

Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau



Lagebericht 2021/22

# **Dekarbonisierung – Mit dem Großanlagenbau den Wandel gestalten**

Beiträge zum Industriebau



## Mitglieder der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

(Stand: 31. März 2022)

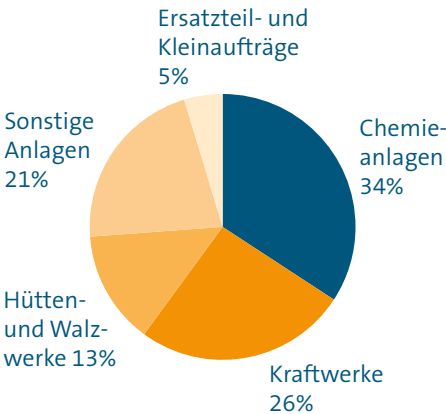
|                                                 |                                             |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| ABB AG                                          | Mannheim                                    |
| ACHENBACH BUSCHHÜTTEN GMBH & CO KG              | Kreuztal                                    |
| AIR LIQUIDE GLOBAL E&C SOLUTIONS GERMANY GMBH   | Frankfurt am Main                           |
| ALD VACUUM TECHNOLOGIES GMBH                    | Hanau                                       |
| ANDRITZ AG                                      | Wien, Linz, Ravensburg                      |
| BOSCH REXROTH AG                                | Lohr am Main                                |
| BMA BRAUNSCHWEIGISCHE MASCHINENBAUANSTALT AG    | Braunschweig                                |
| CATERPILLAR MOTOREN GMBH & CO KG                | Kiel                                        |
| CHEMIEANLAGENBAU CHEMNITZ GMBH                  | Chemnitz                                    |
| CLAUDIUS PETERS PROJECTS GMBH                   | Buxtehude                                   |
| COPERION GMBH                                   | Stuttgart                                   |
| DÜRR SYSTEMS AG                                 | Bietigheim-Bissingen                        |
| FRIEDRICH KOCKS GMBH & CO KG                    | Hilden                                      |
| GE BOILER DEUTSCHLAND GMBH                      | Stuttgart                                   |
| GE POWER SYSTEMS GMBH                           | Mannheim                                    |
| HUMBOLDT WEDAG GMBH                             | Köln                                        |
| JUNGHEINRICH LOGISTIKSYSTEME GMBH               | Moosburg                                    |
| JOSEF MEISSNER GMBH & CO KG                     | Köln                                        |
| KRAUSSMAFFEI EXTRUSION GMBH                     | Hannover                                    |
| KRONES AG                                       | Neutraubling                                |
| KUKA SYSTEMS GMBH                               | Augsburg                                    |
| LINDE GMBH, LINDE ENGINEERING                   | Pullach                                     |
| MAN ENERGY SOLUTIONS SE                         | Augsburg                                    |
| MARTIN GMBH FÜR UMWELT- UND ENERGIETECHNIK      | München                                     |
| MITSUBISHI POWER EUROPE GMBH                    | Duisburg                                    |
| OERLIKON MANMADE FIBERS                         | Remscheid                                   |
| OUTOTEC GMBH & CO KG                            | Oberursel                                   |
| PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH             | Linz                                        |
| REEL MÖLLER GMBH                                | Pinneberg                                   |
| SIEMENS AG, PROCESS INDUSTRIES AND DRIVES       | Erlangen                                    |
| SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG - SOLUTIONS | Erlangen                                    |
| SIEMPELKAMP MASCHINEN- UND ANLAGENBAU GMBH      | Krefeld                                     |
| SMS GROUP GMBH                                  | Düsseldorf, Hilchenbach,<br>Mönchengladbach |
| T.EN ZIMMER GMBH                                | Frankfurt am Main                           |
| TGE GAS ENGINEERING GMBH                        | Bonn                                        |
| THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG            | Essen, Dortmund, Bad Soden                  |
| VOITH GMBH & CO KGAA                            | Heidenheim                                  |
| ZEPPELIN SYSTEMS GMBH                           | Friedrichshafen                             |

**Abbildung 1**  
**Großanlagenbau in Zahlen**  
 (Angaben in Milliarden Euro)

|                              | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | Veränderung<br>2021/2020 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| <b>Auftragseingang</b>       | 17,8   | 18,3   | 18,3   | 11,9   | 21,2   | 78,1 %                   |
| Inland                       | 3,8    | 3,5    | 3,6    | 3,2    | 3,2    | -0,9 %                   |
| Ausland                      | 14,0   | 14,8   | 14,7   | 8,7    | 18,0   | 107,8 %                  |
| davon                        |        |        |        |        |        |                          |
| Osteuropa und GUS            | 1,8    | 4,3    | 2,4    | 2,3    | 6,9    | 196,4 %                  |
| Industrieländer              | 4,5    | 4,1    | 5,1    | 2,6    | 3,8    | 46,8 %                   |
| Asiatisch-Pazifischer Raum   | 3,5    | 2,2    | 3,7    | 1,9    | 3,6    | 90,7 %                   |
| Naher und Mittlerer Osten    | 1,4    | 2,1    | 1,4    | 0,6    | 1,2    | 90,8 %                   |
| Übrige Welt                  | 2,9    | 2,2    | 2,2    | 1,2    | 2,4    | 102,1 %                  |
| <b>Auslandsanteil (in %)</b> | 78,9   | 81,0   | 80,6   | 72,7   | 84,8   |                          |
| <b>Umsatz</b>                | 21,2   | 18,6   | 16,3   | 16,3   | 13,3   | -18,5 %                  |
| <b>Kundenländer</b>          | 112    | 111    | 103    | 116    | 118    |                          |
| <b>Beschäftigte (Inland)</b> | 55.900 | 54.100 | 53.800 | 48.600 | 50.360 | 3,6 %                    |

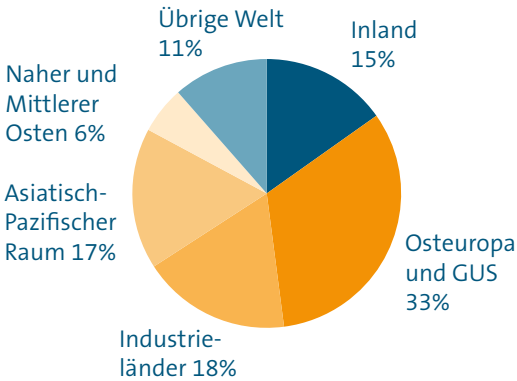
Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

**Abbildung 2**  
**Gesamt-Auftragseingang  
 nach Anlagenarten 2021**



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

**Abbildung 3**  
**Gesamt-Auftragseingang  
 nach Regionen 2021**



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

# Großanlagenbau – Portrait einer weltweit bedeutenden Branche

Großanlagenbauer im Sinne der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau (AGAB) sind Unternehmen mit der Fähigkeit, auf Basis umfassender Kenntnis des verfahrenstechnischen Prozessablaufs ein- oder mehrmals jährlich kundenspezifische Industrieanlagen im Wert von jeweils mindestens 25 Millionen Euro zu bauen.

Großanlagenbau ist die gesamtverantwortliche Kombination und Integration verschiedener Lieferungen und Leistungen zu einem funktionsfähigen System (Industrieanlage) zur Bewirkung eines Prozessablaufs, der verschiedene, miteinander verbundene, Prozessschritte umfasst. Zu den Lieferungen des Großanlagenbaus gehören im wesentlichen Teilanlagen, Maschinen, Apparate, Komponenten, verbindende Elemente (z.B. Gerüste, Rohrleitungen, Verkabelungen) sowie Software, zu den Leistungen etwa Dokumentation und Schulung, Finanzierung, Herstellung und weltweiter Einkauf, Inbetriebnahme, Instandhaltung, Konstruktion, Lieferung, Montage sowie Planung. Dementsprechend zählen beispielsweise die Hersteller von Kraftwerken, Stahlfabriken und Chemieanlagen zum Großanlagenbau. Insgesamt liefert die Branche Anlagen an über zwanzig unterschiedliche Industriebereiche.

Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft akquirieren einen Auftragseingang von rund 17 Milliarden Euro (Durchschnitt der Jahre 2019 bis 2021) und haben einen Weltmarktanteil von ca. 15 Prozent. Sie beschäftigen in Deutschland und Österreich rund 50.000 hochqualifizierte Mitarbeiter (davon 38 Prozent Ingenieure) und üben mit einer Zulieferquote von ca. 75 Prozent einen beträchtlichen Mitnahmeeffekt auf den mittelständischen Maschinen- und Anlagenbau aus. Von den Projekten hängen etwa 150.000 weitere Arbeitsplätze in zuliefernden Unternehmen ab. Die Großanlagenbauer pflegen Kontakte zu Kunden in nahezu allen Ländern der Welt und lieferten in den letzten Jahren über vier Fünftel ihrer Erzeugnisse ins Ausland. Die bedeutendsten Abnehmerregionen sind Westeuropa, Nordamerika, Ostasien mit China, Indien und Russland. Mit der Erschließung neuer und der Pflege entwickelter Märkte leistet die Branche einen erhebli-

chen Beitrag zur Anbahnung und Erhaltung der Wirtschaftsbeziehungen ins Ausland. Häufig ist sie Pionier der industriellen Entwicklung aufstrebender Regionen und Wegbereiter für die nachfolgende Exportwirtschaft.

Mit der Errichtung von Anlagen zur Produktion von Nahrungsmitteln, Textilien oder Baustoffen sowie zur Wasser- und Abwasserbehandlung und Energieerzeugung ist der Großanlagenbau maßgeblich am Aufbau der menschlichen Grundversorgung beteiligt. Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Bodenschätzen ermöglichen die Nutzung des natürlichen Reichtums von Regionen. Schließlich legt der Großanlagenbau auch die Grundlage für hochentwickelte Industrieproduktionen, z.B. von pharmazeutischen Erzeugnissen, Halbleitern oder Energiespeichern. In allen Sektoren setzen die Unternehmen Maßstäbe in der Wirtschaftlichkeit, der Stoff- und Energieeffizienz sowie der Nachhaltigkeit und sind damit Partner der Industrie bei der Gestaltung der globalen Energie- und Mobilitätswende.

Neben der weltweiten Präsenz zählen Technologieführerschaft und Innovationskraft sowie die Fähigkeit zur Entwicklung und Realisierung kundenspezifischer Gesamtlösungen, die auch Finanzierungen einschließen, zu den Tragpfeilern der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der AGAB-Mitglieder. Auch sind die Unternehmen in der Lage, Technologien vom Labormaßstab in ein industrielles Format zu skalieren. Die Unternehmen gehören zu den Weltmarktführern in der Herstellung industrieller Produktions- und Energieerzeugungsanlagen und bewegen sich auf Märkten mit überwiegend wachsender Nachfrage. Die steigende Weltbevölkerung, die Qualitätsansprüche der Verbraucher sowie ein zunehmendes Nachhaltigkeitsbewusstsein werden auch zukünftig für einen weltweiten Neu- und Ersatzbedarf an Produktionskapazitäten für Energie, hochwertige Roh- und Grundstoffe und grünen Produktionstechnologien sorgen. Wenig beeinflusst von Schwankungen und teils kurzlebigen Trends der Konsumgüterindustrien ist der Großanlagenbau eine auf lange Sicht wertstabile und wertschaffende Branche.

Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau



Lagebericht 2021/2022

# **Dekarbonisierung – Mit dem Großanlagenbau den Wandel gestalten**

Beiträge zum Industriebau





# Inhalt

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b>                                                         | <b>5</b>  |
| <b>Das Wichtigste in Kürze</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>Geschäftsentwicklung</b>                                            | <b>8</b>  |
| <b>Marktumfeld und Trends im Großanlagenbau</b>                        | <b>13</b> |
| <b>Positionen des VDMA-Großanlagenbaus zur Außenwirtschaftspolitik</b> | <b>22</b> |
| <b>Positionen des VDMA-Großanlagenbaus zur Steuerpolitik</b>           | <b>26</b> |
| <b>Branchenberichte und Geschäftsaussichten</b>                        | <b>29</b> |
| Thermische Kraftwerke                                                  | 31        |
| Chemieanlagen                                                          | 36        |
| Hütten- und Walzwerke                                                  | 41        |
| Papier- und Zellstoffanlagen                                           | 45        |
| Wasserkraftwerke                                                       | 49        |
| <b>Statistischer Anhang</b>                                            | <b>53</b> |
| <b>Glossar</b>                                                         | <b>57</b> |





# Lagebericht 2021/2022

## Vorwort

Bei der Rückkehr auf den Wachstumspfad musste die Weltwirtschaft 2021 zahlreiche Widerstände überwinden, etwa Einschränkungen der Reisefreiheit, zunehmende geopolitische Spannungen sowie steigende Preise für Energie und Rohstoffe. In vielen Ländern wurde das Vorkrisenniveau dennoch schneller erreicht als zunächst für möglich gehalten. In diesem Umfeld konnten die Mitglieder des VDMA-Großanlagenbaus 2021 an ihren europäischen Stammsitzen Bestellungen von 21,2 Milliarden Euro verbuchen, ein beeindruckendes Plus von 78 Prozent im Vergleich zum – pandemiebedingt sehr schwachen – Vorjahr (2020: 11,9 Milliarden Euro).

Triebfeder dieses Aufschwungs war das Auslandsgeschäft. Zahlreiche Großaufträge sorgten für eine hohe Kapazitätsauslastung und lösten eine steigende Nachfrage nach Fachkräften aus. Russland ist aufgrund seines Ressourcenreichtums traditionell ein Kernmarkt des Großanlagenbaus und war 2021 mit Buchungen von 6,3 Milliarden Euro das wichtigste Kundenland weltweit. Nach den umfassenden gegenseitigen Wirtschaftssanktionen und den noch nicht absehbaren weiteren Entwicklungen in den wirtschaftlichen und politischen Beziehungen mit Russland steht die Durchführung vieler Großprojekte jedoch unter erheblichen Vorbehalten.

Der im VDMA organisierte Großanlagenbau ist Ausrüster vieler energie- und treibhausgasintensiver Industrien wie etwa der Branchen Chemie, Stahl und Zement, die zusammen allein für über 20 Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind. Im Zuge der verstärkten politischen Bemühungen zur Dekarbonisierung bieten sich den Unternehmen Chancen, neue Anlagen und Verfahren auf den Markt zu bringen, um die Kunden zu einer ressourcenschonenden Produktion zu befähigen. Der Großanlagenbau ist damit einer der Wegbereiter der globalen Energie- und Mobilitätswende und trägt wesentlich zu einer nachhaltigen Industrieproduktion bei.

Eine große Herausforderung für die Branche bleibt die hohe Veränderungsgeschwindigkeit der Weltwirtschaft. Dem steigenden Wettbewerb mit Asien und dem gewaltigen Finanzierungsbedarf für die Klimatransformation steht eine zu langsame Justierung und Weiterentwicklung der Regelwerke für die Export- und Projektfinanzierung gegenüber. Der VDMA-Großanlagenbau unterstützt deshalb die Bundesregierung und die EU in ihren Bemühungen um eine grundlegende Reform des OECD-Konsensus und bietet seine praktische Expertise an, um mit vereinten europäischen und internationalen Kräften Kurs in Richtung eines Level Playing Field zu nehmen.

Frankfurt, April 2022

Der Sprecher

Jürgen Nowicki

Der Geschäftsführer

Thomas Waldmann

# Das Wichtigste in Kürze

## Konjunktur 2021

- Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau (AGAB) verbuchten an ihren europäischen Stammsitzen im Jahr 2021 Aufträge im Wert von 21,2 Milliarden Euro. Das ist ein Wachstum um 78 Prozent gegenüber dem pandemiebedingt sehr schwachen Vorjahresniveau von 11,9 Milliarden Euro.
- Triebfeder dieses Aufschwungs war das Exportgeschäft. Die Auslandsbestellungen stiegen um 108 Prozent auf 18,0 Milliarden Euro (2020: 8,6 Milliarden Euro). Ein Großteil dieses Volumens ging auf Großaufträge zurück. Im Berichtszeitraum gab es 125 Großprojekte im Wert von 13,7 Milliarden Euro (2020: 70 Vorhaben mit 5,5 Milliarden Euro).
- Die Buchungen aus dem Inland stagnierten bei 3,2 Milliarden Euro. Dabei sank die Nachfrage nach Kraftwerken auf den niedrigsten Wert seit Jahrzehnten. Der Atomausstieg, das absehbare Ende der Kohleverstromung und die unsichere Zukunft des Energieträgers Erdgas sind wesentliche Gründe für die Investitionszurückhaltung bei der thermischen Energieerzeugung.

## Allgemeines Marktumfeld

- Der Konkurrenzdruck im Markt für Großanlagen hat im vergangenen Jahr aufgrund der verbesserten Auftragslage nachgelassen. China gilt dabei als wichtigster internationaler Wettbewerber; insbesondere exportieren Unternehmen aus der Volksrepublik vermehrt Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien.
- Die Knappheiten bei Zulieferungen sowie die Anspannungen in den globalen Lieferketten führen zu Verzögerungen bei der Projektabwicklung. Der Großanlagenbau reagiert auf diese Engpässe mit einer Neujustierung seiner Supply Chain und wendet sich auch bislang wenig beachteten Beschaffungsmärkten zu.

- Die verschärften umweltpolitischen Rahmenbedingungen bieten dem Großanlagenbau Chancen, ressourcenschonende Anlagen und Verfahren auf den Markt zu bringen. Beispiele sind Anlagen für eine CO<sub>2</sub>-freie Energieerzeugung, für das Recycling von Wertstoffen sowie für die Produktion von synthetischen Kraftstoffen. Die Branche ist damit ein Wegbereiter der globalen Energie- und Mobilitätswende und trägt wesentlich zum gesellschaftlichen Ziel einer nachhaltigen Industrieproduktion bei.

## Trends in den Unternehmen

- Die Mitglieder der AGAB setzen sich ambitionierte Nachhaltigkeitsziele: Neben den eigenen Standorten soll auch die Lieferkette klimaneutral werden. Da der Zulieferanteil im Großanlagenbau im Durchschnitt aller Projekte über 50 Prozent beträgt, liegt in der globalen Supply Chain noch viel Potenzial, um nachhaltiger zu werden.
- Das methodische Vorgehen bei der Projektabwicklung hat sich seit Beginn der Pandemie grundlegend verändert. Als Alternative zu den eingeschränkten persönlichen Kontakten haben sich virtuelle Formate und innovative Technologien bewährt: Ferninbetriebnahmen, Fernwartungen, virtuelle Audits und Kundenrundgänge sowie die Nutzung von Robotern, Drohnen und 3D-Brillen auf Baustellen sind inzwischen die Regel und könnten zukünftig noch wichtiger werden.
- Aktuell beschäftigt der Großanlagenbau 50.400 Personen an den Heimatstandorten, das sind rund 1.800 mehr als im Vorjahr (2020: 48.600). Hinzu kommen weitere 55.000 Mitarbeiter im Ausland. Um bei der Gewinnung von Fachkräften erfolgreich zu sein, werden neben Ausbildungsangeboten, Jobmessen und Hochschulkooperationen auch die Ansprache von Studienabbrechern oder Quereinsteigern aus dem Handwerk zur Personalakquise genutzt.

### Politische Positionen

- Der Krieg gegen die Ukraine beeinträchtigt das Projektgeschäft des Großanlagenbaus in Russland, aber auch in Belarus und der Ukraine schon jetzt erheblich. Die Folgen der auch vom VDMA unterstützten nationalen und internationalen Sanktionspakete, die sich für den Großanlagenbau beim Neugeschäft sowie bei der Abwicklung alter Aufträge ergeben, sind seriös noch nicht abzusehen.
- Eine große Herausforderung für die Außenwirtschaftsförderung bleibt die hohe Veränderungsgeschwindigkeit der Weltwirtschaft. Dem steigenden Wettbewerb mit Asien und dem gewaltigen Finanzierungsbedarf für die Klimatransformation steht eine immer noch zu langsame Weiterentwicklung der Regelwerke für die Exportkreditversicherung und -finanzierung gegenüber. Der VDMA-Großanlagenbau unterstützt deshalb die Bundesregierung und die EU in ihren Bemühungen um eine grundlegende Reform des OECD-Konsensus: Mit vereinten europäischen und internationalen Kräften muss rasch ein Level Playing Field auf den Weltmärkten geschaffen werden.
- Seit Jahren weist der VDMA auf das steigende Risiko der Doppelbesteuerung hin. Die deutsche Regierung will zur Reduzierung dieses Risikos nun die Quellensteuern ausweiten – in der Praxis bewirkt diese Maßnahme jedoch insbesondere bei der Besteuerung technischer Dienstleistungen meist das Gegenteil. Den Unternehmen entstehen schon derzeit Mehrbelastungen, weil Deutschland bei der Besteuerung von Auslandsprojekten auf Basis der bisherigen Doppelbesteuerungsabkommen im Projektland bereits gezahlte Quellensteuern nicht in gleicher Höhe anrechnet. Der VDMA fordert die Bundesregierung deshalb auf, das Missverhältnis von Steuerzahlung und -anrechnung zu beseitigen.
- Die im OECD-Musterabkommen vorgeschlagene Frist von 12 Monaten für Bau- und Montagebetriebsstätten ist ferner ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Während die meisten ausländischen Betriebsstätten bis zu 18 Monate dauern, gibt es im mittelständischen Anlagenbau viele Laufzeiten von sechs bis 12 Monaten. Eine Reduzierung der Frist würde nicht nur eine Verlagerung von deutschem Steueraufkommen in die Tätigkeitsstaaten auslösen, sondern für betroffene Unternehmen einen enormen Anstieg organisatorischer Kosten bedeuten und den Druck zur Verlagerung von unternehmerischen Aktivitäten in die Zielländer erhöhen.

### Ausblick 2022

- Die Unternehmen waren Anfang Januar noch zuversichtlich, dass sich der zuletzt positive Markttrend 2022 fortsetzen wird. Nahezu alle gingen von konstanten oder sogar steigenden Umsätzen und Auftragseingängen aus.
- Das liegt zum einen daran, dass im aktuellen Marktumfeld Lösungen für mehr Nachhaltigkeit besonders wichtig sind. Ferner fragen Betreiber von Großanlagen immer häufiger Serviceleistungen nach. Viele Mitglieder nutzen die sich daraus ergebenden Chancen und bauen ihr Servicegeschäft weiter aus, das bereits 30 Prozent zum Umsatz beiträgt.
- Die durch den Angriff auf die Ukraine eingetretene weltpolitische Zäsur und die noch unklaren Auswirkungen der gegenseitigen Wirtschaftssanktionen könnten dazu führen, dass sich die Prognose vom Jahresanfang als zu optimistisch erweist. Momentan berichten rund drei Viertel aller Großanlagenbauer von Unterbrechungen bei laufenden Projekten in Russland und der Ukraine und vom Ausfall wichtiger Lieferanten. Das dämpft die Erwartungen in Bezug auf den Auftragseingang bis Ende 2023.

## Geschäftsentwicklung

Der VDMA-Großanlagenbau erlebte 2020 den stärksten Auftragseinbruch seit Beginn der statistischen Erhebungen im Jahr 1969. 2021 hat sich die Lage spürbar verbessert. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau (AGAB) verbuchten an ihren Stammsitzen in Deutschland und Österreich Bestellungen im Wert von 21,2 Milliarden Euro, ein beeindruckendes Plus von 78 Prozent im Vergleich zum – pandemiebedingt allerdings sehr schwachen – Vorjahr (2020: 11,9 Milliarden Euro).

Triebfeder dieses Aufschwungs war das Auslandsgeschäft mit einer Exportquote von nahezu 85 Prozent. Zahlreiche Großaufträge aus Schwellenländern, z.B. für Kraftwerke, Papierfabriken und Chemieanlagen, sorgten für eine hohe Kapazi-

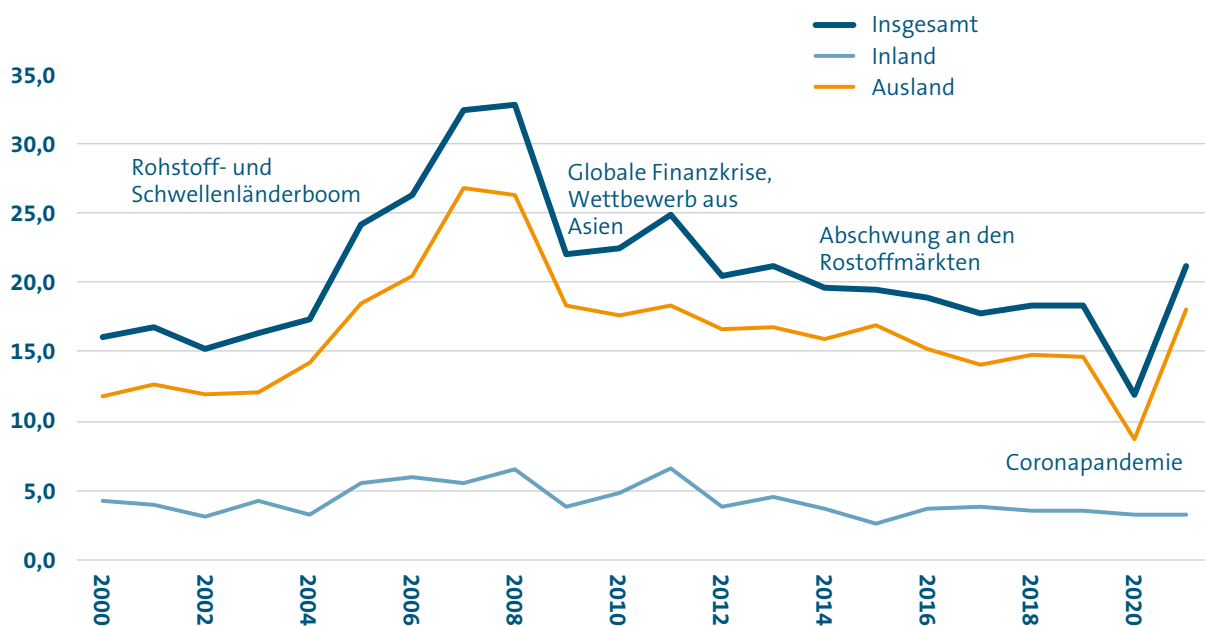
tätsauslastung und lösten eine steigende Nachfrage nach Fachkräften aus. Gleichzeitig stiegen auch die Bestellungen für hochmoderne Industrieanlagen, die eine nachhaltige Produktion ermöglichen und die Umwelt schonen.

Der Branchenumsatz sank 2021 in Folge der schwachen Bestelleingangs aus dem ersten Coronajahr um 19 Prozent auf 13,3 Milliarden Euro (2020: 16,3 Milliarden Euro). In dieser Kennzahl spiegeln sich angesichts der Langfristigkeit des Geschäfts überwiegend zurückliegende Aufträge aus vergangenen Jahren wider. Als Indikator zur Beurteilung der aktuellen Marktentwicklung ist der Umsatz im Großanlagenbau insofern ungeeignet und wird im Folgenden nicht berücksichtigt.

Abbildung 4

### Auftragseingang im VDMA-Großanlagenbau 2000 bis 2021

in Milliarden Euro

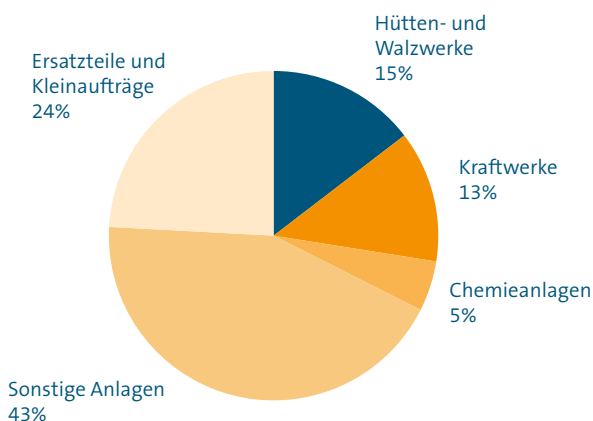


Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

Abbildung 5

**Inlands-Auftragseingang nach Anlagenarten 2021**

in Prozent



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

**Auftragseingänge im Inland auf niedrigem Niveau stabil**

Die inländischen Bestellungen erreichten 2021 – wie schon im Vorjahr – einen Wert von 3,2 Milliarden Euro. In langfristiger Betrachtung liegt der Auftragseingang damit um 11 Prozent unter dem Durchschnitt der letzten Dekade (2012 bis 2021: 3,6 Milliarden Euro); im Vergleich zum Rekordjahr 1993 (7,4 Milliarden Euro) hat die Nachfrage sogar um knapp 60 Prozent nachgegeben.

Im Kraftwerksbau sanken die Inlandsbestellungen im Berichtszeitraum auf den niedrigsten Wert seit Jahrzehnten. Der bevorstehende Atomausstieg, das absehbare Ende der Kohleverstromung und Unsicherheiten über die Zukunft des Energieträgers Erdgas sind wesentliche Gründe für die Investitionszurückhaltung im Bereich der thermischen Energieerzeugung. Darüber hinaus waren auch im Chemieanlagenbau (- 70 Prozent) sowie bei elektrotechnischen Ausrüstungen (- 15 Prozent) deutliche Orderrückgänge zu verzeichnen.

Im Hütten- und Walzwerksbau erreichten die Bestellungen 2021 mit 470 Millionen Euro (2020: 128 Millionen Euro) den höchsten Wert seit 2011. Grund für diesen sprunghaften Anstieg waren mehrere Großaufträge, darunter eine Bestellung für eine Glüh- und Isolierlinie für Elektrobänder. Die Anlage soll jährlich über 200.000 Tonnen Elektrobänder produzieren, das hauptsächlich zur Herstellung von Elektromotoren und Generatoren für Elektroautos eingesetzt wird.

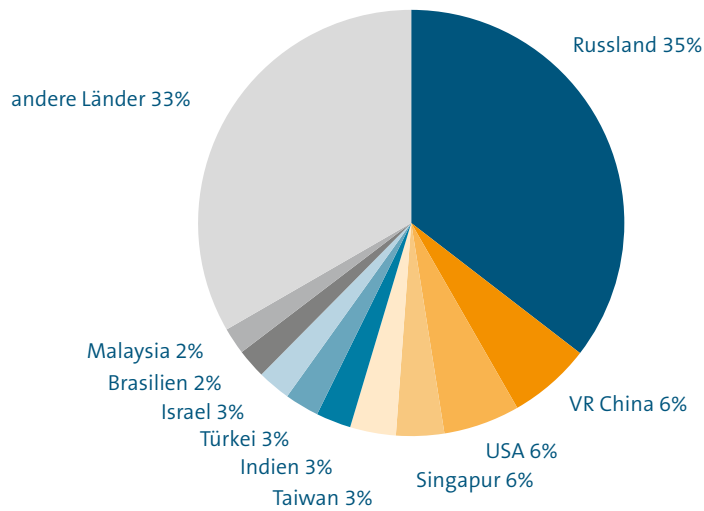
**Auslandsgeschäft dank Großaufträgen im Höhenflug**

Im Auslandsgeschäft kam es 2021 zu einer sehr kräftigen Belebung. Die Auftragseingänge stiegen um 108 Prozent auf 18,0 Milliarden Euro (2020: 8,6 Milliarden Euro). Das größte Wachstum verzeichnete dabei Osteuropa und die GUS-Staaten, auch die Bestellungen aus dem asiatisch-pazifischen Raum und dem Nahen und Mittleren Osten legten kräftig zu. Die Exportquote stieg im Berichtszeitraum auf 85 Prozent (2020: 73 Prozent). Nur im Jahr 2015 war der Auslandsanteil mit 87 Prozent noch höher gewesen.

Abbildung 6

**Auslands-Auftragseingang nach Ländern 2021**

in Prozent



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

Ein Großteil der Auslands-Bestellungen geht auf die für die Auslastung der Unternehmen besonders wichtigen Großaufträge im Wert von über 25 Millionen Euro zurück. Im Berichtszeitraum gab es 125 solcher Projekte im Gesamtvolumen von 13,7 Milliarden Euro (2020: 70 Großprojekte im Wert von 5,5 Milliarden Euro). Einige dieser Aufträge sind auf Vorhaben zurückzuführen, die ursprünglich für 2020 geplant waren, aufgrund der Pandemie aber ins Folgejahr verschoben werden mussten.

Im Zuge dieser Marktbelebung haben die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Personal aufgebaut. Aktuell beschäftigen die Unternehmen 50.400 Personen an ihren Heimatstandorten, das sind rund 1.800 mehr als im Vorjahr (2020: 48.600). Die Quote der Mitarbeiter mit einem Ingenieurabschluss lag bei 38,6 Prozent (2020: 35,3 Prozent). Parallel dazu haben einige Unternehmen auch ihre internationale Präsenz gestärkt, um näher an den Kunden zu sein und Marktchancen früher nutzen zu können. Im Branchenschnitt beschäftigen die VDMA-Großanlagenbauer mittlerweile mehr als die Hälfte ihrer Mitarbeiter im Ausland (2021: 54,7 Prozent).

**Rekordbestellungen aus Osteuropa und der GUS**

Kunden aus Osteuropa und der GUS – das sind die osteuropäischen EU-Mitglieder sowie die Länder des Balkans und der ehemaligen Sowjetunion – vergaben 2021 Aufträge im Wert von 6,9 Milliarden Euro (2020: 2,3 Milliarden Euro). Der bisherige Rekordwert aus dem Jahr 2008 von 4,3 Milliarden Euro wurde damit um 60 Prozent überschritten.

Russland ist aufgrund seines Ressourcenreichtums traditionell der Kernmarkt des Großanlagenbaus in der Region und war im Berichtszeitraum mit Buchungen von 6,3 Milliarden Euro (2020: 1,6 Milliarden Euro) das wichtigste Kundenland weltweit. 95 Prozent dieses Volumens stammte aus Großprojekten der chemischen Industrie, des Kraftwerksbaus und des metallurgischen Anlagenbaus, darunter Megaaufträge für den Bau einer Gasverarbeitungsanlage sowie einer Anlage für Flüssiggas. Nach den von der EU, den USA und anderen Ländern erlassenen umfangreichen Wirtschaftssanktionen gegen Russland steht die Abwicklung dieser Projekte jedoch unter erheblichen Vorbehalten.

### **Moderater Nachfrageanstieg in den Industrieländern**

Die Auftragseingänge aus den Industrieländern – darunter versteht dieser Bericht die Staaten Westeuropas und Nordamerikas sowie Australien, Neuseeland, Japan und Südafrika – stiegen im Berichtszeitraum um 47 Prozent auf 3,8 Milliarden Euro (2020: 2,6 Milliarden Euro). Trotz dieses Zuwachses blieb die Nachfrage aus den Industrieländern sowohl hinter den Wachstumsraten in anderen Regionen als auch hinter ihrem durchschnittlichen Vor-Corona-Niveau von 4,5 Milliarden Euro zurück.

Der am Auftragseingang gemessen wichtigste Markt war Westeuropa. Hier verzeichneten die Mitglieder der AGAB in großen Ländern wie etwa Frankreich (359 Millionen Euro; +132 Prozent), Großbritannien (328 Millionen Euro; +146 Prozent) und Italien (311 Mio. Euro; +136 Prozent) erheblich mehr Aufträge als noch im Vorjahr. Der größte Einzelauftrag wurde aus Griechenland gemeldet. Dort errichtet ein Mitglied der AGAB ein neues Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk mit einer installierten elektrischen Leistung von 877 Megawatt (Details siehe Seite 33).

In Nordamerika stieg die Nachfrage 2021 um 57 Prozent auf 1,1 Milliarden Euro (2020: 702 Millionen Euro). Der Wert dieser Bestellungen liegt allerdings unter dem Niveau des letzten Vor-Corona-Jahres 2019 (1,7 Milliarden Euro), das durch eine Sonderkonjunktur im US-Markt für Hütten- und Walzwerke geprägt war.

### **Wieder mehr Großprojekte in China**

Die Bestellungen aus dem asiatisch-pazifischen Raum – nach AGAB-Definition sind das die Volksrepublik China, Nord- und Südkorea, die Mongolei, Myanmar, die Republik China (Taiwan) sowie die ASEAN-Staaten – stiegen 2021 um 90 Prozent auf 3,6 Milliarden Euro (2020: 1,9 Milliarden Euro).

Die Nachfrage nach Großanlagen im wichtigen Markt China erhöhte sich im Berichtszeitraum um 41 Prozent auf 1,1 Milliarden Euro (2020: 786 Millionen Euro). Die Volksrepublik war damit im vergangenen Jahr der zweitwichtigste Auslandsmarkt für den VDMA-Großanlagenbau. Das Wachstum war stark von Großprojekten geprägt: Gab es 2020 lediglich 7 Großaufträge, so stieg deren Zahl im vergangenen Jahr auf 17 Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von 782 Millionen Euro. Auftragswerte von über 100 Millionen Euro waren allerdings nicht dabei. Ein Trend zur Vergabe kleinerer Auftragspakete zeichnet sich in China schon seit längerem ab. Schließlich ist das Land bestrebt, immer umfangreichere eigene Wertschöpfungsanteile zu erbringen und Know-how in der Projektabwicklung aufzubauen.

Südkorea ist nicht nur ein Wettbewerber, sondern auch ein Partner und wichtiger Kunde für die Mitglieder der AGAB. Im Berichtszeitraum stieg die Nachfrage aus Südkorea sprunghaft auf 647 Millionen Euro (2020: 287 Millionen Euro), bedingt vor allem durch Bestellungen für Gaskraftwerke. Kunden aus Malaysia orderten Anlagen im Wert von 361 Millionen Euro (2020: 50 Millionen Euro), wobei Großaufträge für den Bau einer Methanol-Anlage und eine Luftzerlegungsanlage hervorzuheben sind. Angesichts der starken Konkurrenz durch lokale Anlagenbauunternehmen sind die anhaltenden Markterfolge der VDMA-Mitglieder in den Ländern Ost- und Südasiens besonders bemerkenswert.

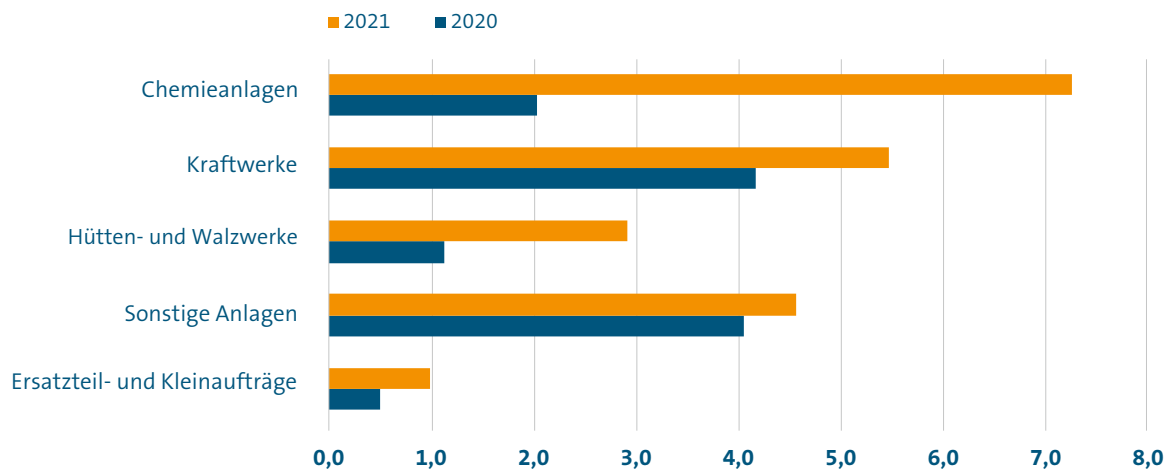
### **Leichte Erholung im Nahen und Mittleren Osten**

Die Nachfrage nach Großanlagen im Nahen und Mittleren Osten stieg im Berichtszeitraum deutlich um 86 Prozent auf 1,2 Milliarden Euro (2020: 633 Millionen Euro), sie blieb aber weit von den Spitzenwerten der 2000er-Jahre mit durchschnittlichen Bestellungen von 3,8 Milliarden Euro entfernt. Die starke Konkurrenz durch asiatische Anlagenbauer, das in Teilen instabile politische Umfeld und das häufige Fehlen von Anreizen für Investitionen in nachhaltige

Abbildung 7

**Gesamt-Auftragseingang nach Anlagenarten 2020 und 2021**

in Milliarden Euro



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

Technologien sind wesentliche Gründe für die aktuell schwache Auftragslage. Hoffnung macht die Ankündigung einiger Länder im Mittleren Osten, gemeinsam mit westlichen Partnern in die Erzeugung und den Export von Wasserstoff zu investieren. Ein Auftrag an ein AGAB-Mitglied zur Lieferung einer Elektrolyseanlage mit einer Leistung von über zwei Gigawatt für eines der weltweit größten Vorhaben zur Erzeugung von grünem Wasserstoff in Saudi-Arabien verdeutlicht das wirtschaftliche Potenzial, das durch Klimaschutzbestrebungen ausgelöste Projekte im Nahen und Mittleren Osten haben könnten.

Das bedeutendste Kundenland in der Region war 2021 Israel mit Bestellungen in Höhe von 448 Millionen Euro (2020: 39 Millionen Euro), gefolgt vom Irak mit 237 Millionen Euro (2020: 99 Millionen Euro) und Saudi-Arabien mit 219 Millionen Euro (2020: 225 Millionen Euro). Das Gros der Aufträge in diesen Ländern entfiel auf die Lieferung von Gas- und Dampfturbinenkraftwerken sowie von Chemieanlagen. Erstmals seit Langem meldeten die Mitglieder der AGAB einige kleinere Ersatzteilaufträge aus dem ehemaligen Kernmarkt Iran. Allerdings ist aufgrund der internationalen Sanktionen sowie fehlender Finanzierungsmöglichkeiten nicht davon auszugehen, dass sich an der schwierigen Situation für den Anlagenbau im Iran kurzfristig etwas ändern wird.

**Mehr Aufträge aus den Schwellenländern**

In dieser Rubrik sind alle Staaten zusammengefasst, die keiner der vier zuvor genannten Gruppen zuzuordnen sind. Dazu zählen Afrika (ohne Südafrika), Süd- und Mittelamerika, Südasien mit Indien, die Türkei und Ozeanien. Die Bestellungen in dieser Ländergruppe verdoppelten sich 2021 gegenüber dem Vorjahr auf 2,4 Milliarden Euro.

Die bedeutendsten Märkte waren im Berichtszeitraum Indien mit Bestellungen in Höhe von 471 Millionen Euro (2020: 144 Millionen Euro), die Türkei mit 464 Millionen Euro (2020: 104 Millionen Euro) und Brasilien mit 396 Millionen Euro (2020: 117 Millionen Euro). In allen drei Ländern standen Investitionen in die Modernisierung der Stahlindustrie und in den Ausbau der Energieversorgung im Fokus. Hervorzuheben ist die Vergabe eines Großauftrags für den schlüsselfertigen Bau eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerks im brasilianischen Bundesstaat Rio de Janeiro an ein Mitglied der AGAB. Die Anlage wird mit Flüssiggas betrieben und soll eine Leistung von 1,7 Gigawatt bereitstellen. Mit dem Auftrag verbunden ist auch der Betrieb und die Wartung der Anlage mit Hilfe von Fernüberwachungs- und Ferndiagnostiktechnologien.



# Marktumfeld und Trends im Großanlagenbau

## Starke Erholung der Weltwirtschaft im zweiten Jahr der Pandemie

Bei der Rückkehr auf den Wachstumspfad musste die Weltwirtschaft 2021 eine Reihe von Widerständen überwinden. Neue Virusvarianten, die die Reisefreiheit einschränkten, zunehmende geopolitische Spannungen sowie steigende Preise für Energie und Rohstoffe – die Liste der Herausforderungen ist lang. Dennoch fielen die Wachstumsraten nach dem historischen Einbruch im Jahr 2020 hoch aus. Der Internationale Währungsfonds (IWF) geht in seiner Schätzung für das Jahr 2021 von einem Zuwachs der globalen Wirtschaftsleistung um 5,9 Prozent aus, das ist der stärkste Anstieg des Weltsozialprodukts seit über 40 Jahren. In vielen Ländern wurde das Vorkrisenniveau schneller wieder erreicht als zunächst für möglich gehalten. Hierbei hat auch die Anschubwirkung einer expansiven Wirtschafts- und Finanzpolitik geholfen, die nun allerdings nachlässt oder bereits ausgelaufen ist.

Angetrieben von den USA und China wird die Weltwirtschaft voraussichtlich auch 2022 auf dem Expansionspfad bleiben. Für die Vereinigten Staaten rechnet der IWF mit 4,0 Prozent Wachstum, für die Volksrepublik mit 4,8 Prozent und für die ASEAN-Gruppe mit den Schwergewichten Indonesien, Thailand und Vietnam sogar mit einem Zuwachs um 5,6 Prozent. Auch in der Europäischen Union wird von einer hohen wirtschaftlichen Dynamik ausgegangen (IWF-Prognose: 3,9 Prozent). Der Krieg zwischen Russland und der Ukraine stellt diesen Wachstumsoptimismus nun jedoch auf eine harte Probe. Schätzungen der OECD zufolge könnte der Konflikt die Weltwirtschaft im laufenden Jahr mehr als ein Prozent Wachstum kosten und zudem die Inflation weiter anheizen. In Deutschland haben einige Ökonomen ihre Prognosen nahezu halbiert: Statt 4 Prozent erwarten sie mittlerweile nur noch gut 2 Prozent Zuwachs.

## Lieferengpässe verhindern eine reibungslose Projektabwicklung

Der VDMA-Großanlagenbau sollte von dem globalen Aufschwung, den steigenden Anlageninvestitionen und dem sich beschleunigenden Transformationsprozess in Richtung Dekarbonisierung profitieren. Allerdings führen die derzeitigen Knappheiten an den Beschaffungsmärkten – etwa bei Elektronikbauteilen, Industriemetallen und Kunststoffen – sowie die Anspannungen in den globalen Lieferketten zu erheblichen Verzögerungen bei der Abwicklung laufender Projekte. Laut einer aktuellen VDMA-Umfrage wird sich an dieser Situation bis Mitte 2022 wohl nur wenig ändern. Der Großanlagenbau reagiert auf die Engpässe mit einer Neujustierung seiner Supply Chain: Die Unternehmen wenden sich gezielt neuen Lieferanten zu und erschließen bislang wenig beachtete Beschaffungsmärkte.

## China wird zum wichtigsten Wettbewerber im Großanlagenbau

Die Konkurrenzsituation im internationalen Großanlagenbau hat sich im vergangenen Jahr im Zuge der verbesserten Auftragslage leicht entspannt; lediglich einige kleinere und wenig internationalisierte Nischen-Anbieter verspürten 2021 einen zunehmenden Marktdruck. Laut einer VDMA-Umfrage vom Februar 2022 gilt China als derzeit wichtigster internationaler Wettbewerber. Diese Einschätzung gilt für alle Betriebsgrößen und Branchen in gleichem Maße. China legt mittlerweile einen Schwerpunkt auf den Export von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien: Die Volksrepublik ist Marktführer für Fotovoltaikanlagen, auch Windräder will das Land im großen Stil exportieren und beim Bau neuer Wasserkraftwerke ist China in rund 70 Prozent aller weltweiten Projekte engagiert.

Gründe für die wachsende Bedeutung Chinas im internationalen Markt sind die Stärkung eigener Fähigkeiten in der Projektabwicklung sowie der rasante technologische Aufholprozess der vergangenen Jahre, der in engem Zusammenhang mit dem aktuellen chinesischen Fünfjahresplan sowie der „Made in China 2025“-Strategie steht. Die Volksrepublik möchte mit diesen Konzepten eine größere Unabhängigkeit von Lieferungen aus westlichen Industrieländern erreichen und gleichzeitig die eigene Wettbewerbsfähigkeit im Export von Industrieanlagen verbessern. Die staatliche Exportförderung Chinas ist ein weiterer Faktor, der in diesem Zusammenhang eine Rolle spielt. Die industriepolitischen Maßnahmen reichen vom Angebot günstiger Konditionen für Projektfinanzierungen über spezielle Exportsubventionen bis hin zur politisch gelenkten Gründung von Großkonzernen („National Champions“) zur besseren Erzielung von Skaleneffekten.

#### **Dekarbonisierung in großem Stil ist nur mit dem Großanlagenbau möglich**

Der Großanlagenbau ist Ausrüster vieler energie- und treibhausgasintensiver Industrien wie etwa der Branchen Chemie, Stahl und Zement, die zusammen allein für über 20 Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind. Aufgrund strenger werdender regulatorischer Vorgaben sind diese Sparten verpflichtet, den Ausstoß klimarelevanter Gase signifikant zu senken. In Europa geschieht dies vor dem Hintergrund einer ambitionierten Klima- und Energiepolitik, wonach die Netto-Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 sinken sollen und der Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen gleichzeitig auf mindestens 32 Prozent steigen soll.

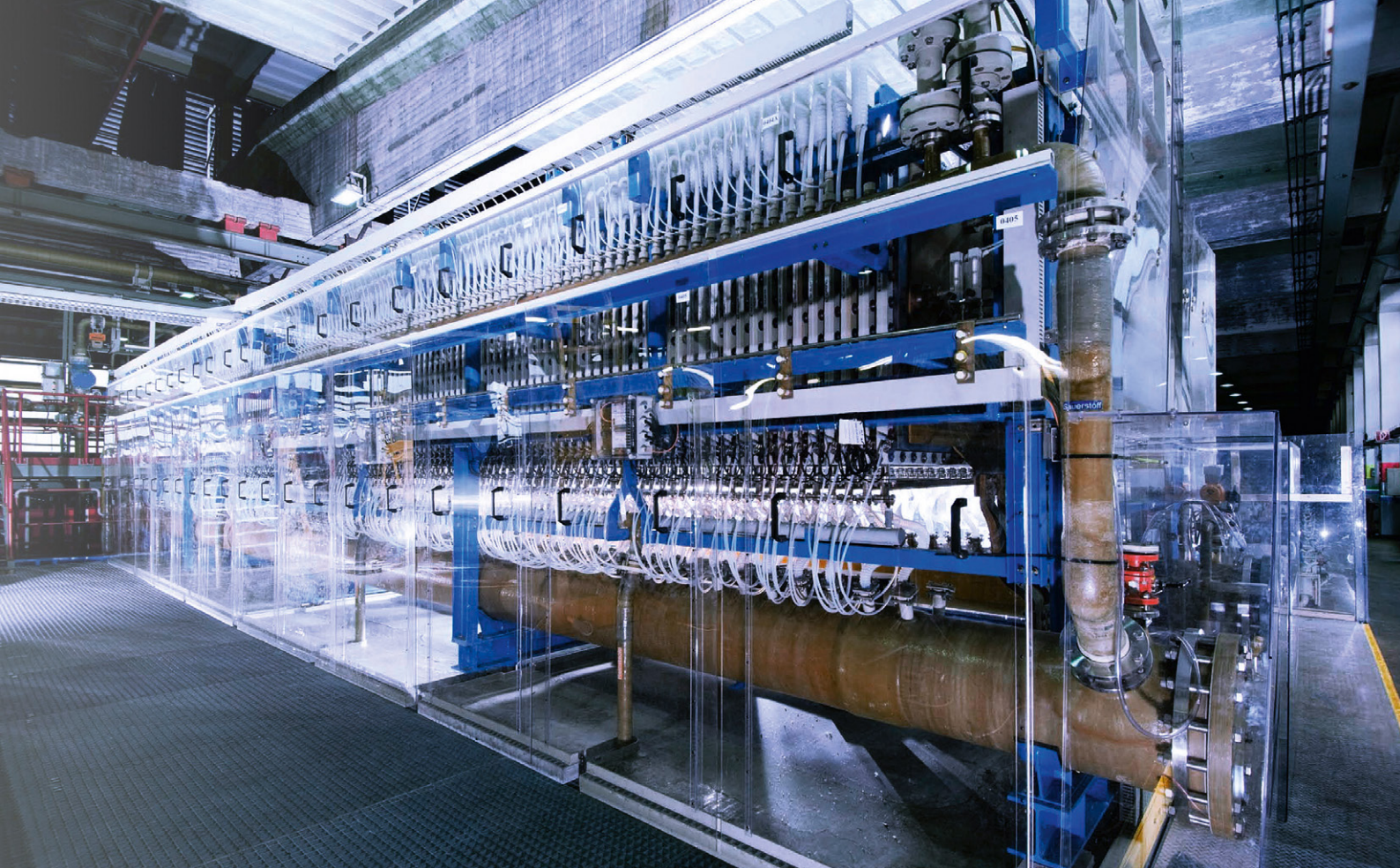
Bis 2050 will die EU sogar zum ersten klimaneutralen Kontinent der Welt werden, die Richtschnur ist dabei der Green Deal. Mittlerweile folgen viele, auch große Volkswirtschaften, den EU-Plänen: Unter anderem Japan, Südkorea, Kanada, Großbritannien und die USA planen, bis 2050 klimaneutral zu sein. China und Russland bekennen sich zur CO<sub>2</sub>-Neutralität bis 2060.

Dem im VDMA organisierten, technologiegetriebenen Großanlagenbau bieten sich dadurch enorme Chancen, neue Anlagen, Services und Verfahren auf den Markt zu bringen, die die Kunden zu einer ressourcenschonenden Produktion befähigen. Die Branche ist damit einer der Wegbereiter der globalen Energie- und Mobilitätswende und trägt wesentlich zum gesellschaftlichen Ziel einer nachhaltigen Industrieproduktion bei. Klar ist: Ohne wesentliche Beiträge des VDMA-Großanlagenbaus sind die angestrebten globalen Klimaschutzziele nicht zu erreichen.

Beispiele für die Leistungsfähigkeit der Branche auf dem Feld der Nachhaltigkeit sind Anlagen für eine CO<sub>2</sub>-freie Energieerzeugung, wie etwa Wasserkraftwerke sowie Wind- und Solaranlagen. Ein weiterer Bereich, bei dem der Großanlagenbau Maßstäbe setzt, ist die Planung und der Bau von Anlagen zum Recycling von Wertstoffen (z.B. Batterien, Elektroschrott und Papier). Auch bei der Lieferung von Luftreinigungssystemen für industrielle Anwendungen sowie bei der Entwicklung von Technologien für die Produktion von synthetischen, CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoffen ist der VDMA-Großanlagenbau weltweit führend.

Darüber hinaus liefern die Unternehmen auch Gesamtanlagen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff, der in der Energiewirtschaft der Zukunft als Stromspeicher und Energieträger sowie als Reduktionsmittel in der Stahlindustrie eine zentrale Rolle spielen soll. In diesem Kontext kommt die besondere Fähigkeit des Großanlagenbaus zum Tragen, Technologien vom Labormaßstab in ein industrielles Format zu skalieren.





**Nachhaltiger Großanlagenbau: Etwa 70 Prozent aller chemischen Produkte werden unter Verwendung von Chlor hergestellt. Ein VDMA-Großanlagenbauer hat ein energiesparendes Verfahren entwickelt, das den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung von Chlor um bis zu 25 Prozent senkt.**

Die Unternehmen schaffen damit die Voraussetzungen, die am Markt benötigten Mengen an grünem Wasserstoff – die Bundesregierung spricht vom Aufbau von 5 Gigawatt Elektrolyseleistung in Deutschland bis 2030 – zur Verfügung zu stellen. International ist die Branche bereits ein gefragter Technologiegeber, wie ein Auftrag an ein AGAB-Mitglied zur Lieferung einer Elektrolyseanlage für eines der weltweit größten Projekte zur Erzeugung von grünem Wasserstoff in Saudi-Arabien belegt.

#### **Unternehmen setzen sich eigene Nachhaltigkeitsziele**

Der Großanlagenbau ist nicht nur für seine Kunden ein wichtiger Partner bei der Dekarbonisierung von Produktionsprozessen. Vielmehr setzen sich viele Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft auch eigene, anspruchsvolle Nachhaltigkeitsziele und übernehmen damit Verantwortung für die gesamte Gesellschaft und die Umwelt. Die von den Unternehmen formulierten Meilensteine betreffen sowohl die deutschen und internationalen Standorte, die klimaneutral werden sollen, als auch die komplette Lieferkette.

Da der Zulieferanteil im Großanlagenbau im Durchschnitt aller Projekte über 50 Prozent beträgt, liegt insbesondere in der globalen Supply Chain erhebliches Potenzial, um nachhaltiger zu werden, etwa durch den Einkauf von recycelten Materialien oder den Einsatz umweltfreundlicher Transportmittel und Verpackungen. Um die Anforderungen an die Zulieferer zu definieren, nutzt der Großanlagenbau Instrumente wie etwa Lieferanten-Codices und Einkaufsrichtlinien, wodurch auch soziale Ziele wie etwa Menschenrechte, Inklusion, Geschlechtergerechtigkeit und faire Arbeitsbedingungen Berücksichtigung finden. Mit diesem Vorgehen ist der Großanlagenbau gut auf den politisch forcierten Umbau der Rechnungslegung auf grüne Kennzahlen und Nachhaltigkeitsberichte vorbereitet. Schließlich sieht der aktuelle Entwurf der neuen CSR-Richtlinie der Europäischen Union vor, dass ab dem Jahr 2023 alle Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern (bisher: nur börsennotierte Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern) Rechenschaft darüber ablegen müssen, wie klimaschonend, umweltfreundlich und sozialverträglich sie wirtschaften und wie gut die internen Kontrollen funktionieren.

### Rekordpreise an den Rohstoffmärkten

Der Trend zu steigenden Energie- und Rohstoffpreisen hat sich im Zuge des weltwirtschaftlichen Aufschwungs, pandemiebedingter Angebotsengpässe und des Überfalls Russlands auf die Ukraine dramatisch verstärkt. Am Ende des ersten Quartals 2022 erreichten die Notierungen wichtiger Industriemetalle wie etwa Aluminium, Kupfer, Nickel und Zink langjährige Höchststände. An den Energiemärkten sind die Preise geradezu explodiert: So hat sich der Preis von Erdgas gegenüber seinem Tief im April 2020 verdreifacht, ein Fass der Rohölsorte Brent hat sich seitdem sogar um mehr als 500 Prozent auf rund 120 US-Dollar verteuert. Einige Rohstoffanalysten sprechen bereits vom Beginn eines sogenannten

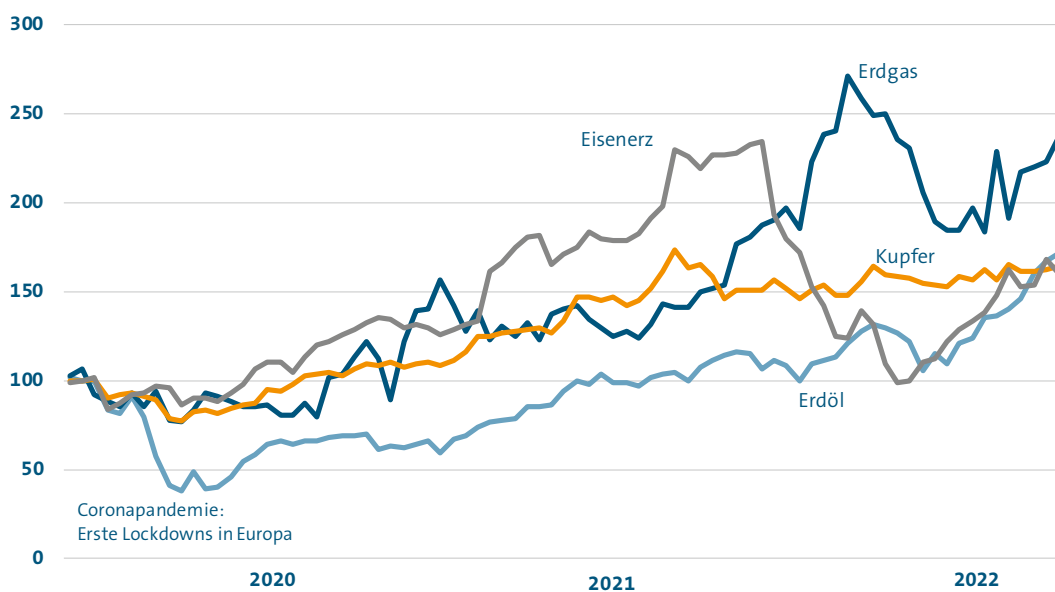
Superzyklus. In diesem Zusammenhang wird die COVID-19-Pandemie nicht als Ursache, sondern als Verstärkung einer bereits angelaufenen strukturellen Entwicklung gesehen. Die Digitalisierung und insbesondere die angestrebte Dekarbonisierung der Wirtschaft bewirken demnach einen technologischen Wandel, der einen strukturellen Nachfrageanstieg nach bestimmten Rohstoffen mit sich bringt. Von einem raschen Rückgang des Preisdrucks an den Märkten für Energie, Metalle und Rohstoffe ist insofern nicht auszugehen, selbst in dem Fall, dass sich der Ukraine Konflikt mittelfristig entspannen sollte.

Die Investitionsbedingungen im Rohstoffsektor haben sich durch diese Preisrallye grundsätzlich verbessert und die Stimmung im rohstoffnahen

Abbildung 8

### Preisentwicklung von Rohöl, Erdgas, Eisenerz und Kupfer

Basis Januar 2020 = 100



Quelle: finanzen.net GmbH, eigene Berechnungen

Großanlagenbau hat sich aufgeheitert. Dennoch bleiben angesichts einer in den letzten Jahren hohen Preisvolatilität Unsicherheiten über die weitere Marktentwicklung bestehen, so dass Großprojekte bislang selten beauftragt wurden. Angesichts der ungebrochenen Marktdynamik könnte sich bei den Rohstoffeignern jedoch schon bald eine optimistischere Sichtweise durchsetzen und diese zur Vergabe von zusätzlichen Aufträgen für neue Systeme und Anlagen in der Rohstoffförderung und -aufbereitung veranlassen. Der Ukrainekrieg könnte sich in diesem Zusammenhang als weiterer Verstärker erweisen.

#### **Modernisierungen, Services und Großprojekte stehen im Fokus des Marktes**

Derzeit stehen vor allem Services sowie durch die Megatrends Digitalisierung und Dekarbonisierung ausgelöste Modernisierungen von bestehenden Anlagen im Fokus des Marktes. Dieser Trend, der sich bis vor kurzem noch auf Europa und Nordamerika beschränkte, ist mittlerweile weltweit zu beobachten.

Gleichzeitig werden in einigen Regionen auch wieder größere Projekte von den Kunden beauftragt. Im ersten Jahr der Pandemie war die Anzahl der für den Großanlagenbau typischen und für die Auslastung der Unternehmen besonders wichtigen Groß- und Megaprojekte auf einen langjährigen Tiefstwert gefallen. Die Mitglieder der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau konnten 2020 nur 11 Aufträge mit einem Volumen von mehr als 125 Millionen Euro gewinnen. 2021 ist die Zahl dieser Vorhaben wieder auf 15 Aufträge und damit in etwa auf das Niveau vor der Pandemie gestiegen. Darunter befand sich auch ein Megaprojekt für den Bau einer verfahrenstechnischen Großanlage in Russland mit einem Auftragswert von mehreren Milliarden Euro. Ein solches Volumen ist selbst für den Großanlagenbau außergewöhnlich und zeugt vom Vertrauen der Kunden in die besonderen planerischen und technologischen Fähigkeiten der Unternehmen.

Die Mitglieder gehen davon aus, dass die Nachfrage nach Großprojekten auch in den kommenden Jahren ein hohes Niveau erreichen wird. Grund für diesen Optimismus sind vor allem steigende Kundenanfragen nach großtechnischen Lösungen für die Dekarbonisierung industrieller Prozesse, etwa bei der Stahlherstellung, der Wasserstoffproduktion, der Energieerzeugung und bei der Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid. Bereits 2022 könnten aus einigen dieser Anfragen und Machbarkeitsstudien konkrete Vorhaben werden, schließlich wirken sich die derzeitigen politischen Machtverhältnisse in Berlin und Brüssel günstig auf das Investitionsklima für nachhaltige Projekte aus.

#### **Niedrige Betriebskosten werden zum Vergabekriterium**

Seit jeher konfrontieren die Kunden den Großanlagenbau mit Forderungen nach kurzen Abwicklungszeiten bei gleichbleibend hoher Qualität und niedrigen Investitionskosten (CAPEX), die sich in Abhängigkeit von der jeweiligen konjunkturellen Lage mehr oder weniger erfolgreich durchsetzen lassen. Obwohl sich die Kräfteverhältnisse im aktuellen Marktumfeld leicht zu Gunsten des Großanlagenbaus verschoben haben, bleiben die genannten Kundenansprüche im Wesentlichen unverändert bestehen.

Neu ist, dass Kunden die Betriebskosten (OPEX) einer Anlage bei ihren Kaufentscheidungen stärker gewichten und dabei Überlegungen zu Risiko- und Nachhaltigkeitsaspekten einfließen lassen. Dies ist vor allem auf Märkten mit anspruchsvollen Umwelt- und Klimaschutzauflagen sowie mit hohen Energiekosten, etwa in Europa, Nordamerika und Japan, zu beobachten. Die im VDMA organisierten Großanlagenbauer profitieren angesichts ihrer langjährigen Erfahrung beim Bau besonders ressourcenschonender Anlagen von dieser Entwicklung. Außerhalb der Industrieländer ist dieser Trend aufgrund fehlender Investitionsanreize noch schwach ausgeprägt.



Perspektivisch ist jedoch davon auszugehen, dass niedrige Lebenszykluskosten aufgrund sich weltweit verschärfender Klimaschutzauflagen und rapide steigender Energiepreise auch in den Schwellenländern zu einem wichtigen Vergabekriterium werden könnten.

#### **Innovative Technologien verbessern die Effizienz in der Projektabwicklung**

Das methodische Vorgehen bei der konkreten Abwicklung von Anlagenbauvorhaben hat sich seit März 2020 grundlegend gewandelt. Die mit der Pandemie einhergehenden Einschränkungen wie etwa die Schließung von Baustellen, strikte Quarantäneregeln oder sich erratisch ändernde Einreisebestimmungen haben dazu geführt, dass die Durchführung von Projekten und der damit typischerweise einhergehende direkte persönliche Kontakt mit erheblichen Herausforderungen verbunden ist.

Als Reaktion auf diese schwierigen Bedingungen haben sich virtuelle Formate und der Einsatz innovativer Technologien bewährt: Fernwartungen, Ferninbetriebnahmen, virtuelle Audits, virtuelle Kundenrundgänge sowie die Nutzung von Robotern, Drohnen, additiven Fertigungsverfahren und VR-Brillen auf Baustellen sind im Großanlagenbau inzwischen üblich und kundenseitig akzeptiert. Viele Unternehmen gehen davon aus, dass diese neuen Methoden ihre Bedeutung auch nach der Pandemie beibehalten oder sogar wichtiger werden könnten. Schließlich haben die Kunden gelernt, dass sich damit in erheblichem Umfang Kosten sparen und die Projektlaufzeiten verkürzen lassen.

#### **Beratungskompetenz des Großanlagenbaus im Vertrieb wird wichtiger**

Im Zuge der Transformation zu mehr Nachhaltigkeit und den damit einhergehenden Veränderungen im Projektumfeld (z.B. neue Gesetze, Förderprogramme und Finanzierungsmöglichkeiten) gewinnt die Fähigkeit des Großanlagenbaus, die Kunden bereits in der Vertriebsphase kompetent zu beraten, branchenübergreifend an Bedeutung. Dabei geht es vor allem darum, die Bedürfnisse der Kunden zu verstehen, Zusammenhänge zu erklären und gemeinsam tragfähige Konzepte für die zumeist sehr komplexen, kapitalintensiven und langfristigen Projekte im Großanlagenbau zu erarbeiten. Um diesen Anforderungen vollständig zu genügen, ist es notwendig, dass die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen im Vertrieb über umfassende Kompetenzen verfügen, wie etwa die Bereitschaft zum Zuhören und Mitdenken aus Kundenperspektive sowie zum kontinuierlichen Lernen. Wichtig sind ferner eine hohe interkulturelle Sensibilität sowie die Fähigkeit zur Erarbeitung von Finanzierungskonzepten. Eine sorgfältige Personalauswahl und die regelmäßige Schulung der Vertriebsmitarbeiter sind vor diesem Hintergrund grundlegende Bausteine für den Beratungserfolg.

Der Trend zur Dekarbonisierung scheint unumkehrbar zu sein und wird den grundlegenden technologischen Wandel im gesamten Großanlagenbau vorantreiben. Das Thema Beratungskompetenz sollte daher in absehbarer Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Für die Mitglieder ist das eine gute Nachricht. Aufbauend auf den eigenen Stärken in der Mitarbeiterausbildung, im Engineering und in der Forschung sollte es den Unternehmen möglich sein, sich mit maßgeschneiderten Beratungsleistungen im Vertrieb vom internationalen Wettbewerb abzuheben.



Ein wichtiger Hebel zur Kostensenkung und Produktivitätssteigerung im Großanlagenbau ist die Modularisierung und Vorfertigung von kompletten Anlagen, Baugruppen und Technologiemodulen.

### **Großanlagenbau steigert die eigene Produktivität auf vielfältige Weise**

Um in einem herausfordernden Markt- und Wettbewerbsumfeld bestehen zu können und den Erwartungen der Kunden zu genügen, setzt der Großanlagenbau auf ein breites Bündel an planerischen Maßnahmen zur Verbesserung der Produktivität. Beispielsweise stärken die Unternehmen kontinuierlich ihre methodischen Kompetenzen im Projekt-, Qualitäts- und Risikomanagement, im Engineering, in der globalen Beschaffung sowie im Vertragsmanagement und setzen dabei auch auf die vielfältigen Möglichkeiten der Digitalisierung. Darüber hinaus nutzen die Anlagenbauer auch technische Neuerungen, etwa auf Baustellen, wo Drohnen und Roboter verschiedene, zum Teil riskante Aufgaben übernehmen (z.B. Baufeldvermessung, Fortschrittsermittlung, Freiflächensuche) und damit die Engpassressource Baustellenpersonal wirksam entlasten und vor Arbeitsunfällen schützen.

Ein weiterer wichtiger, mittlerweile in der gesamten Branche etablierter Hebel zur Kostensenkung und Produktivitätssteigerung ist die Modularisierung und Vorfertigung von kompletten Anlagen, Baugruppen und Technologiemodulen in den eigenen Werkstätten oder bei qualifizierten Lieferanten. Zwar sind diesen Bestrebungen durch die Individualität des Geschäfts Grenzen gesetzt, jedoch hat der Großanlagenbau in der Vergangenheit deutliche Erfolge erzielt und wird auch in Zukunft Potenziale nutzen. Einer Studie des VDMA zufolge lassen sich durch eine konsequente Modularisierung Einsparungen im Engineering und bei den Projektlaufzeiten von bis zu 15 Prozent realisieren. In Abhängigkeit vom Projektumfang kann dies eine Verkürzung der Abwicklungszeiten um mehrere Monate bedeuten – bei einer gleichzeitig deutlich höheren Verlässlichkeit der Zeitpläne. Ferner hat es der Großanlagenbau durch die Anwendung intelligenter Modularisierungskonzepte geschafft, die Zahl der Baustellenunfälle sowie die Qualitäts- und Fehlerkosten signifikant zu reduzieren.



### **Forschung und Entwicklung gemeinsam mit Partnern vorantreiben**

Um die führende Position des VDMA-Großanlagenbaus im Technologiewettbewerb vor allem vor dem Hintergrund der wachsenden Ansprüche an nachhaltige und klimaneutrale Lösungen auszubauen, arbeitet die Branche verstärkt mit Hochschulen, Verbänden, etablierten Unternehmen und Start-ups zusammen. Innerhalb dieses Ökosystems konnten bereits eine Reihe von erfolgreichen Projekten gestartet werden. Beispiele hierfür sind die Kooperation eines Energieanlagenbauers mit einem Fahrzeughersteller zum Bau einer Pilotanlage für die Produktion synthetischer Kraftstoffe, mehrere strategische Partnerschaften mit Kunden aus verschiedenen Industrien zur Erzeugung und Verwendung von grünem Wasserstoff sowie ein Joint Venture mit Bereich des Batterierecyclings.

Der VDMA-Großanlagenbau investiert darüber hinaus auch erhebliche Eigenmittel in die Entwicklung effizienter und ressourcenschonender Verfahren und beschäftigt im Branchenschnitt rund 5 Prozent seines Personals im Bereich von Forschung und Entwicklung (F&E). Die aktuellen Schwerpunkte der F&E-Aktivitäten, die häufig in enger Kooperation mit den Kunden stattfinden, liegen in den Bereichen der kohlenstofffreien Energieerzeugung, der Energiespeicherung sowie in der Dekarbonisierung industrieller Wertschöpfungsprozesse, etwa bei der Herstellung von Stahl, Zement und Chemikalien. Bei diesen Projekten nutzen die Anlagenbauer die vom VDMA lange geforderte und im Jahr 2021 in Deutschland eingeführte steuerliche Forschungsförderung, um ihr Innovationstempo zu beschleunigen und im globalen Wettbewerb zu bestehen. Der VDMA zieht nach den ersten Monaten seit der Implementierung dieses Instruments ein positives Zwischenfazit und stellt fest, dass jeder fünfte Antrag auf Förderung aus dem Maschinen- und Anlagenbau stammt.

Von einigen Großanlagenbauern wird angemerkt, dass die konkrete Ausgestaltung der Forschungszulage konzeptionell noch verbessert werden könnte, um ihre innovationspolitische Wirkung voll zu entfalten. Dabei geht es vor allem darum, administrative Aufwände zu senken und konkrete Hilfestellungen für Unternehmen im Antrags- und Genehmigungsverfahren zu bieten.

### **Der demografische Wandel fordert kreative Ansätze in der Personalakquise**

Die Gewinnung und langfristige Bindung von Fachkräften wird im Zuge des demografischen Wandels in nahezu allen Wirtschaftsbereichen zu einer Aufgabe, die über die Zukunftsfähigkeit ganzer Branchen entscheidet. Diese Aussage gilt in besonderem Maße für das auf Langfristigkeit angelegte Geschäft des Großanlagenbaus, der mehr als andere Industrien auf die Erfahrung und das Know-how seiner Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen angewiesen ist.

War es in Vergangenheit schon schwierig, Personal für längere Baustellen- und Serviceeinsätze zu finden, suchen die Unternehmen angesichts gut gefüllter Auftragsbücher mittlerweile auch in anderen Bereichen händeringend nach qualifizierten Fachkräften, insbesondere im Einkauf, im Engineering und im Projektmanagement. Um bei der Gewinnung des dringend benötigten Fachpersonals erfolgreich zu sein, kommen verschiedene Strategien zum Einsatz. Neben klassischen Ansätzen wie der Ausbildung im eigenen Unternehmen, dem Besuch von Job-Messen, dem Einsatz von Personaldienstleistern und der Kooperation mit Hochschulen nutzen einige Unternehmen sehr erfolgreich auch alternative Vorgehensweisen. Hierbei hat sich die Ansprache von Studienabbrechern und von Quereinsteigern, etwa aus dem Handwerk, in der Praxis bewährt.



Grundsätzlich hilft das klare Bekenntnis des Großanlagenbaus zu Nachhaltigkeit, Diversität und sozialer Verantwortung bei der Personalsuche und verbessert die Chancen auf eine langfristige Mitarbeiterbindung. Der Großanlagenbau bringt als Wegbereiter von Umweltschutz und Klimaneutralität gute Voraussetzungen mit, um im Wettbewerb der Unternehmen um die besten Talente als attraktiver Arbeitgeber wahrgenommen zu werden, da die Branche das Bedürfnis insbesondere der jungen Generation nach Sinnhaftigkeit der eigenen Arbeit befriedigt.

#### **Wissensmanagement rückt im demografischen Wandel in den Blickpunkt**

Wissen ist eine vielschichtige und sehr komplexe Ressource, die maßgeblich zum Unternehmenserfolg beiträgt. Das Thema Wissensmanagement begleitet den Großanlagenbau daher bereits seit Jahrzehnten, die Arbeitsgemeinschaft hat hierzu schon in den 1990er-Jahren erste Ausarbeitungen vorgelegt. Vor dem Hintergrund der aktuellen demografischen Umbrüche gewinnt das Wissensmanagement nun eine neue Aktualität. Viele Unternehmen befassen sich daher intensiv mit einer Stärkung ihrer Methodenkompetenz und nutzen digitale Werkzeuge bei der Aufbereitung von Informationen, um damit einen Wissenstransfer zwischen einzelnen Mitarbeitern, Projektteams und ganzen Abteilungen sicherzustellen. Dies vermindert zum einen Wissensverluste durch das verstärkt zu beobachtende altersbedingte Ausscheiden erfahrener Mitarbeiter, die neben ihrer Arbeitskraft auch eine Fülle von personenbezogenem Know-how mitnehmen. Zum anderen wird der Wissenstransfer umso schwieriger, je höher der Anteil von speziell für den Kunden konfigurierten Lieferungen und Leistungen an der Gesamtproduktion ist. Im Industrianlagenbau ist dieser Aspekt besonders wichtig, da die Projekte maßgeschneiderte Einzelaufträge oder gar Prototypen sind. Abstraktion und Dokumentation der dort gewonnenen, spezifischen Erfahrungen sind ungleich schwieriger zu gewährleisten als bei einem Serienfertiger.

Die Implementierung von Managementkonzepten und -techniken, die die aufgezeigte Komplexität reduzieren und dabei helfen, die Ressource Wissen erfolgsorientiert einzusetzen, sind daher im Großanlagenbau von herausragender Bedeutung.

#### **Großanlagenbau setzt auf zukunftsfähige politische Rahmenbedingungen**

2021 war trotz vielfältiger Herausforderungen im Markt ein erfolgreiches Jahr für den Großanlagenbau. Die Branche profitierte zum einen von den wieder günstigeren gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und dem nachholenden Investitionsbedarf in vielen Industrien. Zum anderen hat es sich ausgezahlt, dass die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau das erste Jahr der Pandemie dafür genutzt haben, ihre Unternehmensprozesse zu digitalisieren, neue Geschäftsfelder zu erschließen und das Angebot von Produkten für den Klimaschutz auszubauen. Die Unternehmen sind dadurch international deutlich wettbewerbsfähiger geworden und gehen insofern gestärkt aus der Coronakrise hervor.

Neben den eigenen Anstrengungen ist der Großanlagenbau aber auch auf die Unterstützung durch die deutsche und europäische Politik angewiesen, vor allem wenn es etwa darum geht, faire Wettbewerbsbedingungen auf den internationalen Märkten herzustellen. Die Ausführungen auf den Seiten 22 bis 28 beleuchten das wirtschaftspolitische Umfeld der Branche und geben detailliert Auskunft zu wichtigen Handlungsfeldern in der Außenwirtschafts- und Steuerpolitik.

## Positionen des VDMA-Großanlagenbaus zur Außenwirtschaftspolitik

Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau im VDMA mussten 2020 pandemiebedingt den stärksten Auftragseinbruch seit Beginn der statistischen Erhebungen im Jahr 1969 verzeichnen. 2021 hatten sich die Perspektiven jedoch deutlich aufgehellt und die von den Unternehmen im Berichtsjahr verbuchten Auftragseingänge haben sich schneller als ursprünglich erwartet belebt. Treiber bei einer Exportquote von knapp 85 Prozent war das Auslandsgeschäft – doch diese Entwicklung wird sich durch den Ausbruch des Ukraine-Krieges nicht fortsetzen.

### Disruption durch den Ukraine-Krieg

Der Ukraine-Krieg ist für Deutschland und Europa ein schmerzhafter Augenöffner, denn die russische Aggression zielt auch auf das westliche Gesellschafts- und Wirtschaftssystem. Deshalb sind die beschlossenen harten Sanktionen gegen das Regime Putin die richtige Antwort. Die Bundesregierung muss sich darüber hinaus aber auch fragen, wie sie das Wirtschaftssystem und die Unternehmen in einer zunehmend aggressiven Welt künftig unterstützen will. Zum Redaktionsschluss dieses Lageberichts lässt sich mit Blick auf das Projektgeschäft des Großanlagenbaus jedenfalls bereits aussagen, dass es auf absehbare Zeit kein Neugeschäft mit Russland und Weißrussland geben wird, hinsichtlich der Ukraine wird es vom Kriegsverlauf abhängen.

### Die Außenwirtschaftsförderung im Umbruch

Vor dem Hintergrund dieser Disruption ist die gesamte Außenwirtschaftsförderung noch stärker gefordert, zur Lösung energiepolitischer

Themen, zu Klimafragen und zum Ziel des internationalen Level Playing Field rasche und gute Antworten zu finden. So haben Exportkreditgarantien des Bundes auch im Berichtsjahr 2021 den Export deutscher Industrieanlagen und Ausrüstungen für Infrastruktur durchaus signifikant unterstützt. Sie spielen in der Markterschließungs- und Auftragsabsicherungsstrategie der Investitionsgüterindustrie bei privatwirtschaftlich kaum versicherbaren Risiken seit Jahrzehnten eine zentrale Rolle. Ähnliches gilt auch für die europäischen Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft, die auf die Exportförderung in Österreich, Frankreich, Finnland oder Italien bauen.

Eine Hauptursache für den Umbruch in der Außenwirtschaftsförderung ist der Umstand, dass Europa dem Klimaschutz nun politikfeldübergreifend eine hohe Priorität einräumt. Denn die gesamte Welt und ihre Wirtschaftsordnungen stehen auch zu Beginn des Jahres 2022 vor der großen Herausforderung, die gesteckten Ziele aus dem Pariser Klimaabkommen zu erreichen, um letztlich insbesondere die Erderwärmung zu begrenzen. Auf politischer Ebene gibt es unter dem Schlagwort „Sustainable Finance“ zahlreiche Initiativen, wie zum Beispiel das Maßnahmenpaket des europäischen Green Deal mitsamt der begleitenden Taxonomie, welche die Rahmenbedingungen für die Unternehmen der Industrie und der Finanzbranche erheblich verändern werden.

### Stellschrauben für eine Klimastrategie im Bereich der Exportkreditgarantien

So hat auch im Bereich der Exportkreditgarantien die Suche nach neuen Förderkriterien eingesetzt. In der vielbeachteten „Export Finance for Future“ (E3F) Initiative<sup>1</sup> haben sich neben Deutschland

1. Vgl. beispielhaft der Bericht auf den Seiten des französischen Finanzministeriums: <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2021/04/14/seven-countries-launch-international-coalition-export-finance-for-future-e3f-to-align-export-finance-with-climate-objectives> (abgerufen am 2.3.2022).

auch andere europäische Länder zusammengeschlossen, um Leitlinien für die Exportförderung nachhaltiger Technologien zu erarbeiten. Dabei gibt es für die Exportkreditgarantien grundsätzlich drei Gestaltungsebenen: die nationale Förderpolitik, die EU-Vorgaben und das internationale Regelwerk des OECD-Konsensus.

National sind gerade den EU-Mitgliedern hinsichtlich der Gestaltungsinstrumente jedoch enge Grenzen gesetzt, da die Regeln des OECD-Konsensus im Zusammenspiel mit jenen des EU-Beihilferechts alle wichtigen Parameter eines Kreditangebotes definieren. Nationale Spielräume gibt es allenfalls bei der Formulierung der Förderungswürdigkeit, etwa was die Mindestwerte nationaler Lieferungen betrifft, oder bei der direkten Bereitstellung finanzieller Mittel. Die EU denkt derzeit im Rahmen des Green Deal über spezifische Erleichterungen zur Unterstützung großer Projekte durch eine europäische Exportkreditfazilität nach – Entscheidungen hierzu werden aber frühestens 2023 erwartet.

#### **OECD-Konsensus: Dringender Handlungsbedarf**

Der VDMA-Großanlagenbau weist nun bereits seit Jahren mit Sorge darauf hin, dass der hohen Veränderungsgeschwindigkeit der Weltwirtschaft – ob geopolitisch im Wettbewerb mit Asien, zuletzt pandemiebedingt und nun durch den gewaltigen Finanzierungsbedarf für die Klimatransformation – eine deutlich zu langsame Entwicklung der Regelwerke für die Export- und Projektfinanzierung gegenübersteht.<sup>2</sup>

An drei Punkten soll deshalb im Folgenden der sich mehr denn je aufdrängende Handlungsbedarf für eine grundlegende Reform des OECD-Konsensus deutlich werden. Denn insbesondere die OECD-Ebene ist diejenige mit der größten Wirkungskraft, um einem Level Playing Field in der Außenwirtschaftsförderung beim Wettbewerb der OECD-Mitglieder untereinander aber vor allem mit Nicht-OECD-Mitgliedern näher zu kommen. So sind sich immerhin die ECAs von Kanada, Frankreich, Deutschland, Italien, Japan, dem Vereinigten Königreich und den USA einig, dass die Modernisierung des OECD-Konsensus maßgeblich für die wirksame Sicherstellung gleicher Wettbewerbsbedingungen im internationalen Handel ist.<sup>3</sup>

#### **Chancen ergreifen – Risikoappetit erforderlich**

Die Exportkreditgarantien sehen sich zunächst bereits seit einigen Jahren mit einer Verschiebung der Fördergewichte konfrontiert. Früher lag die zentrale Aufgabe darin, eine staatliche, ausgewogene Risikoabsicherung darzustellen und die Finanzierung auf wirtschaftlich tragfähige Projekte zu konzentrieren. Nun kommen vermehrt Projekte mit neuen Technologien, oftmals ergänzt durch digitale Leistungen bei zugleich regelmäßig höherem Projektrisiko in den Blick. Diese gestiegene Komplexität erfordert aber neue, ganzheitliche Antworten. Dabei gilt es alle Finanzierungsoptionen, private Investitionen, Entwicklungsgelder und die Leistungen der ECAs miteinander zu verbinden, um Auslandsprojekte mit einem derart multidimensionalen Risikoprofil realisieren zu können.

<sup>2</sup> Vgl. hierzu die ausführliche Skizzierung der vielschichtigen Lage im letzten Bericht: „Pandemie und Klimawandel – Großanlagenbau beschleunigt Transformationen“ (VDMA 2021), S. 26ff.

<sup>3</sup> Vgl.: <https://www.agaportal.de/news/beitraege/g7eca-20211215>, abgerufen am 10.3.2022.

Projekte zur Verfolgung der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen, die in hohem Maße für Entwicklungsländer relevant sind, lassen sich aber ohne eine grundlegende Modernisierung des Konsensus für Unternehmen aus OECD-Ländern kaum noch realisieren. So sind es gerade die öffentliche Infrastruktur (Wasser, Verkehr/Mobilität, Energie, Bildung, Gesundheitswesen) und die öffentlichen Auftraggeber, die auf staatlich geförderte Exportkredite und europäische Spitzentechnologie angewiesen sind. Die Pandemie hat zudem gezeigt, wie wichtig auch eine lokal aufzubauende Aus- und Weiterbildung sowie eine nachhaltige Industrieproduktion vor Ort durch kompetente Unternehmen sind.

Der VDMA-Großanlagenbau begrüßt deshalb die lange von ihm geforderten und 2021 umgesetzten ersten Anpassungen des OECD-Konsensus gerade im Hinblick auf die Anforderungen der Entwicklungsländer. So wurde für bestimmte Transaktionen temporär die Möglichkeit eröffnet, den Deckungsrahmen für Finanzkredite auf 95 Prozent zu erhöhen (und somit die erforderliche Anzahlung von 15 Prozent auf 5 Prozent zu reduzieren). Dadurch sollen die durch die Pandemie strapazierten Staatshaushalte wichtiger Zielmärkte entlastet und insbesondere weitere Investitionen in Infrastrukturprojekte oder Krisenpräventionsmaßnahmen ermöglicht werden. Ein wesentlicher und seit Langem von der europäischen Exportwirtschaft<sup>4</sup> geforderter Schritt war zudem die OECD-Entscheidung, die zulässige Mitfinanzierung von Lokalkosten anzuheben. Auch diese Maßnahme entlastet die lokale Projektfinanzierung und stärkt die Beschaffung und Beschäftigung vor Ort. Mit Blick auf die besondere Wettbewerbssituation des europäischen Anlagenbaus war

diese Entscheidung einer der notwendigen, überfälligen Meilensteine auf dem Weg zu einer grundlegenden Reform, da bislang gerade der Wettbewerb aus China in dieser Hinsicht besonders punkten konnte.

#### **Auf Prozesssicherheit für die Projektanbahnung angewiesen**

Großprojekte erfordern zudem ein spezifisches technologisches Know-how und sind organisatorisch und abwicklungsseitig höchst herausfordernd. Die Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau hatte deshalb in den jüngsten Studien immer wieder die Besonderheiten von internationalen Großprojekten herausgestellt. Dabei ging es um die zukünftige Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle und vor allem um die spezifische Rolle von EPC-Anbietern im Projekt<sup>5</sup>.

Auch vor diesem Hintergrund setzt die Branche auf die grundlegende Modernisierung des Regelwerks: zu den hierzu von Seiten der Wirtschaft benannten, notwendigen Maßnahmen zählen die Anhebung der maximalen Kreditlaufzeiten mit Orientierung am Produktlebenszyklus, die Flexibilisierung der Rückzahlungsprofile und eine Verschiebung des „*Starting Point of Credit*“ für Projekte mit langer Bauzeit und variierenden Cashflows. Eine Überarbeitung des Gebäuhrens-systems ist ebenso zwingend erforderlich.<sup>6</sup> Hinzu kommt schließlich, dass sich neue Vertragsmodelle wie „*Equipment as a Service*“ oder softwarebasierte Geschäfte in der Praxis des internationalen Anlagenbaus längst etabliert haben, sich aber unter den bisherigen Gegebenheiten im System der Exportkreditgarantien noch immer kaum abbilden lassen.

<sup>4</sup> Vgl. hierzu beispielhaft die ausführliche Darstellung der Hintergründe und Argumente im gemeinsamen Papier von BIAC, EBF und ICC: <https://biac.org/wp-content/uploads/2019/11/Final-version-Joint-business-position-on-Future-of-OECD-Arrangement5.pdf> (abgerufen am 2.3.2022).

<sup>5</sup> Vgl.: Digital business models in plant engineering and construction in an international comparison (VDMA, 2019); EPC-Fähigkeit der deutschen Unternehmen im Bereich der Bauwirtschaft und des Maschinen- und Anlagenbaus (BMW, 2017).

<sup>6</sup> vgl. hierzu ausführlich das jüngste Statement von Business at OECD vom November 2021: [https://biac.org/wp-content/uploads/2021/11/2021\\_11\\_Business-at-OECD-Export-Credits-Modernizing-OECD-Consensus-1.pdf](https://biac.org/wp-content/uploads/2021/11/2021_11_Business-at-OECD-Export-Credits-Modernizing-OECD-Consensus-1.pdf) (abgerufen am 23.03.2022)

### **Klimaneutrale Transformation: Level Playing Field entscheidend**

Die große offene Frage aller Initiativen für eine nachhaltige Exportfinanzierung ist die Ausgestaltung der Anreize für Projekte, die insbesondere der klimaneutralen Transformation, aber auch der Erreichung der erwähnten Sustainable Development Goals dienen. In diesem Zusammenhang wird es entscheidend darauf ankommen, ob und wie sich die Industriestaaten und ihre nationalen Exportkreditversicherer auf ein gemeinsames Verständnis für Kriterien und Förderinstrumente auf OECD-Ebene einigen können.

Sollten aber Regeln nur zwischen einzelnen Staaten verabredet werden, ob auf europäischer oder internationaler Ebene, an denen sich wesentliche andere Exportländer nicht beteiligen, wird es auch in Klimafragen kein Level Playing Field geben und der OECD-Konsensus würde weiter an Bedeutung verlieren. Dies hätte nicht nur eine Benachteiligung deutscher und europäischer Exporteure zur Folge, sondern würde auch weniger zu den notwendigen Anstrengungen zum Klimaschutz beitragen.

Daher müssen im OECD-Konsensus Mindeststandards gemeinsam definiert und konkrete zielgerichtete Anreize vorgesehen werden. Wichtig ist ebenfalls, dass sich die Reform nicht nur auf die Themen Umwelt und Nachhaltigkeit beschränkt, sondern dass das Regelwerk insgesamt von Grund auf modernisiert wird. So ist insbesondere an eine stärkere Verzahnung mit Entwicklungshilfekomponenten zu denken, um den globalen Herausforderungen, die in vielfältiger Weise miteinander zusammenhängen, auch ganzheitlich begegnen zu können.

Gleichwohl gilt: Auch wenn die OECD-Ebene aufgrund ihrer Wirkungskraft das entscheidende Aktionsfeld sein wird, wenn Deutschland in der EU und die EU in der OECD bei der Klimapolitik im Hinblick auf die Außenwirtschaftsförderung eine Vorreiterrolle einnehmen wollen, so kann der Anlagenbau nicht allein auf Fortschritte zur Regelung eines Level Playing Fields für Exportkreditgarantien im europäischen oder OECD-Rahmen warten. Es ist vielmehr erforderlich, gerade auch auf nationaler Ebene die vorhandenen Spielräume des OECD-Konsensus anzuwenden, um für Auslandsprojekte den Zuschlag zu erhalten.

Denn der VDMA-Großanlagenbau kann auf dem Weltmarkt für Großprojekte nicht nur im Energiemarkt der Zukunft eine Schlüsselrolle spielen. Die Mitglieder sind gerade auch bei komplexen und hochmodernen Anlagen für die im Umbruch befindlichen zentralen Branchen wie die der Chemie- und Stahlindustrie gefragt, um eine nachhaltige, digitalisierte und zukunftsorientierte Produktion gelingen zu lassen, inklusive einer durchdachten Kreislaufwirtschaft bis hin zum Recycling von Rohstoffen.

**Der VDMA-Großanlagenbau unterstützt deshalb die Bundesregierung und die EU in ihren Bemühungen um eine grundlegende Reform des Konsensus und bietet seine praktische Expertise an – auch um sicherzustellen, dass das nationale Hermesinstrumentarium seine Handhabbarkeit und Vorhersehbarkeit im Hinblick auf Deckungsanforderungen und -entscheidungen nicht einbüßt, sondern weiterhin eine tragende Rolle spielen kann.**

## Positionen des VDMA-Großanlagenbaus zur Steuerpolitik

Den Regelungen zur internationalen Besteuerung der Auslandsaktivitäten in den Märkten der Welt kommt vor allem mit der Intensivierung der Globalisierung seit Jahren eine ständig steigende Bedeutung zu. Die Unternehmen des VDMA-Großanlagenbaus sind davon aufgrund ihrer hohen durchschnittlichen Exportquote (zuletzt knapp 85 Prozent im Jahr 2021) und den damit zusammenhängenden, für das Projektgeschäft typischen längerfristigen Montage- und Bautätigkeiten besonders stark betroffen. Sie müssen vor allem durch die zunehmende doppelte Besteuerung des anteiligen Gewinns bei Montage- und Anlagenbaubetriebsstätten erhebliche steuerliche Mehrbelastungen verkraften.

### **Deutschland: Risiko der Doppelbesteuerung steigt durch Quellensteuern!**

Die neue Regierungskoalition hat genau dieses Thema in ihrem Regierungsprogramm unter der Überschrift „Bekämpfung Steuerhinterziehung und Steuergestaltung“ aufgegriffen. Im Koalitionsvertrag wurde Folgendes vereinbart: „Aus Deutschland abfließende Einkommen sollen angemessen besteuert werden. Sowohl eine Nicht- als auch eine Doppelbesteuerung ist zu vermeiden. Dazu werden wir die Quellenbesteuerung, insbesondere durch eine Anpassung der Doppelbesteuerungsabkommen (DBA) ausweiten, und die Zinsschranke durch eine Zinshöhen-schranke ergänzen, um ungewünschte Steuergestaltung zu vermeiden.“<sup>7</sup>

Für den im VDMA organisierten Großanlagenbau stellt sich die Frage, wie diese Passage zu interpretieren ist. Theoretisch soll und kann durch Einführung von Quellensteuern eine sogenannte doppelte Nichtbesteuerung vermieden werden.

Leider zeigt die Praxis, dass Quellenbesteuerungen eher Doppelbesteuerungen auslösen. Dies trifft besonders auf die Besteuerung von technischen Dienstleistungen zu. So lässt Deutschland in den bereits geschlossenen Doppelbesteuerungsabkommen zu, dass ausländische Staaten Quellensteuern auf Einnahmen erheben können, während Deutschland selbst die Quellensteuern nicht auf diese Einnahmen, sondern nur auf den Gewinn hieraus anrechnet. Die Folge sind erhebliche steuerliche Mehrbelastungen für deutsche Großanlagenbauer aufgrund der Unzulänglichkeiten des deutschen Verfahrens zur Anrechnung dieser Quellensteuern im Tätigkeitsstaat auf die in Deutschland gezahlten Steuern.

**Der VDMA-Großanlagenbau fordert die Bundesregierung deshalb auf, das Missverhältnis von Steuerzahlung und -anrechnung zu beseitigen!**

<sup>7</sup> Vgl.: „MEHR FORTSCHRITT WAGEN - BÜNDNIS FÜR FREIHEIT, GERECHTIGKEIT UND NACHHALTIGKEIT“, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/04221173eef9a6720059cc353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1> (abgerufen am 2.3.2022).



**Deutschland:****Montagebetriebsstättenfrist nicht reduzieren!**

Bau- und Montagebetriebsstätten stellen im internationalen Steuerrecht insofern eine Besonderheit dar, als sie nicht von der Existenz einer festen Geschäftseinrichtung in dem jeweiligen Land abhängen. Es kommt einzig darauf an, wie lange ein Unternehmen, das in einem anderen Land eine Bau- oder Montagetätigkeit ausführt, dort tatsächlich tätig ist. Die von der OECD im Musterabkommen vorgeschlagene Frist von zwölf Monaten ist jedenfalls ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen des VDMA-Großanlagenbaus und erfordert deshalb deren besonderes Augenmerk in der Diskussion um die Zukunft der deutschen DBA-Politik. Warum?

Während die meisten ausländischen Betriebsstätten des Großanlagenbaus regelmäßig sechs bis 18 Monate dauern, gibt es im mittelständischen Anlagenbau sehr viele Projekte mit einer Laufzeit von sechs bis 12 Monaten. Eine Reduzierung der Montagebetriebsstättenfrist, etwa im Zuge der eingangs erwähnten Anpassung der Doppelbesteuerungsabkommen durch die neue Regierungskoalition, würde in diesem Bereich nicht nur eine massive Verlagerung von deutschem Steueraufkommen in die Tätigkeitsstaaten auslösen, sondern für die betroffenen Unternehmen einen enormen Anstieg der organisatorischen Kosten bedeuten und den Druck zur Verlagerung von unternehmerischen Aktivitäten in die Zielländer massiv erhöhen.

**Europa:****Doppelbesteuerungsabkommen einhalten!**

Aufgrund von zunehmenden staatlichen Budgetdefiziten tendieren viele Länder dazu, ausländische Wirtschaftsaktivitäten im Inland stärker zu besteuern. Sie gehen dazu über, Steuern abweichend von bestehenden DBA-Regelungen zu erheben. Immer wieder müssen sich die Unternehmen des VDMA-Großanlagenbaus z.B. gegen unrechtmäßige Liefergewinnbesteuerungen wehren. Die zum Teil unterschiedlichen Sichtweisen und Besteuerungskonzepte führen nicht nur zu finanziellen Belastungen, sondern zu tiefgreifenden praktischen Schwierigkeiten bei der Besteuerung im Tätigkeitsstaat. Betroffen ist der gesamte Projektzyklus, beginnend mit der Angebotspreiskalkulation über die Gewinnzuordnung bis zur Steuererhebung.

**Der VDMA-Großanlagenbau fordert deshalb die nationalen Regierungen seiner Mitglieder auf, sich noch stärker im Ausland für eine stringente Einhaltung von Doppelbesteuerungsabkommen einzusetzen.**

**Der VDMA-Großanlagenbau fordert die Bundesregierung deshalb auf, bei Doppelbesteuerungsverhandlungen an der Montagebetriebsstättenfrist von zwölf Monaten festzuhalten.**

**OECD:****Reform der internationalen Unternehmensbesteuerung praxisgerecht umsetzen!**

In den letzten Jahren wurden sowohl auf deutscher als auch auf internationaler Ebene zahlreiche Themen im Zusammenhang mit der Besteuerung international aufgestellter Unternehmen diskutiert. Um eine Lösung auf die steuerlichen Herausforderungen durch die digitalisierte Wirtschaft zu finden, hat die OECD im Auftrag der G20 das sogenannte Zwei-Säulen-Projekt ins Leben gerufen. Mittlerweile haben sich 137 Staaten (Stand: 4. November 2021) auf eine faire Aufteilung von Besteuerungsrechten und eine globale effektive Mindestbesteuerung mit einem einheitlichen Steuersatz von 15 Prozent geeinigt. Der Implementierungsfahrplan sieht vor, dass beide Säulen bereits im Jahr 2023 in Kraft treten sollen.

Die Europäische Kommission hatte hierzu Ende Dezember 2021 einen Richtlinienvorschlag für eine globale Mindeststeuer in Europa vorgelegt, mit der eine effektive Mindestbesteuerung von Unternehmensgewinnen in den EU-Mitgliedsstaaten umgesetzt werden soll. Auch wenn dieses neue Besteuerungssystem in einem ersten Schritt ausschließlich große multinationale Unternehmen mit einem konsolidierten Umsatz von 750 Millionen Euro treffen soll, muss mit Blick auf diesen engen Zeithorizont vor einer hastigen Umsetzung gewarnt werden. Es ist vor allem dringend notwendig, die Regelungen weiter zu vereinfachen und den Anwendungsbereich zu begrenzen. Ziel muss eine praxistaugliche Umsetzung der Vorschläge sowohl durch die Unternehmen als auch durch die Finanzverwaltungen sein. Doppelbesteuerungen und Steuerkonflikte zwischen den Staaten können nur vermieden werden, wenn die globale Mindestbesteuerung weltweit einheitlich ausgestaltet wird.

**Der VDMA-Großanlagenbau fordert die OECD und die Europäische Kommission deshalb auf, ihre Vorschläge nochmals drastisch zu vereinfachen, um den hohen zusätzlichen Aufwand für Finanzverwaltung und Wirtschaft zu begrenzen.**

## Geschäftsaussichten

Quantitative Prognosen des Auftragseingangs im Großanlagenbau sind angesichts der Heterogenität der Branche und eines Projektgeschäfts, das von wenigen, unregelmäßig vergebenen Groß- oder gar Megaaufträgen geprägt ist, häufig nicht belastbar. Die Beurteilung der Aussichten des Wirtschaftszweigs, der Anlagen für etwa 20 verschiedene Industriebereiche liefert, erfolgt deshalb sinnvoll in qualitativer Hinsicht oder in Form von Tendenzaussagen.

### **Trotz Krisen: Großanlagenbau bleibt zuversichtlich**

Der VDMA-Großanlagenbau hat sich 2021 schneller vom Rückschlag des ersten Jahres der Coronapandemie erholt als ursprünglich angenommen. Mit 21,2 Milliarden Euro stiegen die Auftragseingänge deutlich über das Vor-Corona-Niveau (2019: 18,3 Milliarden Euro). Die Hereinnahme zahlreicher Großaufträge sowie eine zunehmende Nachfrage nach Technologien und Anlagen zur Dekarbonisierung von industriellen Produktionsprozessen trugen in starkem Maße zu diesen Markterfolgen bei. Die meisten Mitglieder der AGAB sind zuversichtlich, dass dieser Trend sich auch im laufenden Jahr fortsetzen wird. Laut einer VDMA-Umfrage vom Januar 2022 gehen nahezu alle befragten Unternehmen von konstanten oder sogar steigenden Umsätzen aus und sind auch im Hinblick auf den Auftragseingang überwiegend optimistisch.

Die durch den Überfall Russlands auf die Ukraine eingetretene weltpolitische Zäsur und die möglichen Auswirkungen der beispiellosen Sanktionsmaßnahmen auf die Weltkonjunktur könnten jedoch dazu führen, dass sich diese Einschätzungen als zu optimistisch erweisen. Schließlich war Russland mit einem Anteil von 30 Prozent am Auftragseingang 2021 der wichtigste Absatzmarkt für den VDMA-Großanlagenbau weltweit und ist als Lieferant von Energie und Rohstoffen kurzfristig nur schwer zu ersetzen.

Weitere Risikofaktoren im Markt sind die anhaltenden Materialengpässe, die brüchigen Logistikketten sowie die Coronapandemie, die vor allem auf Baustellen nach wie vor zu Verzögerungen bei der Projektabwicklung sorgt. Ferner könnte die neue EU-Taxonomie Wettbewerbsnachteile für europäische Anlagenbauer mit sich bringen. Insbesondere die Forderung der EU, den Neubau von Gaskraftwerken, die auf Wasserstoff umgerüstet werden können, an den Ersatz von Kohlekraftwerken zu koppeln, wird vom Anlagenbau kritisch gesehen.

### **Marktchancen durch Nachhaltigkeit und Services**

Trotz dieser Herausforderungen ist die generelle Zuversicht im Großanlagenbau nach wie vor intakt. Das liegt vor allem daran, dass im aktuellen Marktumfeld Lösungen für mehr Nachhaltigkeit besonders gefragt sind. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft stellen ihren Kunden Technologien für eine CO<sub>2</sub>-reduzierte Stahl- und Zementproduktion auf Wasserstoffbasis, eine kohlenstofffreie Stromerzeugung, das Recycling von Wertstoffen oder die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen zur Verfügung und demonstrieren damit eindrucksvoll ihre Kompetenzen beim Thema Klimaschutz.

Ferner fragen Betreiber von Großanlagen immer häufiger Services entlang der gesamten Wertschöpfungskette nach, um damit die Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit von Maschinen, Systemen und kompletten Anlagen zu steigern. Solche Dienstleistungen tragen zur Stabilisierung der Umsätze im volatilen Geschäft mit Großanlagen bei. Viele Mitglieder der AGAB haben das erkannt und bauen ihr Servicegeschäft konsequent aus. 2021 erzielten die Unternehmen erstmals mehr als ein Viertel ihrer Umsätze mit dem Verkauf von Serviceleistungen: Die Quote stieg im Branchenschnitt auf den neuen Höchstwert von 30 Prozent. Bis Mitte des Jahrzehnts wird eine Größenordnung von 35 Prozent angepeilt.

### Branche stärkt ihre Wettbewerbsfähigkeit

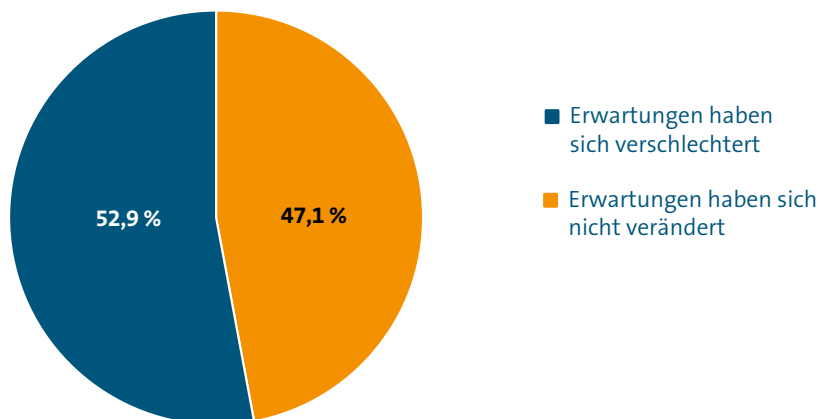
Das Marktumfeld im Großanlagenbau ist infolge der aktuellen geopolitischen Spannungen durch extreme Unsicherheiten gekennzeichnet und sehr volatil. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft müssen daher flexibel bleiben, um agil auf Marktschwankungen reagieren zu können. Kooperationen mit Anlagenbauern, Kunden, Dienstleistern und Hochschulen schaffen die hierfür notwendigen Handlungsspielräume. Darüber hinaus nutzen die Unternehmen verstärkt auch digitale Hilfsmittel und innovative Technologien in der Projektabwicklung, um produktiver zu werden (z.B. Roboter, Drohnen, VR-Brillen).

Das technologische Wissen der VDMA-Großanlagenbauer, ihre breite Methodenkompetenz sowie die Internationalität des Industriezweigs sind gute Voraussetzungen, um sich im intensiver werdenden Wettbewerb zu behaupten. Allerdings können die Perspektiven je nach Segment stark variieren. Für eine spezifische Analyse empfiehlt sich daher die Lektüre der folgenden Branchenberichte, die die Einschätzungen der Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau wiedergeben.

Abbildung 9

### Wie beeinflusst der Ukrainekrieg die Erwartungen in Bezug auf den Gesamt-Auftragseingang im Großanlagenbau bis 2023?

in Prozent



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

## Thermische Kraftwerke

### Das aktuelle Marktumfeld im Kraftwerksbau

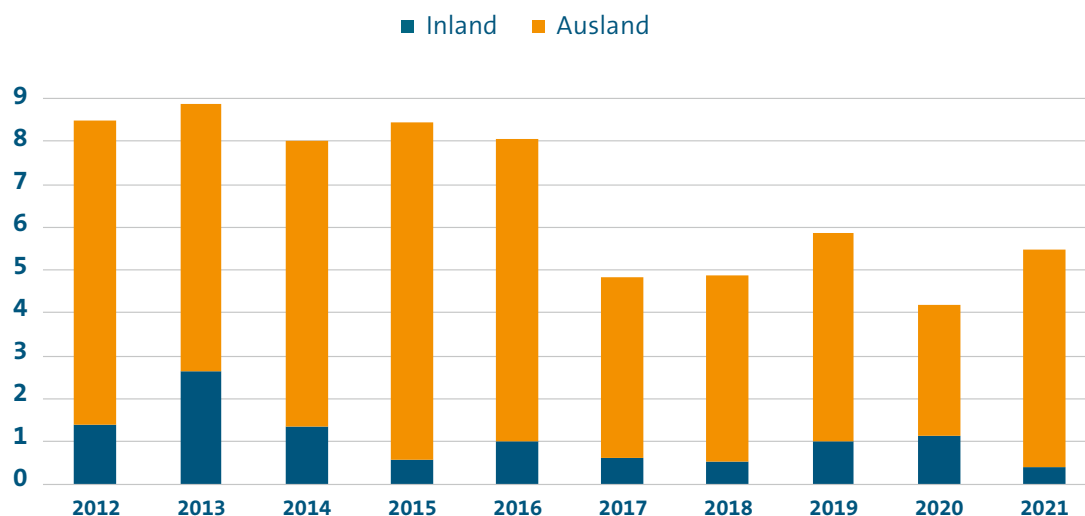
Der Markt für Wärmekraftwerke befindet sich inmitten eines Paradigmenwechsels. Die Triebfeder der Transformation ist die Dekarbonisierung und die Reduzierung der Nettoemissionen auf Null – ein Ziel, das durch das Pariser Klimaabkommen von 2015 vorgegeben und auf der COP26 2021 in Glasgow bekräftigt wurde. Der im VDMA organisierte Kraftwerksbau hat sich in diesem Umfeld insgesamt gut behaupten können. Die Auftragseingänge stiegen 2021 um 31 Prozent auf 5,5 Milliarden Euro und liegen damit in etwa auf dem Niveau des Jahres 2019. Auslöser für diesen Zuwachs war eine stark wachsende Nachfrage nach thermischen Kraftwerken aus dem

Ausland. Parallel dazu sanken die Bestellungen in Deutschland auf den niedrigsten Wert seit Jahrzehnten. Der bevorstehende Atomausstieg, das absehbare Ende der Kohleverstromung und Unsicherheiten über die Zukunft des Energieträgers Erdgas sind wesentliche Gründe für die Investitionszurückhaltung im Bereich der thermischen Energieerzeugung im Inland. Wie sich die aktuellen geopolitischen Verwerfungen auf die Nachfrage nach thermischen Kraftwerken im Inland auswirken werden, ist offen. Sicher ist nur, dass die Frage der Versorgungssicherheit schlagartig wieder in das öffentliche Bewusstsein gerückt ist und nach Aussage des Bundeswirtschaftsministers zumindest kurzfristig sogar höher als der Klimaschutz zu gewichten ist.

Abbildung 10

### Gesamt-Auftragseingang Kraftwerke 2012 bis 2022

in Milliarden Euro



Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau



**Im Umstellungsprozess des Energiesystems auf eine überwiegend dezentrale und klimaneutrale Stromerzeugung spielen Wärmekraftwerke als Brückentechnologie eine nach wie vor wichtige Rolle.**

### **Kohleausstieg und Ausbau der Erneuerbaren sind Treiber der Dekarbonisierung**

Im Kern bedeutet die Dekarbonisierung der Energieerzeugung den Ausstieg aus der Kohleverstromung, also die Stilllegung bestehender Kohlekraftwerke und die drastische Reduzierung von Neubauprojekten in Schwellenländern. Der Anteil der Kohlekraft an der weltweiten Stromerzeugung hat bereits 2019 seinen wahrscheinlichen Höhepunkt überschritten und sollte in den kommenden Jahren weiter zurückgehen, schließlich haben zahlreiche Länder den Ausstieg aus der Kohleverstromung in naher Zukunft beschlossen, so etwa Frankreich (2022), die Niederlande (2029), Deutschland (zwischen 2030 und 2038) und Kanada (2030). Insgesamt werden in den kommenden Jahren voraussichtlich rund 200 Gigawatt (GW) an Kohlekraftwerkskapazität stillgelegt. Dieser Wert könnte noch größer werden, sollte China die Finanzierung des Baus neuer Kohlekraftwerke im Ausland tatsächlich beenden.

Gleichzeitig steigt die weltweite Energienachfrage kontinuierlich an. Allein im vergangenen Jahr lag der Zuwachs – bedingt auch durch die pandemiebedingt niedrige Basis des Jahres 2020 – bei bemerkenswerten 6 Prozent.

Gründe für diese Entwicklung sind u.a. die Zunahme der Elektromobilität, die Digitalisierung vieler Lebensbereiche und die Elektrifizierung energieintensiver Industrien wie etwa Stahl und Chemie. Dank des raschen Ausbaus der erneuerbaren Energien kann die steigende Nachfrage derzeit noch gut gedeckt werden. Im Jahr 2020 trugen erneuerbare Energien weltweit bereits 30 Prozent zur Stromerzeugung bei, und nach den derzeit vorliegenden Zusagen nationaler Regierungen soll dieser Anteil bis 2030 auf etwa 45 Prozent steigen. Soll die Stromerzeugung jedoch bereits 2050 komplett CO<sub>2</sub>-neutral erfolgen, muss der Anteil der erneuerbaren Energien laut Einschätzung des aktuellen World Energy Outlook um weitere 15 Prozent auf 60 Prozent bis 2030 zulegen.

Im Umstellungsprozess des Energiesystems auf eine überwiegend dezentrale und klimaneutrale Stromerzeugung bis 2050 spielen Wärmekraftwerke – zum Beispiel Kernkraftwerke und Gaskraftwerke – als Brückentechnologie eine zentrale Rolle. Sie gleichen auftretende Schwankungen in der Netzfrequenz aus und gewährleisten damit die Stabilität der Stromnetze. Erneuerbare Energien, deren Leistungsfähigkeit stark von den Wetterbedingungen abhängig ist, können diese Aufgabe nicht allein erbringen.



### Die Umstellung von Kohle auf Gas eröffnet dem Anlagenbau Perspektiven

Gaskraftwerke sind – ähnlich wie Pumpspeicherkraftwerke – wichtige Stabilisatoren in einem Energiesystem, das in zunehmendem Maße von der volatilen Einspeisung von Wind- und Solar-energie abhängt. Sie sind grundlastfähig und können damit Kohlekraftwerke ersetzen. Schließlich tragen Gaskraftwerke dazu bei, klimaschädliche Emissionen signifikant zu reduzieren: Ein hochmodernes Kombikraftwerk reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu einem Kohlekraftwerk gleicher Leistung um bis zu 70 Prozent. Derzeit liegt der Anteil des Energieträgers Erdgas an der weltweiten Stromerzeugung bei 24 Prozent.

Ein gutes Beispiel für die Leistungsfähigkeit solcher Anlagen ist das neue Gas- und Dampfturbinen (GuD)-Kraftwerk Komotini mit einer installierten elektrischen Leistung von 877 Megawatt (MW), das derzeit im Nordosten Griechenlands von einem Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau errichtet wird. Der Bau dieser Anlage ist für Griechenland von strategischer Bedeutung, da auf diese Weise die steigende Stromnachfrage des Landes gedeckt werden kann, die sich aus dem schrittweisen Rückzug aus der Braunkohleverstromung ergibt. Durch die Umstellung auf das moderne Gaskraftwerk wird darüber hinaus auch ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu einem Kohlekraftwerk um bis zu 3,7 Millionen Tonnen pro Jahr sinken.

Als weitere Option zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der fossilen Stromerzeugung gelten Technologien zur Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (CCS). In Deutschland ist CCS de facto nicht möglich, da es den Bundesländern gesetzlich erlaubt ist, auf ihrem Territorium die CO<sub>2</sub>-Speicherung auszuschließen.

Die Bundesländer, die für die Speicherung in Betracht kommen, haben von dieser Opt-Out-Klausel bereits Gebrauch gemacht. Staaten wie etwa China, die Niederlande, das Vereinigte Königreich und die USA setzen die CCS-Technologie hingegen bereits erfolgreich ein und leisten damit einen technisch effizienten Beitrag zur Treibhausgasneutralität der Industrie.

Für Kohlekraftwerke, die derzeit vor der Schließung stehen, kann eine Umstellung auf den Brennstoff Gas in Betracht gezogen werden („Fuel Switch“). Dadurch wird es möglich, vorhandene Anlagen, Gebäude und Infrastrukturen weiterhin zu nutzen und das Entstehen von Industriebrachen zu vermeiden. Allerdings lassen sich nicht alle Kohlekraftwerke auf Erdgas umrüsten. In Abhängigkeit vom Brennstoff, der Kesselgeometrie und dem Anlagenalter unterscheiden sich die technischen Möglichkeiten und die Kosten eines Umbaus stark. Insbesondere die in Deutschland verbreiteten städtischen Heizkraftwerke und Industriekraftwerke stellen eine gute Basis für einen Brennstoffwechsel dar. Große Braunkohleblöcke sind dagegen in der Regel nicht konvertierbar. Experten schätzen, dass bis zu 25 Prozent der weltweit installierten Kohlekraftwerke das Potenzial für ein vollständige Umstellung auf den Gasbetrieb haben.

### Die „H2-Readiness“ von Gaskraftwerken rückt in den Fokus des Marktes

Wasserstoff kann eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung der Energiesysteme spielen. Insbesondere erdgasbefeuerte GuD-Kraftwerke, die derzeit gebaut oder projektiert werden, könnten in Zukunft teilweise oder vollständig mit Wasserstoff betrieben werden. Nach Angaben der Hersteller sollen neue Gasturbinen bis 2030 in der Lage sein, reinen Wasserstoff zu verfeuern.

Energieversorger, die den Kauf eines solchen Kraftwerks erwägen, erwarten eine Zusage über die Eignung des Kraftwerks, Wasserstoff als Brennstoff zu verwenden. Einige neue GuD-Kraftwerke werden bereits heute als „H2-Ready“ beworben. Bislang gab es jedoch keine klare Definition für diesen Begriff. Der TÜV SÜD, ein weltweit tätiger Anbieter von Zertifizierungsdienstleistungen, hat daher einen Leitfaden zur Definition von „H2-Readiness“ für Kraftwerke entwickelt und bietet eine unabhängige Zertifizierung für Erstausrüster und Anlagenbauer an. Diese Zertifizierung erhöht die Investitionssicherheit für die Kunden. Ein Mitglied der Arbeitsgemeinschaft ist das erste Unternehmen weltweit, das diese Zertifizierung für sein „H2-Ready“-Kraftwerkskonzept erhalten hat.

Um die zukünftig benötigten Mengen an Wasserstoff bereit stellen zu können, wurden in den vergangenen Jahren weltweit zahlreiche politische Initiativen gestartet. In der Europäischen Union definiert die EU-Wasserstoffstrategie das kurzfristige Ziel, Elektrolyseure mit einer Gesamtkapazität von 6 GW zu installieren, bis 2030 soll eine Elektrolyseleistung von 40 GW zur Verfügung stehen. Werden diese Anlagen mit erneuerbaren Energien betrieben, kann damit sogenannter grüner Wasserstoff erzeugt werden, der dazu beiträgt, Treibhausgasemissionen vollständig zu vermeiden.

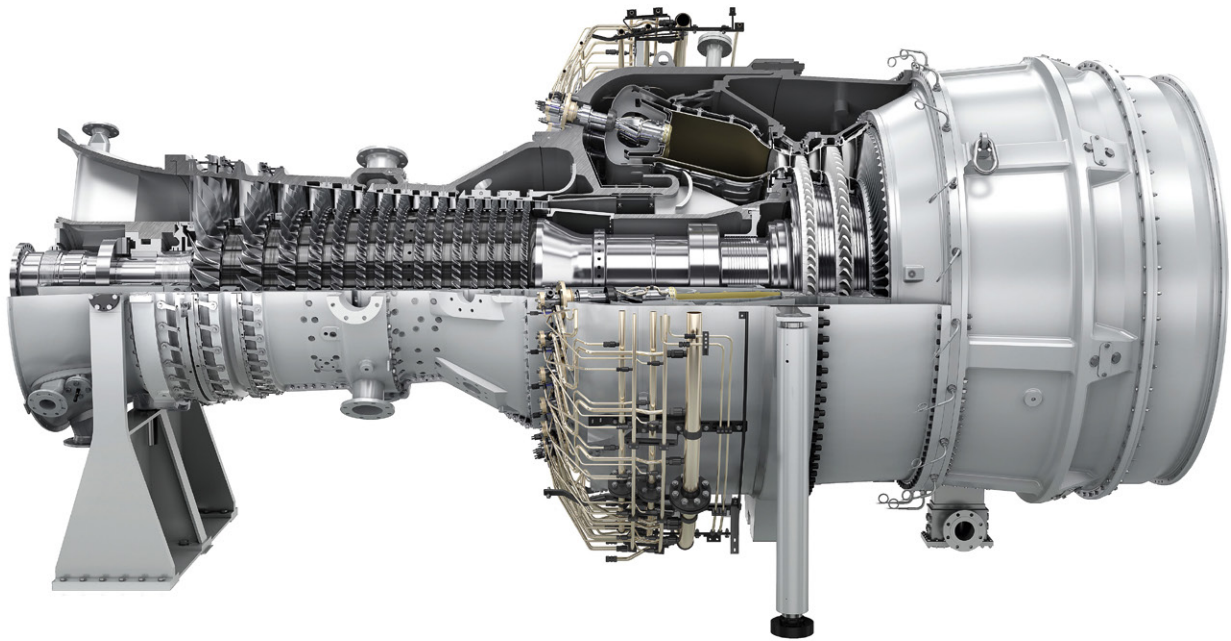
Im Vergleich zu den Ausbauzielen bei erneuerbaren Energien erscheint der bis 2030 geplante Ausbaupfad bei den Elektrolysekapazitäten als wenig ambitioniert. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es bislang kaum Erfahrungen bei der Herstellung grünen Wasserstoffs im Industriemaßstab gibt, auch wenn der Großanlagenbau bei der Skalierung der vorhandenen Technologien bereits Fortschritte erzielt hat und an weiteren Durchbrüchen arbeitet. Außerdem fehlt es weitgehend an einer funktionsfähigen Infrastruktur für die Verteilung und Speicherung von Wasserstoff. Um auf dem Weg in eine nachhaltige Wasserstoff-

wirtschaft voranzukommen, müssen also noch wichtige Weichen gestellt werden. Der Staat könnte durch eine Entbürokratisierung von Genehmigungsverfahren, die schrittweise Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Preise sowie die Schaffung finanzieller Anreize dazu beitragen, einen günstigen Rahmen für private Investoren zu schaffen.

### **Hybride Kraftwerke ebnen den Weg in die Netto-Null-Wirtschaft**

Ein Hybrid-Kraftwerk ist ein Kraftwerk, bei dem verschiedene Ernergieerzeugungs- und -umwandlungsprozesse miteinander gekoppelt sind. Es kann für die Stromerzeugung, Treibstoffgewinnung und/oder Wärmeerzeugung genutzt werden. Dafür werden mehrere Energieumwandlungsanlagen mit Speichern und Energieabnehmern verbunden und untereinander optimiert geregelt. Zu den Energieumwandlungsanlagen zählen sowohl Anlagen auf fossiler als auch regenerativer Basis. Die Energieabnehmer sind in der Regel Wärmenetze, Tankstellen sowie Gas- und Versorgungsnetze. Da Hybrid-Kraftwerke oft mehrere Energieträger kombinieren, können z. B. Fluktuationen eines Energieträgers ausgeglichen werden und die nutzbare Energie kann bedarfsgerecht erzeugt werden.

Ein aktuelles Beispiel für ein Hybrid-Kraftwerk ist das Heizkraftwerk Leipzig Süd, das von einem VDMA-Kraftwerksbauer errichtet wird. Die neue Anlage wird in doppelter Hinsicht einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Energieversorgung leisten: Zum einen machen sich die Stadtwerke Leipzig mit der Investition unabhängig von der Verbrennung von Braunkohle. Zum anderen ist bereits wenige Jahre nach Inbetriebnahme Ende 2022 ein Betrieb mit 30 bis 50 Prozent grünem Wasserstoff vorgesehen. Langfristig wird ein vollständig klimaneutraler Betrieb der Anlage mit grünem Wasserstoff angestrebt, der mittels Elektrolyse aus Wind- oder Sonnenenergie nachhaltig gewonnen werden kann.



Die im Heizkraftwerk Leipzig Süd zum Einsatz kommenden Gasturbinen sollen ab Ende 2022 mit Erdgas befeuert werden und sukzessive auf die Verbrennung immer größerer Anteile von Wasserstoff umgestellt werden. Langfristig ist ein Betrieb mit 100 Prozent grünem Wasserstoff geplant.

Hybride Kraftwerke werden im Kraftwerksmarkt der Zukunft eine wichtige Rolle spielen und können wesentliche Beiträge zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen im Energiesektor leisten. Ferner kann durch die Umwandlung von regenerativer Energie in grünen Wasserstoff mittels Elektrolyse ein Energieträger bereitgestellt werden, der dabei hilft, Sektoren mit einem hohen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wie etwa die Industrie, den Verkehr und die Gebäudewirtschaft schrittweise zu dekarbonisieren.

Die VDMA-Kraftwerksbauer sind als Technologiegeber und als Spezialisten für die Umsetzung von Großprojekten Schrittmacher dieser Entwicklung und tragen zur Erreichung globaler Nachhaltigkeitsziele bei. Trotz der vielfältigen Herausforderungen im aktuellen Marktumfeld blicken die Unternehmen angesichts eines steigenden weltweiten Strombedarfs mit Optimismus in die Zukunft und bleiben für ihre Kunden zuverlässige Partner für nachhaltige Lösungen in einem sich wandelnden Marktumfeld.

## Chemieanlagen

Der Auftragseingang im VDMA-Chemieanlagenbau – dieser Bericht versteht darunter Anlagen zur Herstellung von organischen und anorganischen Chemikalien einschließlich Luftzerlegungsanlagen und Anlagen zur Erzeugung von Industriegasen – ist 2021 sprunghaft gestiegen und hat mit 7,3 Milliarden Euro (2020: 2,1 Milliarden Euro) einen Rekordwert erreicht. Die Bestellungen aus dem Ausland beliefen sich auf 7,1 Milliarden Euro (2020: 1,9 Milliarden Euro), im Inland wurden – wie schon 2020 – Aufträge in Höhe von 159 Millionen Euro verbucht.

Diese Entwicklung beruht im Wesentlichen auf einzelnen Großaufträgen sowie auf pandemiebedingten Nachholeffekten. Die konjunkturelle Erholung hat 2021 industrieübergreifend zu einer starken Nachfrage nach Chemikalien geführt,

wobei die Investitionsausgaben in der chemischen Industrie in etwa im Gleichschritt mit der Produktion wuchsen. Der größte Teil des Investitionswachstums fand im vergangenen Jahr in Asien statt. Dieser Trend wird sich wahrscheinlich weiter fortsetzen: Marktbeobachter gehen davon aus, dass im Jahr 2030 rund zwei Drittel des weltweiten Umsatzes der Chemieindustrie in Asien erzielt werden.

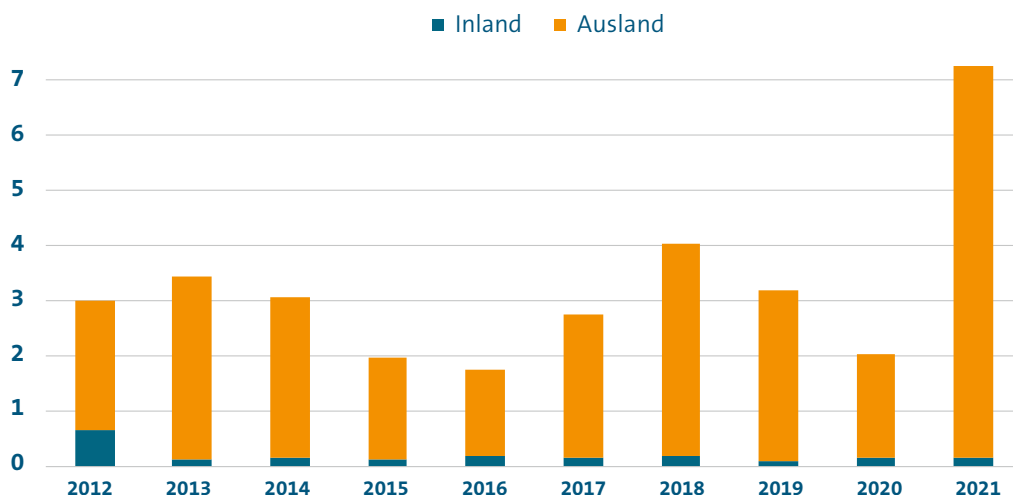
### China ist weltweit die Nummer Eins im Chemiemarkt

China ist mit einem Anteil von 40 Prozent am weltweiten Umsatz schon heute der mit Abstand wichtigste Hersteller von Chemikalien und wird diese dominierende Marktstellung bis 2030 wohl

Abbildung 11

### Gesamt-Auftragseingang Chemieanlagen\* 2012 – 2021

in Milliarden Euro



\* = organischer und anorganischer Chemieanlagen, Luftzerlegungsanlagen, Gaserzeugungsanlagen

Quelle: VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

weiter ausbauen können. In den ersten 10 Monaten des Jahres 2021 erwirtschaftete Chinas Chemiesektor einen Gewinn von über 100 Milliarden US-Dollar, das ist mehr als doppelt so viel wie im gleichen Zeitraum des Jahres 2020 und bietet eine solide Basis für zukünftige Investitionen. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass sich dieser positive Markttrend auch 2022 fortsetzen wird.

Eine besondere Herausforderung für die chinesische Chemieindustrie ist die Reduzierung der Kohlenstoffemissionen in den eigenen Werken. Die Branche konnte hierbei in den vergangenen Jahren bereits Fortschritte erzielen, schließlich zählt die Volksrepublik zu den weltweit größten Investoren in regenerative Energiequellen. Weitere Maßnahmen sind jedoch erforderlich, wenn die Regierung beim Umbau auf ein nachhaltigeres Wachstumsmodell rasch vorankommen will. Als Technologiegeber ist der VDMA-Großanlagenbau ein gefragter Partner, etwa bei der Lieferung von Anlagen zur Herstellung von grünem Wasserstoff oder von Verfahren zur ressourcenschonenden Herstellung von Basischemikalien.

#### Entwicklungen in anderen Marktregionen

In vielen Schwellenländern in Lateinamerika, Osteuropa und Asien wird die chemische Industrie in den kommenden Jahren voraussichtlich schneller wachsen als in den Industrieländern. Indien ist aufgrund seines Bevölkerungsreichtums dabei einer der größten Wachstumsmärkte: Im vergangenen Jahr ist die Produktion von chemischen Erzeugnissen dort um 4,8 Prozent gegenüber 2020 gestiegen. Die aktuelle Marktgröße beträgt rund 175 Milliarden US-Dollar. Bis 2025 soll die Nachfrage nach Chemikalien um durchschnittlich 9 Prozent jährlich zulegen, sodass die indische Chemieindustrie dann bereits 300 Milliarden US-Dollar zum Bruttoinlandsprodukt beitragen wird. Im Zuge dieser Marktverschiebungen wird Europa Anstrengungen unternehmen müssen, um seine

Position als zweitgrößter Standort der globalen Chemieindustrie und als Innovationszentrum zu verteidigen. Für den Großanlagenbau ergeben sich in Europa vor allem Chancen im Zuge von Modernisierungs- und Erweiterungsprojekten an bestehenden Standorten sowie durch das Angebot von Serviceleistungen, die dazu beitragen, die Verfügbarkeit von Anlagen zu verbessern und deren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu reduzieren.

#### Produktivitätstreiber Digitalisierung

Während der Pandemie hat die Digitalisierung in der chemischen Industrie und im Chemieanlagenbau weiter an Bedeutung gewonnen. Sie hat dazu beigetragen, neue, virtuelle Formen der Zusammenarbeit zu etablieren und Arbeitsabläufe grundlegend zu verändern. Beispiele hierfür sind die wachsenden Möglichkeiten der vorausschauenden Wartung („Predictive Maintenance“) und der virtuellen Inbetriebnahme von chemischen Produktionsanlagen, wodurch sich Kosten senken, Wartungszyklen optimieren und das Risiko von Arbeitsunfällen reduzieren lassen.

#### Industrie verpflichtet sich zur Nachhaltigkeit

Neben der Stahl- und der Zementindustrie gehört die Chemiebranche zu den großen industriellen CO<sub>2</sub>-Emittenten. Im Jahr 2020 beliefen sich die Kohlendioxidemissionen der Chemie auf rund 920 Millionen Tonnen, das sind 2,3 Prozent weniger als 2019. Der wesentliche Grund für diesen Rückgang waren nachlassende Wirtschaftsaktivitäten im Zuge der Coronapandemie.

Die von der EU-Kommission erlassenen Regeln zur Vermeidung von Treibhausgasen erfordern von der europäischen Chemieindustrie erhebliche Anstrengungen, um die im European Green Deal verankerten Ziele einer Emissionsreduktion um 55 Prozent bis 2030 und kompletter Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen.

Voraussichtlich werden die zu tätigenen massiven Investitionen die Produktionskosten kurzfristig erhöhen und das Wachstum der Branche damit dämpfen. Die Innovationskraft der chemischen Industrie in Europa und ihr auf die aktuellen und künftigen Anforderungen von Wirtschaft und Gesellschaft ausgerichtetes Produktportfolio, etwa in den Bereichen Energie, Ernährung und Verkehr, gewährleisten jedoch, dass der Industriezweig zukunfts- und wachstumsfähig bleibt.

Etwa 40 Prozent der langfristigen Emissionsziele der chemischen Industrie können durch Investitionen in Effizienzsteigerungen konventioneller Anlagen, die Verwendung biologischer oder abfallbasierter Rohstoffe und der Kreislaufführung von Materialien erreicht werden. Um die verbleibenden 60 Prozent an Emissionseinsparungen zu erzielen, müssen in deutlich stärkerem Maße als bislang klimaneutrale Technologien und innovative Anlagen zum Einsatz kommen. Schließlich haben Industrieanlagen eine Lebensdauer von bis zu 70 Jahren; das bedeutet, dass Investitionen in rein konventionelle Anlagen bereits heute nicht mehr kompatibel mit dem langfristigen Ziel der Klimaneutralität sind.

Grüner Wasserstoff gilt als Schlüssel zur Dekarbonisierung der chemischen Industrie, da er die klimaneutrale Herstellung der neun wichtigsten chemischen Bausteine (Ammoniak, Benzol, Chlor, Ethylen, Harnstoff, Methanol, Propylen, Toluol und Xylol) ermöglicht, die bislang noch für mehr als die Hälfte aller CO<sub>2</sub>-Emissionen der chemischen Industrie verantwortlich sind. Um grünen Wasserstoff in der benötigten Größenordnung bereitstellen zu können, sind enorme Mengen an regenerativem Strom erforderlich. Die chemische Industrie fordert daher von der Politik eine Beschleunigung von Genehmigungsverfahren für einen rascheren Ausbau der erneuerbaren Energien. Wie groß der Handlungsbedarf in Bezug auf diesen Ausbau in den kommenden Jahrzehnten ist, verdeutlicht Abbildung 12 sehr anschaulich.

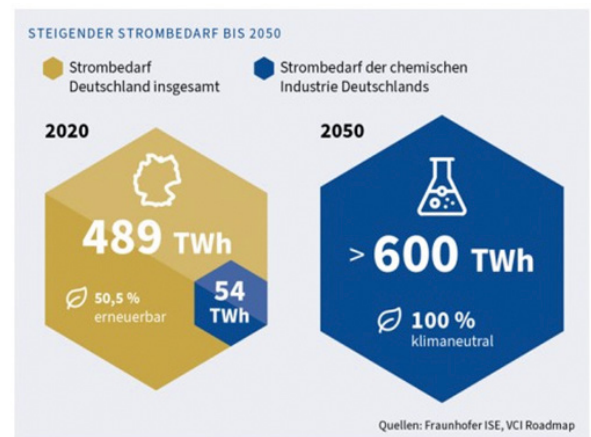


Abbildung 12

### Hohe Energiekosten sind die Achillesferse der chemischen Industrie

Der im vergangenen Jahr zu beobachtende Auftragszuwachs in der chemischen Industrie wird von Sorgen bezüglich steigender Energie- und Rohstoffpreise sowie Engpässen in den globalen Lieferketten begleitet. So hat sich beispielsweise der Ölpreis im Laufe des Jahres 2021 verdoppelt, der Preis von Kohle hat sich verfünffacht und die Erdgaskosten sind in wichtigen Regionen der Welt wie Asien und Europa sogar auf das Zehnfache des Preises von 2020 gestiegen. Im Zuge des russischen Überfalls auf die Ukraine hat sich der Preisauftrieb nochmals beschleunigt. Die deutschen Chemieunternehmen gehen daher von anhaltenden Belastungen durch die Rohstoff- und Energiepreisinflation aus, wie eine aktuelle Umfrage des Verbands der Chemischen Industrie zeigt. Frühestens im Sommer 2022 rechnen die Produzenten mit einer Besserung bei den Versorgungs- und Lieferproblemen. Bei den hohen Gas- und Strompreisen erwarten sie für das ganze Jahr keine Entspannung. Die Einschätzungen haben große Bedeutung für die gesamte verarbeitende Industrie, denn Chemikalien und Kunststoffe werden von nahezu allen Branchen als Vorprodukte bezogen.

Die Energiekosten bleiben somit die Achillesferse der europäischen Chemieindustrie. Zur Aufrechterhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Branche sind Effizienzsteigerungen durch Innovationen daher zwingend erforderlich.



Der VDMA-Großanlagenbau ist in diesem Kontext ein strategischer Partner der chemischen Industrie, der seinen Kunden ressourcenschonende Verfahren und maßgeschneiderte Anlagen für eine nachhaltige Industrieproduktion in großem Stile zur Verfügung stellt.

### Wasserstoff – das Erdöl von Morgen?

Wasserstoff gilt als das Erdöl von Morgen. Er kann eine wichtige Rolle bei der Substitution fossiler Brennstoffe spielen und helfen, sowohl nationale als auch internationale Vorgaben zur Dekarbonisierung zu erfüllen. Diese Ambition spiegelt sich in einer Reihe von staatlichen Programmen wider, in denen konkrete Ausbauziele auf Industrieebene formuliert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Nationale Wasserstoffstrategie Deutschlands mit den drei Wasserstoffleitprojekten H<sub>2</sub>GIGA (Serienfertigung von Elektrolyseuren), H<sub>2</sub>MARE (Wasserstoffproduktion auf hoher See) und TRANSHYDE (Entwicklung einer Infrastruktur für den Wasserstofftransport). Als Ausbauziel nennt

die Strategie eine Produktionskapazität von 5 Gigawatt Elektrolyseleistung für grünen Wasserstoff, die bis 2030 aufgebaut werden soll.

Weltweit wird bis 2050 ein Bedarf von rund 9.000 Terrawatt grünem Wasserstoff erwartet. Eine aktuelle Analyse der 56 größten Volkswirtschaften zeigt, dass bereits mehr als 20 Länder, die für fast die Hälfte der globalen Wirtschaftsleistung stehen, eine nationale Wasserstoffstrategie verabschiedet haben und weitere Staaten in den kommenden Jahren mit ähnlichen Plänen folgen werden. Darüber hinaus unterstützen mehr als 30 Länder nationale und internationale Wasserstoffprojekte. Diese Vorhaben konzentrieren sich derzeit vor allem auf Nordamerika und Europa mit einem Schwerpunkt im Vereinigten Königreich.

Andere Länder investieren in die Erzeugung von blauem Wasserstoff, dessen Erzeugung mit einem CO<sub>2</sub>-Abscheidungs- und -Speicherungsverfahren gekoppelt wird. Das bei der Wasserstoffproduktion erzeugte Kohlendioxid gelangt



Mit der Anlage in Bécancour in Kanada wurde im Januar 2021 die weltweit größte Proton Exchange Membrane-Elektrolyseanlage mit einer Kapazität von 20 Megawatt in Betrieb genommen.

so nicht in die Atmosphäre und die Wasserstoffproduktion kann bilanziell als CO<sub>2</sub>-neutral betrachtet werden. Neben Japan ist vor allem Südkorea derzeit führend in diesem Marktsegment, nicht zuletzt aufgrund einer massiven staatlichen Förderung. Die im Oktober 2021 bekannt gegebene Wasserstoffvision postuliert bei der inländischen Nachfrage nach Wasserstoff nunmehr ein Ziel von 3,9 Millionen Tonnen im Jahr 2030, doppelt so viel wie noch in einer Roadmap von Anfang 2019. Addiert man die aktuell geplanten Vorhaben, ergibt sich in Südkorea bis 2030 ein Investitionsvolumen von 9 Milliarden US-Dollar allein für blauen Wasserstoff. Darüber hinaus besteht die Absicht, Werke zur Herstellung von flüssigem und auch von grünem Wasserstoff zu errichten. Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau sind bei einer Reihe dieser Projekte als Kooperationspartner und Technologiegeber involviert.

Wenn der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft wie geplant voranschreitet, ist in Südkorea ein Selbstversorgungsgrad mit Wasserstoff von maximal 60 Prozent möglich. Um den restlichen Bedarf abzudecken, gibt es – ähnlich wie in Deutschland – zahlreiche Vorhaben zum Import von Wasserstoff. Bei diesen Projekten sollen südkoreanische Engineering-Unternehmen gemeinsam mit ausländischen Partnern Anlagen zur Herstellung von blauem und grünem Ammoniak, grünem Methanol und grünem Wasserstoff errichten und gleichzeitig Strategien zum Transport von Wasserstoff aus dem Ausland entwickeln. Die Standorte der geplanten Anlagen liegen in klimatisch günstigen Regionen wie etwa Südostasien, dem Mittleren Osten und Australien.

#### **Der Großanlagenbau liefert Technologien zur Dekarbonisierung**

Der VDMA-Großanlagenbau wird als Partner bei der Gestaltung der Energiewende in der chemischen Industrie immer wichtiger.

Das Portfolio der Unternehmen umfasst effiziente Verfahren und innovative, nachhaltige Anlagen und kombiniert diese Lösungen mit der Fähigkeit, Technologien vom Labormaßstab in ein industrielles Format zu skalieren. Zu den Angeboten des VDMA-Großanlagenbaus zählen beispielsweise Wasserelektrolyse-Anlagen, Wasserstoffverflüssigungsanlagen sowie Verfahren zur Abscheidung, Nutzung und Sequestrierung von Kohlendioxid (CCUS). Mit Hilfe dieser Technologien soll die chemische Industrie schrittweise dekarbonisiert werden.

Im vergangenen Jahr wurde eine Vielzahl von Projekten zum Bau von Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff angekündigt. Schätzungen zufolge werden allein die bislang geplanten Investitionsvorhaben zu einem Aufbau von weltweiten Elektrolysekapazitäten in einer Größenordnung von 17 GW bis 2026 führen. In der EU stehen dabei Projekte zur Herstellung von grünem Wasserstoff im Fokus. Ähnliche Entwicklung zeichnen sich in Australien, dem Nahen Osten und Südamerika ab, die sich zu wichtigen Drehscheiben für den Export, aber auch für die Herstellung von grünem Wasserstoff entwickeln könnten. Im Zuge dieses Markthochlaufs erwarten Experten, dass der Preis für eine Kilogramm grünen Wasserstoffs von derzeit ca. 10 US-Dollar auf ca. 1 US-Dollar im Jahr 2030 sinken könnte.

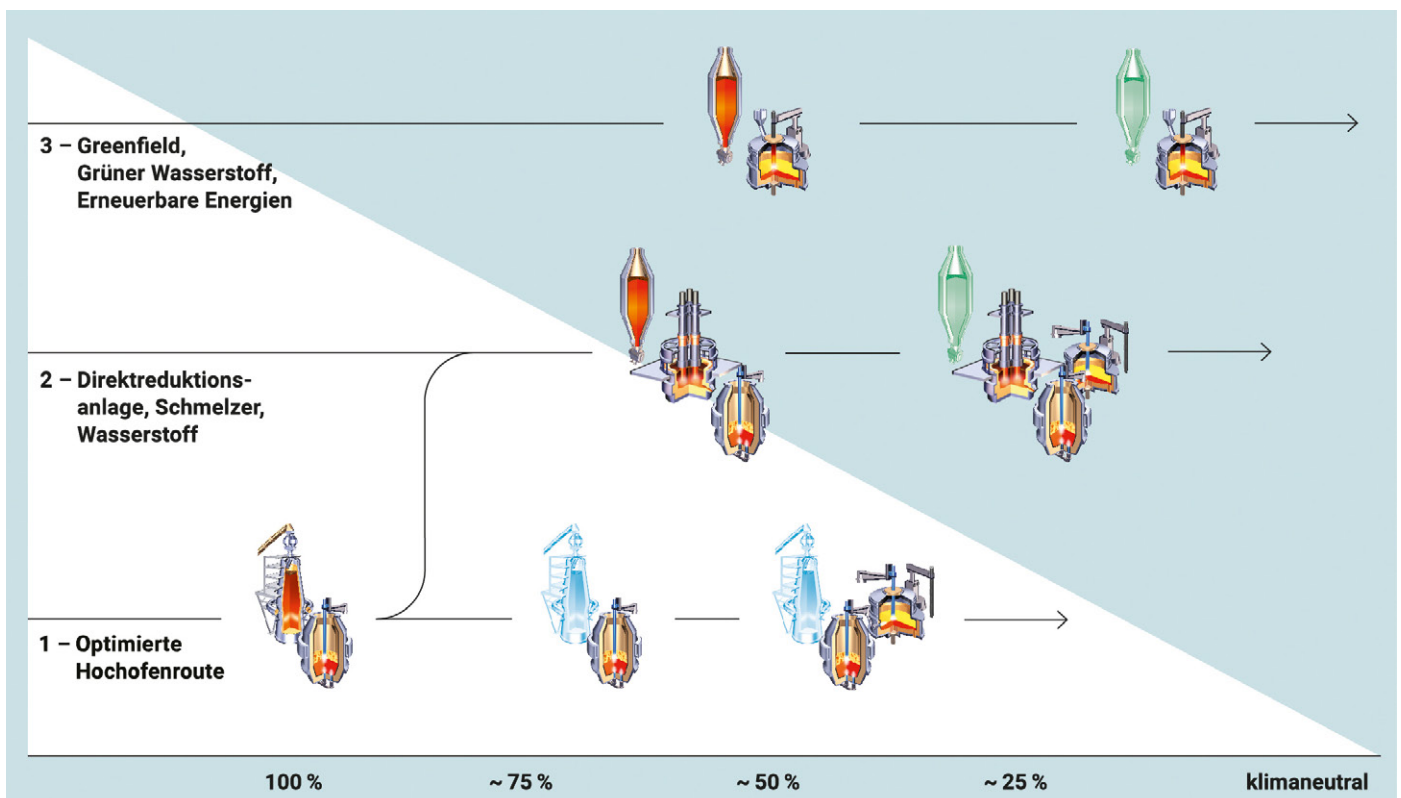
Da in Europa und in Nordamerika erhebliche Fördermittel zur Verfügung stehen, gewinnt auch das Thema CCUS weiter an Bedeutung. Zu den Leuchtturmprojekten in Europa zählt der Aufbau der weltweit größten grenzüberschreitenden Wertschöpfungskette zur Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid. Das Projekt wird gemeinsam von zwei europäischen Chemiekonzerne an deren Verbundstandort in Antwerpen entwickelt. Durch die Vermeidung von 14,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> in den ersten zehn Betriebsjahren soll das Projekt einen wesentlichen Beitrag zum Ziel der EU leisten, bis 2050 klimaneutral zu werden.

## Hütten- und Walzwerke

### Auf dem Weg zur nachhaltigen Metallindustrie

Die zur Eindämmung des Klimawandels von der Politik gesetzten Rahmenbedingungen, wie etwa die Einführung von CO<sub>2</sub>-Preisen, der Emissionsrechtehandel oder die Vorgabe spezifischer CO<sub>2</sub>-Minderungsziele, zwingen die Hersteller von Stahl, Aluminium, Kupfer und anderen Nichteisen-Metallen zu einer grundlegenden Transformation. Diese Industrien verursachen heute rund 10 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen, so dass die Dekarbonisierung, d.h. die Umstellung von einer auf fossilen Brennstoffen basierenden Produktion hin zu klimaneutralen Prozessen, für die gesamte Metallbranche einen historischen Umbau darstellt.

Gleichzeitig bieten sich die Stahl-, Aluminium- und Kupferindustrien aus mehreren Gründen als „Leitmärkte“ für den klimaneutralen Umbau der Wirtschaft an. Im Vergleich zu anderen Branchen sind die notwendigen technischen Lösungen weit entwickelt und können kurzfristig implementiert werden. Auch besitzen die Metallindustrien eine große Hebelkraft für Emissionsminderungen. So spart der Einsatz einer Tonne klimaneutral erzeugtem (grünem) Wasserstoff in der Stahlproduktion rund 26 Tonnen CO<sub>2</sub> im Vergleich zur klassischen Hochofenroute ein. Nicht zuletzt sind Metalle aufgrund ihrer Langlebigkeit und der Eignung zum Recycling für eine Kreislaufwirtschaft prädestiniert.



Schematische Darstellung von drei Wegen zur Transformation der Stahlherstellung: Optimierung der Hochofenroute, Integration einer Direktreduktionsanlage in bestehende Hüttenwerke und Neubau von Werken basierend auf grünem Wasserstoff.

Der metallurgische Maschinen- und Anlagenbau spielt eine Schlüsselrolle beim Umbau der Metallindustrien. Alle notwendigen Verfahren, Technologien und Anlagen werden von oder in Kooperation mit Anlagenbauern entwickelt und realisiert. Damit ist der Großanlagenbau dank seiner Innovationskraft ein zentraler Enabler für die Umsetzung der Strategien und Maßnahmen zum Erreichen der globalen Klimaziele. Für den metallurgischen Anlagenbau stellt diese Transformation daher zugleich eine Chance für langfristiges Wachstum dar.

### Dekarbonisierung der Stahlindustrie

In der Stahlindustrie ist die Dekarbonisierung der Roheisenerzeugung die wichtigste Einzelmaßnahme auf dem Weg zur Klimaneutralität, da hier mehr als 80 Prozent der Treibhausgase im gesamten Produktionsprozess entstehen. Mittel- und langfristig führt der Weg zur Klimaneutralität für die meisten Märkte in der Ablösung der klassischen kohlenstoffbasierten Route aus Hochofen und Konverterstahlwerk durch eine wasserstoffbasierte Route mit Direktreduktionsverfahren und Stahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen. Alternativ können die vorreduzierten Eisenerz-Pellets auch in einem Reduktionsofen erschmolzen und dann in einer konverterbasierten Stahlerzeugung veredelt werden.

Im Rahmen der Direktreduktion lässt sich regenerativ erzeugter grüner Wasserstoff vergleichsweise einfach in den Herstellungsprozess von Stahl integrieren. Auf Erdgasbasis wird diese Technologie bereits seit Jahrzehnten angewendet (Midrex®-Technologie). Dabei reduziert man Eisenerze in Form von Pellets im Schachtofen mit Erdgas anstelle von Koks. Bevor das Erdgas in den Reaktionsreaktor gelangt, wird es in Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff aufgespalten, so dass das Reduktionsgas schon heute zu wesentlichen Teilen aus Wasserstoff besteht.

Durch die stufenlos mögliche Anreicherung der Reduktionsgase mit grünem Wasserstoff ließe es sich sogar vollständig dekarbonisieren.

Alle namhaften Stahlhersteller haben für ihre Infrastruktur angepasste Maßnahmen zur Dekarbonisierung entwickelt und verfolgen diese Projekte mit großem Nachdruck. Die Voraussetzung für klimaneutralen Stahl ist allerdings die Verfügbarkeit von grünem Strom bzw. daraus erzeugtem Wasserstoff in ausreichender Menge und zu wettbewerbsfähigen Preisen. Aufgabe des Staates und der Politik wird es sein, verlässliche regulatorische, finanzielle und infrastrukturelle Rahmenbedingungen zu etablieren und damit die Voraussetzungen für diese historische Transformation zu schaffen. Solange grüner Wasserstoff nicht in ausreichender Menge zur Verfügung steht, können Direktreduktionsanlagen Übergangsweise auch mit Erdgas betrieben werden. Schon damit lassen sich mehr als 50 Prozent CO<sub>2</sub> im Vergleich zur Hochofenroute einsparen.

Aufgrund der außerordentlich hohen Investitionen in neue Technologien und Anlagen ist für eine rasche Senkung der Treibhausgasemissionen auch der schrittweise Umbau der bestehenden Anlagen und Infrastruktur geboten. So kann ein Teil der kohlenstoffhaltigen Festbrennstoffe durch Eindüsung von kohlenstoff- und/oder wasserstoffhaltigen Synthesegasen in den Hochofen ersetzt werden. Das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial liegt hier bei bis zu 30 Prozent. Der Umbau der vorhandenen Anlagen und Infrastruktur erfordert eine intensive Neubewertung der Energiebilanzen und die Neuorganisation der Energieflüsse in den integrierten Hüttenwerken und ist ohne die Expertise des Großanlagenbaus nicht möglich.



### Kreislaufwirtschaft

Der Begriff der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) bezeichnet ein nachhaltiges ökonomisches Modell, das auf die Vermeidung von Abfall und die kontinuierliche Nutzung von Ressourcen abzielt. Dabei werden Materialien und Produkte wiederverwendet, geteilt, repariert, aufgearbeitet und recycelt, um ein geschlossenes Kreislaufsystem zu schaffen und den Einsatz von Ressourcen und die Entstehung von Abfall, Verschmutzung und Kohlenstoffemissionen zu minimieren.

Metalle sind besonders für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft geeignet, da sie extrem langlebig und theoretisch unendlich oft recycelt werden können, ohne dass ihre Qualität oder Eigenschaften beeinträchtigt werden. Recycling vermeidet indirekt Emissionen bei der Gewinnung, Aufbereitung und dem Transport von Erzen

sowie bei der Primärmetallerzeugung und verbessert gleichzeitig die Verfügbarkeit von seltenen Elementen, gerade in rohstoffarmen Regionen. In der Praxis kommt es im Produktlebenszyklus natürlich zu Verlusten in Form von Energie, Exergie oder Dissipation. Diese quantifizierbaren Verluste sind der Maßstab für die technologischen und wirtschaftlichen Grenzen der Circular Economy. Das Ziel des Anlagenbaus muss es sein, die Recyclingraten an die thermodynamischen und technologischen Grenzen zu bringen.

In der Stahlindustrie existieren bereits weltweit etablierte Recyclingsysteme und die Produktionskapazität der energetisch wesentlich effizienteren Sekundärroute mit Elektrolichtbogenöfen wird allein von den verfügbaren Schrottmengen und -qualitäten begrenzt. Auch für Kupfer und andere Nichteisenmetalle bestehen vergleichbare

Im Rahmen der Direktreduktion lässt sich regenerativ erzeugter grüner Wasserstoff vergleichsweise einfach in den Herstellungsprozess von Stahl integrieren.







Beim Batterierecycling wird im ersten Schritt durch Schreddern von Altbatterien die „Black Mass“ gewonnen, die die Materialien für die Batterieherstellung enthält. Im hydrometallurgischen Teil werden dann etwa Lithium, Nickel und Kobalt extrahiert. Die hochreinen Materialien können anschließend wieder in der Kathoden- bzw. Batteriezellenproduktion eingesetzt werden.

Systeme. Jedoch sind die Produkte in diesem Bereich häufig äußerst komplex und bestehen aus vielen Elementen, Materialien und Mineralien, die miteinander verbunden sind, um die Funktionalität des Produkts zu erzeugen. So verbindet ein Smartphone auf engstem Raum viele Hundert Metalle, Legierungen, Werkstoffe, Kunststoffe und Glas zu einem Funktionsmix. Für den metallurgischen Anlagenbau besteht die Herausforderung in der Entwicklung technologisch und wirtschaftlich effizienter Verfahren, um die Metalle wieder in einen für die Herstellung neuer Hightech-Produkte erforderlichen Reinheitsgrad zu bringen.

Dabei ergeben sich für den Großanlagenbau neue Geschäftsfelder wie Anlagen zum Recycling von Batterien von Elektrofahrzeugen. Viele Automobilhersteller, aber auch Stahlhersteller oder Unternehmen der Abfallwirtschaft arbeiten am Aufbau entsprechender Recyclingkapazitäten, um die in den Lithium-Ionen-Akkus enthaltenen Rohstoffe in den Kreislauf zurückzuführen.

## Digitalisierung

Auch die Digitalisierung bietet Potenzial zur kurzfristigen Senkung des Energieverbrauchs in der Stahl-, Aluminium- und Kupferindustrie in einer Größenordnung von 5 bis 10 Prozent. In diesen Industrien ist ein erheblicher Teil der Gesamtkosten auf den Einsatz von Energie und Rohstoffen zurückzuführen, der oft nicht ausreichend kontrolliert und prognostiziert werden kann.

Die größten Hebel digitalen Energiemanagements liegen in den Bereichen Energieeffizienz, -planung und -management. Im Bereich der Energieeffizienz können Energie- und Ressourcenflüsse überwacht und vorhergesagt sowie mittels dynamischer Zielgrößenanpassung und einer entsprechender Kontextualisierung an aktuelle Produktionspläne angepasst werden. Im Bereich der Energieplanung können Cashflows auf Basis aktueller Ressourcenflüsse und Vertragskonstellationen simuliert und optimiert werden. Des Weiteren kann im Energiemanagement mittels intelligenter, softwarebasierter Lösungen der aktuelle CO<sub>2</sub>-Fußabdruck transparent dargestellt werden sowie Leckagen oder Fehlfunktionen im Verteilernetz identifiziert und Abweichung zwischen Energiebedarf und Verbrauch aufgedeckt werden.



## Papier- und Zellstoffanlagen

### Anspruchsvolle Rahmenbedingungen in der Papierindustrie

Das Marktumfeld in der globalen Papierindustrie war im vergangenen Jahr von vielfältigen Herausforderungen gekennzeichnet. Gestiegene Rohstoffpreise, Engpässe bei der Beschaffung von Material, gestörte Lieferketten sowie Lockdowns und weitere pandemiebedingte Einschränkungen stellten hohe Anforderungen an die Flexibilität der Unternehmen. Trotz dieser Widerstände ist die Papierproduktion 2021 weltweit wieder leicht gestiegen und hat das Vorkrisenniveau nahezu erreicht.

### Coronapandemie beschleunigt den Wandel in der Papiernachfrage

Wie bereits in den vergangenen Jahren waren die stärksten Produktionszuwächse auch 2021 im Bereich Karton und Verpackungspapiere zu verzeichnen. Der boomende Internethandel, der durch regionale Lockdowns einen zusätzlichen Schub erhielt, war hierfür eine wesentliche Triebfeder. Die Produktion von Hygiene- und Spezialpapieren nahm ebenfalls leicht zu, wohingegen die weltweite Nachfrage nach grafischen Papieren in Folge der immer stärkeren Digitalisierung vieler Lebensbereiche auf dem niedrigen Niveau von 2020 stagnierte.



**Groß, größer, Großanlagenbau:** Mit der hier abgebildeten Papieranlage in Beihai, die in der Rekordzeit von 18 Monaten errichtet wurde, lassen sich über eine Million Tonnen Papier pro Jahr produzieren.

An diesen grundlegenden Trends wird sich 2022 voraussichtlich wenig ändern. Marktbeobachter erwarten Produktionssteigerungen in allen Marktsegmenten, mit Ausnahme der grafischen Papiere. Aufgrund der insgesamt höheren Produktionsmengen ist mit einem wachsenden Bedarf an Ersatz- und Verschleißteilen zu rechnen. Auch von einem stärkeren Servicegeschäft ist auszugehen, wobei die nach wie vor existierenden Reiserestriktionen und Kontaktbeschränkungen eine besondere Herausforderung im internationalen Geschäft darstellen. Eine Lösung bieten digitale Fernwartungen, die eine orts- und zeitunabhängige Unterstützung der Servicetechniker ermöglichen.

#### **Globale und regionale Markttrends**

Der Markt für Maschinen und Anlagen zur Papierherstellung erholte sich schneller, als es von vielen Experten zu Beginn der Pandemie erwartet wurde. Die globale Investitionstätigkeit zog 2021 im Vergleich zum Vorjahr deutlich an. Besonders hervorzuheben ist die sehr hohe Nachfrage nach Karton- und Verpackungspapiermaschinen im Vergleich zu 2020. Hohe Investitionen wurden ferner im Bereich der Anlagen zur Herstellung von Spezialpapieren und von Vliesstoffen getätigt. Trotz der globalen Herausforderungen konnten zudem erfolgreich Neuanlagen in Betrieb genommen werden.

Die hier beschriebenen allgemeinen Markttrends gelten grundsätzlich für alle Weltregionen, wobei im vergangenen Jahr die folgenden regionalspezifischen Entwicklungen zu beobachten waren:

In Asien haben sich die Produktionsmengen 2021 in den Bereichen Spezialpapier und grafisches Papier leicht erholt, sie reichen jedoch nicht an die Werte aus den Jahren vor der Pandemie heran. Hingegen übertraf die Produktion von Karton-, Verpackungs- sowie Hygienepapieren das Vorkrisenniveau zum Teil deutlich. In der Folge stieg auch die Nachfrage nach Karton- und Verpackungspapiermaschinen, insbesondere in China. In den Segmenten grafisches Papier sowie Spezial- und Hygienepapiere hat sich die Investitionsbereitschaft auf einem in Relation zum Vorjahr geringeren Niveau stabilisiert.

Südamerika war 2021 die einzige Region, in der die Produktion aller Papiersorten zugenommen hat. Allerdings verharrte die Investitionstätigkeit auf niedrigem Niveau und beschränkte sich überwiegend auf den Hygienepapierbereich. In Nordamerika befand sich die Papierproduktion – mit Ausnahme der Grafikpapiere – im Vergleich zum Vorkrisenniveau ebenfalls auf Wachstumskurs. Die Hersteller von Verpackungspapieren erweiterten ihre Kapazitäten, darüber hinaus wurde in geringerem Umfang auch neue Anlagen zur Herstellung von Hygienepapieren bestellt.

In Europa, dem Mittleren Osten und Afrika (Marktregion EMEA) waren bezüglich der Produktion ähnliche Entwicklungen wie in Nordamerika zu beobachten: Gestiegenen Mengen in den Bereichen Spezialpapier, Karton und Verpackungspapiere sowie Hygienepapier stand eine geringere Produktionsmenge von grafischen Papieren gegenüber. Gleichzeitig hat sich die Investitionsbereitschaft der Papierhersteller 2021 erholt und das Vorkrisenniveau wieder erreicht.

### **Die Papierindustrie setzt auf Nachhaltigkeit – mit dem Anlagenbau als Impulsgeber**

Die globale Papierindustrie steht vor der großen Herausforderung, die eigenen Produktionsprozesse noch ressourceneffizienter aufzusetzen, als dies ohnehin schon der Fall ist. Diese Notwendigkeit ergibt sich zum einen aus politischen und gesetzlichen Vorgaben, wie etwa dem von der EU beschlossene Green Deal, der vorsieht, dass die Treibhausgasemissionen in der Union bis 2030 um 55 Prozent in Relation zum Jahr 1990 sinken sollen. Zum anderen spielen auch steigender Kostendruck sowie sich verändernde gesellschaftliche Präferenzen, die dem Thema Nachhaltigkeit mehr Bedeutung beimessen, eine wichtige Rolle. Um diese Ziele zu erreichen, setzen viele Unternehmen aus dem Papiersektor auf eine enge Zusammenarbeit mit dem im VDMA organisierten Papier- und Zellstoffanlagenbau, der innovative Lösungen für eine nachhaltige und effiziente Papierherstellung bereitstellt.

### **Neue Verfahren reduzieren den Wassereinsatz und verbessern die Faserausbeute bei der Papierherstellung**

Damit die Papierindustrie ihren Beitrag zur Erreichung globaler Klimaziele leisten kann, sind neben der Weiterentwicklung bestehender Technologien auch disruptive Ansätze notwendig. Die Reduktion des Frischwassereinsatzes ist eine der großen Herausforderung beim Betrieb von Anlagen in der Papier- und Zellstoffindustrie. Ein starker Hebel ist dabei die schrittweise Schließung der Wasserkreisläufe im Produktionsprozess. Bei den derzeit modernsten Verfahren der Papierherstellung wird das genutzte Wasser mit Hilfe anaerober Aufbereitungstechniken gereinigt und wieder vollständig in den Produktionsprozess eingespeist. Auf diese Weise lässt sich der Frischwasserverbrauch pro Kilogramm produziertem Papier auf 1,5 Liter senken.

Aufgrund des anaeroben Prozesses entsteht gleichzeitig eine große Menge an Biogas. Dieses kann als Primärenergie verwendet werden und reduziert sowohl die Energiekosten als auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen. In Summe senkt der geschlossene Wasserkreislauf die Kohlendioxidemissionen um bis zu 10 Prozent.

Das Recycling von Altpapier ist ein weiterer Ansatzpunkt, um die Nachhaltigkeit des Werkstoffs zu verbessern. Schließlich benötigen aus Altpapier hergestellte Papierprodukte im Vergleich zu Papierprodukten auf Frischfaserbasis deutlich geringere Ressourcen. In den vergangenen Jahrzehnten konnten bereits große Fortschritte auf diesem Gebiet erzielt werden: Die Recyclingquoten von Papier liegen in Europa bei 74 Prozent (2020), weltweit wurde 2018 erstmals ein Wert von mehr als 50 Prozent erreicht – bei steigender Tendenz. In diesem Zusammenhang setzen sich auch branchenübergreifende Initiativen wie etwa die 4evergreen-Allianz für Nachhaltigkeitsziele ein und fördern die Verbreitung von nachhaltigen und kreislauffähigen Verpackungen aus Fasern. Der im VDMA organisierte Maschinen- und Anlagenbau hat durch die Entwicklung innovativer Anlagen und Verfahren, die es erlauben, Papierfasern in noch höherer Qualität bei geringerem Energieeinsatz aus Altpapier zurückzugewinnen, wesentlich zu diesen Erfolgen beigetragen.





Mit der hier abgebildeten Versuchsstreichmaschine können kleine Chargen von Barrierepapieren für Markttests produziert und verschiedene Anlagenkonzepte getestet werden. Dadurch erhöht sich die Planungssicherheit für die Kunden bei zukünftigen Projekten.

#### **Digitalisierung mit steigender Relevanz – auch in der Papierindustrie**

Die virtuelle Vernetzung, Steuerung und Durchführung von industriellen Abläufen hat in den vergangenen Jahren branchenübergreifend stark an Bedeutung gewonnen. Auch die Hersteller von Papier nutzen die Potenziale der Digitalisierung. Sie werden dabei vom Anlagenbau durch das Angebot innovativer Services, mit denen sich Anlagen aus der Ferne überwachen lassen und Wartungsarbeiten und Fehlerbehebungen automatisiert und vorausschauend durchgeführt werden können, unterstützt. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist eine auf künstlicher Intelligenz und der Analyse großer Datenmengen basierende Technologie, die kritische Prozesszustände bei der Papierherstellung automatisch erkennt, Gegenmaßnahmen einleitet und damit verhindert, dass es zu Bahnabrissen und Produktionsunterbrechungen kommt.

Eine weitere innovative Lösung setzt auf die Nutzung künstlicher neuronaler Netze, die mit Hilfe von Expertenwissen erlernen, Altpapier bereits vor der Stoffaufbereitung zu analysieren und der jeweiligen Handelsklasse zuzuordnen. Die frühzeitige Bereitstellung von Informationen über die genaue Qualität von Altpapier ermöglicht eine effiziente Prozesssteuerung, wodurch Faserverluste reduziert und Kosten gesenkt werden können.

Diese Beispiele verdeutlichen, dass Nachhaltigkeit und Digitalisierung in der Papierindustrie Hand in Hand gehen, wodurch die Zukunftsfähigkeit des Werkstoffs Papier sichergestellt wird. Der Maschinen- und Anlagenbau übernimmt in diesem Kontext die Rolle des Impulsgebers, der der Industrie innovative Technologien liefert, mit denen sich Papier sowohl kostengünstig als auch ressourcenschonend herstellen lässt.

## Wasserkraftwerke

### Der Einfluss der Coronapandemie auf den Energiemarkt

Aufgrund der Coronapandemie und dem damit verbundenen Rückgang wirtschaftlicher Aktivitäten ist der weltweite Stromverbrauch im Jahr 2020 deutlich gesunken. 2021 war wieder ein Wachstum zu verzeichnen, das sich aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung nahezu aller Lebensbereiche und vieler industrieller Prozesse mittelfristig voraussichtlich weiter fortsetzen wird.

Gut die Hälfte dieses Zuwachses stammte aus erneuerbaren Quellen. Ihr Anteil an der globalen Stromproduktion liegt laut Schätzungen der Internationalen Energie Agentur (IEA) aktuell bei nahezu 30 Prozent, wobei sogar 70 Prozent aller weltweiten Investitionen in den Ausbau der Stromerzeugung in „grüne“ Projekte fließen. Im Wasserkraftbereich kann das Marktvolumen aufgrund des hohen Investitionsumfangs einzelner Wasserkraftprojekte von Jahr zu Jahr stark schwanken. 2021 stiegen die globalen Vergaben im Vergleich zum sehr niedrigen Vorjahreswert leicht an, blieben angesichts pandemiebedingter staatlicher Einnahmeausfälle und Schwierigkeiten bei privaten Projektfinanzierungen jedoch deutlich unter dem Vorkrisenniveau. Die Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie erschwerten zudem die Abwicklung von Projekten sowie die Durchführung von Service- und Baustellentätigkeiten.

### Asien weiterhin führend beim Ausbau der Wasserkraft

Asien nahm gegen Ende des Jahres 2020 weltweit eine führende Rolle beim Ausbau der Wasserkraft ein. Es wurden Anlagen mit einer Kapazität von insgesamt 16 Gigawatt (GW) in Betrieb genommen. Davon entfielen ca. 14,4 GW auf Ostasien und die Pazifik-Region und ca. 1,6 GW auf Süd- und Zentralasien. Nachdem der Ausbau der Wasserkraft im wichtigen Markt China aufgrund verzögerter Energiemarktreformen zuletzt ins Stocken geraten war, stieg das Marktvolumen im Jahr 2020 wieder auf 13,8 GW an. Die International Hydropower Association (IHA) erwartet, dass bis 2030 rund 40 Prozent des weltweiten Zubaus allein in China stattfinden wird – gefolgt von Indien als dem zweitwichtigsten Markt.

### Wasserkraft bewahrt Europa vor einem Stromausfall

Von der Bevölkerung weitgehend unbemerkt wurde das europäische Stromnetz im Januar 2021 auf eine harte Probe gestellt und entging nur knapp einem flächendeckenden Stromausfall. Nachdem mehrere Kraftwerke in Südosteuropa schlagartig ausfielen, kam es zu einem abrupten Frequenzeinbruch im europäischen Stromnetz. Nur durch gemeinsame Anstrengungen aller Stromnetzbetreiber mit der Zuschaltung von Wasserkraftwerken in Österreich und der gezielten Abschaltung von Verbrauchern in Frankreich und Italien konnte das System wieder stabilisiert und ein Blackout verhindert werden. Dieses Ereignis unterstreicht die enorme Bedeutung der Wasserkraft – und hier insbesondere der Pumpspeichertechnologie – als Stabilisator in einem von volatiler Wind- und Solarstromeinspeisung abhängigen europäischen Energiesystem.



Mit über 3 GW Zubau war Europa 2021 hinter Asien der zweitwichtigste Markt für die Anbieter von Wasserkraftwerken. Die Nachfrage konzentrierte sich vor allem auf den Ausbau und die Modernisierung bestehender Anlagen, in erster Linie von Pumpspeicherkraftwerken. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die Erweiterung des österreichischen Kraftwerkskomplexes Kühltal in Tirol. Mit dem Bau eines zweiten Pumpspeicherkraftwerks an diesem Standort kann erneuerbare Energie zeitlich flexibel erzeugt und Strom aus anderen Energiequellen zwischengespeichert werden. Das Erweiterungsprojekt leistet somit einen wichtigen Beitrag zur europäischen Energiewende.

Ob die von der neuen Bundesregierung in Aussicht gestellte, signifikante Beschleunigung und Vereinfachung von Genehmigungsverfahren für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien auch zu einer Renaissance der Wasserkraft in Deutschland führen wird, bleibt abzuwarten. Pläne zum Bau neuer Pumpspeicherkraftwerke gab es bereits in der Vergangenheit. Die Umsetzung dieser Projekte scheiterte aber häufig an strengen Regulierungen, fehlenden Baugenehmigungen, an lokalen Widerständen aus der Bevölkerung und nicht zuletzt an mangelndem Rückhalt aus der Politik, die solche Projekte nicht im erforderlichen Maße unterstützte.

### **Pumpspeicher-Perspektive und Modernisierungen in Nordamerika**

Die Investitionen in neue Wasserkraftwerke in Nordamerika fielen 2020 mit einem Zubau um 530 MW erneut eher niedrig aus. Ungeachtet dessen verfügen die USA und Kanada über eine sehr große installierte Basis und viele Kraftwerksbetreiber setzen im aktuellen, von einer ambitionierten Klimapolitik geprägten Marktumfeld, auf die Modernisierung ihrer Anlagen. Darüber hinaus könnte sich das im Dezember 2021 vom US-Kongress verabschiedete riesige Infrastrukturpaket im Umfang von 1,2 Billionen US-Dollar positiv auf den Bau neuer Wasserkraftwerke auswirken.

Ein aktuelles Projektbeispiel ist die Modernisierung des im Bundesstaat New York gelegenen Wasserkraftwerks Robert Moses, einem der derzeit größten Wasserkraftprojekte in den USA. Ein Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau wurde dort mit der Planung, Lieferung und Installation wichtiger elektro-mechanischer Komponenten beauftragt. Ferner gewinnt die Pumpspeichertechnologie in den USA weiter an Aufmerksamkeit: Der US-Wasserkraftverband informierte kürzlich, dass in den letzten zehn Jahren ein erheblicher Anstieg der geplanten Vorhaben in den USA zu verzeichnen war. Ende 2019 befanden sich 67 Pumpspeicherkraftwerke in verschiedenen Entwicklungsstadien. Das entspricht einer neuen Kapazität von 52,5 GW – ein Anstieg von 22 Prozent gegenüber 2018.



Das am Niagara-Fluss im Staat New York gelegene Wasserkraftwerk Robert Moses wird modernisiert.

### **Marktvolumen in Südamerika schrumpft erwartungsgemäß**

Südamerika war 2019 hinter Asien der an den Inbetriebnahmen gemessen zweitwichtigste Markt für die Anbieter von Wasserkraftwerken weltweit. 2020 fiel der Kontinent mit einem Kapazitätsausbau um lediglich 476 MW jedoch deutlich zurück. Diese Entwicklung überrascht nicht, schließlich gab es in Südamerika keine ähnlich großen Inbetriebnahmen wie noch im November 2019, als das Großkraftwerk Belo Monte mit einer Leistung von 5 GW fertiggestellt wurde. Dennoch ist Brasilien im Hinblick auf den Zubau neuer Kapazitäten nach wie vor der größte regionale Markt, gefolgt von Chile und Argentinien. In Anbetracht des Alters vieler Anlagen ist davon auszugehen, dass auch in Lateinamerika eine größere Modernisierungswelle bevorsteht.

### **Potenzial in Afrika noch unausgeschöpft**

In Afrika ist Wasserkraft weiterhin die wichtigste erneuerbare Energiequelle. In den Gebieten südlich der Sahara wird sich der Anteil der Wasserkrafterzeugung IEA-Einschätzungen zufolge bis 2040 verdreifachen. Einzelne Länder wie die Demokratische Republik Kongo oder Äthiopien decken schon heute mehr als 75 Prozent ihres Energiebedarfs mit Wasserkraft. Allerdings verzögert sich der Start neuer Projekte aufgrund anhaltender politischer Konflikte und wirtschaftlicher Schwierigkeiten. Vor allem die durch die Coronapandemie ausgelösten finanziellen Engpässe in zahlreichen Schwellenländern wirken sich dämpfend auf die Entwicklung und konkrete Durchführung großer Infrastrukturprojekte in Afrika aus. Gleichzeitig führen Unsicherheiten bei der Projektfinanzierung dazu, dass auch Vorhaben privater Betreiber verschoben werden.

**Gute Wachstumsaussichten für die Wasserkraft**

Nahezu alle Experten gehen davon aus, dass der weltweite Stromverbrauch mittel- und langfristig weiter steigen wird, wobei das stärkste Wachstum voraussichtlich in den Entwicklungs- und Schwellenländern erfolgen wird. Gleichzeitig wird der Umbau des Energiesektors zu treibhausgasfreien Erzeugungsformen wie der Wasserkraft vorangetrieben, was entsprechende Investitionen in neue Anlagen und in die Modernisierung bestehender Werke erforderlich macht. Im Zuge des starken Ausbaus von Wind- und Solarenergie wächst dabei insbesondere der Bedarf an Pumpspeicherkraftwerken zur Gewährleistung der Netzstabilität und der Versorgungssicherheit.

Kurzfristig kann das Vergabevolumen im Markt für Wasserkraftwerke erheblich schwanken, da es stark von einzelnen Großaufträgen abhängt. Langfristig sind die Aussichten für den Anlagenbau vor dem Hintergrund der weltweiten Energiewende jedoch sehr positiv zu bewerten. Während in Europa und Nordamerika die Erweiterung und Modernisierung bestehender Anlagen im Fokus der Kunden steht, gibt es in Afrika, Asien und Südamerika auch Potenzial für Neubauten. Damit aus diesen Marktchancen konkrete Projekte werden, müssen zuerst jedoch zuverlässige politische, wirtschaftliche und finanzielle Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Wozu in diesem Zusammenhang privatwirtschaftliches Engagement führen kann, zeigen einige Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau, die in Afrika in enger Zusammenarbeit mit Finanzinstituten und Versicherungen die Voraussetzungen dafür schaffen, dass afrikanischen Kunden die Kosten für die Errichtung oder Sanierung von Wasserkraftanlagen über einen realistischen Zeitrahmen strecken können. Darüber hinaus fördern die Unternehmen den Wissenstransfer nach Afrika, indem sie gemeinsam mit den Kunden die Reparatur und Wartung der vorhandenen Infrastruktur durchführen und künftige Fachkräfte für den Betrieb von Anlagen lokal ausbilden.

Alle Angaben in Millionen Euro

## Statistischer Anhang

Abbildung 13

### Auftragseingang im Großanlagenbau von 2012 – 2021

|                          | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Großanlagenbau insgesamt | 20.511 | 21.195 | 19.643 | 19.503 | 18.880 | 17.784 | 18.326 | 18.303 | 11.903 | 21.200 |
| Drei-Jahres-Durchschnitt | 22.616 | 22.213 | 20.450 | 20.114 | 19.342 | 18.722 | 18.330 | 18.138 | 16.177 | 17.135 |
| Inland                   | 3.901  | 4.502  | 3.733  | 2.620  | 3.653  | 3.750  | 3.487  | 3.555  | 3.249  | 3.221  |
| Ausland                  | 16.610 | 16.692 | 15.910 | 16.883 | 15.227 | 14.034 | 14.839 | 14.748 | 8.654  | 17.979 |
| Auslandsanteil           | 81,0   | 78,8   | 81,0   | 86,6   | 80,7   | 78,9   | 81,0   | 80,6   | 72,7   | 84,8   |

Abbildung 14

### Auslands-Auftragseingang im Großanlagenbau nach Ländergruppen 2012 – 2021

|                            | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020  | 2021   |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Osteuropa und GUS          | 2.380  | 2.060  | 4.062  | 2.157  | 1.774  | 1.794  | 4.265  | 2.365  | 2.342 | 6.942  |
| Industrieländer            | 3.325  | 4.951  | 4.335  | 4.243  | 4.149  | 4.465  | 4.134  | 5.066  | 2.588 | 3.798  |
| Asiatisch-Pazifischer Raum | 4.890  | 3.552  | 3.729  | 2.008  | 2.180  | 3.491  | 2.185  | 3.733  | 1.889 | 3.602  |
| Nah- und Mittelost         | 1.814  | 2.165  | 1.791  | 2.383  | 1.765  | 1.383  | 2.088  | 1.379  | 633   | 1.208  |
| Übrige Welt                | 4.201  | 3.964  | 1.993  | 6.092  | 5.359  | 2.901  | 2.168  | 2.205  | 1.202 | 2.429  |
| Ausland insgesamt          | 16.610 | 16.692 | 15.910 | 16.883 | 15.227 | 14.034 | 14.839 | 14.748 | 8.654 | 17.979 |



Abbildung 15

**Umsatz im Großanlagenbau nach Ländergruppen 2012 – 2021**

|                            | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Insgesamt                  | 22.603 | 20.828 | 20.336 | 20.538 | 22.807 | 21.242 | 18.651 | 16.255 | 16.282 | 13.273 |
| Inland                     | 4.892  | 4.394  | 4.517  | 6.057  | 4.540  | 2.684  | 3.024  | 3.125  | 3.211  | 2.685  |
| Ausland                    | 17.711 | 16.434 | 15.819 | 14.481 | 18.267 | 18.558 | 15.627 | 13.130 | 13.071 | 10.588 |
| davon                      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Industrieländer            | 4.322  | 4.342  | 3.958  | 4.868  | 4.759  | 5.407  | 4.620  | 4.349  | 4.184  | 3.928  |
| Asiatisch-Pazifischer Raum | 3.789  | 4.013  | 3.771  | 3.178  | 3.263  | 3.352  | 3.246  | 3.039  | 2.748  | 2.370  |
| Osteuropa und GUS          | 1.675  | 1.957  | 2.020  | 1.483  | 1.761  | 2.485  | 1.139  | 1.197  | 2.833  | 1.359  |
| Nah- und Mittelost         | 2.957  | 3.046  | 1.943  | 2.090  | 2.426  | 1.868  | 1.658  | 1.686  | 1.523  | 1.055  |
| Übrige Welt                | 4.968  | 3.076  | 4.127  | 2.862  | 6.058  | 5.446  | 4.963  | 2.859  | 1.783  | 1.876  |

Abbildung 16

**Inlands-Auftragseingang im Großanlagenbau nach Anlagen 2012 – 2021**

| Anlagenart            | 2012  | 2013  | 2014  | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019  | 2020  | 2021 |
|-----------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Hütten- und Walzwerke | 301   | 191   | 189   | 170  | 137  | 257  | 192  | 281   | 128   | 470  |
| Kraftwerke            | 1.403 | 2.645 | 1.351 | 598  | 987  | 622  | 546  | 1.002 | 1.124 | 416  |
| Chemieanlagen         | 177   | 37    | 65    | 66   | 102  | 84   | 114  | 83    | 121   | 36   |



Alle Angaben in Millionen Euro

Abbildung 17

### Auslands-Auftragseingang im Großanlagenbau nach Anlagen 2012 – 2021

| Anlagenart            | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kraftwerke            | 7.068 | 6.218 | 6.679 | 7.847 | 7.063 | 4.224 | 4.325 | 4.876 | 3.050 | 5.062 |
| Hütten- und Walzwerke | 2.404 | 2.551 | 2.159 | 1.461 | 1.287 | 1.988 | 2.041 | 2.203 | 999   | 2.450 |
| Chemieanlagen         | 2.332 | 3.336 | 2.888 | 1.852 | 1.554 | 2.540 | 3.857 | 3.084 | 1.882 | 1.105 |
| Baustoffanlagen       | 401   | 529   | 198   | 306   | 494   | 224   | 156   | 116   | 29    | 136   |

Abbildung 18

### Vierteljährlicher Auftragseingang im Großanlagenbau 2021

| Quartal   | Inland | Ausland | Insgesamt | Auslands-Anteil |
|-----------|--------|---------|-----------|-----------------|
| 1         | 861    | 2.793   | 3.654     | 76,4 %          |
| 2         | 1.094  | 2.361   | 3.455     | 68,3 %          |
| 3         | 721    | 9.005   | 9.726     | 92,5 %          |
| 4         | 545    | 3.820   | 4.365     | 87,5 %          |
| Insgesamt | 3.221  | 17.979  | 21.200    | 84,8            |

Alle Angaben in Millionen Euro

**Abbildung 19**  
**Auftragseingang nach Ländern 2012 – 2021**

| Land / Rang        | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2012 – 2021 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 1. Russland        | 895   | 884   | 2.376 | 1.193 | 983   | 1.086 | 2.351 | 1.384 | 1.604 | 6.298 | 19.054      |
| 2. China           | 1.629 | 1.774 | 1.000 | 823   | 840   | 1.401 | 1.243 | 1.346 | 786   | 1.112 | 11.937      |
| 3. USA             | 810   | 1.888 | 1.548 | 1.317 | 1.008 | 1.031 | 914   | 1.529 | 617   | 1.030 | 11.694      |
| 4. Ägypten         | 253   | 144   | 51    | 2.575 | 3.232 | 159   | 213   | 605   | 77    | 244   | 7.554       |
| 5. Indien          | 945   | 1.163 | 386   | 693   | 385   | 470   | 390   | 290   | 144   | 471   | 5.328       |
| 6. Südkorea        | 1.386 | 198   | 904   | 352   | 233   | 132   | 192   | 411   | 287   | 647   | 4.675       |
| 7. Saudi-Arabien   | 395   | 1.004 | 916   | 511   | 549   | 132   | 333   | 129   | 225   | 219   | 4.508       |
| 8. VAE             | 452   | 146   | 311   | 719   | 309   | 330   | 620   | 335   | 169   | 110   | 3.502       |
| 9. Türkei          | 698   | 400   | 252   | 554   | 206   | 282   | 269   | 196   | 104   | 464   | 3.426       |
| 10. Großbritannien | 176   | 133   | 245   | 227   | 268   | 665   | 604   | 306   | 133   | 328   | 3.087       |
| 11. Polen          | 738   | 208   | 875   | 325   | 119   | 151   | 56    | 206   | 60    | 120   | 2.829       |
| 12. Malaysia       | 423   | 463   | 987   | 137   | 135   | 82    | 58    | 86    | 50    | 361   | 2.776       |
| 13. Brasilien      | 591   | 361   | 152   | 362   | 65    | 68    | 220   | 411   | 117   | 396   | 2.743       |
| 14. Irak           | 323   | 352   | 122   | 135   | 12    | 108   | 234   | 595   | 99    | 237   | 2.217       |
| 15. Taiwan, R.O.C. | 174   | 141   | 58    | 124   | 181   | 149   | 132   | 211   | 353   | 618   | 2.141       |
| 16. Schweden       | 243   | 167   | 214   | 170   | 243   | 161   | 182   | 425   | 166   | 145   | 2.116       |
| 17. Frankreich     | 186   | 83    | 246   | 201   | 124   | 177   | 94    | 333   | 155   | 359   | 1.967       |
| 18. Niederlande    | 193   | 190   | 194   | 244   | 301   | 173   | 207   | 141   | 131   | 164   | 1.937       |
| 19. Kanada         | 325   | 347   | 268   | 174   | 61    | 173   | 222   | 197   | 85    | 74    | 1.927       |
| 20. Ungarn         | 20    | 64    | 69    | 158   | 35    | 42    | 1.081 | 48    | 258   | 138   | 1.911       |
| 21. Österreich     | 120   | 118   | 122   | 196   | 128   | 385   | 233   | 157   | 115   | 325   | 1.900       |
| 22. Italien        | 158   | 196   | 170   | 133   | 152   | 157   | 153   | 199   | 132   | 311   | 1.762       |
| 23. Singapur       | 215   | 46    | 31    | 36    | 33    | 63    | 38    | 966   | 52    | 39    | 1.518       |
| 24. Thailand       | 61    | 232   | 244   | 116   | 114   | 322   | 82    | 91    | 152   | 95    | 1.507       |
| 25. Spanien        | 67    | 120   | 124   | 151   | 259   | 224   | 105   | 138   | 107   | 116   | 1.410       |

# Glossar

## CAPEX

Capital Expenditures (Investitionskosten): Mit CAPEX werden die bei der Anschaffung getätigten, einmaligen Ausgaben für längerfristige Anlagegüter wie etwa Gebäude, Industrieanlagen oder Maschinen bezeichnet. In der Vergangenheit standen diese Kosten bei Investitionsentscheidungen häufig im Vordergrund.

## CCU/CCS

Carbon Capture and Utilization (CCU) bezeichnet die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) vor allem aus Verbrennungsabgasen und dessen anschließende Verwendung bei weiteren chemischen Prozessen. Der Begriff ist eng mit Carbon Capture and Storage (CCS) verknüpft, bei dem das abgeschiedene Kohlendioxid behälterlos gespeichert wird. Im Gegensatz zum CCS ist beim CCU nicht der Entzug von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre das primäre Ziel, sondern die Bereitstellung chemischer Rohstoffe. Thermische Kraftwerke mit CCU-Technik liefern also zunächst CO<sub>2</sub> als Rohstoff für andere Anwendungen, der zwischenzeitlich gebunden, bei der energetischen Verwendung aber wieder freigesetzt wird. Damit hat der CCU-Prozess per se zwar keinen Klimaschutzeffekt, er kann jedoch in einer Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle spielen. Wird das genutzte CO<sub>2</sub> dauerhaft vor Freisetzung geschützt, kann dies ein Baustein zum Klimaschutz sein.

## Doppelbesteuerungsabkommen

Ein Doppelbesteuerungsabkommen (DBA) ist ein völkerrechtlicher Vertrag zwischen zwei Staaten, der regelt, in welchem Umfang das Besteuerungsrecht einem Staat für die in einem der beiden Vertragsstaaten erzielten Einkünfte bzw. für das dort belegene Vermögen zusteht. Ein DBA soll vermeiden, dass in beiden Staaten erzielte Einkünfte, in beiden Staaten – also doppelt – besteuert werden.

## ECA

Export Credit Agency (ECA), zu Deutsch: Exportkreditagentur: Dies ist eine Institution, die im Auftrag eines Staates Exportvorhaben durch Kreditversicherung, direkte Finanzierung, Refinanzierung und Zinsvergünstigung unterstützt. In Deutschland ist Euler Hermes mit der Durchführung beauftragt.

## EPC

Engineering, Procurement, Construction (Planung, Beschaffung, Bau): Im Großanlagenbau werden Aufträge häufig als sogenannte EPC-Pakete vergeben. Das bedeutet, dass der zu vergebende Auftrag sowohl Planung, Beschaffung als auch den Bau einer Anlage umfasst. Der Anlagenbauer führt einen EPC-Auftrag regelmäßig als Generalunternehmer oder Konsortialführer aus.

## Generalunternehmer

Agiert der Anlagenbauer in einem Projekt als Generalunternehmer, was regelmäßig bei schlüsselfertig zu errichtenden Anlagen der Fall ist, verantwortet er gegenüber dem Auftraggeber sämtliche Lieferungen und Leistungen aus dem erhaltenen Auftrag. Der Anlagenbauer übernimmt damit anstelle des Auftraggebers insbesondere die Koordinierung der Schnittstellen der jeweiligen Einzelgewerke.

## HSE

Health, Safety, Environment (Gesundheit, Sicherheit, Umwelt): HSE-Management beschäftigt sich mit der Planung, Umsetzung, Kontrolle und Optimierung von betrieblichen Prozessen in den Bereichen Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und Umweltmanagement. Infolge einer zunehmenden Gesetzesdichte und umfangreicher Kundenansprüche hat dieses Thema im Großanlagenbau erheblich an Bedeutung gewonnen.

**Megaprojekt**

Der VDMA versteht unter Megaprojekten sehr komplexe, technisch anspruchsvolle und volkswirtschaftlich relevante Vorhaben mit Auftragsvolumina von mindestens 500 Millionen Euro. Megaprojekte sind durch eine Vielzahl von Akteuren sowie durch Projektlaufzeiten von mehreren Jahren gekennzeichnet. Demgegenüber spricht der VDMA bei Vorhaben im Wert von mindestens 25 Millionen Euro von einem Großprojekt.

**OECD-Konsensus**

Der OECD-Konsensus ist ein seit 1978 bestehendes „Gentlemen's Agreement“ der OECD-Mitglieder EU, USA, Kanada, Norwegen, Schweiz, Japan, Korea, Australien, Neuseeland, Chile, Island, Israel, Mexiko und Türkei darüber, öffentlich unterstützte Exportkredite nur im Rahmen definierter Grenzen zu gewähren. Dadurch sollen Wettbewerbsverzerrungen im Verhältnis der Exporteure untereinander sowie ein Finanzierungswettbewerb zu Lasten staatlicher Haushalte weitgehend verhindert werden. Da es sich hierbei nicht um einen Rechtsakt der OECD handelt, könnten sich auch andere Länder außerhalb der OECD dem Konsensus anschließen. Entsprechende Bemühungen insbesondere China einzubinden, sind jedoch bislang gescheitert.

**OPEX**

Operational Expenditures (Betriebskosten): Mit OPEX werden die laufenden Betriebsausgaben, die für den operativen Betrieb einer Anlage notwendig sind, bezeichnet. Hierunter fallen etwa die Kosten für Rohstoffe, Betriebsstoffe, Personal und Energie. Im aktuellen Marktumfeld des Großanlagenbaus gewinnen die Betriebskosten aus Kundensicht kontinuierlich an Bedeutung.

**Quellensteuer**

Mit Blick auf die Projekte des Großanlagenbaus sind Quellensteuern im weiteren Sinne alle Steuern, die vom Zielland des Projekts vom Anlagenbauer im Rahmen seiner beschränkten Steuerpflicht direkt vom Ertrag erhoben werden. Quellensteuern im engeren Sinne sind alle Steuern, die von den Einnahmen ohne Veranlagung durch Steuerabzug einbehalten werden. In den meisten Staaten werden diese Steuern auf Dividenden, Zinsen und Lizenzgebühren erhoben. Im Rahmen von Doppelbesteuerungsabkommen (DBA) werden die Quellensteuersätze i.d.R. gesenkt.

**Wasserstoff (grün, grau und blau)**

Grüner Wasserstoff wird durch die Elektrolyse von Wasser hergestellt, wobei ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommt. Unabhängig von der gewählten Elektrolýsetechnologie erfolgt diese Produktion von Wasserstoff CO<sub>2</sub>-frei, da der eingesetzte Strom zu 100 Prozent aus erneuerbaren Quellen stammt. Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen. In der Regel wird bei der Herstellung Erdgas unter Hitze in Wasserstoff und CO<sub>2</sub> umgewandelt (Dampfreformierung). Wird das CO<sub>2</sub> anschließend ungenutzt in die Atmosphäre abgegeben, verstärkt dies den globalen Treibhauseffekt. Blauer Wasserstoff ist grauer Wasserstoff, dessen CO<sub>2</sub> bei der Entstehung abgeschieden und gespeichert wird (CCS). Das bei der Wasserstoffproduktion erzeugte CO<sub>2</sub> gelangt auf diese Weise nicht in die Atmosphäre und die Wasserstoffproduktion kann als klimaneutral betrachtet werden.

# Impressum

Die in dieser Veröffentlichung dargestellte Geschäftsentwicklung und der statistische Anhang beruhen auf eigenen Erhebungen der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau. Der Lagebericht dient als Anhaltspunkt und bietet einen Überblick zur Beurteilung der wirtschaftlichen Lage und politischen Forderungen des Großanlagenbaus. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Branchen und Produkte des Großanlagenbaus, sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen. Von daher sind über die im Lagebericht angesprochenen Beurteilungen und Vorgehensweisen hinaus eine Vielzahl weiterer Konstellationen denkbar.

## **Autoren und Redaktion**

Dr. Susanne Engelbach  
Klaus Gottwald  
Olaf Stecken  
Benjamin Vollmer  
Thomas Waldmann  
Monika Weltin

## **Layout**

VDMA Design Studio

## **Druck**

Druckerei Zarbock  
Frankfurt am Main

## **Bildquellen**

|                |                                               |
|----------------|-----------------------------------------------|
| Seite 15/19    | thyssenkrupp Industrial Solutions AG          |
| Seite 32       | Shutterstock                                  |
| Seite 35       | Siemens Energy AG                             |
| Seite 39       | Air Liquide Global E&C Solutions Germany GmbH |
| Seite 41/43/44 | SMS group GmbH                                |
| Seite 45/48/51 | Voith GmbH & Co. KGaA                         |

## **Stand**

April 2022

© VDMA



**VDMA**

Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt on the Main

Telefon +4969 6603-1858

E-Mail [agab@vdma.org](mailto:agab@vdma.org)

Internet [www.vdma.org/grossanlagenbau](http://www.vdma.org/grossanlagenbau)

**[www.vdma.org](http://www.vdma.org)**

**[www.vdma.org/grossanlagenbau](http://www.vdma.org/grossanlagenbau)**

