



Echte Dekarbonisierung, und zwar wirtschaftlich!

CO₂ und Kosten sparen – kluge Planung
macht's möglich

Wie können Industrieunternehmen ihren Energie- und insbesondere Stromverbrauch „wirklich“ grün stellen? Eine wichtige Frage, und das nicht nur aus ökologischen Gesichtspunkten. Denn: mit einer klug geplanten Dekarbonisierungsstrategie lassen sich auch Kosten einsparen. Grundlegend dafür ist eine eingehende Analyse der Unternehmensstandorte und Handlungsoptionen, ganz besonders Möglichkeiten der Eigenerzeugung.

Wie ein solcher Prozess gelingen kann, werden wir in diesem Artikel anhand eines Beispielunternehmens (stellvertretend für viele Branchen und Unternehmen) aufzeigen.

Lukas Strickling, Senior Berater und **Dr. Ralf Wissen**, Partner & Geschäftsführer, r2b energy consulting GmbH

Das Thema Dekarbonisierung liegt im Trend. Das gilt nicht nur für die Anstrengungen auf europäischer und nationaler Ebene, sondern zunehmend auch für Unternehmen in der Industrie und im Gewerbe. Dafür gibt es drei wichtige Gründe: erstens wirkt eine sich stets verschärfende Regulierung auf die Akteure ein; zweitens wächst das allgemeine gesellschaftliche Bewusstsein für Klimaschutz; und drittens birgt eine frühzeitige Auseinandersetzung mit dem Thema erhebliches Potenzial für strategische und wirtschaftliche Vorteile. Denn eine zumindest teilweise Umstellung auf Erneuerbare Energien (EE) bedeutet mehr Autonomie in der Energieversorgung und eine gewisse Unabhängigkeit von Black Swans auf den Großhandelsmärkten – die Ukraine-Krise lässt grüßen. Aus ökonomischer Sicht ist es dabei sinnvoll, sich nicht in Einzelmaßnahmen zu verzetteln, sondern Dekarbonisierung möglichst gesamthaft anzugehen und in eine integrativ gedachte Strategie einzubinden.

Zwei Pfade zur Dekarbonisierung

Dabei im Vordergrund steht zunächst einmal die direkte Dekarbonisierung; Maßnahmen, die zu einer Energie- oder Emissions-

einsparung im eigenen Betrieb führen. Dies kann etwa durch die Substitution von fossilen Energieträgern, das Abscheiden und Einspeichern von CO₂-Emissionen, oder die Steigerung der Effizienz geschehen. Der direkten Dekarbonisierung gegenüber stehen indirekte oder bilanzielle Maßnahmen, wie Kompensationsmechanismen oder (ungekoppelte) Herkunftsnachweise für Strom. Diese sind derzeit noch in vielen Industrieunternehmen vorherrschend, nicht zuletzt wegen des damit verbundenen überschaubaren Aufwands.

„Bilanzielle Dekarbonisierung bedeutet immer Zusatzkosten“

Klar ist aber auch: indirekte Maßnahmen bedeuten de facto immer Zusatzkosten zum Status quo. Während Prozesse und Energieversorgung unangetastet bleiben, müssen darüber hinaus Zertifikate gekauft und gelöscht werden. Im Vergleich bedeutet direkte Dekarbonisierung vor Ort häufig höhere initiale Aufwände. Dafür sind in vielen Projekten bereits nach wenigen Jahren substanzielle Kostenersparnisse realisierbar. Neben der ökonomischen Komponente ist zu berücksichtigen, dass

Nachweise und Zertifikate eine enorme Bandbreite ökologischer Qualität aufweisen. Soll die Dekarbonisierung auch öffentlichkeitswirksam vermarktet werden, ist dies zu berücksichtigen.

Durchdacht statt drauflos

Damit die Wirtschaftlichkeit von Einzelprojekten kein Zufallsresultat darstellt, ist die Einbindung von Einzelmaßnahmen in eine zentral koordinierte betriebliche Strategie sinnvoll. Wenn auch jede lokal geplante PV-Dachanlage in entlegenen Zweigstellen dem Klima hilft, muss sie doch nicht die effizienteste Maßnahme zur Emissionsreduktion darstellen. Aus ökonomischer Sicht sollte dort CO₂ eingespart werden, wo dies am wirtschaftlichsten möglich ist. Denn: ob für die Einsparung einer Tonne Geld bezahlt oder eingespart wird, ist dem Klima egal. Auch bei der Dekarbonisierung einzelner Energieverbräuche ist eine Individualbetrachtung nicht mehr zeitgemäß. Strom, Wärme, Fuhrpark etc. sollten nicht getrennt voneinander betrachtet werden, da die Überschneidungen mit dem Hochlauf von E-Mobility, Wasserstoff und elektrifizierter Wärme zunehmen. Dies gilt auf Systemebene – die oft propagierte „Sektorkopplung“ -, aber auch im Mikrokosmos eines Einzelunternehmens.

Beispielfall: Dekarbonisierung eines Maschinenbauunternehmens

Zur Illustration soll anhand eines fiktiven Unternehmens aufgezeigt werden, wie Planung und Umsetzung eines Dekarbonisierungskonzeptes gelingen können.

Der Vorstand der **Mustermaschinen AG** hat beschlossen, bis 2030 klimaneutral zu werden. Die Mustermaschinen AG benötigt vor allem Strom und Erdgas, betreibt allerdings auch eine kleinere Flotte von Werksfahrzeugen. Darüber hinaus verfügen mehrere Mitarbeiter über privat genutzte Dienstwagen. In Summe wird das Unternehmen über alle Energieverbräuche hinweg im Jahr 2023 für Emissionen in Höhe von ca. 23.000 Tonnen CO₂ verantwortlich sein.

Angestrebt wird die möglichst wirtschaftliche Erreichung des Dekarbonisierungszieles. Deshalb und aus Gründen der Sichtbarkeit sollen zunächst direkte Maßnahmen umgesetzt werden, bevor verbleibende Emissionen mithilfe von indirekten Maßnahmen kompensiert werden.

„Ob für die Einsparung einer Tonne CO₂ Geld bezahlt oder eingespart wird, ist dem Klima egal“

Schließlich ist das Thema industrieller & gewerblicher Dekarbonisierung inhärent interdisziplinär und umfasst Aspekte der Betriebswirtschaft, Ökonomie und Energiewirtschaft, Umwelt- und Ingenieurwissenschaft, und sogar Geoinformatik. Aus diesen Gründen braucht es eine holistische Herangehensweise beim Planen einer Dekarbonisierungsstrategie, die alle wesentlichen Teile und Energieverbräuche eines Unternehmens berücksichtigt. Darüber hinaus notwendig ist ein klar definiertes Ziel, ein Bewusstsein über im Unternehmen vorhandene Restriktionen, sowie eine klare Entscheidungsmaxime: eine möglichst wirtschaftliche Zielerreichung.

Im Fokus steht der Strom

Der Ansatzpunkt einer klugen Strategie zur Implementierung direkter Dekarbonisierungsmaßnahmen ist die Analyse sämtlicher Energieverbräuche an allen Standorten

eines Unternehmens. Im Vordergrund steht dabei in der Regel der Strom. Dafür gibt es drei Hauptgründe:

1. Erstens ist der Stromverbrauch für sich meist der Hauptemissionstreiber, gleichzeitig aber sind hier „grüne“ Technologieoptionen am fortgeschrittensten und wirtschaftlichsten.
2. Zweitens stellt die Elektrifizierung der Gebäudewärme zumeist die attraktivste Möglichkeit der direkten Dekarbonisierung dieses wichtigen Energieverbrauchs dar. Natürlich ist auch der Einsatz anderer Heiztechnologien, etwa basierend auf Fernwärme, Biomasse oder Wasserstoff denkbar. Vor allem bei den beiden letztgenannten Technologien ist die Kosteneffizienz und Verfügbarkeit der Energieträger teilweise geringer – auch wenn diese Optionen selbstverständlich geprüft werden müssen.
3. Drittens und letztens spielt der Strom auch bei der Umstellung der Mobilität eine wichtige Rolle. Werksfahrzeuge, Dienstwagen und Fahrzeuge der Mitarbeiter können

CO₂-frei mit Wasserstoff oder Strom angetrieben werden. Doch Brennstoffzellenfahrzeuge sind auf die lokale Verfügbarkeit von Wasserstoff angewiesen, will man ihn nicht vor Ort produzieren. Ein Elektrolyseur am Betriebsstandort benötigt wiederum Strom.

Identifikation von Eigenerzeugungspotenzialen vor Ort

Neben der absoluten Höhe der Energie- und insbesondere Stromverbräuche sind auch ihre unterjährige Struktur und die einhergehenden Kosten bedeutsam, da diese die Kompatibilität mit möglichen Eigenerzeugungsanlagen bestimmen. Eigenerzeugungsanlagen, also direkt ans Betriebsnetz angeschlossene PV-, Wind-, oder (emissionsfreie) BHKW sind wirtschaftlich besonders interessant. Zunächst ermöglichen sie die Ersparnis des Lieferantenpreises. Neben dem zurzeit deutlich anziehenden Großhandelspreis für Strom kann so auch der übliche Aufschlag des Energieversorgers für Vertriebskosten und Marge umgangen werden. Darüber hinaus entfallen bei einer direktverbundenen Anlage auch die perspektivisch tendenziell steigenden Netzentgelte und Netzzulagen, sowie – unter gewissen Umständen – die Stromsteuer.

Beispielfall: Dekarbonisierung eines Maschinenbauunternehmens

Das Ergebnis der Standortanalysen für die Mustermaschinen AG hat eine Reihe vielversprechender Flächenpotenziale hervorgebracht. Diese sind jedoch nicht ausreichend für die vollständige Dekarbonisierung der Energieverbräuche aller Standorte. Ob, und wenn ja welche Potenziale umgesetzt werden, wird im Rahmen einer detaillierten Wirtschaftlichkeitsanalyse geprüft. Die wesentlichen Annahmen zur Größe und dem Energieverbrauch der jeweiligen Unternehmensstandorte sind in folgender Übersicht dargestellt. Außerdem finden sich hier die standortspezifischen Potenzialflächen für Erneuerbare Energieanlagen in unmittelbarer Standortnähe.

Produktionsstandort I

- Ca. 1.000 Mitarbeiter (80 Dienstwagen mit Tankkarte)
- Strom: 30 GWh_{el}, Erdgas: 9,9 GWh_{th}
- PV-Potenzial: 1.829 kW_{el} Freifläche, 150 kW_{el} Aufdach
- Potenzial für eine Windenergieanlage (4,2 MW_{el})



Produktionsstandort

- Ca. 700 Mitarbeiter (63 Dienstwagen mit Tankkarte)
- Strom: 15 GWh_{el}, Erdgas: 8 GWh_{th}
- PV-Potenzial: 230 kW_{el} Aufdach

Logistik

- Ca. 500 Mitarbeiter (34 Dienstwagen mit Tankkarte)
- Strom: 4 GWh_{el}, Erdgas: 6,5 GWh_{th}
- PV-Potenzial: 559 kW_{el} Freifläche, 70 kW_{el} Aufdach

Verwaltung

- Ca. 800 Mitarbeiter (80 Dienstwagen mit Tankkarte)
- Strom: 1 GWh_{el}, Erdgas: 5,7 GWh_{th}
- PV-Potenzial: 1.404 kW_{el} Freifläche, 78 kW_{el} Aufdach
- Potenzial für eine Windenergieanlage (4,2 MW_{el})

Ob und wenn ja welche Potenziale für Eigenerzeugung vor Ort bestehen, lässt sich optimalerweise anhand von GIS-Analysen bestimmen. Dazu werden für jeden Unternehmensstandort die regional geltenden Vorgaben für die Errichtung von Windenergieanlagen und Freiflächen-PV sowie Dach-PV ermittelt und dabei technische, topographische, ökologische und weitere Ausschlusskriterien miteinbezogen.

Auf dieser Basis können dann regionale Potenzialflächen ermittelt und unter Zuhilfenahme von unterjährigen Wetterdaten konkrete stündliche Erzeugungsstrukturen erstellt werden. Sind die standortspezifischen EE-Potenziale bestimmt, lassen sich detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalysen durchführen, um somit die jeweils besten Eigenerzeugungspotenziale für jeden Unternehmensstandort zu identifizieren.

Und was, wenn das nicht reicht?

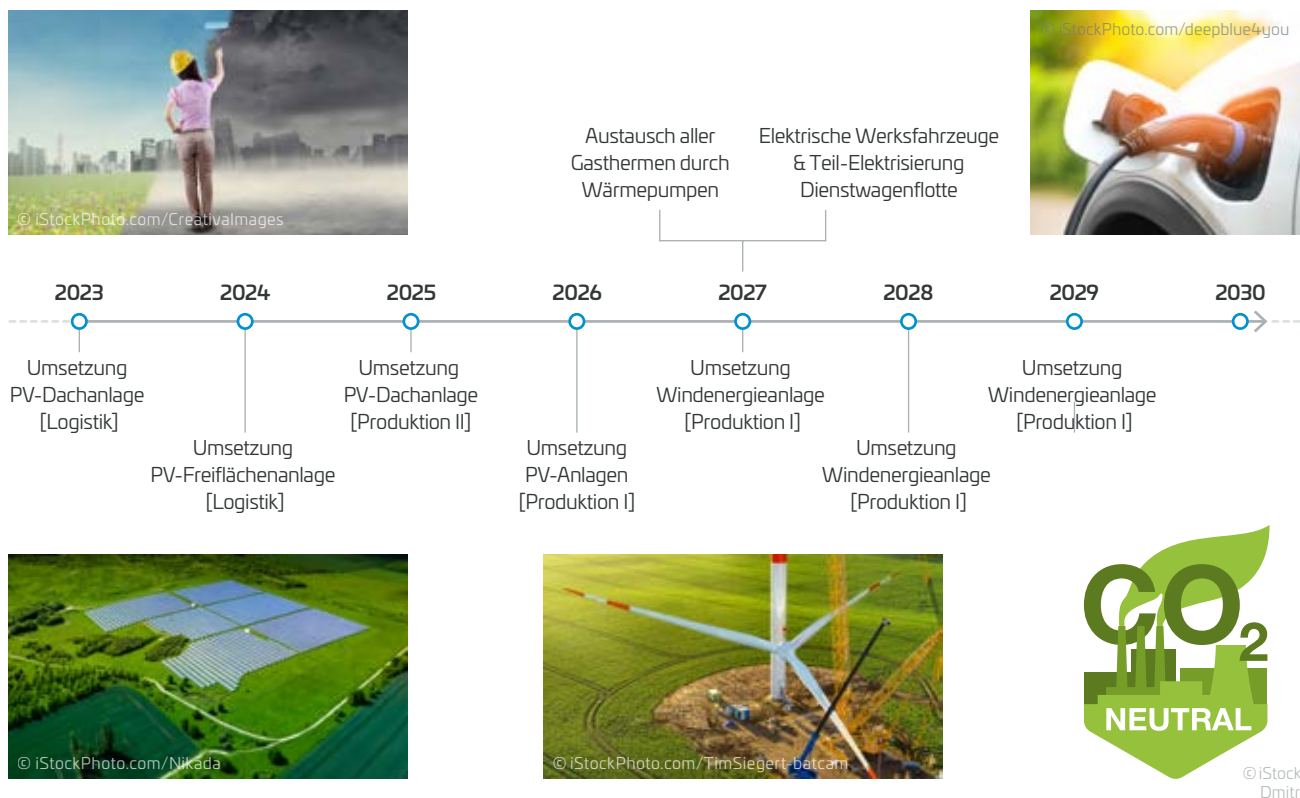
Sollten die Potenziale für Eigenerzeugung vor Ort jedoch nicht ausreichen, um den gewünschten Dekarbonisierungsgrad zu erreichen, so kann auf Anlagen fernab der eigenen Standorte zurückgegriffen werden. Die erste und naheliegendste Option dabei sind Erneuerbare, die in Eigenregie oder in Beteiligung errichtet und betrieben werden. Im Vergleich zu direktverbundenen

Beispielfall: Dekarbonisierung eines Maschinenbauunternehmens

Im Falle der Mustermaschinen AG hat die integrative Analyse der direkten Dekarbonisierungsoptionen ergeben, dass der sukzessive Zubau von Eigenerzeugung bis 2030 unter Wirtschaftlichkeits- und Machbarkeitsgesichtspunkten den optimalen Weg zur Klima-neutralität darstellt. Großprojekte werden dabei tendenziell später realisiert, da den (zurzeit noch) substanziellen Genehmigungs-pflichten nachgekommen werden muss.

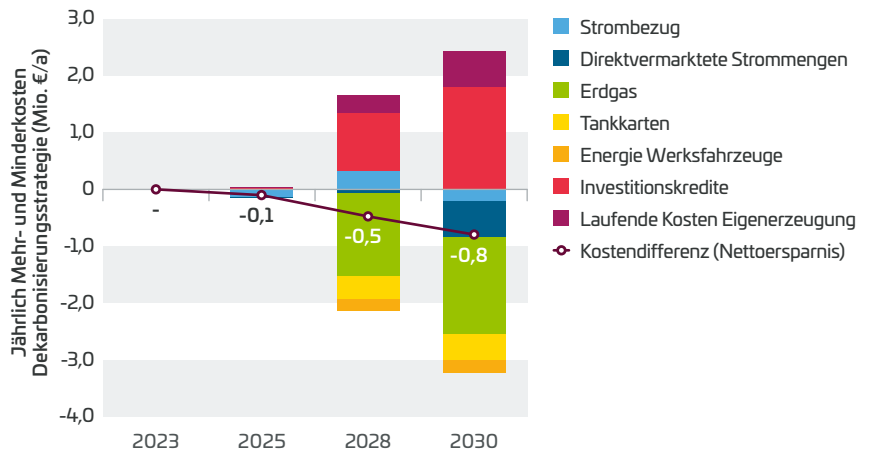
Zusätzlich wurde beschlossen, beim im Jahr 2027 fälligen Heizungstausch in allen Standorten nunmehr auf Wärmepumpen zu setzen. Diese bedeuten Zusatzkosten in der Anschaffung, sind jedoch deutlich effizienter als die bisherigen Erdgasgeräte. Gleichzeitig soll die Flotte der Werksfahrzeuge und ein Teil der Dienstwagen elektrifiziert werden.

Die nach diesen Maßnahmen verbleibenden Emissionen sollen im Jahr 2030 mithilfe bilanzieller Dekarbonisierungsmaßnahmen adressiert werden.



Beispielfall: Dekarbonisierung eines Maschinenbauunternehmens

Die Mustermaschinen AG hat eine detaillierte Dekarbonisierungsstrategie ausarbeiten lassen. Demnach leistet das Konzept – auch bei insgesamt konservativen Annahmen – vom ersten Jahr an einen positiven Beitrag zum Geschäftsergebnis. Dieser steigt mit dem zunehmenden Anlagenausbau auf rund 800.000 € p.a. im Jahr 2030 an. Die kumulierten Ersparnisse bis zum Jahr 2040 belaufen sich auf rund 18 Millionen Euro.



Anlagen sind die Ersparnisse pro erzeugter Kilowattstunde dabei geringer, da z. B. das Netz der öffentlichen Versorgung zum Stromtransport genutzt wird. Dafür stehen grundsätzlich größere Potenziale zur Verfügung, da nicht nur die nähere Umgebung der Unternehmensstandorte infrage kommt.

Die zweite Option sind sogenannte (Corporate) Power-Purchase-Agreements, oder PPA – seit einigen Jahren ein Trendthema und wachsender Markt. Es handelt sich

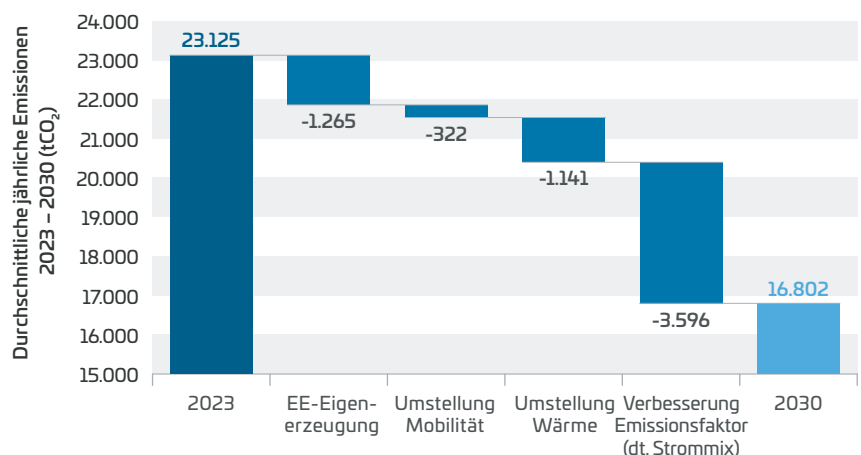
dabei um bilaterale Stromlieferverträge zwischen Anlagenbetreibern und industriellen oder gewerblichen Abnehmern. Kurz gesagt dienen sie dazu, dass Anlagenbetreiber so die langfristige Finanzierung bei Bau einer Neuanlage sicherstellen, oder den Weiterbetrieb kleinerer Anlagen über die EEG-Förderdauer hinaus gewährleisten können. Für den Abnehmer bedeutet dies, dass durch die Übernahme gewisser Risiken möglicherweise Kostensenkungen realisiert werden können, ohne Errichtung und Betrieb der Anlage selbst zu übernehmen.

Schwarze Zahlen durch grüne Produktion

Bei der Bewertung der Strategie sind zwei wesentliche Kenngrößen zu beachten: Kosten und ökologische Treffsicherheit, also Emissionsvermeidung. Beide erfordern den Vergleich mit einem „business-as-usual“-Szenario, also den Auswirkungen eines stetigen Weiter so. Die Umsetzung von direkten Dekarbonisierungsoptionen, also Eigenerzeugungsanlagen und technischen Umrüstungen, verursacht in der Regel jährlich anfallende Kosten in Form

Beispielfall: Dekarbonisierung eines Maschinenbauunternehmens

Die Mustermaschinen AG kann den projizierten jährlichen Emissionsausstoß mithilfe der Strategie bis zum Jahr 2030 um etwa ein Drittel senken. Die verbleibenden Emissionen werden mit indirekten Dekarbonisierungsmaßnahmen adressiert – dank der deutlichen Kostensenkungen sind diese de facto bereits mitfinanziert.



von Investitionskrediten sowie Betriebs- & Wartungsarbeiten. Dem gegenüber stehen vermiedene Kosten für den Energie- bzw. Strombezug. Zu beachten ist dabei, dass im Falle der Elektrifizierung von bspw. Wärme oder Mobilität mit zusätzlichen Stromkosten zu rechnen ist. Diese stehen dann wiederum einem geringeren Verbrauch fossiler Brennstoffe gegenüber. Neben eingesparten Kosten fußt die Wirtschaftlichkeit insbesondere größer dimensionierter Konzepte zusätzlich auf dem Verkauf überschüssiger selbsterzeugter Strommengen. Die Quantifizierung der Einnahmen erfordert dabei allerdings neben den hochaufgelösten Wetterdaten und Lastprofilen auch stündliche und langfristige Strompreisprognosen. Beim Handel dieser Strommengen kommt den Energieabteilungen der Unternehmen eine wichtige Rolle zu; kleinere Betriebe können die Vermarktung von Überschussmengen allerdings auch an Direktvermarkter auslagern.

Auch die Bewertung der ökologischen Effektivität des Konzepts beruht auf dem Vergleich der erwarteten Emissionen mit einem kontrafaktischen Szenario. Dabei sind zwei wichtige Faktoren zu beachten. Erstens; während der Verbrauch von Erdgas, Diesel und Co. in der Regel etwa konstante Emissionen nach sich zieht, verbessert sich der Strommix aus dem Netz stetig. Das liegt am

fortschreitenden Ausbau der Erneuerbaren, jüngst durch das Osterpaket der Bundesregierung intensiviert. Das bedeutet, dass die Emissionen aus Stromverbrauch tendenziell im Zeitverlauf sinken, auch wenn keine Maßnahme ergriffen wird. Zweitens muss die dynamische Komponente beachtet werden; ein schnelleres Absenken der Emissionen ist nicht nur wirtschaftlich attraktiv, sondern auch klimatechnisch besser als eine Zielerreichung „auf den letzten Drücker“.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass indirekte Maßnahmen wie Herkunftsnachweise nicht immer die wirtschaftlichste Option zur Dekarbonisierung eines Unternehmens darstellen. Vielmehr sollte man eine – zumindest partielle – direkte Dekarbonisierung der einzelnen Standorte im In- und Ausland in Erwägung ziehen. Dies bietet je nach Standort erhebliche Potenziale in puncto Kostenreduktionen und auch Öffentlichkeitswirksamkeit. Die Planung von Dekarbonisierungsmaßnahmen erfordert eine integrative Planung auf der Basis fundierter Prognosen, die neben Strom auch weitere Energieträger wie Erdgas und Kraftstoffe untersucht. CO₂ sollte auf Basis dieser Strategie dort eingespart werden, wo die Vermeidung am wenigsten kostet – oder optimalerweise sogar mit Einsparungen einher geht. ✔



© r2b energy consulting GmbH

Lukas Strickling
Senior Berater

r2b energy consulting GmbH
T: +49 221 78 95 98 – 88
lukas.strickling@r2b-energy.com



© r2b energy consulting GmbH

Dr. Ralf Wissen
Partner & Geschäftsführer

r2b energy consulting GmbH
T: +49 221 78 95 98 – 64
ralf.wissen@r2b-energy.com