



VDI BV FRANKFURT-DARMSTADT e. V.



Technik & Mensch

ENERGIE & UMWELT

4 | 2021

Kommentar

Liebe Mitglieder,

Ohne Energie läuft nichts. Sie ist notwendig, um mobil zu sein, um es warm und hell zu haben, um Essen und Getränke zuzubereiten, Dienstleistungen zu erbringen und Produkte herstellen zu können. Wie viel Energie dafür benötigt wird, hängt von der Intelligenz und Effizienz ab, mit der sie genutzt wird. Gleichzeitig ist die Energieumwandlung in Deutschland durchaus ressourcenintensiv und zeigt gravierende Folgen. Es ist unser aller Bestreben, unseren steigenden Energiehunger effizient und mit regenerativen Energiequellen klima- und umweltfreundlich stillen: Je intelligenter wir Strom, Wärme und Kraftstoffe nutzen, desto besser gelingt die Energiewende.

Um in Zukunft auf fossile Energieresourcen verzichten zu können und steigenden Umweltkosten entgegenzuwirken, sind heute Investitionen erforderlich – zum Beispiel in regenerative Energiequellen, energieeffiziente Produkte und Systeme sowie in energieeffizientes Bauen und Sanieren. Zudem spielen die Potenziale von Energieeffizienzlösungen gerade für Deutschland als ressourcenarmes Land eine große Rolle. Denn Energieeinsparung senkt nicht nur die Energiekosten, sie reduziert auch die Kapitalabflüsse in die Länder, die fossile Energie exportieren. Unterm Strich bleibt mehr Geld, das für Investitionen in Deutschland genutzt werden kann. Das wiederum stärkt die Vorreiterrolle deutscher Unternehmen als Anbieter von Produkten, Systemen und Dienstleistungen für „Energieeffizienz made in Germany“.

Lukas Kluy
Redaktion T&M

Energie und Umwelt

War die gerade zu Ende gegangene Weltklimakonferenz in Glasgow ein Erfolg? Eine Frage, auf die es noch keine Antwort geben kann. Das Resümee könnte dementsprechend auch nicht unterschiedlicher sein.

Ein Erfolg ist das gemeinsame Bekenntnis der 40 teilnehmenden Staaten zum 1,5-Grad Ziel und die nach jahrelangem Ringen verabschiedeten Regeln für den globalen Klimaschutz. Ein Teilerfolg die Festschreibung verschärfter Klimaschutzziele bis Ende 2022. Ein Misserfolg der in letzter Minute getroffene Stufenplan ohne einen verbindlichen Zeitpunkt für den Kohle Ausstieg. Jetzt liegt es an den Staaten zu handeln und Maßnahmen zu treffen damit vereinbarte Ziele auch erreicht werden. Der entscheidende Schritt, fossile Energieträger als den größten Emittenten schädlicher Treibhausgase durch regenerative Energien zu ersetzen.

Diese Umstellung auf umweltfreundliche, meist elektrische Energieträger ist die große Herausforderung. Ingenieur:innen wird hier eine besondere Verantwortung zu teil, um mit technischen Lösungen ihren Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels zu leisten. Mit dem 1,5° Fokusthema Innovationen.Energie.Klima unterstützt der VDI schon seit längerem, den Weg in eine klimaneutrale Zukunft.

Was wir aber jetzt brauchen, ist grüne und bezahlbare Energie. Im Gebäudesektor für Heizung und Kühlung, im Verkehrssektor für die Elektromobilität, für Prozesse in der Industrie und zur Rohstoff Gewinnung. Nicht zu vergessen die Digitalisierung als schnell wachsenden Verbraucher. Smarte Lösungen wiederum werden entscheidend sein, um durch Effizienzsteigerungen in den Sektoren zeitnah Ergebnisse aufzeigen



zu können, damit die erforderliche Zeit für den Ausbau regenerativer Energien gewonnen wird. Die wichtigsten Energieträger, Sonne und Wind sind zwar ausreichend, aber nicht zum Zeitpunkt und nicht an dem Ort zur Verfügung, wo sie gebraucht werden. Hier fehlen noch effiziente Möglichkeiten zur Energiespeicherung und Verteilung. Wasserstoff als universell einsetzbarer Energiespeicher und Energieträger wird damit eine Schlüsselrolle zuteil. Damit Energie bezahlbar bleibt, muss sie dort, wo es wirtschaftlich möglich ist, erzeugt werden. Das führt unweigerlich zu einer Veränderung von Machtstrukturen. Neben den technischen sind auch politische Lösungen gefragt, um über Grenzen hinaus zusammenarbeiten zu können. Das gemeinsame Bekenntnis zum 1,5-Grad Ziel ein entscheidender Schritt auf dem gemeinsamen Weg zum Klimaziel.

Manfred Brucksch-Richter,
AK Energie und Umwelt

Energieeffizienz ist eine tragende Säule der Energiewende

Das Ziel ist klar: Europa will langfristig klimaneutral werden. Doch fossile Brennstoffe decken noch immer einen nicht unerheblichen Teil des Energiebedarfs. Auch in Deutschland: Fast 80 Prozent des Primärenergiebedarfs und rund 35 Prozent des Stroms stammen aus fossilen Energiequellen.

Welche echten Alternativen gibt es? Strom aus Kernkraftwerken scheidet aus. Ganz abgesehen von den Risiken, die diese Form der Energiegewinnung birgt, ist er tatsächlich nicht CO₂-neutral. Denn besonders vor und nach der Stromproduktion entstehen Treibhausgase: Etwa beim Uranabbau sowie beim Bau und Rückbau der Kraftwerke und schließlich bei der Endlagerung von Atommüll. Wasserkraftwerke oder Biomassekraftwerke sind zumindest hierzulande nur bedingt geeignet, den Strombedarf zu decken. Auch die Abscheidung und Lagerung von CO₂ aus Kraftwerken ist bei uns in Deutschland eher eine theoretische Option. Eine klimaneutrale Energiegewinnung ist nach Ansicht vieler Experten in Deutschland im Wesentlichen nur mit Windkraft und Fotovoltaikanlagen möglich.

Energiewende: Was heißt Energieeffizienz überhaupt?

Die Energiewende kann nur gelingen, wenn die Energie auch effizient genutzt wird, sagt Jochen Theloke, Geschäftsführer der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt: „Tatsächlich ist Energieeffizienz eine tragende Säule der Energiewende.“

Doch was bedeutet Energieeffizienz genau? Gut erklären lässt sich das am Beispiel Wärmezeugung: Energieeffizienz beschreibt das Verhältnis eines bestimmten Nutzens, eben etwa die Erzeugung von Wärme, zum Energieeinsatz, der dafür aufgewendet werden muss. Die Gleichung ist einfach:



Je weniger Energie eingesetzt werden muss, desto energieeffizienter ist das

Produkt. Um beim Beispiel Wärmezeugung zu bleiben: CO₂-frei ist sie

nur direkt mit Strom oder mithilfe synthetischer Brennstoffe möglich. Bei der Erzeugung solcher synthetischer Stoffe wird allerdings deutlich mehr Strom verbraucht, als bei der direkten Stromnutzung. „Da aus Akzeptanzgründen, aber auch aus ökologischen und ökonomischen Gründen die Flächen für Windkraft- und Freiflächen-Fotovoltaik-Anlagen begrenzt sind, sollten wir möglichst zuerst erneuerbaren Strom als Strom nutzen und nur Überschussstrom in andere Energieträger umwandeln“, so Theloke.

Deutsche Wirtschaft soll zur energieeffizientesten Volkswirtschaft werden. Die Bundesregierung hat das Thema Energieeffizienz längst auf der Agenda: Die deutsche Wirtschaft soll weltweit zur energieeffizientesten Volkswirtschaft werden. Bis 2050 soll der Primärenergieverbrauch gegenüber 2008 halbiert werden. Das ist der richtige Weg, glaubt Jochen Theloke: „Nicht nur die energetische Effizienz, sondern auch die stoffliche Effizienz ist maßgeblich für die Energiewende. Denn durch Einsparung und Wiederverwendung von Rohstoffen kann der Energie- und Rohstoffbedarf reduziert und so direkt die Treibhausgas-Emission vermindert werden.“

Für kleinere und mittlere Unternehmen hat der VDI Tipps: Die Richtlinien zur Ressourceneffizienz und die Richtlinienreihe VDI 4075 „Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)“ sowie die VDI 4663 „Bewertung von Energie- und Stoffeffizienz“ geben Anregungen und zeigen Strategien auf, wie Effizienzpotenziale identifiziert und genutzt werden können. Noch ist Deutschland nicht ganz auf dem Weg, das langfristige Reduktionsziel zu erreichen.

Das erste Etappenziel dürften wir wohl verpassen. Inzwischen zeigt sich zwar eine durchschnittliche jährliche Reduktion von 0,8 Prozent seit dem Bezugsjahr 2008 – das reiche aber nicht aus, um das Primärenergieeinsparziel bis Ende 2020 zu erreichen, heißt es in einem Bericht des Bundeswirtschaftsministeriums.

Energieflexible Fabrik: Schwankungen wirtschaftlich nutzen

Doch wie können Industrieunternehmen energieeffizienter arbeiten? Neben dem Einsatz energieeffizienter Maschinen und Anlagen lässt sich die Gesamteffizienz des Energiesystems steigern, wenn die mit hohen Energieverlusten behaftete Zwischenspeicherung von fluktuierenden Strom aus erneuerbaren Energiequellen vermieden und der Strom vor allem dann genutzt wird, wenn er anfällt.

„Ein Ansatz, der auch schon verfolgt wird, ist die energieflexible Fabrik“, erklärt Jochen Theloke. Sie ermögliche es Unternehmen, auf die Schwankungen der Strompreise zu reagieren und diese wirtschaftlich zu nutzen. Zu diesem Zweck bedürfe es einer einheitlichen Informationsgrundlage, um Industrieprozesse auf diese neuen Herausforderungen eines energieflexiblen Betriebs auszurichten. „Die neue Richtlinienreihe VDI 5207 definiert dazu den Prozess der Identifikation und Vermarktung von Energieflexibilität und behandelt speziell energieflexible Fabriken produzierender Unternehmen. Die Maßnahmen für Energieflexibilität in der Fabrik sind unter anderem Anpassung von Prozessstarts, Unterbrechung von Prozessen, Anpassung von Prozessparametern, von Maschinenbelegungen, der Auftragsreihenfolge.“ Dazu zählen außerdem die Möglichkeiten zur Speicherung von Energie, des Wechsels der Energiequelle, Anpassung von Pausenzeiten oder von Schichtzeiten. „Es müssen Kennzahlen entwickelt und Beschaffungsmärkte transparent gemacht und Entscheidungswege im Betrieb geschaffen werden. Weil die Strompreise höchstwahrscheinlich in der Zukunft deutlich stärker schwanken werden, ermöglicht es die energieflexible Fabrik den Unternehmen, auf die Volatilität der Strompreise zu reagieren und diese auch wirtschaftlich zu nutzen“, so Theloke. So kann der Bedarf von Reservekraftwerken und von Stromspeichern im gesamten Energiesystem kostenminimal verringert werden.

Netzwerk-Initiative: Wie sich Know-how teilen lässt

Die Notwendigkeit von mehr staatlicher Regulierung sieht er nicht. Vielmehr müsse man noch mehr Anreize schaffen. „Insbesondere ist der Ausbau der Energieeffizienznetzwerke und der Ausbau der Stakeholder-Kommunikation wichtig. Es gibt viel Geld bei der Bundesregierung für Energieeffizienz-Maßnahmen. Jedoch gibt es Probleme beim Abfluss der Mittel, da bei Unternehmen und anderen Stakeholdern zu wenig Wissen über vorhandene Potenziale bekannt ist.“

Eine Maßnahme zur Reduktion, die in diese Richtung geht, verfolgt die Bundesregierung seit 2015 mit der Initiative Energieeffizienz-Netzwerke. In diesen Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerken, die aus je acht bis 15 Unternehmen bestehen, werden mit Hilfe von erfahrenen Energieberatern Einsparziele und Maßnahmen entwickelt. Im Erfahrungsaustausch setzen sich die Unternehmen dann ein gemeinsames Ziel für ihre Netzwerkarbeit. Bei der Umsetzung profitieren die beteiligten Unternehmen vom gegenseitigen Know-how-Transfer, so die Idee.

Die Initiative sei ein Erfolg, sagte jetzt Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier: „Bis Mitte 2020 konnten die Netzwerke bereits fast fünf Millionen Tonnen CO₂ einsparen und sind damit voll auf Kurs, die selbst gesteckten Ziele zu erreichen.“ Das zeige, wie viel Innovationskraft entstehe, wenn die Wirtschaft Energieeffizienz und Energiewende freiwillig voranbringe. Jetzt soll die Initiative noch einmal deutlich ausgebaut werden: Bis Ende 2025 sollen bis zu 350 neue Netzwerke etabliert und damit bis zu sechs Millionen Tonnen Treibhausgas-Emissionen pro Jahr eingespart werden.

Peter Sieben, Jochen Theloke
VDI Gesellschaft
Energie und Umwelt

Erneuerbare Energien

Bis 2050 sollen regenerative Energiequellen 80 Prozent des Stromverbrauchs abdecken. Da Windenergie- und Solaranlagen nicht rund um die Uhr eine entsprechende Versorgung garantieren, sind Speichertechnologien das A und O.

Laut dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist der Anteil der erneuerbaren Energien am deutschen Bruttostromverbrauch in 2019 auf 42,1 Prozent gestiegen. 2018 lag der Anteil bei 37,8 Prozent. Zur Einordnung: Im Jahr 2000 waren es rund sechs Prozent. Insgesamt wurden 2019 aus Sonne, Wind, Wasser und Biomasse rund 244 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt – nahezu neun Prozent über dem Niveau des Vorjahres (225 Milliarden Kilowattstunden).

Ursache für den Anstieg waren insbesondere die sehr günstigen Windbedingungen und die damit verbundene hohe Stromspeisung aus Windenergieanlagen an Land und auf See. Auch die Stromerzeugung aus Fotovoltaikanlagen stieg infolge des Zubaus im Vergleich zum Vorjahr nochmals an. Im Vergleich weist Windenergie allerdings einen größeren Anteil auf: 2019 produzierten Windkraftanlagen circa 127 Terawattstunden, wohingegen Fotovoltaikanlagen rund 46,5 Terrawattstunden in das öffentliche Netz einspeisten.

Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Energiewende

Trotz aller Fortschritte im Ausbau erneuerbarer Energien und deren sektorübergreifender Nutzung ist der Weg noch weit – außerhalb des Stromsektors ist der Anteil erneuerbarer Energien weiterhin gering, die Treibhausgasemissionen fallen entsprechend weiterhin hoch aus. Um sowohl den Stromsektor als auch alle weiteren Sektoren treibhausgasneutral zu versorgen, ist es dringend notwendig, die erneuerbaren Erzeugungskapazitäten effektiv auszubauen.

Eine wichtige Voraussetzung für alle Entwicklungen und Umgestaltungen des jetzigen Energiesystems ist ein zielführender regulatorischer Rahmen. Hierbei stehen wir vor zunächst vor dem folgenden Problem: Das Ringen um Vorgaben und Lösungen ist allzu stark von den Einzelinteressen verschiedener Gruppen geprägt. Umso wichtiger ist eine unabhängige Stelle wie der VDI. Denn es gilt, zu zeigen, welche politischen Rahmenbedingungen eine erfolgreiche Energiewende braucht.



Im Sektor der Energieerzeugung gibt es viele Pfade, die dazu beitragen, Energie zu erzeugen. Fokussiert man sich jedoch auf jene Pfade, die diese Energie auch zu hundert Prozent erneuerbar zur Verfügung stellen, so bleiben vor allem in Deutschland im Wesentlichen die On- und Offshore-Windenergieanlagen sowie die Fotovoltaik übrig.

Allerdings sorgen rückläufige Zubauzahlen in den letzten Jahren für Ernüchterung. Das gilt gleichermaßen

für die Wind- und die Solarbranche. Beispielsweise sind die Genehmigungen für Windkraftanlagen in den vergangenen drei Jahren um fast drei Viertel gesunken. Seit Inkrafttreten des ersten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 wurde in keinem Jahr weniger Windenergieleistung installiert als in 2019. Diese Entwicklung sieht der VDI problematisch.

Da Wind und Sonne von Natur aus nicht permanent zur Verfügung stehen, sind Speichertechnologien das A und O. In diesem Kontext spielt vor allem Wasserstoff als Energieträger eine wichtige Rolle. Für die Erzeugung von grünem Wasserstoff ist allerdings die Stromerzeugung aus Windkraft- und Fotovoltaikanlagen auszubauen. Dies ist eine grundlegende Voraussetzung.

Darüber hinaus ist es sehr wichtig, Lösungen zum Klimaschutz nicht auf Deutschland zu reduzieren. Die Verantwortlichen müssen in europäischer, besser noch in weltweiter Dimension denken. Der europäische Green Deal wird die europäische Dimension sicherstellen.

Der globale, ganzheitliche Ansatz stellt die Menschheit allerdings vor eine überaus große Herausforderung. Vielleicht hilft es, zu erkennen und sich darauf zu besinnen, dass der Mensch auch bloß ein Teil des Ökosystems Erde ist?

VDI Fachthema
Energie und Umwelt

Werden wir zum homo digitalis?

Der Faktor Mensch in technischen Systemen

Der ‚Faktor Mensch (Human Factor)‘, wie es im Ingenieur-Jargon heißt, ist für den Bereich des Ingenieurwesens nicht wirklich neu. Was immer Ingenieure*innen durch ihr Können erschaffen haben (Bauwerke, Maschinen, Infrastrukturen, immer komplexere Maschinen und Fertigungsanlagen, ..), es waren immer Menschen als Auftraggeber, als Entwickler, als Erbauer, als Anwender oder auch als Betroffene der Technik mit im Spiel. Und, während man in früheren Zeiten vielleicht noch unterscheiden konnte, wo Technik aufhört und wo der Mensch anfängt, so führte die rasant voranschreitende Entwicklung immer neuer Materialien, eine immer weiter voranschreitenden Miniaturisierung, die Verfügbarmachung von immer leistungsfähigeren digitalen Technologien dazu, dass technische Strukturen und Alltagssituationen einschließlich des menschlichen Körpers heute immer weniger voneinander sauber unterschieden werden können.

Dies alles ist nur möglich, weil das Ingenieurwesen selbst sich in einer tiefgreifenden Entwicklung befindet. All diese neuen hochgradig verfeinerten und komplexen Technologien sind nur möglich, weil das Ingenieurwesen durchgehend in einem – sehr oft im globalen Maßstab – vernetzten Entwicklungsprozesse stattfindet, dessen Ende eigentlich kein Ende mehr ist und in dem der einzelne nur einzelner sein kann, wenn er zugleich auch ‚ganz viele‘ ist. Der Ingenieur der Gegenwart ist ein hochgradiger Spezialist, der zugleich auch Teamworker ist, permanent in Prozessen denken, kommunizieren und handeln muss, wo Multidisziplinarität kein Modewort ist, sondern Alltag, wo Wissenschaftlichkeit überall dabei ist, aber nicht nur: Wissenschaft alleine baut keine Maschinen, erzeugt keine Produkte. Ingenieure sind die wahren ‚Transformer‘, die aus den vielen Einzelteilen

mit ihren Erfahrungen und ihrer Kreativität jene neuen komplexen Alltagsstrukturen entstehen lassen, in und durch die wir alle leben. Der ‚Human Factor‘, das sind nicht nur die intendierten Objekte des Engineerings; der ‚Human Factor‘, das sind in einem immer höheren Maße die Ingenieure selbst. Ohne sie geht gar nichts, aber die Anforderungen an sie sind in einem Maße gestiegen, so dass eine Thematisierung dieses Sachverhaltes notwendig erscheint.

Sehr schön kann man dieses Problem anhand der Entwicklung der Digitalisierung sehen. Als die ersten real rechnenden Maschinen etwa ab der Mitte des 20. Jahrhunderts ihre Tätigkeiten aufnahmen und dann in immer schneller erfolgenden Innovationschüben in mittlerweile alle Bereiche des Lebens vordrangen, veränderte sich die Rolle sowohl der Planer, der Erbauer, der Programmierer, der industriellen Erzeuger, der Nutzer, ja auch der Märkte bis hin zur Politik und zu den medialen Öffentlichkeiten grundlegend, und dazu simultan.

Gab es zu Beginn noch klar unterscheidbar hier die Maschine (der Computer) und dort den Menschen, gab es schon bald auf der einen Seite Maschinen, die im Format von Robotern Eigenschaften von Menschen annahmen, und auf der anderen Seite Menschen, die mit neuartigen Implantaten und Prothesen neue technisch ermöglichte Fähigkeiten erwarben; dazu die vielen Leistungen des Digitalen, die sich wie ein umfassendes technisches Interface zwischen dem einzelnen Menschen und den verschiedenen Tätigkeiten im Alltag hinein arbeiteten: was früher eine Unzahl von Tätigkeiten und Wege erforderte hatte, erledigt jetzt die Benutzung eines einzigen Gerätes verbunden mit dem Internet, hinter dem verteilt in der ganzen Welt Algorithmen aktiviert

werden, die dann diese Aufgaben erledigen.

Diese immer noch weiter voranschreitende Digitalisierung hat viele Dimensionen. Das Verschwimmen der körperlichen Abgrenzung von Maschinen und Menschen ist die eine. Durch die immer näher im Alltagshandeln eingebundenen digitalen Technologien dringen diese Technologien in unsere Kommunikationsprozesse ein, vermischen sich mit unserem Wissen, unseren Erfahrungen. Durch das zentrale Sammeln von Alltagsdaten von jedem einzelnen Benutzer auf weitgehend anonymisierte Weise auf zentralen privaten Plattformen von Dritten, deren Geschäftsmodell weitgehend den Datenquellen entzogen sind, entstehen Datengebirge, die Korrelationen und Abschätzungen erlauben, die für viele Felder industriell und politisch relevant sind, aber nutzbar eben nur für einige Wenige.

Aus Sicht des einzelnen, aus Sicht des Benutzers, aus Sicht des Experten ist diese Situation zwiespältig, kann sehr frustrierend sein, kann sogar demokratische Strukturen massiv beeinflussen. Da die menschliche Informationsverarbeitung durch die Struktur des Gehirns in Richtung Quantitäten sehr beschränkt ist, führt die Vermehrung von Daten über Zeitschriften, Bibliotheken, Datenbanken und unermesslichen Datenströmen zu einem messbaren negativen Effekt: in dem Maße, wie einzelne Gehirne all diese Daten nicht mehr verarbeiten können, stellen diese Daten eine Komplexität dar, die sich einer einfachen Bearbeitung entzieht. Man kann dieses Phänomen als ‚negative Komplexität‘ bezeichnen. Je mehr diese negative Komplexität ansteigt, um so mehr werden die vielen Daten zu einem ‚Rauschen‘, das die verfügbaren Informationen immer mehr auflöst; Auflösung, Rauschen als Indikatoren einer Krise.

Diese Aufspaltung von menschlicher Intelligenz auf der einen Seite, verankert im einzelnen Individuum, und von maschineller Intelligenz auf der anderen Seite, irgendwo auf den vielen Plattformen, dem einzelnen entzogen, wird bislang als Lösung verkauft, als eine Form von Zukunft, wo die ‚Maschinen es schon richten werden‘. Dies kann man als Marketingstrategie abtun und die Brisanz des Vorgangs dadurch relativieren. Aber faktisch ist es weit mehr als nur Marketing. Faktisch geht es hier um die Selbstbestimmung der Menschen in einer selbstbestimmten Gesellschaft. Wenn man allerdings immer mehr Verwaltungsvorgänge, immer mehr indirekte Entscheidungen in die Cloud verlagert, in intransparente Algorithmen, in die Hände von unkontrollierten Dritten, dann kann das Projekt einer selbstbestimmten Gesellschaft auf Dauer nicht mehr funktionieren. Wenn Menschen nur noch zu bloßen Handlangern von komplexen Algorithmen werden (bislang noch weitgehend von Menschen geschrieben, die selbst nicht zur Verantwortung gezogen werden können), dann bleibt immer mehr nur noch die Entscheidung, gar nichts zu tun oder eben das auszuführen, was per Software vorgegeben wird. Diese Zukunft wirkt beklemmend, ist aber nicht unausweichlich.

Was kann denn eine maschinelle Intelligenz letztlich tatsächlich beitragen? Eine maschinelle Intelligenz arbeitet nach sehr einfachen Prinzipien: (i) innerhalb eines definierten Problemraumes kann sie – im optimalen Fall – jene Teilräume finden, die nach vorgegebenen Kriterien von besonderem Interesse sind. (ii) Für vorgegebene konkrete Konstellationen anhand der selektierten Ziele kann sie – im optimalen Fall – Empfehlungen geben, wie man sich von der konkreten Situation aus mit möglichst wenig Aufwand in Richtung der selektierten Ziele bewegen kann.

Die wahre Herausforderung liegt allerdings im Konzept des Problemraums. Ein Problemraum in der realen Welt

von Menschen ist normalerweise ja nicht einfach nur ein Brettspiel oder eine endliche Menge von Mustern oder nicht nur ein – letztlich einfacher – Produktionsprozess, sondern es handelt sich um komplexe gesellschaftliche Prozesse mit vielen anderen eingelagerten komplexen Prozessen. Schon jeder einzelne Mensch ist rein biologisch ein hochkomplexer Prozess, dann aber auch im Verhalten, im Fühlen, im Verstehen, im Lernen usw. Bis heute ist es noch keiner Wissenschaft gelungen – und wir haben ja nicht gerade wenige davon –, die komplexen Prozesse in menschlichen Gesellschaften, dazu in Wechselwirkung mit einer komplexen Natur, auch nur annähernd in irgendwelchen Modellen zu beschreiben. Der Problemraum ‚menschliche Gesellschaft‘ existiert nicht als klare Vorgabe, sondern nur in der Form einer dynamischen Herausforderung für alle Disziplinen gleichzeitig. Dies alles schlicht auszuklammern und alles auf die Karte von schlichten maschinellen Algorithmen zu setzen, die sich enstets von definierten Problemräumen im logischen Nirwana befinden, scheint keine gute Strategie zu sein.

Was wir brauchen, ist eine maschinelle Intelligenz die ihre Stärken der menschlichen Intelligenz dort zur Verfügung stellt, wo die menschliche Intelligenz schwächelt (im Bereich der Quantitäten), und sich dort abwartend verhält, wo die menschliche Intelligenz besonders gefordert ist: im gemeinschaftlichen Aufspüren von jenen Formaten von dynamischen Problemräumen, in denen menschliche Intelligenz und menschliche Kommunikation kreativ Strukturen erspüren, herausarbeiten und ausprobieren kann, um so die für die jeweils unbekanntere Zukunft interessanten Kandidaten für ein mögliches Überleben für uns alle nutzbar zu machen.

Was wir heute daher nicht brauchen, das sind noch mehr spezielle Algorithmen für sehr spezielle Teilbereiche, sondern vielmehr neue Form des gemeinschaftlichen Teilens und Findens von jenen komplexen dynamischen

Prozessen, mit denen wir alle in eine nachhaltigere bessere Zukunft übergehen können. Um dies zu erreichen, muss die alte Aufteilung in den ‚Human Factor‘ als Gegenstand des Engineering und den ‚Human Factor‘ in Gestalt der Ingenieure ‚verflüssigt‘ werden. In gewisser Weise ist heute jeder Mensch ein Experte für bestimmte Aspekte des Lebens und jeder einzelne Ingenieur ist ja schon lange ein Teamworker besonderer Qualität.

Wer, wenn nicht der Ingenieur kann wissen, wie man die aktuellen Prozessmodelle der Entwicklung so erweitert, dass noch mehr Expertise, noch mehr ‚human factor‘ Eingang findet in die Zielplanung und dann auch in deren Umsetzung? Ingenieure sprechen schon immer mehr als eine Sprache: Normalsprache (oft mehrere), die Sprache der Mathematik, viele Diagrammsprachen, viele zusätzliche Fachsprachen, und sie haben Methoden entwickelt, durch die sie zusammen mit vielen Hunderten, ja bisweilen weit mehr als 10.000 Personen in einem verteilten Projekt arbeiten können; jahrelang wird in komplexen dynamischen Prozessen definiert, spezifiziert, umgesetzt, getestet, und im weiteren Verlauf – z.T. über Jahrzehnte – ‚am Leben‘ erhalten.

Und es ist kein Zufall, dass es Ingenieure sind, die herausgefunden haben, wie der Computer der Zukunft nur mit Alltagssprache funktioniert, ergänzt um eine maschinelle Intelligenz, die genau nur das tut, was sie wirklich gut kann, nämlich eine neue Form von ‚Kollektiver Mensch:Maschine Intelligenz‘ zu ermöglichen.

**Prof. Dr. phil., Dipl. theol.
Gerd Döben-Henisch**

Nachhaltigkeitsaspekte in Unternehmensstrategien verankern

VDI-Kommentar zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie



Neben dem Deutschen Nachhaltigkeitskodex (DNK) können auch VDI-Richtlinien wie die VDI 4070 „Nachhaltiges Wirtschaften in kleinen und mittelständischen Unternehmen“ oder die VDI 4605 „Nachhaltigkeitsbewertung“ hilfreich sein.

Die Nachhaltigkeitsziele in den beiden Transformationsbereichen Energiewende und Klimaschutz sowie der Kreislaufwirtschaft werden ebenfalls befürwortet. Diese werden auch im VDI im Rahmen der Fokusthemen „1,5° - Energie.Innovationen.Klima.“ und „Zirkuläre Wertschöpfung“ betrachtet. Wie in der DNS dargestellt, sind Erneuerbare Energien neben Energieeffizienzmaßnahmen ein entscheidender Baustein, um die Klimaziele in der Energiewende zu erreichen.

Daher sind für Windenergie und Photovoltaik ein wirksamer Bieterwettbewerb und ausreichend genehmigte Flächen vonnöten. Auch eine Ausweitung des Emissionshandels auf NON-EU-ETS-Sektoren ist von besonderer Bedeutung und begrüßenswert, da damit beispielsweise wichtige Impulse in der Verkehrswende gesetzt werden können. Deutliche Einsparpotenziale

werden ebenfalls im Gebäudebereich gesehen, hier wird die fehlende Ambition des GEG die Effizienzsteigerung jedoch massiv bremsen.

Produkte kreislauffähig entwickeln
Im Bereich der Kreislaufwirtschaft ist es wichtig, auch die Produktentwicklung zu betrachten, damit Produkte bereits kreislauffähig entwickelt werden. Nur Produkte, die nach der Nutzungsphase erfasst wurden und technisch geeignet sind, erlauben es, sinnhafte Strukturen einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft zu gestalten. Diese führen wiederum durch den verminderten Energieeinsatz zu deutlichen Einsparpotenzialen und leisten somit auch einen Beitrag zur Energiewende.

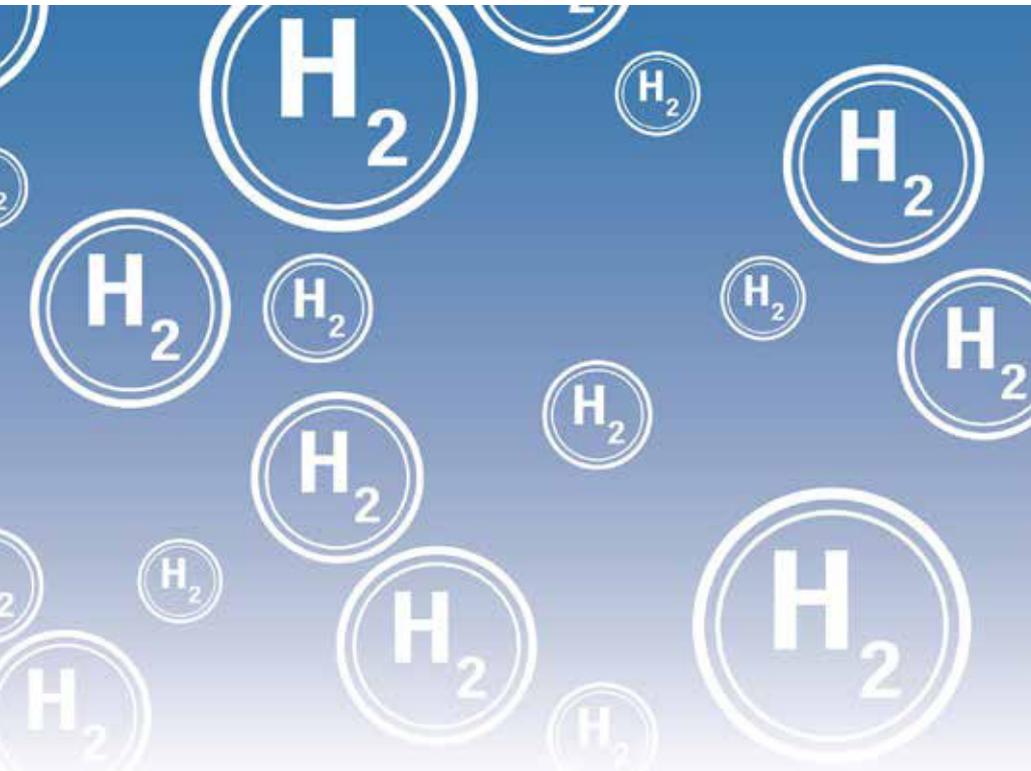
Ebenfalls begrüßt werden die Maßnahmen zur Ressourcenschonung und zum Umweltmanagement EMAS. Ausdrücklich befürwortet der VDI, die positive Entwicklung der Gesamtrohstoffproduktivität Deutschlands fortzusetzen und dabei sowohl die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern als auch der ökologischen Verantwortung gerecht zu werden. Dabei leistet das

Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess III) einen wichtigen Beitrag. Auch die Digitalisierung sollte zur Steigerung der Ressourceneffizienz mit einbezogen werden, wobei auch die negativen Effekte mitberücksichtigt werden müssen. Ebenso wird der Ausbau der Anreize für die Einführung von Umweltmanagementsystemen wie EMAS befürwortet, insbesondere die Verknüpfung mit einem unternehmerischen Klimamanagement und die Weiterentwicklung zu einem Nachhaltigkeitsmanagement.

Einen ausführlichen Kommentar zu den einzelnen Punkten der DNS finden Sie in der PDF „VDI-Kommentar zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie“. bezeichnen. Je mehr diese negative Komplexität ansteigt, um so mehr werden die vielen Daten zu einem ‚Rauschen‘, das die verfügbaren Informationen immer mehr auflöst; Auflösung, Rauschen als Indikatoren einer Krise.

Christian Borm
VDI e.V.

Grau, blau, grün: Wasserstoff



Wasserstoff ist ein idealer Sekundärenergieträger und wird aktuell für diverse chemische Prozesse in signifikanten Mengen eingesetzt. Einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende wird Wasserstoff jedoch erst ab einer deutlichen Reduktion des Einsatzes fossiler Energieträger spielen.

In seiner Herstellung offenbart Wasserstoff Tücken: Damit das Gas keinen CO₂-Rucksack trägt, braucht es „grünen“ Wasserstoff. Verfahrenstechnisch muss demzufolge die Wasserelektrolyse mit Ökostrom das heute in der chemischen Industrie gängige erdgasbasierte Verfahren der Dampfreformation ersetzen. Denn hierbei werden relativ große Mengen CO₂ freigesetzt. Dann wird als dem bisherigen „grauen“ Wasserstoff „grüner“.

Hinzu kommt eine weitere Variante: „blauer“ Wasserstoff. Dies ist „grauer“ Wasserstoff, dessen CO₂-stoffhaltige Gasströme abgeschieden und dann gespeichert werden. Carbon Capture

& Storage, kurz CCS, nennt man diese Verfahren, die in Deutschland hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz sehr umstritten sind, in anderen Ländern hingegen als Teil von Dekarbonisierungsstrategien akzeptiert werden.

Erhebliches ökonomisches Potenzial

Die Rolle des Wasserstoffs muss man im Zusammenhang mit der gesamten Energiewende betrachten: Die effiziente Bereitstellung und Nutzung von Energie sollten weiterhin an erster Stelle stehen. Denn als treibhausgasneutraler Energieträger zur Herstellung von Wasserstoff steht in Deutschland derzeit ausschließlich Strom aus erneuerbaren Quellen zur Verfügung, der nicht direkt zur Substitution fossiler Energieträger in konventionellen Kraftwerken genutzt werden kann (Überschussstrom).

Folglich ist die Stromerzeugung aus Windkraft- und Fotovoltaikanlagen als Voraussetzung für die Erzeugung von

grünem Wasserstoff auszubauen. Da die Erzeugung von Wasserstoff mittels Strom aber auch seine Nutzung oder Umwandlung, etwa in synthetische Brenn- und Kraftstoffe, mit Verlusten behaftet ist, sollte zunächst geprüft werden, ob sich der Strom direkt nutzen lässt.

Wasserstoff und die damit verbundenen anwendungsspezifischen Technologiebereiche wie Elektrolyse-, Brennstoffzellen- und Power-to-X-Anlagen sowie Speichertechnologien bergen neben den ökologischen Vorteilen erhebliches ökonomisches Potenzial. Aber mit einem Wandel der Energiekette ist ein disruptiver Wandel der Wertschöpfungsketten verbunden. So wird die Bandbreite der in Deutschland agierenden Unternehmen sich diesem Wandel stellen und Produkte, Produktionsprozesse und Geschäftsmodelle auf diese neuen Technologien ausrichten müssen.

Wasserstoff, koste es, was es wolle?

Was macht Wasserstoff vor dem Hintergrund der Energiewende letztlich so interessant? Nun, das Besondere an Wasserstoff ist seine Fähigkeit, als Speicher für die Sektorkopplung von Strom, Mobilität und Wärme sowie als Rohstoff in der Chemieindustrie und als Reduktionsmittel in industriellen Prozessen eingesetzt werden zu können. Expert*innen wie Monika Derflinger, Managerin R&A Powertrain Integration im Ford Research & Innovation Center Aachen und Mitglied im Fachausschuss Wasserstoff und Brennstoffzellen des VDI-Fachbereichs Energietechnik, lenken bei allem Engagement für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft den Blick auf einen rationalen Umgang mit den Gegebenheiten. Sie sagt, an allererster Stelle sei Wasserstoff dort einzusetzen, wo es technisch sinnvoll sei. Man dürfe nicht nach dem Motto „Wasserstoff, koste es, was es wolle“ verfahren.

VDI e.V.

Vier Dinge, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen

Der Klimawandel schreitet immer schneller voran; momentan weichen wir deutlich von dem 1,5-Grad-Ziel ab. Daher ist ein Umsteuern vonseiten der Politik erforderlich. Aber auch jeder Einzelne kann etwas tun.

Das Umweltbundesamt (UBA) bietet die Möglichkeit, sich über einen CO₂-Rechner die eigene CO₂-Bilanz zu erstellen. Dabei sieht man auch den Vergleich zur deutschen Durchschnittsbevölkerung. Diese emittiert pro Jahr laut UBA circa 11,2 t CO₂-Äquivalente pro Person. Dabei fällt der größte Anteil mit rund 34 Prozent auf den sonstigen Konsum, 24 Prozent auf den Bereich Wohnen und Heizen, circa 19 Prozent entfallen auf die Mobilität, 15 Prozent auf die Ernährung, und acht Prozent auf die öffentliche Infrastruktur und Verwaltung.

Je nach persönlichem Verhalten liegt dieser Wert deutlich höher oder niedriger. Wer sich schon klimafreundlich verhält, kann eine deutlich niedrigere CO₂-Bilanz haben. Wer beispielsweise

viel fliegt, wird sehr wahrscheinlich eine deutlich höhere CO₂-Bilanz als andere aufweisen. Aber was kann jeder Einzelne tun, um zum 1,5-Grad-Ziel beizutragen?

Das eigene Konsumverhalten hinterfragen und ändern

Ein großer Anteil unserer persönlichen Treibhausgasemissionen hängt also damit zusammen wie wir konsumieren. Hier kann man viele Emissionen einsparen, wenn man bedachter konsumiert und vor einem Kauf hinterfragt, ob man das Produkt wirklich braucht: Ist ein neues Smartphone notwendig? Ist die aktuelle Mode so wichtig oder sind die eigenen Sachen nicht noch in Ordnung? Auch über Second-Hand-Käufe lassen sich nämlich CO₂-Emissionen einsparen. Das schont das Klima und gleichzeitig auch den Geldbeutel.

Außerdem sollte man beim Neukauf darauf achten, dass Produkte hochwertig, langlebig und reparierbar sind. Elektrogeräte sollten zudem energie-

sparend sein und möglichst eine der höchsten Energieeffizienzklassen aufweisen. Eine weitere Möglichkeit seinen CO₂-Fußabdruck zu reduzieren, besteht darin, in nachhaltige oder klimafreundliche Geldanlagen zu investieren, die beispielsweise fossile Energieträger ausschließen.

Achtsam mit Energie umgehen

Heizen macht einen großen Anteil des eigenen Energieverbrauchs aus. Als Hauseigentümer*in hat man die Möglichkeit sein Haus zu dämmen oder auf effizientere Heizsysteme umzusteigen. Wer zur Miete wohnt, hat diese Möglichkeiten leider nicht, kann aber trotzdem darauf achten, dass nicht unnötig geheizt wird oder die Heizung läuft, wenn das Fenster offen ist. Auch die Wohnfläche spielt dabei eine große Rolle: Wer weniger Fläche bewohnt, muss auch weniger heizen.

Im Prinzip gilt das Gleiche für den eigenen Strombedarf: Geräte sollten nicht im Standby-Modus laufen, sondern ausgeschaltet sein, wenn man



sie nicht nutzt. Außerdem kann ein Ökostromanbieter gewählt werden. Hausbesitzer können sich zudem eine Fotovoltaikanlage oder eine Solaranlage für den Warmwasserbedarf anschaffen. Aber auch Menschen, die zur Miete wohnen, haben die Möglichkeit über ein kleineres Fotovoltaik-Modul für den Balkon einen kleinen Teil des Eigenbedarfs zu decken – gerade in Zeiten vom Corona-Home-Office kann sich das durchaus lohnen.

Das Fahrrad und die öffentlichen Verkehrsmittel nutzen, wenig fliegen

Viele kurze Strecken lassen sich auch gut mit dem Fahrrad zurücklegen, dabei fallen fast keine CO₂-Emissionen an. Und auch die Nutzung von Bus und Bahn anstelle des eigenen Autos reduziert die CO₂-Emissionen. Car-Sharing sorgt für weniger selten genutzte Autos, da dabei ein Auto viel mehr genutzt wird und dementsprechend weniger Autos produziert werden, was zu weniger Emissionen in der Produktion führt.

Wenn es sich vermeiden lässt, sollte man auf Flugreisen verzichten. Gerade bei Kurzstreckenflügen gibt es häufig gute Alternativen bei der Bahn, auch wenn es hier bestimmt noch Ausbau-

potenzial gibt. Oft ist auch die Zeitersparnis beim Fliegen nicht groß, da viel Zeit für An- und Abreise, Sicherheitskontrollen und Wartezeiten anfällt. Wer dennoch fliegt, kann seine CO₂-Emissionen auch kompensieren. Dabei werden durch die Kompensation Klimaschutzprojekte unterstützt, die CO₂-Emissionen einsparen, wie beispielsweise der Einsatz von energieeffizienten Öfen in Entwicklungsländern. Hier ist es wichtig zu beachten, dass eine CO₂-Kompensation nicht als Ausrede für klimaschädliches Verhalten genutzt werden sollte, durch CO₂-Kompensation allein lässt sich das 1,5-Grad-Ziel nicht erreichen. Deshalb müssen wir CO₂-Emissionen direkt vermeiden.

Weniger Fleisch sowie regional und saisonal einkaufen

Bei der Tierhaltung entstehen viele klimawirksame Emissionen: durch den Energiebedarf in der Tierhaltung, den Anbau und Transport von Tierfutter oder Methanemissionen aus der Rinderhaltung. Auch der Flächenverbrauch, der zur Fleischherstellung benötigt wird, zum einen für die Tierhaltung, zum anderen für den Futtermittelanbau, ist enorm. Diese Flächen werden auch durch die Abholzung

von Regenwäldern gewonnen – die wir eigentlich dringend benötigen, um CO₂ zu binden. Laut UBA verursacht die Produktion von einem Kilo Rindfleisch beispielsweise zwischen elf und 30 Kilo Treibhausgasemissionen. Demgegenüber liegt Obst und Gemüse bei weniger als einem Kilo.

Regionale Produkte haben nur kurze Transportwege und sparen somit CO₂-Emissionen ein. Saisonale Produkte besitzen den Vorteil, dass sie nicht energieintensiv in Treibhäusern angebaut oder über längere Zeit in Kühlhäusern gelagert werden müssen. Biologisch angebaute Lebensmittel bieten darüber hinaus den Vorteil, dass sie einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz liefern, zum Beispiel zum Wasser- oder Bienenschutz. Infolge der globalen Vernetzung und weltweiter Lieferketten ist es mitunter schwierig einzuschätzen, welche Auswirkungen die eigene Ernährung auf das Klima hat. Daher wird mittlerweile die Einführung eines Klimasiegels für Lebensmittel diskutiert, um mehr Transparenz für Verbraucher zu schaffen.

Hanna Seefeldt
VDI e.V.

Zirkuläre Wertschöpfung

Die zirkuläre Wertschöpfung stellt ein wirtschaftliches System dar, das restaurativ und regenerativ arbeitet. Es ersetzt das End-of-Life-Konzept durch geschlossene Kreisläufe und vermeidet beziehungsweise verwertet Abfälle, indem es Materialien, Produkte, Systeme sowie Geschäftsmodelle entsprechend ganzheitlich gestaltet. Folglich sind Stoffstrom und Energiesystem nachhaltig, die Klima- und Umweltbelastungen minimal.

Materialien aller Art sollen durch sorgfältig durchdachtes Design, Management und technologische Innovation auf ihren höchsten Nutzen und Wert

gebracht werden. Das übergeordnete Ziel ist, Materialien und Produkte im Kreislauf zu führen, was durch wirtschaftlich und ökologisch effiziente Stoff-, Energie-, Arbeits- und Informationsflüsse zu ermöglichen ist.

Die großen Potenziale dieser Kreislaufwirtschaft können sich etwa im Bausektor entfalten, einem der ressourcenintensivsten Bereiche. Die verwendeten Materialien werden der Natur entnommen und wachsen nicht nach. Schließlich schätzen Experten, dass in Deutschland im gesamten Bauwerksbestand des Hoch- und Tiefbaus, also in Wohn- und Büroge-

bäuden, Produktionsanlagen, Straßen und weiteren Infrastrukturbauwerken, rund 50 Milliarden Tonnen mineralischer Rohstoffe verbaut sind.

Selbst Sand gibt es nicht mehr wie Sand am Meer

Es überrascht daher nicht, dass selbst der Baustoff Sand nicht mehr unbegrenzt zur Verfügung steht. Deswegen werden bestehende Bauwerke zur Rohstoffquelle Nummer 1. Sie sind ein gigantischer Sekundärrohstoffspeicher mit enormem Wertschöpfungspotenzial. Diese Quelle wird bisher noch nicht ausreichend genutzt, auch wenn sie einen hohen Stellenwert hat



– aus Mangel an Informationen und aus Sorge vor möglichen Schadstoffen. Das muss sich ändern: Die Wiederaufbereitung oder Wiederverwendung von Bauwerken muss künftig auch ökonomisch genauso gut abschneiden wie bisher unverbaute Ressourcen – durch Kreislaufwirtschaft.

Für Architekten, Bauingenieure und Ingenieure der Technischen Gebäudeausrüstung gilt es, die zirkuläre Wertschöpfung konsequent in ihre Planungen und Entwicklungen zu integrieren. Hier hilft auch die Digitalisierung: Das sogenannte Building Information Modeling (BIM) dokumentiert, neben allen anderen bauwerksrelevanten Informationen, auch Materialzusammensetzungen.

Mobilität der Zukunft: langlebig, emissionsarm und ressourcenschonend

Auch die Mobilität der Zukunft wird dank der Kreislaufwirtschaft mit den gegebenen Ressourcen noch deutlich

besser haushalten können als bisher. Fortschreitender Leichtbau, Vernetzung und Automatisierung müssen hierzu ebenso beitragen wie höchstmögliche Effizienz bei minimalen Geräusch- und Schadstoffemissionen. Dies gilt für Verbrennungsmotor, Brennstoffzellen oder Batteriekonzepte gleichermaßen, ganz egal ob diese Autos, LKWs, Flugzeuge, Schiffe oder Züge antreiben.

Bestehende und gut funktionierende Recyclingsysteme, beispielsweise zum Recycling von Metallen wie Eisen, Aluminium Magnesium und deren Legierungen, lassen sich auch für andere Fahrzeugmaterialien entwickeln.

Zirkuläre Wertschöpfung in der Elektromobilität

Eine aktuell drängende Herausforderung ist es, Kreisläufe in der Elektromobilität zu schließen. So enthalten wiederaufladbare Batterien in batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV), Elektrofahrzeugen mit Reichweiten-

verlängerung (REEV) und Hybrid-(HEV) bzw. Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHEV) wertvolle und teilweise versorgungskritische Rohstoffe wie Kobalt, Lithium, Nickel und Kupfer. Hier braucht es zukünftig eine fast vollständige zirkuläre Wertschöpfung – sowohl stofflich als auch energetisch.

Der VDI betrachtet das Thema „Zirkuläre Wertschöpfung“ mit Stakeholdern aus unterschiedlichen Branchen und aus unterschiedlichen Perspektiven, um daraus Informationen für VDI-Mitglieder, Experten und Interessierte aus Gesellschaft, Medien, Industrie, Politik zu gewinnen. Mit VDI-Richtlinien stellt der VDI konkrete technische Handlungsempfehlungen für den Experten in der Praxis bereit. Ein breiter Wissenstransfer findet auf Fachtagungen und Kongressen sowie über regionale Veranstaltungen der Bezirksvereine und Landesverbände des VDI statt.

VDI e.V.

Mitgliederversammlung 2021

Nachdem die ordentliche Mitgliederversammlung im Jahr 2020 aufgrund Corona verschoben werden musste, fand die Hauptmitgliederversammlung gleich für zwei Jahre und digital statt.

Zu Beginn referierte Prof. Dr. Birgit Scheppat über das Thema: „Wasserstoff - der Langfristspeicher von Strom

wiedergewählt. Dr.-Ing. Christiane Bucher tritt als Nachfolgerin von Prof. Dr.-Ing. Kira Kastell den Posten als zweite Vorsitzende an. Christiane Bucher engagierte sich bis 2019 als Geschäftsstellenleiterin des Landesverbandes Hessen und hatte zuletzt den Vorstandsposten für die Nachwuchsförderung im VDI Bezirksverein Frankfurt-Darmstadt e.V. inne.

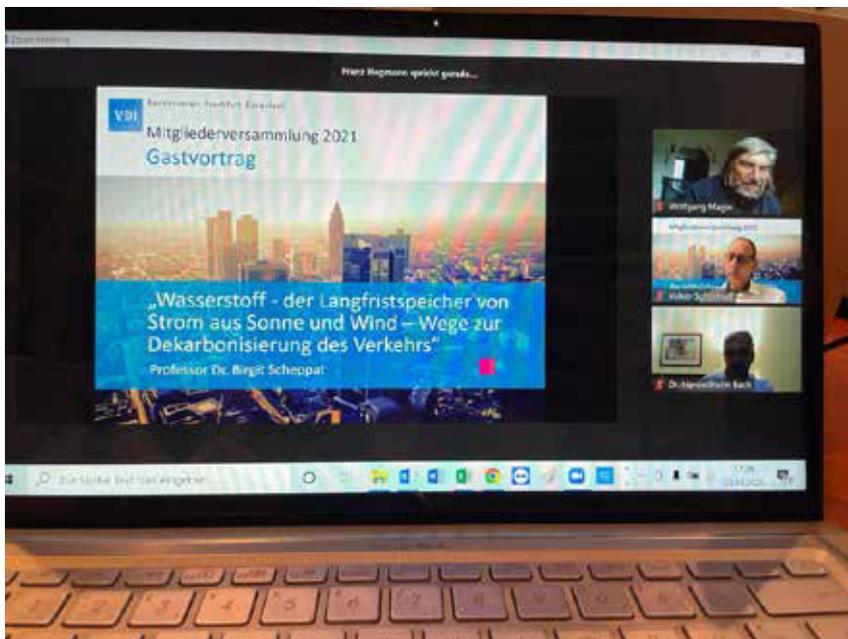
Wiedergewählt wurden auch Volker Schönhoff als Schatzmeister sowie Sönke Ohls und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Magin als Vertreter der Unternehmenskontaktmesse konaktiva.

Die Vorstandsmitglieder bedanken sich bei allen Mitgliedern für das in sie gesetzte Vertrauen und freuen sich auf viele interessante Veranstaltungen und Begegnungen in den folgenden Monaten.

Bei den Ehrungen wurde es nochmal spannend: Hier wurden Mitglieder von 25 Jahren bis 65 Jahre Treue geehrt. Dies zeigte einmal mehr, dass der VDI Bezirksverein von, und vor allem, durch seine Mitglieder lebt.

Sie wollen sich stärker im VDI engagieren? Anregungen und Veranstaltungen finden Sie im Internet auf www.vdi.de/frankfurt und in der Vereinszeitschrift Technik & Mensch.

Lukas Kluy
Vorstandsmitglied
VDI Bezirksverein
Frankfurt-Darmstadt e.V.



aus Sonne und Wind sowie Wege zur Dekarbonisierung des Verkehrs“. Die anschließende Diskussion über die Herausforderung und Chancen der Energiewende leitete Manfred Brucksch-Richter, Arbeitskreisleiter Umwelttechnik.

Neben dem Bericht des Schatzmeisters und der Entlastung des Vorstands wurden auch die Aktivitäten der Vereinsmitglieder in den Jahren 2019 und 2020 dargestellt sowie die Entwicklung der Anzahl der derzeit rund 5.400 Mitglieder diskutiert.

Bei den anschließenden Wahlen zum Vorstand wurde Prof. Dr.-Ing. Armin Huss als erster Vorsitzender



*Frohe Weihnachten
und ein glückliches neues Jahr
wünscht Ihnen die Redaktion*



IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Verein Deutscher Ingenieure
Bezirksverein Frankfurt-Darmstadt e.V.
Bernusstraße 19
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 / 79 53 97 90
www.vdi-frankfurt.de

REDAKTION

Lukas Kluy
Tatiana Friedel
Natalia Launert
www.vdi-frankfurt.de
office@vdi-frankfurt.de

LAYOUT & SATZ

Verein Deutscher Ingenieure
Bezirksverein Frankfurt-Darmstadt e.V.
Bernusstraße 19
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 / 79 53 97 90
www.vdi-frankfurt.de

DRUCK

AWG Druck GmbH
Limburger Strasse 26
65594 Runkel
Tel.: 06482 / 91 39 0
www.awg-druck.de

URHEBERRECHT

Der Herausgeber haftet nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos.

Alle Rechte vorbehalten.

Insbesondere bedürfen Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste und Internet und Vervielfältigung auf Datenträger vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers.

Der Bezugspreis ist für VDI-Mitglieder durch den Mitgliedsbeitrag abgegolten.

Erscheinungszeitraum: 1/4jährlich

ISSN: 1611-5546