



Welchen  
Weg  
dein  
**HANDY**  
geht



ROH-  
STOFFE  
SIND  
ZUKUNFT

# Rohstoffe

benötigen wir für alle Produkte, mit denen wir uns im täglichen Leben umgeben.



In unserer Erde finden sich viele wertvolle Rohstoffe, die wir mit modernsten Techniken abbauen können. Da viele Rohstoffe jedoch nicht nachwachsen, ist es sehr wichtig, sie auch aus alten und nicht mehr benötigten Geräten wiederzugewinnen. Aus den „Reststoffen“ z. B. im Müll werden auf diese Weise wieder „Wertstoffe“ für neue Produkte. Damit entsteht ein Kreislauf, der immer wieder von Neuem beginnen kann. Und nur so ist garantiert, dass auch in Zukunft ausreichend Rohstoffe zur Verfügung stehen und unsere Erde bestmöglich geschont wird.

## Rohstoffe [wieder]gewinnen



Dieses Heft zeigt den Rohstoff-Kreislauf anhand des Handys, wie er auch in der Ausstellung „Rohstoffe sind Zukunft“ der Montanuniversität Leoben (1. März – 31. Mai 2016, Kunsthalle Leoben) nachzuerfolgen war.

Foto: Creative Commons BY-NC-SA

Wir danken für ihre Unterstützung der Ausstellung „Rohstoffe sind Zukunft“ 2016:



sowie der Gesellschaft von Absolventen und Freunden der Montanuniversität Leoben



# Rohstoffe

## SCHÄTZE DER ERDE

Ein **ROHSTOFF** ist ein Material aus der Natur, das noch nicht weiterverarbeitet wurde. Bäckst du beispielsweise einen Kuchen, so könnte man die Zutaten, die du dafür benötigst, Rohstoffe nennen. Aus diesen Rohstoffen kann man ein Produkt herstellen – in deinem Fall den Kuchen, oder aber, mit anderen Rohstoffen, ein Handy.



Fachleute beim „Goldwaschen“ in Alaska. Mithilfe von großen Sieben und eines „Waschbretts“ holen sie Gold aus dem Fluss Yukon.

## 60 Rohstoffe im Handy

In einem Handy stecken mehr als 60 verschiedene Rohstoffe, darunter ca. 30 verschiedene Metalle, am meisten Kupfer, aber in kleinen Mengen auch Gold und Silber. Außerdem enthält ein Handy Glas und Keramik, die wiederum z. B. aus Quarzsand hergestellt werden. Und für den Kunststoff deines Handys braucht man Kohlenwasserstoffverbindungen wie z. B. Erdöl.



Gold aus dem Fluss Yukon in Alaska



Mit so einem Schwimmbagger hat man vor mehr als 100 Jahren Gold aus dem Fluss Yukon geholt. Heute ist dieser Goldbagger ein Museum.

## Rohstoffe entdecken

Rohstoffe müssen – wie viele Schätze – entdeckt werden, denn oft liegen sie tief in der Erde verborgen. Dafür zuständig sind die Geologen. Diese Wissenschaftler beschäftigen sich mit dem Aufbau der Erde, wie sie entstanden ist und aus welchen Bestandteilen sie besteht. Geologen arbeiten draußen in der Natur, mit speziellen Geräten im Labor und am Computer, um herauszufinden, wo, in welchen Mengen und in welcher Qualität Rohstoffe vorliegen. Wenn sehr viel von ein und demselben Rohstoff an einem Ort vorhanden ist, spricht der Geologe von einer Lagerstätte.



# BERGBAU WIR HOLEN DIE SCHÄTZE ANS LICHT!

Unter **BERGBAU** versteht man die Gewinnung mineralischer Rohstoffe, also von Materialien, die sich im Laufe der Erdgeschichte durch Veränderungen in der Erdkruste oder den Einfluss von Wind und Wetter gebildet haben – im weiteren Sinn werden diese oft auch als Bodenschätze bezeichnet.



## Über oder unter Tage

Je nachdem, in welcher Tiefe diese mineralischen Rohstoffe vorkommen, werden sie direkt an der Erdoberfläche abgebaut, man spricht dann von „**ÜBER TAGE**“, oder tief unter der Erde, was man „**UNTER TAGE**“ nennt. Dazu wird das Gestein meist mit einer Sprengung aus dem Gebirge gelöst. Weichere Gesteine werden auch „mechanisch gewonnen“, also z.B. direkt mit einem Bagger abgetragen.

## Bergbau fürs Handy

Ein Smartphone besteht zu mehr als der Hälfte aus mineralischen Rohstoffen, die durch Bergbau gewonnen werden. Um das zerkleinerte Gestein abzutransportieren, kommen entweder Muldenkipper – im Tagebau sind das Riesenfahrzeuge mit bis 600 Tonnen Gesamtgewicht! – oder Förderbänder zum Einsatz.



# WIE KOMMT DAS **Gold** AUS DEM STEIN?

## Gold im Handy

In einem Smartphone sind etwa 30 Milligramm Gold enthalten (1000 Milligramm sind ein Gramm). Dieses Edelmetall wird in elektronischen Bauteilen verwendet, um die Leistung deines Handys durch hohe und beständige elektrische Leitfähigkeit zu garantieren.



Vergrößertes Bild von vergoldeten Steckern für elektronische Bauteile im Handy

In diesem Bild sieht man eine Mühle zur Zerkleinerung von Golderzen.



## 25 kg Golderz für ein Handy

Um die kleine Menge Gold für ein Smartphone aus der Erdkruste zu gewinnen, müssen etwa 25 Kilogramm Golderz abgebaut werden! In sogenannten „Aufbereitungsanlagen“ wird das wertvolle Metall anschließend vom „tauben“ Gestein, also vom Gestein, das mit den Goldkörnern vermischt ist und zwangsläufig mitabgebaut, aber nicht benötigt wird, getrennt.

## Gold erz zerkleinern

Um das Gold aus dem Erz zu bekommen, muss dieses zuerst zerkleinert werden. Dies wird mit Maschinen wie Brechern und Mühlen gemacht. Wenn das Erz fein genug ist, werden seine verschiedenen Bestandteile nach Unterschieden in den physikalischen Eigenschaften voneinander getrennt, z. B. nach der Dichte (schwer/leicht), ihrer Farbe oder danach, ob sie magnetisch sind oder nicht. Das so erzeugte Goldkonzentrat wird an die „Metallurgen“ übergeben (siehe auch S. 10). Sie schmelzen es unter Einsatz hoher Temperaturen ein und erzeugen daraus hochreine Goldbarren.

# Tunnelbau

## WICHTIGE VERBINDUNGEN

### Tunnel sind unverzichtbar

Die Rohstoffe für dein Handy stammen aus verschiedensten Ländern der Welt. Nicht nur für deine Reise in den Urlaub, sondern auch für den Transport der benötigten Materialien in die Smartphone-Fabrik oder des fertigen Handys in ein Geschäft in deiner Nähe kann auf Tunnel heute nicht verzichtet werden. Denn je größer die zu transportierenden Mengen werden, umso wichtiger ist ein kurzer Weg mit geringem Höhenunterschied – so wird Zeit und Energie gespart.

**TUNNEL VERBINDEN MENSCHEN UND SIND GRUNDLAGE VON VERKEHR UND HANDEL.**



### Österreich im Tunnelbau Spitze

Der Tunnelbau gehört zu den faszinierendsten und zugleich auch zu den schwierigsten Bauvorhaben. Das in Österreich vorhandene Wissen in diesem Bereich ist dabei weltweit einzigartig. Österreichische Ingenieure und Mineure (Tunnelbauer) übernehmen häufig Vorreiterrollen, was die technische Machbarkeit unter schwierigsten Verhältnissen anbelangt.

### Koralmtunnel Semmering- basistunnel

Bekannte Tunnelbau-Baustellen unserer Zeit sind der Brennerbasis-, der Koralm- und der Semmeringbasistunnel. Neben den Tunneln in gebirgigen Regionen gewinnen unterirdische Verkehrsbauwerke in Städten, z. B. für die U-Bahn, immer mehr an Bedeutung.



# SPEZIALGLAS

## fÜRS SMARTPHONE

### Kratz- und bruchfest

Wesentlich für das Funktionieren deines Smartphones ist das kratz- und bruchfeste Spezialglas am Display. Hinter dieser tollen Entwicklung steckt die Wissenschaft der Gesteinshüttenkunde, die sich mit dem Aufbau, den Eigenschaften, der Herstellung und der Anwendung von mineralischen Baustoffen – also z. B. auch mit Zement, Gips, Mörtel oder Keramik – beschäftigt.

### Schmelzen bei 1400 Grad Celsius

Die außergewöhnlichen Eigenschaften von Gläsern ergeben sich aus ihrer Struktur, also dem Muster in ihrem Inneren. Im Unterschied zu seinen mineralischen Ausgangsmaterialien (für Fensterglas z. B. Quarz, Kalk und Soda) hat das Glas eine „ungeordnete Gitterstruktur“. Diese entsteht durch das rasche Abkühlen einer geschmolzenen Rohstoff-Mischung. Je nach Zusammensetzung des Glases sind dabei Temperaturen von 1.400 Grad Celsius und mehr nötig!

### Fahrzeuge und Datenübertragung

Neben unzähligen Anwendungen als Baustoff ist Glas auch aus Fahrzeugen (Scheiben mit bruchsicherem Glas, Scheinwerfergläser bei LKWs) nicht wegzudenken. Außerdem spielt es bei der Datenübertragung über sehr weite Strecken eine bedeutende Rolle (Stichwort Glasfaserkabel).



# Neues Leben FÜR ALTE HANDYS

## Nichts funktioniert ewig

Aus Rohstoffen werden alle Produkte, die wir für unseren bequemen Alltag benötigen, hergestellt. Ohne sie gäbe es keine Autos, keine Fernseher, keine Computer oder Handys. Doch diese tollen Produkte funktionieren leider nicht ewig. Manchmal werfen wir sie auch einfach weg, obwohl sie noch ganz in Ordnung sind, weil es z. B. schon wieder ein neueres Smartphone gibt.

## Wertvolle Rohstoffe im Handy

In alten Handys stecken aber noch viele wertvolle Stoffe, die wir nicht einfach so wegwerfen sollten, weil sie dann für immer verloren gehen. In manchen Geräten befinden sich auch gefährliche Bestandteile, die zum Schutz der Natur und des Menschen nicht in den normalen Müll geworfen werden dürfen. Deshalb müssen alte Elektrogeräte getrennt gesammelt werden.

## Sortieren und Zerlegen

In Abfallwirtschaftszentren werden die alten oder nicht mehr benötigten Geräte nach Art und Größe sortiert, zerlegt und umweltschädliche (z. B. Akkus) sowie wertvolle Bestandteile (z. B. Kabel) aussortiert. Der Rest wird in einem „Shredder“ zerkleinert und wie die im Bergbau gewonnenen „Primär-Rohstoffe“ (primär = zuerst vorhanden) weiter zu „Sekundär-Rohstoffen“ (sekundär = später dazukommend) aufbereitet.



Rückansicht eines E-Book-Readers  
Potential for fire or burning.  
Do not disassemble, puncture,  
crush, heat, or burn.



Bestandteile moderner Handys



# Recycling

## Neue Produkte aus Abfall

Der Vorgang, bei dem man aus Abfall neue Produkte herstellt, wird mit dem Wort „recyclen“ bezeichnet. Bei manchen Stoffen ist dieses Recycling von größter Wichtigkeit, da sie auf der Erde in eher geringen Mengen vorkommen und nicht unnötig verschwendet werden dürfen.



## Zerkleinern und Trennen

Nach der Zerkleinerung des Mülls aus z. B. deinen alten Handys werden feine Bestandteile abgeseibt – ähnlich wie Sand in der Sandkiste, nur mit größeren Maschinen. Der Rest enthält wichtige Rohstoffe, die nun getrennt voneinander gewonnen werden müssen. Dafür wird in einem ersten Schritt das Eisen mithilfe von Magneten aus dem Material entfernt. Aus dem übrigen Material werden nun sogenannte „Nichteisenmetalle“ wie Aluminium und Kupfer und Teile mit „Edelmetallen“ oder „Sondermetallen“ (z. B. Gold oder Palladium) geholt. Danach erfolgte die Abtrennung von Kunststoffen.



Zerkleinerter Kunststoff, aus dem wieder neuer Kunststoff gemacht wird.

## Weiterverarbeiten und Reinigen

Nun sind alle wichtigen Rohstoffe aus dem Material zurückgewonnen. Um aus diesen Stoffen aber neue Produkte herstellen zu können, müssen sie weiterverarbeitet und gereinigt werden, bis sie wieder als sauberes Material vorliegen und weiterverwendet werden können.



Magnetscheider zur Abtrennung von Eisen



# AUS ALT MACH NEU

## Metalle schmelzen

Beim Recycling des Schrotts aus z. B. alten Handys kommen verschiedene Öfen zum Einsatz, in denen die Metalle geschmolzen werden. Kupfer muss danach sogar durch noch einen anderen Vorgang gereinigt werden, bevor man daraus wieder neue Produkte herstellen kann.



Abguss Aluminium

## Kupfer und Aluminium

Das gereinigte Aluminium und Kupfer wird im Anschluss „metallurgisch aufgearbeitet“. Die „Metallurgie“ (man kann auch „Hüttenwesen“ sagen) umfasst alle Methoden zur Herstellung und Verarbeitung von Metallen, von Eisen über Aluminium und Kupfer bis hin zu Silber und Gold.



Schmelzflüssiges Aluminium

## Eisen und Stahl

Eisen ist ein sehr wichtiger Werkstoff. Es wird vorwiegend für die Herstellung von Stahl verwendet, den wir beispielsweise in Gebäuden, Möbeln, Autos, Zügen, Brücken und Flugzeugen einsetzen. Um aus dem Rohstoff Eisenerz das hochwertige Produkt Stahl herstellen zu können, benötigen wir Stahlwerke und große Hochöfen.



# KUNSTSTOFF

## Ein Handy enthält viel Kunststoff

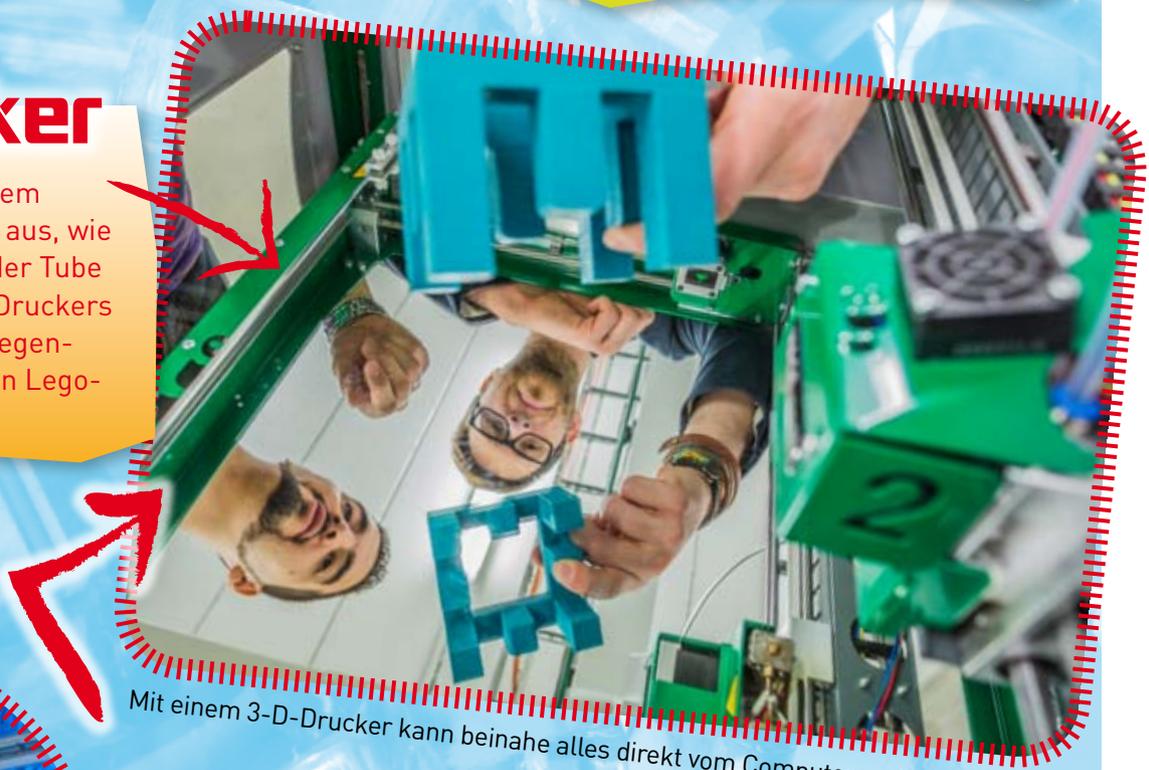
Kunststoff – manche Leute sagen auch „Plastik“ – ist ein unglaublich vielseitiger Werkstoff. Er hat so unterschiedliche (Material-)Eigenschaften, dass er für die Herstellung der verschiedensten Dinge verwendet werden kann. Aus unserem heutigen Leben ist Kunststoff jedenfalls nicht mehr wegzudenken. Auch ein großer Teil deines Handys besteht aus Kunststoff (z. B. Gehäuse, Display, Teile im Inneren).

## Kunststoff-Granulat

Bevor aber aus dem Kunststoff aus dem Müll wieder ein neues Smartphone gemacht werden kann, muss dieser, genau wie die Metalle, noch weiter aufbereitet werden. Das Kunststoffmaterial wird dabei eingeschmolzen, dann in speziellen Maschinen („Extrudern“) verarbeitet und zu einem Kunststoffstrang geformt. Daraus kann man Kunststoffgranulat machen, ein körniges Material für neue Bauteile.

## 3-D-Drucker

Der Kunststoffstrang aus dem Extruder schaut so ähnlich aus, wie wenn man Zahnpasta aus der Tube drückt. Mithilfe eines 3-D-Druckers kann man aus ihm sogar Gegenstände wie z. B. Bausteine in Lego-Form drucken.



Mit einem 3-D-Drucker kann beinahe alles direkt vom Computer gedruckt werden.



Ein Kunststofftechniker bei der Arbeit am sogenannten „Extruder“





# Montanuniversität Leoben

## Wo aus Forschung Zukunft wird

### ROHSTOFFE & ENERGIE

- Angewandte Geowissenschaften (BSc/MSc)
- International Study Program in Petroleum Engineering (BSc/MSc)
- Industrial Management & Business Administration (MSc)
- Rohstoffingenieurwesen (BSc)
- Rohstoffgewinnung & Tunnelbau (MSc)
- Rohstoffverarbeitung (MSc)
- Advanced Mineral Resources Development (MSc)
- Industrielle Energietechnik (BSc/MSc)

### WERKSTOFFE

- Werkstoffwissenschaft (BSc/Msc)
- Kunststofftechnik (BSc/Msc)

### Bachelor & Master



### RECYCLING

- Industrielle Umweltschutz & Verfahrenstechnik (BSc/MSc)
- Recyclingtechnik (BSc/MSc)

### PROZESS & PRODUKT

- Metallurgie (BSc/MSc)
- Montanmaschinenbau (BSc/MSc)
- Industrielogistik (BSc/MSc)

Ein Studium an der Montanuniversität Leoben bietet eine umfassende Ausbildung zu den spannenden Themen dieses Heftes und in weiteren zukunftssträchtigen Fachgebieten. Weitere Infos: [www.unileoben.ac.at](http://www.unileoben.ac.at)



Herausgeber: Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Str. 18, A-8700 Leoben, Tel. +43 (0)3842 402-0  
Redaktion: Mag. Julia Mayerhofer-Lillie, Layout & Satz: Agentur Tiqa Leoben, Druck: Druckhaus Thalerhof, Bildnachweis: wie angegeben, ansonsten Montanuniversität Leoben, Vektorgrafiken: fotolia.de.  
Wir danken Museumspädagogin Mag. Evelyn Hohl für die Unterstützung bei der Formulierung der Texte.  
Um das Lesen zu erleichtern, wird auf die Doppelnennung der Geschlechter verzichtet.  
Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier. PEFC-zertifizierte Produkte stammen aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen!

