



Zur Bewertung von Kosten und Nutzen von Ausbauvorhaben im Übertragungsnetz



3. Wissenschaftsdialog der Bundesnetzagentur - Bonn - 18.09.2015

Die Autoren

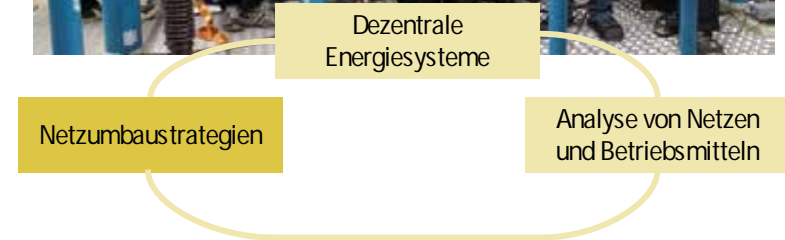
Professur Unternehmens-
rechnung und Controlling

Prof. Dr. Uwe Götze
Dr. Romy Lindner



Professur Energie- und
Hochspannungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schufft
Dr.-Ing. Jens Teuscher



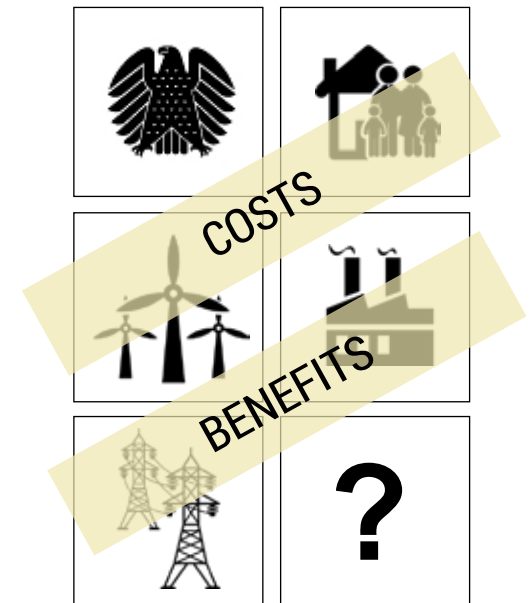
1. Motivation

Ausbauvorhaben im Übertragungsnetz

- ∅ haben vielfältige, komplexe und (auch) langfristige Wirkungen ökonomischer, ökologischer und sozialer Art,
- ∅ die für unterschiedliche Akteure und Akteursgruppen (Netzbetreiber, Netznutzer, Verbraucher, Staat, Gesellschaft etc.) relevant sind.

Die Bewertung solcher Vorhaben erfordert ein Instrumentarium, das

- ∅ die aussagekräftige, transparente und effiziente Abbildung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Wirkungen
- ∅ aus Sicht mehrerer Akteure und Akteursgruppen ermöglicht.



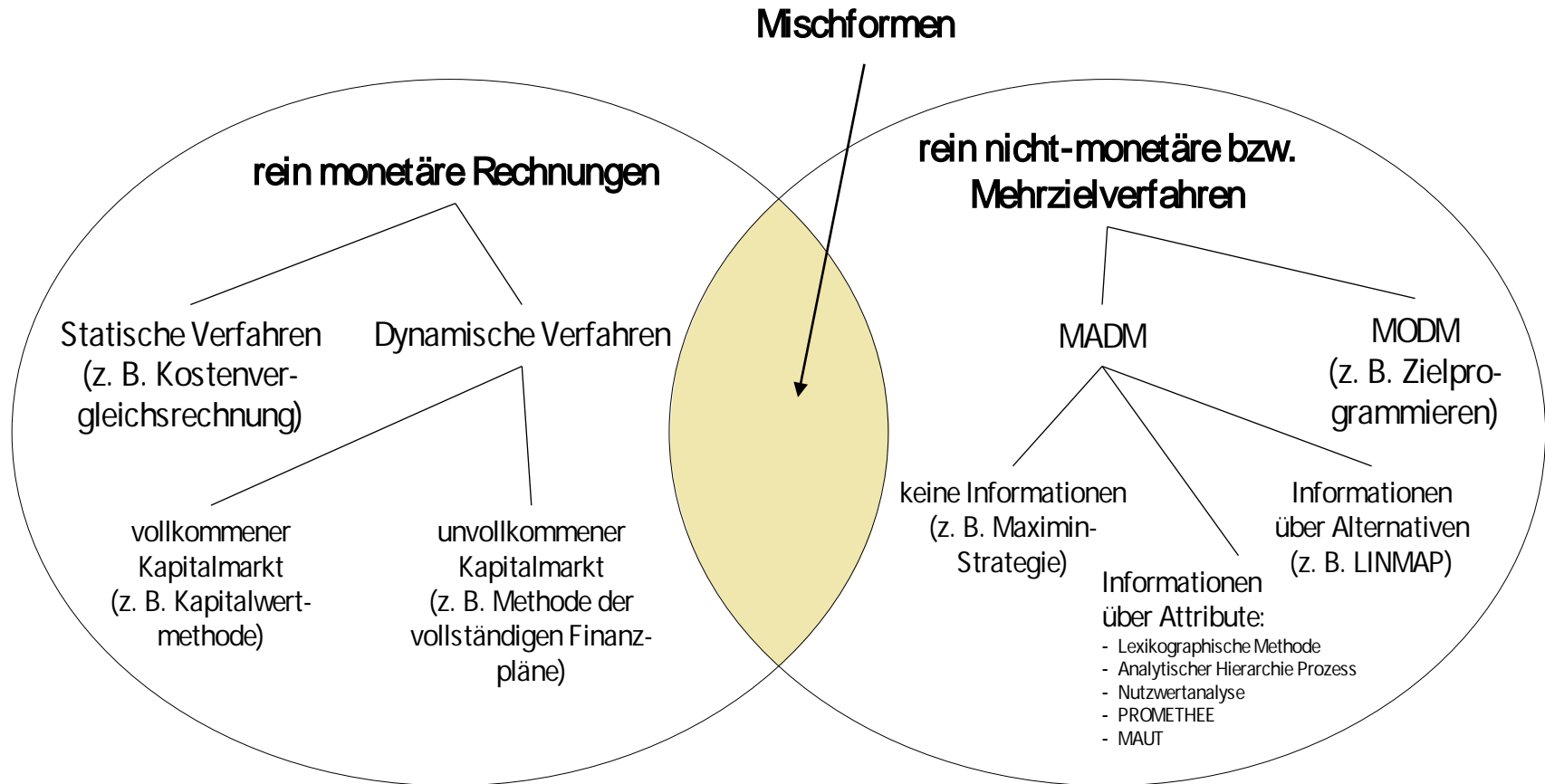
Inwiefern erfüllt die im Ten-Year Network Development Plan (TYNDP) vorgeschlagene Combined MultiCriteria and Cost Benefit Analysis diese Anforderungen?

Gliederung

1. Motivation
2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis
3. Anwendung auf ein Netzausbauprojekt
4. Beurteilung und Ansätze zur Verbesserung
5. Zusammenfassung und Ausblick

2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

Methodenspektrum im Überblick



Vgl. Götte, U.: Investitionsrechnung - Modelle und Analysen zur Vorbereitung von Investitionsentscheidungen, 7. Auflage, Berlin/Heidelberg 2014, S. 49 ff, 178.

2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

Ansatz einer Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis



Vgl. Blohm, H./Lüder, K./Schaefer, C.: Investition – Schwachstellenanalyse des Investitionsbereichs und Investitionsrechnung, 10. Aufl., München 2012, S. 176 ff.

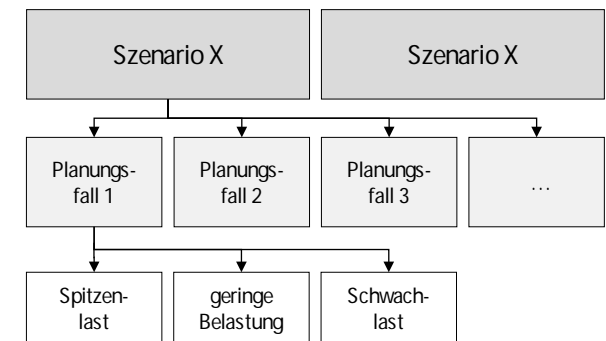
Vgl. Ott, S.: Investitionsrechnung in der öffentlichen Verwaltung – Die praktische Bewertung von Investitionsvorhaben, Wiesbaden 2011, S. 159 ff.

2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

Ablauf der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

1. Schritt: Formulieren plausibler Zukünfte des Energiesystems und Erarbeitung von Planungsfällen

- Zeithorizont: sehr langfristig (30-40 Jahre), langfristig (10-20 Jahre)*, mittelfristig (5-10 Jahre)*
 - Unterscheidung zweier Arten von Szenarien
 - § Bottom-up-Szenarien basieren auf Trends und regionalen Besonderheiten (bis TYNDP 2010)
 - § Top-down-Szenarien liegen energiepolitische Zielstellungen zugrunde (seit TYNDP 2012, Orientierung an Energiepolitik/-zielen der EU)
 - Angaben zu wirtschaftlichen und technischen Kenngrößen, Erzeugungskapazität, Nachfrageentwicklung, Energieaustausch mit Systemen außerhalb der zu untersuchenden Region
- Ableitung von Anforderungen an den Netzausbau und Entwurf von Planungsfällen, die bestimmte Zeitpunkte und Situationen in den Szenarien repräsentieren



Quelle: mod. übern. und übersetzt aus European Network of Transmission System Operators for Electricity: ENTSO-E Guideline for Cost Benefit Analysis of Grid Development Projects, 2015, S. 7.

* für Bewertung empfohlen

2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

Ablauf der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

2. Schritt: Bestimmung von Kosten sowie ökologischen und sozialen Konsequenzen eines Ausbauvorhabens

C1
Gesamte Projektkosten

- Kosten für Material und Fertigung (bspw. für Masten, Fundamente, Kabel, Steuersysteme)
- Kosten für Zwischenlösungen (bspw. temporäre Stromversorgung beim Bau einer Freileitung)
- Umweltkosten und „Konsenskosten“ (consenting costs)
- Kosten für Vorrichtungen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt ersetzt werden müssen
- Instandhaltungskosten und „costs of the technical life cycle“ (S. 29)
- Demontagekosten

§ Berücksichtigung von Restwerten (angesichts der Lebensdauer der Anlagen bis zu 80 Jahren)

§ Abzinsung aller „Kosten“ auf den Betrachtungszeitpunkt

S1
Ökologische Auswirkungen

Auswirkungen des Projektes auf die Natur und die Artenvielfalt (in km); abhängig von der Länge der Freileitung, des Erd-/Seekabels durch umweltsensitive Gebiete

S2
Soziale Auswirkungen

Auswirkungen des Projektes auf die (lokale) Bevölkerung (in km); abhängig von der Länge der Freileitung, des Erd-/Seekabels durch umweltsensitive Gebiete

2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

Ablauf der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

3. Schritt: Bestimmung des Nutzens eines Ausbauprojekts

- Einzuschätzende Kriterien:

B1		B2		B3		B4		B5		B6		B7	
Versorgungssicherheit unter gewöhnlichen Bedingungen		Sozioökonomische Wohlfahrt		Integrierbarkeit von Anlagen zur EE-Erzeugung		Höhe von Verlusten im Übertragungsnetz		Ausstoß von CO ₂ -Emissionen		Ausfallsicherheit/ Systemsicherheit bei extremen Bed.		Flexibilität bzgl. unerwarteter Entwicklungen in d. Zukunft	
Erwartungswert d. Lastverlusts (h/MWh), erwartete Energieausfälle (MWh)		Reduktion der Erzeugungskosten/ Erhöhung der Gesamtwohlfahrt (€), Distributionskosten (€)		Verbundene Anlagen zur EE-Erzeugung (MW), Verlust an EE (MWh)		Verluste (MWh)		CO ₂ (t)		KPI aus der Bewertung von: - Leistungsflüssen/ instandhaltungsbedingten Netzausfällen - Netzstabilität - Spannungseinbrüchen		KPI aus der Bewertung von: - Erfüllung aller im Sz. abgebildeten P.-Fälle - Nutzen für überregionalen Ausgleich von Energie - Verwendung bei Verzicht von Verstärkungen	
Projekte hat keine messbare Wirkung	1	Jährlicher Nutzen < 30 Mio. €	1	Neutral EE-Anl. < 100 MW, Anstieg EE-Erz. < 50 GWh	0	Umfang der Verluste steigt	-1	Keine positiven Effekte auf CO ₂ -Emissionen	0	KPI = 0	0	KPI = 0	0
Erhöhung > 0,0001 % des Jahresverbr. bei Nachfrage > 3 TWh	2	30 Mio. € < Jährlicher Nutzen > 100 Mio. €	2	Direkte Verb. zu EE-Anl. 100-500 MW, Anstieg EE-Erz. 50-300 GWh	1	Verluste sinken und steigen in bestimmten Situationen	0	Reduktion der CO ₂ -Emissionen < 500 kt/Jahr	2	KPI ≤ 3+	2	KPI ≤ 3+	2
Erhöhung > 0,01 % des Jahresverbr. bei Nachfrage > 3 TWh	3	Jährlicher Nutzen ≥ 100 Mio. €	3	Direkte Verb. zu EE-Anl. > 500 MW, Anstieg EE-Erzeugung. > 300 GWh	3	Umfang der Verluste sinkt	1	Reduktion der CO ₂ -Emissionen > 500 kt/Jahr	3	KPI > 3+	3	KPI > 3+	3

§ Ermittlung der Nutzensausprägungen für drei Zeitperioden

§ Abzinsung aller monetären Größen auf den Betrachtungszeitpunkt

Quelle: übersetzt aus und basierend auf European Network of Transmission System Operators for Electricity: ENTSO-E Guideline for Cost Benefit Analysis of Grid Development Projects, 2015, S. 33 ff.

2. Methodik der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

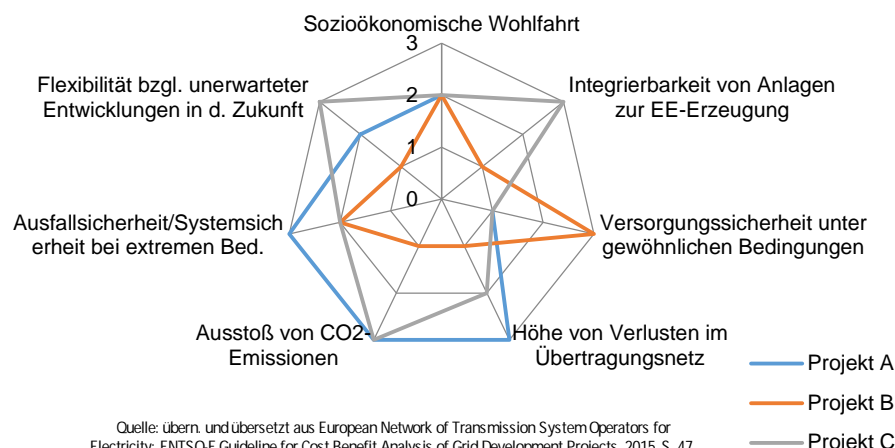
Ablauf der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis

4. Schritt: Bewertung des Ausbauvorhabens

- Zwei Formen der Bewertung: Take Out One at the Time (TOOT) vs. Put IN one at the Time (PINT)
- Ermittlung der Ausprägungen aller aufgeführten Kriterien für das Referenzszenario und mind. zwei weitere Szenarien; Darstellung der Ergebnisse in einer Bewertungstabelle oder als Netzdiagramm
- Beurteilung der Ausprägungen (negativ, neutral, schwach positiv, mittelmäßig positiv und stark positiv)
- Ergänzung von Sensitivitätsanalysen möglich (für Nachfrageerwartung, Benzinpreisentwicklung, Abzinsungsfaktor etc.)

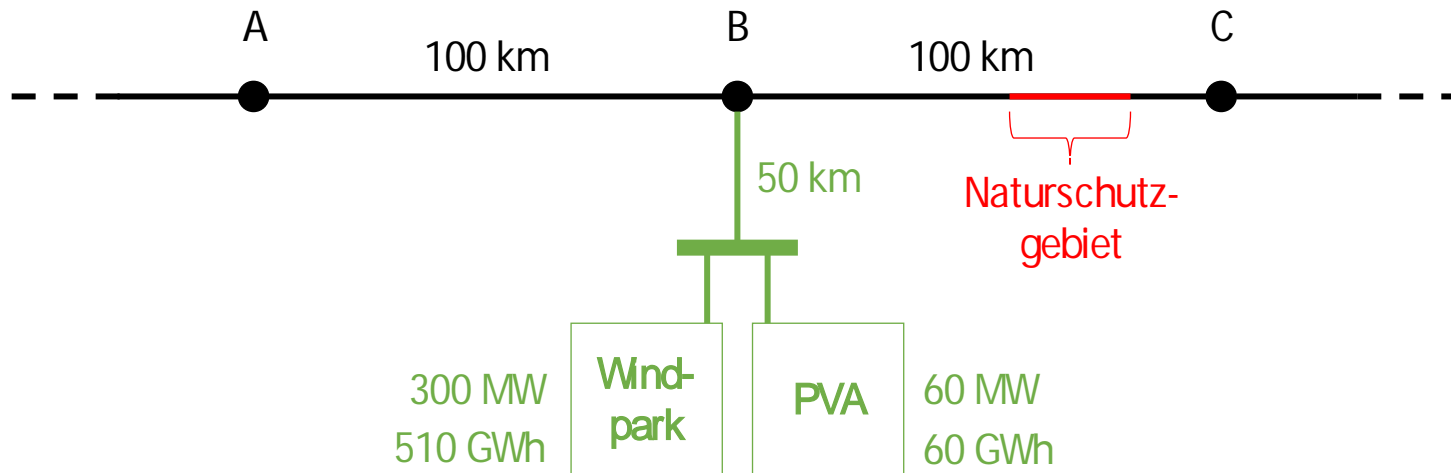
Kriterien	Projektbewertung									
	Erhöhung der Netzübertragungsfähigkeit	Sozioökonomische Wohlfahrt	Integrierbarkeit von Anlagen zur EE-Erzeugung	Versorgungssicherheit unter gewöhnlichen Bed.	Höhe von Verlusten im Übertragungsnetz	Ausstoß von CO ₂ -Emissionen	Ausfall-/Systemsicherheit bei extremen Bed.	Flexibilität bzgl. Unerwarteter Entwicklungen	Sozio-ökologische Auswirkungen	Projektkosten
	MW	M€/year	MWh/year	MWh/year	M€	Mt				M€
Projekt A	1000	150	500			0,5	+++	++		650
Projekt B	500	30		3000	20		++			25
Projekt C	800	225	3000		10	1	++	+++		150

Quelle: übern. und übersetzt aus TYNDP 2014, S. 456.



3. Anwendung auf ein Netzausbauvorhaben

Beispiel: Anschluss eines Windparks und einer Photovoltaikanlage an das Übertragungsnetz



Schritt 1:

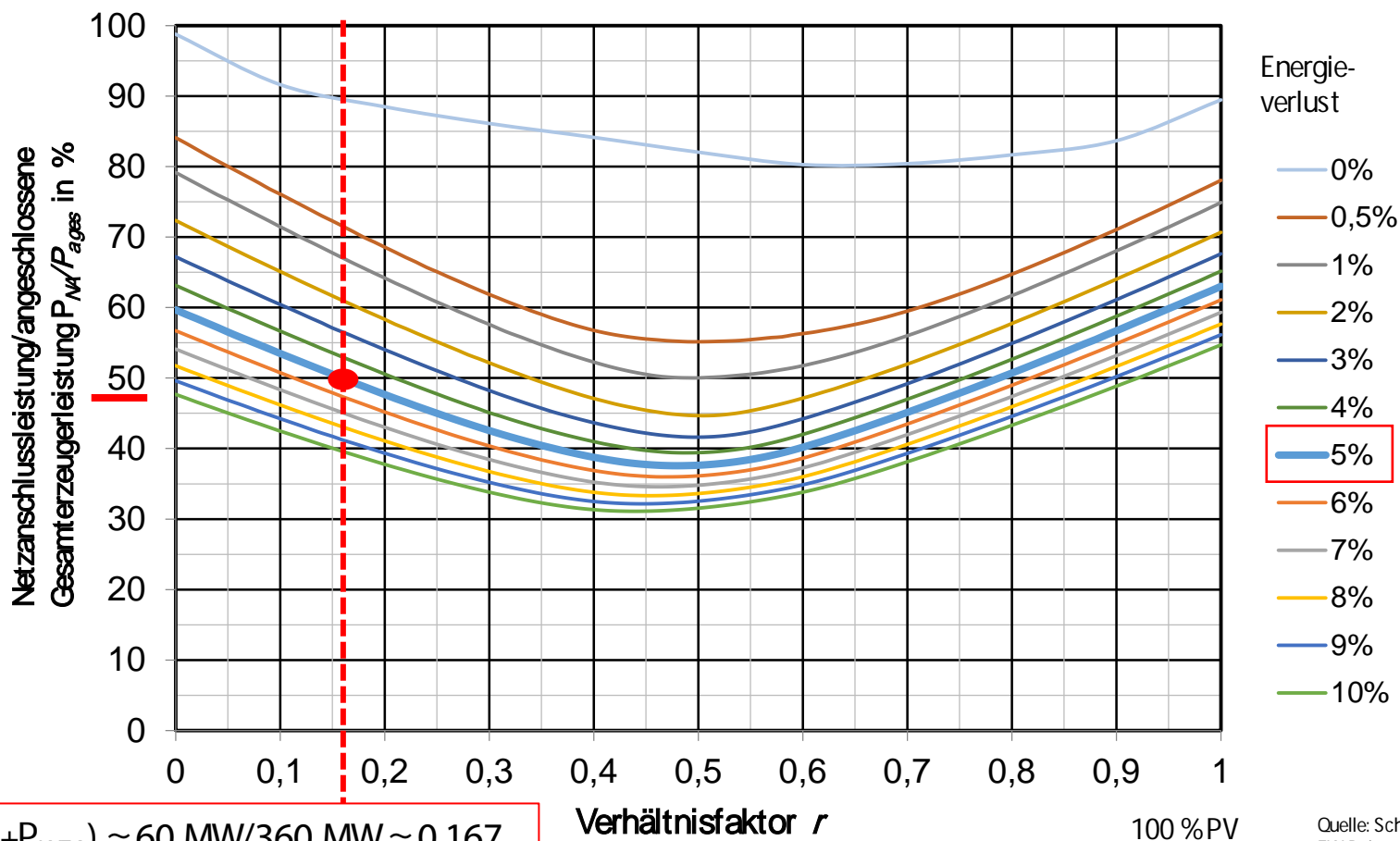
Planungsfall/Alternative 1:

Planung des Ausbauvorhabens auf Basis der Nennleistung von Photovoltaikanlage und Windpark

- ➔ Neubau eine 380-kV-Freileitung über 50 km
- ➔ Umbau der 380-kV-Freileitung über 200 km zwischen Punkt A und C (wegen Überlast) inklusive 25 km durch ein Naturschutzgebiet

3. Anwendung auf ein Netzausbauvorhaben

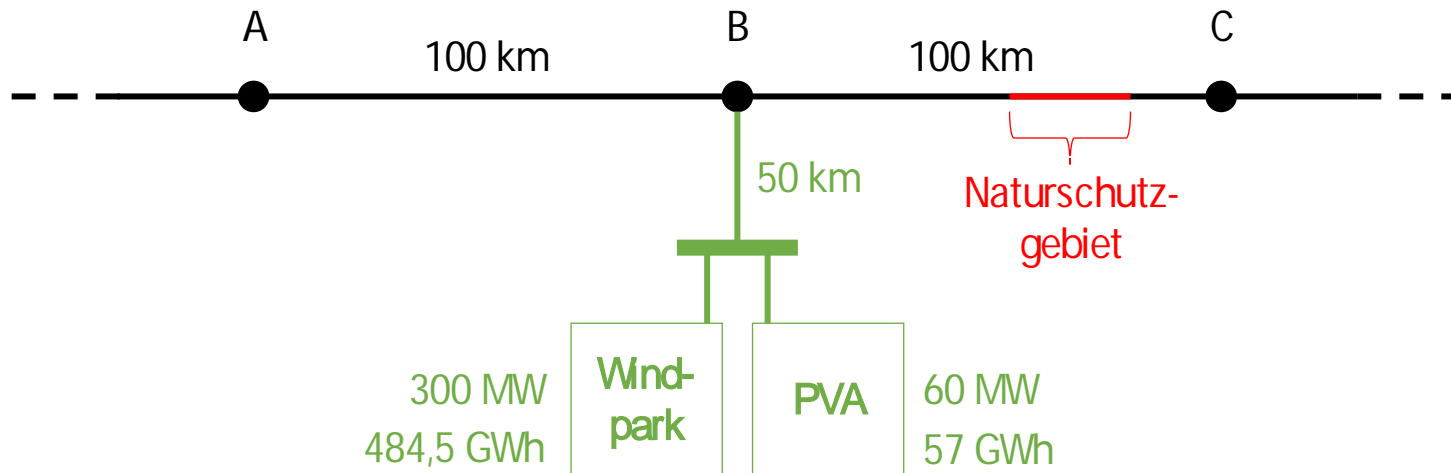
Beispiel: Anschluss eines Windparks und einer Photovoltaikanlage an das Übertragungsnetz



Quelle: Schufft/Göhlich/Gürlek:
EW-Beitrag 03/15

3. Anwendung auf ein Netzausbauvorhaben

Beispiel: Anschluss eines Windparks und einer Photovoltaikanlage an das Übertragungsnetz



Schritt 1:

Planungsfall/Alternative 2:

Planung des Ausbauvorhabens auf Basis optimalen Netzanschlussleistung von kombinierter Photovoltaik- und Windeinspeisung¹ (hier 180 MW bei 5% nicht abgerufene Energie)

➔ Neubau eine 380-kV-Freileitung über 50 km

¹ nach Schufft/Göhlich/Gürlek: EW

3. Anwendung auf ein Netzausbauvorhaben

Planungsfall/Alternative 1:

2. / 3. / 4. Schritt	Beurteilung der Kriterien	Bewertung
C1	Investitionskosten: 250 Mio. € (1 Mio. €/km)	1
S1	25 km	25 km
S2	0 km	0 km
B1	Projekt hat keine messbare Wirkung	0
B2	21,6 Mio. € /a Einsparung Stromgestehungskosten	1
B3	360 MW EEG-Anlagen integriert	1
B4	Verluste sinken und steigen in bestimmten Szenarien	0
B5	297 kt/a CO ₂ -Einsparung (Basierend auf Strom-Mix 2013)	2
B6	KPI = 3	1
B7	KPI = 4	2

3. Anwendung auf ein Netzausbauvorhaben

Planungsfall/Alternative 2:

2. / 3. / 4. Schritt	Beurteilung der Kriterien	Bewertung
C1	Investitionskosten: 50 Mio. € (1 Mio. €/km)	1
S1	0 km	0 km
S2	0 km	0 km
B1	Projekt hat keine messbare Wirkung	0
B2	20,5 Mio. € /a Einsparung Stromgestehungskosten (5ct/kWh)	1
B3	360 MW EEG-Anl. integriert bei einer opt. Netzanschlussleistung von 180 MW	1
B4	Verluste sinken und steigen in bestimmten Szenarien	0
B5	282 kt/a CO ₂ -Einsparung (Basierend auf Strom-Mix 2013)	2
B6	KPI = 2	1
B7	KPI = 2	1

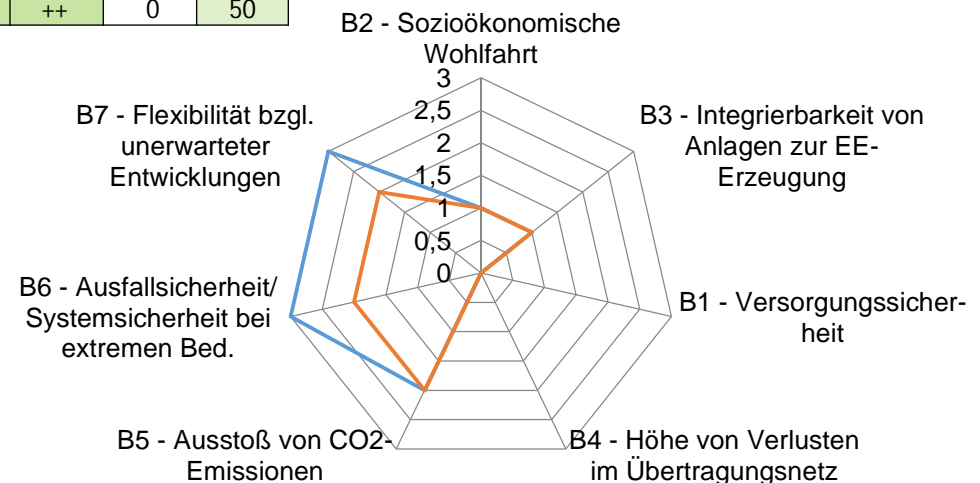
3. Anwendung auf ein Netzausbauvorhaben

Schritt 4: Bewertung des Ausbauvorhabens

Projektbewertung										
Kriterien	Erhöhung der Netzübertragungsfähigkeit	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	S1 / S2	C1
	MW	MWh/a	M€/a	MW/a	M€	Mt			km	M€
P.-Fall 1	360	0	21,6	360	0	0,3	+++	++++	25	250
P.-Fall 2	180	0	20,5	360	0	0,28	++	++	0	50



— Planungsfall 1 — Planungsfall 2



4. Beurteilung und Ansätze zur Verbesserung

1. Schritt: Formulieren plausibler Zukünfte und Erarbeitung von Planungsfällen

Positive Aspekte	Diskussionswürdige Aspekte	Verbesserungsvorschläge
- Zugrundelegen von Szenarien und Planungsfällen	-	-

2. Schritt: Bestimmung von Kosten sowie ökologischen und sozialen Konsequenzen

Positive Aspekte	Diskussionswürdige Aspekte	Verbesserungsvorschläge
<ul style="list-style-type: none"> - Lebenszyklusorientierung und dynamische Betrachtung - Einbeziehung sozialer und ökologischer Kriterien (à Nachhaltigkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> - unklare Kostenbegriffe - wenig methodische Hinweise zur Kostenermittlung - Social discount rate - wenig methodische Hinweise zur Ermittlung sozialer und ökologischer Konsequenzen, keine Abstufung 	<ul style="list-style-type: none"> - klare Kostendefinitionen - Methodik der Kostenermittlung - klare Vorgabe für die Bestimmung der social discount rate - Methodik der Ermittlung sozialer und ökologischer Konsequenzen (u. a. unter Rückgriff auf Erkenntnisse der Umweltbilanzierung, Sozialwissenschaften)

4. Beurteilung und Ansätze zur Verbesserung

3. Schritt: Bestimmung des Nutzens

Positive Aspekte	Diskussionswürdige Aspekte	Verbesserungsvorschläge
<ul style="list-style-type: none"> - Kriterienkatalog mit Operationalisierungsvorschlägen 	<ul style="list-style-type: none"> - einzelne Kriterien und Operationalisierungsvorschläge inkl. Monetarisierung - mangelnde Unabhängigkeit der Kriterien - unterschiedliche Abstufungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Validierung der Operationalisierungsvorschläge unter Rückgriff auf Erkenntnisse der Umweltbilanzierung, Sozialwissenschaften - Überdenken der Kriterien und Abstufungen

4. Schritt: Bewertung des Ausbauprojekts

Positive Aspekte	Diskussionswürdige Aspekte	Verbesserungsvorschläge
<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Einbeziehung aller Kriterien - Szenarien und Sensitivitätsanalyse 	<ul style="list-style-type: none"> - Entscheidungsunterstützung relativ gering ausgeprägt (Aggregation über Kriterien und Szenarien) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung von Visualisierungstechniken und Mehrzielverfahren

4. Beurteilung und Ansätze zur Verbesserung

Methodik insgesamt – Grundkonzept

Positive Aspekte	Diskussionswürdige Aspekte	Verbesserungsvorschläge
<ul style="list-style-type: none"> - innovativer integrativer Ansatz 	<ul style="list-style-type: none"> - getrennte Erfassung der positiven und negativen Wirkungen - Umgang mit Subjektivität und Bewertungsspielräumen 	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der jeweiligen ökonomischen (oder monetären), ökologischen und sozialen Gesamtwirkungen - Differenzierte Ausgestaltung des Instrumentariums

Methodik insgesamt – Einbeziehung von Akteuren und Akteursgruppen

Positive Aspekte	Diskussionswürdige Aspekte	Verbesserungsvorschläge
<ul style="list-style-type: none"> - Pluralität der Akteure adressiert 	<ul style="list-style-type: none"> - Perspektive der Akteure nicht differenziert berücksichtigt 	<ul style="list-style-type: none"> - konzeptionelle Einbindung akteurspezifischer Rechnungen

5. Zusammenfassung und Ausblick

- Ø Die Bewertung von Ausbauprojekten stellt eine facettenreiche und komplexe Aufgabe dar, die hohe Anforderungen stellt.
- Ø Mit der Combined Multi-Criteria and Cost Benefit Analysis wird ein interessanter innovativer Ansatz vorgeschlagen.
- Ø Dieser bietet Potenzial für die Erfüllung der Anforderungen – hinsichtlich einiger Aspekte aber auch Diskussionsbedarf.

Kontakt

**Prof. Dr. Uwe Götze;
Dr. Romy Lindner**

E-Mail:
{uwe.goetze; romy.lindner}@
wirtschaft.tu-chemnitz.de

Professur BWL III – Unternehmens-
rechnung und Controlling
Technische Universität Chemnitz
Thüringer Weg 7
09126 Chemnitz



**Prof. Dr.-Ing Wolfgang Schufft;
Dr. Jens Teuscher**

E-Mail:
{wolfgang.schufft; jens.teuscher}@
etit.tu-chemnitz.de

Professur Energie- und Hoch-
spannungstechnik
Technische Universität Chemnitz
Reichenhainer Straße 70
09126 Chemnitz

