

und den Recyclingrat erhöhen kann. Experten und Politiker sind sich einig, die Lösung gefunden zu haben: eine geschlossene Kreislaufwirtschaft, auch Circular Economy genannt. Das Ziel ist dabei, gar keinen oder so wenig Abfall wie möglich zu produzieren. Alle Verpackungen sollen wiederverwertbar sein und mehrmals verwendet werden können [3]. Ab Januar 2019 gilt in Deutschland ein neues Verpackungsgesetz. Es soll finanzielle Anreize für mehr recyclingfähige Verpackungen schaffen. Die Höhe der Gebühren, die die Hersteller für das "duale System" zahlen, ist vom Gewicht und Material der Verpackungen abhängig. Dies neues Verpackungsgesetz soll auch in Belarus eingeführt werden.

Man benötigt einen Regierungsbeschluss, der vorsieht, den Anteil der energetisch zu verwertenden Abfälle in Zukunft zu erhöhen, so dass eine sehr dynamische Entwicklung im Sinne einer energieeffizienten Abfallwirtschaft zu erwarten ist. Recycling von Hausmüll ist eine hochprofitable Branche, die es mit geringen finanziellen Investitionen ermöglicht einen stabilen Gewinn zu erzielen.

#### Литература

Wirtschaft [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.welt.de/wirtschaft/article194894973/> – Das Datum des Zugriffes: 20.03.2020.

Energiegewinnung [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.bw.de/fachbeitrag/dossier/energiegewinnung-aus-abfall> – Das Datum des Zugriffes: 20.03.2020.

Mülltrennung [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.dw.com/de/muelltrennung-plastikmuell-und-der-recyclingmythos/a-45746484-0> – Das Datum des Zugriffes: 11.04.2020.

## WASSERSTOFF IM AUTO – ALTERNATIVER KRAFTSTOFF DER ZUKUNFT

### Водород в автомобиле – альтернативное топливо будущего

Сидоренко В.В.

Научный руководитель – ст. преподаватель Станкевич Н.П.  
Белорусский национальный технический университет

Konventionelle Treibstoffe auf Erdölbasis wie Benzin oder Diesel, die heute für Autos verwendet werden, dezimieren die natürlichen Ressourcen und erzeugen darüber hinaus Schadstoffe, die schädlich für Menschen und Natur sind [1].

Viele Forscher und Konstrukteure suchen eine Lösung dieses Problems und es gibt diverse interessante Alternativen. Beispielsweise soll künstlicher Kraftstoff auf Wasserstoff-Basis eine Alternative zu den Verbrennungsmotoren mit Benzin darstellen. Er kann dem Verbrennungsmotor eine Zukunft geben – zumindest in Verkehrsmitteln, in denen Elektroantriebe nicht geeignet sind, wie z.B. in Flugzeugen, Schiffen und zum Teil auch in Lastkraftwagen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, den Kraftstoff auf Wasserstoff-Basis und seine Anwendungschancen zu erörtern. Die Schwerpunkte sind dabei:

Erklärung des Funktionsprinzips der Fahrzeuge mit Wasserstoff;

Erläuterung der perspektivischen Entwicklungsrichtung der Brennstoffzelle im Fahrzeug;

Ermittlung der Vor- und Nachteilen von Autos mit Brennstoffzellen.

Wasserstoff ist ein chemisches Element mit der Formel  $H_2$ . Dieses Element kann den Fahrzeugen mit Brennstoffzelle als Kraftstoff dienen, aber er muss zunächst erzeugt werden. Das kostet Energie, sodass Wasserstoff nur zu einem ökologischen Treibstoff wird, wenn er vorher durch regenerative Energien wie Wind- oder Wasserkraft per Elektrolyse erzeugt wird.

Gasförmiger Wasserstoff enthält aufgrund seiner geringen Dichte mehr Energie pro Gewichtseinheit als andere Brennstoffe. Um ihn als Treibstoff speichern zu können, muss Wasserstoff stark komprimiert (mit bis zu 700 bar) oder verflüssigt werden (bei bis zu – 253 Grad Celsius).

Autos mit Brennstoffzelle sind Elektrofahrzeuge, die mit der Energie aus

Wasserstoff fahren. Im Motorraum des Autos gibt es einen Brennstoffzellen-Stapel, der Strom aus Wasserstoff generiert. Durch Leitungen wird der Wasserstoff aus den Tanks zum Brennstoffzellen-Stapel transportiert. In der Brennstoffzelle treffen Wasserstoff und Sauerstoff an einer Elektrolytmembran aufeinander und reagieren in einem chemischen Prozess zu Wasser. Der Wasserstoff wird in Protonen und Elektronen gespalten. Bei dieser Reaktion wird die

Energie, die im Wasserstoff gespeichert ist, freigegeben. Diese lässt sich entweder in einer Batterie speichern oder treibt direkt einen Elektromotor an [2].

Der Gesamtwirkungsgrad eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs liegt mit bis zu 65 Prozent höher als bei den meisten konventionellen Benzinern (bis zu 40 Prozent) und Dieseln (bis zu 45 Prozent).

Im Vergleich zu Hybridmodellen und Elektroautos ist das Angebot an Fahrzeugen mit Brennstoffzellen noch begrenzt. Aktuell bietet Hyundai den Hyundai Nexo und Toyota den Mirai an. Mercedes-Benz stellt den GLC F-Cell mit Brennstoffzelle und Honda den Clarity Fuel Cell vor. (Fuel Cell = Englisch für Brennstoffzelle; Fuel Cell Vehicle = Englisch für Brennstoffzellenfahrzeug).

Es weiterer wichtiger Aspekt stellt die Reichweite der Brennstoffzellen-Fahrzeuge dar. Der Toyota Mirai (was auf Japanisch "Zukunft" bedeutet) schafft etwa 500 Kilometer. Der Hyundai Nexo ist der Nachfolger des Hyundai ix35

FCEV mit einem Motor, der eine Leistung von 120 PS hat, angetrieben von einer 40 kW Batterie. Die drei Wasserstofftanks fassen insgesamt 6,3 kg gasförmigen Wasserstoff bei 700 bar und ermöglichen eine Reichweite von 756 Kilometer.

Das Problem ist aber nicht die Reichweite, sondern die nächste Tankstelle, bei der man Wasserstoff tanken kann. Aktuell gibt es nämlich noch sehr wenige Wasserstofftankstellen. In Deutschland gibt es Ende 2019 rund 80 Tankmöglichkeiten, in den USA sind es lediglich 40.

Brennstoffzellen-Autos fahren geräuscharm und emissionsfrei wie Elektrofahrzeuge. Es gibt nur einen einzigen Unterschied, welches ein leises Zischen ist, das der Fahrer im Innenraum hört, wenn der Kompressor beim Beschleunigen viel Luft durch die Brennstoffzelle presst. Statt Abgasen kommt aus dem Auspuff Wasser.

Neben emissionsfreiem Fahren bieten Wasserstoffautos den Vorteil, dass die Brennstoffzelle in der Herstellung deutlich umweltfreundlicher als Akkus ist. Das Betanken dauert wie bei herkömmlich betriebenen Autos lediglich drei bis fünf Minuten. Zudem ist die Reichweite von Autos mit Wasserstoffantrieb deutlich höher als bei mit Akkus ausgerüsteten E-Autos. Mehr als 500 Kilometer Reichweite sind Standard.

Größte Nachteile sind der hohe Preis und das schlecht ausgebaute Tankstellennetz. Zapfsäulen für Wasserstoff sind sehr teuer, weil dort verflüssigter Wasserstoff in Gas umgewandelt wird, mit dem die Autos dann bei einem Druck von 700 bar betankt werden.

Wasserstoff kann einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Mobilität als Ergänzung zu Batteriefahrzeugen leisten, wenn die geeignete Wasserstoff-Infrastruktur zur Verfügung stehen und der Fahrzeugpreis sinken wird [3].

Allmählich kommt das Wasserstoffauto doch in der Realität an und wird eine echte Option beim Kauf eines neuen Fahrzeugs. Wir müssen darüber nachdenken, die Diesel- und Benzinfahrzeuge langsam hinter uns zu lassen und uns für emissionsfreie Alternativen zu entscheiden - warum also nicht ein Wasserstoffauto [4]? Wer in die Umwelt investieren möchte, wählt das Wasserstoffauto. Zwar ist es nicht preiswert, aber eine emissionsfreie Alternative.

#### Литература

Kraftstoff [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: [https://www.hydrogeit.de/wasserstoff\\_als\\_kraftstoff.html/](https://www.hydrogeit.de/wasserstoff_als_kraftstoff.html/). – Das Datum des Zugriffes: 29.03.2020.

Wasserstoff [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.motor-atlas.info/antriebsformen/wasserstoff/>. – Das Datum des Zugriffes: 03.04.2020.

Innovation [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.bmw.com/de/innovation/so-funktionieren-wasserstoffautos.html>. – Das Datum des Zugriffes: 12.04.2020.

Autos mit Wasserstoffantrieb [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.androidpit.de/die-besten-autos-mit-wasserstoffantrieb>. – Das Datum des Zugriffes: 12.04.2020.

## **ENERGIEEFFIZIENTER BAU IN DER REPUBLIK BELARUS**

### **Энергоэффективное строительство в Республике Беларусь**

Зайцева Н.С., Крючков Н.И.

Научный руководитель: ст. преподаватель Станкевич Н.П.  
Белорусский национальный технический университет

Die heutige Definition des Begriffs „Nachhaltigkeit“ findet sich im Brundtland-Bericht der Vereinten Nationen: Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generationen zu gefährden [1]. Diese Bedürfnisse können ökologischer, ökonomischer und sozialer Natur sein. Eine Entwicklung oder Handlung ist nur nachhaltig, wenn in allen Bereichen (Teilbereichen) ein Mindestmaß an Zufriedenheit erreicht wird und dieses Maß auch zukünftig sichergestellt werden kann.

Energieeinsparung ist der wichtigste Faktor für die Gewährleistung der Energiesicherheit des Landes. Die Republik Belarus verfügt leider nicht über ausreichende Energieressourcen für die vollständige eigene Versorgung der Wirtschaft und des sozialen Bereichs und ist gezwungen, etwa 85 % zu kaufen.

In der Wohnungswirtschaft von Belarus sind nur etwa 2/3 der Bauten energieaufwendig. Die Energiekosten im Wohnsektor übersteigen die heutigen europäischen Energienormen um ein Vielfaches. Heute ist in vielen Ländern ein System von Maßnahmen zur Förderung der Nutzung energieeffizienter Technologien verabschiedet worden: in Russland — seit 2000, in Polen — seit 1998. Allmählich wird der energieeffiziente Bau auch in Belarus fortgeschritten.

Die Steigerung der Energieeffizienz von Wohngebäuden gehört in Belarus zu den Prioritäten des staatlichen Handelns. Diese Aufgabe wird durch den Bau energieeffizienter Wohnhäuser, die Weiterentwicklung von Tragkonstruktionen und den Einsatz energieeffizienter gebäudetechnischer Systeme umfassend angegangen. Jedes Gebäude hat seinen eigenen Lebenszyklus, dessen Stufen bei den Berechnungen der verbrauchten Energie berücksichtigt werden.

Der klassische Ansatz der Nachhaltigkeit und der Energieeffizienz basiert auf drei Faktoren: Ökonomie, Ökologie und Soziokultur.