

White Paper

# VERMIEDENE EMISSIONEN ÜBER DIE LAUFZEIT

Messung von Scope-4-Emissionen für Erneuerbare Energien



NOVEMBER 2023



Die globale Erwärmung ist mittlerweile ins Zentrum der gesellschaftlichen Aufmerksamkeit gerückt. Es herrscht Einigkeit darüber, dass wir unsere Maßnahmen grundlegend ändern müssen, um die Klimakrise zu bewältigen. In diesem Zusammenhang zeigt die von uns beauftragte Studie *Europäische Energiesouveränität durch Erneuerbare Energien bis 2030*, dass es für Europa noch immer möglich ist, mithilfe der heutigen Technologien bis 2030 bei der Stromerzeugung unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden und die bestehende Energieabhängigkeit von anderen Staaten zu überwinden.<sup>1</sup> Das nächste Jahrzehnt ist hierfür entscheidend. Folgt man den jüngsten Ausführungen des World Energy Outlooks der Internationalen Energieagentur (IEA), müssen auf Worte nun auch Taten folgen, um die in die Atmosphäre freigesetzten Treibhausgasemissionen zu verringern und bis 2050 das Netto-Null-Ziel zu erreichen. Nur so haben wir noch eine Chance, die Tür zu 1,5°C offen zu halten.<sup>2</sup> Die im November 2023 in Dubai beginnende 28. UN-Klimakonferenz, kurz COP28, soll zu entschlossenem Handeln anregen. Auch vor diesem Hintergrund kommt unsere Veröffentlichung *„Vermiedene Emissionen über die Laufzeit“* zum passenden Zeitpunkt.

Um die verheerendsten Auswirkungen des Klimawandels abzuwenden, besitzt der Energiesektor die entscheidende Bedeutung. Denn er verursacht gegenwärtig etwa drei Viertel der weltweiten Treibhausgasemissionen.<sup>3</sup> Um dies zu ändern, müssen wir die Art und Weise von Energieerzeugung, -transport und -verbrauch grundlegend überdenken und transformieren. Daher hat sich die Aquila Group das Ziel gesetzt, bis 2030 eines der weltweit führenden Unternehmen für nachhaltige Investitionen und Projektentwicklung im Bereich essenzieller Sachwertanlagen zu werden.<sup>3</sup>

Mit unserem Fokus sowohl auf Erneuerbare Energien in Form von Windenergie, Photovoltaik (PV), Wasserkraft und Batteriespeichersystemen als auch auf weitere spezialisierte Dekarbonisierungsstrategien unterstützen wir die globale Transition zu Netto-Null. Wir entwickeln, bauen und betreiben essenzielle Sachwertanlagen weltweit und managen diese über den gesamten Lebenszyklus.

Dazu haben wir uns ein ehrgeiziges Ziel gesetzt: Bis 2035 planen wir die Vermeidung von 1,5 Mrd. Tonnen

CO<sub>2</sub>e über alle unsere Portfolios und deren Laufzeit hinweg. Zum Vergleich: Dies entspricht 4% der gesamten weltweiten Treibhausgasemissionen des Jahres 2021.<sup>4</sup> Wir haben dieses ambitionierte Ziel gewählt, weil wir von unserer Innovations- und Wachstumsfähigkeit überzeugt sind. Denn wenn man Großes erreichen möchte, benötigt man große Ziele.

Um besser verstehen zu können, welche Technologien und Ansätze am effektivsten zur Lösung des globalen Klimaproblems beitragen können, werden mehr Informationen benötigt. Dies betrifft unsere Kunden, Investoren, Mitarbeiter und die lokalen Gemeinschaften, in denen wir tätig sind. Durch die Vorgabe eines Ziels für die Emissionsvermeidung über die Laufzeit (Lifetime Avoided Emissions, LAE) kann die Aquila Group wichtige Informationen sammeln. Sie helfen uns dabei, die Vermeidung von Emissionen zu optimieren, wenn wir unsere Portfolios für Erneuerbare Energien und Dekarbonisierung entwickeln. Indem wir unseren Beitrag zu LAE messen, verschaffen wir uns und unseren Investoren Klarheit über einen wichtigen Faktor der Energiewende, der sich bislang noch nicht durchgehend etabliert hat.

Vermiedene Emissionen, auch Scope-4-Emissionen genannt, sind Emissionen, die durch ein bestimmtes Produkt oder eine bestimmte Maßnahme nicht in die Atmosphäre gelangen. Sie besitzen einen individuellen Charakter und sind daher komplex zu ermitteln. Daher steht bei Erneuerbare-Energien-Anlagen derzeit keine standardisierte und von Experten geprüfte Methodologie zur Verfügung.<sup>5</sup> Jedoch gibt es eine breitere Debatte über die Gestaltung, Verwendung, Berechnung und Berichterstattung von Scope-4-Emissionen.<sup>6</sup>

In dieser Publikation teilen wir unser Wissen über LAE und die Methodologie, die wir für unser Wind-, PV- und Wasserkraft-Portfolio entwickelt haben. Zudem zeigen wir ihre Möglichkeiten und Grenzen auf. Damit wollen wir die derzeitigen Informationsdefizite in Bezug auf Scope-4-Emissionen ausgleichen. Überdies möchten wir mit Wettbewerbern, Kunden, Investoren und Partnern kooperieren, um unser übergeordnetes Ziel zu erreichen, die Welt auf dem Weg zu Netto-Null zu unterstützen. Für uns ist entscheidend, dass die von uns verwendete Methode zur Messung von LAE auf einem fundierten, konservativen und wissenschaftlichen

<sup>3</sup> Eine Beschreibung essenzieller Sachwertanlagen finden Sie im Glossar

Ansatz basiert. Zwar veröffentlichen wir die von uns erzielten Fortschritte bei der Emissionsvermeidung, ebenso wichtig ist es aber, dass wir unsere Scope-1-, 2- und 3-Emissionen offenlegen. Wir freuen uns auf den Austausch mit allen unseren Stakeholdern, um diese Arbeit weiter voranzutreiben. Zudem hoffen wir, gemeinsam mit anderen Unternehmen Best-Practice-Standards zur Emissionsvermeidung zu entwickeln. Denn wir möchten Anlegern dabei helfen, jene

Chancen zu identifizieren, mittels derer sie ihre Netto-Null-Zusagen am effektivsten umsetzen können. Wir sind davon überzeugt, dass diese Informationen dazu beitragen werden, mehr Kapital für die Energiewende zu mobilisieren, und Worte in Taten umzusetzen.

Roman Rosslenbroich  
CEO und Mitgründer der Aquila Group

# INHALT

<b>1. Einführung - Das „Was“ und „Warum“</b>	<b>1</b>
1.1 Worum geht es?	1
1.2 Warum vermiedene Emissionen wichtig sind	2
<b>2. Methodologie</b>	<b>3</b>
2.1 Bisherige Stromproduktion und Emissionsintensität des Stromnetzes	3
2.2 Prognostizierte Stromerzeugung Erneuerbarer-Energie-Anlagen	3
2.3 Prognostizierte Entwicklung der Emissionsintensität des Stromnetzes	4
2.4 Verursachte Emissionen	5
<b>3. Bisherige Erkenntnisse</b>	<b>6</b>
3.1 Zeit	6
3.2 Standort	6
3.3 Technologie	7
<b>4. Einschränkungen</b>	<b>8</b>
<b>5. Schlussfolgerung und Ausblick</b>	<b>9</b>
<b>Epilog - Ein kleiner Einblick in unsere Lernkurve</b>	<b>10</b>
<b>Glossar</b>	<b>11</b>

# 1. Einführung - Das „Was“ und „Warum“

Einfach ausgedrückt sind vermiedene Emissionen solche, die aufgrund bestimmter Maßnahmen oder Produkte *nicht* in die Atmosphäre gelangen.<sup>7</sup> Die über die Laufzeit vermiedenen Emissionen (Lifetime Avoided Emissions, LAE) beruhen auf der gleichen Prämisse, erstrecken sich jedoch über die gesamte Laufzeit einer Anlage. LAE beinhalten sowohl die bisher vermiedenen Emissionen als auch eine Schätzung des künftigen Emissionsvermeidungspotenzials. In beiden Fällen werden die Emissionen, die während des Baus, des Transports, der Installation, des Betriebs und der Stilllegung entstehen, in die Berechnung einbezogen.<sup>8</sup> Unser LAE-Ansatz berücksichtigt sämtliche Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen, im Folgenden „Emissionen“), ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e).

## 1.1 Worum geht es?

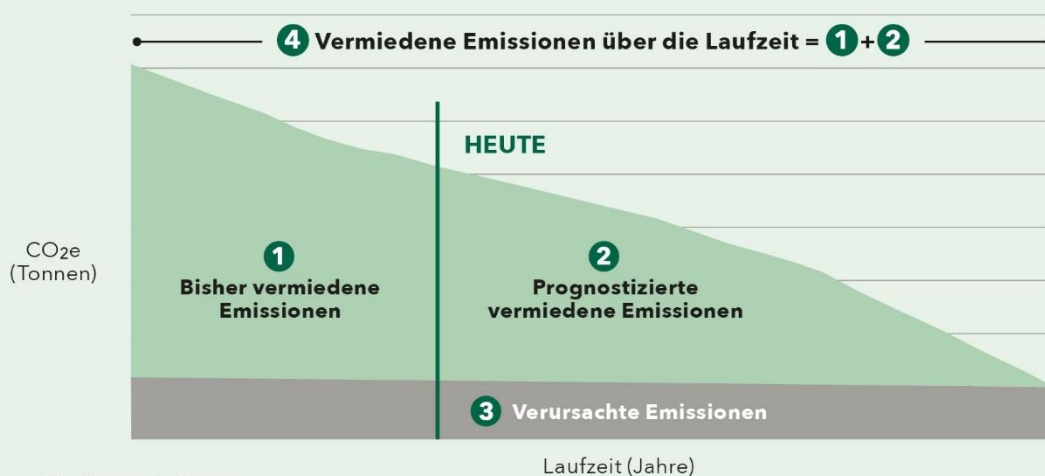
Bei Erneuerbaren Energien besteht die Logik darin, dass der produzierte 'Grünstrom' den Strom aus dem Netz verdrängt, der aus emissionsintensiveren Energiequellen wie Kohle, Öl und Gas stammt. Der Vollständigkeit halber müssen bei dieser Berechnung die Emissionen, die bei Produktion, Betrieb und Stilllegung der Anlage entstehen, herausgerechnet werden („verursachte Emissionen“). Es gibt vier zusammenhängende, aber dennoch unterschiedliche Begriffe für die Berechnung der LAE einer Erneuerbare

Energien Anlage bzw. eines Portfolios von Anlagen. Diese Definitionen sind in *Abbildung 1 – Schaubild zur Erläuterung der LAE-Terminologie* dargestellt.

- 1 **Bisher vermiedene Emissionen:** Bei den bisher vermiedenen Emissionen handelt es sich um Ex-post-Betrachtungen innerhalb eines bestimmten Berichtszeitraums. Sie umfassen die erzeugte Stromproduktion und die Emissionsintensität des Netzes in der betreffenden Region.
- 2 **Prognostizierte vermiedene Emissionen:** Hierunter versteht man eine Schätzung künftiger vermiedener Emissionen basierend auf Prognosen zur Stromerzeugung und der Emissionsintensität des Stromnetzes. Die Prognose der regionalen Stromerzeugung basiert auf Szenarien, die angesichts der hohen Unsicherheit verschiedene mögliche Ergebnisse umfasst. Während der Laufzeit einer Anlage werden die prognostizierten vermiedenen Emissionen sukzessive durch tatsächlich vermiedene Emissionen ersetzt.
- 3 **Verursachte Emissionen:** Emissionen, die bei der Produktion, Nutzung und Stilllegung einer Anlage während ihres gesamten Lebenszyklus entstehen. Die verursachten Emissionen werden von den bisher vermiedenen Emissionen und prognostizierten vermiedenen Emissionen abgezogen, um ein ganzheitliches Bild des Emissionsprofils einer Anlage zu erhalten. Werden verursachte Emissionen nicht von den vermiedenen Emissionen abgezogen, bezeichnet man Letztere als „vermiedene

Abbildung 1

## SCHAUBILD ZUR ERLÄUTERUNG DER LAE-TERMINOLOGIE



Bruttoemissionen“. Werden sie berücksichtigt, nennt man sie „vermiedene Nettoemissionen“.

- 4 Vermiedene Emissionen über die Laufzeit (Lifetime Avoided Emissions, LAE):** Dies entspricht der Summe aller während der Laufzeit einer Anlage oder eines Portfolios von Anlagen vermiedenen Emissionen. Diese Berechnung erfordert die Summierung der bisher vermiedenen (ex-post) und der prognostizierten vermiedenen (ex-ante) Emissionen abzüglich der verursachten Emissionen.

Die Berechnung der über die Laufzeit vermiedenen Emissionen ist aufwändig. Denn dazu müssen der Stromertrag einer Anlage, der Energiemix des künftigen Netzes sowie die von der Anlage verursachten Emissionen prognostiziert werden. Dies wird in den folgenden Kapiteln ausführlicher dargestellt.

## 1.2 Warum vermiedene Emissionen wichtig sind

Es gibt eine Reihe von Gründen, warum die Messung der LAE sinnvoll ist. Aber lassen Sie uns diese Diskussion zunächst in einen Kontext stellen: Wir wissen, dass dringender Handlungsbedarf besteht. Die jährlichen Daten zu globalen THG-Emissionen zeigen, dass der Höhepunkt noch nicht erreicht ist – 2022 wurden 41,3 Mrd. Tonnen CO<sub>2e</sub> emittiert, was einem Anstieg von einem Prozent gegenüber 2021 entspricht.<sup>9</sup> Der jüngste Ausblick der IEA zeigt, dass Netto-Null zwar immer noch möglich, aber immer schwieriger zeitgerecht zu erreichen ist.

Aktuelle Netto-Null-Rahmenwerke zur Verringerung der THG-Emissionen basieren auf der Prämisse, dass die atmosphärischen Emissionen bis 2050 gemäß eines definierten Pfads auf null reduziert werden müssen. Nach Meinung der Wissenschaft ist dies die Voraussetzung dafür, die Ziele des Pariser Klimaabkommens erreichen zu können. Dies erfordert die Messung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks auf Länder-, Branchen- und Unternehmensebene für Scope-1-, 2- und 3-Emissionen.<sup>b</sup> Diese Messung ist notwendig, um zu verstehen, wo Emissionen konzentriert auftreten, welche kurz- und mittelfristigen Reduktionsziele erforderlich sind und welche Maßnahmen konkret umgesetzt werden können, um die Emissionen auf null zu senken.

Es überrascht insofern nicht, dass sich die globalen Bemühungen auf die Emissionssenkung konzentrieren – gewissermaßen auf Basis von Emissions-*Verbindlichkeiten* (auf Englisch: ‚Liabilities‘) individueller CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke. Wir sind der Meinung, dass diese Sichtweise zu kurz greift. Denn sie lässt die *Lösungsseite* der Gleichung außer Acht, da sie jene Industrien und Unternehmen ignoriert, die sich auf die Entwicklung emissionsvermeidender Technologien im Rahmen der Energiewende und der Dekarbonisierung anderer Wirtschaftsbereiche konzentrieren.

Wir bei Aquila Group arbeiten daran, unsere Aktivitäten zur Emissionsvermeidung so effektiv wie möglich zu gestalten. Ferner sind wir der Auffassung, dass über die Laufzeit vermiedene Emissionen eine wichtige *Ergänzung* zur Messung, Berichterstattung und Reduzierung von Scope-1-, 2- und 3-Emissionen sind. Denn sie helfen uns bei der Bewertung der Anlagen, Technologien und Produkte, die unseren Weg zu Netto-Null ermöglichen. Und wir erhalten Informationen darüber, welche Lösungen sich am besten zur Eindämmung des Klimawandels eignen. Darüber hinaus gewinnen wir wertvolle Erkenntnisse, die uns dabei helfen, diese Technologien zu optimieren, um in Zukunft Emissionen noch weiter zu vermeiden. So präsentieren wir beispielsweise in *Abschnitt 3* dieser Publikation bisherige Erkenntnisse zu LAE für Erneuerbare Energien. Diese Informationen können Anreize für die Mobilisierung größerer Kapitalmengen für die Entwicklung Erneuerbarer Energien schaffen, die sich laut IEA bis 2030 verdreifachen müssen.<sup>10</sup>

Dabei ist ausdrücklich *nicht* vorgesehen, vermiedene Emissionen zur *Kompensation* oder Anpassung der CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke anhand von Scope 1, 2 und 3 zu nutzen. Wir teilen die Bedenken des World Resources Institute (WRI), der Science Based Targets Initiative (SBTi) und anderer Organisationen, dass die Kompensation eines unverminderten CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks durch Scope-4-Emissionen nicht mit dem Netto-Null-Ziel zu vereinbaren ist.<sup>11</sup> Fortschritte im Bereich LAE führen also nicht dazu, dass wir unser Emissionsmanagement für Scope 1, 2 und 3 vernachlässigen oder gegeneinander aufrechnen.

<sup>b</sup> Eine Definition von Scope 1-, 2- und 3-Emissionen finden Sie im Glossar

## 2. Methodologie

LAE berücksichtigt die Laufzeit einer Anlage, die sich bei Erneuerbaren Energien auf weit über 25 Jahre erstrecken kann (z. B. beträgt die durchschnittliche Laufzeit von Wasserkraftwerken 100 Jahre).<sup>12</sup> Für die Berechnung von LAE wird folgendes benötigt:

- (1) Bisherige Stromproduktion und Emissionsintensität des Stromnetzes
- (2) Prognostizierte Stromerzeugung Erneuerbarer-Energie-Anlagen
- (3) Prognostizierte Entwicklung der Emissionsintensität des Stromnetzes
- (4) Verursachte Emissionen

Die über die Laufzeit vermiedenen Emissionen entsprechen der von einer Anlage für Erneuerbare Energie erzeugten Elektrizität, multipliziert mit dem Emissionsfaktor des *Netzes*, abzüglich der von der Anlage erzeugten Elektrizität, multipliziert mit dem Emissionsfaktor der *Anlage*. Der erste Teil dieser Gleichung sind die vermiedenen Bruttoemissionen, von denen die verursachten Emissionen abgezogen werden. So lässt sich eine Gesamtsumme errechnen, die den vermiedenen Nettoemissionen entspricht. Die Berechnung wird für jedes Jahr der Laufzeit einer Anlage wiederholt und stellt die über die gesamte Laufzeit vermiedenen Emissionen dar. Bei der Aquila Group erfolgt die LAE-Berichterstattung überwiegend auf Anlagen-, Fonds- Investoren- und Group-Ebene.

$$LAE = \sum [(P_{c,a} * GRID_c) - (P_{c,a} * LCA_c)]$$

*LAE = Vermiedene Emissionen über die Laufzeit (Lifetime Avoided Emissions, LAE)*  
*P = Stromproduktion der Erneuerbare-Energie-Anlage, kWh*  
*GRID = Emissionsintensität des Stromnetzes, gCO2e/kWh*  
*LCA = Verursachte Emissionen, gCO2e/kWh*  
*c = Land oder Region; a = Jahr*

### 2.1 Bisherige Stromproduktion und Emissionsintensität des Stromnetzes

Um die Genauigkeit der LAE-Berechnung zu optimieren, erhebt und berichtet die Aquila Group die bisher vermiedenen Emissionen auf jährlicher Basis.<sup>13</sup> Dies steht im Einklang mit dem Policy and Action

Standard des GHG Protocol. Dieser empfiehlt, Ex-ante modellierte Parameter durch Ist-Daten zu ersetzen, sobald Ex-post-Daten verfügbar sind.<sup>14</sup> Wir haben uns für Ember<sup>c</sup> als Quelle für die Strommix-Daten entschieden. Sie wird von vielen anerkannten Institutionen, einschließlich der Europäischen Kommission, als vertrauenswürdige Datenquelle geschätzt und genutzt.<sup>15</sup> Die Berechnung der bisher vermiedenen Emissionen unseres Portfolios, unserer Anlagen und Fonds werden wir künftig mit Inputdaten von Ember erstellen.

### 2.2 Prognostizierte Stromerzeugung Erneuerbarer-Energie-Anlagen

Die Aquila Group kann eine hervorragende Erfolgsbilanz bei Entwicklung, Bau und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen vorweisen. Mit 14,6 Gigawatt installierter und in Entwicklung befindlicher Kapazität per Ende Juni 2023 verfügen wir über umfangreiche Erfahrung bei der Prognose der künftig zu erwartenden Energieproduktion und der damit verbundenen Erträge aus Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft. Um die Qualität unserer Finanzmodelle zu gewährleisten, prüfen wir insbesondere im Rahmen der technischen Due Diligence die Annahmen, die in unsere Schätzungen einfließen, sehr gewissenhaft.

Je nach Technologie gibt es eine Vielzahl von Faktoren, die zu berücksichtigen sind. Bei Photovoltaikanlagen sind beispielsweise die Strahlungsintensität vor Ort, die Kapazität der Paneele und die Transposition dieser zur Sonne wichtige Faktoren zur Bestimmung des „Brutto“-Energieertrags. Dieser Ertrag wiederum wird an die Auswirkungen von Verschattung und Reflexion, Degradierung der Module, Stromverluste bei der Energieverteilung durch Kabel und Inverter, Stromabschaltungen und andere Faktoren angepasst. Um die Abweichung unserer Schätzungen von den tatsächlichen Werten möglichst niedrig zu halten, berücksichtigen wir alle diese Einflüsse. So lässt sich die Stromerzeugung einer Anlage über die gesamte Laufzeit vergleichsweise genau prognostizieren.

<sup>c</sup> Nähere Informationen finden Sie unter <https://ember-climate.org/about/>

### 2.3 Prognostizierte Entwicklung der Emissionsintensität des Stromnetzes

Prognosen zur künftigen Zusammensetzung der Stromerzeugung hingegen hängen von vielen äußeren Faktoren ab, die sich nicht zuverlässig vorhersagen lassen. Während wissenschaftlicher Konsens über Ursache und Wirkung von Treibhausgasemissionen und des Klimawandels herrscht, ist es höchst ungewiss, inwieweit staatliche Maßnahmen und gesellschaftliches Verhalten Emissionen effektiv eindämmen und die globale Erwärmung begrenzen werden. Daher haben Forscher Klimamodelle entwickelt, mit deren Hilfe zahlreiche Anwendungsfälle und Annahmen veranschaulicht werden können, die zu einer Vielzahl von Szenarien führen. Wir nutzen diese Arbeit, um ein Bild von der künftigen Emissionsintensität des Netzes zu zeichnen und Rückschlüsse auf die Entwicklung des regionalen Energiemixes bis 2060 zu ziehen.

Nach einer detaillierten Auswertung, die wir im *Epilog* dieser Publikation darlegen, haben wir uns entschieden, die Szenarien des World Energy Outlook der Internationalen Energieagentur (IEA) zu verwenden. Die IEA ist eine weltweit anerkannte Organisation für energiebezogene Forschung und ihre Szenarien finden in der Finanzbranche und darüber hinaus breite Anwendung. So zeigt beispielsweise eine Analyse der Einführung von Klimamodellen, dass mehrere Banken diese Modelle in ihren Netto-Null-Zusagen und ihrer Berichterstattung nutzen.<sup>16</sup>

Außerdem konzentrieren sich die IEA-Szenarien ausschließlich auf Energiesysteme als Modellierungsrahmen. Dieser Schwerpunkt wird auch für die Messung der über die Laufzeit vermiedenen Emissionen gesetzt. Zudem werden die IEA-Daten regelmäßig aktualisiert. Dies bedeutet eine verbesserte Datenqualität, da viele andere Modelle beispielsweise lediglich alle fünf bis sieben Jahre aktualisiert werden.

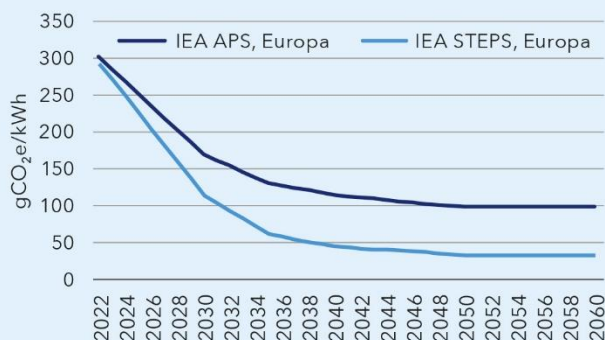
Die drei Szenarien des World Energy Outlook der IEA und ihre wichtigsten Annahmen:

- **Announced Pledges Scenario (APS)** modelliert angekündigte Bestrebungen und Ziele, einschließlich der aktuellsten, um die Emissionsreduzierungen zu realisieren, die für das 2050 Netto-Null-Emissionen benötigt werden. Es wird davon ausgegangen, dass Länder diese nationalen Ziele vollständig umsetzen.<sup>17</sup>
- **Stated Policies Scenario (STEPS)** bietet eine konservativere Benchmark, da dieses Szenario nicht davon ausgeht, dass Regierungen alle angekündigten Ziele erreichen. Stattdessen ist eine detailliertere, Sektor-basierte Bottom-up-Betrachtung jener Maßnahmen erforderlich, die zum Erreichen dieser und anderer energiebezogener Ziele bereits umgesetzt wurden. STEPS zeigt auf, in welche Richtung sich das Energiesystem ohne weitreichende Zusatzanstrengungen der Politik entwickeln könnte.<sup>18</sup>
- **Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE)** ist ein normatives Szenario, das zeigt, was der globale Energiesektor tun muss, um bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen und der Welt somit eine Chance zu geben, den globalen Temperaturanstieg auf 1,5°C zu begrenzen.<sup>19</sup> In einer kürzlich veröffentlichten Untersuchung des World Energy Outlooks stellt die IEA fest, dass das NZE-Szenario immer noch möglich ist. Allerdings ist dazu eine Verdreifachung der weltweiten Kapazität an Erneuerbaren Energien auf 11.000 Gigawatt und eine 30-fache Steigerung der Batteriespeicherkapazität bis 2030 erforderlich.<sup>20</sup>

Abbildung 2

#### PROGNOSTIZIERTE EMISSIONS-INTENSITÄT DES STROMNETZES

(Basierend auf IEA-Szenarien, Europa)



Quelle: Aquila Group, IEA, ecoinvent

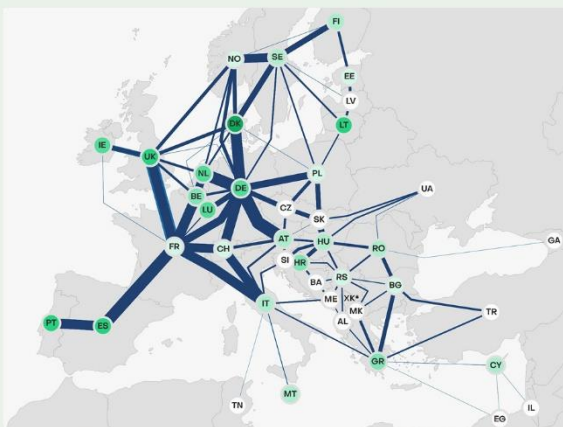
Bei der Aquila Group verwenden wir die ersten beiden Szenarien - IEA APS und IEA STEPS - für unsere Prognosen des zukünftigen Energiemixes. Wie in unserer Methodologie dargelegt, ist es wichtig, dass die Szenarien auf eine regionale Ebene heruntergebrochen werden können, was bei IEA NZE nicht möglich ist. Die Möglichkeit, dass dieses Szenario noch erreicht wird, möchten wir aber nicht aufgeben.



Deshalb haben wir jüngst in Zusammenarbeit mit dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung eine Studie in Auftrag gegeben, die einen Weg zu 100 % Erneuerbarer Energieerzeugung in Europa bis 2030 aufzeigt, was für den Kontinent ein sehr ehrgeiziges Ziel darstellt.<sup>21</sup> Abbildung 2 zeigt die prognostizierten Emissionsintensitäten des Strommixes auf der Grundlage von IEA APS und IEA STEPS für Europa.<sup>22</sup>

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Szenarien IEA APS und IEA STEPS weiter zu optimieren. Wir passen sie zum Beispiel an, um sämtliche Treibhausgase in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten abzubilden. Darüber hinaus berücksichtigen wir die Übertragungs- und Verteilungsverluste, um eine Überschätzung des ersetzten Stroms zu vermeiden. Zudem sind wir der Meinung, dass eine regionale Granularität bei der Messung von LAE angemessen ist, sofern der Strom, der durch Erneuerbare Energie ersetzt wird, regional verfügbar ist und verbraucht wird. Während der Strom in Europa heute überwiegend auf nationaler Ebene verbraucht wird, gehen wir davon aus, dass die derzeitige Verbundkapazität von 120 Gigawatt bis 2030 und darüber hinaus erheblich wachsen wird, da dies für die Energiesouveränität Europas von entscheidender Bedeutung ist.<sup>23</sup> Dies ist in *Abbildung 3 - Übertragungskapazität, Europa* - dargestellt.

Abbildung 3  
**ÜBERTRAGUNGSKAPAZITÄT**  
(Europa in 2025e)



Quelle: Ember climate

Wir sind uns der Tatsache bewusst, dass der Grad der Netzanbindung zwischen Regionen, Ländern und sogar innerhalb von Gemeinden erheblich variieren kann. Die von uns gewählte geografische Granularität des Stromnetzes kann daher einen wesentlichen Einfluss auf die LAE haben. Darum werden wir kontinuierlich prüfen, inwieweit der Zugang zu Strommix-Daten in höherer Detailschärfe und auf wissenschaftlicher Basis möglich ist.

## 2.4 Verursachte Emissionen

Die Berücksichtigung der verursachten Emissionen in unserer LAE-Methodologie ist entscheidend für ein genaues Bild der Emissionsvermeidung. Dies entspricht auch der Einschätzung des GHG Protocol, wonach „negative Auswirkungen“ berücksichtigt werden sollten.<sup>24</sup> Die Messung verursachter Emissionen stellt sicher, dass die während des Lebenszyklus<sup>d</sup> einer Anlage entstehenden Emissionen - einschließlich Materialbeschaffung, Herstellung, Transport, Installation, Nutzungsphase und Stilllegung - berücksichtigt werden.

Bei der Aquila Group verwenden wir Lebenszyklusanalysen (Life-Cycle Assessment, LCA), um einen Einblick in die verursachten Emissionen unterschiedlicher Technologien für Erneuerbare Energien in verschiedenen Regionen zu erhalten. Individuelle Emissionsdaten auf Anlagenebene sind in der Regel nicht verfügbar. Die von einer Lebenszyklusanalyse gelieferten Daten zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck decken die gesamte Wertschöpfungskette eines bestimmten Produkts bzw. einer Dienstleistung ab. Die von uns verwendeten LCAs folgen etablierten Methoden und Standards und nutzen eine Vielzahl von Quellen wie die IEA, ecoinvent<sup>e</sup>, sowie entsprechende empirische Studien.<sup>25</sup> Ähnlich wie die Emissionsfaktoren, die für die Emissionsintensität des Netzes verwendet werden, werden die LCA-Daten für Anlagen für Erneuerbare Energien um die Übertragungs- und Verteilungsverluste und bei Wind- und Photovoltaikanlagen zusätzlich um regionale Unterschiede bei Volllaststunden je Anlagenklasse bereinigt.

Die verwendeten LCAs müssen möglichst aktuell sein. Das ist wichtig, da sich die Herstellungsverfahren und

<sup>d</sup> Bitte beachten Sie, dass Laufzeit und Lebenszyklus unterschiedliche Begriffe sind. „Laufzeit“ bezieht sich auf die Betriebsphase einer Anlage, während „Lebenszyklus“ alle Phasen vor, während und nach der Betriebsphase umfasst, beispielsweise Beschaffung, Herstellung und Stilllegung.

<sup>e</sup> ecoinvent ist laut ecoinvent.org die weltweit zuverlässigste und transparenteste LCA-Datenbank



andere Bereiche der Wertschöpfungskette im Laufe der Zeit verändern. So sind beispielsweise die verursachten Emissionen von PV-Anlagen in den letzten zehn Jahren um 30 % gesunken. Das zeigt, dass die Dekarbonisierung auch im Bereich der Erneuerbaren Energien von Bedeutung ist.<sup>26</sup> Bei der Auswahl der Emissionsfaktoren verfolgt die Aquila Group einen konservativen Ansatz, wie eine Stichprobe von LCAs unserer Lieferanten für bestimmte Onshore-Windkraftanlagen zeigt. Sie sehen niedrigere Emissionsfaktoren als die derzeit angewandten vor. Um sicherzustellen, dass die LCAs verursachte Emissionen möglichst genau messen, werden wir uns weiterhin in diesem Bereich engagieren. Ziel ist es, unsere Messung verursachter Emissionen weiter zu verbessern.

### 3. Bisherige Erkenntnisse

Die Messung der über die Laufzeit vermiedenen Emissionen gibt uns Aufschluss über das Vermeidungspotenzial unserer Anlagen für Erneuerbare Energien. Die drei wichtigsten Faktoren, die den Umfang der LAE im Zusammenhang mit dieser Methodologie beeinflussen, sind Zeit, Standort und Technologie. Von der Untersuchung der Sensitivität dieser Faktoren und durch die Verfeinerung unserer Messmethoden erhoffen wir uns genauere Informationen über verursachte Emissionen, sowie über die optimale Phase und Region des Erwerbs, der Entwicklung und des Baus einer Anlage. Unsere derzeitigen Erkenntnisse sind vorläufiger Natur. Wir beabsichtigen sie weiterzuentwickeln, während wir unser Verständnis von LAE weiter vertiefen.

#### 3.1 Zeit

Der Zeitpunkt, zu dem eine Anlage in Betrieb genommen wird - in der Branche bekannt als COD (Commercial Operation Date) - ist eine sehr wichtige Determinante für die Berechnung von LAE. Denn je ‚sauberer‘ das Netz sukzessive wird, desto geringer wird der LAE-Beitrag, da der von der Anlage verdrängte Strom weniger emissionsintensiv ist. Dies wird durch das bekannte Gesetz des abnehmenden Grenzertrags untermauert, das für die Skalierung aller Produkte und Dienstleistungen gilt - einschließlich des Beitrags Erneuerbarer Energien zur Vermeidung von Emissionen.<sup>27</sup>

Die zugrundeliegende Annahme dafür ist, dass die Emissionsintensität der regionalen Stromnetze nach den Szenarien der IEA bis 2050 abnehmen soll. Wie wir jedoch kürzlich im Zusammenhang mit dem Krieg zwischen Russland und der Ukraine gesehen haben, können sie auch für eine gewisse Zeit in bestimmten Regionen ansteigen, beispielsweise wenn die Verknappung von Erdgas dazu führt, dass mehr Kohle verstromt wird. Unsere LAE-Methode minimiert diese Effekte durch die Berücksichtigung von Ist-Netzdaten bei der Berechnung der bisherigen Emissionsvermeidung, um Prognosefehler über die Laufzeit zu kompensieren.

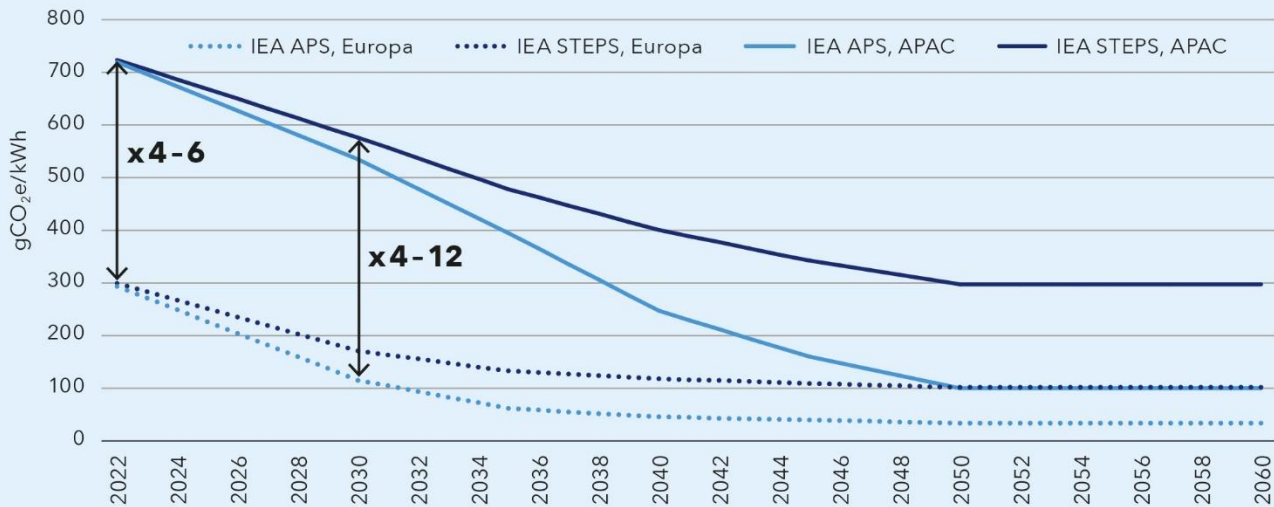
Dennoch bedeutet die Verwendung von Szenarien zur Evaluierung künftiger Energiesysteme, dass Zeit ein wesentlicher Faktor für Anleger ist, die einen positiven Beitrag zur Emissionsvermeidung leisten möchten, sofern bereits gebilligte klimapolitische Maßnahmen global nicht rückgängig gemacht werden. Dies verdeutlicht die hohe Dringlichkeit der Energiewende und die Notwendigkeit, Investitionen in Erneuerbare Energien besser früher als später zu intensivieren - eine Forderung, die von Klimaforschern bekräftigt und in dieser LAE-Methodologie berücksichtigt wird.

#### 3.2 Standort

Es ist ungewiss, inwieweit die Politik effektive Strategien entwickeln wird, um Regierungen, Industrie, Unternehmen und Einzelpersonen zu unterstützen, Emissionen zu reduzieren und die globale Erderwärmung zu begrenzen. Zudem ist aus sozioökonomischen Gründen davon auszugehen, dass Zeitpunkt und Geschwindigkeit, mit der verschiedene Regionen ihre Stromnetze dekarbonisieren, ebenso unterschiedlich sind wie ihre jeweilige Ausgangslage. Gegenwärtig liegt die durchschnittliche Emissionsintensität der Stromerzeugung in Schwellen- und Entwicklungsländern um etwa 70 % höher als in Industrienationen. Dabei entfällt der größte negative Beitrag auf die Kohleverstromung.<sup>28</sup> Diese regionalen Unterschiede sind unter dem Gesichtspunkt der Emissionsvermeidung von großer Bedeutung, da die Entwicklung einer Anlage in einer Region mit relativ hoher Stromnetz-Emissionsintensität unter sonst gleichen Bedingungen zu einer höheren Emissionsvermeidung führt und umgekehrt.

Abbildung 4

## PROGNOSTIZIERTE EMISSIONSINTENSITÄT DES STROMNETZES IN APAC UND EUROPA



Quelle: Aquila Group, IEA, ecoinvent

Abbildung 4 veranschaulicht diesen regionalen Unterschied zwischen dem asiatisch-pazifischen Raum und Europa. Demnach ist der LAE-„Ertrag“ derselben Anlage im asiatisch-pazifischen Raum im Jahr 2022 vier- bis sechsmal höher. Im Jahr 2030 wird dieser Ertrag voraussichtlich sogar vier- bis zwölfmal höher sein. Die heute bestehenden Unterschiede zwischen der Netzintensität in Entwicklungsländern und Industrienationen sind offensichtlich. Daher wird es interessant sein zu beobachten, wie sich diese Situation im Laufe der Zeit weiterentwickelt. China zum Beispiel, das derzeit eine höhere Emissionsintensität im Stromnetz aufweist, wird sich möglicherweise schneller weiterentwickeln als viele andere Länder, da es in der Lage ist, seine Klimaschutzverpflichtungen im Rahmen seines 14. Fünfjahresplans wirksam umzusetzen. Dieser soll im Zeitraum 2022-2027 fast die Hälfte der neuen weltweiten Stromerzeugungskapazitäten aus Erneuerbaren Energien bereitstellen.<sup>29</sup>

### 3.3 Technologie

Um Netto-Null-Emissionen bis 2050 zu erreichen, werden Innovationen benötigt. Wissenschaftliche Schätzungen zeigen: Mit kostengünstiger Erneuerbarer Energie als Baustein können in anderen Sektoren wie Industrie, Bauwirtschaft und Verkehr zusätzliche Investitionen in Höhe von rund 28 Billionen Euro freigesetzt werden.<sup>30</sup> Wie unsere Methodologie zeigt, wird eine zusätzliche Emissionsvermeidung durch Erneuerbare Energien ab diesem Punkt immer schwieriger und kostenintensiver. Wir erwarten dennoch weitere Innovationen und sinkende Kosten in den Bereichen grüner Wasserstoff, Batteriespeicher, Kohlenstoffsequestrierung<sup>f</sup> und weiterer Klimalösungen entlang der THG-Verminderungskurve (Englisch: GHG-Abatement-Curve), die sich weiter zu rentablen Investitionsmöglichkeiten entwickeln.<sup>31</sup> Wir glauben, dass LAE das Potenzial dieser Technologien in Zukunft maximieren kann und eine geeignete Metrik ist, um in diesem Zusammenhang

<sup>f</sup> Die über die Laufzeit vermiedenen Emissionen gelten streng genommen nicht für Technologien zur Kohlenstoffabscheidung, da es sich dabei um Technologien zur direkten Kohlenstoffbindung handelt.

### Photovoltaik - 47gCO<sub>2</sub>e/kWh für Europa (Quellen: Umweltbundesamt, IEA)

Die Produktion von Polysilizium in Solarqualität für Solarpaneele ist energieintensiv und hat den stärksten Einfluss auf die verursachten Emissionen, die je nach Produktionsstandort und jeweiligen Strommix zwischen 70-90 % liegen.

### Onshore-Wind - 11gCO<sub>2</sub>e/kWh für Europa (Quellen: Umweltbundesamt, IEA)

Auch bei Windparks ist der Produktionsprozess mit rund 65 % der Gesamtemissionen die emissionsintensivste Phase des Lebenszyklus, da relativ große Mengen an Baustoffen benötigt werden, insbesondere Stahl und Beton.

### Wasserkraftwerke (Laufwasserkraft und Stausee) - 5-32gCO<sub>2</sub>e/kWh für Europa (Quellen: ecoinvent, IEA)

Der große Vorteil von Wasserkraftwerken ist ihre sehr lange Laufzeit, die im Durchschnitt etwa 100 Jahre beträgt. Dies wirkt sich positiv auf die Leistung dieser Anlagenklasse in Bezug auf die verursachten Emissionen im Verhältnis zu ihrer Produktionskapazität aus, da sich die Gesamtmenge der verursachten Emissionen über einen viel längeren Zeitraum

Kapitalallokationsentscheidungen zu treffen. Wir stehen diesen Entwicklungen in der Clean-Tech-Branche aufgeschlossen gegenüber und haben als Vorreiter einen Geschäftsbereich mit Batterie-Energiespeichersystemen (BESS) aufgebaut. BESS sind für die Energiewende von entscheidender Bedeutung, da sie unsere Energiesysteme flexibel und sicher machen.<sup>32</sup> Zusätzlich zu diesen positiven Eigenschaften deuten unsere LAE-Messungen von BESS darauf hin, dass sie zur Vermeidung von Emissionen über die Laufzeit beitragen können.<sup>33</sup> Denn trotz relativ hoher verursachter Emissionen kann ein BESS aufgrund der Korrelation zwischen Strompreisen, der Emissionsintensität des Netzes und optimierten Lastzyklen nach einer gewissen „Amortisationszeit“<sup>9</sup> positive vermiedene Emissionen über die Laufzeit liefern.

Die bereits bestehenden Technologien für Erneuerbare Energien weisen deutliche Unterschiede bezüglich ihres LAE-Potentials auf (siehe oben). Die Fähigkeit, an einem bestimmten Standort möglichst viel Strom zu erzeugen, hängt von mehreren Faktoren ab. Der offensichtlichste Faktor ist die Natur, das heißt lokale Windverhältnisse, Strahlungsintensität und Niederschlagsmengen. Aber auch hinsichtlich der verursachten Emissionen unterscheiden sich die verschiedenen Technologien. Photovoltaik beispielsweise verursacht etwa viermal höhere Emissionen pro Leistungseinheit als Onshore-Windenergie. Dies ist einer Reihe von Faktoren geschuldet, vor allem dem Produktionsprozess und der

Materialbeschaffung, aber auch der erwarteten Nutzungsdauer und der Recyclingfähigkeit der Bauteile.

Wir sind der Überzeugung, dass die von Erneuerbaren Energien verursachten Emissionen zu einem relevanteren Thema werden, sobald die Dekarbonisierung des Stromnetzes sehr weit fortgeschritten ist. Darüber hinaus erwarten wir, dass die damit einhergehende Dekarbonisierung unserer Lieferketten die Produktion von Anlagen für Erneuerbare Energien immer effizienter machen wird. Dies zeigt sich im Bereich Photovoltaik. Hier sind die verursachten Emissionen in den letzten zehn Jahren um etwa 30 % gesunken, was vor allem auf weniger emissionsintensive Herstellungsverfahren zurückzuführen ist.<sup>34</sup>

## 4. Einschränkungen

Die Messung von LAE erfordert verschiedene Annahmen. In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Einschränkungen der Methode für Erneuerbare Energien erläutert. Die größten Herausforderungen liegen dabei in der Prognose des Stromnetzes, der allgemeinen und rückwärts gerichteten Natur von LCAs, sowie in der mangelnden Detailschärfe verfügbarer Stromnetzdaten.

<sup>9</sup> Mit der Amortisationszeit wird die Zeitspanne gemessen, die das BESS benötigt, um seine verursachten Emissionen durch Emissionsvermeidung zu amortisieren.



Die erste Einschränkung liegt darin, dass der in dieser Methode unterstellte verdrängte Netzstrom voraussetzt, dass die Emissionsintensität des Netzes ein gewichteter Durchschnitt der einzelnen Erzeugungsquellen und ihrer gesamten Stromerzeugung in einem bestimmten Zeitraum ist. In der Praxis unterliegt die Stromerzeugung jedoch einer bestimmten ‚Merit-Order‘, das heißt es gibt eine Priorisierung oder Rangfolge, nach der Kraftwerke Strom in das Netz einspeisen.<sup>35</sup>

Die zweite Herausforderung ist, dass LCAs in erster Linie auf Ex-post-Analysen bereits bestehender Wertschöpfungsketten basieren. Für Ex-ante-Prognosen sind sie weniger gut geeignet, da Änderungen bei Materialbeschaffung, Herstellung und Produktionsprozessen, die zu unterschiedlichen Emissionsfaktoren in der Zukunft führen, heute noch nicht bekannt sind. Generell gehen wir davon aus, dass Innovationen in den kommenden Jahren zu niedrigeren Emissionsfaktoren führen werden. Es ist jedoch ungewiss, wie sich dies genau auf die verursachten Emissionen auswirken wird, da mehrere Faktoren eine Rolle spielen, wie z. B. der Onshoring-Trend in der Fertigungsindustrie. In dem Maße, in dem die Emissionsfaktoren durch technologische Fortschritte bei Prozessen an Relevanz verlieren, führt der derzeitige Ansatz zu einer Überschätzung der verursachten Emissionen und einer Unterschätzung der LAE.

Darüber hinaus sind wir uns bewusst, dass die verursachten Emissionen aufgrund zahlreicher Faktoren variieren. Dazu zählen unter anderem unterschiedliche Lieferanten, Transportwege, Standortbedingungen oder Wartungshäufigkeiten. Die Berücksichtigung all dieser Aspekte ist derzeit praktisch aber nicht möglich.

Wie wir in *Abschnitt 2* hervorheben, gibt es Grenzen hinsichtlich der Granularität, auf die wir für unsere Prognosen des Strommixes zuverlässig zugreifen können. Da keine konsistenten Szenario-Daten auf Länderebene vorliegen, verwenden wir zur Berechnung der über die Laufzeit vermiedenen Emissionen regionale Prognosen der IEA. Wir sind uns bewusst, dass eine regionale Darstellung des Stromnetzes zu einer Unterschätzung (Überschätzung) der vermiedenen Emissionen führen kann, wenn sich unsere Anlagen in Ländern mit höheren (niedrigeren) nationalen Netzemissionsfaktoren befinden. Allerdings denken wir, dass dieser Effekt an Relevanz verlieren wird, soweit Staaten innerhalb einer Region zunehmend Landesgrenzen übergreifende Handels- und

Energieverteilungsabkommen, ähnlich wie in Europa, abschließen.

## 5. Schlussfolgerung und Ausblick

Nach Angaben des Carbon Disclosure Project (CDP) hat mehr als ein Drittel der befragten Unternehmen Aussagen zu den vermiedenen Emissionen ihrer Produkte gemacht.<sup>36</sup> Doch nur ein Bruchteil dieser Unternehmen erwähnen Scope-4- bzw. vermiedene Emissionen in ihrer Berichterstattung. Das bedeutet, dass nicht genügend Ist-Daten zur Verfügung stehen, um sich ein klares Bild davon zu machen, welche Lösungen am besten geeignet sind, den Klimawandel einzudämmen. Viele Unternehmen beschäftigen sich derzeit mit ihren Scope-1-, Scope-2- und insbesondere Scope-3-Emissionen. Wir erwarten, dass Unternehmens- und Finanzmarktteilnehmer sich zunehmend der Messung von Scope-4-Emissionen und der entsprechenden Berichterstattung zuwenden werden, um diese Informationslücke zu schließen. Dabei bauen sie auf einem vielversprechenden Trend auf.<sup>37</sup>

Die Messung von Scope-4- bzw. vermiedenen Emissionen ist keine neue Idee. Das World Research Institute (WRI) hat das GHG Protocol etabliert und in seinem ‚Policy and Action Standard‘ ein erstes Rahmenwerk für vermiedene Emissionen veröffentlicht. Mittlerweile hat es einen spezifischeren Ansatz für Produkte entwickelt.<sup>38</sup> Der LAE-Ansatz, den wir in diesem Papier skizziert haben, entspricht vielen der dort genannten Prinzipien. Mit unserem robusten, konservativen und wissenschaftlich fundierten Ansatz hoffen wir, einen Beitrag zur breiteren Anwendung von Scope 4 zu leisten, um Anreize für Investitionen in Klimälösungen zu schaffen und diese zu fördern.

Wir sind uns darüber im Klaren, dass die Methoden zur Vermeidung von Emissionen während der Laufzeit einen maßgeschneiderten Ansatz erfordern, was eine umfassende Standardisierung erschwert. Gleichzeitig sind wir davon überzeugt, dass es wichtig ist, einen solchen Ansatz für Erneuerbare Energien zu entwickeln. Denn dies wird dazu beitragen, mehr Kapital für die Energiewende zu mobilisieren und unser aller Ziel zur Netto-Null-Wirtschaft voranzutreiben.

## Epilog - Ein kleiner Einblick in unsere Lernkurve

Die Aquila Group kann auf eine mehr als 15-jährige Erfolgsgeschichte im Kampf gegen den Klimawandel zurückblicken. Den Anfang machten wir im Jahr 2007 mit der Auflegung von zwei Klimafonds und der Entscheidung, klimaneutral zu werden. 2009 begannen wir, uns mit dem Erwerb eines Windparks auf die Entwicklung von Sachwertanlagen zu konzentrieren. Kurz darauf kamen Photovoltaik und Wasserkraft hinzu. Im Jahr 2020 begannen wir mit der Erfassung von vermiedenen Emissionen, und zwei Jahre später gaben wir das Ziel, bis 2035 über die Laufzeit unseres Portfolios 1,5 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>e zu vermeiden, bekannt. Zeitgleich haben wir auch mit der detaillierten Ausgestaltung unseres LAE-Ansatzes begonnen, um sicherzustellen, dass wir einen robusten, konservativen und wissenschaftlich fundierten Ansatz entwickeln. Im Folgenden beschreiben wir einige der von uns unternommenen Schritte und geben einen Überblick über die Modelle, die wir bewertet haben, um unsere Methodologie zu entwickeln.

Im Jahr 2021 haben wir die Zusammenarbeit mit der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE) aufgenommen. Die FfE ist ein gemeinnütziges Forschungsinstitut mit Sitz in München, das sich auf Klimaforschung, Energiesystemanalyse und LCAs spezialisiert hat. Wir haben die Expertise der FfE genutzt und unsere Methodologie erweitert, um neben Kohlendioxid sämtliche Treibhausgase (ausgedrückt in CO<sub>2</sub>e) einzubeziehen. Darüber haben wir eine regionale Darstellung der Stromnetze für mehr Granularität gewählt, die verursachten Emissionen berücksichtigt, Übertragungs- und Verteilungsverluste mit einbezogen und Prognosen für die künftige Emissionsintensität der Stromnetze eingeführt. Unser Ansatz wurde vom TÜV Rheinland als unabhängiger Prüfer bestätigt und als „angemessen, transparent und geeignet“ zertifiziert.

In diesem Jahr haben wir zwei Bereiche identifiziert, die wir weiter vorantreiben wollten. Zunächst beschlossen wir, (1) Ex-post-Daten zu finden, die die Emissionsintensität des Stromnetzes in den Berichtszeiträumen widerspiegeln, und (2) die von uns verwendeten Szenarien zu analysieren, um sicherzustellen, dass sie geeignete Vorhersagen über den Strommix ermöglichen und geeignete Modelle für die Entscheidungsprozesse sind.

Die Aquila Group erfasst und berichtet vermiedene Emissionen jährlich, die anhand der Ist-Daten von Ember als Quelle für die Netzintensität und nicht anhand von Szenariomodellen gemessen werden können.<sup>39</sup> Da es laut GHG Protocol geboten ist, Ex-ante modellierte Parameter durch Ist-Daten zu ersetzen, sobald Ex-post-Daten verfügbar sind, halten wir diese Änderung für sinnvoll.<sup>40</sup>

Es war eine Herausforderung, die verfügbaren Klimamodelle zu überprüfen und die Szenarien zu ermitteln, die sich am besten für die Messung von LAE bei der Aquila Group eignen. Es gibt viele Faktoren, die je nach Anwendungsfall sorgfältig abgewogen werden müssen. Grundsätzlich gibt es zwei Ansätze: **1) Integrierte Bewertungsmodelle** (Integrated Assessment Models, IAMs) und **2) Energiesystemmodelle** (Energy System Models, ESMs). IAMs sind relativ umfassende und interdisziplinäre wissenschaftliche Modelle, die gesellschaftliche und wirtschaftliche Faktoren mit der Biosphäre und der Atmosphäre miteinander verknüpfen.<sup>41</sup> IAM-Modelle sind geeignet, um die Interdependenzen einer Vielzahl von Parametern auf die globale Erwärmung zu messen, können gerade deshalb aber auch komplex und intransparent sein. Sie sind weniger geeignet, wenn es darum geht, zugrunde liegende Annahmen und ihre Auswirkungen auf Ergebnisse zu testen. Dieser Mangel an Transparenz macht es schwer, unsere Modelle zu erläutern und Geschäftsentscheidungen zu beeinflussen.

ESMs hingegen haben einen zielgerichteteren Modellierungsrahmen und simulieren verschiedene Komponenten und Prozesse *innerhalb* eines Energiesystems. Sie werden in der Regel eingesetzt, um Erzeugung, Verteilung und Verbrauch von Energieressourcen in einer bestimmten Region, Branche oder einem bestimmten System zu analysieren, zu prognostizieren und zu optimieren.<sup>42</sup> Aufgrund ihres fokussierten Ansatzes sind ESMs in der Regel leichter zu verstehen und weniger komplex, sodass sie relativ klar definierte und transparente Annahmen nutzen, die für LAE bei der Aquila Group wichtig sind und als Grundlage für die Entscheidungsfindung dienen. Daher wurden ESMs als bevorzugte Modelle für LAE ausgewählt, und wir haben in unserem LAE-Ansatz das IAM-basierte Image-Szenario durch Szenarien aus dem World Energy Outlook der IEA ersetzt.

## Glossar

**Bisher vermiedene Emissionen:** Bei bisher vermiedenen Emissionen handelt es sich um Ex-post-Betrachtungen innerhalb eines bestimmten Berichtszeitraums. Sie umfassen die bisherige Stromproduktion sowie die Emissionsintensität des Stromnetzes in der betreffenden Region.

**CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e) Emissionen:** Sind der Ausdruck bzw. die vergleichbare Einheit für sämtliche Treibhausgasemissionen, ausgedrückt als Kohlendioxid-Äquivalente. CO<sub>2</sub>e-Emissionen beziffern alle in die Atmosphäre freigesetzten Treibhausgase bezogen auf die Wärmewirkung von Kohlendioxid über einen bestimmten Zeitraum, üblicherweise - und auch in dieser Publikation - 100 Jahre.

**CO<sub>2</sub>-Fußabdruck:** Maß für die Gesamtmenge an Treibhausgasen, die von einer Person, einer Organisation, einer Veranstaltung oder einem Produkt während eines bestimmten Zeitraums direkt oder indirekt emittiert werden. Entgegen der allgemeinen Schreibweise in der Regel ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die die Scope-1-, 2- und 3-Emissionen abdecken.

**Elektrizitätsmix-Ansatz:** Methode zum Messen der Emissionsintensität der Stromerzeugung, bei der der gewichtete Durchschnitt aller Stromerzeugungsquellen zugrunde gelegt wird.

**Emissionsintensität:** Die Menge an Treibhausgasemissionen, die pro Produktions- oder Investitionseinheit erzeugt wird. Diese Kennzahl wird häufig verwendet, um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Unternehmen zu vergleichen, und wird üblicherweise in CO<sub>2</sub> oder CO<sub>2</sub>-Äquivalenten im Verhältnis zum Umsatz oder einer anderen Einheit, hier der Stromerzeugung in kWh, ausgedrückt.

**Energiesystemmodell (ESM):** Simulation der verschiedenen Komponenten und Prozesse innerhalb eines Energiesystems. Diese Modelle werden eingesetzt, um Erzeugung, Verteilung und Verbrauch von Energieressourcen in einer bestimmten Region, Branche oder einem System zu analysieren, zu prognostizieren und zu optimieren.

**Essenzielle Sachwertanlagen:** Unter essenziellen Sachwertanlagen verstehen wir Anlagen, die mit dem Ausbau oder der Erneuerung von kohlenstoffarmer Infrastruktur weltweit zusammenhängen. Dazu gehören Erneuerbare Energiequellen wie Wind, PV, Wasserkraft, flankiert von Batteriespeichersystemen, nachhaltige Infrastruktur (Green Logistics und nachhaltig betriebene Data Centres) sowie Spezial-Assetklassen wie Carbon Forestry, Energieeffizienz und konkrete Wachstumsfinanzierungen zur Eindämmung des Klimawandels.

**Gesetz des abnehmenden Grenzertrags:** Ökonomisches Grundprinzip, das besagt, dass der Grenznutzen ab einem

bestimmten Punkt bei einer zusätzlichen Inputeinheit abzunehmen beginnt.

**IEA-Szenarien:** Die IEA veröffentlicht regelmäßig den World Energy Outlook (WEO), eine jährlich aktualisierte Datenbank mit Prognosen zur Zukunft des Energiesystems. Dies beinhaltet eine Vorhersage zur Zusammensetzung der Stromerzeugungsquellen auf regionaler Ebene. Die IEA verwendet für ihre Analyse im Rahmen des WEO drei Hauptszenarien, die in diesem Dokument als IEA-Szenarien bezeichnet werden. Der WEO dürfte die international anerkannteste und etablierteste Publikation zu globalen Energiethemen sein und wird von politischen Entscheidungsträgern, Unternehmen, NGOs und anderen Interessengruppen genutzt.

**Integriertes Bewertungsmodell (Integrated Assessment Model - IAM):** Umfassender und interdisziplinärer wissenschaftlicher Modellierungsansatz, der die wichtigsten Merkmale von Gesellschaft und Wirtschaft mit der Biosphäre und der Atmosphäre in einem Rahmenwerk verbindet. Eines der bekannteren IAMs wird vom IPCC genutzt, um globale Transformationspfade bis 2050 oder 2100 zu untersuchen.

**Internationale Energieagentur (IEA):** Die IEA ist eine autonome internationale Organisation, die 1974 gegründet wurde, um die Sicherheit der globalen Ölversorgung zu gewährleisten. Ihr Auftrag hat sich von der vorrangigen Energiesicherheit zwischen ihren Mitgliedsländern zur Förderung der internationalen Zusammenarbeit bei anderen energiebezogenen Themen wie der Energiewende weiterentwickelt.

**IMAGE-Szenarien:** Die Image-Szenarien wurden von der PBL, der Niederländischen Umweltagentur, entwickelt. Sie sind eine Anwendung des Integrierten Bewertungsmodells (siehe Integriertes Bewertungsmodell) und wurden in den Sachstandsberichten AR4 und AR5 des IPCC verwendet.

**Kapazität:** Bezieht sich auf die maximale Strom- oder Energiemenge, die eine Energieerzeugungsanlage unter optimalen Bedingungen produzieren kann.

**Lebenszyklus-Bewertung:** Eine umfassende Analyse der Umweltauswirkungen eines bestimmten Produkts oder einer Anlage basierend auf THG-Emissionen, Toxizität für Menschen, Eutrophierung von Gewässern und weiteren Faktoren, die den gesamten Lebenszyklus abdeckt, einschließlich Rohstoffbeschaffung, Herstellung, Nutzungsphase, Installation, Wartung und Stilllegung. Nicht zu verwechseln mit der „Laufzeit“, die die Betriebsphase einer Anlage abdeckt.

**Netto-Null-Emissionen:** Netto-Null-Emissionen sind erreicht, wenn die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen in die Atmosphäre durch den anthropogenen Abbau über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen werden. Es gibt eine Reihe von Verbänden, die sich verpflichtet haben, die Emissionen in ihren jeweiligen



Sektoren auf Netto-Null zu reduzieren. In der Finanzbranche sind die wichtigsten Initiativen die Glasgow Financial Alliance for Net Zero, die Net-Zero Banking Alliance, die Net Zero Asset Owner Alliance und die Net Zero Asset Managers Initiative. Für die Mitglieder dieser Initiativen gelten wissenschaftlich fundierte Strategien, Regeln und Methoden zur Emissionsminderung. Dies beinhaltet in der Regel eine Beschränkung von Kompensationen mittels u. a. vermiedener Emissionen, die nicht auf diese CO<sub>2</sub>-Ziele angerechnet werden dürfen.

**Prognostizierte vermiedene Emissionen:** Eine Schätzung künftiger vermiedener Emissionen basierend auf Prognosen zur Erzeugung Erneuerbarer Energien und der Emissionsintensität des Strommixes. Die Prognose der regionalen Netzzusammensetzung basiert auf einer Szenarioanalyse und liefert eine Reihe möglicher Ergebnisse, um den Anschein von Präzision zu vermeiden. Während der Laufzeit einer Anlage werden die prognostizierten vermiedenen Emissionen sukzessive durch bisher vermiedene Emissionen ersetzt.

**REMIND-Szenarien:** Die Remind-Szenarien wurden vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung entwickelt. Ähnlich wie die IMAGE-Szenarien sind sie eine Anwendung des Integrierten Bewertungsmodells und werden vom IPCC verwendet.

**Scope-1-Emissionen:** Direkte Emissionen aus eigenen oder kontrollierten Quellen.

**Scope-2-Emissionen:** Direkte Emissionen aus der Erzeugung von eingekaufter Energie.

**Scope-3-Emissionen:** Indirekte Emissionen, die in der Wertschöpfungskette des berichtenden Unternehmens entstehen, einschließlich vor- und nachgelagerter Emissionsquellen.

**Scope-4-Emissionen:** Emissionen, die aufgrund einer Maßnahme oder Verfahrens nicht in die Atmosphäre gelangen. Emissionsminderungen entstehen außerhalb der Wertschöpfungskette eines Produkts, sind aber auf die Nutzung dieses Produkts zurückzuführen.

**Stromerzeugung:** Bezieht sich auf die Menge an Strom oder Energie, die von einer Erzeugungsanlage produziert wurde oder wird.

**Treibhausgasemissionen:** Treibhausgasemissionen sind in die Atmosphäre freigesetzte Gase, die das Potenzial haben,

Wärme zu binden und zum Treibhauseffekt beizutragen (d. h. die durchschnittliche Temperatur der Erde zu erhöhen). Zu den Treibhausgasen gehören u. a. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Stickstoffoxid (N<sub>2</sub>O). Treibhausgasemissionen können der Kürze halber mit „Emissionen“ abgekürzt werden. Verweise auf vermiedene Emissionen sind gleichbedeutend mit Aussagen über die Vermeidung von Treibhausgasemissionen.

**Übertragungs- und Verteilungsverluste:** Bei der Übertragung und Verteilung von Strom von einem Ort zum anderen geht ein gewisser Anteil des Stroms verloren. Dieser hängt von der Entfernung zwischen den Orten und anderen Faktoren ab.

**Vermiedene Emissionen:** Siehe Scope-4-Emissionen.

**Vermiedene Emissionen über die Laufzeit (Lifetime Avoided Emissions, LAE):** Die Summe aller während der Laufzeit einer bestimmten Anlage oder eines Portfolios von Anlagen vermiedenen Emissionen, wobei in der Regel sowohl bisher als auch prognostizierte vermiedene Emissionen berücksichtigt werden. Verursachte Emissionen, die bei Herstellung, Nutzung und Betrieb einer Anlage entstanden sind, werden abgezogen.

**Vermiedene Brutto-Emissionen:** Vermiedene Emissionen, die ausschließlich auf positive Effekte zurückzuführen sind, ohne Berücksichtigung der verursachten Emissionen.

**Vermiedene Netto-Emissionen:** Vermiedene Emissionen abzüglich der verursachten Emissionen.

**Verursachte Emissionen:** Emissionen, die bei der Produktion, Nutzung und Stilllegung einer Anlage während ihres gesamten Lebenszyklus entstehen. Die verursachten Emissionen werden von den bisher vermiedenen und prognostizierten vermiedenen Emissionen abgezogen, um ein ganzheitliches Bild des Emissionsprofils einer Anlage zu erhalten.

## Quellenangaben

---

- 1 Barner, L. et al., "Renewables can deliver European power sovereignty by 2030", Executive summary (2023), verfügbar unter: [https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user\\_upload/PDF\\_Files\\_Whitepaper-Insights/ExecutiveSummary\\_EU\\_Power\\_Sovereignty\\_through\\_Renewables\\_by\\_2030.pdf](https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user_upload/PDF_Files_Whitepaper-Insights/ExecutiveSummary_EU_Power_Sovereignty_through_Renewables_by_2030.pdf)
- 2 International Energy Agency (IEA), "Keeping the door to 1.5°C open" (2023), verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/keeping-the-door-to-15-0c-open>
- 3 International Energy Agency (IEA), "Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector", revised version (2021), verfügbar unter: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf)
- 4 Worldwide GHG emissions in 2021 were 40.8bn tonnes CO<sub>2</sub>e according to the International Energy Agency (IEA), "Global Energy Review: CO<sub>2</sub> emissions in 2021" (2022) p.11, verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>
- 5 World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), "Guidance on avoided emissions" (2023), verfügbar unter: <https://www.wbcsd.org/Imperatives/Climate-Action/Resources/Guidance-on-Avoided-Emissions>
- 6 Tasman-Jones, Jessica, Financial Times (n.d.), <https://enterprise.ft.com/en-gb/blog/measuring-scope-4-emissions-what-boards-need-to-know/> "Measuring Scope 4 emissions: What boards need to know"
- 7 World Resources Institute, "Do We Need a Standard to Calculate "Avoided Emissions"?" (November, 2013). verfügbar unter: <https://www.wri.org/insights/do-we-need-standard-calculate-avoided-emissions>
- 8 Factoring negative effects into the calculation of avoided emissions is a crucial element of the WRI's framework on avoided emissions; World Resources Institute, "Estimating and reporting comparative emissions impacts of products (2019). verfügbar unter: [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products\\_0.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products_0.pdf)
- 9 International Energy Agency (IEA), "Global Energy Review: CO<sub>2</sub> emissions in 2022" (2023) p.14, verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>
- 10 International Energy Agency (IEA), "Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector" (2021), p.22, verfügbar unter: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf). Total annual energy investment of USD 5 trillion is converted to EUR with an exchange rate of EUR-USD = 1.06 as of September 21<sup>st</sup> 2023
- 11 (1) World Resources Institute, "Estimating and reporting comparative emissions impacts of products (2019), verfügbar unter: [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products\\_0.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products_0.pdf) (2) Science-based Targets initiative (SBTi), "Foundations for science-based Net Zero target setting in the corporate sector" (2020). Available at: <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/foundations-for-net-zero-full-paper.pdf>
- 12 (1) Walker, M., Energysage (2022), "How long do solar panels last? Solar panel lifespan explained", verfügbar unter: <https://news.energysage.com/how-long-do-solar-panels-last/> (2) TÜV Nord Website, Wind Energy - Certification of Lifetime Extension (2023), verfügbar unter: <https://www.tuev-nord.de/en/company/energy/renewables/wind-energy/lifetime-extension/> (3) Indiana Office of Energy Development, State of Indiana US (2023), verfügbar unter: <https://www.in.gov/oed/about-oed/newsroom/fact-sheets/fuel-facts-hydroelectric-power/#:~:text=Hydroelectric%20facilities%20are%20among%20the,can%20operate%20well%20beyond%20that>
- 13 Zum Beispiel in unserem Nachhaltigkeitsbericht 2022 - <https://www.aquila-capital.de/en/sustainability/our-disclosures>, für unsere Fondsberichterstattung und um den Fortschritt zu unserem Ziel, 1,5 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub>e Emissionen über die Laufzeit unseres Portfolios bis 2035 zu vermeiden.
- 14 Greenhouse Gas Protocol (GHGP) Policy and Action Standard, World Resources Institute (2014), verfügbar unter: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Policy%20and%20Action%20Standard.pdf>
- 15 Ember Yearly electricity data, full release 2022, Ember, verfügbar unter: <https://ember-climate.org/data-catalogue/yearly-electricity-data/>
- 16 See for example the Net Zero statements of Morgan Stanley and JP Morgan, verfügbar unter: <https://www.morganstanley.com/content/dam/msdotcom/about-us/netzero/Morgan-Stanley-Net-Zero-Target-Methodology.pdf> and <https://www.jpmorgan.com/solutions/investment-banking/center-for-carbon-transition/carbon-compass>
- 17 International Energy Agency (IEA) Website, Announced Pledges Scenario (APS), verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/announced-pledges-scenario-aps#abstract>
- 18 International Energy Agency (IEA) Website, Stated Policies Scenario (STEPS), verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/stated-policies-scenario-steps#abstract>
- 19 International Energy Agency (IEA) Website, Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE), verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/net-zero-emissions-by-2050-scenario-nze#abstract>
- 20 International Energy Agency (IEA), "Keeping the door to 1.5°C open" (2023), verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/keeping-the-door-to-15-0c-open>
- 21 Walker, O. and Morris, S., Financial Times (2021), "Big banks resist most direct road map to net zero emissions", verfügbar unter: <https://www.ft.com/content/9105cc47-58fb-47dc-8233-6b622fb56ae2>

- 
- 22 Das IEA World Energy Outlook enthält nur regionale Netzintensitäten auf CO<sub>2</sub> Basis, exklusive anderer THG-Emissionen. Die Netzintensitäten in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten werden daher mittels Emissionsfaktoren aus anderen Quellen hergeleitet (siehe Abschnitt 3.3)
- 23 (1) Individuelle Länderübergreifende Importe und Exporte sind konsistent unter 15% laut der Observatory of Economic Complexity (OEC) Website, abgerufen am 6. September 2023 unter: <https://oec.world/en/profile/hs/electricity#:~:text=They%20include%20Electrical%20energy.%20Exports%20In%202021%20the,France%20%28%244.19B%29%2C%20Switzerland%20%28%244.09B%29%2C%20and%20United%20Kingdom%20%28%243.79B%29.> (2) European Network of Transmission Systems Operators for Electricity (ENTSO-E), "Opportunities for a more efficient European Power system in 2030 and 2040 (2023), p.26, verfügbar unter: <https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/TYNDP2022/public/system-needs-report.pdf> (3) Cremona, E., Ember-climate (2023), "A more connected Europe", verfügbar unter: <https://ember-climate.org/insights/research/breaking-borders-europe-electricity-interconnectors/> (4) Barner, L. et al., "Renewables can deliver European power sovereignty by 2030", Executive summary (2023), verfügbar unter: [https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user\\_upload/PDF\\_Files\\_Whitepaper-Insights/ExecutiveSummary\\_EU\\_Power\\_Sovereignty\\_through\\_Renewables\\_by\\_2030.pdf](https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user_upload/PDF_Files_Whitepaper-Insights/ExecutiveSummary_EU_Power_Sovereignty_through_Renewables_by_2030.pdf)
- 24 Greenhouse Gas Protocol (GHGP) Policy and Action Standard, World Resources Institute (2014), verfügbar unter: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Policy%20and%20Action%20Standard.pdf>
- 25 DIN EN ISO 14040:2021-02 und DIN EN ISO 14044:2021-02. Die Methode konzentriert sich auf die Kategorie Klimawandel gemäß DIN EN ISO 14067:2018, die generelle LCA Normen für CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke von Produkten regelt
- 26 Hengstler, Jasmin (2021), „Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanalgen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen“, Umweltbundesamt, verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06\\_cc\\_35-2021\\_oekobilanzen\\_windenergie\\_photovoltaik.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf)
- 27 Adam Smith, "An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations" (1776)
- 28 International Energy Agency (IEA), "World Energy Outlook 2022" (2022). verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- 29 International Energy Agency (IEA), "Renewables 2022" (2023). verfügbar unter: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ada7af90-e280-46c4-a577-df2e4fb44254/Renewables2022.pdf>
- 30 Vigna, M.D., Stavrinou, Z., Goldman Sachs "Carbonomics" (2021), verfügbar unter: <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/gs-research/carbonomics-gs-net-zero-models/report.pdf>, p.24. Converted to EUR with an exchange rate of EUR-USD = 1.06 as of September 21<sup>st</sup> 2023
- 31 Vigna, M.D., Stavrinou, Z., Goldman Sachs "Carbonomics" (2021), verfügbar unter: <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/gs-research/carbonomics-gs-net-zero-models/report.pdf>, p.8
- 32 International Energy Agency (IEA), "World Energy Outlook 2022" (2022). verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- 33 Aquila Capital, "Lifetime avoided emissions for battery energy storage systems" (2023), verfügbar unter: [https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user\\_upload/Aquila\\_Clean\\_Energy\\_calculates\\_lifetime\\_avoided\\_emissions\\_for\\_battery\\_energy\\_storage\\_systems.pdf](https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user_upload/Aquila_Clean_Energy_calculates_lifetime_avoided_emissions_for_battery_energy_storage_systems.pdf)
- 34 Hengstler, Jasmin (2021), "Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanalgen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen", Umweltbundesamt, verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06\\_cc\\_35-2021\\_oekobilanzen\\_windenergie\\_photovoltaik.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf)
- 35 Forschungsstelle für Energiewirtschaft (2022), „Merit order shifts and their impact on the electricity price“, verfügbar unter: <https://www.ffe.de/en/publications/merit-order-shifts-and-their-impact-on-the-electricity-price/>
- 36 Eco Business, "Avoided emissions and how not to overclaim them" (2021), verfügbar unter: <https://www.eco-business.com/news/explainer-avoided-emissions-and-how-not-to-overclaim-them/>
- 37 Tasman-Jones, Jessica, Financial Times (n.d.), "Measuring Scope 4 emissions: What boards need to know", verfügbar unter: <https://enterprise.ft.com/en-gb/blog/measuring-scope-4-emissions-what-boards-need-to-know/>
- 38 (1) World Resources Institute, "Policy and Action Standard" (November, 2013), verfügbar unter: [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/Policy\\_and\\_Action\\_Standard.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/Policy_and_Action_Standard.pdf) (2) World Resources Institute, "Estimating and reporting comparative emissions impacts of products (2019), verfügbar unter: [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products\\_0.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products_0.pdf)
- 39 Zum Beispiel in unserem Nachhaltigkeitsbericht 2022, verfügbar unter: [https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user\\_upload/ESG\\_report/2022\\_Aquila\\_Group\\_SustainabilityReport\\_EN.pdf](https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user_upload/ESG_report/2022_Aquila_Group_SustainabilityReport_EN.pdf)
- 40 Greenhouse Gas Protocol (GHGP) Policy and Action Standard, World Resources Institute (2014), verfügbar unter: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Policy%20and%20Action%20Standard.pdf>
- 41 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) website, verfügbar unter: <https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/response-measures/modelling-tools-to-assess-the-impact-of-the-implementation-of-response-measures/integrated-assessment-models-iams-and-energy-environment-economy-e3-models#:~:text=Integrated%20assessment%20models%20%28IAM%29%20aim%20to%20provide%20policy-relevant,the%20human%20and%20earth%20systems%20and%20their%20interactions.>
- 42 Pfenninger, S., Elsevier (2014) "Energy Systems Modeling for twenty-first century energy challenges", verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032114000872>



## Autoren:



**Angela Wiebeck**  
Chief Sustainability Officer  
Sustainability Office



**Benjamin Arndt**  
Manager ESG  
Sustainability Office

## In Kooperation mit:



**Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.**

## Für nähere Informationen wenden Sie sich bitte an:

### Aquila Group

Valentinskamp 70, 20355 Hamburg, Germany

P +49 40 875050-100, [info@aquila-capital.com](mailto:info@aquila-capital.com)

Hamburg · Athens · Frankfurt · Invercargill · Lisbon · London · Luxembourg · Madrid · Milan · Oslo · Prague · Schiphol · Seoul · Singapore · Taipei · Tokyo · Zurich · Sydney · Melbourne

## Haftungsausschluss

Dieses Dokument dient lediglich Informationszwecken. Es stellt weder eine Anlagevermittlung noch eine Anlageberatung dar. Es handelt sich nicht um ein Angebot oder eine Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes zum Kauf oder Verkauf von bestimmten Produkten, die Inhalte des Dokuments stellen auch keine sonstige Handlungsempfehlung dar. Es wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt, dennoch übernehmen wir keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen. In Diagrammen und Tabellen können sich Rundungsdifferenzen ergeben. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen und Meinungen stammen aus Quellen, die von uns als zuverlässig und richtig beurteilt wurden. Dennoch gewährleisten wir nicht die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen und lehnen jede Haftung für Schäden ab, die durch die Nutzung der Informationen entstehen könnten. Diagramme, die im vorliegenden Dokument ohne eine Quellenangabe gekennzeichnet wurden, sind aus unternehmenseigenen Daten bzw. Daten von Aquila Capital Holding GmbH erstellt, weshalb auf eine entsprechende Angabe verzichtet wurde. Diagramme, die auf unternehmensexternen Quellen basieren, sind mit entsprechenden Quellenangaben gekennzeichnet. Wir behalten uns das Recht vor, dieses Dokument zu aktualisieren oder zu ändern, um es an veränderte Bedingungen und Anforderungen anzupassen. Unter den Bezeichnungen Aquila und Aquila Gruppe werden Gesellschaften für Alternative Investments und Sachwertinvestitionen sowie Vertriebs-, Fondsmanagement- und Servicegesellschaften der Aquila Gruppe („Aquila Gruppe“ meint die Aquila Capital Holding GmbH und mit dieser verbundene Unternehmen i.S.d. §§15 ff. AktG) zusammengefasst.