Wir bauen ein Riesenrad

Im Mittelpunkt dieser Lektion

In dieser Lektion geht es um die einem Riesenrad zugrunde liegende Konstruktionstechnik. Einzelne Schülerteams studieren die technischen Grundlagen des „London Eye", machen sich mit der Geschichte des Riesenrads vertraut und bauen mit Pasta, Klebstoff und Teebeuteln ein funktionierendes Modell eines großen Rades.

Zusammenfassung dieser Lektion

In der Lektion „Wir bauen ein Riesenrad" wird untersucht, wie Riesenräder (im Englischen nach ihrem Erfinder George Washington Gale Ferris als *Ferris Wheels* bezeichnet) von Ingenieuren entwickelt wurden. Die Schüler und Schülerinnen befassen sich mit der Geschichte des Riesenrads und seines Designs, und sie entwickeln mit Pasta, Klebstoff und als Option auch mit Teebeuteln ihr eigenes Rad. Die Schülerteams konstruieren ihre eigenen Räder auf Papier, setzen ihren Plan um und beurteilen die von allen anderen Teams benutzten Strategien.

Altersstufen

8-18.

Ziele

- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Konstruktionstechniken lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über die Konzepte Bewegung, Last und Konstruktion lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.

Erwartete Ergebnisse zum Vorteil der Lernenden

Als Ergebnis dieser Aktivität sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis der folgenden Konzepte entwickeln:

- Bautechnik und -konstruktion
- Problemlösung
- Teamarbeit

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Aktivitäten dieser Lektion

Die Schüler und Schülerinnen lernen, wie Riesenräder im Lauf der Geschichte konstruiert wurden, bevor sie in Teams ein Design für ihre eigenen Pastaräder entwickeln. Die Teams planen ihre Räder, bauen sie, analysieren und beheben eventuelle Fehlerquellen, bewerten ihre eigene Arbeit und die anderer Schüler und präsentieren der Klasse ihre Ergebnisse.

Ressourcen/Materialien

- Ressourcendokumente für Lehrer (liegen bei)
- Schülerarbeitsblätter (liegen bei)
- Ressourcenblätter für Schüler (liegen bei)

Abstimmung auf Lehrpläne

Siehe das beiliegende Lehrplan-Abstimmungsblatt.

Weiterführende Websites

- TryEngineering (www.tryengineering.org)
- London Eye (United Kingdom) (www.londoneye.com)
- Bellevue Ferris Wheel (Germany) (www.riesenrad-bellevue.de)
- Singapore Flyer (Singapore) (www.singaporeflyer.com.sg)

Literaturempfehlungen

- The 50 Biggest Ferris Wheels Ever Built (ISBN: 978-1517634704)
- Ferris Wheels: An Illustrated History (ISBN: 978-0879725327)
- The Fantastic Ferris Wheel: The Story of Inventor George Ferris (ISBN: 978-1627790727)

Optionale Schreibaktivität

- Schreibe einen Aufsatz oder einen Absatz über die beim Bau des London Eye oder des Singapore Flyer zu bewältigenden Konstruktionsprobleme.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne

Hinweis: Alle Unterrichtspläne dieser Serie sind mit den vom National Research Council veröffentlichten und von der National Science Teachers Association unterstützten *National Science Education Standards* (Lernziele in den Naturwissenschaften) und darüber hinaus mit den *Standards for Technological Literacy* (Standards für technische Bildung) der International Technology Education Association oder den *Principles and Standards for School Mathematics* (Grundsätze und Standards für den Mathematikunterricht) des National Council of Teachers of Mathematics abgestimmt.

◆National Science Education Standards, Kindergarten bis 4. Klasse (4-9 Jahre)

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- Eigenschaften von Gegenständen und Werkstoffen
- Position und Bewegung von Gegenständen

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Fähigkeiten zu technologischen Designs

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- Einsatz von Wissenschaft und Technologie zur Lösung örtlicher Herausforderungen

◆National Science Education Standards, 5. bis 8. Klasse (10-14 Jahre)

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- Eigenschaften und Veränderungen von Eigenschaften in der Materie
- Bewegungen und Kräfte
- Energieübertragung

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis von Aktivitäten in den Klassenstufen 5-8 sollten alle Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- Fähigkeiten zu technologischen Designs
- Verständnis von Naturwissenschaft und Technologie

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:
- Wissenschaft und Technologie in der Gesellschaft

◆National Science Education Standards, 9. bis 12. Klasse (14-18 Jahre)

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft
Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:
- Struktur und Eigenschaften von Materie
- Bewegungen und Kräfte

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:
- Fähigkeiten zu technologischen Designs
- Verständnis von Naturwissenschaft und Technologie

INHALTSSTANDARD G: Geschichte und Wesen der Wissenschaft
Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:
- Historische Perspektiven

◆Standards für technische Bildung – alle Altersstufen

Wesen der Technologie
- Standard 1: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Eigenschaften und des Wirkungskreises von Technologie entwickeln.
- Standard 2: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Kernkonzepte der Technologie entwickeln.

Technologie und Gesellschaft
- Standard 4: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen und politischen Auswirkungen von Technologie entwickeln.
- Standard 5: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis des Einflusses von Technologie auf die Umwelt entwickeln.
- Standard 6: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Rolle der Gesellschaft bei Entwicklung und Gebrauch von Technologie entwickeln.
- Standard 7: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis des Einflusses von Technologie auf die Geschichte entwickeln.

Design
- Standard 8: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Designattributen entwickeln.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)

- Standard 9: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Konstruktionsdesigns entwickeln.
- Standard 10: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Funktion der Fehlersuche, der Forschung und Entwicklung, von Erfindungen und Innovationen und der Experimentierung bei der Problemlösung entwickeln.

Fähigkeiten für eine technologische Welt

- Standard 11: Die Schüler und Schülerinnen müssen die Fähigkeit zur Anwendung des Designprozesses entwickeln.

Die geplante Welt

- Standard 18: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Transporttechnologien sowie die Fähigkeit zu deren Auswahl und Nutzung entwickeln.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Für Lehrer:
Ressourcen für Lehrer

◆ Ziel dieser Lektion

Durch den Bau eines Rades aus getrockneten Nudeln (eines „Pastarads") wird das Konstruktionsdesign von Riesenrädern untersucht. Die Schüler und Schülerinnen arbeiten in Teams an der Entwicklung eines funktionsfähigen Rades, fordern vom Projektleiter (also von Ihnen!) eine Planmenge verschiedener Pastaformen an, bauen ihr Rad und tragen der Klasse ihre Überlegungen zu dem Projekt vor.

◆ Lektionsvorgaben

- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Konstruktionstechniken lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über die Konzepte Bewegung, Last und Konstruktion lernen.
- Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.

◆ Materialien

- Ressourcenblatt für Schüler
- Schülerarbeitsblätter
- Schachteln mit verschieden geformten Pastateilen
- Ein Materialsatz pro Schülergruppe:
  - Klebstoff, Schnur, Heftklammern, Papier, Kartonpapier, Kartonröhren (z. B. die Hülsen von Papierhandtuch- oder Toilettenpapierrollen)
  - die von jedem Team auf der Grundlage seines Designs angeforderte Menge bestimmter Pastaformen (Hinweis: Die Schüler und Schülerinnen werden wahrscheinlich später zusätzliche bzw. anders geformte Teile anfordern.)
  - 4-8 (trockene) Teebeutel (um als optionale Aufgabe ein Zusatzgewicht einzubauen – die trockenen Teebeutel dienen als die Kabinen oder Bänke der Pastaradmodelle)

◆ Verfahren

1. Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Informationsblätter für Schüler. Diese können in der Klasse gelesen oder als Hausaufgabe des vorausgegangenen Abends zum Lesen aufgegeben werden. Um sich ein besseres Bild von den Konstruktionsprinzipien eines Riesenrads zu verschaffen und sich über die

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Einzelteile dieses Riesenrads zu informieren, sollten die Schüler und Schülerinnen die Website für den Bau des „London Eye" besuchen (www.londoneye.com/LearningAndDiscovery/Education/TeacherResource/OnlineResource/refernce/refernce.html). Unter www.londoneye.com/LearningAndDiscovery/Education/TeacherResource/OnlineResource/Main.html gibt es zahlreiche weitere Informationen zu diesem Thema.

2. Bilden Sie Gruppen zu 2 bis 3 Schülern und stellen Sie jeder Gruppe einen Materialsatz zur Verfügung.

3. Erklären Sie, dass die Schüler und Schülerinnen ein sich drehendes Pastarad bauen müssen. (Sie können auch „Gewichte" verlangen, z. B. Teebeutel, die am Rad festgebunden werden können.)

4. Die Schüler und Schülerinnen kommen in ihren Gruppen zusammen und entwickeln einen Plan für ihr Rad. Sie einigen sich auf die benötigten Materialien, schreiben ihren Plan auf bzw. fertigen eine Planzeichnung an und tragen diesen Plan dann der Klasse vor. Dabei sollten sie auf die einzelnen Bauphasen eingehen.

5. Die einzelnen Teams fordern von Ihnen als dem „Projektleiter" die verschiedenen Pastaformen in der Menge an, die sie für ihr Design für nötig halten. Wahrscheinlich werden sie später im Verlauf des Projekts um weitere oder andere Formen bitten.
6. Danach setzen die Schülergruppen ihren Plan um. Möglicherweise müssen sie sich ihren Plan neu überlegen, zusätzliche Materialien anfordern oder ganz von Vorne beginnen. Bei diesem Projekt kann es erforderlich sein, dass die einzelnen Radabschnitte vor dem endgültigen Zusammenbau über Nacht trocknen.

7. Jede Schülergruppe bewertet ihre Ergebnisse, füllt ein Auswertungs-/Reflexionsarbeitsblatt aus und trägt der Klasse ihre Erkenntnisse vor.

◆ Tipps
Lassen Sie lange Nudelstreifen vorher zusammenkleben, um ihnen besondere Festigkeit zu verleihen; die Räder sollten sich um die leere Hülse einer Papierhandtuch- oder Toilettenpapierrolle oder um ein PVC-Rohr drehen.

◆ Benötigte Zeit
Zwei bis drei 45-Minuten-Sitzungen

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource für Schüler: Die Geschichte des Riesenrads

◆ Riesenräder in der Geschichte

Das früheste Beispiel eines Riesenrads ist ein recht einfaches Handkurbelmodell, das sog. „Ups-and-Downs", das spätestens im 17. Jahrhundert erfunden wurde und in manchen Teilen der Welt noch heute in Gebrauch ist. Das nach seinem Erbauer George Washington Gale Ferris, Jr. benannte „Ferris Wheel" mit einer Höhe von 80 m wurde anlässlich der Weltausstellung in Chicago, Illinois (USA) 1893 errichtet. Dieses erste Riesenrad wog 2000 t und konnte 2160 Personen auf einmal befördern. Es war dank seiner beeindruckenden Größe und seines Antriebs durch zwei 1000-PS-Dampfmaschinen die größte Attraktion der Weltausstellung. Jede seiner 36 Gondeln war so groß wie ein Schulbus und fasste bis zu 60 Personen (auf 20 Sitz- und 40 Stehplätzen). Für zwei komplette Umdrehungen benötigte das Rad 20 Minuten. Bei der ersten Umdrehung hielt es sechsmal an, um Fahrgästen das Ein- und Aussteigen zu ermöglichen, während bei der zweiten Umdrehung kein Halt eingelegt wurde. Wer eine Fahrkarte lösen wollte, musste 50 Cent bezahlen. Nach der Ausstellung des Jahres 1893 wurde das Riesenrad zweimal neu aufgestellt und 1904 schließlich abgerissen, nachdem es auf der Weltausstellung dieses Jahres in St. Louis letztmals eingesetzt wurde. Seine 70 Tonnen schwere Achse war das größte geschmiedete Stahlteil der damaligen Zeit. Es war 26 Stockwerke hoch, was ungefähr einem Viertel der Höhe entsprach, den der Eiffelturm erreichte.

◆ Das „London Eye"

Es bedurfte der technischen Fähigkeiten von Hunderten von Menschen aus fünf Ländern, aber nach sieben Jahren war das „London Eye" von British Airways Wirklichkeit geworden. Das Design ist dem eines riesigen Fahrradrads mit einer Mittennabe und einer Achse ähnlich, die über Kabelspeichen mit den Außen- und Innenfelgen verbunden ist. Natürlich ist es über 200-mal größer als das Rad eines typischen Fahrrads. Aneinandergelegt würden sich die 80 Speichen über eine Länge von sechs Kilometern erstrecken. Die Achse, die das eigentliche Rad trägt, ist 23 m lang. Das entspricht der Höhe von neun traditionellen roten Londoner Telefonkabinen. Achse und Nabe zusammen wiegen stolze 330 Tonnen – so viel wie 49 Doppeldeckerbusse und das Zwanzigfache des Big Ben. Beim Bau des „London Eye" wurden etwa 1.700 Tonnen Stahl verarbeitet. Das Rad wurde in mehreren Bauabschnitten die Themse hoch transportiert und am Südufer zusammengebaut. Es dauerte eine volle Woche, um das Riesenrad aus der Horizontalen ganz zu seiner endgültigen vertikalen Position aufzurichten.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource für Schüler:
Die Geschichte des Riesenrads (Fortsetzung)

Dabei kam eine Technologie zum Einsatz, die zuvor beim Errichten von Ölplattformen in der Nordsee verwendet wurde. Das „London Eye" wird oft fälschlich als ein Riesenrad in der Ferris-Tradition bezeichnet. Das ist aber nicht der Fall: Erstens sind die Fahrgastgondeln vollständig umschlossen und klimatisiert, zweitens sind sie an der Außenseite der Radstruktur angebracht und voll motorisiert, und drittens wird das gesamte Bauwerk nur auf einer Seite von einem Dreiecksrahmen getragen.

Wie funktioniert es? Im „London Eye" werden zwei Arten von Kabeln verwendet: Radkabel und Haltekabel. Zu den Radkabeln gehören die 16 Felgendrehkabel und die 64 Speichenkabel. Letztere sind Fahrradspeichen ähnlich und erstrecken sich quer über das Rad. Die sechs Haltekabel sind im Kompressionsfundament verankert. Der Kompressionsfundament liegt unter den Beinen des Dreiecksrahmens. Für seinen Bau wurden 2200 Tonnen Beton und 44 Betonpfeiler benötigt, die jeweils 33 m in die Tiefe reichen. Für das Spannungsfundament, in dem die Haltekabel verankert sind, wurden 1200 Tonnen Beton verarbeitet. Die Hauptelemente der Nabe und Achse sind Stahlgussteile. Die Achse war zu groß, als dass man sie in einem Stück hätte gießen können. Daher wurde sie in acht kleineren Teilen gefertigt. Zwei weitere Gussteile in der Form großer Ringe bilden die Hauptstruktur der Nabe. Die Nabe ist ein gewalztes Stahlrohr, das gleichsam den Abstandshalter für die Ringe bildet. Alle Gussarbeiten wurden von Skoda Steel ausgeführt.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource für Schüler:
Die Geschichte des Riesenrads (Fortsetzung)

◆ Der „Singapore Flyer"

Der 2008 fertig gestellte „Singapore Flyer" ist mit einer Höhe von 178 m – das entspricht einem 45-stöckigen Gebäude – eines der größten von Menschenhand geschaffenen, beweglichen Objekte auf festem Boden. Es ist ein gigantisches Aussichtsrad mit einem Durchmesser von 150 m, das auf einem 20 m hohen, dreistöckigen Terminalgebäude aufliegt. Die Passagiere an Bord genießen eine dramatische, monumentale Aussicht, vom historischen Singapore River und der modernen Skyline der Stadt zum eindrucksvollen Blick auf die Schiffe am Horizont und, an einem ungetrübten Tag, bis nach Malaysia und Indonesien. In jeder der 28 klimatisierten und UV-strahlungsgeschützten Gondeln kommen die Besucher in den Genuss des faszinierenden Gefühls, 37 Minuten lang – so lange dauert die Fahrt – am Himmel zu schweben. Die Abbildung rechts zeigt einen künstlerischen Entwurf des Flyers vor dessen Bau. Näheres dazu findet ihr unter www.singaporeflyer.com.sg.

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Schülerarbeitsblatt: Baut euer eigenes Rad

Ihr seid ein Ingenieurteam, das mit dem Bau eines Riesenrads beauftragt wurde.

◆ Forschungs-/Vorbereitungsphase

1. Lest die verschiedenen Informationsblätter für Schüler durch.

◆ Planung im Team

2. Euer Team hat von eurem Lehrer ein paar „Baumaterialien" erhalten. Ihr habt trockene Nudeln (Pasta), Klebstoff, Papier, Kartonpapier, Schnur, Heftklammern und andere Hilfsmittel.

3. Versammelt zunächst einmal euer Team und erarbeitet einen Plan, wie ihr euer Riesenrad bauen wollt. Ihr müsst überlegen, wie viele Pastastücke ihr jeweils in verschiedenen Formen braucht und wie viel Schnur nötig ist; dann müsst ihr eine Skizze eures Plans von eurem Lehrer begutachten lassen. Ihr solltet die einzelnen Phasen bzw. Schritte in Betracht ziehen, die ihr für den Bau braucht, um sicherzustellen, dass das Rad nicht auseinanderfällt.

4. Tragt euren Plan im folgenden Feld ein (oder zeichnet eine Planskizze). Vergesst nicht die Materialien, die ihr für die Konstruktion braucht. Präsentiert euer Design der ganzen Klasse und erklärt, warum ihr euch für einen bestimmten Klebstoff entschieden habt. Ihr könnt den Plan eures Teams auf der Basis des Feedbacks aus der Klasse abändern.

Bauphasen: Benötigte Materialien:

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Schülerarbeitsblatt: Auswertung

◆ Bauphase

5. Baut euer Riesenrad! Eventuell müsst ihr den Klebstoff über Nacht trocknen lassen, bevor ihr das Rad abschließend zusammenbauen könnt. Möglicherweise müsst ihr auch bestimmte Teile vor anderen Teilen bauen und verbinden. Denkt daran, dass auch das „London Eye" in mehreren Bauabschnitten entstand (www.londoneye.com/LearningAndDiscovery).

6. Wertet die Ergebnisse eures Teams aus, füllt das Auswertungsarbeitsblatt aus und tragt der Klasse eure Resultate vor.

◆ Auf diesem Arbeitsblatt könnt ihr die Ergebnisse eures Teams bei der Lektion „Wir bauen ein Riesenrad" bewerten:

1. Ist es euch gelungen, ein „Riesenrad" zu bauen, das sich auch dreht? Wenn nicht, warum ist euer Plan gescheitert?

2. Musstet ihr euren Lehrer beim Bau des Rades um zusätzliche oder anders geformte Pastateile bitten? Wenn ja: Was geschah zwischen dem Design (der Zeichnung) und dem eigentlichen Bau, das eine Veränderung bzgl. eures Materialbedarfs zur Folge hatte?

3. Glaubt ihr, dass echte Ingenieure ihre Originalpläne während des Bauprozesses anpassen müssen? Warum könnte dies nötig sein?

4. Wenn ihr noch einmal von Vorne anfangen könntet, wie würdet ihr euren Designplan ändern? Warum?

5. Welche Designs oder Methoden, die eurer Meinung nach gut funktioniert haben, habt ihr bei anderen Teams beobachten können?

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Schülerarbeitsblatt: Auswertung (Fortsetzung)

6. Habt ihr festgestellt, dass viele Designs in eurer Klasse das Ziel des Projekts erfüllt haben? Welche Schlüsse zieht ihr daraus für Konstruktionspläne im Allgemeinen?

7. Glaubt ihr, dass ihr dieses Projekt leichter allein (ohne Hilfe des Teams) hättet fertig stellen können? Erläutert eure Antwort.

8. Wie haben sich die Konstruktionsdesigns für Riesenräder eurer Meinung nach mit der Zeit geändert? Welchen Einfluss hatte die Entwicklung neuer Werkstoffe auf die Konstruktionspläne für Riesenräder?

9. Inwiefern haben diese Konstruktionsverbesserungen zu einem besseren Fahrerlebnis der Fahrgäste auf Riesenrädern geführt?

10. Welche Konstruktionsaspekte müssen in das Design eines Riesenrads einfließen, damit auf Fahrgäste im Rollstuhl Rücksicht genommen wird?

11. Glaubt ihr, dass die Erwartungen der Fahrgäste die Designs von Riesenrädern beeinflusst haben? Wie haben sich Riesenräder verändert, um diesen Erwartungen gerecht zu werden?

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.