
Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Smart-Grids-Lösungen anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse

13. Symposium Energieinnovation

Mag. Beate Friedl

Graz 12 -14 Februar 2014



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

Agenda

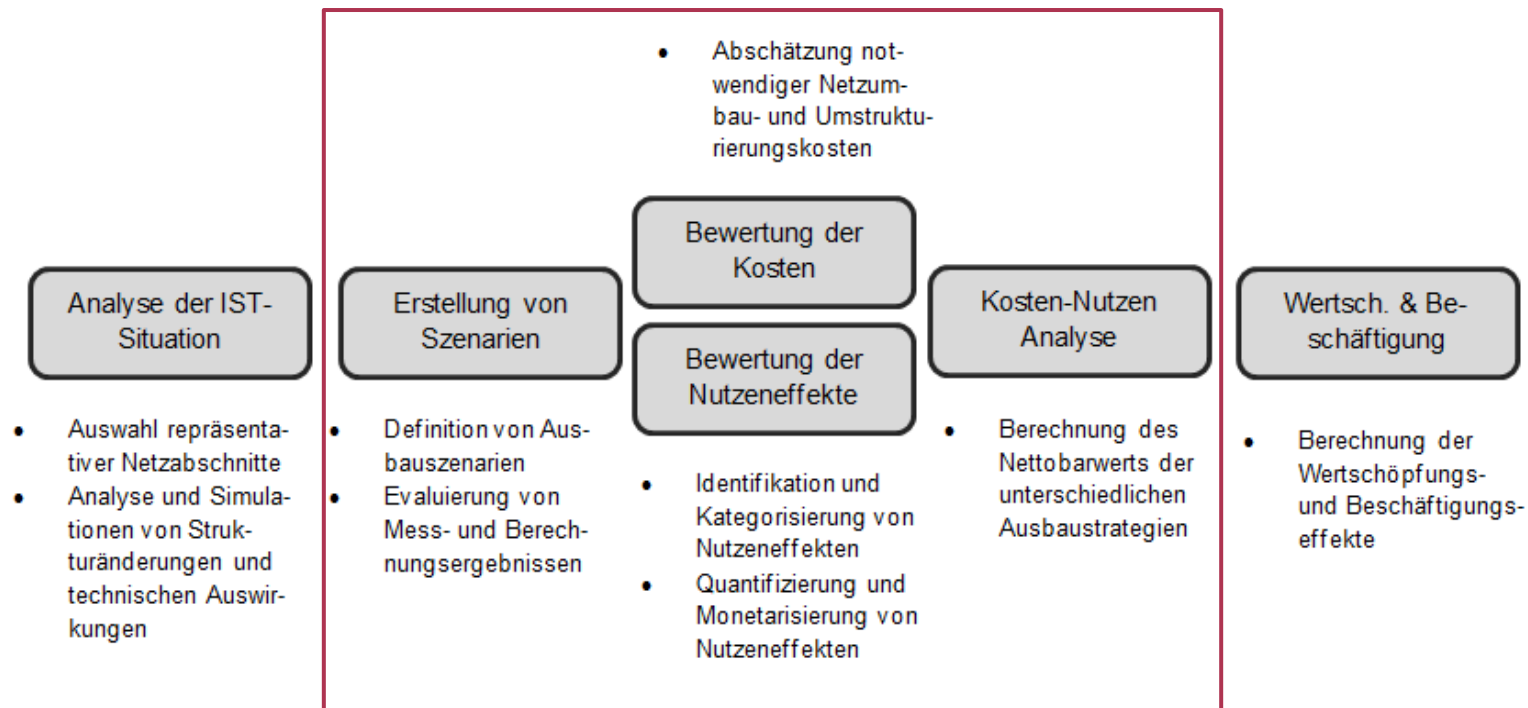
- Motivation
- Methodik
- Szenarien
- Kosten
- Nutzeneffekte
- Kosten-Nutzen-Analyse
- Schlussfolgerungen

Motivation



- Die verstärkte Integration erneuerbarer Energien in das Stromnetz stellt künftig neue Anforderungen an die elektrische Energieversorgung und erfordert eine Adaption der Stromnetze.
- Breite Einführung von Smart-Grids-Lösungen erfordert einen beträchtlichen Investitionsbedarf – in Abhängigkeit der Ausbauvarianten.
- Stehen die zu erwartenden Nutzeffekte in einem sinnvollen Verhältnis zu den anfallenden Kosten?
- Frage: Sind smarte Netzausbauvarianten gegenüber konventionellen Investitionsstrategien aus volkswirtschaftlicher Sichtweise zu bevorzugen?

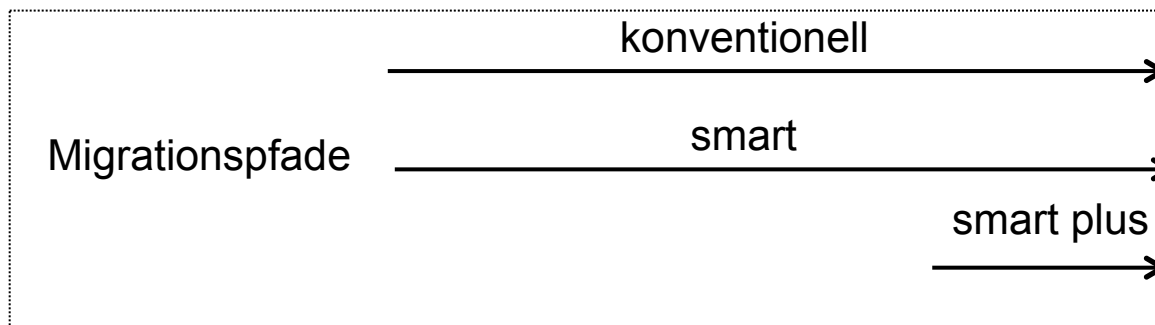
Methodik



ECONGRID-Szenarien



	Current Policy	Renewable ⁺	Flex demand
Ausbau erneuerbarer Energien	Moderat	Ambitioniert	Ambitioniert
Elektromobilität	Moderat	Moderat	Ambitioniert
Demand Response	Moderat	Moderat	Ambitioniert



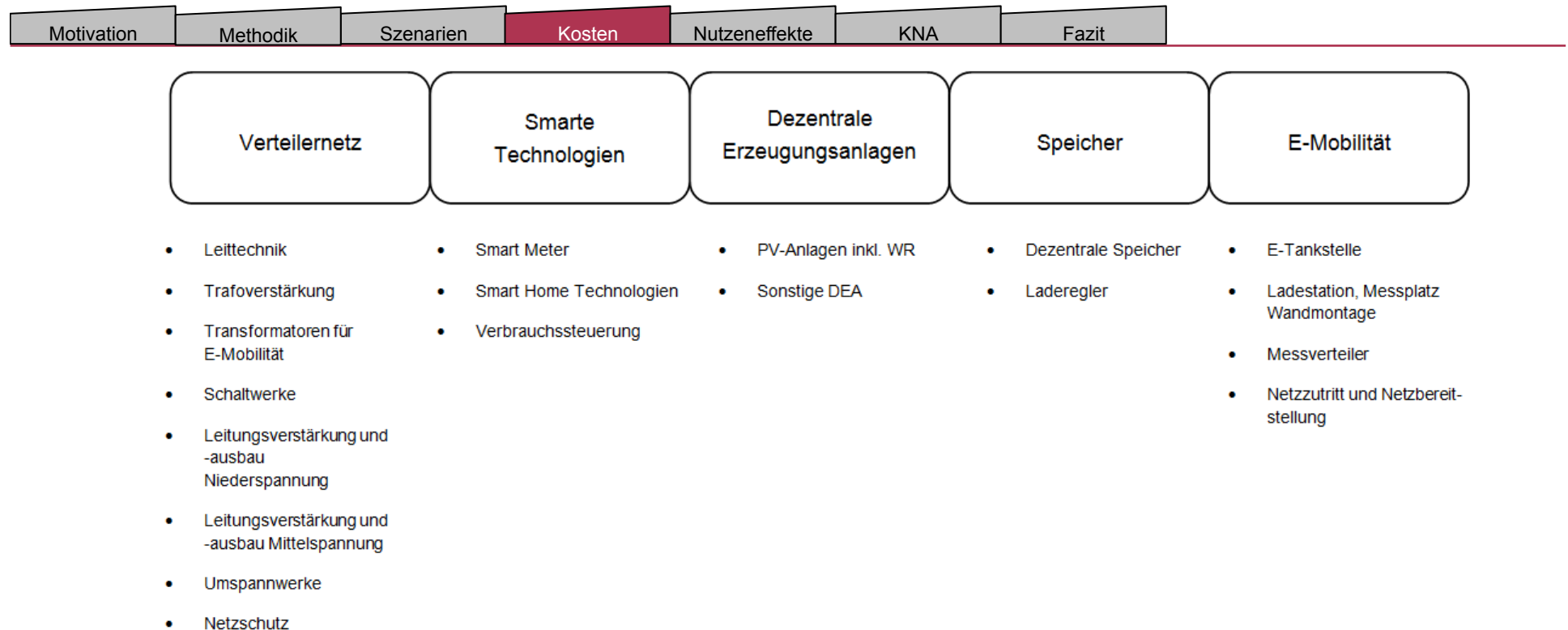
Erhebung der Kosten



- Grundlage für die Erhebung der Netzbau- bzw. adaptierungskosten bilden die notwendigen Erweiterungs- und Adaptionsmaßnahmen bzw. die eingesetzten Technologien.
- Erhebung der Investitionskosten für die Migrationspfade konventionell, smart und smart plus.
- Bildung der Differenzkosten smart/konventionell.

$$\text{Differenzkosten} = \text{Kosten Verteilernetz}_{\text{smart}} - \text{Kosten Verteilernetz}_{\text{konventionell}}$$

Kostenkategorien

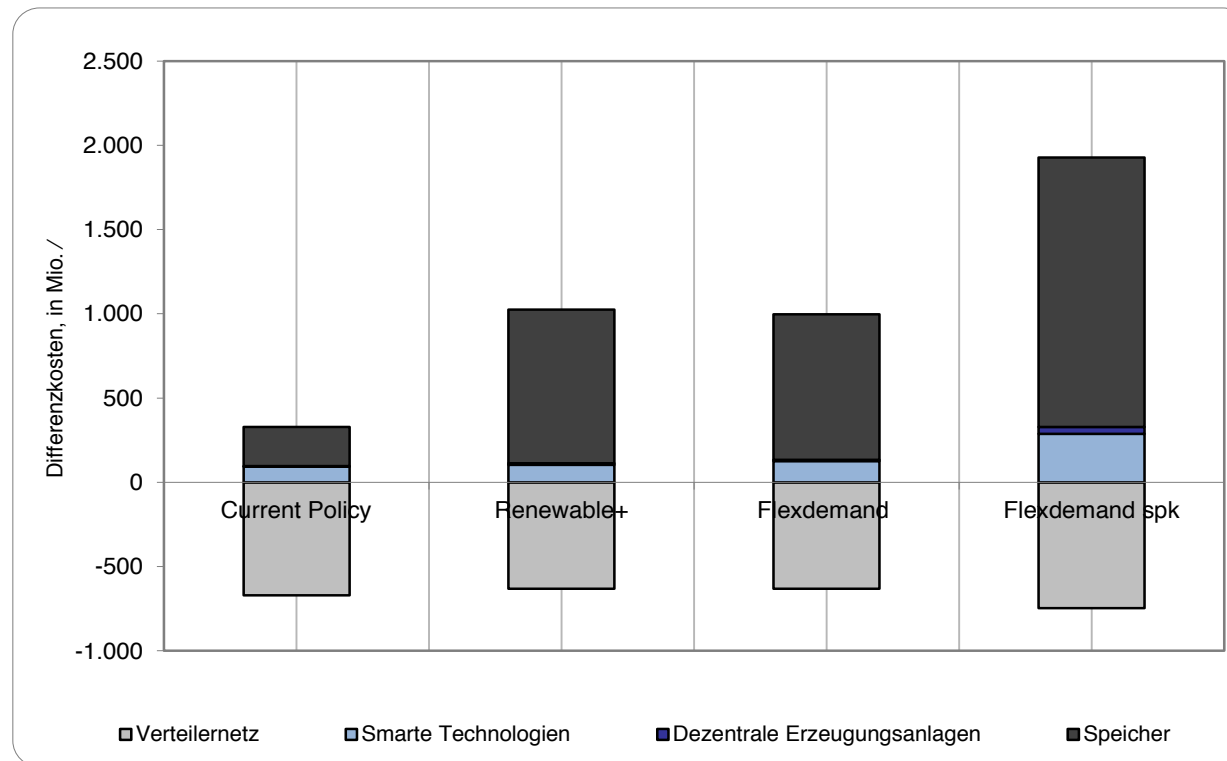


Quelle: Eigene Darstellung, ECONGRID

Differenzkosten



Differenzkosten von Smart Grids im Vergleich zur konventionellen Investitionsstrategie, ECONGRID-Szenarien, 2014-2030



Quelle: Eigene Darstellung

Nutzeneffekte



- Ableitung der Nutzeneffekte über die in den Szenarien/Migrationspfaden eingesetzten Technologien/Funktionalitäten.
- Monetäre Bewertung der Nutzeneffekte.
- Bewertet wird die Differenz der Nutzeneffekte in den smarten/konventionellen Migrationspfaden.

$$\text{Nutzen} = \text{Einsparung an Strombezugskosten}_{\text{smart}} - \text{Einsparung an Strombezugskosten}_{\text{konventionell}}$$

Ableitung der Nutzeneffekte (1)



Technologien	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	
erweiterte Leittechnik (Niederspannungsmonitoring, Verteilnetzautomatisierung, Betriebsmittelüberwachung ...)							
Einspeisemanagement beim Kunden							
Last- und Demand Side Management, Kunde							
Last- und Supply Side Management, EVU							
	1.1 Einhaltung des Spannungsbandes (Power Quality, EN 50160 und EN 61000)						
	1.2 Netzabbindung 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, Netzschnittstrategien, 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 aufeinander 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 Netzregulierserve						
	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 neues Schutzkonzepte						
	3.8 Anpassung Angebot / Nachfrage (Echtzeit)						

Quelle: Eigene Darstellung

Ableitung der Nutzeneffekte (2)



Funktionalitäten

Nutzeneffekte

Nutzen (Benefit)		Begünstigte	Berechnung: Nutzeneffekt																														
Verbesserte Anlagenbewirtschaftung	Optimierter Erzeugungsbetrieb	ELU	Optimierter Erzeugungsbetrieb	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	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	+
	reduzierte Engpasskosten	ELU	Reduzierte Engpasskosten	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0
Übertragung/Verteilung Kapitalein	verzögerte Investitionen in Übertragungssysteme	ELU	Verzögerte Investitionen im Netzbereich	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+
	verzögerte Investitionen in Verteilungssysteme	ELU	Verzögerte Investitionen im Netzbereich	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+

Quelle: Eigene Darstellung

Bewertung der Nutzeneffekte (1)

Motivation	Methodik	Szenarien	Kosten	Nutzeneffekte	KNA	Fazit
------------	----------	-----------	--------	---------------	-----	-------

Bewertung der Nutzeneffekte im Projekt ECONGRID

Nutzeffekt	Bewertung		
	Berücksichtigung Kostenseite	Separate monetäre Bewertung	Keine separate Bewertung
Optimierter Erzeugungsbetrieb	x		
Verzögerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten		x	
Verzögerte Investitionen im Verteilemetzbereich	x		
Reduzierte Betriebs-, Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten im Verteilemetzbereich	x		
Reduzierte Zählkosten			x
Reduktion der Netzverluste		x	
Einsparung an Strombezugskosten		x	
Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität		x	
Reduktion der CO ₂ -Emissionen		x	
Reduktion der Luftschadstoffe		x	
Reduktion der Importabhängigkeit			x

Quelle: Eigene Darstellung

Bewertung der Nutzeneffekte (2)

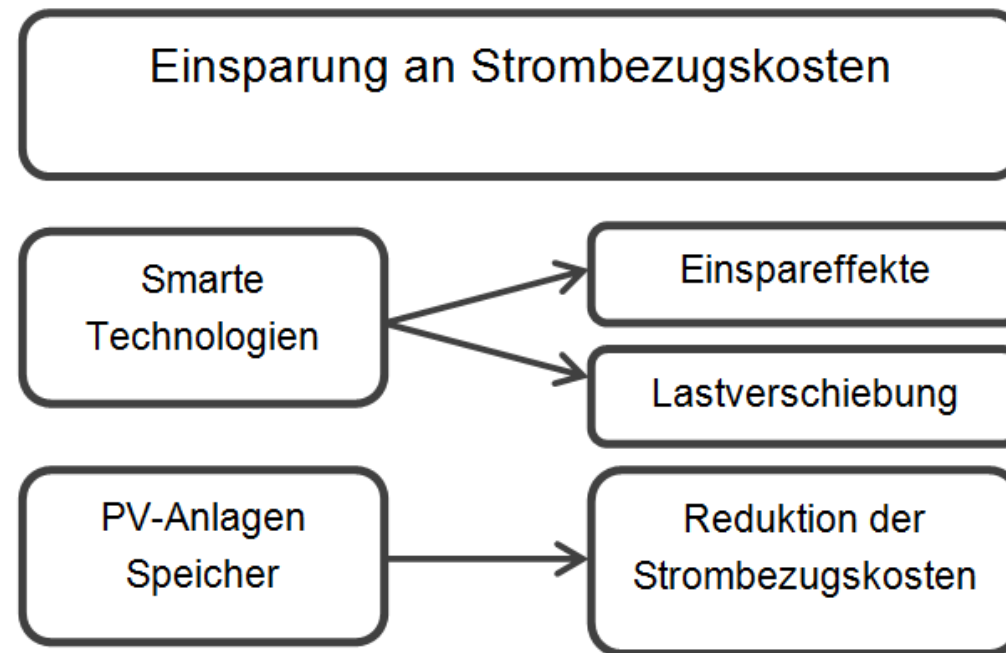


- Verzögerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten
 - Reduktion der Spitzenlast/Glättung der Lastkurve durch den Einsatz von IKT, Leittechnik, Speicher im Niederspannungsnetz für Elektromobilität, Last-, Demand Side- und Einspeisemanagement, Speicher inkl. Laderegler, Smart Meter etc.
- Reduktion der Netzverluste
 - Reduktion der Netzverluste durch Last-, Demand Side- und Einspeisemanagement, Speicher und Laderegler, IKT, Leitungsverstärkung, Ortsnetzstationszubau Transformatorverstärkung etc.
- Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität
 - Erhöhung der Versorgungszuverlässigkeit durch IKT, Schaltanlagen, Leittechnik, regelbare Ortsnetztransformatoren, Lade- und Speichersysteme im Niederspannungsnetz, Speicher und Laderegler, Smart Meter und Smart Home
- Reduktion der CO₂-Emissionen bzw. Luftschadstoffe
 - Reduktion der Netzverluste
 - Reduktion des Stromverbrauchs
 - Lastverschiebung

Bewertung der Nutzeneffekte (3)



Einsparung an Strombezugskosten im Projekt ECONGRID

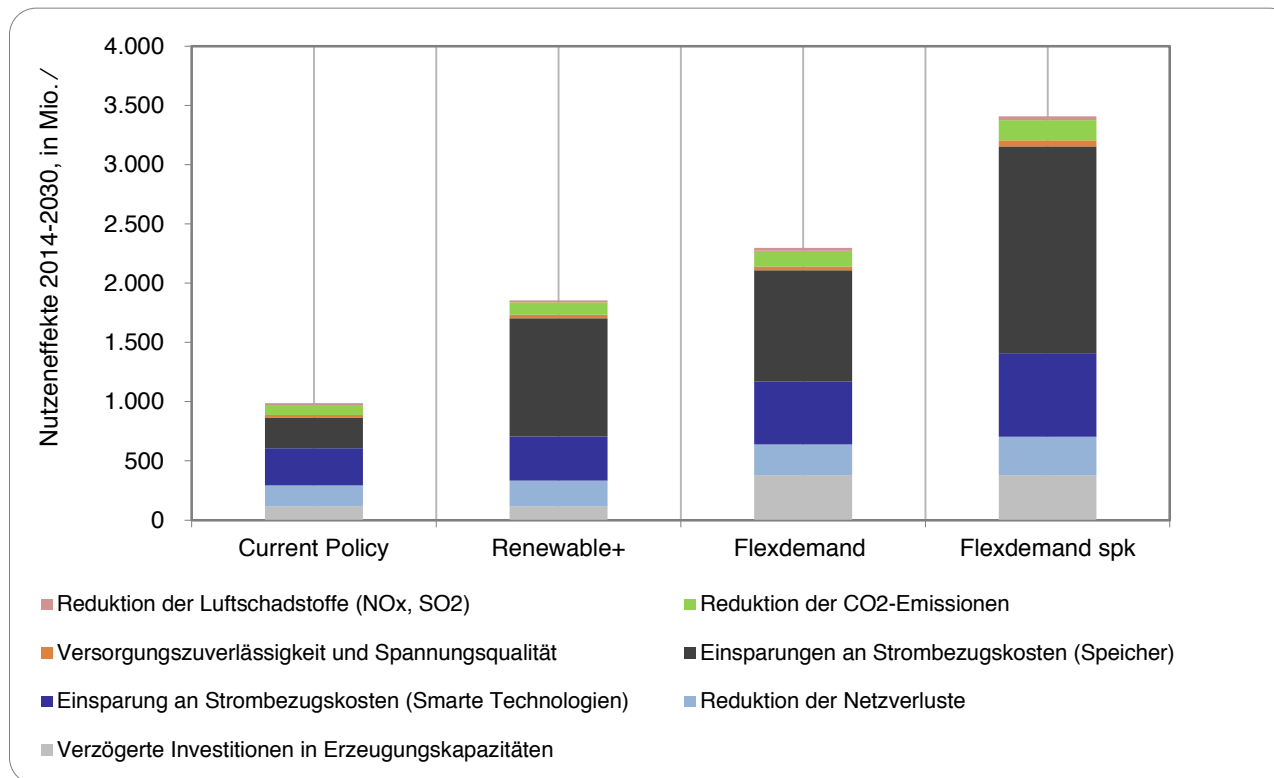


Quelle: Eigene Darstellung

Bewertung der Nutzeneffekte (4)



Nutzeneffekte in den ECONGRID-Szenarien



Quelle: Eigene Darstellung

Kosten-Nutzen-Analyse



- Analyse der gesamtwirtschaftlichen Wirkungen einer flächendeckenden Einführung von Smart Grids unter Berücksichtigung von externen Effekten.
- Verteilungseffekte: Welche Akteure sind von der Einführung von Smart Grids positiv/negativ betroffen?
- Berechnung der Kapitalwerte unter Verwendung der sozialen Diskontrate von 4,1%.
- Zeitrahmen 2014-2030
- Sensitivitätsanalyse
 - Speicherkosten
 - Smart Grids ohne Speicher

Zuweisung der Kosten- und Nutzeneffekte

Motivation	Methodik	Szenarien	Kosten	Nutzeneffekte	KNA	Fazit
------------	----------	-----------	--------	---------------	-----	-------

Zuweisung der Kosten an die Betroffenen, ECONGRID-Szenarien

Kosten	Betroffene
Verteilernetz	Elektrizitätsunternehmen
Smarte Technologien	Elektrizitätsunternehmen, Kunde
Dezentrale Erzeugungsanlagen	Kunde
Speicher	Kunde

Quelle: Eigene Darstellung

Zuweisung der Nutzeneffekte an die Begünstigten, ECONGRID-Szenarien

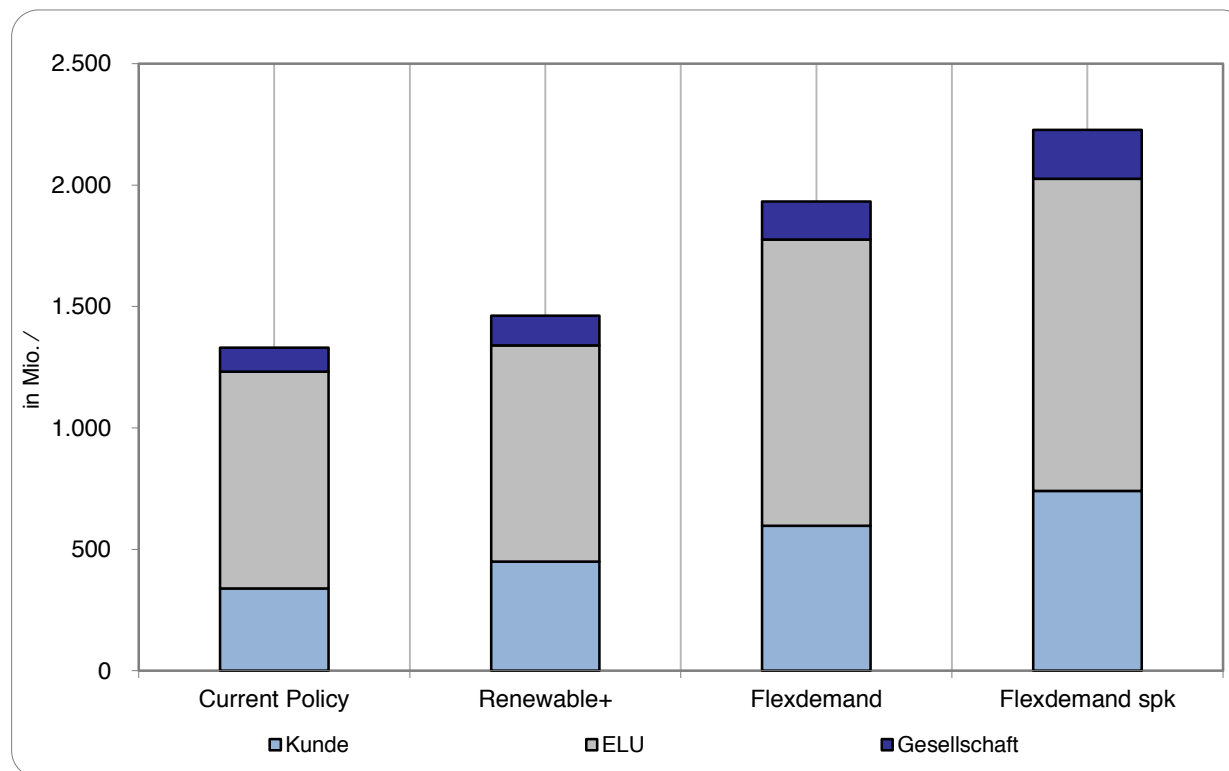
Nutzeneffekt	Begünstigte
Verzögerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten	Elektrizitätsunternehmen
Reduktion der Netzverluste	Elektrizitätsunternehmen
Einsparung an Strombezugskosten (Smarte Technologien)	Kunde, Elektrizitätsunternehmen
Einsparung an Strombezugskosten (Speicher)	Kunde
Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität	Kunde
Reduktion der CO ₂ -Emissionen	Gesellschaft
Reduktion der Luftschadstoffe	Gesellschaft

Quelle: Eigene Darstellung

Ergebnisse Kosten-Nutzen-Analyse (1)



Kapitalwerte (smart vs. konventionell), 2014-2030, nach betroffenen Gruppen

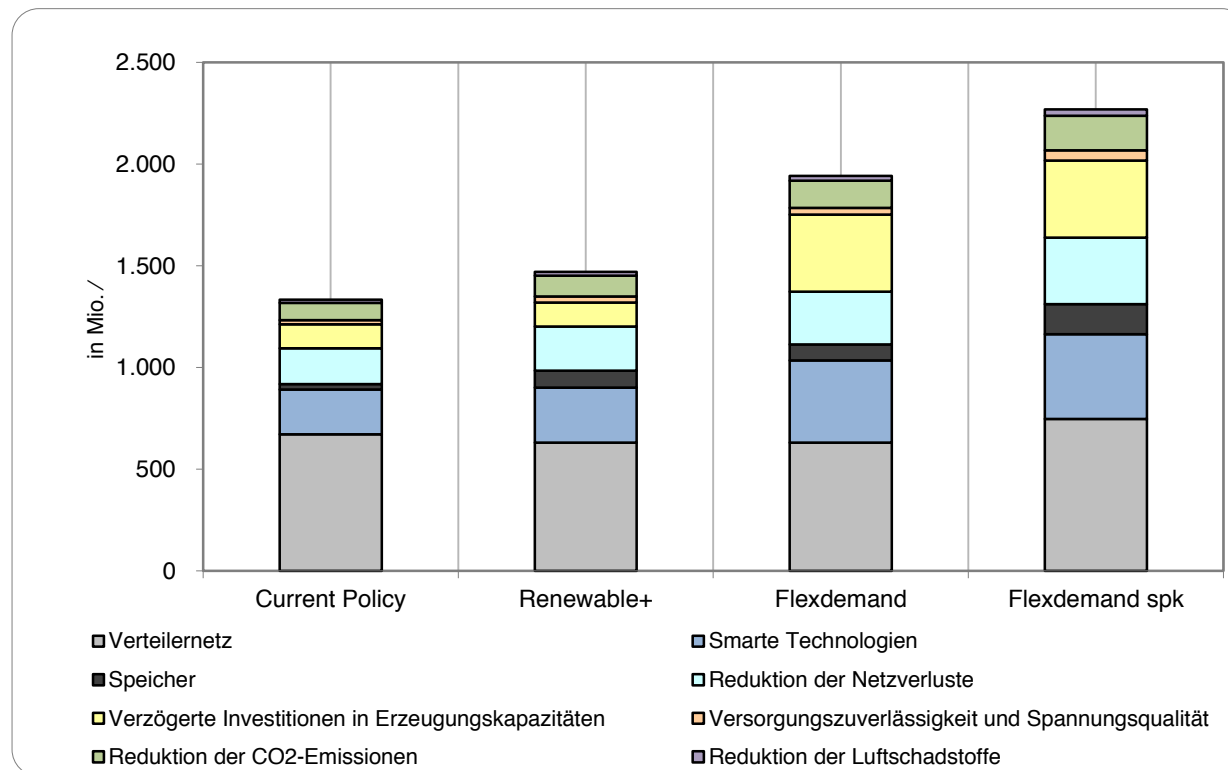


Quelle: Eigene Darstellung

Ergebnisse Kosten-Nutzen-Analyse (2)



Gesamteffekte im Vergleich zur konventionellen Investitionsstrategie, 2014-2030



Quelle: Eigene Darstellung, Anm.: ohne DEA

Sensitivitätsanalyse (1)



- Die Anschaffungskosten bzw. die Rentabilität der Speicher beeinflussen die Gesamteffekte für die Kunden am stärksten.
- Annahme in den ECONGRID-Szenarien: Großflächiger Einsatz von Speichern erfolgt nur, wenn die Kosten über verminderte Strombezugskosten kompensiert werden können. Die in den ECONGRID-Szenarien angesetzten Kosten für Speicher und Laderegler liegen noch unter den derzeitigen Anschaffungskosten.
- Sensitivitätsanalyse
 - Speicherkosten
 - Smart Grids ohne Speicher

Sensitivitätsanalyse (2)



- Variante „hohe Speicherkosten“:
 - Kapitalwerte sind aus gesamtwirtschaftlicher Sicht (Aggregation der Gruppen Elektrizitätsunternehmen, Kunde, Gesellschaft) in allen Szenarien positiv, d.h. der smarte Ausbau ist dem konventionellen Migrationspfad zu bevorzugen.
 - Kunden sind in den Szenarien Renewable⁺ und *Flexdemand*_{spk} negativ betroffen.
- Variante „Smart Grids ohne Speicher“:
 - Kapitalwerte sind aus gesamtwirtschaftlicher Sicht positiv, alle Gruppen profitieren von einem smarten Ausbau.
 - Die Elektrizitätsunternehmen müssen auch in den smarten Migrationspfaden verstärkt in das Verteilernetz investieren.

Fazit



- Die Ergebnisse zeigen, dass in allen Szenarien – mit den getätigten Annahmen – der smarte Migrationspfad der konventionellen Investitionsstrategie zu bevorzugen ist.
- Während aus Sicht der Elektrizitätsunternehmen die smarten Migrationspfade vorteilhaft sind, hängt das Ergebnis auf der Kundenseite wesentlich von der Entwicklung der Anschaffungskosten und Einsatzdauer der Speicher und Laderegler ab.
- Die Realisierung der Nutzeneffekte wird insbesondere von der Einbindung der Marktteilnehmer abhängen.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Kontaktdaten

Institut für Höhere Studien Kärnten

Mag. Beate Friedl

Alter Platz 10

A-9020 Klagenfurt

Tel: +43 463 592150-21

Mail: friedl@carinthia.ihs.ac.at

www.carinthia.ihs.ac.at