

Anne Palenberg

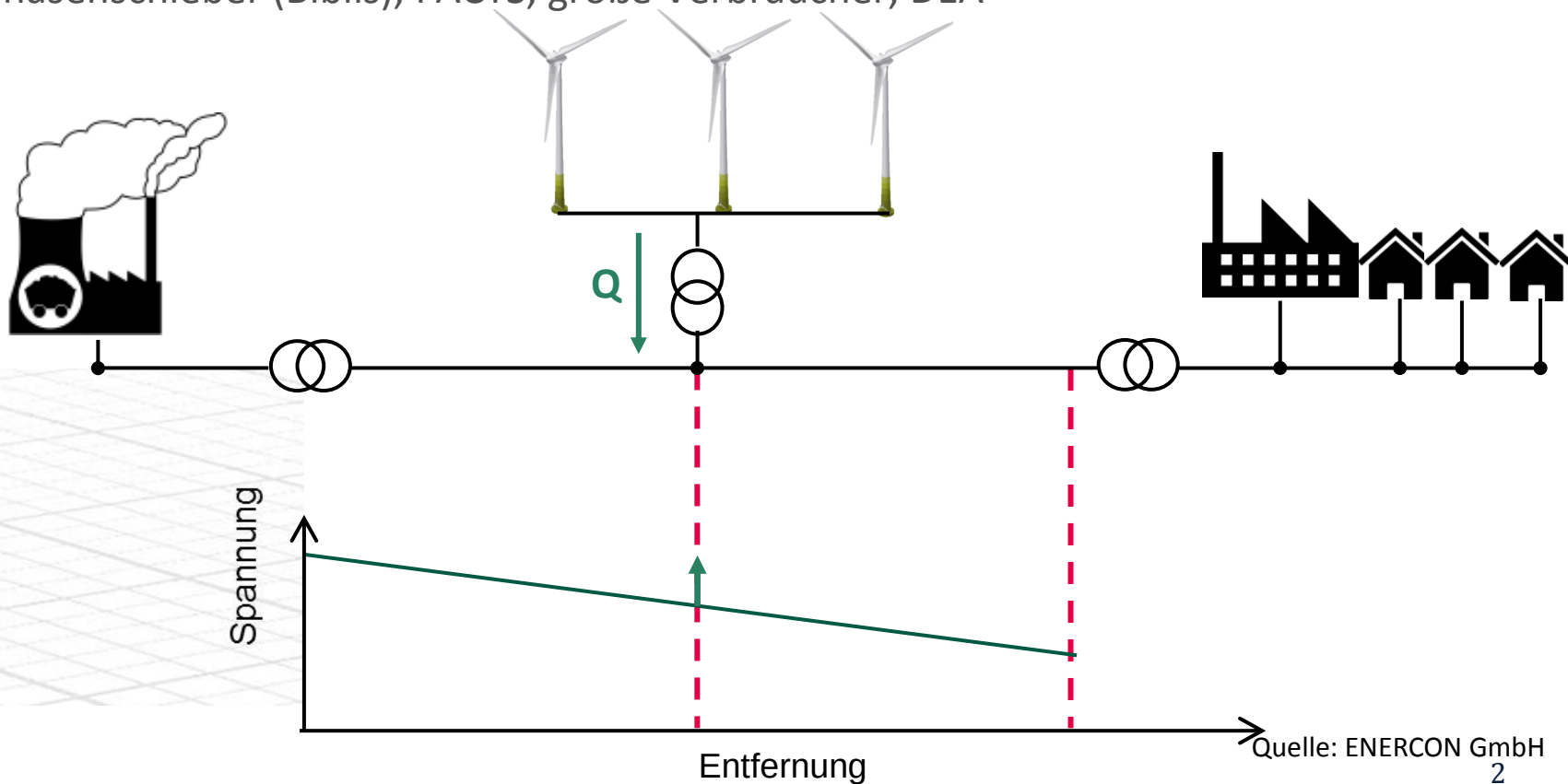
Verluste durch die Bereitstellung von Blindleistung durch Windenergie- anlagen

Strommarkttreffen

Berlin, 22.9.17

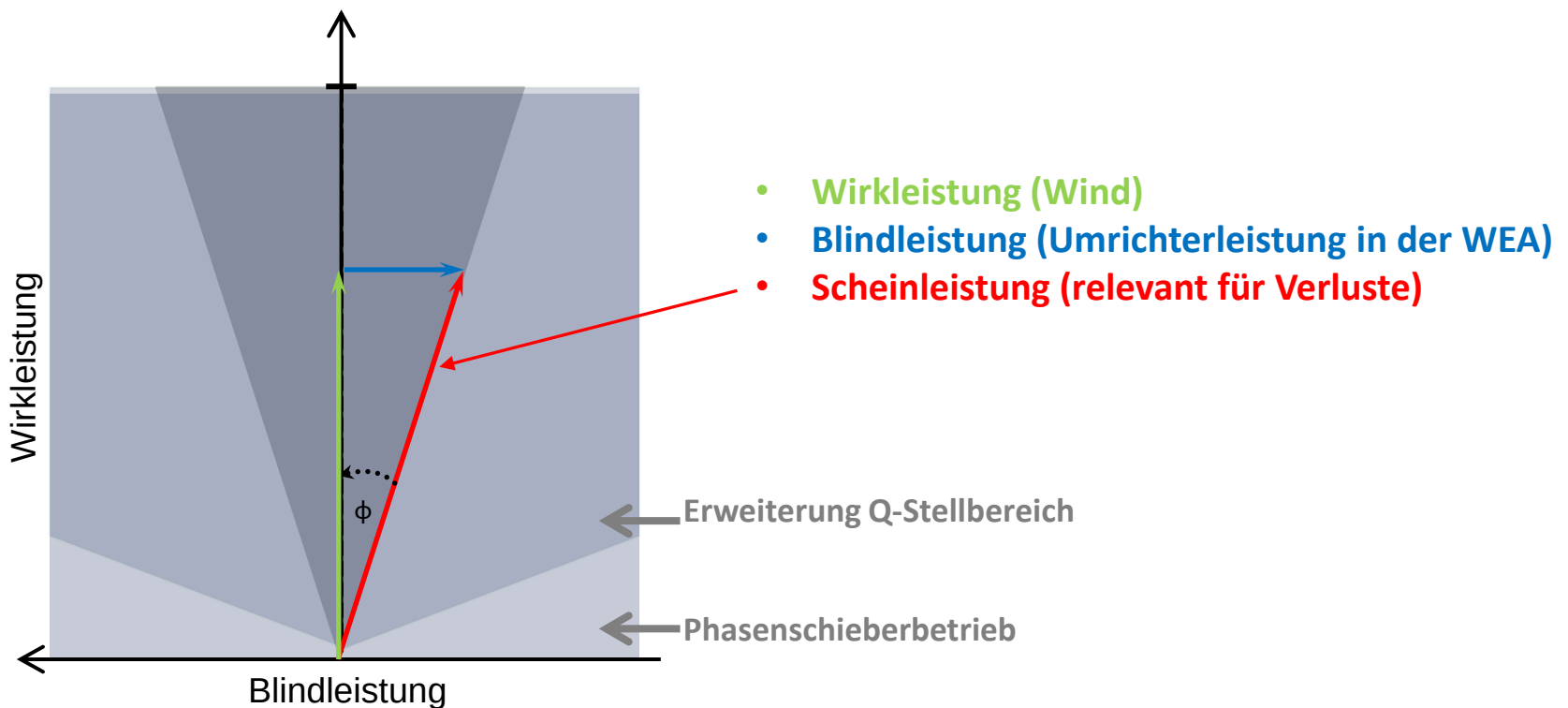


- Das Übertragungsnetz benötigt Blindleistung um den Transport von Strom über weite Strecken zu ermöglichen
- Das Verteilnetz benötigt Blindleistung um Verbraucherbedarf (zb. Motoren) zu decken und bei der Energieverteilung Spannung in vorgegebenen Grenzen zu halten
- Blindleistungsquellen: konventionelle Kraftwerke, Kompensationsanlagen, Phasenschieber (Biblis), FACTS, große Verbraucher, DEA



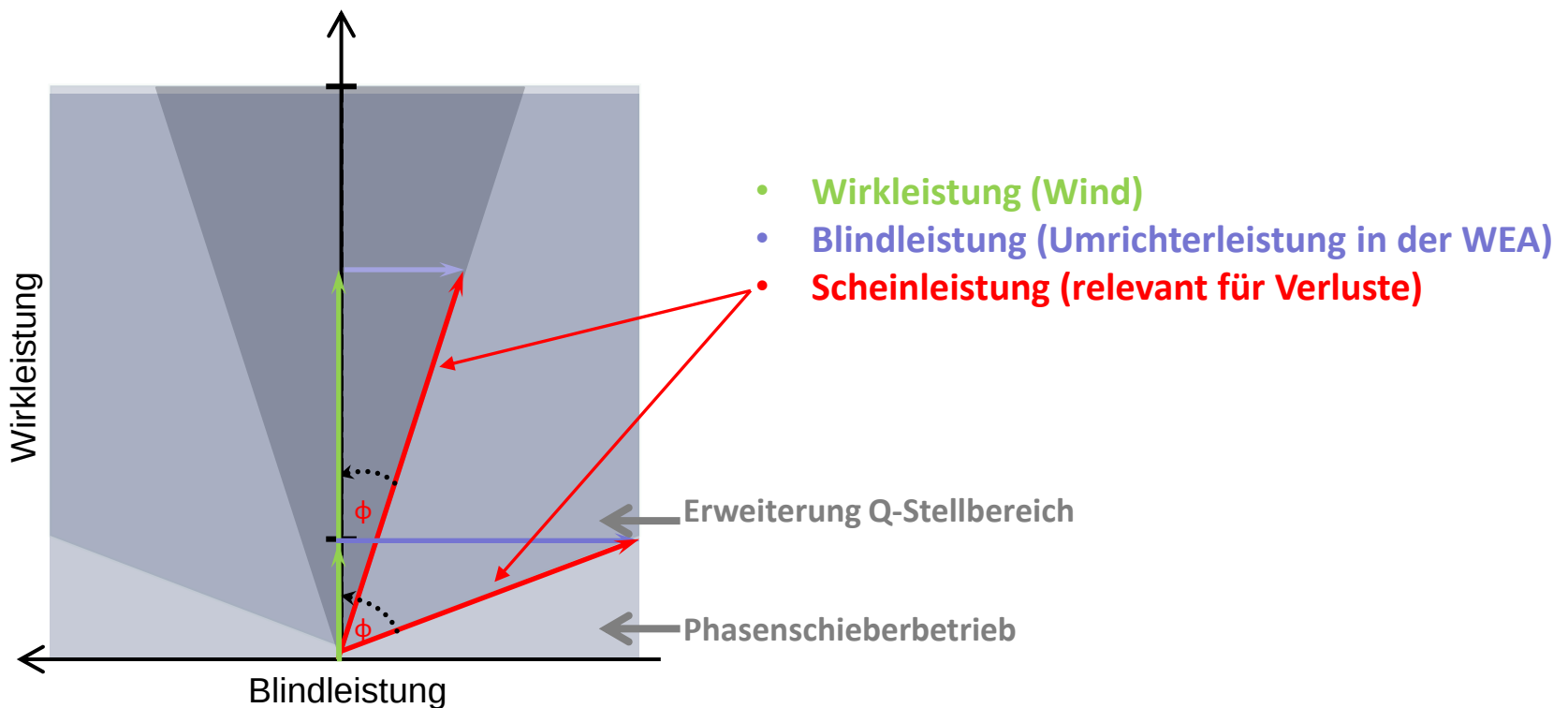
Ertragsminderung durch Blindarbeit

- Zusätzlicher Blindleistungsstellbereich bedeutet zusätzliche Investkosten
- Erbringung von Blindarbeit => höhere Stromflüsse => Verluste => Ertragsminderung



Ertragsminderung durch Blindarbeit

- Zusätzlicher Blindleistungsstellbereich bedeutet zusätzliche Investkosten
- Erbringung von Blindarbeit => höhere Stromflüsse => Verluste => Ertragsminderung



Studie zu Wirkarbeitsverlusten durch Blindarbeit

Ertragsverluste durch Blindarbeit

Betrachtet wurden:

- 4 verschiedene WP-Konfigurationen,
- Windverhältnisse (Binnenland / Küstenstandort)
- versch. Blindleistungsregler (cosphi, Q(U)...)
 - Keine Berücksichtigung von Investitionskosten
- Download von Kurzfassung über [BWE-Website](https://www.bwewindenergie.de)*




Studie zur Berechnung von Wirkarbeitsverlusten durch Blindarbeit

2 Methodik

Um eine quantitative Abschätzung der durch Blindarbeit verursachten jährlichen parkinternen Verluste zu erhalten, werden unterschiedliche Windparkkonfigurationen an jeweils einem ertragsreichen Standort und einem Binnenstandort unter dortigen Windverhältnissen exemplarisch untersucht.

- Windpark mit 7 E
- Windpark mit 1 E
- Windpark mit 16 E
- Windpark mit 8 E

Hinsichtlich der Anforderungen der BDEW-Mittelspannungsebene, wird in dieser Studie eine solche Windparkkonfiguration mit Netzananschluss [2] zugrunde gelegt. Üblicherweise werden an solchen Anlagen Blindleistungsregler (cosphi) installiert, die bei einer Blindleistung von 0,48 (cosphi=0,9) schalten. Diese Regler schalten jedoch auch bei einer Blindleistung von 0,33 (cosphi=0,95) auf. In der Studie wird untersucht, inwieweit sich die Ertragsminderungen durch Blindarbeit bei einem Betrieb mit cosphi=0,95 (Q/U-Regelung) gegenüber einem Betrieb mit cosphi=0,9 (cosphi-Regelung) unterscheiden lassen.

3 Ergebnisse

3.1 Netzanschluss auf Mittelspannungsebene

Die generelle Abhängigkeit der Wirkarbeitsverluste von der gelieferten Blindarbeit ist in Abbildung 1 für einen exemplarischen Windpark mit Netzananschluss auf Mittelspannungsebene dargestellt. Die dargestellten Wirkarbeitsverluste berücksichtigen nur denjenigen Teil der Verluste, der von der Blindleistung abhängig ist (parkinterne Kabel und Transformatoren, EZE-Verluste). Dargestellt werden die Differenzwerte zu den Verlusten bei einem Betrieb mit cosphi=1.

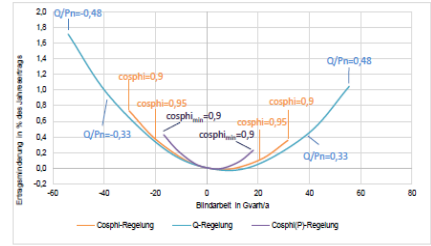


Abbildung 1: Ertragsminderung in %, bezogen auf den Jahresertrag von 67,63 GWh in Abhängigkeit der gelieferten Blindarbeit bei einem Mittelspannungspark mit unterschiedlichen Blindleistungsfahweisen¹

Generell variiert die durch Blindarbeit verursachte Ertragsminderung in Abhängigkeit der Parktopologie, des Regelverfahrens und der Sollwertvorgaben der Netzbetreiber in einem sehr weiten Bereich. Die wesentlichen Einflussfaktoren werden im Folgenden diskutiert. Negative Blindarbeit entspricht dabei untererregtem/spannungsenkendem Betrieb, positive Blindarbeit entspricht übererregtem/spannungshebendem Betrieb (siehe dazu auch Kasten auf S. 9).

Leistungsfaktorbereich

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich wird, zieht die Lieferung relativ geringer Mengen an Blindarbeit nur sehr geringe Ertragsminderungen nach sich (ein konstanter Betrieb im leicht übererregten Bereich kann sich sogar verlustreduzierend/ertragssteigernd auswirken). Werden Windparks jedoch sehr häufig in ungünstigen Leistungsfaktorbereichen betrieben, steigen die durch Blindarbeit verursachten Wirkarbeitsverluste deutlich an.

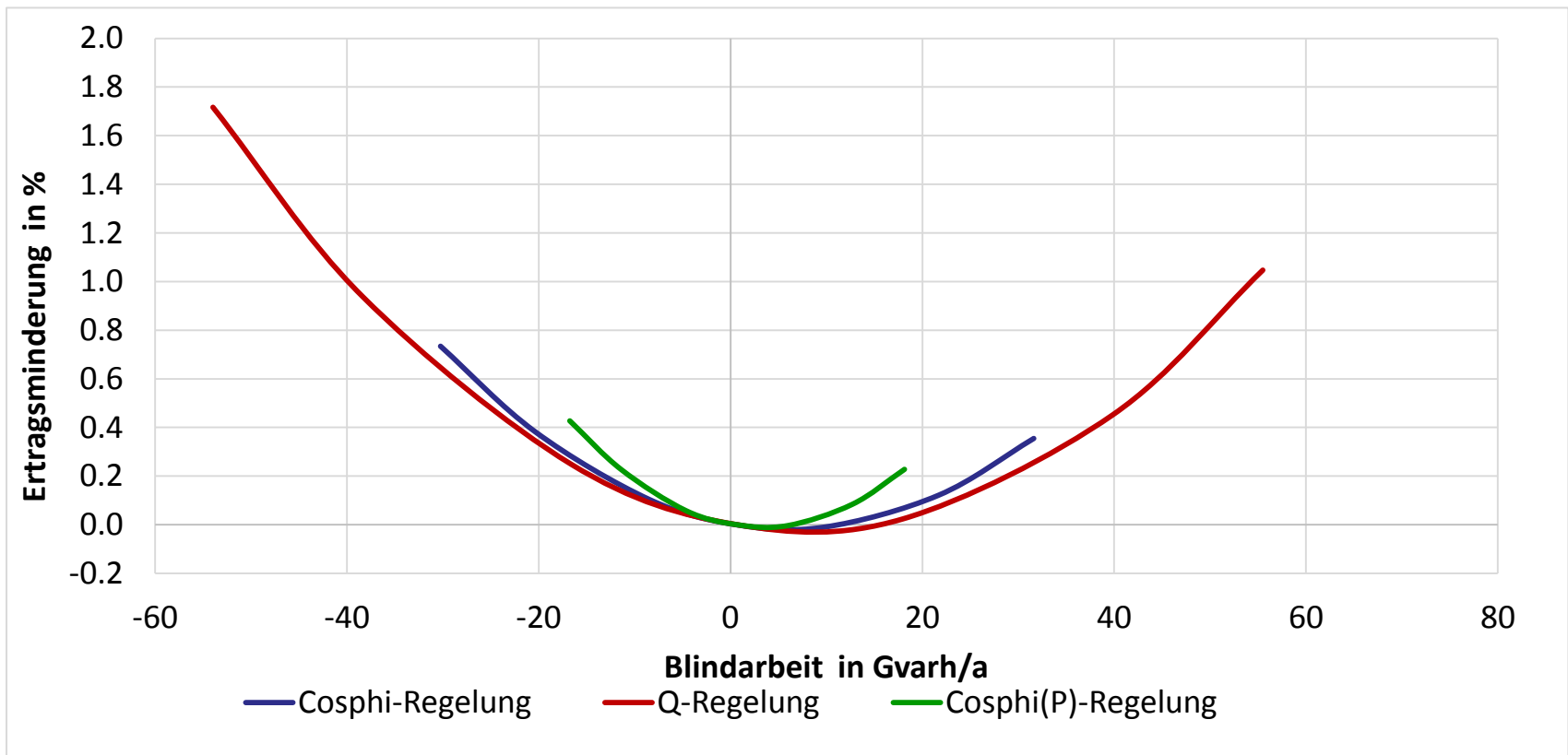
¹ Mittelspannungspark mit 7 EZE am ertragsreichen Standort, Ertragsminderung unter Berücksichtigung der Parkverluste (Verluste auf Kabeln und Transformatoren) und EZE-Verluste.

Seite 6

* Bundesverband Windenergie

Ertragsverluste durch Blindarbeit: Mittelspannung

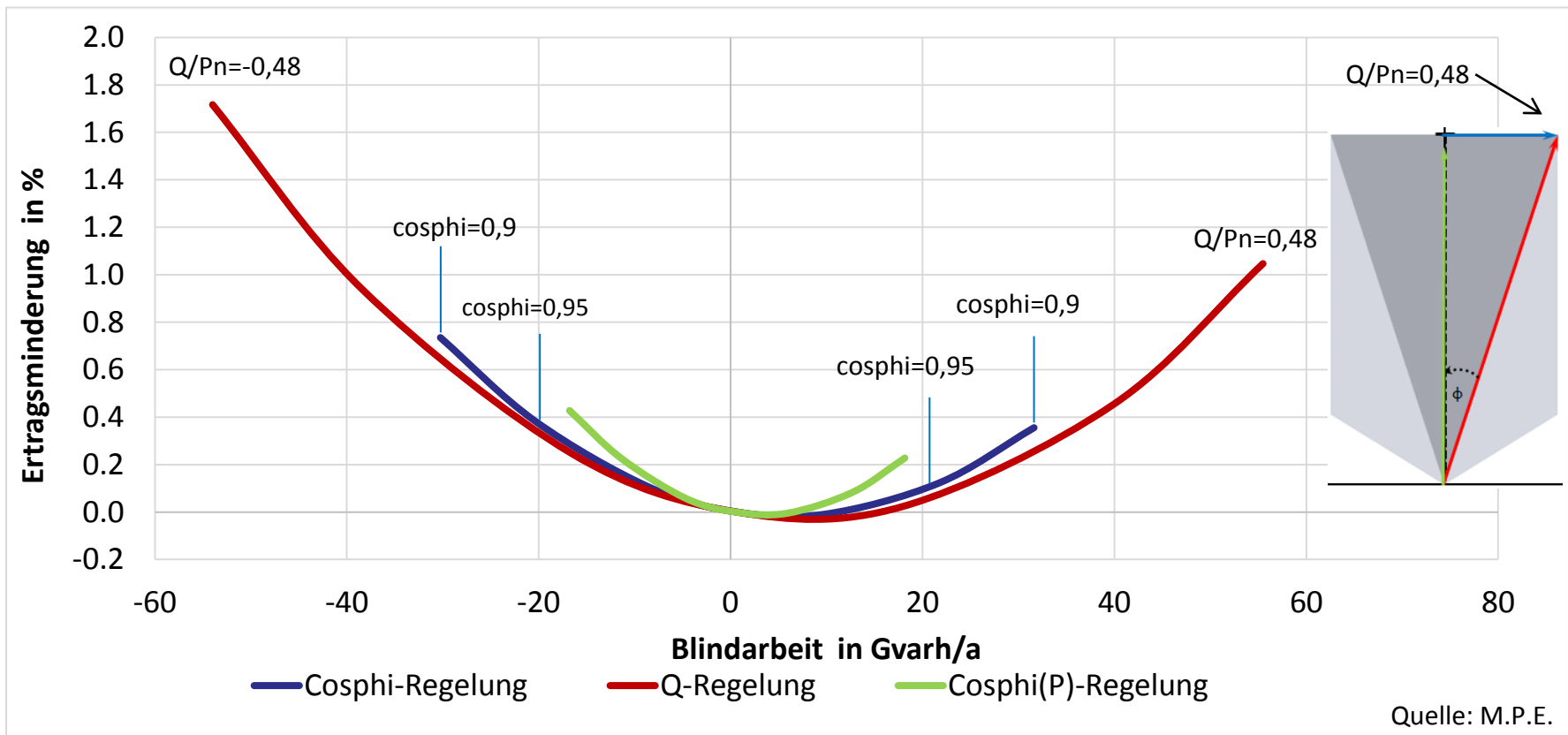
- Unterschiedliche Regler => unterschiedliche Blindarbeit/Jahr
- Verluste/Kosten hängen also ab vom jeweils durch den Netzbetreiber ausgewählten Regler



Ertragsminderung in %, bezogen auf den Jahresertrag von 67,63 GWh in Abhängigkeit der gelieferten Blindarbeit bei einem Mittelspannungspark mit unterschiedlichen Blindleistungsfahrweisen

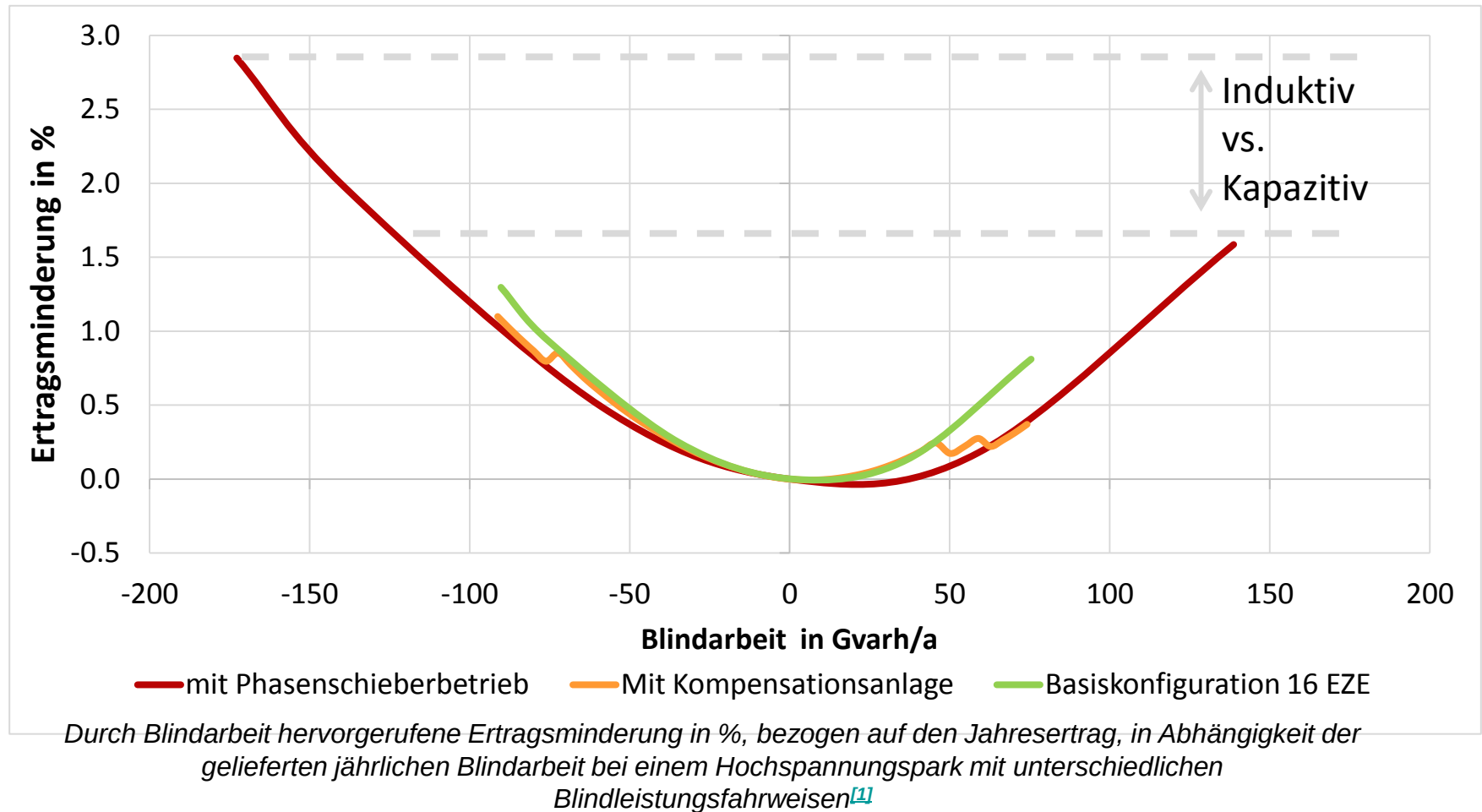
Ertragsverluste durch Blindarbeit: Mittelspannung

- Größere genutzte Q-Stellbereiche => höhere Betriebskosten
- Über/untererregter Betrieb => unterschiedliche Verluste



Ertragsverluste durch Blindarbeit Hochspannung

- Über/untererregter Betrieb => unterschiedliche Verluste



Kosten

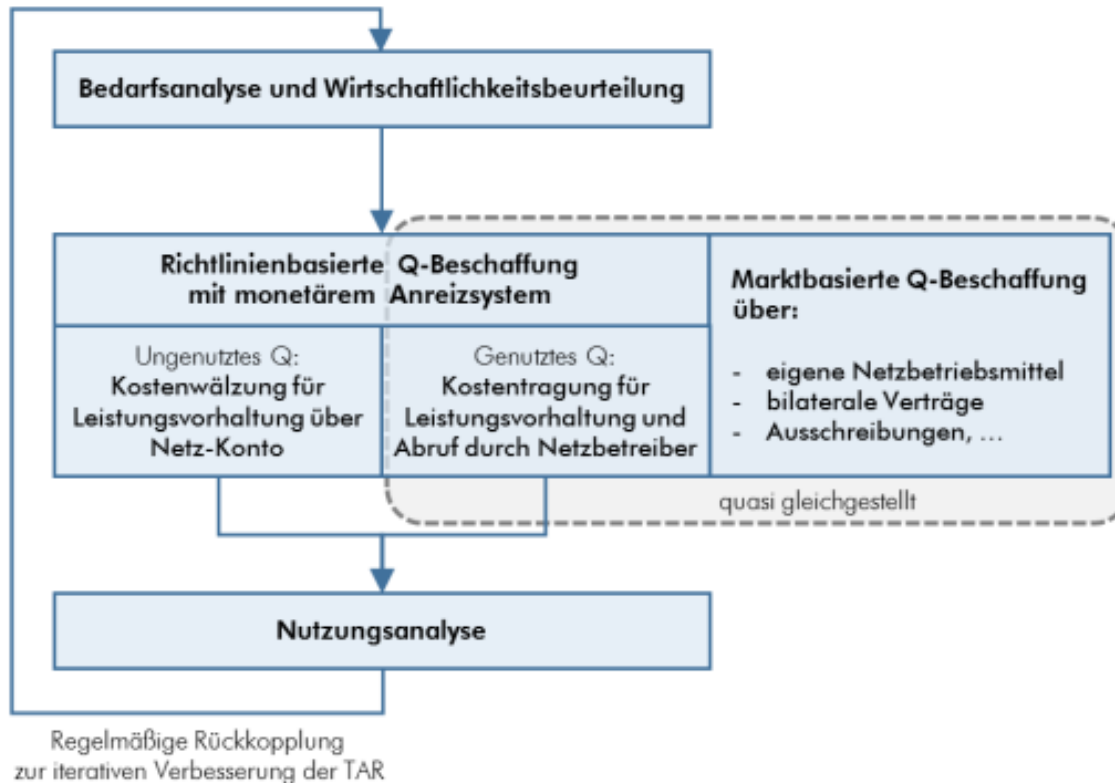
Kosten/Jahr hängen ab von:

- Spannungsebene (Trafoimpedanz zum NVP)
- Genutztem Q-Stellbereich
- Nutzungsdauer und somit genutztem Regelungsmodus
- Ob kapazitiv/spannungshebend oder induktiv/spannungssenkend

Standort	Regelungsmodus	Ertragsminderung		Sollwert
		1 EZE/ kurzes Kabel	7 EZE/ langes Kabel	
Ertragreicher Standort	Q-Regelung	0,73%	1,73%	Q/Pn=-0,48
	Konstanter cos(phi)	0,32%	0,73%	cosphi=0,9/untererregt
	cosphi(P)-Regelung		0,40%	cosphi _{min} =0,9/untererregt
Standort Binnenland	Q-Regelung	0,94%	2,63%	Q/Pn=-0,48
	Konstanter cos(phi)	0,25%	0,72%	cosphi=0,9/untererregt

Durch Blindarbeit verursachte Ertragsminderung in % des Energieertrags und Kosten der gelieferten Blindarbeit in MVarh bei voller Nutzung des jew. Q-Stellbereichs, untererregter Bereich

Vergütungsmodell (Studie für das BMWi 2016)



- Vergütung der vorgehaltenen, aber nicht abgerufenen Q durch „Umlagekonto“
- Zusätzlich marktbasierte Q-Beschaffung
- Vergütung auch innerhalb der technischen Mindestanforderungen: Der Abruf von richtlinienbasierter Q und marktbasierter Q Beschaffung wird vergleichbar

Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

Anne Palenberg

Bundesverband WindEnergie e.V.
Neustädtische Kirchstraße 6
10117 Berlin
www.wind-energie.de

T +49 (0)30 / 21 23 41 - 244
F +49 (0)30 / 21 23 41 - 410
a.palenberg@wind-energie.de