

CO₂-TRANSPARENTE NETZPLANUNG: EIN ERWEITERTES INTERNAL CARBON PRICING FÜR NETZVERLUSTE

M. Sc. Madeleine JENDERNALIK^{*1}, Prof. Dr.-Ing. Christian REHTANZ¹

Motivation

Netzverluste stellen bei deutschen Netzbetreibern einen der größten Einzelposten der gesamten CO₂-Emissionen dar und besitzen damit eine erhebliche Relevanz für die Klimawirkung des Energiesektors. Ihr Anteil übersteigt üblicherweise alle anderen betrieblichen Emissionsquellen, insbesondere im Vergleich zu Emissionen aus dem Fuhrpark oder gasförmigen Medien wie SF₆. Gleichzeitig gestaltet sich die Verringerung der Netzverluste komplex, da Netzbetreiber keinen Grünstrom zur Kompensation dieser Verluste erwerben dürfen und die entstehenden Energiemengen vollständig über die Netzentgelte an die Endkunden weitergegeben werden. Aus diesem Grund besteht derzeit kein direkter regulatorischer Anreiz zur aktiven Reduktion der Verluste, obwohl diese maßgeblich zur Klimabilanz des Netzbetriebs beitragen.

Interne CO₂-Steuerungsmodelle wie Internal Carbon Pricing (ICP) bieten ein strategisches Instrument, um Emissionen transparent zu bewerten und Maßnahmen zur Reduktion oder Substitution zu priorisieren. In bisherigen Ansätzen werden jedoch primär Bereiche wie der Fuhrpark, Gebäudeenergie oder SF₆ berücksichtigt, während Netzverluste aufgrund fehlender regulatorischer Verpflichtungen unberücksichtigt bleiben.

Die Erweiterung des bestehenden ICP-Modells um Netzverluste ermöglicht erstmals eine integrierte Betrachtung eines emissionsdominanten Sektors. Sie schafft die Grundlage, technische, planerische und digitale Maßnahmen zur Verlustminderung systematisch zu bewerten und die Wirksamkeit im Kontext realer Netzbetriebsbedingungen abzuschätzen. Damit leistet das erweiterte Modell einen Beitrag zur frühzeitigen strategischen Ausrichtung auf mögliche zukünftige Regulierungsanforderungen und stärkt zugleich die unternehmensweite Transparenz über die eigene Emissionswirkung.

ICP-Modell [1]

Das bereits bestehende Modell berechnet den internen CO₂-Preis in einem mehrstufigen Prozess. Zunächst wird ein Maßnahmenkatalog mit verschiedenen Maßnahmen zur Reduktion und Substitution von CO₂-Emissionen erstellt. In der momentanen Ausführung werden Emissionen aus den Bereichen Fuhrpark, Eigenbedarf der Gebäude und des Netzes, Methan und SF₆ betrachtet. In dieser Betrachtung fehlen die Netzverluste, welche den größten Bereich der Emissionen eines Netzbetreibers darstellen.

Jeder Maßnahme aus diesen unterschiedlichen Bereichen werden maßnahmenspezifische Kosten zugeordnet, welche sich aus den Investitions- und Wartungskosten der jeweiligen Maßnahme zusammensetzen. Außerdem wird das CO₂-Einsparpotenzial für jede Maßnahme im Vergleich zur emissionsstärkeren Alternative ausgewiesen. Dieses Maßnahmenportfolio wird unter Einhaltung von Nebenbedingungen hinsichtlich des CO₂-Einsparpotenzials optimiert. Die Nebenbedingungen bestehen zum einen aus einem maximalen Budget, welches eingehalten werden muss, und zum anderen aus einem Mindestprozentsatz, zu welchem jede Maßnahme mindestens umgesetzt werden muss. Mithilfe des optimierten Maßnahmenportfolios wird anschließend der interne CO₂-Preis aus den gewichteten Durchschnittspreisen berechnet. Die Überarbeitung und Erweiterung des Maßnahmenkataloges erfolgt mindestens jährlich. Dabei werden Preisänderungen und neue Technologien in allen Bereichen der Emissionen einbezogen. Mithilfe dieses ICP kann das Unternehmen dann Projekte oder Anschaffungen bewerten und entscheiden, ob sich die Mehrkosten für eine nachhaltigere Alternative dieser Projekte oder Anschaffungen wirtschaftlich lohnen würden.

¹ Technische Universität Dortmund, Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energiewirtschaft (ie3), Martin-Schmeißer-Weg 6, +49 231 755 6767, madeleine.jendernalik@tu-dortmund.de

Erweiterung der Methodik

Die Erweiterung des beschriebenen ICP-Modells um den Bereich der Netzverluste erfordert eine methodische Vorgehensweise, die sowohl die physikalischen Grundlagen des Netzbetriebes als auch die ökonomischen und organisatorischen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Ausgangspunkt bildet der bestehende Maßnahmenkatalog für die bisher im Modell abgebildeten Emissionsquellen. Dieser wird um spezifische Maßnahmen zur Minderung von Netzverlusten ergänzt. Hierfür müssen geeignete Maßnahmen zur Reduktion und Substitution identifiziert werden. Diese umfassen technische Anpassungen an Betriebsmitteln und strukturelle Eingriffe, sowie digitale und operative Optimierungsansätze. Jede Maßnahme wird hinsichtlich ihres Einsparpotentials und ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet. Damit können dann die maßnahmenspezifischen Kosten in Euro pro Tonne CO₂ berechnet werden.

Für die Bewertung der Maßnahmen wird das bestehende Modell um zusätzliche Nebenbedingungen erweitert. Dazu gehören insbesondere die eingeschränkte Skalierbarkeit technischer Maßnahmen und die Notwendigkeit, betriebliche Abschaltfenster einzuhalten. Diese Rahmenbedingungen unterscheiden sich grundlegend von den bisher betrachteten Emissionsquellen, für die Maßnahmen häufig unabhängig voneinander und ohne starke technische Koppelungen realisierbar sind. Die Integration solcher Abhängigkeiten erfordert eine methodische Struktur, die Interaktionen zwischen Maßnahmen abbildet und ihre kombinierte Wirkung auf die Verlusthöhe berücksichtigt.

Im Rahmen der Modellerweiterung werden die Maßnahmen in drei Kategorien unterteilt. Die erste Kategorie umfasst die physisch-technischen Maßnahmen, die unmittelbar an den Betriebsmitteln ansetzen. Dazu gehört beispielsweise der Austausch von Transformatoren durch Modelle mit höheren Wirkungsgraden oder der Einsatz verlustärmerer Leitungen. Auch wenn solche Maßnahmen ein hohes Einsparpotential bewirken können, sind diese in der Praxis nicht beliebig skalierbar. Weiterhin spielen auch die begrenzten Kapazitäten der Herstellungs- und Lieferketten, sowie die hohen Investitionskosten eine entscheidende Rolle. In vielen Fällen können sie daher nicht flächendeckend und kurzfristig umgesetzt werden, sondern erfordern eine langfristige Integrationsstrategie. Die zweite Kategorie beinhaltet die planerisch-strukturellen Maßnahmen, die auf einer systematischen Optimierung der Netzarchitektur basieren. Hierzu zählen zum Beispiel die Anpassung der Netzstrukturen oder der gezielte Einsatz von Spannungsoptimierung. Die dritte Kategorie beschreibt digitale und operative Maßnahmen, welche auf einer verbesserten Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit des Netzes beruhen. Als Beispiel für diese Kategorie ist die Nutzung digitaler Systemplattformen für netzdienliches Verhalten zu nennen.

Ausblick

Die Integration der Netzverluste in ein ICP-Steuerungsmodell eröffnet neue Möglichkeiten für eine vorausschauende Emissionsbewertung im Bereich der Verteilnetze. Die im Modell berücksichtigte Kombination aus technischen, planerischen und digitalen Maßnahmen verdeutlicht, dass die Reduktion der Netzverluste kein isoliertes technisches Optimierungsproblem darstellt, sondern ein strategisches Thema, das eng mit der zukünftigen Entwicklung der Netzinfrastruktur verknüpft ist.

Ein wesentlicher Aspekt ist die derzeitige regulatorische Ausgangslage, die Netzverluste in den bestehenden Anreizsystemen nur bedingt berücksichtigt. Da die Kosten der Verlustenergie vollständig über die Netzentgelte an die Endkundschaft weitergereicht werden, besteht für Netzbetreiber aktuell kaum ein wirtschaftlicher Anreiz zur aktiven Verlustminderung. Die steigende Bedeutung klimapolitischer Berichtspflichten und die zunehmende Integration klimabezogener Kriterien in europäische Regulierungsmechanismen deuten jedoch darauf hin, dass sich diese Rahmenbedingungen künftig ändern könnten. Das vorgeschlagene Modell ermöglicht es Netzbetreibern, sich frühzeitig auf mögliche Entwicklungen vorzubereiten und Emissionswirkungen bereits vor einer regulatorischen Verpflichtung intern umfassend zu berücksichtigen.

Referenzen

[1] M. Jendernalik et al., „Internal Carbon Pricing für Netzbetreiber“, 18. Symposium Energieinnovation, Februar 2024