

Kreislaufwirtschaft von organischen Reststoffen

Mehr Wissen über nachhaltige
Abfallwirtschaft in Deutschland



WORKBOOK

INHALT



- 03 Vorwort
- 04 Abfallarten
- 05 Entsorgung von Abfall
- 06 Nachhaltige Kreislaufwirtschaft
- 07 Strategische Rohstoffe
- 08 Ein besonderer Rohstoff: Phosphor
- 09 Bioabfall
- 10 Umgang mit Bioabfällen
- 11 Biogasanlagen in Deutschland
- 12 Kompostierungsanlagen in Deutschland
- 13 Thermische Abfallbehandlung: Beispiel Müllverbrennungsanlagen
- 14 Wertstoffaufbereitung in Papieraufbereitungsanlagen
- 15 Forschung mit Bioabfällen
- 16 Experimente mit Bioabfall
- 17 Recycling-Management und Reststoffe
- 18 Verwertung von Reststoffen und Ideenwettbewerb



Vorwort

Was bitte ist „IRRMa“

und was hat das mit mir zu tun?

Gute Frage! IRRMa klingt erstmal wie ein komisches Wort, oder? Tatsächlich ist es die Abkürzung für Interkommunales Reststoff- und Recycling-Managementsystem. Hört sich immer noch kompliziert an, aber eigentlich ist es ganz einfach: Es geht darum, wie wir in eurer Region (Jena und Saale-Holzland-Kreis) schlauer mit unseren organischen Abfällen umgehen – also mit Dingen wie Laub, Ästen, Küchenabfällen und all dem, was noch so im eigenen Garten oder im Ort anfällt.

Und was hat das mit euch zu tun? Eine Menge! Denn während ihr vielleicht gerade an eure nächste Klassenarbeit oder eure Freizeit denkt, spielt sich im Hintergrund eine riesige Herausforderung ab: Wie schaffen wir es, unseren Müll so zu verwerten, dass er nicht nur weniger wird, sondern sogar nützlich ist für uns und die Umwelt? Genau das erforscht das Projekt IRRMa. Hier wird getüftelt, wie man Reststoffe so weiterverarbeiten kann, dass daraus hochwertige Dinge wie zum Beispiel nährstoffhaltige Bodensubstrate, Naturfasern oder Energie werden. Und das alles in eurer Region!

Das bedeutet, ihr könnt direkt vor Ort erleben, wie Nachhaltigkeit funktioniert – und wie jede und jeder von uns durch die richtige Mülltrennung und Recycling einen Unterschied machen kann. Das klingt vielleicht für euch erst einmal unspektakulär, aber das ist ein erster Schritt in eine Zukunft mit weniger Verschwendung und mehr Wiederverwendung.

In diesem Heft zeigen wir euch, wie Recycling heute funktioniert und wie innovative Ideen dabei helfen, unsere Welt nachhaltiger zu machen. Und das Beste: Ihr könnt selbst aktiv werden und dabei mithelfen, unsere Umwelt zu schützen.

Also, worauf wartet ihr? Lasst uns gemeinsam herausfinden, wie wir den Abfall von heute zum Rohstoff von morgen machen können!

Euer IRRMa-Team

ABFALLARTEN

Zusammensetzung der Haushaltsabfälle

in Millionen Tonnen



Ob Altpapier, Plastikverpackungen oder Bioabfall: Bei jedem fällt täglich eine große Menge Abfall an. **In Europa produziert ein Mensch durchschnittlich knapp 500 Kilogramm Abfall pro Jahr** – also mehr als ein Kilogramm pro Tag. Beim gesamten Abfallaufkommen kommen dann noch große Mengen durch gewerbliche und industrielle Abfälle dazu.

Damit diese Mengen Abfall entsorgt werden können, gibt es rund 11.000 Unternehmen in Deutschland, die sich um unseren Abfall kümmern und Aufgaben übernehmen wie Sammeln, Behandeln, Beseitigen oder Recyceln. Wie man mit Abfall umgeht, hängt von den verschiedenen Arten von Abfällen ab.

AUFGABE



Gewerbliche Abfälle

Recherchiere, welche Arten von gewerblichen und industriellen Abfällen es gibt.

Industrielle Abfälle



Überlege dir 3 Fragen, die dir zur Abbildung oben zum Thema Haushaltsabfälle einfallen.

1. _____
2. _____
3. _____



ENTSORGUNG VON ABFALL

Zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit der Menschen ist es wichtig, dass du deinen Abfall richtig entsorgst. Damit trägst du dazu bei, dass Abfälle sicher und effizient von den Abfallbetrieben behandelt, verarbeitet und entsorgt werden können. Wenn wir alle daran arbeiten, können wir die Ressourcen auf unserer Erde nachhaltig nutzen.

Was gehört in welche Tonne? So wird Abfall richtig getrennt:



Restmüll

Nicht recyclefähiger Hausmüll, z.B.:

- Zigarettenstummel
- Asche
- Staub
- Katzenstreu
- Windeln
- Hygieneartikel
- Lappen
- Filter
- verschmutztes Papier



Altpapier

Papier, Pappe und Karton

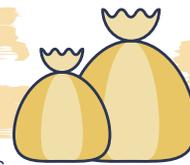
NICHT:

- verschmutztes Papier
- Thermopapier (z.B. viele Kassenbons)
- beschichtetes Papier

Getränkeverpackungen

Verbundkartons

z.B. Milchkartons



Gelber Sack

Leichtverpackungen aus

- Kunststoff
- Aluminium
- Weißblech



Biomüll

organischer Abfall tierischer oder pflanzlicher Herkunft

- Tee und Teebeutel
- Kaffeesatz inkl. Papierkaffeefilter
- Eierschalen
- Essensreste, auch Gekochtes, alte Lebensmittel (ohne Verpackung)
- Schalen und Reste von Obst und Gemüse (auch von Zitrusfrüchten)
- Blumen, Gartenabfälle, Rasenschnitt
- Laub, Grünschnitt, Strauchschnitt
- Einwickelpapier, z. B. altes Zeitungs- oder Küchenpapier



Altglas

Glasflaschen & Glasbehälter

NICHT:

- Trinkgläser
- Milchglas
- Fensterglas
- Spiegelglas



Werstoffhof

Sondermüll und Sperrmüll

- Lacke und Farben
- Energiesparlampen
- Elektrogeräte
- sperrige Möbel



AUFGABE

Teste dein Wissen:

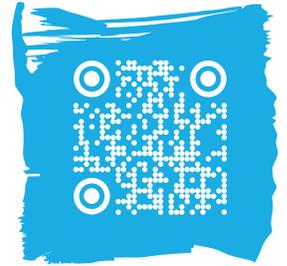
In welche Tonne gehört der Abfall? Kreuze die richtige Antwort an.

- Vergammeltes Obst
- Druckerpatrone
- Orangensaftpackung
- Zerbrochenes Wasserglas
- Defekte Powerbank
- Tote Pflanze
- Getränkedose
- Fettiger Pizzakarton

| Vergammeltes Obst | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Druckerpatrone | <input type="checkbox"/> |
| Orangensaftpackung | <input type="checkbox"/> |
| Zerbrochenes Wasserglas | <input type="checkbox"/> |
| Defekte Powerbank | <input type="checkbox"/> |
| Tote Pflanze | <input type="checkbox"/> |
| Getränkedose | <input type="checkbox"/> |
| Fettiger Pizzakarton | <input type="checkbox"/> |

NACHHALTIGE KREISLAUFWIRTSCHAFT

Die **nachhaltige Kreislaufwirtschaft** basiert auf dem Prinzip, Abfall zu minimieren, indem Produkte, Materialien und Ressourcen **so lange wie möglich im Wirtschaftskreislauf** gehalten werden. Das Ziel ist es, ein System zu schaffen, in dem **Abfälle weitgehend vermieden** und die **vorhandenen Ressourcen effizient genutzt** werden.



Überlege Dir Antworten zu den folgenden Fragen:



RECHERCHE

1. Wie unterscheidet sich die **Kreislaufwirtschaft** von der **linearen Wirtschaft**?

2. Was ist der Unterschied zwischen „**Recycling**“ und „**Upcycling**“?

3. Wie funktioniert die „**Sharing Economy**“, und inwiefern kann sie zur Kreislaufwirtschaft beitragen?

Nachhaltiger Umgang mit Deinem Handy

Nachhaltiger Kreislauf fängt bei Dir an, z. B. beim Umgang mit Deinem Handy. Smartphones enthalten eine Vielzahl wertvoller und teilweise kritischer Rohstoffe, die für die Funktionalität und Leistung entscheidend sind. Die Produktion von Handys benötigt also viele Ressourcen und ist meistens umweltbelastend. Dein Handy nachhaltig zu nutzen bedeutet, es länger und effizienter zu verwenden.

Tipps zur längeren Handy-Nutzung:

• Handy-Schutz

Verwende einen Panzer-Displayschutz und eine Schutzhülle, damit Du Schäden am Handy durch einen Sturz minimierst.

• Clevere Nutzung

Die Akkuleistung eines Handys wird mit der Zeit immer schlechter. Durch einen schonenden Umgang beim Aufladen des Akkus kannst Du die Lebensdauer steigern: Versuche, den Akku bereits ab 20% wieder aufzuladen und wenn 80% der Kapazität erreicht sind, das Smartphone wieder vom Ladegerät zu trennen.

Und: Schalte das Handy mindestens einmal pro Woche für 30 Minuten aus.

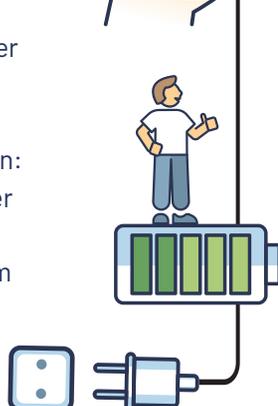


• Reparieren

Smartphones können repariert werden. Mit wenig Aufwand kann man das Handy bei den Anbietern oder Reparaturgeschäften wieder funktionstüchtig machen.

• Recyceln

Wenn sich Dein Handy nicht mehr reparieren lässt, Sorge dafür, dass es recycelt wird. Die verwertbaren Rohstoffe aus Deinem Handy, z. B. Gold, kann man so in den Kreislauf zurückführen und wiederverwerten.



STRATEGISCHE ROHSTOFFE

Es gibt Rohstoffe, die für die wirtschaftliche und militärische Sicherheit eines Landes von entscheidender Bedeutung sind. Man nennt sie Strategische Rohstoffe. Man benötigt sie für die **Energieversorgung, die Technologieentwicklung, die industrielle Produktion** oder die **Rüstungsindustrie**. Der Zugang zu diesen Rohstoffen kann den Wohlstand und die Sicherheit der Bevölkerung eines Landes erheblich beeinflussen. Denn es gibt ein Problem: einige dieser Strategischen Rohstoffe gibt es nur selten oder ihr Vorkommen ist auf einige wenige Länder dieser Welt begrenzt.

Vervollständige die Tabelle zu Strategischen Rohstoffen:

AUFGABE

	Für was verwendet?	Welches Land hat den Rohstoff?
Seltene Erden		
Öl und Erdgas		
Kupfer		
Lithium		
Uran		

Der Rohstoff Tantal

Beantworte folgende Fragen:

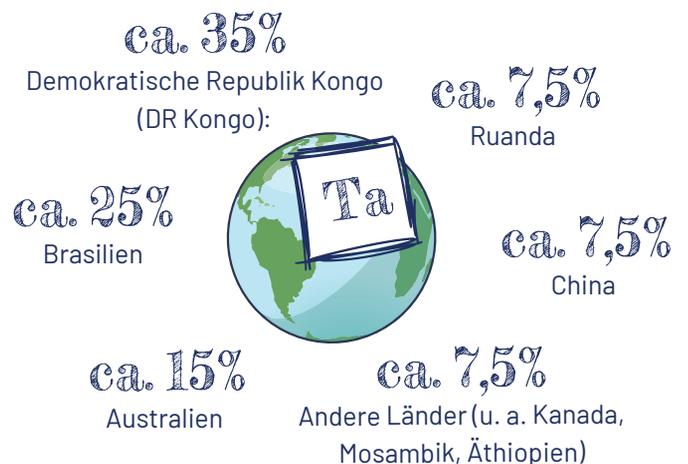
1. In welchem Gestein findet man Tantal?



2. Für was wird Tantal in Handys verwendet?



Weltweite Gewinnung



EIN BESONDERER ROHSTOFF:

PHOSPHOR

Phosphor ist ein lebenswichtiger Nährstoff für alle Lebewesen und ein unverzichtbares Element in vielen biologischen Prozessen.



Auch in der Industrie wird Phosphor für viele Anwendungen benötigt. In der Natur kommt Phosphor in Gesteinen vor, wobei **Apatite** die wichtigsten Phosphatminerale sind. Allerdings nimmt das Vorkommen dieser Phosphorgesteine weltweit ab. Und je weniger Phosphorgesteine vorhanden sind, umso größer die Abhängigkeit von Ländern, die noch darüber verfügen.

Kurzinfos Phosphor:

Chemisches Symbol: P
Ordnungszahl: 15

Phosphor gehört zur Stickstoffgruppe (Gruppe 15) im Periodensystem

Kläre folgende Fragen und notiere die Antworten:



RECHERCHE

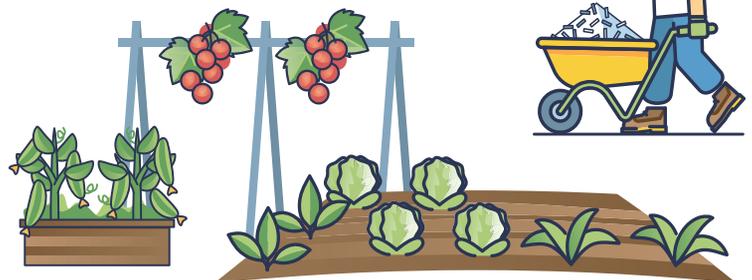
1. Welche Farben kann Phosphor haben? Wie unterscheiden sich die Phosphorarten in ihren physikalischen und ihren chemischen Eigenschaften?

2. Welche anderen Nährstoffe außer Phosphate brauchen Pflanzen zum wachsen?

Phosphor in der Agrarwirtschaft

Die größte Verwendung von Phosphor (ca. 90 %) liegt in der Herstellung von Düngemitteln. Phosphate (z.B. in Form von Tripelsuperphosphat) sind wichtige Nährstoffe, die das Pflanzenwachstum fördern. Aus diesem Grund versucht man nun aus landwirtschaftlichen Abfällen Phosphor wieder zurückzugewinnen. Gülle, Mist, landwirtschaftliche Abwässer und organische Abfälle werden also dafür benutzt, um bereits verwendetes Phosphor herauszufiltern und in den Kreislauf zurückzuführen.

Je nach Ausgangsmaterial der Abfälle werden verschiedene Verfahren benutzt, um Phosphor wiederzugewinnen. In Abwasser-Kläranlagen wird Phosphor beispielsweise unter Zugabe von Chemikalien wie Eisen- oder Aluminium-Salzen gefällt.



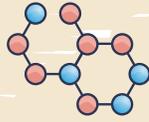
Ein Beispiel ist die **MAP-Fällung** (Magnesium-Ammonium-Phosphat), bei der Phosphor als Struvit (eine kristalline Verbindung aus Magnesium, Ammonium und Phosphat) ausgefällt wird. Struvit kann als Dünger genutzt werden.



BIOABFALL

Bioabfälle sind die organischen Reststoffe tierischer oder pflanzlicher Herkunft, die in einem Haushalt oder Betrieb anfallen und durch Mikroorganismen, bodenlebende Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können.

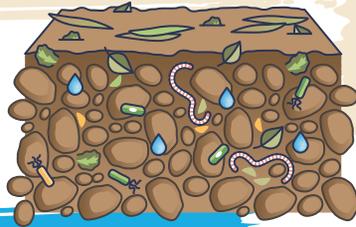
Enzyme



Enzyme sind Eiweiße (Proteine), die als Biokatalysator biochemische Reaktionen im Organismus steuern und beschleunigen, ohne dabei selbst verändert zu werden.

Mikroorganismen

Als **Mikroorganismen bezeichnet man eine Gruppe an mikroskopisch kleinen Lebewesen**, die häufig auch als Mikroben oder Kleinstlebewesen beschrieben werden. Mikroorganismen können in Einzeller und Mehrzeller unterteilt werden.



AUFGABE

Recherchiere, mit **welchen Verfahren** man **Bioabfälle verwerten** kann und notiere dir Stichpunkte, wie drei Techniken funktionieren:

1.

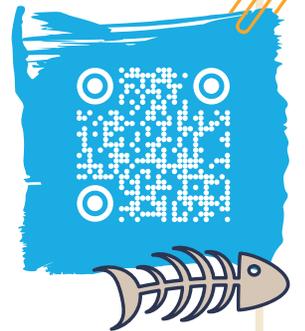
2.

3.

Was passiert mit Bioabfall?



Recherchiere, wozu man deinen Bioabfall verwenden kann. Gerne kannst du dir auch einen Film hierzu anschauen. Mache dir kurz Notizen zur Antwort.



Was ist kommunaler Grünschnitt?



Mit dem Begriff **Kommunaler Grünschnitt** werden organische Abfälle bezeichnet, die bei der Pflege und Unterhaltung öffentlicher Grünflächen in einer Gemeinde oder Stadt anfallen (z. B. abgeschnittenes Gras von Sportanlagen, Teile von Hecken und Sträuchern, Laub).

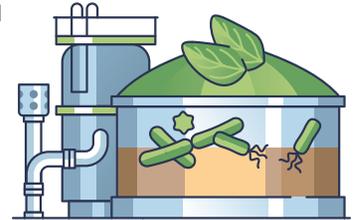
Oft wird Grünschnitt getrennt vom Bioabfall gesammelt, da er unterschiedliche Eigenschaften und Verarbeitungsanforderungen aufweist.



UMGANG MIT BIOABFÄLLEN

Jeder Einzelne kann dazu beitragen, die Umwelt zu schützen und wertvolle Ressourcen durch das bewusste Trennen und Verarbeiten von Bioabfällen zurückzugewinnen. Denn durch die richtige Entsorgung und durch Kompostierung von Bioabfällen kann die Menge des Abfalls auf den Mülldeponien deutlich verringert werden. Je nach Herkunft und Zusammensetzung der Bioabfälle, gibt es verschiedene Verfahren zur Weiterverarbeitung von Bioabfall:

Weiterverarbeitung von Bioabfall in Abfallanlagen



Thermische Konversion

Vergärung

Kompostierung

Wertstoffaufbereitung

Überlege und notiere dir, was bei den vier Verfahren jeweils bei der Abfallverwertung passiert:

AUFGABE

Thermische Konversion:

Vergärung:

Kompostierung:

Wertstoffaufbereitung:

Landwirtschaftlicher Bioabfall

Auch in der Landwirtschaft fallen große Mengen an organischem Bioabfall an, die wiederverwertet werden können, z. B.:

• Ernteabfälle:

Stängel, Blätter und andere Reste von Nutzpflanzen. Die Verwertung erfolgt über verschiedene Verfahren.



• Gülle und Mist:

Tierische Abfälle von Nutztvieh. Nutzbar als Dünger oder in Gäranlagen zur Biogasproduktion.

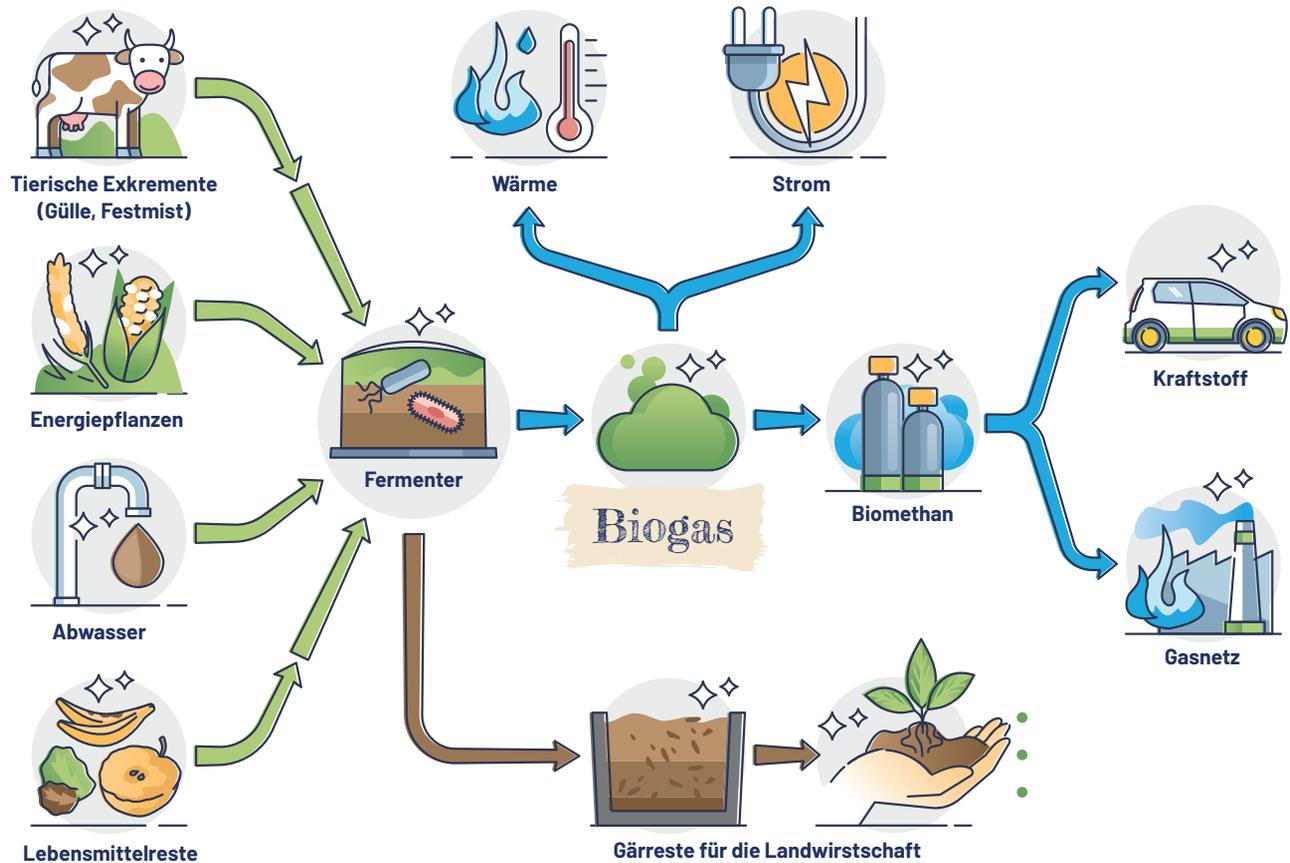
• Stroh und Heu:

Trockene Pflanzenreste, ideal für die Kompostierung.



BIOGASANLAGEN IN DEUTSCHLAND

Aktuell gibt es etwa 9.500 Biogasanlagen in Deutschland, die bereits 5 % der gesamten deutschen Stromversorgung abdecken, das entspricht etwa 5.800 Megawatt elektrischer Leistung. **Biogas-Anlagen** sind ein wichtiger Bestandteil der nachhaltigen Energiegewinnung, da sie nicht nur **Energie produzieren**, sondern auch **organische Abfälle verwerten** und **Nährstoffe zurück in den Boden** bringen.



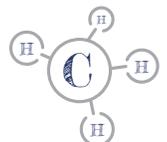
Recherchiere 3 Gründe, warum Biogasanlagen betrieben werden.

1. _____
2. _____
3. _____

Biogas-Vokabeln:

- Fermenter:** → große luftdichte Kammer
- anaerob:** → ohne Sauerstoff
- aerob:** → mit Sauerstoff
- Substrat:** → organisches Material, das in der Biogasanlage als Ausgangsstoff genutzt wird
- Gärreste:** → unzersetzbare organische Substanzen und Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor und Kalium

Zusammensetzung von Biogas



Biogas besteht zu **50 – 65 %** aus dem farblosen Gas **Methan**. Methan ist die chemische Verbindung mit der einfachsten Struktur aus einem Kohlenstoffatom und vier Wasserstoffatomen. Daher hat es die Summenformel CH_4 .

Der restliche Anteil setzt sich aus Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak zusammen.

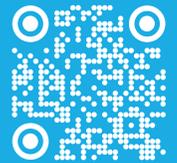
KOMPOSTIERUNGSANLAGEN

IN DEUTSCHLAND

In Städten und Kommunen fallen **große Mengen an Bioabfällen** an, die direkt vor Ort oft schwer zu verarbeiten sind. Gleichzeitig gibt es Unternehmen, die **Bioabfall verwerten** können. Zum Beispiel kann man cellulosehaltige Reststoffe aus der Landwirtschaft zur Herstellung von Papier oder biologisch abbaubaren Kunststoffen nutzen.

Um die biogenen Reststoffe als wertvolle Ressourcen optimal erfassen und verwerten zu können, werden **innovative Apps** bei den Kommunen und Stadtverwaltungen eingesetzt. Diese verbessern die Kommunikation (zwischen Abfallerzeugern und Abfallverwertern) und erleichtern das Einsammeln und die Verarbeitung von Bioabfall.

Ein Beispiel für einen effizienten und transparenten Austausch von biogenen Rohstoffen und passenden Dienstleistungen der Kreislaufwirtschaft ist die IRRMa App: <https://portal.irrma.de>



Ablauf in einer Kompostierungsanlage



Bei der Kompostierung werden Bioabfälle unter Anwesenheit von Sauerstoff (aerob) mithilfe von Mikroorganismen abgebaut. Der Kompostierungsprozess (auch Rotte genannt) verläuft in der Kompostierungsanlage in zwei Phasen, die auch als **Intensivrotte** und als **Nachrotte** bezeichnet werden.

Das **Endprodukt** von Kompostierungsanlagen ist ein **nährstoffhaltiger Kompost**, der zur Bodenverbesserung, zur Düngung oder als Mischkomponente für Kultursubstrate eingesetzt werden kann.

AUFGABE



Recherchiere und notiere Antworten zu folgenden Fragen:

1. Warum wird bei der Rotte kontrolliert Luft zugegeben?

2. Wie hoch sind optimale Temperaturen bei der Rotte?

3. Welcher Feuchtigkeitsgehalt ist bei der Rotte ideal?

THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNG

Beispiel MÜLLVERBRENNUNGSANLAGEN

Nicht recyclingfähige Abfälle, wie Restmüll oder Anteile von organischen Reststoffen und Kunststoffen, werden oft zur Energiegewinnung und Unschädlichmachung in Müllverbrennungsanlagen oder Heizkraftwerken verbrannt. Diese sogenannte **thermische Abfallbehandlung** ist Grundpfeiler einer modernen, nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Der Energiegehalt der Abfälle wird bei diesem Verfahren genutzt, um Strom und Wärme zu erzeugen.

Was passiert in Müllverbrennungsanlagen?

In Müllverbrennungsanlagen werden Abfälle verbrannt, um ihr Volumen zu reduzieren und gleichzeitig Energie zu gewinnen. Die wichtigsten Prozesse und Funktionsweisen einer Hausmüllverbrennungsanlage:



1. Anlieferung

und Lagerung des Abfalls in Bunkern; Kräne mit Greifarmen transportieren Abfall in die Öfen.

2. Verbrennungsprozess

Bei hohen Temperaturen (ca. 850 - 1.100 °C) wird der Abfall verbrannt. Organische Stoffe verbrennen dabei vollständig; schädliche Mikroorganismen werden abgetötet.

3. Energienutzung

Bei der Verbrennung entsteht durch die Hitze Dampf. Dieser Dampf treibt Turbinen an, die Strom erzeugen (Waste-to-Energy). Diese Energie wird dann direkt in ein Stromnetz oder ein Fernwärme Kraftwerk eingespeist.

4. Rauchgasreinigung

Abgase, die bei der Verbrennung entstehen müssen gereinigt werden, damit die Schadstoffe nicht in die Atmosphäre gelangen. Diese Rauchgasreinigung funktioniert über verschiedene Verfahren und in mehreren Schritten.

5. Reststoffe- und Aschebehandlung

Bei der Verbrennung gibt es feste Rückstände, wie Schlacken und Aschen. **Schlacken** werden behandelt, um unbrennbare Materialien wie Metalle oder Mineralien zurückzugewinnen oder um Schlacken als Baumaterial zu nutzen. **Flugasche und Rückstände aus der Rauchgasreinigung** können toxische Substanzen enthalten. Sie werden als Sondermüll behandelt und müssen sicher deponiert werden.

6. Emissionen und Umweltkontrolle

Müllverbrennungsanlagen unterliegen strengen Umweltvorschriften. Die Emissionen (wie CO₂, NO_x, SO₂) werden kontinuierlich überwacht, um sicherzustellen, dass die gesetzlichen Grenzwerte nicht überschritten werden.



AUFGABE

Recherchiere zu **Emissionen** und notiere die Antworten zu folgenden Fragen:

1. Was versteht man unter dem Begriff **Emissionen**?

2. Nenne 3 Methoden zur Abgasreinigung! Finde heraus, wie sie funktionieren (physikalisch, chemisch oder biologisch)!

WERTSTOFFAUFBEREITUNG IN PAPIERAUFBEREITUNGSANLAGEN



Durch die Aufbereitung von Altpapier leisten Papieraufbereitungsanlagen einen entscheidenden Beitrag im Recycling-Kreislauf. Durch den Prozess kann wertvolles Cellulosematerial zurückgewonnen und in neuen Produkten wiederverwendet werden. So wird der Bedarf an neuen Holzfasern deutlich gesenkt.

Wie funktioniert eine Papieraufbereitungsanlage?

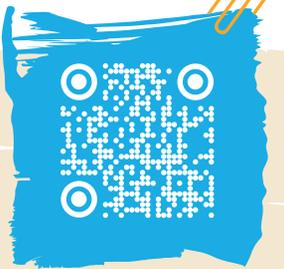
- ➔ Sammeln und Anliefern von Altpapier in der Papieraufbereitungsanlage
- ➔ Dort: Aufbereitung (Sortieren und Zerkleinern)
- ➔ Es entsteht ein Papierbrei
- ➔ Aufbereitung: Papierbrei wird gesiebt, gereinigt und entfärbt und mit neuen Fasern gefestigt
- ➔ Papierbrei wird auf Papiermaschine geleitet, auf Walzen dünn gepresst, Wasser und Flüssigkeit entfernt und getrocknet
- ➔ Fertiges Papier wird geschnitten und verpackt und zur Auslieferung vorbereitet



Praxistipp:

Papier zuhause selber herstellen

Papier selbst herzustellen ist ein spannendes DIY-Projekt. Probiere es aus: Über unseren QR-Code gelangst Du ganz einfach zu Videos und Ideen für deine eigene Papierherstellung. Viel Spaß!



Kläre folgende Fragen und notiere die Antworten:



AUFGABE



1. Was versteht man unter einer **Pulpe**?

2. Was ist **Deinking**?

3. Was ist eine **Flotation**?

FORSCHUNG MIT BIOABFÄLLEN

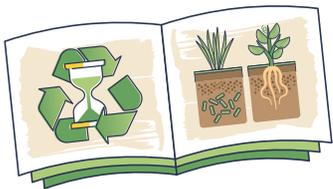


Bioabfälle können als Ressource für verschiedene Anwendungen dienen. Daher ist die Forschung in diesem Bereich sehr vielfältig und interdisziplinär. Die einzelnen Projekte tragen dazu bei, die Nutzung von Bioabfällen zu maximieren, Umweltbelastungen zu minimieren und die Kreislaufwirtschaft zu fördern.



Wertstoffrückgewinnung

Bei der Wertstoffrückgewinnung geht es darum, **Nährstoffe** wie Phosphor, Stickstoff oder Kalium aus Bioabfällen zur **Wiederverwendung** für die Landwirtschaft zu nutzen. Bei anderen Projekten forscht man daran, wie man wertvolle Chemikalien für die Industrie nutzen kann.



Check:

Was bedeutet **interdisziplinär**?

Interdisziplinär meint, dass verschiedene wissenschaftliche Fachrichtungen zusammenarbeiten. Bei der Forschung zur Nutzung von Bioabfällen können beispielsweise Wissenschaftler aus den Bereichen Biologie, Chemie, Ingenieurwesen, Wirtschaft oder Umweltwissenschaften zusammenarbeiten. Gemeinsam könnten sie Ideen und nachhaltige Technologien zur Bioabfallverwertung entwickeln.



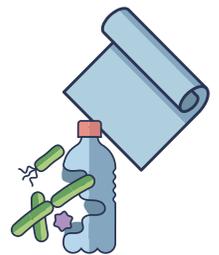
Produktion von Biokraftstoffen



Lignocellulose ist eine komplexe organische Substanz, die in Pflanzen vorkommt. Forscher meinen, dass lignocellulosehaltiger Bioabfall ein **großes Potenzial** für die nachhaltige Produktion von Energie, Chemikalien und Materialien hat und damit fossile Rohstoffe ersetzen kann. Ein aktueller Schwerpunkt bei dieser Forschung ist es, Biokraftstoffe wie Bioethanol oder Biodiesel zu gewinnen.

Nachhaltige Verpackungsmaterialien

Aus Bioabfällen werden biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien, wie z. B. Bioplastik, also Kunststoffe aus Bioabfällen, entwickelt. Allerdings sind nicht alle Bioplastik-Produkte auch biologisch abbaubar und die Herstellung dieser Produkte ist oft teurer als bei herkömmlichem Plastik. Die Forscher versuchen, diese Kosten zu reduzieren und damit auch die Umweltbelastungen weiter zu verringern.



AUFGABE

Aus welchen drei Komponenten setzt sich **Lignocellulose** zusammen? Beschreibe die einzelnen Bestandteile und deren Eigenschaften.

1.	2.	3.
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____



Damit du selber erleben kannst, was man mit Bioabfall erforschen kann, haben wir spannende Experimente zum Nachmachen für dich vorbereitet:

1. Wurmkompostierung

Würmer können schnell und effektiv euren Biomüll zersetzen. Setzt man Würmer systematisch für die Zersetzung von Biomüll ein, heißt die Methode Wurmkompostierung oder auch **Vermikompostierung** (das Fachwort dafür).

Diese **Materialien** brauchst du für den Versuch:

- Wurmkomposter oder einen durchsichtigen Behälter
- Kompostwürmer (z. B. Rotwürmer)
- Bioabfall (z. B. Obst- und Gemüsereste)
- Erde
- Sprühflasche mit Wasser

EXPERIMENT

So funktioniert die Durchführung:

1. Wurmkomposter vorbereiten: abwechselnd eine Schicht Erde und Bioabfall hineinlegen
2. Setze die Würmer in den Komposter
3. Beobachte und notiere, wie die Würmer den Bioabfall über Tage und Wochen hinweg zersetzen.



Diese **Materialien** brauchst du für den Versuch:

- Verschiedene Arten von Bioabfällen (Zitronenschalen, Eierschalen, Kaffeesatz)
- Erde
- Wasser
- pH-Teststreifen oder ein pH-Messgerät

2. Veränderung des pH-Wertes im Boden durch Bio-Abfall

Kann Bioabfall den pH-Wert des Erdbodens beeinflussen? Finde es heraus.

EXPERIMENT

Der **pH-Wert** ist ein Maß für den Säure- oder Basengehalt einer Lösung. Er gibt an, wie sauer oder alkalisch (basisch) eine Lösung ist. Der pH-Wert wird auf einer **Skala von 0 bis 14** gemessen:

pH 0 bis 6,9

Die Lösung ist sauer.

pH 7

Die Lösung ist neutral (z.B. reines Wasser).

pH 7,1 bis 14

Die Lösung ist alkalisch (basisch).



So funktioniert die Durchführung:

1. Mische verschiedene Bioabfälle in getrennten Behältern mit Erde.
2. Füge Wasser hinzu und messe den pH-Wert der Mischung.
3. Wiederhole die pH-Messung in regelmäßigen Abständen, um zu sehen, wie sich der pH-Wert im Laufe der Zeit verändert. Wenn der Wert stabil ist, kann die Messung beendet werden.

RECYCLING-MANAGEMENT

UND RESTSTOFFE



Abfall: Recycling Management

Ist der systematische und effiziente Umgang mit Abfällen, um wertvolle Ressourcen durch Wiederverwertung zurück in den Wirtschaftskreislauf zu führen. Dazu gehören alle Prozesse, von der Sammlung und Sortierung bis hin zur Wiederverwertung und Rückführung von Materialien in die Produktion.



Nenne zwei **Ziele des Recycling Managements**:

1. _____
2. _____

Gesetze liefern die Vorschriften zum Umgang mit Reststoffen

Beispiel: chemische Reststoffe aus der Industrie

Der Umgang mit chemischen Reststoffen in der Industrie ist ein komplexer Prozess, der strengen Vorschriften und Sicherheitsanforderungen unterliegt. Folgende gesetzliche Regelungen gibt es, die bei der Entsorgung von chemischen Reststoffen eingehalten werden müssen:

In Europa reguliert die **EU-Abfallrahmenrichtlinie** den Umgang mit gefährlichen chemischen Abfällen. Ziel ist es, gefährliche Abfälle sicher zu verwerten oder zu entsorgen.

In Deutschland gibt es klare Regelungen im Rahmen der **Gefahrstoffverordnung** und des **Kreislaufwirtschaftsgesetzes**, damit man weiß, wie mit gefährlichen Stoffen umzugehen ist.

Auf internationaler Ebene regelt das **Basler Übereinkommen** den grenzüberschreitenden Transport gefährlicher Abfälle und deren umweltgerechte Entsorgung.



Reststoffe in der Industrie

Industrielle Reststoffe machen einen großen Teil des Abfallaufkommens aus und bieten ein erhebliches Potenzial für Recycling und Wiederverwertung. Beispiele für Industrielle Reststoffe:

- ➔ **Schlacken und Asche:** Überreste von Verbrennungsprozessen, zum Beispiel in Kraftwerken oder Hochöfen
- ➔ **Produktionsabfälle:** Überbleibsel aus Fertigungsprozessen, wie Metallspäne, Kunststoffabfälle, Chemikalienreste
- ➔ **Chemische Rückstände:** Farben, Lösungsmittel, Abfälle aus chemischen Prozessen

Recherchiere welche Entsorgungswege es für **Schlacken und Aschen** aus der Industrie gibt:

VERWERTUNG VON RESTSTOFFEN

Die Verwertung von Reststoffen ist ein zentraler Aspekt der nachhaltigen Abfallwirtschaft, um Umweltbelastungen zu verringern und Ressourcen effizient zu nutzen.

Reststoffe im Abfall verwerten

In der Broschüre hast du viel über das Thema Umgang mit Abfall erfahren. Jetzt hast du die Möglichkeit zu überlegen, was du noch weißt. Bitte nimm dir Zeit, die folgende Frage gut zu beantworten: Um Ressourcen effizienter zu nutzen und Umweltauswirkungen zu minimieren, gibt es einige Möglichkeiten der Abfallverwertung von Reststoffen.



Nenne 6 Möglichkeiten, wie Reststoffe beim Abfall verwertet werden können:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Jugend forscht und Ideenwettbewerb

Abfall ist ein zentrales Thema für uns Menschen und unsere Umwelt. Um die Erde als Lebensraum zu schützen, brauchen wir kreative und innovative Ideen, die die Verwertung von Reststoffen nachhaltig gestalten.

Fangt bei euch selber an und überlegt: Wie könnte man mit dem Abfall an eurer Schule noch besser umgehen? Wie könnt ihr eure Recycling-Quote erhöhen? Gibt es Möglichkeiten, wie ihr an eurer Schule noch weniger Abfall produziert als bisher?

Mit vielen Ideen können wir gemeinsam innovative Lösungen finden. Mit euren Projekten könnt ihr z.B. beim Wettbewerb „Jugend forscht“ teilnehmen. So wurden unter anderem Projekte zu neuen Sortierungsmöglichkeiten für Abfälle, bioabbaubarem Klebefilm und einer Lederalternative aus organischen Reststoffen von Kindern und Jugendlichen ins Leben gerufen.

www.jugend-forscht.de



jugend  **forscht**

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



IRRMa
Interkommunales Reststoff
und Recycling Management

**REGION.
innovativ**



Regionale Aktionsgruppe
Saale-Holzland e.V.



Saale-
Holzland-
Kreis

ksj

kommunal service jena



Fraunhofer
IKTS



**Robert
Boyle
Institut**



software



life cycle
material engineering.

Name:

Klasse:



Herausgeber

Materialforschungs- und -prüfanstalt Weimar

Coudraystraße 9 | D-99423 Weimar

Postfach 2310 | D-99404 Weimar

Telefon: +49 (0) 3643-564-0

Fax: +49 (0) 3643 -564-201

E-Mail: info@mfpa.de



www.mfpa.de

