

# 1

## Problemstellung



**Eisbären gehören zu den ersten Opfern des Klimawandels.**

---



**Für Heringe bedeuten die steigenden Wassertemperaturen Stress – sie fliehen aus der Nordsee in kühlere Gefilde.**

---

schreiben sie in ihrer im Juli 2020 im Fachblatt „Science“ veröffentlichten Studie. Der Grund: Bei höheren Temperaturen steigt der Energieverbrauch des Organismus – und damit der Sauerstoffbedarf. Fischembryonen besitzen noch keine Kiemen und können so nicht mehr Sauerstoff produzieren. Die paarungsbereiten Fische hingegen sind einer besonderen Belastung ausgesetzt, weil sie Ei- und Spermienzellen ausbilden müssen – laut der Studie sogar mehr als 20 % ihrer Körpermasse. Deshalb sei das Herz-Kreislauf-System laichbereiter Tiere schon bei niedrigeren Temperaturen enorm gefordert. Je wärmer das Wasser ist, desto stärker die Folgen für die Tiere. Der Temperaturstress könnte laut Studie sogar die Bildung von Geschlechtshormonen beeinflussen. Aber auch das oben erwähnte Auswandern von Hering und Kabeljau aus der Nordsee in kühlere Gefilde ist für solche Meeresfische nicht unproblematisch. Denn der fein abgestimmte Vermehrungszyklus sorgt dafür, dass der Nachwuchs geeignete Bedingungen findet: von passendem Substrat zur Eiablage über Strömungen, die den Nachwuchs in seine Kinderstuben transportieren, bis hin zu ausreichender Verfügbarkeit von Plankton. Die Meere schlucken seit Jahrzehnten die Folgen der globalen Erderwärmung. 2019 war das Jahr mit der höchsten durchschnittlichen Wassertemperatur, die seit Beginn der Messungen im Ozean registriert wurde. Gelingt es der Menschheit, die Klimaerwärmung bis zum Jahr 2100 auf 1,5°C zu begrenzen, werden bis dahin nur etwa 10 % der in der AWI-Studie untersuchten Fischarten ihre angestammten Laichgebiete aufgrund zu warmen Wassers verlassen müssen. Bei einer durchschnittlichen Erwärmung ab 5°C wären bis zu 60 % dieser Fischarten gefährdet.

## Mikroplastik belastet die Ozeane

Zusätzlich belastet wird die Meeresfauna durch die Wasserverschmutzung mit (Mikro-)Plastik. Ein Forscherteam um Agostino Merico vom Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung in Bremen hat im Rahmen einer Studie ermittelt, dass derzeit 399.000 t Plastik an der Wasseroberfläche der Ozeane schwimmen. Bis zum Jahr 2052 könnte sich die Menge mehr als verdoppeln. Die gesamte Menge an Kunststoffmüll im Meer – also auch in tieferen Schichten – beläuft sich gar auf viele Millionen Tonnen.

Die Forscher um Merico haben mithilfe mathematischer Modelle untersucht, wie sich 200 schwimmende Barrieren im Meer auf die Verschmutzung auswirken würden, wenn die Vorrichtungen Plastik sammeln, um es später an Land zu recyceln oder zu verbrennen. Über einen Zeitraum von 130 Jahren könnten demnach nur etwas mehr als 5 % der geschätzten globalen Gesamtmenge Plastik aus den Meeren geholt werden.

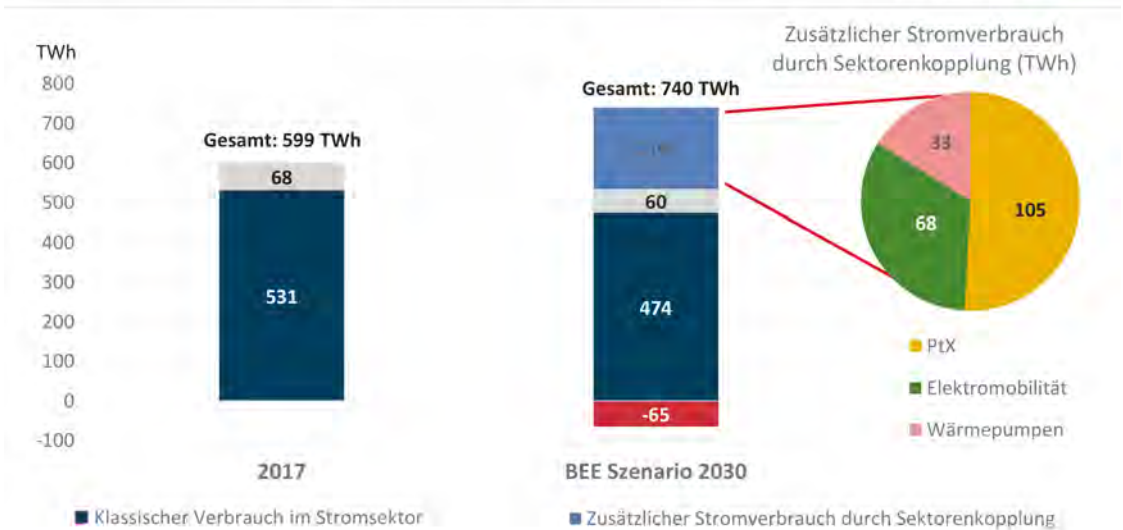
Die Wissenschaftler befürchten, dass Technologien wie schwimmende Müllschlucker eine Rechtfertigung für eine weitere Verschmutzung der Umwelt liefern könnten. Sie verweisen zudem darauf, dass der im Meer gesammelte Müll schwer zu recyceln sei, weil er vielfältig und oft mit Mikroorganismen bewachsen ist. Der Aufwand für eine Sortierung ist dadurch sehr hoch. Verbrennen oder Vergraben sei aus ökologischen Gründen unpraktisch, denn so könnte der Boden verunreinigt werden oder CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gelangen. „Es gibt nur eine Lösung: Wir müssen die Produktion von Kunststoffen einstellen und alternative, nachhaltigere Lösungen wie die Verwendung biologisch abbaubarer Materialien fördern“, so Merico.

**Plastik  
verseucht  
immer  
mehr die  
Weltmeere.**

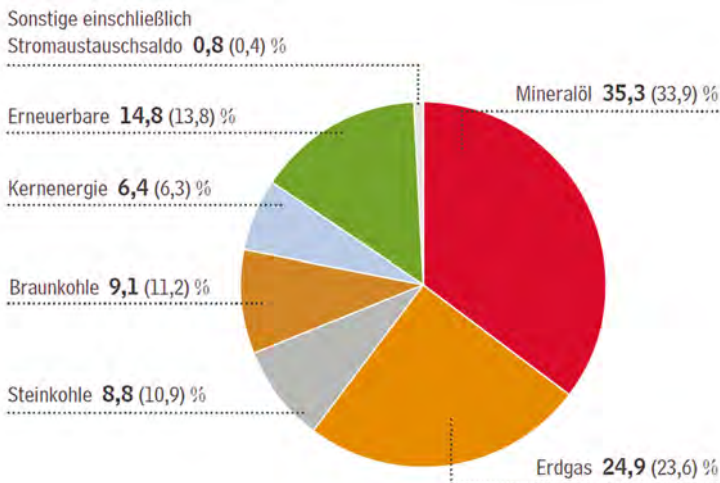


# 2 Perspektiven

## Stromsektor: Bruttostromverbrauch 2030



Durch die Entwicklung der Sektoren Elektromobilität und Wärmepumpen wird der Strombedarf in Zukunft stark steigen.



Der Verbrauch von Erdöl und Erdgas muss dringend massiv gesenkt werden, um Deutschlands Ökobilanz zu verbessern.

## Erneuerbare: Zubau vertausendfacht

Der Weltmarkt ist aufgrund des deutschen EEG von etwa 500 MW im Jahr 2000 auf über 117 GW in 2019 gestiegen. Die Produktionskapazitäten werden weiterhin massiv ausgebaut, so dass 2021 schon bei über 200 GW Produktionskapazitäten erreicht werden könnten. 500 GW Zubau pro Jahr sind in diesem Jahrzehnt zu erwarten, das wäre dann das Tausendfache des Zubaus des Jahres 2000. In Deutschland schaffen die maximal 100 MW, die am 1. Januar 2021 aus der EEG-Vergütung fallen, in der Umlage den Raum für bis zu 10 GW an neuen Freilandanlagen.

Nach den Daten von Energy Charts hat sich Anteil der erneuerbaren Energien an der Nettostromerzeugung in den ersten drei Quartalen 2020 auf 53,1 % erhöht. Allein die in Deutschland installierten Windkraftanlagen erzeugten 26,5 % (circa 95,2 TWh) der rund 358,6 TWh verbrauchten Stroms. Auch die Photovoltaikanlagen steigerten ihre Produktion und erreichten von Januar bis September 46,7 TWh, also rund 13 % des erzeugten Stroms in Deutschland – fast so viel wie die Braunkohlekraftwerke (15,2 %). Knapp hinter der Photovoltaik lag die Biomasse mit einem Anteil von 9,5 %. Die Wasserkraft steuerte 4,0 % bei.

## Düstere Zahlen beim Primärenergieverbrauch

Es bewegt sich also etwas – doch, und jetzt kommt die Einschränkung, in viel zu geringem Tempo. Laut dem Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE) müsste der Zubau auf jährlich 10 GW Photovoltaik, 4,7 GW Windkraft an Land und 2 GW Offshorewindkraft sowie 600 MW Bioenergie und je 50 MW Wasserkraft und Geothermie gesteigert werden. Nur so lasse sich die Ökostromerzeugung auf 481 TWh bis 2030 steigern, was einem Anteil von 65 % im Jahr 2030 entspreche. Denn auch der Stromverbrauch wird vor allem durch die beginnende Wasserstoffproduktion und den Ausbau der Elektromobilität stark steigen.

Noch düsterer sehen die Zahlen beim inländischen Primärenergieverbrauch aus, die eigentlich entscheidende Größe: 2019 lag der Anteil der Erneuerbaren hier lediglich bei 14,8 % und damit 1 % höher als im Vorjahr. Mineralöl bleibt mit 35,3 % wichtigster Energieträger vor Erdgas mit 24,9 %. Auf Braunkohle und Steinkohle entfiel ein Anteil von 9,1 und 8,8 %. Die Kernenergie trug 6,4 % bei. Um 2050 das Ziel der hundertprozentigen Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen zu schaffen, müssten ca. 670 TWh Wind- und 1.000 TWh PV-Energie erzeugt werden.

werden. Zudem ist man bei StoreDot überzeugt, ca. 1.500 Ladevollzyklen erreichen zu können. So lässt sich der Akku auf 50 bis 80 kWh Kapazität begrenzen und es sind trotzdem Langstreckeneinsätze möglich. Denn schafft man mit einer solchen Batterie auf der Autobahn vielleicht nur 300 km, sind mit zwei kurzen Tankstopps von je zehn Minuten dennoch 900 km spielend möglich. Über die gesamte Lebensdauer der Batterie sollten Laufleistungen der Fahrzeuge von mindestens 450.000 km erreichbar sein. Gleichzeitig ist die FlashBattery-Technologie lediglich rund 10 % teurer als herkömmliche Lithium-Ionen-Batterien. Auch für Busse und Lkw ist sie mit gewissen Modifizierungen denkbar, so StoreDot.

## Die Clean Vehicles Directive der EU als Wegbereiter

In der Fahrzeugtechnik hat der Wandel schon seit rund zehn Jahren Fahrt aufgenommen. Nach den Entwicklungen in der vergangenen Dekade steht die Elektromobilität kurz vor ihrem Durchbruch auch im Massenmarkt. Im ÖPNV vollzieht sich die Transformation der Antriebstechnologie noch schneller. Mit der Verabschiedung der Clean Vehicles Directive (Richtlinie 2019/1161/EU) durch die Europäische Union im Juni 2019 sind die Rahmenbedingungen gesetzt: Bis 2. August 2021 muss die Umsetzung der Richtlinie in deutsches Recht erfolgt sein. Dann gelten folgende verpflichtende Beschaffungsquoten in Deutschland: Bis 31.12.2025 müssen 45 % der beschafften Busse emissionsarm sein, davon 22,5 % emissionsfrei. Im Zeitraum vom 1.1.2026 bis 31.12.2030 steigt die Quote auf 65 %, davon 32,5 % emissionsfreie Fahrzeuge.

## Die Chemie stimmt im Bus

Auch im Busbereich steigt entsprechend die Energiedichte der Zellen und verändert sich die Zellchemie. So kann der hessische Batteriespezialist Akasol, der Lieferant u.a. für Mercedes-Benz und Volvo Buses ist, aktuell bereits Module mit einer Kapazität von 33 kWh liefern. Sie besitzen somit eine Energiedichte von rund 143 Wh/kg.

Dabei wird es natürlich nicht bleiben: Schon ab 2021 kommt das Ultrahochenergiebatteriesystem AKASystem CYC mit zylindrischen Zellen auf den Markt, das dann 50 kWh pro Pack bietet bei einer Energiedichte von rund 166 Wh/kg. Künftig wird der Mercedes-Benz eCitaro dann rund 600 kWh an Akkukapazität mitführen, was ihm eine Mindestreichweite von 225 km ermöglicht. „Aktuell bewegen wir uns im Nutzfahrzeugsektor bei Werten um 300 Wh/kg auf Zellebene – mit starker Tendenz Richtung 400 Wh/kg. Bis Ende des Jahrzehnts werden wir in einen Bereich von 500 Wh/kg kommen können. Das ist ein Zuwachs von mehr als 50 % gegenüber der gegenwärtigen Technik“, sagt Akasol-CEO Sven Schulz.

**Akasol-CEO Sven Schulz erwartet auch im Nutzfahrzeugsektor bis Ende des Jahrzehnts Energiedichten von 500 Wh/kg.**

**NMC-Batterietechnologie von Akasol mit Rundzellen.**



Außerdem können die Batterien dann mit Leistungen von bis zu 500 kW geladen werden. Mit einer kurzen Zwischenladung – etwa über Ladeschienen auf dem Dach am invertierten Pantografen – lassen sich so Tagesumläufe von mehr als 300 km erzielen. Das Problem Reichweite dürfte sich also schon in wenigen Jahren auch für den Überlandbereich quasi von selbst erledigen.

## Elektrische Wende auch im Reisebus oder Langstrecken-Lkw?

Die Überlegungen gehen – nicht nur bei Akasol – aber schon über den ÖPNV-Sektor hinaus. „Mit unseren Zellen kann man bis zu 0,8 C laden. So erreicht man nach rund einer Stunde einen Ladestand von 80 % – und 70 % in einer Dreiviertelstunde, der gesetzlichen Ruhezeit eines Reisebus- oder Lkw-Fahrers nach viereinhalb Stunden Fahrt“, erzählte mir der Akasol-Chef im Interview. Gleichzeitig arbeitet man beim hessischen Batteriespezialisten auch an Hochleistungsbatteriesystemen