewable ⁺	Flex demand
Angebotsseite	Ausbau erneuerbarer Energien	Moderat	Ambitioniert	Ambitioniert
Nachfrageseite	Elektromobilität	Moderat	Moderat	Ambitioniert
	Demand Response	Moderat	Moderat	Ambitioniert



Technologien - Migrationspfade

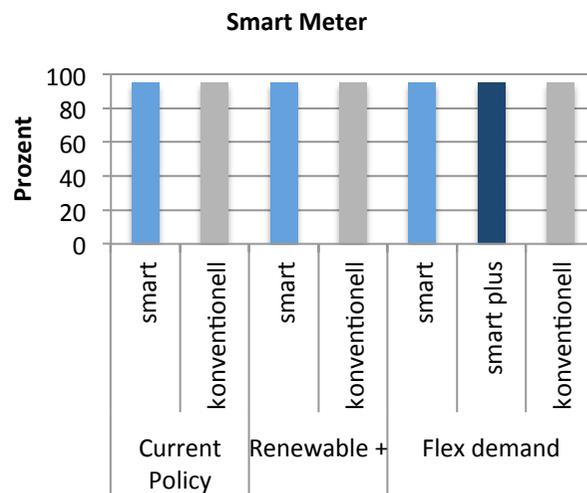
- 1) Die festgelegten Ziele müssen unabhängig von den drei Migrationspfaden erreicht werden.
- 2) Die Unterscheidung zwischen konventionellen und smarten Migrationspfaden im Betrachtungszeitraum 2021-2030 wird durch verschiedene %-Sätze der Markt-durchdringung vorgenommen.

Kategorie	Technologie	2014 - 2020			2021 -2030		
		Migrationspfad			Migrationspfad		
		konventionell	smart	smart plus	konventionell	smart	smart plus
Verteilernetz	Umspannwerke (Hochspannung/Mittelspannung)	x	x	x	x	x	x
	Schaltanlagen (im Mittelspannungsnetz)	x	x	x	x	x	x
	Mittelspannung: Leitungsverstärkung & -ausbau	x	x	x	x	x	x
	Niederspannung: Leitungsverstärkung & -ausbau	x	x	x	x	x	x
	Netzschutz (Mittel- und Niederspannung)	x	x	x	x	x	x
	Leittechnik für das Verteilernetz	x	x	x	x	x	x
	Ortsnetzstationsausbau & Transformatorverstärkung	x	x	x	x	x	x
	Regelbare Ortsnetztransformatoren	-	x	x	x ²⁾	x	x
	Transformatorstationen für die Elektromobilität ¹⁾	x	x	x	x	x	x
E-Mobilität	Schnellladestationen im Niederspannungsnetz für die Elektromobilität ¹⁾	x	x	x	x	x	x
DEA	Dezentrale Erzeugungslagen ¹⁾	x	x	x	x	x	x
Speicher	Speicher inkl. Laderegler, dezentral	-	x	x	x ²⁾	x	x
Smarte Technologien	Smart Meter ¹⁾	x	x	x	x	x	x
	Laststeuerung beim Kunden durch den Netzbetreiber (Ersatz Rundsteuerung)	x	x	x	x	x	x
	Last-, Demand Side- und Einspeisemangement beim Kunden	-	x	x	x ²⁾	x	x
	Smart Home Technologien	-	x	x	x ²⁾	x	x

Technologien - Migrationspfade

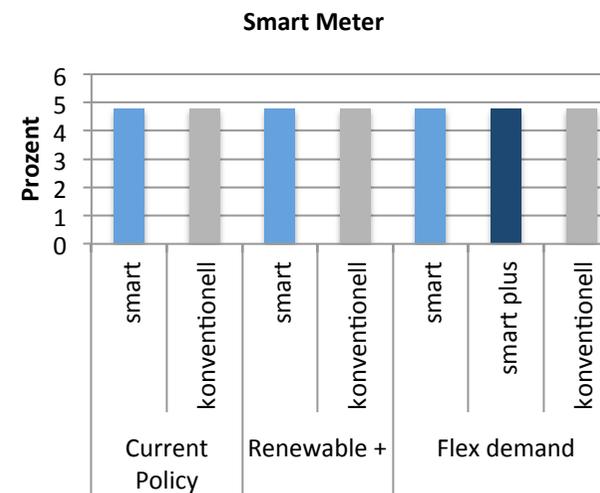
Smart Meter

Betrachtungszeitraum 2014 - 2020



Gesamter Zu- und Ausbau von Smart Metern, % bezogen auf die prognostizierte Zahl von Zählpunkten in Österreich 2020

Betrachtungszeitraum 2021 - 2030

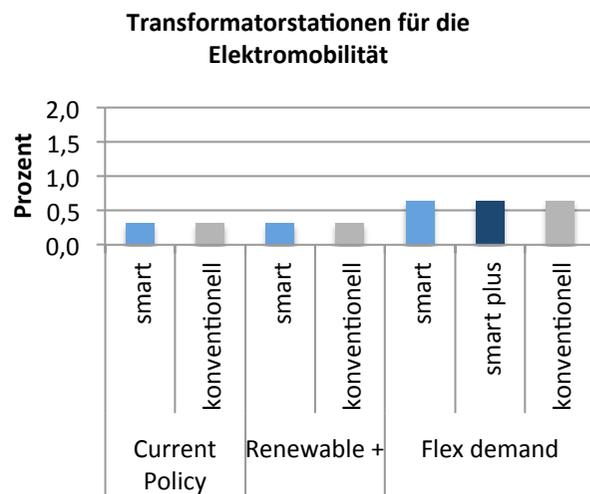


Weiterer Zählpunktzuwachs von Smart Metern, % bezogen auf die prognostizierte Zahl von Zählpunkten in Österreich 2030

Technologien - Migrationspfade

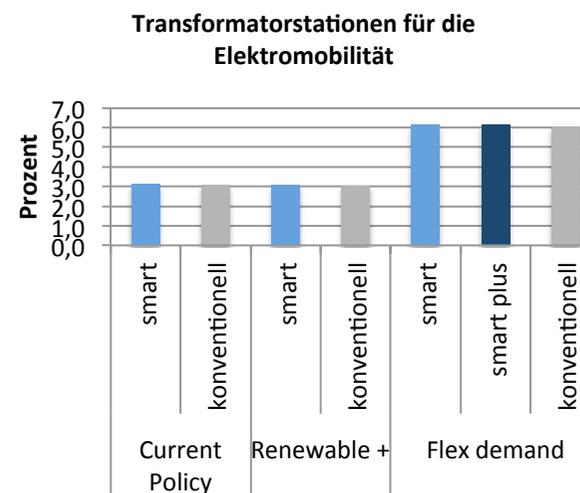
Transformatorstationen für die Elektromobilität

Betrachtungszeitraum 2014 - 2020



Gesamter Ausbau und Verstärkung von Transformatorstationen für die Elektromobilität, % bezogen auf die Ortsnetzstationen 2012

Betrachtungszeitraum 2021 - 2030

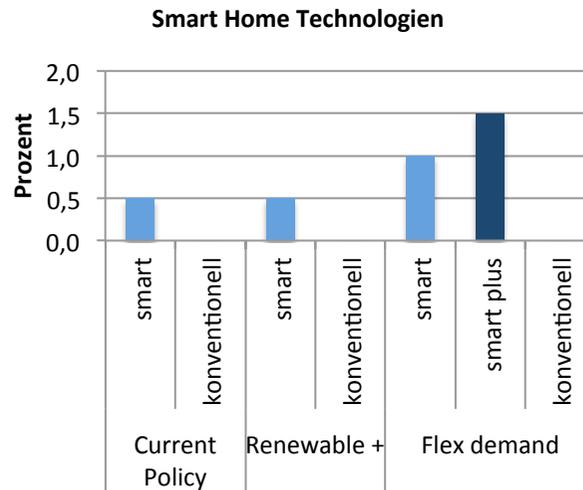


Gesamter Ausbau und Verstärkung von Transformatorstationen für die Elektromobilität, % bezogen auf die Ortsnetzstationen 2020

Technologien - Migrationspfade

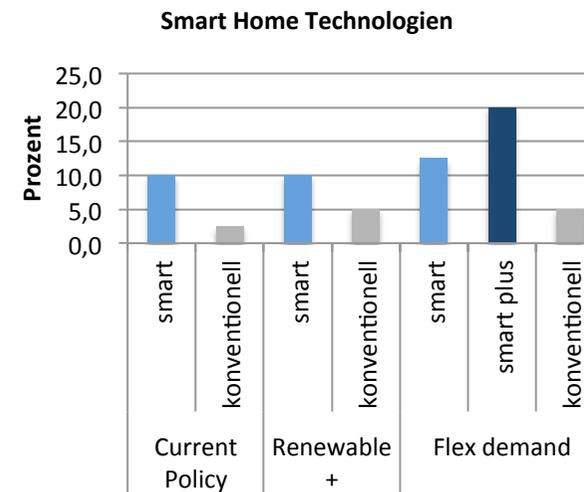
Smart Home Technologien

Betrachtungszeitraum 2014 - 2020



Gesamter Zu- und Ausbau von Smart Home Technologien, % bezogen auf die prognostizierte Zahl von Zählpunkten in Österreich 2020

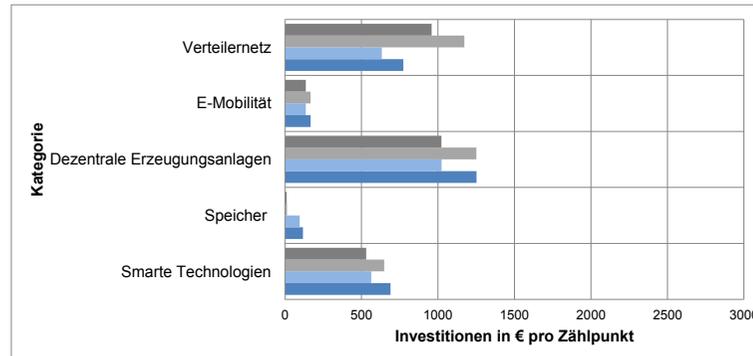
Betrachtungszeitraum 2021 - 2030



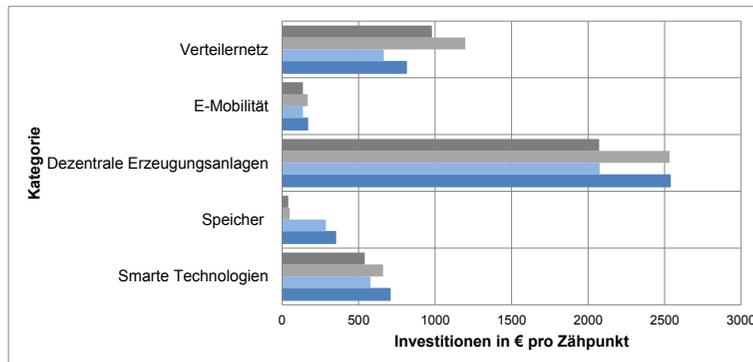
Gesamter Zu- und Ausbau von Smart Home Technologien, % bezogen auf die prognostizierte Zahl von Zählpunkten in Österreich 2030

ECONGRID-Szenarien: Investitionen in € / Zählpunkt

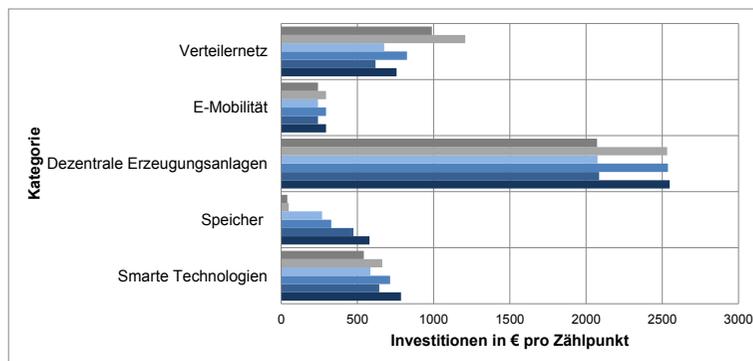
Szenario **Current Policy:**



Szenario **Renewable+:**



Szenario **Flexdemand:**



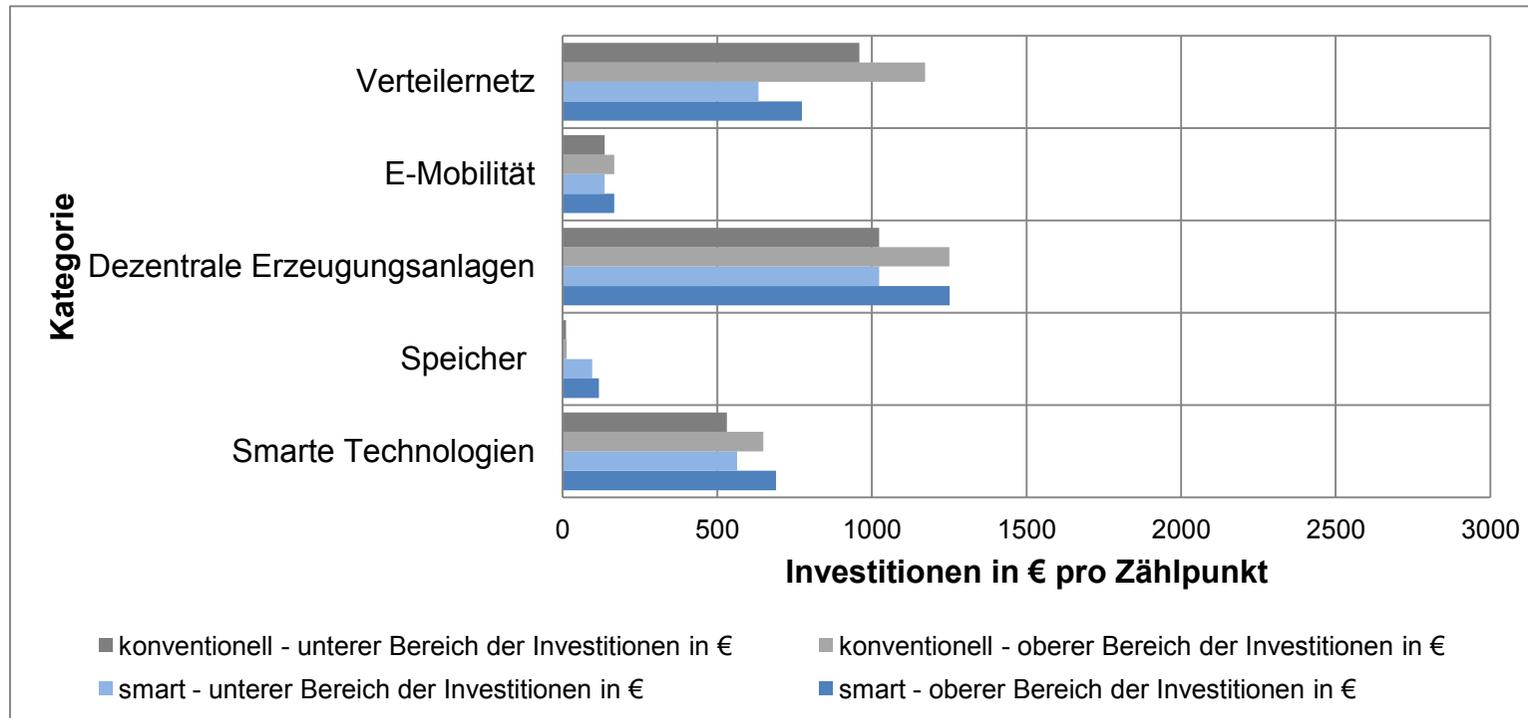
Verstärkter Zubau
Dezentraler Erzeugungs-
anlagen



Erhöhung E-Mobilität

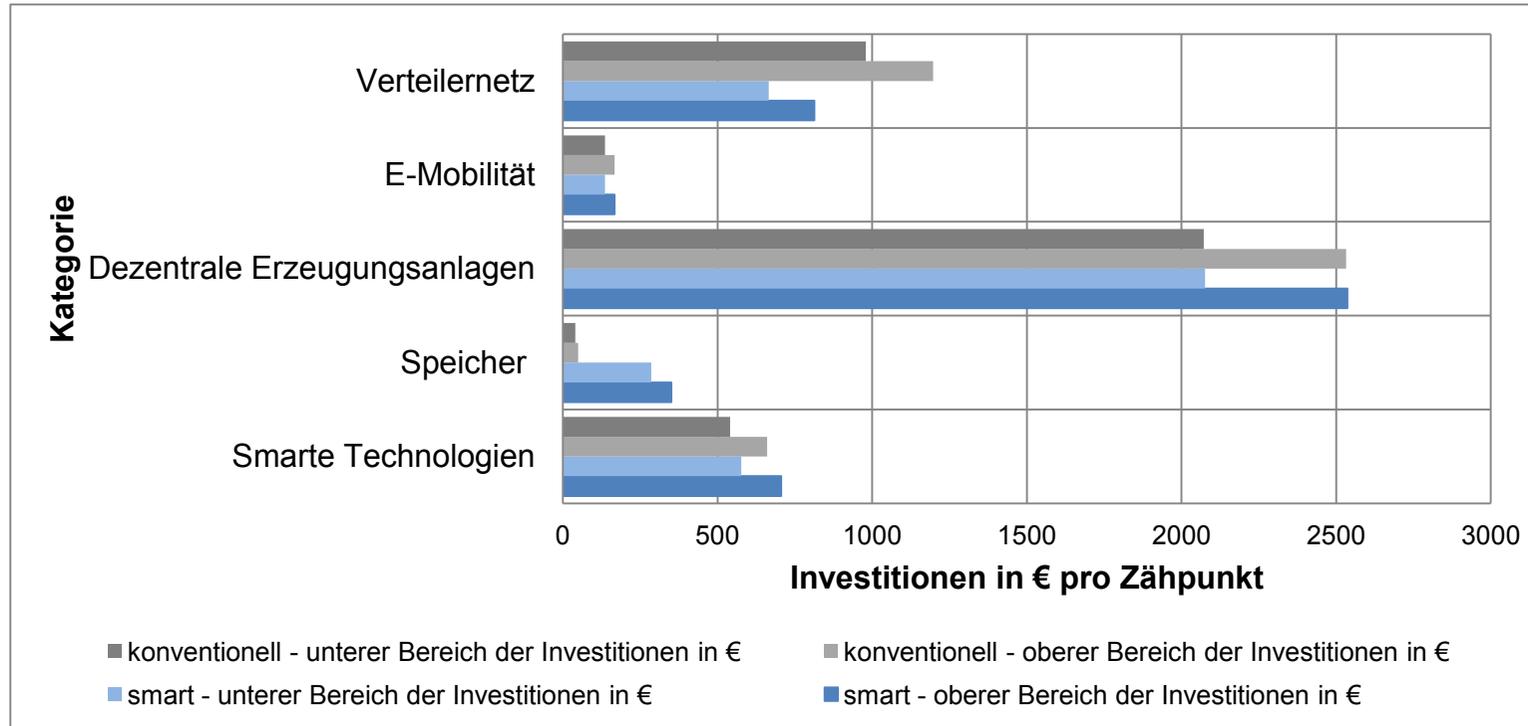
konventionell - oberer Bereich der Investitionen in €
 konventionell - unterer Bereich der Investitionen in €
 smart - oberer Bereich der Investitionen in €
 smart - unterer Bereich der Investitionen in €
 smart plus - oberer Bereich der Investitionen in €
 smart plus - unterer Bereich der Investitionen in €

Szenario Current Policy – Investitionen in € / Zählpunkt



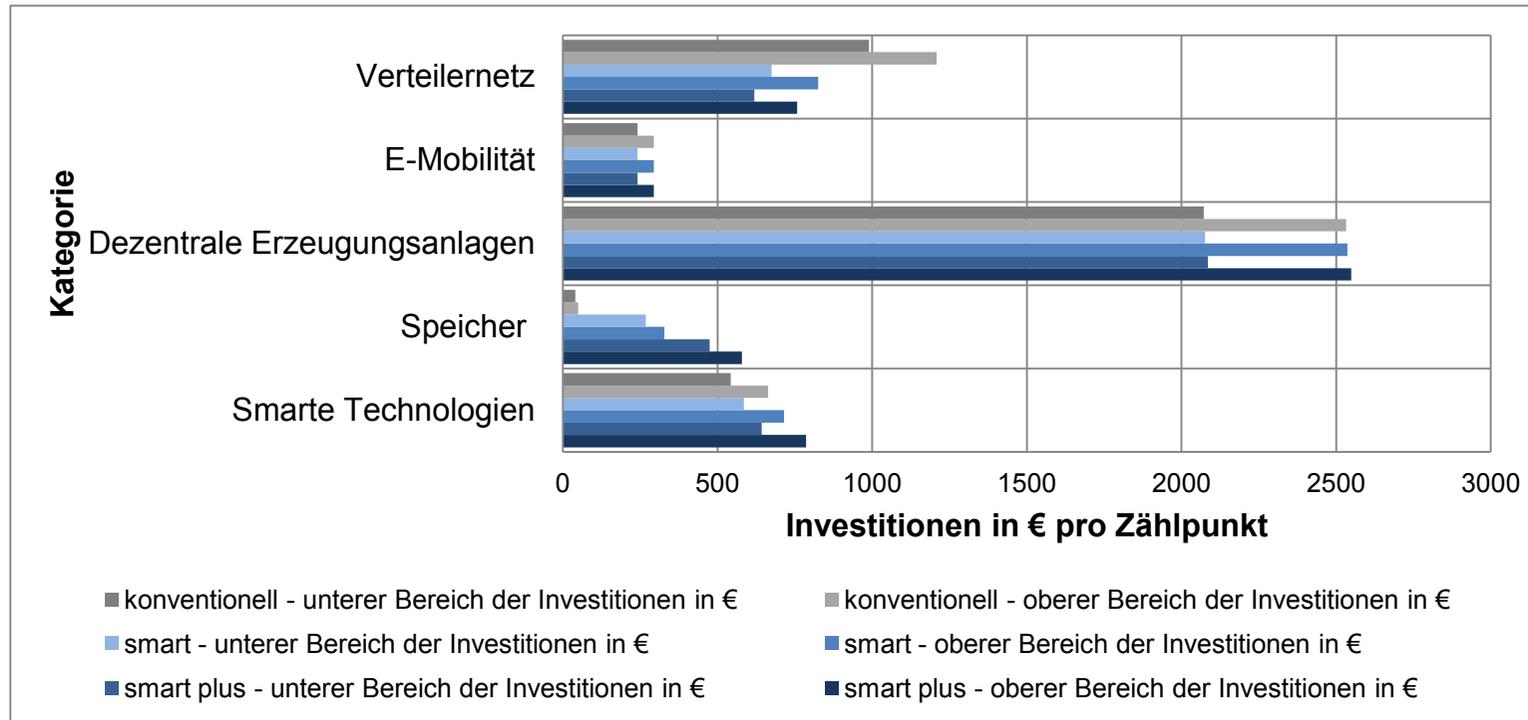
Szenario Current Policy - Investitionen in € pro Zählpunkt, Migrationspfade *konventionell* und *smart*, 2014 - 2030

Szenario Renewable⁺ – Investitionen in € / Zählpunkt



Szenario Renewable⁺ - Investitionen in € pro Zählpunkt, Migrationspfade *konventionell* und *smart*, 2014 - 2030

Szenario *Flexdemand* – Investitionen in € / Zählpunkt



Szenario *Flexdemand* - Investitionen in € pro Zählpunkt, Migrationspfade *konventionell smart* und *smart plus*, 2014 - 2030

Zusammenfassung



- Integration erneuerbarer Energien erfordert neben der laufenden Anpassung bestehender Netze verstärkt lokale Erneuerungen und Erweiterungen im Verteilernetz sowie im Bereich von Kundenanlagen.
- Entwicklung und technischer Fortschritt (insbesondere im Betrachtungszeitraum 2021 – 2030) werden berücksichtigt.
- Ziele der ECONGRID-Szenarien müssen durch die drei Migrationspfade (*konventionell*, *smart* und *smart plus*) erreicht werden.
- Kostentreiber: Verstärkung und Erweiterung des Verteilernetzes, Smart Meter Einführung, Speicher ...
- Investitionskosten liefern die Basis für detaillierte ökonomische Untersuchungen (volks- bzw. gesamtwirtschaftliche Analysen).

Integration und Investitionskosten von unterschiedlichen Technologien im Verteilernetz und Kundenanlagen zur Erreichung energiepolitischer Ziele

13. Symposium Energieinnovation

Dipl.-Ing. Maria Aigner

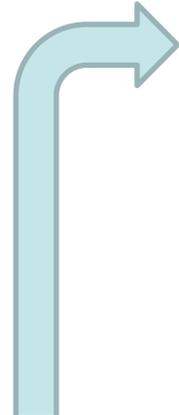


Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

University of Technology Graz
Institute of Electrical Power Systems
Inffeldgasse 18-I / A-8010 Graz
Tel. :+43 (0)316 873 7551
Fax.:+43 (0)316 873 7553
email:

<http://www.ifea.tugraz.at>
<http://portal.tugraz.at>

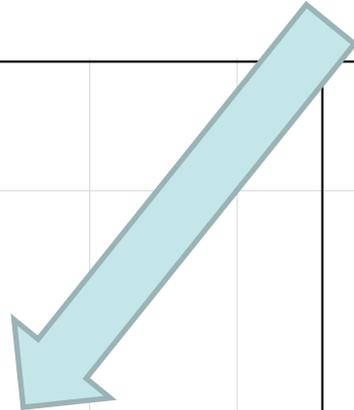


		1. Einbindung von Endkunden mit neuen Herausforderungen (Netz, Prosumer)	2. Erhöhung der Effizienz im alltäglichen Netzbetrieb, Personal, Response-Zeit, Kosten-Nutzen	3. Schutz, Sicherstellung und Überwachung der Versorgungssicherheit (PQ)
 <p style="text-align: center;">Technologien</p> <p style="text-align: center;">Funktionalitäten</p>		1.1 Einhaltung des Spannungsbereiches (Power Quality, EN 50160 und EN 61000)		
		1.2 Netzanbindung DEA (TOR D2, D4), transparente Anschlussbedingung		
		1.3 Netznutzungsbedingungen		
		1.4 Erfassung der Erzeugung/Verbrauch (Spitzenlastmanagement)		
		1.5 Wirk-Blindleistungsmanagement		
		1.6 Optimierung der Erzeugung und des Verbrauchs beim Endkunden		
		1.7 Klassifizierung der Netz- und Kundenstruktur		
		2.1 Netzautomatisierung, Netzschnittstellen, Energieeffizienz und Kosteneffizienz		
		2.2 Identifikation und Verringerung von Verlusten (technisch, nicht technisch) durch Messung		
		2.3 Optimierung des Energieerzeugungs- und Übertragungssystems		
		2.4 Erfassung des Betriebsmittelzustandes		
		2.5 Messungen von P, Q und PQ-Quality, Auswirkungen auf verschiedene Netzebenen		
		2.6 laufender Austausch von Erzeugungs- und Verbrauchsdaten, Wirk-Blindleistungsmanagement		
		2.7 Power Quality		
		2.8 Spannungsregelung, Lastflusssteuerung (Übertragungsnetz), Auswirkung auf übergeordnete Netzebenen		
		2.9 Automatische Inselnetzerkennung/Resynchronisation		
		3.1 Netzregelreserve		
		3.2 Datenaustausch- und Fernsteuerung		
		3.3 Datenschutz		
	3.4 Überwachen öffentlicher Einrichtungen, Haushalte?			
	3.5 State Estimation			
	3.6 Einhaltung PQ, neue Schutzkonzepte			
	3.7 neue Schutzkonzepte			
	3.8 Anpassung Angebot / Nachfrage (Echzeit)			
	3.9 Multimedienutzungsmanagement			
erweiterte Leittechnik (Niederspannungsmonitoring, Verteilnetzautomatisierung, Betriebsmittelüberwachung ...)				
Einspeisemanagement beim Kunden				
Last- und Demand Side Management, Kunde				
Last- und Supply Side Management, FV/I				

Funktionalitäten

Nutzen (Benefit)		Begünstigte	Berechnung: Nutzeffekt	Funktionalitäten																										
				1. Einbindung von Endkunden mit neuen Herausforderungen (Netz, Prosumer)	2. Erhöhung der Effizienz im alltäglichen Netzbetrieb, Personal, Response-Zeit, Kosten-Nutzen	3. Schutz, Sicherstellung und Überwachung der Versorgungssicherheit (PQ)	4.																							
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	
Verbesserte Anlagenbewirtschaftung	Optimierter Erzeugungsbetrieb	ELU	Optimierter Erzeugungsbetrieb	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	0	+
	verzögerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten?	ELU	Verzögerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+
	reduzierte Kosten für zusätzliche Dienste	ELU	Verzögerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0
	reduzierte Engpasskosten	ELU	Reduzierte Engpasskosten	+	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+
Übertragung/Werteilung Kapitalein	verzögerte Investitionen in Übertragungssysteme	ELU	Verzögerte Investitionen im Netzbereich	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	0
	verzögerte Investitionen in Verteilungssysteme	ELU	Verzögerte Investitionen im Netzbereich	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	0

Nutzeffekte



Arbeitspaket 1

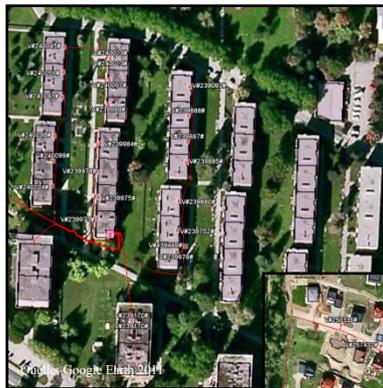


Analyse und Darstellung der IST-Situation eines typischen österreichischen städtischen Verteilnetzes einschließlich Netzausläufern mit ländlichen Strukturen hinsichtlich der Integration dezentraler Erzeugungsanlagen.

Ziele:

- Auswahl und Analyse von Netzstrukturen in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur
- Nachbildung von ausgewählten Netzgebieten mittels Simulations- bzw. Berechnungsprogramm
- Untersuchung der Auswirkungen unter Berücksichtigung der ECONGRID-Szenarien

Ist-Situation – Auswahl repräsentativer Netzgebiete



Städtische Siedlungsstruktur

Dieser repräsentative Netzabschnitt verfügt über vier- bis achtstöckige Wohnhäuser. Die Dachfläche ist im Vergleich zur der in der Siedlung verbrauchten Energie gering; der Ausbau von PV-Anlagen erscheint wenig sinnvoll, (μ)-BHKWs sind jedoch sinnvoll.



Aufgelockerte Siedlungsstruktur innerhalb einer Stadt

Das Siedlungsbild ist durch Ein- bzw. Zweifamilienhäuser geprägt. Das Verhältnis verfügbarer - durch PV nutzbarer - Dachflächen ist aufgrund der geringeren Besiedelungsdichte je km^2 größer.



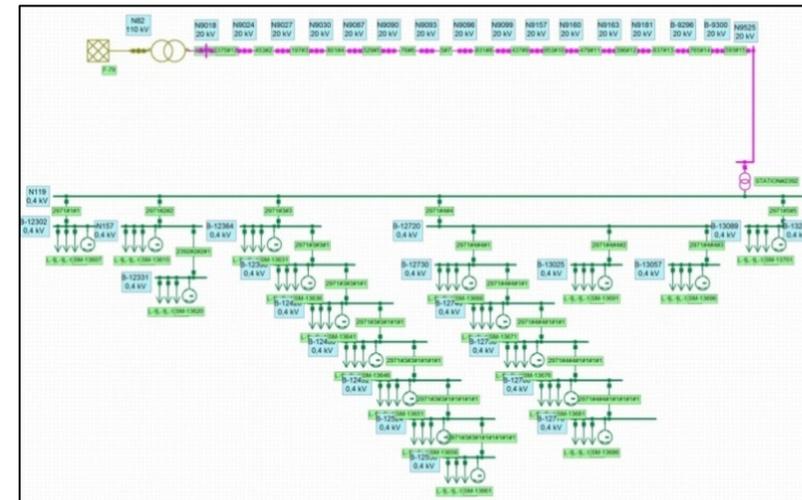
Ländliche Siedlungsstruktur

Die ländliche Versorgungsstruktur weist eine geringe Bebauungsdichte auf. Die Siedlungsstruktur ist jedoch durch eine große Anzahl verfügbarer Dachflächen auf z.B. Wirtschaftsgebäuden geprägt und weist ein hohes PV-Potential auf.

AP 2: Nachbildung ECONGRID-Szenarien

Neplan-Modell:

- Ausgewählte Netzgebiete
 - Ausbau PV (Berücksichtigung Dach-Typ etc.)
 - Ausbau BHKWs (biogene Brennstoffe)
 - Lastdichte
 - Gemessene Werte
 - Jahresverbrauchsdaten - H0-Profile
 - Elektromobilität
- Nachbildung netzspezifischer Parameter
 - Leitungen, Ortsnetz-Transformatoren
 - Wirk- / Blindleistungseinspeisung
 - Funktionalität Schutzsysteme
- Nachbildung verbraucherspezifischer Parameter
 - Einspeisebedingungen am Anschlusspunkt



Charakteristika - Siedlungsstrukturen



- **Städtische Siedlungsstruktur**
 - Vergleichsweise große Lasten
 - Geographische Ausdehnung gering bzw. zentralisiert
 - Leitungslängen kurz → kleine Leitungsimpedanzen
- **Aufgelockerte Siedlungsstruktur** innerhalb einer Stadt
 - Vergleichsweise große Lasten jedoch geringere Zentralisierung
 - Geographische Ausdehnung mittel bzw. größerer Zersiedelungsgrad
 - Leitungslängen mittel → höhere Leitungsimpedanz als in städtischer Struktur
- **Ländliche Siedlungsstruktur**
 - Vergleichsweise große Lasten jedoch zerstreute Anordnung
 - Geographische Ausdehnung groß bzw. hoher Zersiedelungsgrad
 - Leitungslängen hoch → hohe Leitungsimpedanz

Migrationspfade



- Die Zielerreichung der festgelegten Rahmenbedingungen erfolgt in den ECONGRID-Szenarien über die **Migrationspfade** *konventionell, smart* und *smart plus* und muss unabhängig vom **jeweiligen Migrationspfad** eingehalten werden.
- Die festgelegten Rahmenbedingungen (Zu- und Ausbau dezentraler Erzeugung, Ausbau Elektromobilität ...) werden entweder über den klassischen, erprobten Netzausbau (Leitungsverstärkungen, Zubau von Ortsnetzstationen etc.) oder über den Einsatz smarterer Technologien erreicht.