

Lizenz zum Radieren

Lernziele

Die SchülerInnen

- erfahren, wie der Radiergummi entstanden ist.
- lernen die verschiedenen Ausgangsprodukte des Kautschukradiergummis kennen.
- erkennen, wie Kautschuk gewonnen und verarbeitet wird.
- untersuchen den Schwefelgehalt von Gummi.
- führen Experimente zu den Eigenschaften von Kautschuk und Synthesekautschuk durch.
- erkennen, auf welchem physikalischen Prinzip ein Radierer basiert.
- erhalten Tipps zum spurlosen Radieren.
- führen Flächen-, Volums- und Oberflächenberechnungen durch.

Materialien

- Arbeitsblatt 1 (1 Seite): **Es war einmal ...**
- Overheadfolie 1 (1 Seite): **Es war einmal ...**
- Overheadfolie 2 (3 Seiten): **Woher kommt der Kautschuk?**
- Arbeitsblatt 2 (1 Seite): **Woher kommt der Kautschuk?**
- Arbeitsblatt 3 (1 Seite): **Alles Kautschuk!**
- Arbeitsblatt 4 (2 Seiten): **Weg damit!**
- Arbeitsblatt 5 (1 Seite): **Radierer in Zahlen**
- Overheadfolie 3 (1 Seite): **Radierer in Zahlen**
- Arbeitsblatt 6 (1 Seite): **Spurlos verschwunden**
- Versuch 1 (1 Seite): **Untersuchung des Schwefelgehaltes in Gummi**
- Versuch 2 (1 Seite): **Temperaturunterschiede mit Gummi**
- Versuch 3 (1 Seite): **Licht als Gewichtheber**
- Versuch 4 (1 Seite): **Elastizität eines Kautschukbandes**
- Versuch 5 (1 Seite): **Anziehungskraft**
- Versuch 6 (1 Seite): **Anziehungskraft Wasserglas**

Anregung für den Einstieg ins Thema

- Als Einstieg in die Unterrichtseinheit kann mit den SchülerInnen ein kleines Experiment durchgeführt werden. Jede SchülerIn schreibt mit einem Bleistift ihren Namen auf ein Blatt Papier. Anschließend wird versucht, den Namen ohne Zuhilfenahme eines Radiergummis wieder vom Blatt zu entfernen. Welche Möglichkeiten werden ausprobiert und zu welchem Ergebnis führen sie?

Arbeitsblatt 1/Overheadfolie 1: Es war einmal ...

Die SchülerInnen setzen sich mit der Entwicklung des Radiergummis auseinander.

Zusatzinformation

- Noch heute wird Brot in der Restauration verwendet, um leichte Verschmutzungen auf Papier schonend zu entfernen.
- „rub off“ heißt übersetzt „abreiben“.
- Noch heute wird der Kautschuk „Indian Rubber“ genannt, diese Bezeichnung ist allerdings heute eher berechtigt, weil der Kautschuk hauptsächlich aus dem ostasiatischen Raum kommt.

Anregung

Geben Sie Ihren SchülerInnen im Vorfeld die Aufgabe, die Entstehungs- bzw. Entwicklungsgeschichte verschiedener Erfindungen zu recherchieren, z.B. vom Kaugummi, vom Mikrowellenherd, vom Bleistift, von der Glühlampe, vom Füllfederhalter. Die Ergebnisse können in Form kurzer schriftlicher Berichte oder von Kurzreferaten präsentiert werden. Ausgehend von Arbeitsblatt 1 können anhand der verschiedenen Beispiele grundlegende Fragen besprochen werden. Z.B.: Kann jede Erfindung/Entdeckung einer bestimmten Person zugeordnet werden? Sind Erfindungen/Entdeckungen Ergebnis von gezielter Forschungsarbeit oder entstehen sie mehr oder weniger „zufällig“? ...

Overheadfolie 2/Arbeitsblatt 2: Woher kommt der Kautschuk?

Die SchülerInnen erfahren, wie Kautschuk gewonnen wird.

Zusatzinformation

- Zwischen seinem 5. und seinem 25. Lebensjahr ist der Kautschukbaum für die Gewinnung des Naturkautschuks einsetzbar. Die Baumrinde wird zu diesem Zweck mit einem speziellen Messer in spiralförmig zulaufenden Schnitten eingeschnitten. Außerhalb des Leitgewebes für Nährstoffe, des so genannten

Phloems, fließt in der Folge ein dadurch freigesetzter zäher Milchsaft, auch Latex genannt, nach unten und wird in kleinen Sammelbehältern aufgefangen. Das aus diesem Pflanzensaft gewonnene Polyisopren wird als Naturkautschuk bezeichnet. Durch den Vorgang der Vulkanisation, die Vernetzung von Molekülen zu einem sehr großen Molekül, wird aus der viskoelastischen, klebrigen Masse ein Elastomer.

- Schon die Völker Mesoamerikas nutzten die Latexmilch des weinenden Baumes. Mit Hilfe von Baum- und Pflanzensäften wandelten sie die Milch in ein gummiartiges Material um und beschichteten damit nicht nur Stoffe, sondern stellten zum Beispiel auch Vollgummi-Bälle her. Die Mayas haben ihre Füße als Schuhersatz mit einer dünnen Gummischicht überzogen.

Bis der Kautschuk seinen Weg aus Mittelamerika nach Europa gefunden hat, hat es allerdings viele Jahre gedauert. Erst ein Bericht über die Kautschukverwendung von Charles Marie de La Condamine, der von 1735 bis 1745 an einer Expedition im Amazonasgebiet teilgenommen hat, führte zu ersten Versuchen mit Kautschuk.

Goodyears Erfindung der Vulkanisation führte von 1839 bis 1910 zu einer regelrechten Kautschuk- und damit auch Wirtschaftsblütezeit in der Amazonasregion.

Aufgrund der Bedeutung des Werkstoffes Gummi wurde außerhalb Südamerikas versucht, Kautschukplantagen aufzubauen. Den Engländern gelang es z.B., den wertvollen Baum in ihren asiatischen Kolonien zu züchten, das tropische Afrika wurde ebenfalls zum neuen Kautschuk-Mekka. Aufgrund des größeren Angebotes sank der Preis, die Blütezeit im Amazonasgebiet erreichte ihr Ende.

Mitte des 18. Jahrhunderts wurden die ersten wissenschaftlichen Erfolge in Richtung Erzeugung synthetischen Kautschuks gesetzt. 1909 wurde schließlich das erste Patent für vollsynthetischen Kautschuk an Fritz Hofmann erteilt.

- Naturkautschuk wird sowohl als Flüssigkeit als auch als festes Material verkauft. Um ihn flüssig zu verkaufen, wird der Latexsaft eingedickt und mit Ammoniak stabilisiert. Um den Naturkautschuk in feste Form zu bringen, wird die Latexmilch zur Gerinnung gebracht und anschließend gewaschen, getrocknet und entsprechend geformt. Schlussendlich wird er zu Ballen von rund 100 kg verkauft.
- Thailand, Indonesien, Malaysia, Indien und die Volksrepublik China sind die wichtigsten Naturkautschuk-Produzenten. Brasilien liegt mittlerweile nur mehr an Stelle 10 und produziert mit 96.000 t nur knappe 3,2% von Thailands 3.030.000 t. Hauptabnehmer sind die USA, Japan, China, Deutschland und Frankreich.
- Rund 60% des Kautschukbedarfs werden mit synthetischem Kautschuk gedeckt, der durch Polymerisation hergestellt wird.
- Rund 65 bis 70% des Kautschuks werden in der Autoreifen-Produktion verarbeitet.

- Kautschuk ist viskoelastisch, das heißt, dass der Werkstoff sich bei einer äußeren Krafteinwirkung ausdehnt und anschließend nicht vollständig in seine ursprüngliche Form zurückkehrt. Vulkanisierter Kautschuk ist bei hohen Temperaturen weiter viskoelastisch, bei tiefen Temperaturen allerdings ist er elastisch und zugfest.

Arbeitsblatt 3: Alles Kautschuk?

Man unterscheidet drei Arten von Radierern: Kautschukradierer, Synthetikautschukradierer und Blockradierer aus Polymeren.

Zusatzinformation

- Aus dem Mischverhältnis der verschiedenen Bestandteile ergeben sich unterschiedliche **Härtegrade**. Weiche Radierer haben einen hohen Faktis-Anteil, harte Kautschukradierer einen hohen Schwefel- und Füllstoffanteil.
- **Synthetikautschukradierer** enthalten thermoplastische Elastomere, Füllstoffe (Kreide, Bims- oder Quarzmehl), Farbpigmente, Weichmacher (z.B. Paraffinöl).
- **Blockradierer** aus Polymeren enthalten Polyvinylchlorid, Farbpigmente, Füllstoffe (Kreide, Kaolin) sowie spezielle Weichmacher.
- **Kunststoffradierer** haben einen groben Abrieb, der vom Papier abbröseln und nicht hängenbleibt. Er gilt daher auch als papierfreundlicher. Der staubartige Abrieb des Kautschukradierers hingegen bleibt am Papier hängen.
- Tinte tritt im Gegensatz zu Graphit tiefer ins Papier ein. **Tintenradierer** sind daher mit fein gemahlenem Bimsstein versetzt. Dieser wirkt wie eine Art Schleifmittel – er sorgt dafür, dass beim Radieren eine Schicht vom Papier abgetragen wird. Eine Methode, die in etwas brachialerer Form schon im Mittelalter angewendet wurde: Mönche entfernten ihre Fehler, indem sie sie einfach vom Papier abkratzten.

Arbeitsblatt 4: Weg damit!

Mit Hilfe dieses Arbeitsblattes kann die Funktionsweise des Radiergummis im Unterricht behandelt werden.

Arbeitsblatt 5/Overheadfolie 3: Radierer in Zahlen

Dieses Arbeitsblatt bietet ausgehend von einem Radiergummi verschiedene Rechenaufgaben für den Mathematikunterricht.

Zusatzinformation

- Der Radiergummi STAEDTLER Mars plastic besteht aus sechs rechteckigen Flächen, von denen die gegenüber liegenden Rechtecke gleich groß sind. Der Radiergummi ist ein geometrischer Körper, ein Quader, mit folgenden Maßen:

Länge $a = 6,5 \text{ cm}$

Breite $b = 2,2 \text{ cm}$

Höhe $h = 1,1 \text{ cm}$

- Der Radierer hat ein Volumen von $V = 15,73 \text{ cm}^3$ ($V = a \cdot b \cdot h$) und eine Oberfläche von $O = 47,74 \text{ cm}^2$ ($O = 2(a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h)$)

Arbeitsblatt 6: Spurlos verschwunden

Auf diesem Arbeitsblatt finden sich verschiedenste Tipps zum spurlosen Radieren.

Anregung für den Unterricht

Diese Tipps können anhand kleiner Radierversuche auch selbst erprobt bzw. erarbeitet werden.

Notwendige Materialien:

- Radiergummi klein & in Normalgröße
- Radiergummi bunt & farblos
- Radiergummi weich & hart
- Radierergummi mit abgeschrägter Seite

Versuch 1: Untersuchung des Schwefelgehaltes in Gummi

Ergebnis: Beim Erhitzen entstehen Dämpfe, die das Bleiacetatpapier schwarz färben.

Erklärung: Beim Erhitzen bildet der im Gummi enthaltene Schwefel Schwefelwasserstoff H_2S . H_2S bildet mit Bleiacetat schwarzes Bleisulfid.



Achtung: starke Geruchsentwicklung!

Versuch 2: Temperaturunterschiede mit Gummi

Ergebnis: Das Band ist in gestrecktem Zustand wärmer als im ungestreckten Zustand.

Erklärung: Durch das In-die-Länge-Ziehen des Gummibandes wird dem Gummiband Energie mitgegeben. Diese Energie, die aus den Muskeln stammt und rund 1 Kalorie Essensaufnahme entspricht, erwärmt das Band. Im gedehnten Zustand sind die Moleküle geordnet, besser und stärker aufgereiht als im entspannten Zustand. Diese Ordnung kann nur geschaffen werden, wenn Energie investiert wird.

Die gestreckten Moleküle enthalten mehr Energie als die entspannten Moleküle.

(Auswirkungen des 2. Gesetzes der Thermodynamik)

Versuch 3: Licht als Gewichtheber

Ergebnis a: Der Verpackungsgummi kontrahiert, das Massestück hebt sich und die Waagschale geht nach oben.

Ergebnis b: Der Verpackungsgummi dehnt sich aus, das Massestück geht nach unten und die Waagschale senkt sich.

Versuch 4: Elastizität eines Kautschukbandes

Ergebnis a: Das Kautschukband bleibt in gestrecktem Zustand.

Ergebnis b: Das Kautschukband wird wieder elastisch.

Versuch 5: Anziehungskraft

Ergebnis: Zwischen den Scheiben steigt die Flüssigkeit langsam nach oben. Auf jener Seite, wo die Scheiben fest aneinandergedrückt sind, steigt die Flüssigkeit am höchsten.

Erklärung: Die Wassermoleküle und die Glasmoleküle ziehen sich gegenseitig an. Sie kleben aneinander. Je besser der Kontakt, umso größer die Anziehungskraft. Zwischen den Glasscheiben wird das Wasser sogar nach oben gezogen.

Zusatzinformation

- Bäume ziehen mit ihren Wurzeln das lebensnotwendige Wasser aus dem Boden. Dank der Adhäsionskraft gelangt dieses auch in die Baumkronen.

- Fliegen haben feine Haftläppchen und –haare an ihren Füßen. Neben den Haaren liegen Drüsen, die eine Flüssigkeit abgeben. So hat die Fliege immer einen hauchdünnen Flüssigkeitsfilm unter den Füßen und kann sich daher auch an Wänden, Decken und Fenstern fortbewegen.
- Auch die Frischhaltefolie basiert auf dem Prinzip der Adhäsionskraft. Je glatter die Oberfläche des Behälters ist, um den sie gewickelt wird, umso stärker ist die Anziehungskraft und damit auch ihr Halt.

Versuch 6: Anziehungskraft Wasserglas

Ergebnis a: Die Postkarte fällt vom Glas.

Ergebnis b: Die Postkarte bleibt am Glas liegen.

Erklärung: Die Anziehungskraft zwischen Wasser und Karte ist so groß, dass sie das Gewicht der Münze(n) ausgleicht.

Es war einmal ...

Ordne die Zeitangaben dem jeweiligen Entwicklungsschritt in der Geschichte des Radiergummis zu!

1550

1770

1770

1838/39

Ende 19. Jh.

20. Jh.

.....	Zur gleichen Zeit berichtet der britische Theologe und Naturforscher Joseph Priestley darüber, dass man mit kleinen Kautschukstücken Bleistiftstriche entfernen kann. Nachdem zur damaligen Zeit vieles, das aus Amerika stammt, als „indisch“ bezeichnet wird, nennt Priestley den Kautschukwürfel „Indian rubber“. Bis heute gilt er als dessen Erfinder.
.....	In Deutschland und Amerika beginnt die Entwicklung der heutigen Naturkautschuk-Radierer.
.....	Ein italienischer Maler lehrt seine SchülerInnen, wie sie unerwünschte Kohle- und Kreidestriche mit Brot entfernen können: Die Krümel schnell mit den Händen zu einer festen Masse geknetet, über die überflüssigen Striche drübergewischt und voilà – schon sind sie so gut wie verschwunden!
.....	Dem englischen Mechaniker Edward Naine ist bei einer wichtigen Bleistiftzeichnung ein Fehler passiert. Verärgert greift er zu einem Stück Brotkruste auf seinem Arbeitstisch und erwischt dabei irrtümlich ein danebenliegendes Stück Kautschuk. Als er damit über die Bleistiftzeichnung fährt, stellt er verwundert fest, dass das Kautschuk-Stück wesentlich besser funktioniert als die Brotkruste. Von seiner Entdeckung begeistert beginnt er mit der Herstellung von Kautschukstücken und deren Verkauf unter dem Namen „rubber“.
.....	Der Naturkautschuk im Radierer wird durch Kunststoffe ersetzt, die durch Beimengung von Weichmachern elastisch gemacht werden. So entstehen die ersten Kunststoff-Radierer. Mit diesen kann man punktgenauer radieren, auch eine längere Lagerung ist möglich.
.....	Der amerikanische Chemiker Charles Nelson Goodyear findet heraus, dass bei Zugabe von Schwefel zu Rohkautschuk sowie unter Einwirkung von Druck und höheren Temperaturen ein Produkt entsteht, das wesentlich bessere mechanische Eigenschaften aufweist als Rohkautschuk und auch temperaturbeständiger ist. Dieses als Vulkanisation bekannte Verfahren verbessert die Materialeigenschaften des Kautschuks wesentlich und bildet damit die Grundlage der modernen Kautschukindustrie.

Es war einmal ...

1550

Ein italienischer Maler lehrt seine SchülerInnen, wie sie unerwünschte Kohle- und Kreidestriche mit Brot entfernen können: Die Krümel schnell mit den Händen zu einer festen Masse geknetet, über die überflüssigen Striche drübergewischt und voilà – schon sind sie so gut wie verschwunden!

1770

Dem englischen Mechaniker Edward Naine ist bei einer wichtigen Bleistiftzeichnung ein Fehler passiert. Verärgert greift er zu einem Stück Brotkrinde auf seinem Arbeitstisch und erwischt dabei irrtümlich ein danebenliegendes Stück Kautschuk. Als er damit über die Bleistiftzeichnung fährt, stellt er verwundert fest, dass das Kautschuk-Stück wesentlich besser funktioniert als die Brotkrinde. Von seiner Entdeckung begeistert beginnt er mit der Herstellung von Kautschukstücken und deren Verkauf unter dem Namen „rubber“.

1770

Der britische Theologe und Naturforscher Joseph Priestley berichtet über Nairnes Entdeckung und macht diese publik. Nachdem zur damaligen Zeit vieles, das aus Amerika stammt, als „indisch“ bezeichnet wird, nennt Priestley den Radiergummi „Indian rubber“. Bis heute gilt er als dessen Erfinder.

1838/39

Der amerikanische Chemiker Charles Nelson Goodyear findet heraus, dass bei Zugabe von Schwefel zu Rohkautschuk sowie unter Einwirkung von Druck und höheren Temperaturen ein Produkt entsteht, das wesentlich bessere mechanische Eigenschaften aufweist als Rohkautschuk und auch temperaturbeständiger ist. Dieses als Vulkanisation bekannt gewordene Verfahren verbessert die Materialeigenschaften des Kautschuks wesentlich und bildet damit die Grundlage der modernen Kautschukindustrie.

Ende 19. Jh.

In Deutschland und Amerika beginnt die Entwicklung der heutigen Naturkautschuk-Radierer.

20. Jh.

Der Naturkautschuk im Radierer wird durch andere Elastomere (Polymere mit gummielastischem Verhalten) ersetzt – so entstehen die ersten Kunststoff-Radierer. Mit diesen kann man punktgenauer radieren, auch eine längere Lagerung ist möglich.

Woher kommt der Kautschuk?



©www.wikipedia.de

indianisch „caa-o-chu“ = „weinender Baum“

Familie der Wolfsmilchgewächse

Woher kommt der Kautschuk?

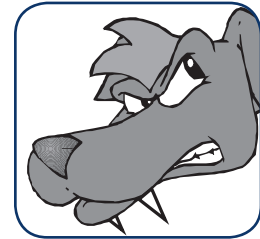
1. Woher stammt der Begriff „Kautschuk“ und was bedeutet er?

.....
.....



2. Zu welcher Familie gehört der Kautschukbaum?

.....



3. Wie viele Jahre ist der Kautschukbaum für die Kautschukproduktion verwertbar?

.....

4. Wie wird die Gummimilch gewonnen?

.....
.....



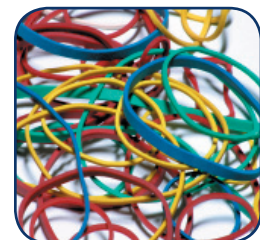
5. Was passiert bei der Vulkanisation von Kautschuk?

.....
.....
.....



6. Welche Eigenschaften hat vulkanisierter Kautschuk?

.....
.....


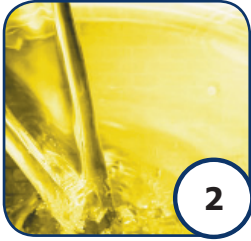





© www.pixelio.de

Alles Kautschuk?

Ein Kautschukradierer besteht aus verschiedenen Bestandteilen: natürlich aus Kautschuk, aber auch aus Faktis, Schwefel, Quarzmehl, Füllstoffen oder Farbstoffen.

Weißt du, welche Funktion die verschiedenen Bestandteile haben? Versuche, diese richtig zuzuordnen:

Kautschuk	 1	Wird der knetbaren, klebrigen Kautschukmasse beigefügt und unter Druck auf 140-160°C erhitzt. Durch diesen Vorgang der Vulkanisation wird die plastische Masse zum elastischen Gummi.
Faktis	 2	Diese weißgelbe Masse wird aus Rüböl gewonnen. Sie ist einer der wichtigsten Bestandteile des Radierers, weil sie das Graphit aufnimmt. Gleichzeitig verhindert sie auch, dass der Radierer Risse bekommt.
Schwefel	 3	Die zähe Latexmilch wird durch v-förmiges Anritzen der Baumrinde gewonnen. Anschließend wird sie mit viel Wasser ausgewalzt, gereinigt, konserviert und zu großen Ballen gepresst.
Quarzmehl & Füllstoffe	 4	Diese sorgen für die richtige Farbe: zum Beispiel Lithopone für Weiß, Zinnober- oder Eisenoxyd für Rot.
Farbstoffe	 5	Je nach Verwendungszweck werden diese dem Radiergummi beigemischt, um gewisse Eigenschaften zu erzeugen. So verstärken etwa Kreide oder Sandteilchen den Abrieb des Radierers.

Weg damit!

Über die Funktionsweise des Radiergummis

„Radieren“ kommt vom lateinischen Wort „radere“ und bedeutet übersetzt „kratzen“ oder „schaben“.

In Wirklichkeit hat allerdings Radieren nur bedingt mit Kratzen oder Schaben zu tun.



Tatsächlich ist es so, dass sich Moleküle verschiedener Stoffe anziehen. Dies ist auch jenes Prinzip, auf dem das Schreiben mit Bleistiften funktioniert. Eine Bleistiftmine besteht aus Graphit, einer Form des Kohlenstoffs. Schreibt man nun mit einem Bleistift auf ein Blatt Papier, so bleiben die Graphitteilchen aufgrund der Adhäsionskraft daran haften.



Radierer bestehen zu einem großen Teil aus Kautschuk. Dieser hat eine stärkere Anziehungskraft als Papier. Beim Radieren werden nun aufgrund Schwefel und Schmutz bindender Öle im Radiergummi kleine Teilchen vom Radierer abgerollt. Diese ziehen die Kohlenstoffpartikel vom Papier weg und nehmen diese auf.



Das Papier wird vom Farbstoff des Bleistiftes gesäubert sodass das Papier vom Farbstoff des Bleistiftes gesäubert, die Graphitteilchen bleiben am Abrieb des Radiergummis kleben und die Oberfläche des Radiergummis erneuert sich aufgrund des Abriebs immer wieder.



Radieren in Zahlen

Beantworte folgende Fragen zu dem abgebildeten Radiergummi:



1. Aus wie vielen Flächen besteht dieser Radiergummi:

.....

2. Welche mathematischen Flächen erkennst du?

.....

3. Welche Eigenschaften haben diese Flächen?

.....

4. Berechne das Volumen des Radiergummis:

5. Berechne die Oberfläche des Radiergummis:

Radieren in Zahlen



1. Aus wie vielen Flächen besteht dieser Radiergummi:

sechs

2. Welche mathematischen Flächen erkennst du?

Rechtecke

3. Welche Eigenschaften haben diese Flächen?

Die gegenüberliegende Rechtecke sind gleich groß, sie sind kongruent.

4. Berechne das Volumen des Radiergummis:

$$V = a \cdot b \cdot h [\text{cm}^3]$$

$$V = 6,5 \cdot 2,2 \cdot 1,1 = 15,73 \text{ cm}^3$$

5. Berechne die Oberfläche des Radiergummis:

$$O = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h) [\text{cm}^2]$$

$$O = 2 \cdot (6,5 \cdot 2,2 + 6,5 \cdot 1,1 + 2,2 \cdot 1,1) = 47,74 \text{ cm}^2$$

Spurlos verschwunden ...

Tipps rund ums Radieren

Je kleiner der Radiergummi ist, umso schlechter liegt er in der Hand und umso unpräziser kann man radieren.



©www.pixelio.de

Bei intensivem Radieren kann sich der Gummi erhitzen. Bunte Radiergummis können in solchem Zustand unerwünschte Farbspuren am Papier hinterlassen.



Nie parallel zum Strich radieren, sonst werden die Graphitteilchen verschmiert und die gesamte Fläche verunreinigt. – Daher den Radiergummi immer schräg zum zu entfernenden Strich ansetzen.



©www.pixelio.de

Immer darauf achten, dass nicht zu viel auf einmal radiert wird, sonst kann es schnell passieren, dass der Radiergummi zu schmieren beginnt, weil die Radiererteilchen nicht ausreichend Graphitteilchen aufnehmen können.



©www.pixelio.de

Buntstiftspuren sind schwieriger zu entfernen als Bleistiftspuren. Diese sollte man daher mit härteren Radierern, die mit kleinen Sandpartikeln versetzt sind, entfernen.



©www.pixelio.de

Achtung: Aufgrund von Füllstoffen wie etwa Sandpartikeln, Quarzmehl oder Bims kann es beim intensiven Radieren passieren, dass die Oberfläche des Papiers beschädigt wird.

Zum Radieren kleinerer Stellen sollten die Radierer möglichst eine abgeschrägte Seite haben. So kann präziser radiert werden. Für kleine Stellen gibt es auch anspitzbare Radierer in Stiftform.



Schwefelnachweis in Gummi

Versuch 1

- Geräte:**
- RG-Ständer
 - RG-Halter
 - RG
 - Brenner
 - Pinzette
 - Spritzflasche
 - Abzug

- Materialien:**
- Gummischlauch (kleines Stück)
 - Bleiacetatpapier

Durchführung: Das Gummistück in das RG geben und mit rauschender Brennerflamme erhitzen. In die austretenden Dämpfe mit der Pinzette ein Stück Bleiacetatpapier halten.

Ergebnis:

.....

.....

.....

.....



Temperaturunterschiede mit Gummi

Versuch 2

Materialien: Gummiband (Kautschukband) 1cm breit

- Durchführung:**
- a) Das Gummiband mit beiden Händen festhalten, damit die Unterlippe berühren und die Temperatur fühlen.
 - b) Das Gummiband rasch in die Länge ziehen und in gestrecktem Zustand an die Oberlippe führen. Nun wieder die Temperatur fühlen.

Ergebnis:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Licht als Gewichtheber

Versuch 3

Geräte: 1kg Massestück
Stativ
Infrarotlampe

Materialien: frischer Verpackungsgummi

Durchführung: Das 1kg Massestück mit dem Verpackungsgummi so auf das Stativ hängen, dass auf der Waagschale ca. 250g aufliegen. Gegenüber des Stativs in ca. 30cm Entfernung die Infrarotlampe aufstellen.

a) Die Infrarotlampe einschalten

Ergebnis:
.....
.....

b) Die Infrarotlampe ausschalten

Ergebnis:
.....
.....



Elastizität eines Kautschukbandes

Versuch 4

Materialien: Synthetikgummi band 20 cm lang

Durchführung: a) Das Kautschukband dehnen, in gestrecktem Zustand festhalten und in Eis einbetten. Nach 10 sek herausnehmen.

Ergebnis:

.....

.....

.....

b) Das gestreckte Gummiband in heißes Wasser legen.

Ergebnis:

.....

.....

.....



Anziehungskraft

Versuch 5

- Materialien:**
- 2 kleine Glasscheiben
 - 1 Gummiband
 - 1 Zahnstocher
 - 1 flache Schale mit gefärbtem Wasser (rund 1cm)

Durchführung: Die Glasscheiben aufeinander legen und das Gummiband quer darüber spannen. Zwischen die Scheiben einen Zahnstocher stecken. Die Glas-Zahnstocher-Konstruktion in die Schale stellen.

Ergebnis:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Anziehungskraft Wasserglas

Versuch 6

- Materialien:**
- 1 Postkarte
 - 1 leeres Wasserglas
 - 1 volles Wasserglas
 - mehrere Münzen

- Durchführung:**
- a) Die Postkarte so auf das leere Wasserglas legen, dass sie an einer Seite weit über den Rand ragt. Anschließend eine Münze auf den überstehenden Rand der Postkarte legen.

Ergebnis:

.....

.....

.....

- b) Das Wasserglas bis zum Rand füllen. Die Postkarte wieder so auflegen, dass sie an einer Seite über den Rand ragt. Anschließend eine Münze auf den überstehenden Rand der Postkarte legen.

Ergebnis:

.....

.....

.....