



# BilResNetzwerk

Bildung für **Ressourcenschonung** und **Ressourceneffizienz**

Berufliche Bildung und Weiterbildung  
 Assistent:in Erneuerbare Energien, Regenerative  
 Energietechnik, Energiemanagement

## Natürliche Ressourcen

Rohstoffe sind unabdingbar für unser Leben und die Grundlage unseres Wohlstands. Ein schonender und effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen wird daher eine Schlüsselkompetenz zukunftsfähiger Gesellschaften sein (vgl. ProgRes).

Mit diesem Material geben wir Denkanstöße, wie Auszubildende die Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz lernen können.

**IZT – Institut für Zukunftsstudien und  
 Technologiebewertung gGmbH**  
 Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin  
 info@bilress.de | +49 (0) 30 / 80 30 88 -14

### BilRes-Projektleitung:

Dr. Michael Scharp und Prof. Holger Rohn

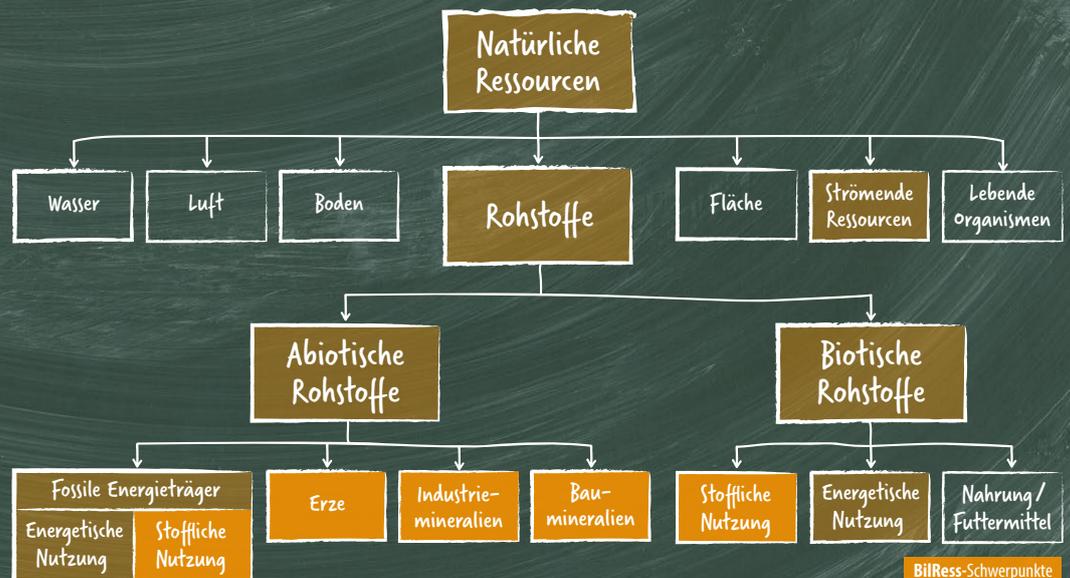
### Autoren:

Dr. Michael Scharp | m.scharp@izt.de  
 Malte Schmidthals | m.schmidthals@izt.de

**Layout und Gestaltung:** www.muvicom.de

**Stand:** Februar 2021

## Ressourcenbildung zu den abiotischen und biotischen Rohstoffen



BilRes-Schwerpunkte

Eigene Darstellung nach ProgRes: BMU, Deutsches Ressourceneffizienzprogramm, Berlin, www.bmu.de/service/publikationen

**Rohstoff:** In der Natur vorkommender Stoff oder Recyclingmaterial, aus dem etwas hergestellt wird (Holz, Kupfererz, Erdöl)

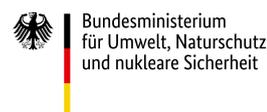
**Energieträger:** Rohstoff, aus dem Energie gewonnen wird (Erdgas, Kohle, Holz, Sonnenlicht, Wind, Wasser)

**Stoffliche Nutzung fossiler Energieträger:** Schmieröle, Dämmstoffe, Bauplatten, Folien und Planen, Kunststoffverpackungen, Gehäuse, Lacke und Farben, Büromaterialien, Schuhe, Bekleidung, Reinigungsmittel, Reifen

**Stoffliche Nutzung biotischer Rohstoffe:** Papier, Schmierstoffe, Dämmstoffe, Holzplatten, Treppen und Fenster, Bodenbeläge, Mobiliar, Verpackungsmaterialien, Pressteile und Polster im Auto, Waschmittel, Windeln, Schuhe, Bekleidung, Kosmetik

Das BilRes-Netzwerk wird im Rahmen des „Kompetenzzentrum für Ressourceneffizienz“ betrieben, der bei der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) angesiedelt ist.

Im Auftrag des:



www.bilress.de

# Aufgabe 1: Beispiele für die Rohstoffnutzung

## Wie gut lassen sich Akkumulatoren recyceln?

Die Energiewende bedeutet den Ausstieg aus den fossilen Energien und die Nutzung erneuerbarer Energien. Dies gilt für alle Bereiche, auch die Mobilität oder die Erzeugung von Strom aus Wind und Sonne. In vielen Fällen sind dabei Akkumulatoren zur Energiespeicherung notwendig, die – verglichen mit fossilen Brennstoffen – relativ viel Material und Rohstoffe benötigen. Umso wichtiger wird das Recycling von Alt-Akkus. Um den Weltbedarf zu decken, müssen hierbei Rohstoffe eingespart werden. Dies gilt insbesondere für Kobalt, das zudem unter unwürdigen Arbeitsbedingungen in Afrika abgebaut wird.



**Aufgaben:** Die Batterie eines E-Pkw hat eine Kapazität von 24,5 kWh. Der Akku hat je kg Gesamtgewicht heutzutage eine Ladekapazität von rund 0,140 kWh.

3. Wie viel kg der enthaltenen Metalle lässt sich beim Recycling wiedergewinnen?

Metalle	Kobalt	Lithium	Nickel	Kupfer	Aluminium	Eisen
pro 1 kg Batterie	80 g	80 g	240 g	150 g	200 g	150 g
max. Rückgewinnung	90 %	90 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Hauptmetalle Gewicht						
max. Rückgewinnung						

Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben aus: »Kompendium: Li-Ionen-Batterien« VDE, 2015

1. Welche Masse hat der Akku?

.....

2. Wie viel Kobalt wird benötigt?

.....

4. Wie ist die Recyclingquote der Hauptmetalle in Bezug auf das Akkugewicht?

.....

5. Wie ist die Recyclingquote in Bezug auf das Gesamtgewicht der Hauptmetalle?

.....

## Wie groß ist der Rohstoffverbrauch von EE-Anlagen?

Aus Gründen des Klimaschutzes und zur dauerhaften Versorgungssicherheit wird unsere Energieversorgung auf erneuerbare Energien (EE) umgestellt. EE-Anlagen werden dezentral aufgebaut und haben eine niedrigere Energiedichte als Anlagen, die fossile Brennstoffe nutzen. Deshalb ist der Verbrauch an Rohstoffen zu ihrer Errichtung meist höher als der für fossil befeuerte Großkraftwerke.

Folgende Bedarfe an Metallen treten in etwa auf:

Metalle [kg/kW]	Kupfer	Aluminium	Eisen
PV-Anlage	4,5	35	170
Windkraftanlage	1,2	4	130
Kohlekraftwerk	0,1	1	50

Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben aus: »Rohstoffe für die Energiewende« Misereor, 2018

**Aufgaben:** Wie hoch ist der Metallverbrauch einer PV- bzw. einer

Windkraftanlage, die (rechnerisch) ein Drei-Familienhaus elektrisch versorgen soll? Dabei ist von folgenden Werten auszugehen:

- Es sollen jährlich 8.000 kWh erzeugt werden.
- Diese 8.000 kWh können von einer 10 kW-Windkraftanlage an diesem Standort erbracht werden.
- Alternativ könnte auch eine Solaranlage errichtet werden, die 1.000 kWh je installiertes Kilowatt liefert.

1. Berechnen Sie für die Errichtung beider Anlagen den Metallverbrauch!

2. Die Solaranlage weist höhere Ressourcenverbräuche auf. Was könnten Gründe dafür sein, dass bei Kleinanlagen dennoch meist auf PV und nicht auf Windkraft gesetzt wird?

Leistung der Solaranlage:

.....

Rohstoffverbrauch Wind- und Solaranlage

Metalle [kg]	Kupfer	Aluminium	Eisen
Windkraftanlage			
Solaranlage			

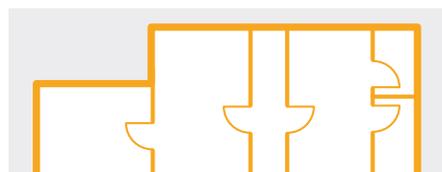
Die Lösungen finden Sie unter: [www.bilress.de/berufliche-bildung.html](http://www.bilress.de/berufliche-bildung.html)

# Aufgabe 2: Rohstoffnutzung im Betrieb, für Produkte und Dienstleistungen

## Rohstoffe werden überall genutzt

Im Betrieb, in der Berufsschule, auf der Baustelle, bei der Kundschaft oder im Verkauf. Die zweite Aufgabe Ihres Rohstoff-Projektes ist ein Betriebsrundgang durch alle Räume des Betriebs, der Berufsschule oder der überbetrieblichen Ausbildungsstätte.

Alternativ können Sie die »Prozessvariante« des Rundganges wählen, indem Sie alle Prozessschritte, die für ein Produkt oder eine Dienstleistung notwendig sind, bestimmen und dann alle Rohstoffe erfassen. Treffen Sie als Erstes die Entscheidung: Betriebsrundgang oder Prozessbestimmung, Produkt oder Dienstleistung. Übertragen Sie die nachfolgende Grafik in Form einer Liste auf Ihren Notizblock oder Ihr Smartphone. Unten finden Sie weitere Hinweise für den Ablauf.



### Variante a: Raum- und Montage-/Baustellenanalyse

Gehen Sie im Betrieb von Raum zu Raum und auf Ihre aktuelle Baustelle. Schauen Sie sich die Ausstattung an und bestimmen Sie die Rohstoffe, Materialien, Verbrauchsstoffe und Abfälle, die jeweils anfallen.



### Variante b: Prozessanalyse

Untersuchen Sie die Prozessschritte für ein Produkt oder eine Dienstleistung Ihres Betriebs. Zunächst unterteilen Sie die Herstellung des Produkts oder der Dienstleistung in einzelne Prozessschritte. Erfassen Sie dann die Rohstoffe, die Materialien, die Betriebsmittel sowie die Hilfs- und Betriebsstoffe, die in den Schritten eingesetzt werden. Vergessen Sie nicht den Abfall und die Recyclingmaterialien, die dabei entstehen.

## Mögliche Fragen zur Auswertung

- Welche Rohstoffe und Materialien nutzt der Betrieb in erster Linie?
- Welche Hilfs- und Betriebsstoffe kommen hinzu?
- Welche relevanten Rohstoffe, Materialien, Hilfs- und Betriebsstoffe können nicht recycelt werden?
- Welche der genannten Stoffe stammen aus erneuerbaren Quellen?
- Was hiervon besteht aus nachwachsenden Rohstoffen?
- Gibt es Recyclingmöglichkeiten für die Abfälle?
- Wo entstehen am meisten Abfälle?

## Machen Sie Vorschläge:

- Wo könnten Rohstoffe, Materialien, Hilfs- und Betriebsstoffe eingespart werden?
- Bei welchen Betriebsmitteln kann die Langlebigkeit gesteigert werden?
- Wo kann Recycling eingeführt werden?
- Wo kann auf Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen umgestellt werden?
- Wie kann die Nutzungsdauer der Betriebseinrichtung und der Geräte verlängert werden?



# Aufgabe 3: Nachgefragt – Das Interview



## Interview mit der Ausbilderin oder dem Ausbilder

Der Betriebsrundgang ist abgeschlossen, doch es sind eine Reihe von Fragen offen geblieben? Kein Problem – ein Interview wird Klarheit bringen! Ihre Ausbilderin oder Ihr Ausbilder kennt den Betrieb perfekt und wird Ihnen gerne Auskunft geben. Bei einem Interview wird aber nicht einfach drauf los gefragt, es gibt einen klaren Ablauf und Regeln.

### Die Vorbereitung

Setzen Sie sich mit anderen Auszubildenden zusammen. Klären Sie folgende Punkte und machen Sie sich Notizen:

- Reflexion: Was ist unklar geblieben? Welche Informationen aus dem Betriebsrundgang sind unverständlich, haben Fragen aufgeworfen? Was war überraschend?
- Formulieren Sie erste Fragen, die Sie gerne stellen würden, um Unklarheiten zu beseitigen!
- Überlegen Sie: Wer kann unsere Fragen beantworten?

### Die Sammlung der Fragen

Schreiben Sie Ihre bisher gesammelten Fragen auf:

- Sortieren Sie die Fragen: Welche gehören zusammen, weil sie das gleiche Thema behandeln? Welche sollten als Erstes, welche am Schluss gestellt werden?
- Bei mehr als 10 Fragen sollten Sie überlegen: Was kann gekürzt werden?
- Sind alle Fragen offen formuliert? Sie sollen zum Erzählen anregen und nicht mit einem schlichten ja / nein beantwortet werden können.
- Bitten Sie eine Person aus Ihrem Betrieb, sich die Fragen durchzulesen: Sind sie verständlich? Weiß der- oder diejenige, was damit gemeint ist?
- Überarbeiten Sie die Fragen, wenn nötig.

### Der Interviewleitfaden

Übergeben Sie Ihre Fragen Ihrem Ausbilder / Ihrer Ausbilderin zur Vorbereitung und vereinbaren Sie einen Termin für das Interview. Das Interview sollte an einem ruhigen Platz durchgeführt werden, wo Sie nicht gestört werden. Ist die interviewte Person damit einverstanden, dass das Interview aufgenommen wird? (Handy, Diktiergerät; ansonsten Notizen)

### Die eigene Vorbereitung

Bereiten Sie sich nun selber auf das Interview vor!

- Wer stellt die Fragen? Einer / eine allein oder im Wechsel?
- Wie sollen die Ergebnisse festgehalten werden – Notizen oder Tonaufnahme?
- Wer übernimmt die Auswertung des Interviews? Das bedeutet: Die wichtigsten Aussagen des / der Interviewten notieren.

### Der Interviewtag

Beim Interview selbst ist Folgendes wichtig:

- Interviewleitfaden zur Hand haben!
- Selbst langsam und verständlich sprechen.
- Rückfragen stellen ist erlaubt!
- Die Interviewfragen müssen nicht in einer festen Reihenfolge gestellt werden.

[Weiter auf Seite 5 »](#)

## Rohstoffe im Berufsalltag und im Lehrplan

Die Tätigkeiten der technischen Assistent:innen für regenerative Energietechnik, für Erneuerbare Energien (EE) und für Energiemanagement liegen in Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie an der Fertigstellungsvorbereitung im Bereich regenerativer Energietechnik. Zudem installieren, warten, überwachen und verkaufen sie z. B. wärmetechnische, wind- oder solartechnische Anlagen.

In der Ausbildung der verschiedenen Assistenzberufe wird der Begriff Ressourcen vor allem oder sogar fast ausschließlich für deren energetische Nutzung verwendet.

Er umfasst dabei erneuerbare wie nicht erneuerbare Quellen, also z. B. Wind, Solarstrahlung, Kohle, Öl oder biotische Rohstoffe. Deren Einsatzmöglichkeiten und ihre technische Nutzung sind der Schwerpunkt der Ausbildung. Hierzu gehören auch Probleme der Verfügbarkeit und Knappheit. Die abiotischen Rohstoffe wie Stahl, Aluminium, Kupfer, Lithium, Phosphor, Silizium, Carbonfasern, Kunststoffe werden



vor allem als Konstruktionsmaterialien für EE-Anlagen thematisiert. Biotische Rohstoffe kommen in dieser Ausbildung nur als Energieträger vor (Biogas oder Brennholz). Ressourceneffizienz und -schonung finden sich bislang in keinem Lehrplan mit Ausnahme des Themas »Umweltschutz im Betrieb – Abfallvermeidung«.

# Aufgabe 4: Poster erstellen



## Die Idee

Der Betriebsrundgang ist geschafft und Sie haben ein Interview geführt.

Wohin nun mit all den Informationen und dem neuen Wissen über die Rohstoffnutzung? Jetzt wissen Sie zwar, wo Ihr Betrieb in Sachen Rohstoffen steht und Sie haben vielleicht schon einige erste Ideen, was Sie in Ihrem Betrieb verändern können, um noch rohstoffschonender und rohstoffeffizienter zu wirtschaften – aber alle anderen wissen das noch nicht und können so auch nicht mitdenken und sich einbringen! Eine gute Möglichkeit, Informationen darzustellen, ist ein anschaulich gestaltetes Poster. Bei der Umsetzung können Sie Ihre Ausbilderin oder Ihren Ausbilder um Unterstützung bitten.



## Das Poster

Es sollte im Betrieb an geeigneter Stelle, sichtbar für die Belegschaft, angebracht werden (Größe z. B. DIN A0). Text- und Bildanteil sollen ungefähr gleich viel Platz einnehmen. Hier können frei gezeichnete Grafiken, ausgedruckte und aufgeklebte Abbildungen, Tabellen und Ähnliches eingesetzt werden. Die Herausforderung besteht darin, komplexe Inhalte möglichst griffig und »plakativ« darzustellen. Hierbei kann es als Vorübung helfen, Sachverhalte Dritten so zu erklären, dass diese in einfachen Worten und kurzen Sätzen wiedergegeben werden können.



« Beginn des Abschnitts auf Seite 4

In dem Berufsfeld sind jedoch weitere Rohstoffe – meist mit der Energiewende verknüpft – von wichtiger Bedeutung. Dies gilt für Metalle, Beton und Kunststoffe für die Konstruktion der Anlagen, die Rohstoffe für die Energiespeicher (z. B. Lithium und Kobalt) oder viele Metalle für Dünnschichtzellen (Germanium, Indium, Gallium).

Beispielhaft können die folgenden Themen behandelt werden:

- Stahl und Aluminium in der Konstruktion – Energieverbrauch und Klimabezug
- Rohstoff- und Umweltfragen bei der Batterieproduktion
- Nichtmetallische Rohstoffe für EE-Anlagen: Spezialkunststoffe und Carbonfasern
- Seltene Erden u. a. Nebengruppenmetalle in PV-, Elektro- und Batterietechnik
- Hilfsmittel in der Produktion – Was wird wie recycelt und was ist erneuerbar?
- Abfälle und Recycling – wie können Produktions- und Installationsprozesse umweltfreundlich gestaltet werden?



# Aufgabe 5: Rohstoffe und Nachhaltigkeit



## Die Idee – Das Rollenspiel

Der effiziente und schonende Einsatz von Rohstoffen eignet sich als Beispiel für Nachhaltigkeit, denn sie verbindet wirtschaftliche Zukunftsfähigkeit mit dem Schutz von Ökosystemen und sozialen Aspekten. Leider ist »Nachhaltigkeit« sowohl bei Produkten und bei Dienstleistungen häufig (noch) immer teurer.

- Die Reparatur von alten Geräten ist oft teurer als ein neues Gerät.
- Materialien aus Sekundär-Rohstoffen sind oft nicht verfügbar oder erhältlich.
- Elektroautos kosten zur Zeit noch mehr aufgrund der teuren Batterietechnik.
- Hochwertige Werkzeuge sind oftmals (in der Anschaffung) teurer, weil die Materialien teurer sind.

## Die Einführung

Die Unterrichtseinheit beginnt mit der Aufgabenstellung. Danach folgt die Gruppenbildung.

## Variante a: Das Rollenspiel – Verkaufen Sie eine nachhaltige Arbeitsleistung

Das Ziel des Rollenspiels ist es, die Kundschaft zu überzeugen, dass ein Auftrag nachhaltig bearbeitet wird. Der Schwerpunkt liegt auf der »rohstoffschonenden« Leistung: Reparieren statt austauschen, hohe Qualität statt kurze Lebensdauer, Beachtung der Lebenszykluskosten, Vermeidung von Abfall und andere soziale und ökonomische Aspekte der Nachhaltigkeit.

## Variante b: Das Rollenspiel – Bieten Sie eine nachhaltige Dienstleistung an

Jede und jeder Dienstleistende nutzt Rohstoffe, um Leistungen anzubieten. Beispiele sind Verpackungsmaterialien, Fahrzeuge für den Weg zur Kundschaft, Büromaterialien, Computer und Smartphone, Putz- und Pflegemittel, Geräte und Werkzeuge. Auch wenn die Kosten hierfür geringer sind als die für die Arbeitszeit, sollten diese nicht vernachlässigt werden.

## Die Gruppenbildung und Argumentsuche

Auf der einen Seite gibt es einsichtige Kundschaft, die bereit ist, für Nachhaltigkeit zu bezahlen. Leider gibt es auch Menschen, die alles nur »billig« haben wollen. Und dann ist da noch der Chef oder die Chefin: Sie brauchen Aufträge, um die Löhne zu bezahlen. Alle haben unterschiedliche Interessen.

Es werden drei Gruppen gebildet, wobei die Meistergruppe größer sein sollte als die beiden anderen Gruppen:

1. Chef und Chefin: »Ist ein sorgsamer Umgang mit den Rohstoffen möglich?« Was machen Sie, wenn ein Teil der Kundschaft immer nur »billig« will und der andere Teil eigentlich Nachhaltigkeit will, aber an dem Preis verzweifelt? Diskutieren Sie Wege zur Überzeugung ihrer Kundschaft.
2. Geiziger Kunde: »Hauptsache billig – der Rest ist mir egal«. Er kennt nur eines – den Preis der Leistung. Welche Argumente finden Sie, dass »billig« auch gut ist? Nehmen Sie die Position des geizigen Kunden ein.
3. Umweltbewusste Kundin: »Muss es denn so teuer sein?«. Sie hat ein Bewusstsein für Rohstoffe und Nachhaltigkeit, aber sie würde lieber weniger Geld ausgeben. Welche Argumente finden Sie, um sie zu überzeugen?

## Die Gruppendiskussion

Der »Geizige Kunde« beginnt. Er trägt als Erstes seine Position vor. Hierauf antwortet die Meistergruppe: »Geiziger Kunde«. Danach bringt die »Umweltbewusste Kundin« ihre Bedenken vor. Hierauf antwortet der zweite Teil der Meistergruppe. Danach geht die Diskussion weiter. Achten Sie darauf, immer nur ein Argument vorzubringen – dann können alle ihre Antworten geben und Sie merken, ob Ihre Argumente stichhaltig sind. Notieren Sie die Pro- und Kontra-Argumente an der Tafel.

## Die Abschlussbewertung

Diskutieren Sie die niedergeschriebenen Argumente. Bilden Sie sich eine Meinung für Ihr berufliches Handeln!

## BilResS Unterrichtseinheit: Rollenspiel zur Ressourcengerechtigkeit und internationalen Ressourcenpolitik

Bisher werden die ökologischen Folgen unseres Konsums noch nicht in die Kosten von Produkten oder Dienstleistungen eingerechnet – wir leben auf Kosten unserer Erde, als wenn es kein Morgen geben würde. Doch auch unsere Kinder und Kindeskiner wollen Rohstoffe nutzen. Deshalb müssen wir uns ändern! Die Unterrichtseinheit eignet sich z. B. für Projekttagge oder drei Doppelstunden im Fach Sozialkunde. Die Materialien mit Aufgabenstellungen, Arbeitsbögen für die Lernenden und Argumentationshilfen für das Rollenspiel finden Sie auf der BilResS-Webseite: [www.bilress.de/berufliche-bildung.html](http://www.bilress.de/berufliche-bildung.html)