H₂-Racing – mit der Brennstoffzelle in die Zukunft

21. Leistungswettbewerb



Organisiert von



Igymnasium am wall verden



Gefördert von





Inhaltsverzeichnis

<u>1</u>	EINLEITUNG	3
2	AUFGABE	3
FAI	HRAUFGABE 1: STRECKE MACHEN!	5
	HRAUFGABE 2: SPEED IT UP!	
3	AUFGABENSTELLUNG FÜR DIE EINZELNEN LEISTUNGSGRUPPEN	6
_		
ΑN	IMERKUNGEN ZUR LEISTUNGSGRUPPE I (JAHRGÄNGE 5 BIS 7)	6
	IMERKUNGEN ZUR LEISTUNGSGRUPPE II (JAHRGÄNGE 8 BIS 10)	
	IMERKUNGEN ZUR LEISTUNGSGRUPPE III (JAHRGÄNGE 11 BIS 13)	
4	EINGESETZTE KOMPONENTEN	7
Fis	CHERTECHNIK ,H2 FUEL CELL CAR' (ARTIKEL-NR. 559880) BZW. DIE ENTSPRECHENDE BRENNSTOFFZELLE	7
	STSET SOLARZELLEN	
STE	RECKENFÜHRUNG	7
Sti	RAHLUNGSQUELLE	7
<u>5</u>	BEWERTUNGSKRITERIEN	8
FAI	HRAUFGABEN	8
PR	ÄSENTATION	8
GE	WICHTUNG DER BEWERTUNGSKRITERIEN	8
<u>6</u>	SICHERHEITSASPEKTE	9
7	FINANZIELLE MITTEL/SACHMITTEL	9
_		
8	PREISE	9
_		
9	ABLAUF DES WETTBEWERBS	a
<u> </u>	ADEAOF DES WEITBEWERDS	9
۸.,	IMELDUNG ZUM LEISTUNGSWETTBEWERB	^
	IMELDUNG ZUM LEISTUNGSWETTBEWERB IMELDUNG ZUM WETTBEWERBSTAG	
	ETTBEWERBSTAG	
vvi	EIIDEWENDSIAG	10
	ANSPRECHPARTNER	
TÜ	ANSPRELITER INFR	10

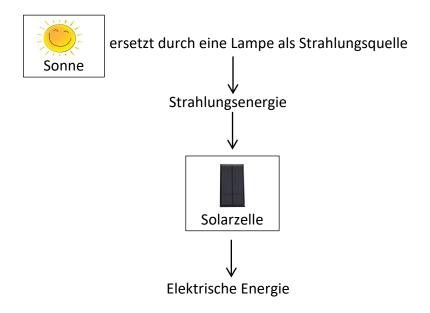
1 Einleitung

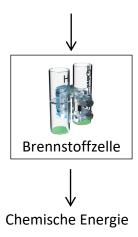
Die Industrialisierung unserer Gesellschaft wurde möglich, weil wir Menschen fossile und atomare Energiequellen in großem Umfang ausgebeutet haben. Unser Wohlstand beruht zu einem großen Teil auf der Umwandlung dieser Energien in die nutzbaren Energieformen thermische, mechanische und elektrische Energie. Diese Nutzenergien werden überall auf der Erde in immer größerem Maße benötigt, während die fossilen und atomaren Energierohstoffe nur an bestimmten Orten förderbar sind. Aus dieser Verteilung ergeben sich große Ungerechtigkeiten und Konflikte wie aktuell der Krieg in der Ukraine.

Darüber hinaus führt die Verbrennung fossiler Rohstoffe seit Beginn der Industrialisierung zu einer künstlichen Erwärmung der Erde, dem so genannten "anthropogenen Treibhaus-Effekt". Die Vereinten Nationen haben daher 2015 die 17 globalen Ziele formuliert, um zum Schutz aller Lebewesen auf der Erde den Klimawandel zu begrenzen. Das 7. Ziel "Bezahlbare und saubere Energie" fordert u.a. den Anteil erneuerbarer Energie im globalen Energiemix deutlich zu erhöhen und bezahlbare, verlässliche und moderne Energiedienstleistungen bereitzustellen. Neben der Bereitstellung "sauberer" elektrischer Energie durch erneuerbare Energiequellen wie Windräder oder Photovoltaik ist dabei die nachhaltige Speicherung elektrischer Energie von besonderer Bedeutung. Reversible Brennstoffzellen bieten die Möglichkeit, Wasser mit Hilfe elektrischer Energie in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten. Im umgekehrten Prozess entsteht in dieser Brennstoffzelle durch die "kalte Verbrennung" von Wasserstoff und Sauerstoff elektrische Energie und Wasser. Insgesamt betrachtet, wird somit die Energie der Sonne über eine Kette von Energiewandlern zuerst in Form chemischer Energie gespeichert um diese anschließend an einem beliebigen Ort zu einer beliebigen Zeit als Nutzenergie einzusetzen.

2 Aufgabe

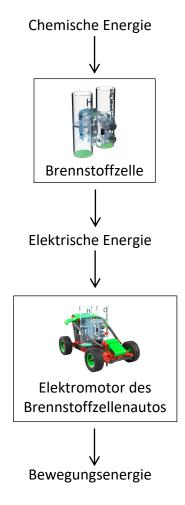
Die nachfolgenden Aufgabenbeschreibungen wenden sich an die Schüler_innen der weiterführenden Schulen des Landkreises Verden. Im Mittelpunkt stehen reversible Brennstoffzellen, die in zwei Energieketten eingesetzt werden sollen. In der ersten Energiekette wird die Strahlungsenergie einer vorgegebenen Lichtquelle – als Ersatz für die Sonne – zunächst durch Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt und diese anschließend mit Hilfe einer reversiblen Brennstoffzelle in Form chemischer Energie in den Gasen Wasserstoff und Sauerstoff gespeichert.





Jedes Team hat somit die Aufgabe, eine "Solartankstelle" zu bauen und zu optimieren, um die Strahlungsenergie einer vorgegebenen Lichtquelle – als Ersatz für die Sonne – im Tank der reversiblen Brennstoffzelle als Wasserstoff und Sauerstoff zu speichern.

Diese gespeicherten Gase werden anschließend in einer zweiten Energiekette wiederum durch eine reversible Brennstoffzelle zunächst in elektrische Energie und anschließend durch einen Elektromotor in mechanische Bewegungsenergie umgewandelt.



Jedes Team hat somit die Aufgabe, ein Elektrofahrzeug zu bauen und zu optimieren, das alleine auf der Grundlage der im Wasserstoff und Sauerstoff gespeicherten chemischen Energie zwei unterschiedliche Fahraufgaben erfüllen soll. Auf dem Elektrofahrzeug dürfen neben der Brennstoffzelle keine weiteren Energiespeicher eingesetzt werden.

Die beiden Fahraufgaben werden am Wettbewerbstag in zwei getrennten Wettbewerbsblöcken durchgeführt und nachfolgend allgemein beschrieben:

Fahraufgabe 1: Strecke machen!

Bei dieser Fahraufgabe kommt es darauf an, dass das 'leere' Elektrofahrzeug in der vorgegebenen Zeit von 10 Minuten auf einer Strecke mit Führung zuerst betankt wird und dann eine möglichst lange Strecke fährt.

Das Betanken der Brennstoffzelle erfolgt durch eine "Solartankstelle", die jedes Team selbst konstruieren und zum Wettbewerb mitbringen muss. Für den Bau der "Solartankstelle" wird eine Halogenreflektorlampe zur Verfügung gestellt, die einen Mindestabstand von 50 cm zu den Solarzellen aufweisen muss. Die "Solartankstelle" muss so konzipiert werden, dass dieser Mindestabstand am Wettbewerbstag vom Juryteam geprüft werden kann.

Die Solarzellen, die bei der Konstruktion der "Solartankstelle" eingesetzt werden sollen, dürfen eine maximale Peakleistung von 1 Watt nicht überschreiten. Die von den Solarzellen bedeckte Fläche darf eine Kreisfläche mit einem Durchmesser von 50 cm nicht überschreiten. Dies wird vom Juryteam mit einer kreisförmigen Schablone geprüft.

Jedem Team wird ein Testset an Solarzellen mit einer maximalen Peakleistung von 1 Watt zur Verfügung gestellt. Anhand dieses Testsets können sie sich mit der Physik von Solarzellen vertraut machen und selbst entscheiden, welche Solarzellen sie für ihre Solartankstelle verwenden möchten. Von dem Geldbetrag, der jedem Team zur Verfügung gestellt wird, können weitere Solarzellen gekauft werden. Auf der Homepage "www.mint-verden.de" wird es nach der Auslieferung des Materials weitere Informationen zu den Solarzellen und deren Einsatz geben.

Für die Lösung dieser ersten Fahraufgabe ist entscheidend, dass jedes Team das Zusammenspiel aus der Betankung durch die selbstkonstruierte "Solartankstelle" und dem Fahren des Elektrofahrzeugs so optimiert, dass das Fahrzeug in der Wettkampfzeit von 10 Minuten eine möglichst weite Strecke zurücklegen kann. Beim Start darf weder auf dem Fahrzeug noch im Aufbau der "Solartankstelle" Energie gespeichert sein (Ausnahme: siehe Kapitel 3, Anmerkungen zu Leistungsgruppe III). Die Konstruktionen müssen daher so "transparent" geplant werden, dass die Jury dies ohne Probleme prüfen kann.

Die Fahraufgabe wird in einem Klassenraum auf glattem Untergrund durchgeführt. Auf diesem glatten Untergrund wird die gleiche Streckenführung aufgebaut sein, die jedes Team zur Vorbereitung des Wettbewerbs erhalten wird.

Fahraufgabe 2: Speed it up!

Bei dieser Fahraufgabe kommt es auf Geschwindigkeit an! Die Elektrofahrzeuge der einzelnen Teams fahren dazu zwei Runden á 10 Meter im Rennen. In der Qualifikationsphase geht es zunächst darum, eine möglichst schnelle Zeit zu fahren. Anhand der Zeiten der Qualifikationsphase werden die Rennpaarungen für die Hauptrunde ermittelt. In der Hauptrunde fahren zwei Fahrzeuge – ähnlich wie beim Bahnrad-Einerverfolgungsrennen – gegeneinander, d.h. in der ersten Runde startet das schnellste Fahrzeug der Qualifikationsphase gegen das langsamste Fahrzeug, das zweitschnellste gegen das zweitlangsamste, usw. Das Siegerfahrzeug kommt jeweils in die nächste Runde, bis das schnellste Fahrzeug jeder Leistungsgruppe ermittelt ist. Das Fahrzeug darf für diese Fahraufgabe umgebaut werden und startet im geladenen Zustand.

Für die Lösung dieser beiden Fahraufgaben werden bestimmte Komponenten für das Fahrzeug (mindestens reversible Brennstoffzellen), die Strahlungsquelle, ein Testset Solarzellen sowie eine Streckenführung zur Verfügung gestellt. Weiteres Material (z.B. Solarzellen und Materialien für den Bau der Solartankstelle) kann mit Hilfe der Finanzmittel gekauft werden, die für jedes Team bereitgestellt werden (siehe Kapitel 7). Außerdem dürfen Materialien vorheriger Wettbewerbe sowie Materialien aus den Schulsammlungen eingesetzt werden.

3 Aufgabenstellung für die einzelnen Leistungsgruppen

Bei diesem Wettbewerb gibt es folgende Leistungsgruppen:

Leistungsgruppe I: Klassen 5 bis 7
Leistungsgruppe II: Klassen 8 bis 10
Leistungsgruppe III: Klassen 11 bis 13

Die anschließenden Anmerkungen erläutern die Aufgabenstellung für die einzelnen Leistungsgruppen sowie Materialien, die den einzelnen Leistungsgruppen zur Verfügung gestellt und gegebenenfalls eingesetzt werden müssen.

Anmerkungen zur Leistungsgruppe I (Jahrgänge 5 bis 7)

Jedes Team der Leistungsgruppe I erhält einen Kasten 'Fischertechnik H2 Fuel Cell Car Auto' (Artikelnummer: 559880), ein Testset Solarzellen sowie eine Strahlungsquelle. Das Fahrzeug für den Wettbewerb soll aus Bauteilen des Kastens gebaut werden. In der 'Solartankstelle' dürfen keine zusätzlichen Energiespeicher eingesetzt werden. Für den Kauf weiterer Komponenten wird ein Geldbetrag zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 7).

Anmerkungen zur Leistungsgruppe II (Jahrgänge 8 bis 10)

Das Material der Leistungsgruppe II entspricht dem der Leistungsgruppe I. Bei der "Solar-Tankstelle" dürfen jedoch zusätzliche Energiespeicher eingesetzt werden, um den Ladeprozess zu optimieren. Außerdem soll jedes Team einen automatischen Rundenzähler mit Anzeige konstruieren, um am Wettbewerbstag die gefahrene Strecke sowie die Fahrzeit zu bestimmen. Für den Kauf der dafür notwendigen Komponenten wird ein Geldbetrag zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 7).

Anmerkungen zur Leistungsgruppe III (Jahrgänge 11 bis 13)

Die Teams der Leistungsgruppen III erhalten zwei Stück der Fischertechnik-Brennstoffzellen (Artikelnummer: 146500), die im Experimentierkästen für die Leistungsgruppen I und II verwendet werden.

Anders als die Leistungsgruppen I und II sollen die Fahrzeuge der Leistungsgruppe III bei der Fahraufgabe 1 auf einer **geraden Teststrecke** der Länge 2 Meter entlang der Führung hin und her fahren. Daher muss jedes Team zwei Vorrichtungen sowie ein Verfahren entwickeln, wie das Fahrzeug am Ende der Teststrecke die Richtung ändert. Diese Vorrichtung ist am Wettbewerbstag mitzubringen. Neben der gemessenen Strecke und der Fahrzeit sollen die Energiedaten (Stromstärke, Spannung, Leistung und Gesamtenergie) der Brennstoffzelle bzw. des Fahrzeugs kabellos live übertragen und auf einem Display dargestellt werden. Dafür erhalten

die Teams zwei Fischertechnik-Brennstoffzellen, ein Testset Solarzellen, eine Strahlungsquelle sowie den INA219-I2C-Sensor zur Ermittlung der Energiedaten. Für die kabellose Übertragung der Energiedaten darf eine zusätzliche elektrische Energiequelle eingesetzt werden. Für den Kauf der weiteren Komponenten wird ein Geldbetrag zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 7).

4 Eingesetzte Komponenten

Fischertechnik, H2 Fuel Cell Car' (Artikel-Nr. 559880) bzw. die entsprechende Brennstoffzelle



Der "H2 Fuel Cell Car'-Baukasten ist eine neue Entwicklung von Fischertechnik, der 2021 als TOP-10-Spielzeug ausgezeichnet wurde. Neben den notwendigen Bausteinen enthält dieser als wesentliche Komponenten eine reversible Brennstoffzelle sowie einen Elektromotor. Darüber hinaus hat Fischertechnik eine E-Learningumgebung entwickelt, die bei der Einführung behilflich sein kann

(https://www.fischertechnik.de/de-de/service/elearning/spielen/h2fuelcellcar¹).

Technische Daten der reversiblen Brennstoffzelle (Quelle: Fischertechnik):

- Betrieb als Elektrolyseur: Betriebsspannung: 2 3V, Betriebsstromstärke: 400 1500mA, max. Wasserproduktionsrate: 8ml/min
- Betrieb als Brennstoffzelle: Betriebsspannung: 0,5 0,9V, Betriebsstromstärke: 600mA, Nennleistung: 300mW

Testset Solarzellen

Das Unternehmen KT-elektroniC vertreibt ein breites Angebot an Solarzellen. Aus diesem Angebot wird ein Testset aus sechs Solarzellen mit einer Peakleistung von maximal 1 Watt bereitgestellt.



Streckenführung

Die Streckenführung besteht aus einem handelsüblichen Gartenschlauch, der im Inneren durch ein Stahlseil beschwert ist. Diese Streckenführung ist entweder 2 oder 5 Meter lang und durch Zusammenstecken zweier 5-Meter-Streckenführungen kann die Länge auf 10 Meter verändert werden.

Strahlungsquelle

Als Strahlungsquelle wird eine Halogenreflektorlampe zur Verfügung gestellt. Nur diese darf eingesetzt werden.

7

¹ Link abgerufen am 7.8.2022

5 Bewertungskriterien

Die Aufgabenlösung wird anhand folgender Kriterien beurteilt:

Fahraufgaben

- Fahraufgabe 1: Länge der gefahrenen Strecke
- Fahraufgabe 2: Fahrzeit sowie Platzierung

Präsentation

In einer Präsentation vor dem Juryteam, an der sich alle Teammitglieder beteiligen sollen, müssen folgende Aspekte erläutert werden:

- Vor Fahraufgabe 1: Konstruktion und Optimierung der "Solartankstelle" und des "Elektrofahrzeugs"
- Nach Fahraufgabe 1:
 - Gewinnung und Speicherung von Energie
 - Wesentliche Entwicklungs-, Erkenntnis- und Arbeitsschritte
 - Planung des zeitlichen Ablaufs des gesamten Projekts (Meilensteine)
 - Entwicklung alternativer Lösungsansätze und Auswahl der besten Lösung
 - Optimierungsmaßnahmen

Zusätzlich:

- **Leistungsgruppe II (Klassen 8 bis 10):** <u>Qualitative</u> Erläuterung des Energieflusses beider Energieketten.
- Leistungsgruppe III (Klassen 11 bis 13): Quantitative Erläuterungen des Energieflusses beider Energieketten.

Für die Präsentation stehen **10 Minuten** zur Verfügung. Die Präsentation kann mit Hilfe eines Plakats (z.B. DinA1) oder eines Präsentationsprogramms (z.B. PowerPoint) erfolgen. Hierfür notwendige digitale Endgeräte sind selbst mitzubringen.

Gewichtung der Bewertungskriterien

Bewertungskriterium	Gewichtung in %	
	Leistungsgruppe 1	Leistungsgruppen 2 und 3
Fahraufgabe 1:		
 Lösungen bei der Konstruktion 		
 der ,Solartankstelle'	15	10
 des Elektrofahrzeugs 	15	10
 der Messdatenermittlung 		10
 Zurückgelegte Strecke 	25	25
 Präsentation vor der Jury 	20	20
Fahraufgabe 2: Fahrzeit und Platzierung	25	25

6 Sicherheitsaspekte

An die Brennstoffzellen dürfen nur elektrische Netzteile mit einer maximalen Spannung von 3,0 Volt angeschlossen werden. Werden andere Netzteile verwendet, kann dies zur Zerstörung der Brennstoffzelle führen. Die Teams müssen daher bei der Konstruktion ihrer "Solartankstelle" berücksichtigen, dass die Ladespannung diesen Wert nicht überschreitet.

7 Finanzielle Mittel/Sachmittel

Jedes Team erhält zusätzlich zu den Komponenten, die für jede Leistungsgruppe zuvor aufgeführt wurden, auf schriftlichen Antrag folgenden Geldbetrag für den Kauf von Materialien:

Leistungsgruppe I (Klassen 5 bis 7):	50€
Leistungsgruppe II (Klassen 8 bis 10):	75€
Leistungsgruppe III (Klassen 11 bis 13):	250€

Darüber hinaus erhält jede Schule einen Lötkolben für die Lötarbeiten an den Solarzellen sowie in Abhängigkeit von der Anzahl der angemeldeten Gruppen folgende Materialien:

- 2 Vielfachmessgeräte zur Messung der elektrischen Kenngrößen
- 1 Set robuster H0-Stecker als Ersatz für die wenig robusten Fischertechnik-H0-Stecker
- 2 Fahrstrecken á 5 Meter bzw. 1 Fahrstrecke á 2 Meter für Teams der Leistungsgruppe
 III.

8 Preise

In allen drei Leistungsgruppen werden drei Geldpreise ausgelobt:

Preis: 250 €
 Preis: 175 €
 Preis: 100 €

Zusätzlich wird der Marie-Curie-Preis für die beste Mädchengruppe vergeben, um Schülerinnen zur Teilnahme an diesem technisch-naturwissenschaftlichen Wettbewerb zu motivieren. Der Preis wird unter den Mädchengruppen aller Leistungsgruppen ausgeschrieben.

9 Ablauf des Wettbewerbs

Anmeldung zum Leistungswettbewerb

- Zum Leistungswettbewerb können Schülerinnen und Schüler ab der 5. Klasse angemeldet werden, die eine Schule im Landkreis Verden besuchen.
- Die Gruppen sollen aus drei bis sechs Schülerinnen und Schülern bestehen.
- Die Gruppenarbeiten erfolgen im Rahmen des Unterrichtes oder im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften. Arbeitsort der Gruppen ist vornehmlich die Schule.
- Anmeldungen können von Lehrerinnen und Lehrern, die der Schülergruppe während des gesamten Wettbewerbs als Ansprechperson zur Verfügung stehen, vorgenommen

- werden. Die Betreuung der Gruppen kann auch von Eltern und anderen engagierten Erwachsenen ergänzt werden.
- Ein Antrag auf Teilnahme ist bis zum **23. September 2022** über die jeweilige Schulleitung auf dem dafür vorgesehenen Vordruck zu stellen.

Anmeldung zum Wettbewerbstag

Erfahrungsgemäß kommen nicht alle Gruppen zum Ziel, so dass am Wettbewerbstag weniger Gruppen anwesend sind, als zu Beginn des Schuljahres zugelassen wurden.

- Damit der Wettbewerbstag möglichst gut geplant werden kann und reibungslos ablaufen kann, ist vier Wochen vor dem Wettbewerbstag eine An- bzw. Abmeldung zum Wettbewerbstag erforderlich (19. Mai 2023).
- Die Präsentation des Wettbewerbsbeitrages vor der Jury am Wettbewerbstag wird nur zugelassen, wenn dieser in der eigenen Schule anderen Schülerinnen und Schülern vorgeführt und erläutert wurde. Dies ist durch eine Videosequenz mit einer Laufzeit von maximal einer Minute zu dokumentieren. Die Auflösung des Videos sollte klein sein, damit das Video an die folgende E-Mail-Adresse geschickt werden kann:

dieter.schmidt@igs-oyten.eu

Hinweis: Bitte darauf achten, dass keine Personen auf den Videos abgebildet sind, die ihre Zustimmung nicht gegeben haben. Die Videos werden nur zu internen Zwecken verwendet und nicht veröffentlicht.

Wettbewerbstag

Der Wettbewerb wird am Freitag, **16. Juni 2023** in der IGS-Oyten ausgetragen.

Für die Vorbereitung des Wettbewerbsbeitrags stehen jedem Team 15 Minuten zur Verfügung. Zu Beginn der Wettbewerbspräsentation muss die Brennstoffzelle vollständig 'entladen' sein, und weder auf dem Fahrzeug noch der 'Solartankstelle' darf in irgendeiner Form Energie gespeichert sein (Ausnahme: siehe Kapitel 3, Anmerkungen zu Leistungsgruppe III). Die 'Solartankstelle' und das Elektrofahrzeug müssen so konstruiert sein, dass das Juryteam den entladenen Zustand prüfen kann.

10 Ansprechpartner

MINT-Kompetenzzentrum für den Landkreis Verden

Dieter Schmidt, StD (Integrierte Gesamtschule Oyten) Pestalozzistraße 10 28876 Oyten dieter.schmidt@igs-oyten.eu

Dr.-Ing. Jörg Peters, StR (Berufsbildende Schulen Verden) Schulstraße 5 27283 Verden joerg.peters@bbs-verden.de