

Im Mittelpunkt dieser Lektion

In dieser Lektion geht es um Geräte, die zur Feststellung von Luftverschmutzung verwendet werden. Einzelne Schülerteams konstruieren aus Materialien des täglichen Gebrauchs im Freien aufzustellende Luftverschmutzungssensoren. Dann testen sie ihre Geräte, um festzustellen, wie viele Schadstoffteilchen diese einfangen können.

Zusammenfassung dieser Lektion

In der Lektion „Verschmutzungspatrouille“ wird untersucht, wie Ingenieure Geräte konstruieren, die das Vorhandensein von Schadstoffen in der Luft erkennen. Die Schüler und Schülerinnen arbeiten in Teams von „Ingenieuren“ an Konstruktion und Bau eines eigenen Luftverschmutzungs-Außensensors aus alltäglichen Materialien. Dann testen sie ihre Sensoren, werten ihre Ergebnisse aus und tragen der Klasse ihre Ergebnisse vor.

Altersstufen

8-18.

Ziele

Die Schüler und Schülerinnen sollen:

- ◆ einen Luftverschmutzungs-Außensensor konstruieren und bauen
- ◆ ihre Designs testen und weiterentwickeln
- ◆ ihre Konstruktionsprozesse und Ergebnisse bekannt geben

Erwartete Ergebnisse zum Vorteil der Lernenden

Nach dieser Lektion werden die Schüler und Schülerinnen:

- ◆ einen Luftverschmutzungs-Außensensor konstruiert und gebaut haben
- ◆ ihre Designs getestet und weiterentwickelt haben
- ◆ ihre Konstruktionsprozesse und Ergebnisse bekannt gegeben haben



Aktivitäten dieser Lektion

Im Rahmen dieser Lektion arbeiten die Schüler und Schülerinnen in Teams von „Ingenieuren“ an Konstruktion und Bau eines eigenen Luftverschmutzungs-Außensensors aus alltäglichen Materialien. Dann testen sie ihre Geräte, werten ihre Ergebnisse aus und tragen diese der Klasse vor.

Ressourcen/Materialien

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

Verschmutzungspatrouille

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](#).

Abstimmung auf Lehrpläne

Siehe das beiliegende Lehrplan-Abstimmungsblatt.

Weiterführende Websites

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ Particulate Matter (<https://www.epa.gov/pm-pollution>)
- ◆ WHO Air Quality Guidelines (<http://www.who.int/airpollution/en/>)

Literaturempfehlungen

- ◆ Air Pollution. (ISBN: 9780761432203)
- ◆ Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation (ISBN: 978-0415479325)

Optionale Schreibaktivität

- ◆ Schreibe einen Brief an einen Lokalpolitiker darüber, auf welche Weise die Luftverschmutzung in deiner Gemeinde abgebaut werden kann.



Verschmutzungspatrouille

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](#).

Seite 2 von 13

Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer

◆ Ziel dieser Lektion

Das Ziel dieser Lektion besteht darin, die Schüler und Schülerinnen aus alltäglichen Materialien einen Luftverschmutzungs-Außensensor konstruieren und bauen zu lassen.

◆ Lektionsvorgaben

Die Schüler und Schülerinnen sollen:

- ◆ einen Luftverschmutzungs-Außensensor konstruieren und bauen
- ◆ ihre Designs testen und weiterentwickeln
- ◆ ihre Konstruktionsprozesse und Ergebnisse bekannt geben

◆ Materialien

- ◆ Bastelpapier, Kartonpapier, Frischhaltefolie, Wachspapier, Stoffe, Filz, Kaffeefilter, Karteikarten, Pappteller, Pappbecher, Schere, zweiseitiges Klebeband, Vaseline, Maissirup, Kleiderbügel, Schnur, Lineale, Lupen, Millimeterpapier
- ◆ Mikroskope oder Digitalkameras (optional)

◆ Verfahren

1. Fordern Sie die Schüler und Schülerinnen zunächst auf, ein paar Luftverschmutzungsquellen zu nennen und anzugeben, wie Luftverschmutzung gemessen wird und wie sie sich auf die Gesellschaft auswirkt. Sprechen Sie darüber, dass Ingenieure Instrumente konstruieren, die das Vorhandensein verschiedener Arten von Schadstoffen in der Luft erkennen können.
2. Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Informationsblätter für Schüler. Diese können in der Klasse gelesen oder im Voraus als Hausaufgabe zum Lesen aufgegeben werden.
3. Bilden Sie Gruppen aus 2 bis 3 Schülern und stellen Sie jeder Gruppe einen Materialsatz zur Verfügung.
4. Erklären Sie, dass jedes Team ein Feinstauberkennungsgerät konstruieren muss. Die Vorrichtung muss einen flachen, mindestens 5 x 5 cm großen Sammelbereich besitzen. Sie sollte nach Möglichkeit vor Witterungseinflüssen geschützt sein und gesichert werden können.
5. Dann kommen die Schüler und Schülerinnen in ihren Gruppen zusammen und entwickeln einen Plan für ihr Gerät. Sie einigen sich auf die benötigten Materialien, schreiben ihren Plan auf bzw. fertigen eine Planzeichnung an und tragen diesen Plan dann der Klasse vor.
6. Anschließend setzen sie ihren Plan um. Eventuell müssen sie ihren Plan noch einmal überdenken, um andere Materialien bitten, mit anderen Teams tauschen oder von Vorne beginnen.
7. Jedes Team sollte seinen Sensor an einem anderen Ort im Schulbereich (in der Nähe von Bussen, auf dem Parkplatz, im Stadion usw.) aufstellen.
8. Nach 72 Stunden können die Schüler und Schülerinnen dann den von ihren Geräten gesammelten Feinstaub mithilfe von Lupen (bzw. Mikroskopen/Digitalkameras, falls verfügbar) untersuchen.

Verschmutzungspatrouille

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 (Fortsetzung)**

9. Die Schüler und Schülerinnen müssen die verschiedenen Arten der von ihnen festgestellten Schadstoffteilchen (Staub, Pollen, Schmutz usw.) aufzeichnen und nach Größe, Farbe, Form und Beschaffenheit beschreiben.
10. Dann müssen sie über dem Sammelbereich ihres Geräts mit einer Schnur ein Gitter mit 1 cm großen Quadraten anlegen und dieses mit Klebeband befestigen. Sie müssen die Zahl der Teilchen in fünf wahllos ausgesuchten Quadraten zählen und einen Durchschnittswert ermitteln. Dann können sie die Ergebnisse an den verschiedenen, von der Klasse getesteten Orten vergleichen und grafisch darstellen.
11. Daraufhin können die Schüler und Schülerinnen eine Skala zur Bewertung der Luftqualität/Luftverschmutzung an den verschiedenen im Schulbereich getesteten Orten entwickeln.
12. Abschließend füllen die Teams ein Auswertungs-/Reflexionsarbeitsblatt aus und tragen der Klasse ihre Ergebnisse vor.
13. Dieses Projekt kann auf das ganze Schuljahr ausgedehnt werden, um weitere Datenanalysen zu ermöglichen.

◆ Benötigte Zeit

- ◆ 2-3 Unterrichtsstunden zu je 45 Minuten.

VerschmutzungspatrouilleEntwickelt 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: Luftverschmutzung

◆Luftverschmutzung

Luft ist eine wesentliche Voraussetzung für Leben. Die Luft um uns herum besteht vornehmlich aus den Elementen Stickstoff und Sauerstoff. Wenn der Luft andere Substanzen wie Chemikalien, natürliche Materialien oder Schadstoffteilchen zugeführt werden, bezeichnet man dies als Luftverschmutzung. Zu einer Luftverschmutzung kann es sowohl in Gebäuden als auch im Freien kommen. Die Ursachen können natürlicher Art sein und vom Menschen verursacht werden. Luftverschmutzung wirkt sich auf unterschiedliche Weisen auf Menschen, Tiere und die Umwelt aus.

Luftverschmutzung kann die Folge vieler verschiedener menschlicher Aktivitäten sein. Wenn Schadstoffe aus Schornsteinen und Fahrzeugemissionen in die Luft gelangen, kommt es in der Atmosphäre zu chemischen Reaktionen, die eine Reihe von Problemen verursachen können. Smog entsteht, wenn sich Schadstoffe in der Luft mit Ozon vermischen und eine Eintrübung der Witterung und Atemprobleme beim Menschen verursachen. Smog ereignet sich normalerweise über großen Städten und Industriegebieten. In London, Los Angeles, Mexico City und Südostasien gibt es gewaltige Probleme in Verbindung mit Smog. Wenn sich Schadstoffe wie Schwefelsäure mit Wasser in der Luft vermischen, kommt es zu saurem Regen, der einen zu großen Säuregehalt von Regen und Schnee bewirkt. Dieser Säuregehalt ist für die Umwelt höchst schädlich und führt zum Sterben von Pflanzen, Bäumen, Fischen und anderen Tieren. Wenn zur Energieerzeugung Brennstoffe in Autos, Fabriken, Kaminen und Grills verbrannt werden, werden winzige Teilchen in die Luft freigesetzt. Diese Partikel führen zur so genannten Feinstaubverschmutzung.



◆Feinstaub

Von Schadstoffteilchen – Feinstaub – verursachte Verschmutzung besteht aus einer Mischung kleinster Teilchen und flüssiger Tropfen in der Luft. Feinstaub kann sowohl Grob- als auch Schwebeteilchen enthalten. Grobteilchen haben einen Durchmesser von mehr als 2,5 Mikron, aber von weniger als 10 Mikron. (Zum Vergleich: Ein menschliches Haar hat einen durchschnittlichen Durchmesser von 70 Mikron.) Sie können Rauch, Staub, Schimmel und Pollen umfassen. Feinteilchen dagegen haben einen Durchmesser von weniger als 2,5 Mikron. Sie können aus toxischen Verbindungen und Schwermetallen bestehen. Wenn Schadstoffteilchen, insbesondere Feinstaub, eingeatmet werden, verursachen sie schwere gesundheitliche Schäden im Menschen. Feinstaub bewirkt Störungen von Ökosystemen. Außerdem können Partikel in der Luft trübe Witterungsverhältnisse verursachen. Die Feinstaubmenge in der Luft hängt von Jahreszeit und Wetter ab. So kann die Feinstaubmenge wegen der erhöhten Nutzung von Kaminen und Holzöfen im Winter höher sein.

Verschmutzungspatrouille

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: Luftverschmutzung (Fortsetzung):

Die Luftverschmutzung durch Schadstoffteilchen wird auch nach der Verschmutzungsquelle kategorisiert. Primärpartikel können direkt auf ihre Quellen zurückverfolgt werden, also auf Schornsteine, Automotoren im Leerlauf oder Kraftwerke. Sekundärpartikel dagegen entstehen aufgrund von Reaktionen in der Atmosphäre, und ihre Rückverfolgung gestaltet sich daher schwieriger.

◆ Feinstaub-Probenahmegeräte und -Zähler

Feinstaub-Probenahmegeräte sammeln Feinstaub, um dessen Menge in der Luft bestimmen zu können. Die Partikel werden dann später im Labor analysiert. Eine bestimmte Art von Feinstaub-Probenahmegeräten saugt die Luft durch einen an einem Glasrohr befestigten Filter an. Vor der Probenahme wird das Gewicht des Filters ermittelt. Nachdem der Filter einige Schadstoffteilchen eingefangen hat, wird er erneut gewogen. Zur Berechnung der Feinstaubmenge wird das Gewicht des vom Filter gesammelten Feinstaubes und die Menge der geprüften Luft benötigt. Eine andere Art von Feinstaub-Probenahmegerät sammelt den Feinstaub auf einer Filter-Klebebandrolle, die vor und nach der Probenahme gewogen wird.

Als Partikelzähler bezeichnete Instrumente erfassen und zählen die Zahl der Schadstoffteilchen in der Luft. Aerosol-Partikelzähler zählen die Zahl der Teilchen in der Luft und messen ihre Größe. Lichtblockierende Partikelzähler erkennen die Menge der Partikel in der Luft, indem sie Licht durch eine Luftprobe strahlen und messen, welcher Anteil dieses Lichts von den Teilchen blockiert wird. Diese Methode kann zur Auswertung von Partikeln mit einer Größe von über 1 Mikrometer benutzt werden. Kleinere Partikel (mit einer Größe von weniger als 0,05 Mikrometer) können mit der Lichtstreuungsmethode erkannt werden. Diese Methode misst, wie viel Licht von den Teilchen in einer Luftprobe zerstreut wird. Es können auch Laser verwendet werden, die eine Luftprobe so beleuchten, dass die Silhouetten von Feinstaub mit einer Digitalkamera erfasst und vergrößert und analysiert werden können.

◆ Bewertung der Luftqualität

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat Richtlinien für die Luftqualität erlassen, die auf den negativen gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf den Menschen basieren. Viele Länder haben Skalen entwickelt, die die Qualität der Luft in einer bestimmten Region zu einer bestimmten Zeit beurteilen. Diese Skalen lassen eine Bewertung der Luftqualität auf der Grundlage der Schadstoffkonzentration in der Luft zu, schwanken aber je nach Ort und Art der von ihnen beurteilten Verschmutzung. Trotz des Vorliegens von Beweisen für die negativen Folgen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit wird die Luftqualität von vielen Ländern immer noch weder überwacht noch bewertet.



Verschmutzungspatrouille

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:
Luftverschmutzung (Fortsetzung):**

In Mexico City verwendet das Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) das sog. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), ein Bewertungssystem, das die Konzentration von Schadstoffen einschl. Feinstaub, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ozon misst. Zur Bewertung und Beschreibung der Luftqualitätsbedingungen wird eine 200-Punkte-Bewertungsskala mit fünf verschiedenen Kategorien von „buena“ (gut) bis „extremadamente mala“ (extrem schlecht) verwendet. Die Umweltschutzbehörde (EPA) der USA verwendet den Luftqualitätsindex, der Konzentrationen der gleichen Schadstoffe untersucht und eine Einstufung auf einer Skala von 0 bis 500 vornimmt. Die Skala selbst besteht aus sechs Kategorien, die die Luftqualität von „gut“ bis „gefährlich“ beschreiben. Auch das Umweltschutzministerium von Hongkong bewertet den Luftverschmutzungsgrad auf einer 500-Punkte-Skala mit fünf Kategorien, die je nach der Schadstoffkonzentration in der Luft von „gering“ bis „schwerwiegend“ reichen. Im März 2010 erreichte die Luftverschmutzung in Hongkong nach einem schweren Sandsturm in Südchina neue Spitzenwerte (über 500!).

VerschmutzungspatrouilleEntwickelt 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::

◆ Ihr seid ein Ingenieurteam, dem die Aufgabe gestellt wurde, ein Gerät zu konstruieren, das das Vorhandensein von Schadstoffteilchen außerhalb eurer Schule feststellen kann. Das Gerät muss einen flachen Sammelbereich besitzen, der mindestens 5 x 5 cm groß ist. Es muss ausreichend vor Witterungseinflüssen geschützt sein und gesichert werden können (damit der Wind es nicht wegblasen kann).

◆ Planungsphase

Trefft euch im Team und diskutiert über das Problem, das gelöst werden muss. Einigt euch dann auf ein Design für euren Luftverschmutzungssensor und entwickelt diesen. Ihr müsst beschließen, welche Materialien ihr verwenden wollt.

Zeichnet euren Entwurf unten im dafür vorgesehenen Feld und gebt eine Beschreibung und die Zahl der Teile an, die ihr zu verwenden beabsichtigt. Zeigt euer Design der Klasse.

Ihr könnt den Plan eures Teams auf der Basis des Feedbacks aus der Klasse abändern.

Design:

Schülerarbeitsblatt::

◆Bauphase

Baut euren Luftverschmutzungssensor. Ihr könnt beim Bauen beschließen, dass ihr zusätzliche Materialien benötigt oder dass sich etwas an eurem Design ändern muss. Das ist völlig in Ordnung – macht einfach eine neue Zeichnung und überarbeitet eure Materialliste.

◆Testphase

Jedes Team muss seinen Luftverschmutzungssensor testen, indem es sein Gerät an einem anderen Ort im Schulbereich aufstellt. Überprüft nach 72 Stunden, ob euer Prüfgerät irgendwelche Schadstoffe eingefangen hat. Untersucht die gesammelten Schadstoffteilchen mit einer Lupe, einem Mikroskop oder einer Digitalkamera. Dokumentiert die verschiedenen von euch festgestellten Partikelarten (z. B. Staub, Pollen, Schmutz usw.) wie auch ihre Größe, Farbe, Form und Beschaffenheit.

Bringt mit einer Schnur ein Gitter mit 1 cm großen Quadraten über dem Sammelbereich eures Geräts an und befestigt dieses mit Klebeband. Zählt die Zahl der Partikel in fünf wahllos ausgesuchten Quadraten. Wenn es zu viele zum Zählen sind, nehmt eine Schätzung vor. Berechnet die durchschnittliche Teilchenzahl pro Quadrat. Vergleicht die Resultate für die verschiedenen in der Klasse getesteten Orte und stellt sie grafisch dar. Entwickelt eine Skala zur Bewertung der Luftqualität/Luftverschmutzung an den im Schulbereich getesteten Orten.

◆Auswertungsphase

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 „Verschmutzungspatrouille“ bewerten:

1. Ist es euch gelungen, einen Luftverschmutzungssensor zu konstruieren, der das Vorhandensein von Partikeln in der Luft erkennen konnte? Wenn nicht: Warum ist euer Plan gescheitert?
2. Habt ihr während der Bauphase beschlossen, euer ursprüngliches Design zu ändern oder zusätzliche Materialien anzufordern? Warum?
3. Habt ihr eure Baumaterialien mit anderen Teams ausgetauscht? Wie ist das für euch gelaufen?

Verschmutzungspatrouille

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](#).

4. Wenn Ihr euch andere Materialien hätten besorgen können, als ihr erhalten habt, was hätte euer Team dann angefordert? Warum?

5. Glaubt ihr, dass echte Ingenieure ihre Originalpläne während der Herstellung von Systemen oder Produkten anpassen müssen? Warum könnte dies nötig sein?

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

7. Welche Designs/Methoden, die eurer Meinung nach gut funktioniert haben, habt ihr die anderen Teams ausprobieren sehen?

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

9. Von welcher Art von Schadstoffen habt ihr die meisten Partikel gefunden? Was, glaubt ihr, ist der Grund dafür?

10. Was kann eurer Meinung nach unternommen werden, um die Feinstoffverschmutzung in eurem Schulbereich zu reduzieren?

Verschmutzungspatrouille

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](#).

Seite 10 von 13



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 A: Wissenschaft als Erkundung

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

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten

INHALTSSTANDARD D: Erd- und Weltraumwissenschaft

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

- ◆ Veränderungen an Erde und Himmel

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 F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

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

- ◆ Eigene Gesundheit
- ◆ Umweltveränderungen
- ◆ Einsatz von Wissenschaft und Technologie zur Lösung örtlicher Herausforderungen

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

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

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

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten

Für Lehrer:
Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)
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 F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

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

- ◆ Eigene Gesundheit
- ◆ Bevölkerungszahlen, Bodenschätze und Umweltbedingungen
- ◆ Wissenschaft und Technologie in der Gesellschaft

+National Science Education Standards 9. bis 12. Klasse (14-18 Jahre)
INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

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

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten

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 F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

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

- ◆ Eigene und öffentliche Gesundheit
- ◆ Umweltqualität
- ◆ Natürliche und vom Menschen verursachte Gefahren
- ◆ Wissenschaft und Technologie angesichts örtlicher, nationaler und globaler Herausforderungen

**Für Lehrer:
 Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)**
Mess-Standard

- Unterrichtsprogramme vom Vorkindergarten bis einschl. 12. Klasse sollten alle Schüler(innen) zu Folgendem befähigen:
 - ◆ Zur Bestimmung von Messwerten müssen angemessene Methoden, Werkzeuge und Formeln verwendet werden.

Datenanalyse und Wahrscheinlichkeitsstandard

- Unterrichtsprogramme vom Vorkindergarten bis einschl. 12. Klasse sollten alle Schüler(innen) zu Folgendem befähigen:
 - ◆ Formulieren von Fragen, denen mit Daten begegnet werden kann, und Erfassen, Organisieren und Zeigen relevanter Daten, um die Fragen zu beantworten
 - ◆ Auswählen und Verwenden geeigneter Statistikmethoden zur Datenanalyse
 - ◆ Entwickeln und Auswerten von datenbasierten Folgerungen und Vorhersagen

Prozess-Standard (Darstellung)

- **Unterrichtsprogramme vom Vorkindergarten bis einschl. 12. Klasse sollten alle Schüler(innen) zu Folgendem befähigen:**
 - ◆ Erstellen und Verwenden von Darstellungen zum Organisieren, Aufzeichnen und Weitergeben mathematischer Konzepte
 - ◆ Verwenden von Darstellungen zur Modellierung und Deutung physischer, gesellschaftlicher und mathematischer Phänomene

+Standards für technische Bildung – alle Altersstufen
Design

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