

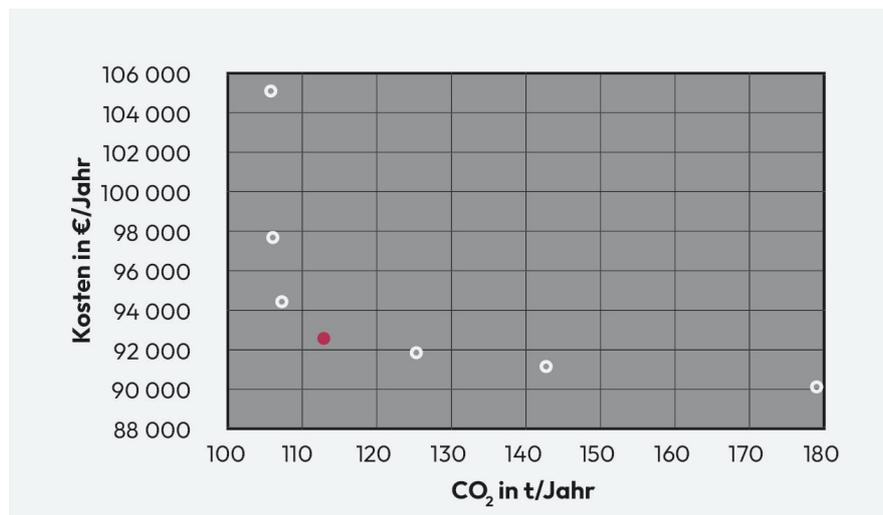
Herausfinden, was sich kurz- und langfristig lohnt

Mehr Klimaschutz für kleines Geld

Politische Ziele wie Dekarbonisierung, Wärmewende, Klimaneutralität, CO₂-Reduktion und entsprechende Gesetze zwingen Energieversorger und Industrieunternehmen zum Umbau ihrer Versorgungs- und Produktionssysteme. Erneuerbare Energien stärker integrieren, Elektromobilität vorantreiben, Fernwärmesysteme unabhängiger von fossilen Energieträgern aufstellen und viele weitere To-dos stehen auf der Agenda – und kosten Geld.

Potenziell kann die Transformation hin zu mehr Klimaneutralität immense Kosten verursachen. Das muss aber nicht sein. Oft gibt es Möglichkeiten, die schon für kleines Geld Einiges bewirken können, sowohl kurz- als auch langfristig. Doch in den komplexen Energiesystemen in EVU und in der Industrie gibt es zu viele Stell-schrauben, deren mögliche Kombinationen und Auswirkungen nur schwer zu überblicken sind. Daher ist es für Entscheiderinnen und Entscheider meist schwierig, diese vielversprechenden günstigen Möglichkeiten aufzudecken.

So wie Autofahrerinnen und Autofahrer sich auf ihr Navigationssystem verlassen können, das ihnen zum Beispiel die schnellste, die kürzeste und die ökonomischste Route zeigt, benötigen auch Unternehmen eine datenbasierte Entscheidungshilfe für die sinnvolle Transformation ihres Energiesystems. Oft liegt der optimale Weg irgendwo zwischen den Extremen und man ist zu Kompromissen bereit, also zum Beispiel etwas mehr Fahrzeit in Kauf zu nehmen, wenn dafür der Strom- beziehungsweise Kraftstoffverbrauch signifikant niedriger ist. Analog dazu reicht es in puncto Energiesystem nicht, die beiden extremen Möglichkeiten „kostengünstigster Weg, um Gesetze zum Klimaschutz zu erfüllen“ und „CO₂-neutralster Weg, bei dem die Kosten keine Rolle spielen“ zu kennen. Im Wesentlichen geht es darum, möglichst viel CO₂ zu möglichst geringen Kosten einzusparen – oder um die Beantwortung von Fragen



Exemplarischer Zusammenhang zwischen Kosten und CO₂-Ausstoß in einem Energiesystem, dargestellt als Pareto-Front. Wichtigste Erkenntnis (in rot): Mit relativ geringen Investitionen können bereits sehr niedrige CO₂-Emissionen erreicht werden. Grafik: Kisters

wie „Was kostet mich eine CO₂-Einsparung von 30 %?“ oder „Wie viel CO₂ kann ich sparen, wenn ich 100 000 € investieren kann – und wie mache ich das am besten?“.

Um der Erfüllung von Gesetzen im Kontext der Energiewende (unter anderem Gesetz zur kommunalen Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze, Klimaschutzgesetz) und dem Erreichen von Klimazielen näher zu kommen, lassen sich in vielen Energiesystemen Möglichkeiten aufdecken, die man kurzfristig und ohne Investitionen allein durch die Nutzung vorhandener Freiheitsgrade umsetzen kann. Nicht nur in EVU, sondern insbesondere in der energieintensiven Industrie liegen große Potenziale,

Energie einzusparen, verstärkt erneuerbare Energien einzusetzen und so zum Abbremsen des Klimawandels beizutragen.

Den Zusammenhang von Kosten und CO₂ aufdecken

EVU und Industrieunternehmen benötigen datenbasierte Entscheidungshilfen, um ihre Investitionen im Sinne der Energiewende auf eine sichere Basis zu stellen. Mathematische Optimierungssysteme zeigen den Unternehmen kosten- und CO₂-optimale Handlungsoptionen und Zukunftsszenarien. Damit finden sie erstens schnell heraus, welche Möglichkeiten zur CO₂-Einsparung in ihrem aktuellen Energiesystem bereits kurzfristig und kosten-

günstig realisierbar sind, und zweitens, welche Wege und Investitionen für den Umbau ihres Systems langfristig sinnvoll sind. Da die Zusammenhänge zwischen Kosten und CO₂ in der Regel nicht linear sind und eben nicht gilt, dass jeder eingesetzte Euro eine bestimmte Menge an CO₂ einspart, findet man mit einer Optimierungslösung diejenigen Möglichkeiten heraus, die sich lohnen. Verschiedene Szenarien des unternehmensindividuellen Energiesystems lassen sich durchspielen.

So funktioniert's

Grundlage ist ein mathematisches Modell, das das Energiesystem eines Unternehmens möglichst realitätsnah und detailgetreu abbildet. Alle Anlagen werden mit ihren technischen Details (zum Beispiel Dimensionierungen, Kennlinien, Wirkungsgrade, Umrechnungsfaktoren) und besonderen Restriktionen (zum Beispiel Startkosten, Mindestzeiten, Gradienten) konfiguriert und über die jeweiligen Ressourcenströme miteinander verbunden. Dynamische Informationen (zum Beispiel Preise, Bedarfsprognosen) werden integriert.

Das detaillierte Modell kennt alle potenziellen Flexibilität, wie zum Beispiel den Einsatz von Speichern zur Entkopplung von Ressourcen, den Einsatz flexibler Verbraucher, die Erhöhung oder Reduzierung der Leistung einer Anlage, die Wahl anderer Erzeugungstechnologien zur Deckung der Nachfrage und Take or Pay. Darüber hinaus gehen technische oder vertragliche Rahmenbedingungen, die eingehalten werden müssen, in das Modell ein, also beispielsweise die Verpflichtung zur Deckung von Bedarfsprognosen, technische Kennlinien der Anlagen und logische Verknüpfungen zwischen Anlagen. Der Aufbau eines solchen Modells funktioniert am einfachsten über eine grafische Oberfläche und eine Toolbox mit vorgefertigten Komponenten aus vielen Branchen und Einsatzbereichen (zum Beispiel jegliche Arten von Erzeugern, Speichern und Verbrauchern).

Die Modellkomponenten und die dynamischen Informationen werden von der Software in ein Gleichungssystem umgewandelt, mit dem unterschiedliche Größen (unter anderem Kosten, CO₂-Ausstoß, Primärenergieeinsatz, Erlöse am Spot-Markt, usw.) optimiert werden können. Und das nicht nur jeweils einzeln, sondern auch gleichzeitig und nach

Wunsch gewichtet – Stichwort „multikriteriell“. Damit werden Zusammenhänge sichtbar.

Für das Beispiel „Kosten versus CO₂“ bedeutet dies konkret: Sowohl der angestrebte CO₂-Ausstoß als auch die Kosten, um diesen zu erreichen, sollen möglichst gering sein; es gibt also zwei Größen, die minimiert werden sollen. In einer multikriteriellen Optimierung kann der Anwender oder die Anwenderin festlegen, wie sich die Zielfunktion anteilig aus Kosten und CO₂-Menge zusammensetzt. Der Bestandteil „Kosten“ fasst alle anfallenden Kosten (Arbeitspreise und Leistungspreise von Vertragskomponenten sowie Änderungs- und Startkosten von technischen Komponenten) zusammen; der Bestandteil „CO₂“ berücksichtigt automatisch alle Mengen, die über CO₂-Bezugs- oder -Lieferverträge abgebildet sind. Zusätzlich können für beide Bestandteile Obergrenzen gesetzt werden, die den Bereich der Optimierungsergebnisse einschränken.

Aussagekräftige Ergebnisse

Basierend auf dem Modell beziehungsweise Gleichungssystem ermittelt eine Pareto-Optimierung nun den Zusammenhang zwischen Kosten und CO₂ und stellt ihn grafisch in einer Pareto-Front dar, üblicherweise für ein Jahr (**Bild**). Die Front wird eingegrenzt durch die CO₂-minimale Lösung (oben links) und die kostenminimale Lösung (unten rechts). Dazwischen liegt gut ersichtlich der Punkt, bis zu dem weitere Investitionen sinnvoll sind (rot markiert), beziehungsweise ab dem noch höhere Investitionen keine nennenswerten Verbesserungen in puncto CO₂-Reduktion mehr bringen.

Um beispielsweise Fragestellungen wie „Wie viel Mehrkosten entstehen, wenn ich meine CO₂-Menge um 10 % reduzieren möchte?“ beantworten zu können, kann man eine Optimierung nach minimalen Kosten durchführen und dabei die CO₂-Menge auf maximal 90 % der kostenminimalen Lösung beschränken.

Die Ergebnisse der Optimierungsrechnung zeigen auch, welche Maßnahmen bereits im bestehenden System ohne oder mit nur geringen Investitionen zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen führen. Unter Umständen werden ganz andere Erzeuger eingesetzt, um den prognostizierten Bedarf zu decken. Oder die gleichen Erzeuger werden mit anderen Leistungen oder zu anderen Zeiten betrieben.

Auch Speicher können unterschiedlich eingesetzt werden, zum Beispiel Wärmespeicher: Mit Fokus auf Kostenminimierung werden sie nur dann eingesetzt, wenn es sich rechnet (gemessen an den volatilen Preisen); mit Fokus auf CO₂-Minimierung kommen sie dagegen deutlich stärker zum Einsatz, um CO₂-arme Wärme zu speichern.

Um solche Ergebnisse zu erhalten, reicht bereits ein kleines Optimierungsmodell, das innerhalb einer Studie in der „Kisterscloud“ schnell aufgesetzt ist. Dieses könnte – weiter verfeinert und detailliert – auch als Ausgangsbasis für spätere Ausbauplanungsrechnungen dienen, um verschiedene Technologien und Dimensionierungen miteinander vergleichen zu können. Wenn ein Modell dadurch groß und komplex wird, ist es wichtig, dass der Rechenkern Algorithmen einsetzen kann, die die Rechenzeit minimieren (zum Beispiel Aggregations- und Disaggregationsalgorithmen).

Fazit

Unternehmen, die ihre Investitionen in den Klimaschutz auf eine sichere Basis stellen und das Meiste aus ihrem Budget herausholen möchten, können mit datenbasierter Entscheidungshilfe-Software herausfinden, was in ihrem speziellen Fall sinnvoll ist. Oft erkennen solche Tools in existierenden Energiesystemen Möglichkeiten, die für menschliche Entscheiderinnen und Entscheider nicht auf der Hand liegen. Damit lassen sich Kosten und CO₂ sparen und unsinnige Investitionen vermeiden. ■



Dominik Funken

Product Owner
BelVis ResOpt
bei der Kisters AG

dominik.funken@kisters.de

Foto: Privat



Astrid Beckers

Marketing-Leiterin
bei der Kisters AG

astrid.beckers@kisters.de

Foto: Kisters