



# NACHHALTIGKEIT

Naturwissenschaftliche Ursachen und  
Auswirkungen auf Klima und Umwelt

---



A photograph of a forest path. The path is a narrow, dirt-covered trail that leads from the bottom center towards the background. It is flanked by lush green grass and various forest plants. Tall, slender trees with green foliage line the path, and the background is shrouded in a soft, white mist or fog, creating a serene and slightly ethereal atmosphere. The lighting is diffused, typical of a misty day.

**NACHHALTEN =**  
**LÄNGERE ZEIT ANDAUERN, DAUERHAFT BLEIBEN**  
**LÄNGERE ZEIT ZUR VERFÜGUNG STEHEN**

[www.metanoia-for-future.de](http://www.metanoia-for-future.de)



# NACHHALTIGKEIT

## Landwirtschaft

Nachhaltigkeit ist die Fähigkeit eines Landschaftsökosystems bei Nutzung und anschließendem Ausgleich der Verluste durch Düngung dauerhaft die gleiche Leistung zu erbringen, ohne dass sie sich erschöpft

## Forstwirtschaft

Nachhaltigkeit bedeutet die Forderung und das Streben nach stetiger und optimaler Bereitstellung sämtlicher materieller und immaterieller Waldleistungen und Waldfunktionen zum Nutzen der jetzigen und zukünftigen Generationen



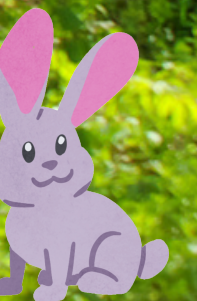


# VEREINTE NATIONEN 1987:

*"Nachhaltig ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen."*

„Brundtland-Kommission“ für Umwelt und Entwicklung

[www.metanoia-for-future.de](http://www.metanoia-for-future.de)





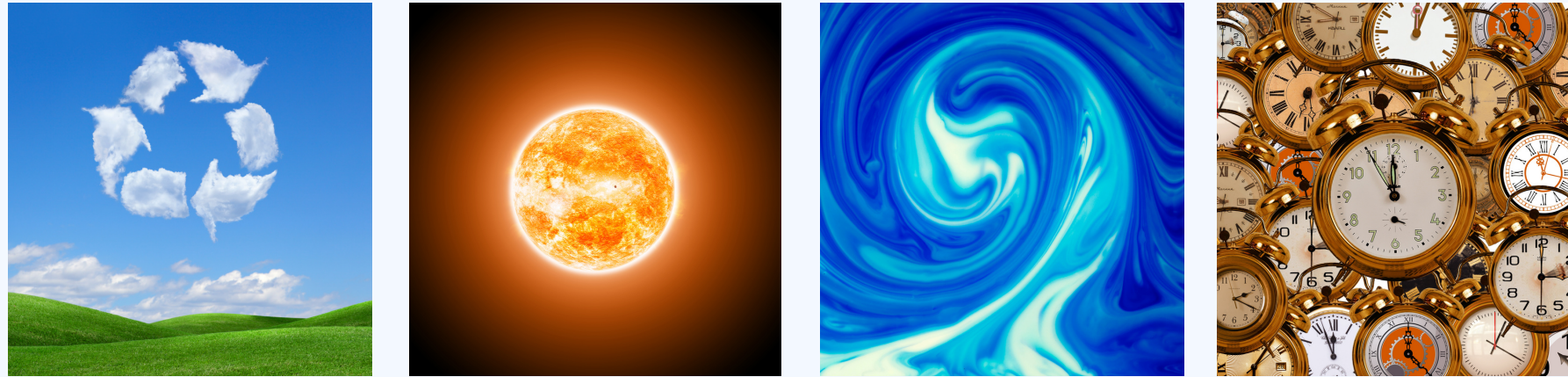
# Die Interpretation von Nachhaltigkeit ist nirgendwo eindeutig festgeschrieben!

Deswegen ist es von sehr großer Bedeutung, dass wir verstehen, was die Natur letztendlich unter Nachhaltigkeit versteht und welche Regeln sie dabei befolgt. Denn letztendlich entscheiden diese Regeln über unser aller Wohl auf unserer Erde.





# NACHHALTIGKEIT AUS SICHT DER NATUR



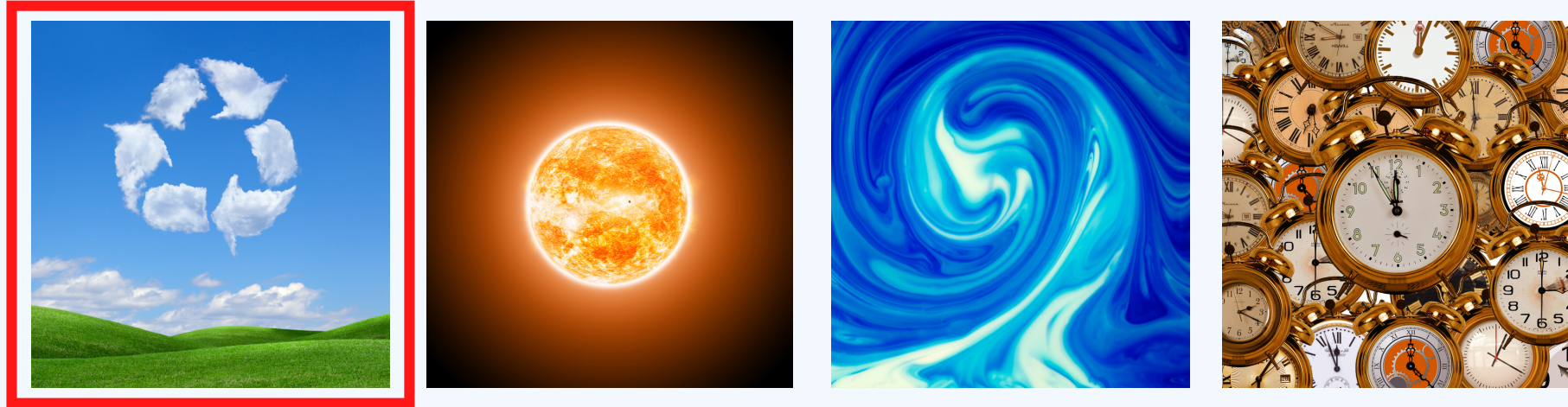
## Vier grundsätzliche Regeln und Gesetze der Natur:

- Alle Abläufe in der Natur sind Kreisläufe
- Massenerhaltungssatz [**Energieerhaltungssatz**]
- Unordnungssatz [**Entropiesatz**]
- Regenerationszeit bestimmt Geschwindigkeit





# NACHHALTIGKEIT AUS SICHT DER NATUR



## Vier grundsätzliche Regeln und Gesetze der Natur:

- ➡ Alle Abläufe in der Natur sind Kreisläufe
  - Massenerhaltungssatz [**Energieerhaltungssatz**]
  - Unordnungssatz [**Entropiesatz**]
  - Regenerationszeit bestimmt Geschwindigkeit



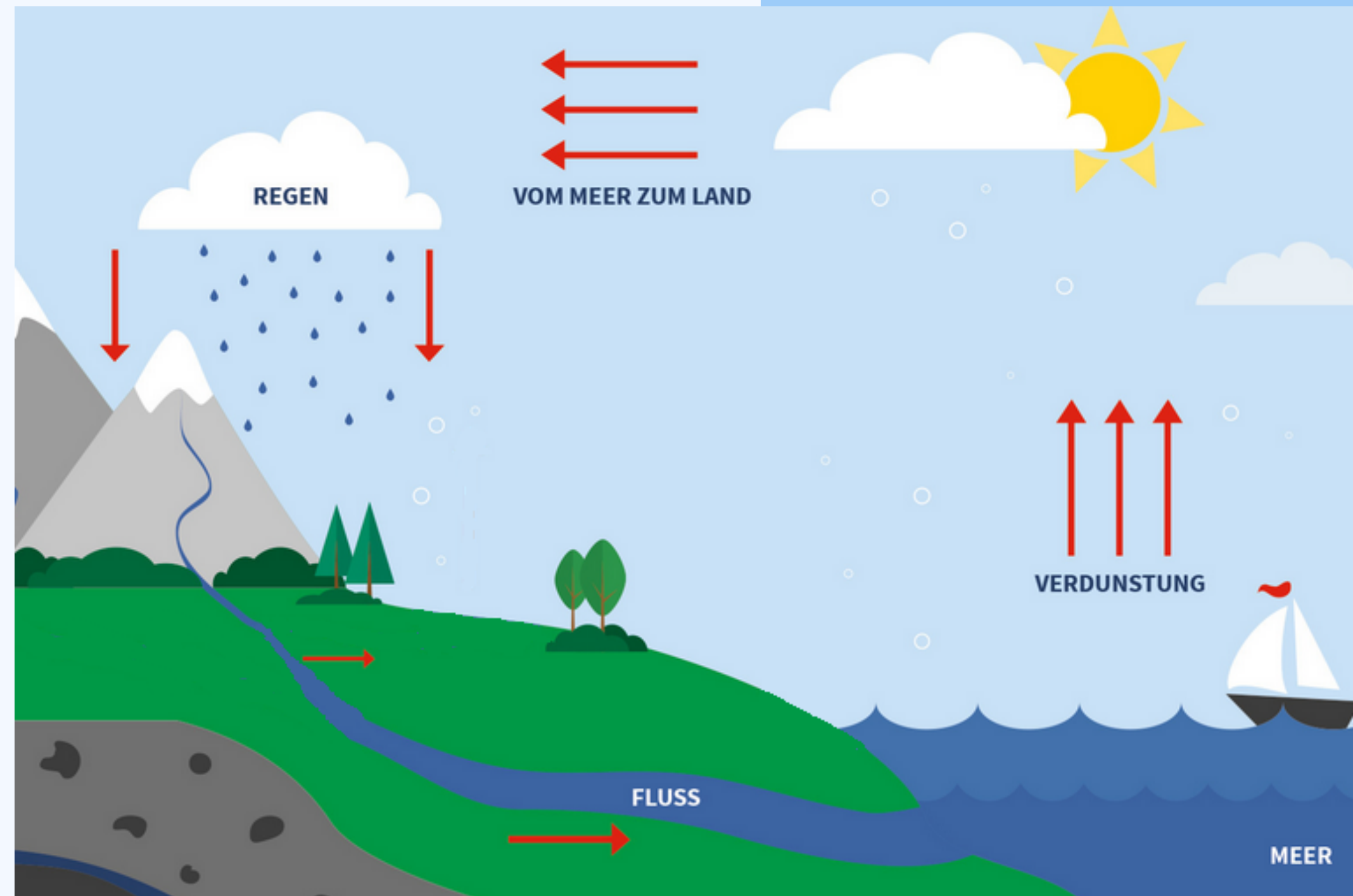


# KREISLÄUFE:

Alle Prozesse in der Natur laufen in Form von Kreisläufen ab!

Jeder Kreislauf:

- hat ein Medium / Element / Material, dass im Kreislauf läuft.
- hat eine Energiequelle, die ihn antreibt.
- transportiert Eigenschaften: Energie, Substanzen, das Medium selbst.
- ist ein geschlossener Kreislauf





# Kein geschlossener Kreislauf:

- ➡ Polarität steigt
- ➡ Teile des Kreislaufs sind unbekannt



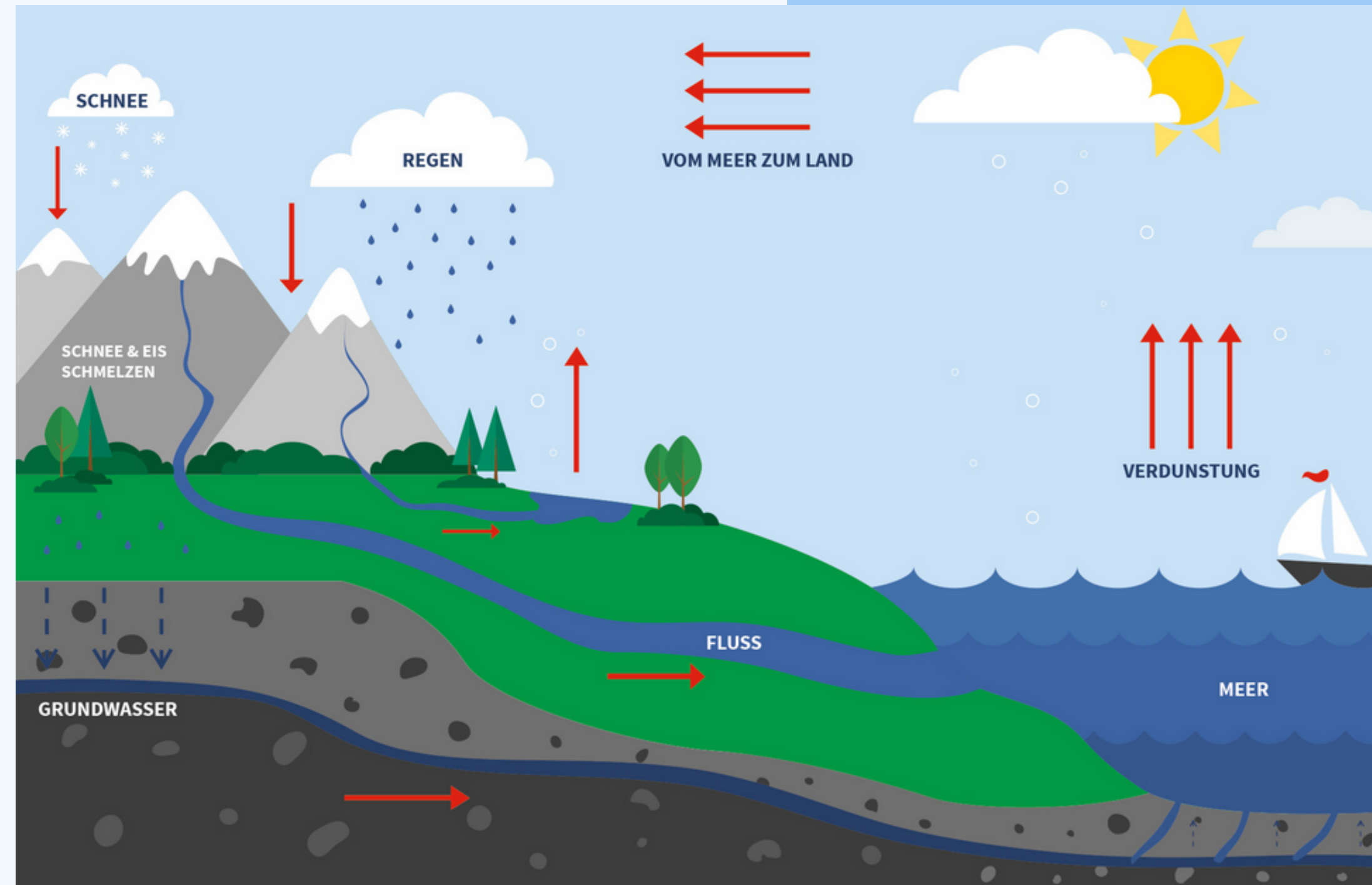


# SUB-KREISLÄUFE:

Jeder Kreislauf kann auch viele Unterkreisläufe haben!

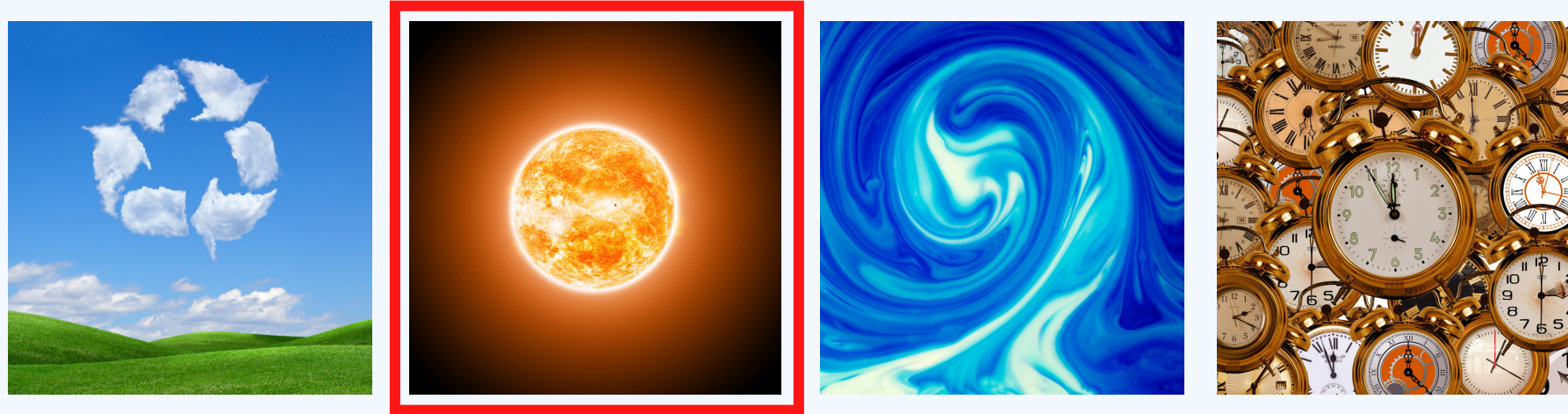
Auch hier gilt: Jeder Sub-Kreislauf:

- hat ein Medium / Element / Material, dass im Kreislauf läuft.
- hat eine Energiequelle, die ihn antreibt.
- transportiert Eigenschaften: Energie, Substanzen, das Medium selbst.
- ist ein geschlossener Kreislauf





# NACHHALTIGKEIT AUS SICHT DER NATUR



## Vier grundsätzliche Regeln und Gesetze der Natur:

- Alle Abläufe in der Natur sind Kreisläufe
- ➡ Massenerhaltungssatz [**Energieerhaltungssatz**]
- Unordnungssatz [**Entropiesatz**]
- Regenerationszeit bestimmt Geschwindigkeit



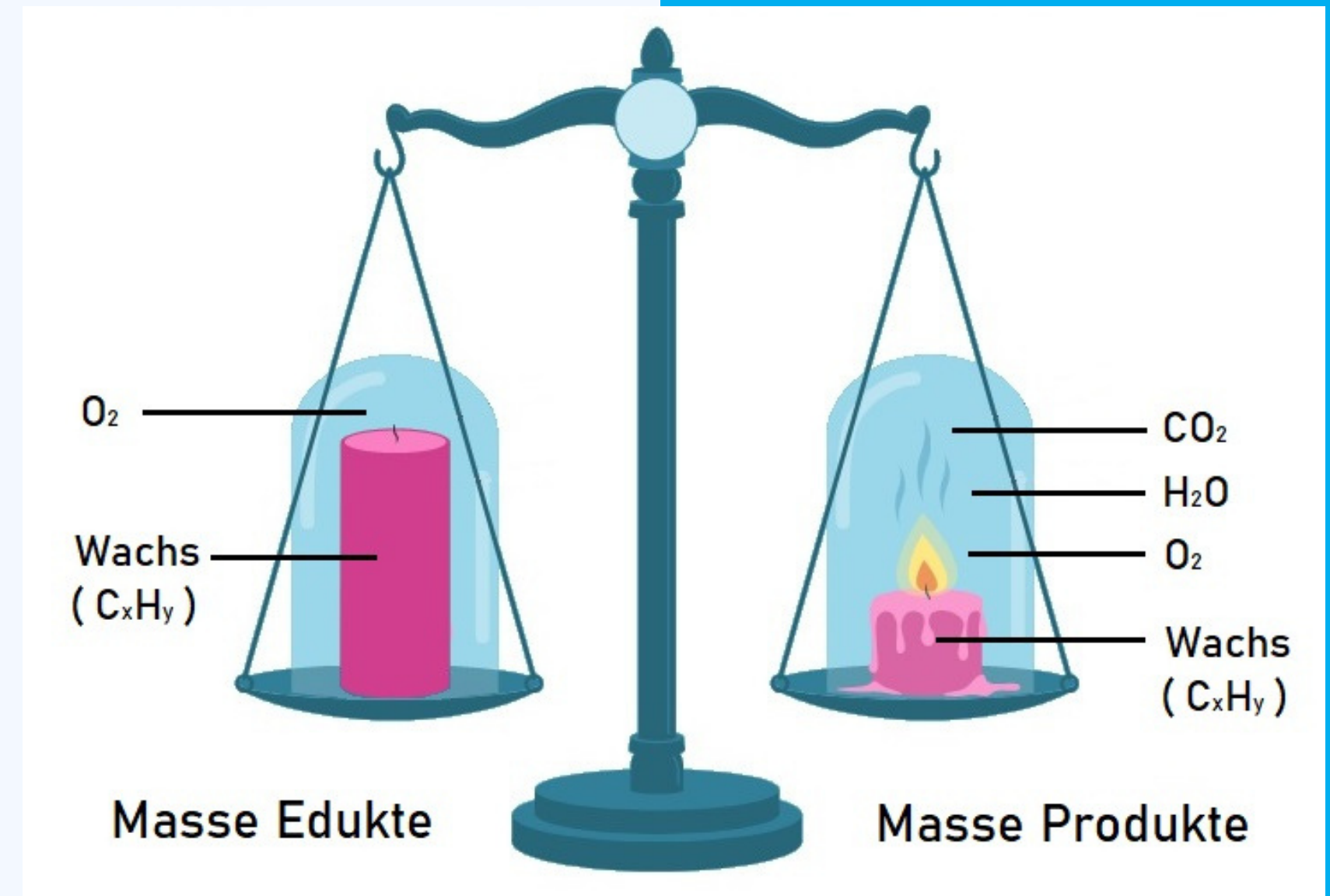


# MASSEN-ERHALTUNGSSATZ

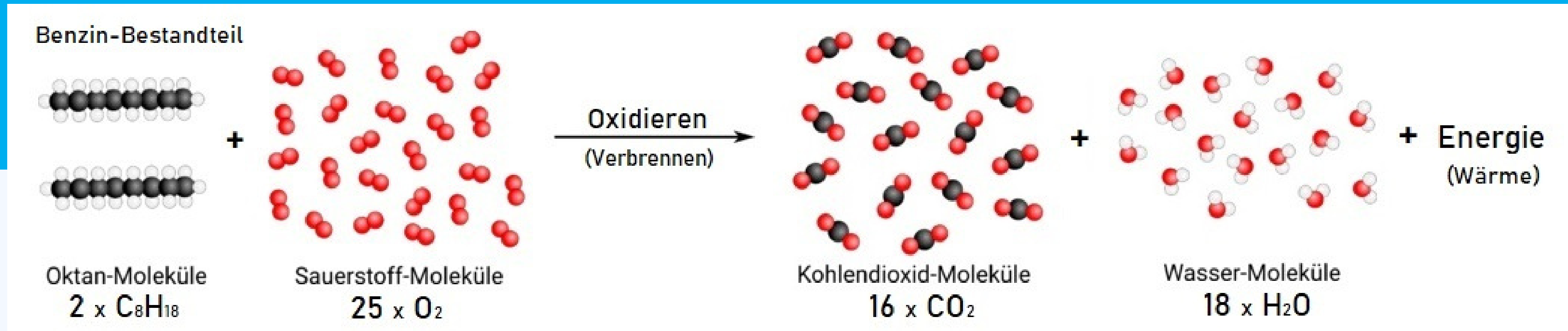
*Bei allen chemischen Reaktionen bleibt die Gesamtmasse der an der Reaktion beteiligten Stoffe erhalten.*

*Die Gesamtmasse der Ausgangsstoffe (Edukte) ist gleich der Gesamtmasse der Reaktionsprodukte (Produkte).*

*(Lomonossow-Lavoisier-Gesetz)*





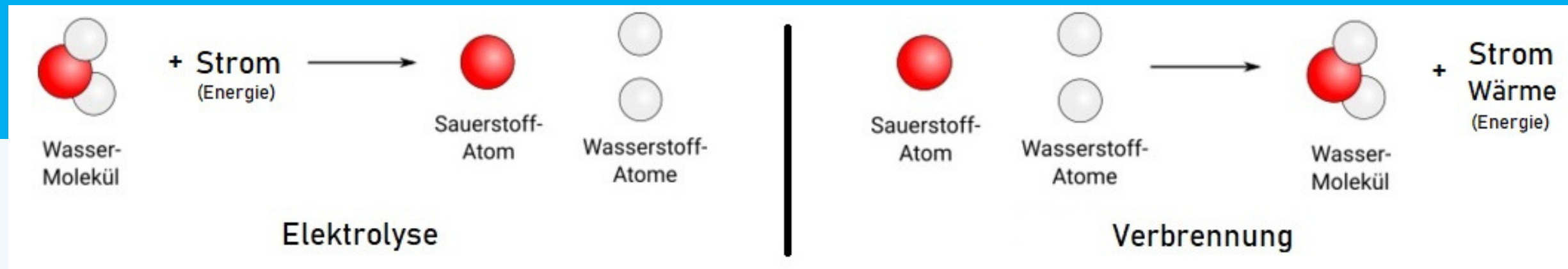


Der Massen-Erhaltungssatz gilt für den gesamten Prozess  
und für jeden Teil des Prozesses.

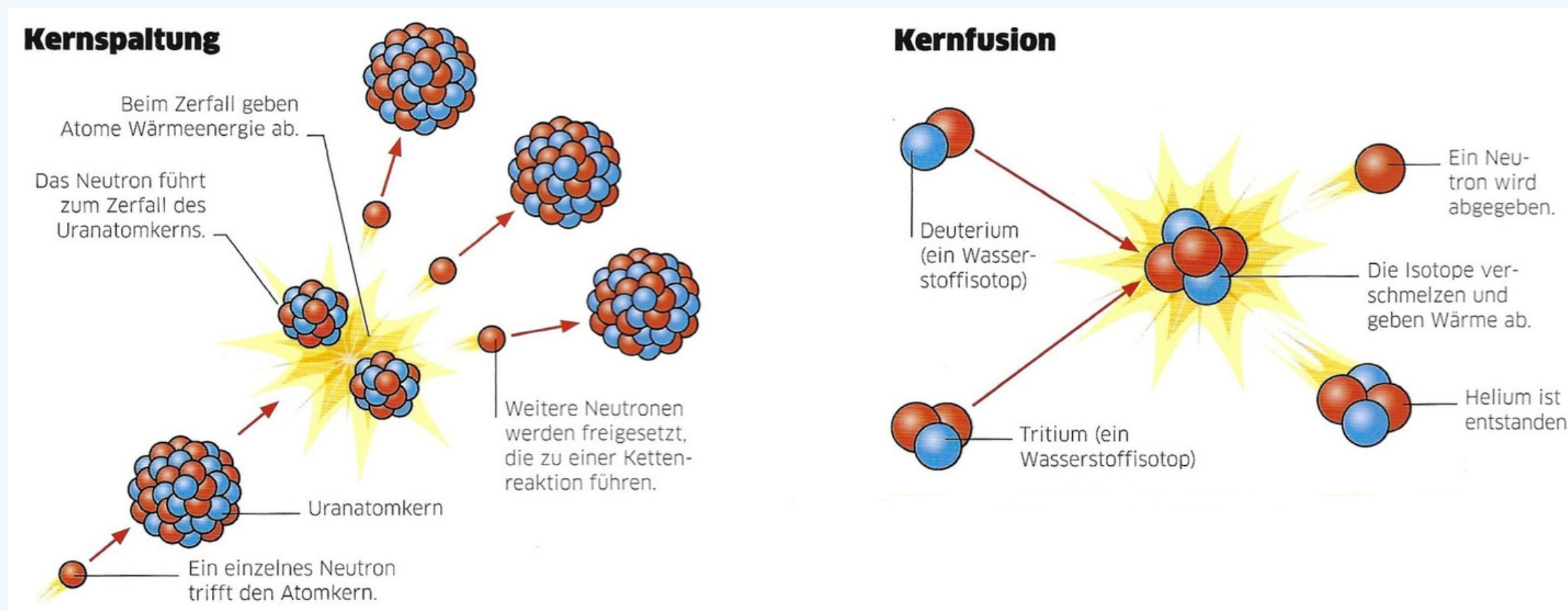
Neben der Gesamtmasse bleiben zusätzlich  
alle einzelnen Atome und Elemente erhalten.



Der Massen-Erhaltungssatz gilt aber nur für chemische Prozesse, die unser Leben und unsere Natur maßgeblich bestimmen.

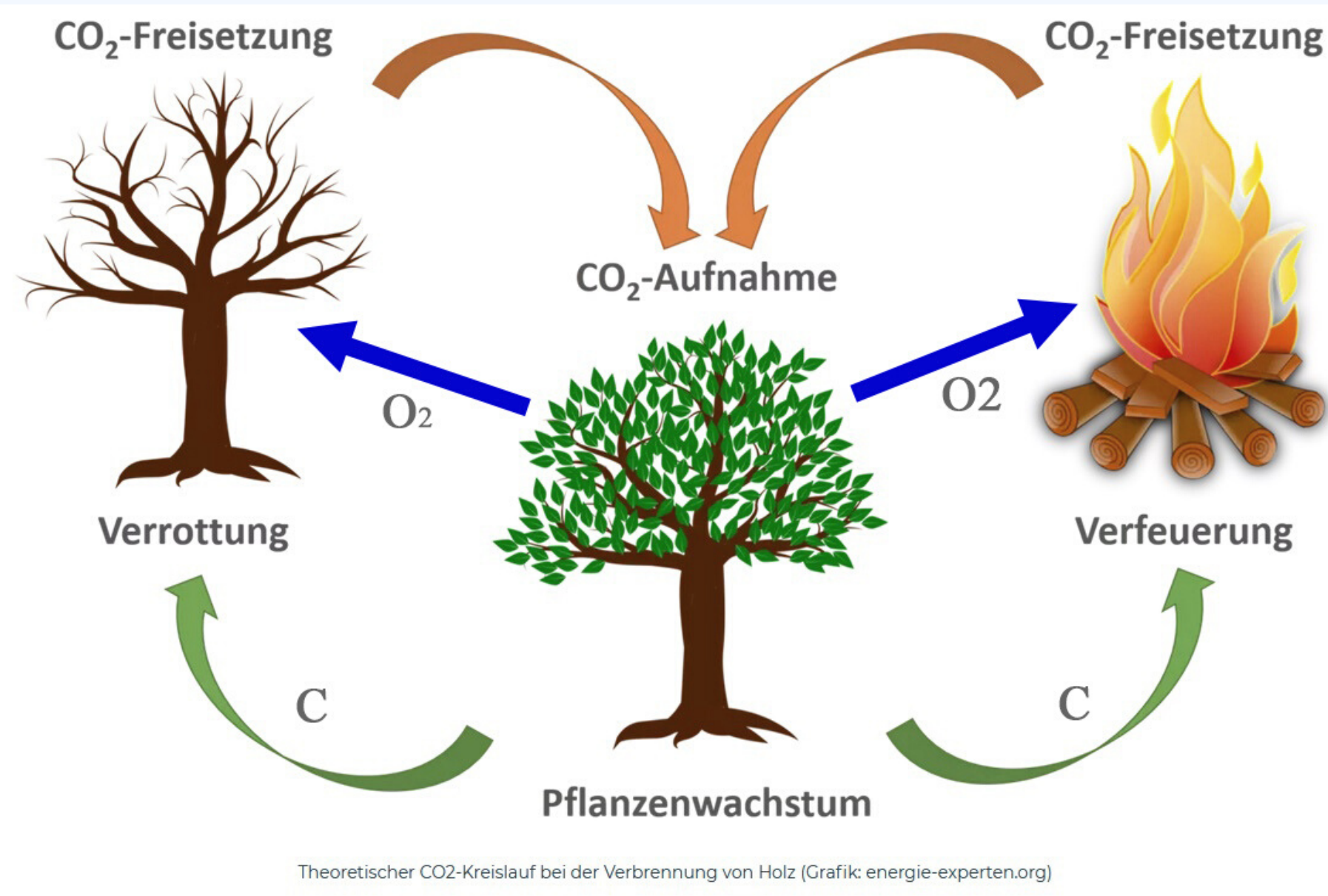


Für atomare Prozesse gilt der Massen-Erhaltungssatz nicht. Für das Leben und die Abläufe auf der Erde sind diese aber irrelevant.

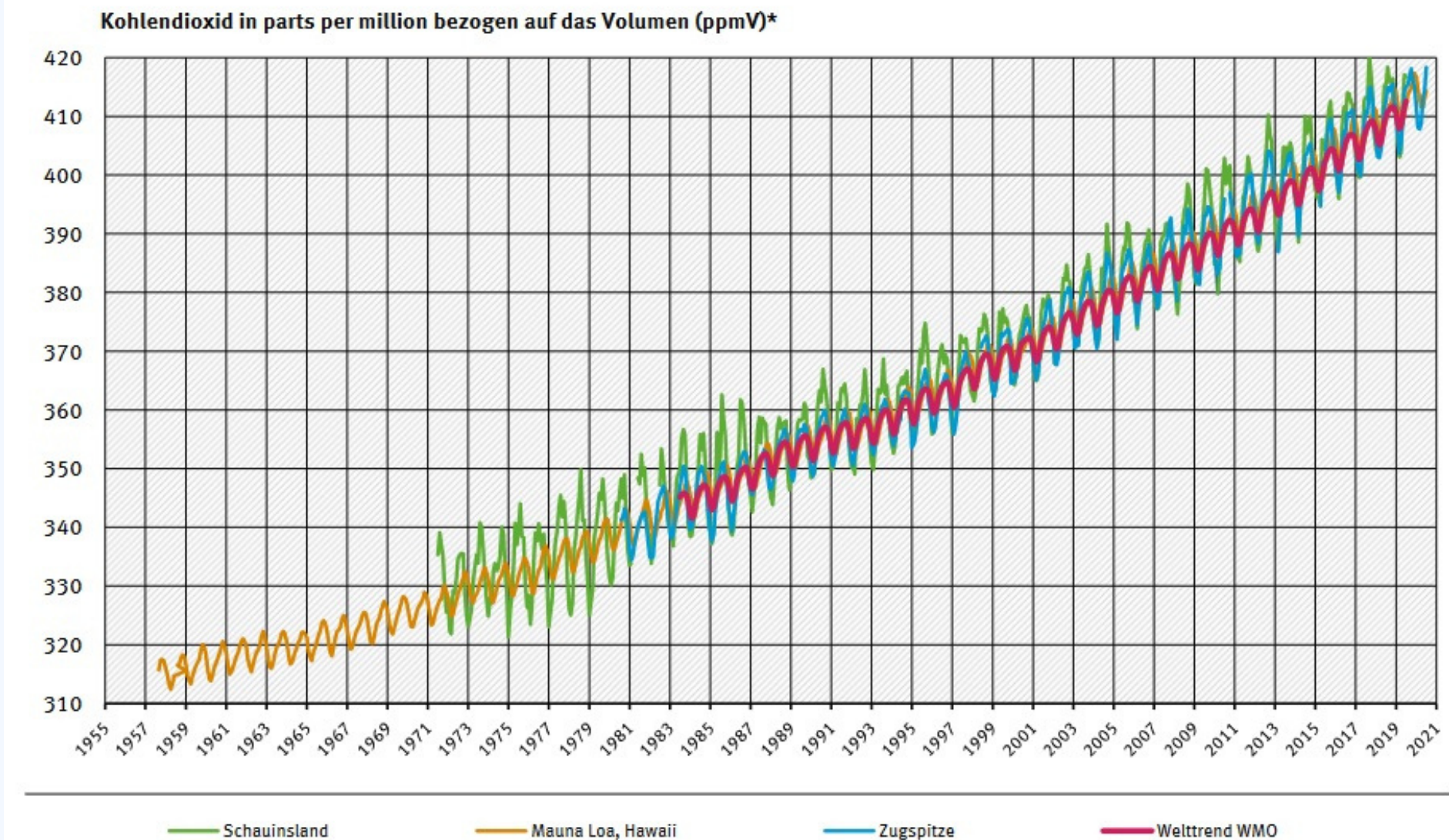




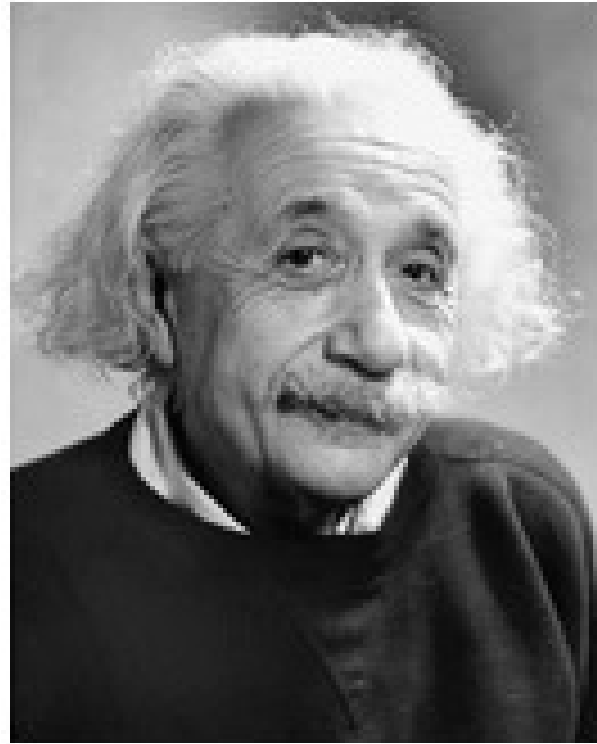
# MASSENERHALTUNG BEIM PFLANZENWACHSTUM



Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre (Monatsmittel)







$$E = m \cdot c^2$$

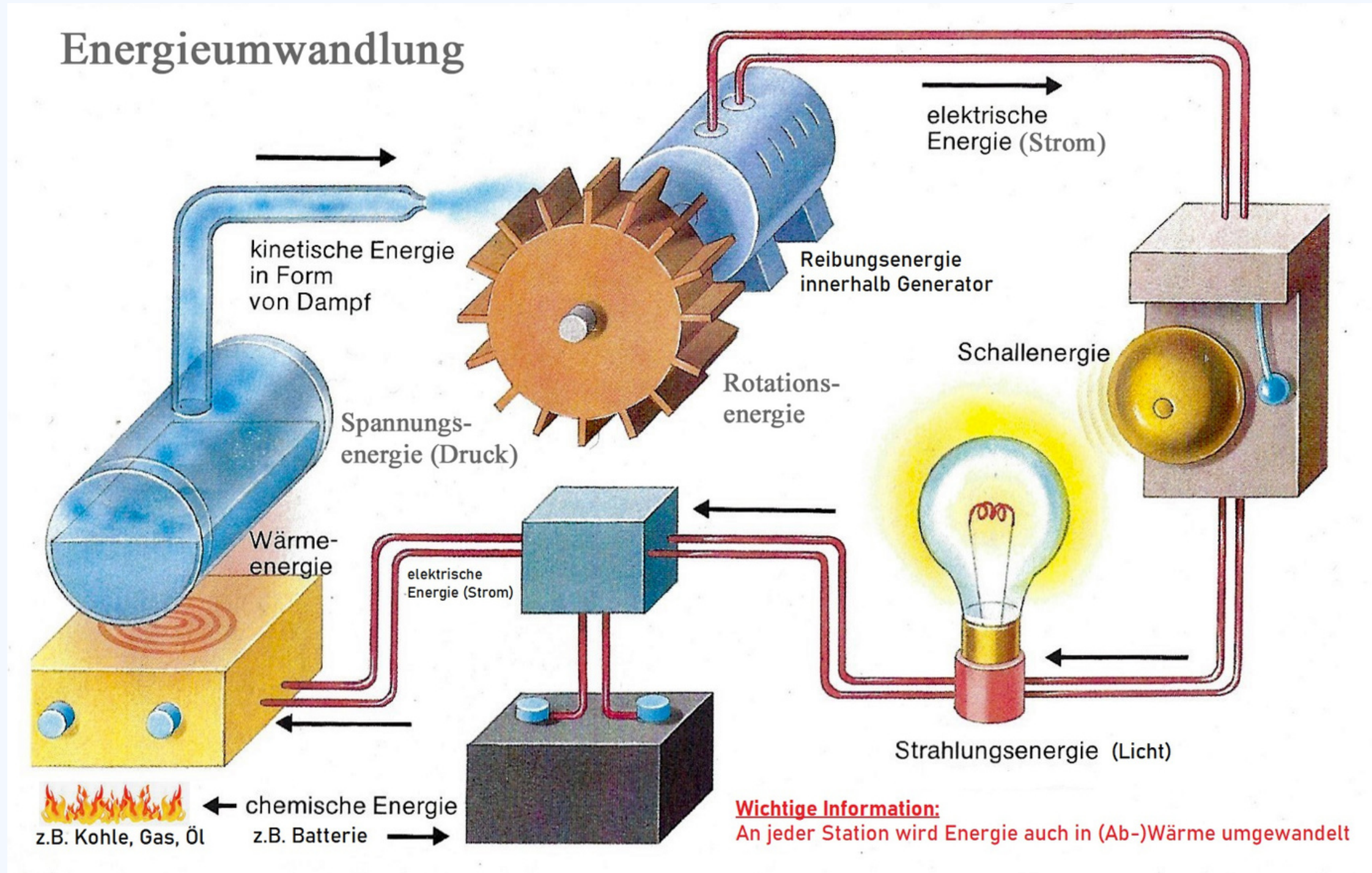
Energie      Masse      Lichtgeschwindigkeit<sup>2</sup>

## Vom Massenerhaltungssatz zum **Energieerhaltungssatz**

- Albert Einstein hat mit seiner berühmten Gleichung Masse mit Energie verbunden.
- Masse ist damit pure, gewaltige Energie, gespeichert in Materie.
- Der Massenerhaltungssatz ist eine Spezialform des Energieerhaltungssatzes.
- Mit dem Energieerhaltungssatz werden auch Kernspaltung und Kernfusion erfasst.



# ENERGIE-ERHALTUNGSSATZ



*Energie kann weder geschaffen, noch vernichtet werden.*

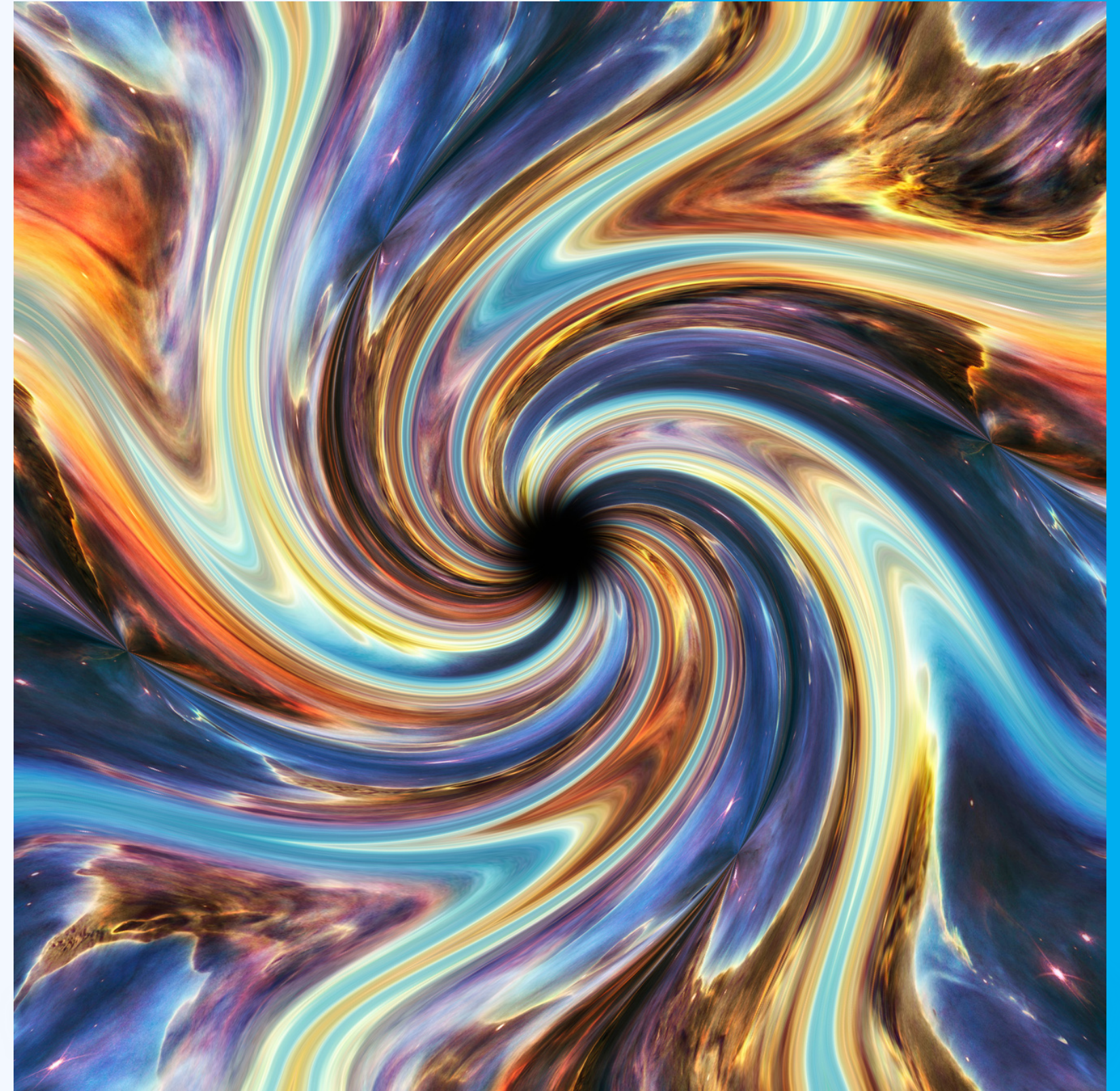
*Energie kann nur in andere Energieformen umgewandelt werden.*



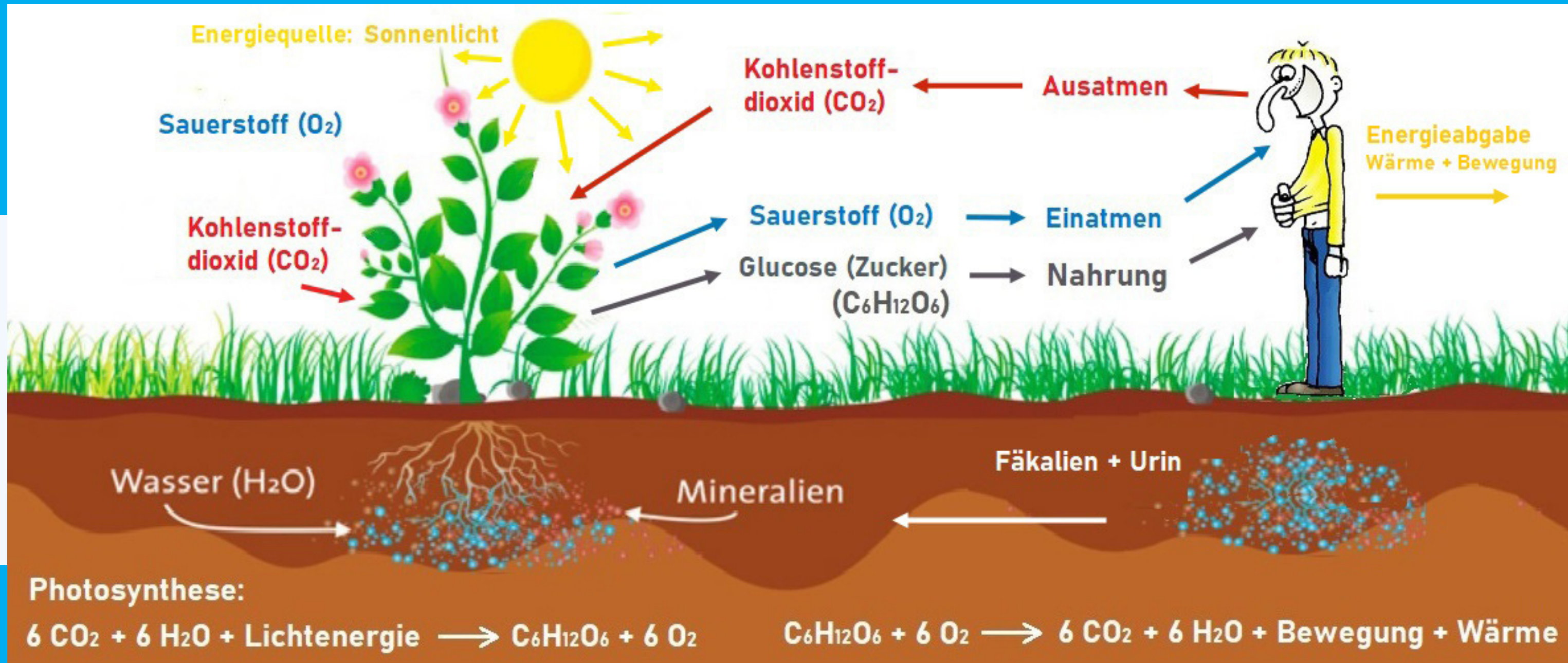
# ENERGIEFORMEN

---

- Potentielle Energie
- Kinetische Energie
- Chemische Energie
- Elektrische Energie
- Spannungsenergie
- Schwingungsenergie
- Rotationsenergie
- Strahlungsenergie
- Kernenergie
- Schallenergie
- Reibungsenergie
- **Wärmeenergie**



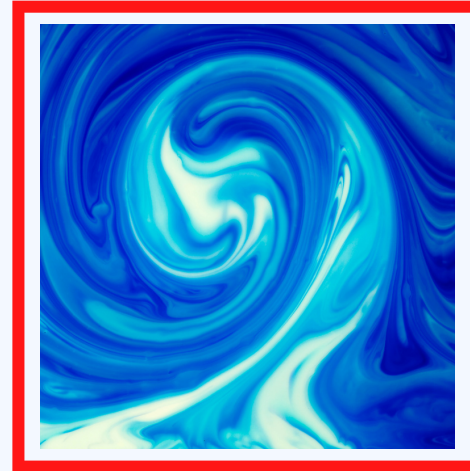
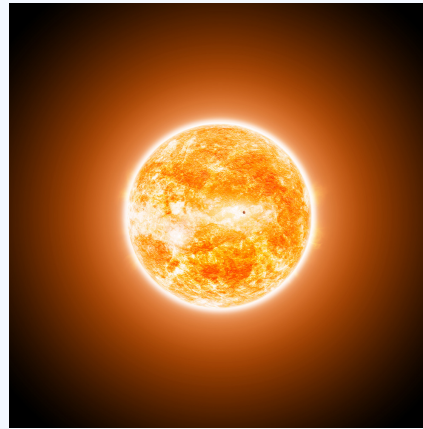




Kreisläufe in der Natur sind immer Energiekreisläufe!



# NACHHALTIGKEIT AUS SICHT DER NATUR



## Vier grundsätzliche Regeln und Gesetze der Natur:

- Alle Abläufe in der Natur sind Kreisläufe
- Massenerhaltungssatz [**Energieerhaltungssatz**]
- ➡ Unordnungssatz [**Entropiesatz**]
- Regenerationszeit bestimmt Geschwindigkeit





# UNORDNUNGSSATZ [ENTROPIESATZ]

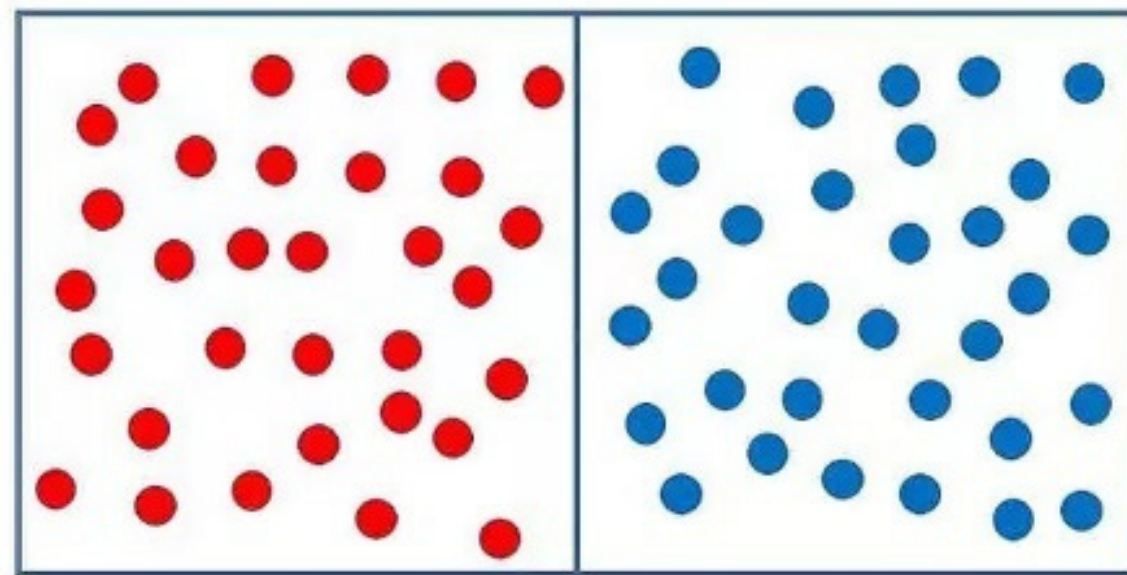


*Jedes (geschlossene) System strebt die größtmögliche Unordnung an, die es maximal erreichen kann.*

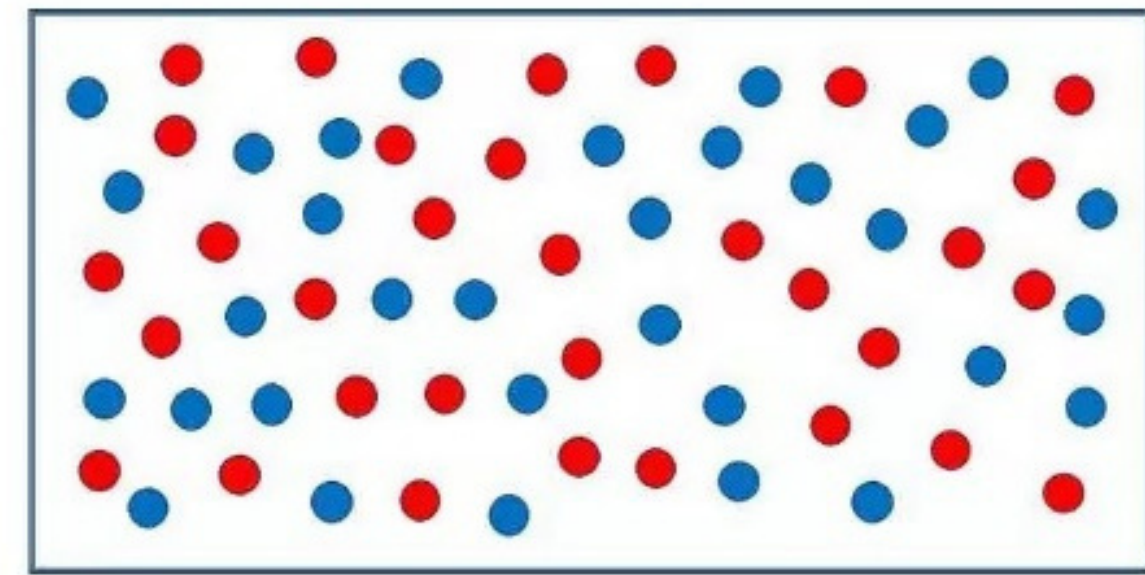
*Die Entropie ist das physikalische Maß für die Unordnung.*







Gase / Flüssigkeiten sind getrennt



Gase / Flüssigkeiten sind vermischt

## Die Natur versucht alle Eigenschaften eines Raums völlig gleichmäßig über diesen Raum zu verteilen

- **Materie** : Atome, Moleküle, Substanzen, Gegenstände (z.B. **Lego**), Flüssigkeiten, Gase
- **Zustände** : Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Helligkeit, Lautstärke, Klänge, Formen
- **Energien** : Alle Energieformen, insbesondere Wärme.



# HÖCHSTE UNORDNUNG

## MATERIE

- **Fest:** Staub
- **Flüssig:** Brühe
- **Gasförmig:** Smog

Umgangssprachlich Bezeichnung:

**DRECK, SCHMUTZ**





# HÖCHSTE UNORDNUNG

## ENERGIE

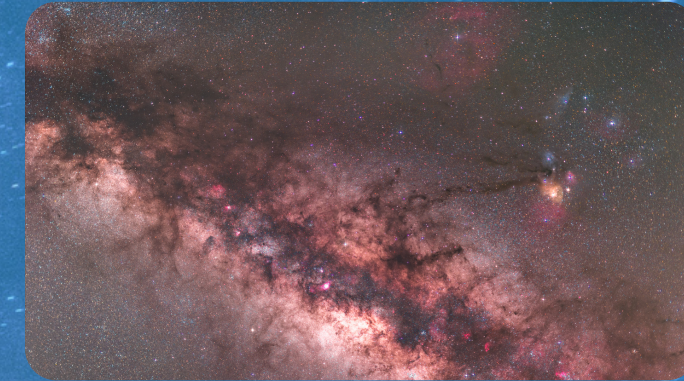
- **Höhe/Schwingung:** Wellig => Flach
- **Kinetik/Bewegung:** Laminar => Wirbel
- **Schall/Musik:**
  - Laut => Leise
  - Klänge => Krach
- **Strahlung/Farbe:**
  - Hell => Dunkel
  - Farben => Grau
- **Temperatur:** Warm => Kalt

Umgangssprachlich Bezeichnung:

**RAUSCHEN, WÄRME**

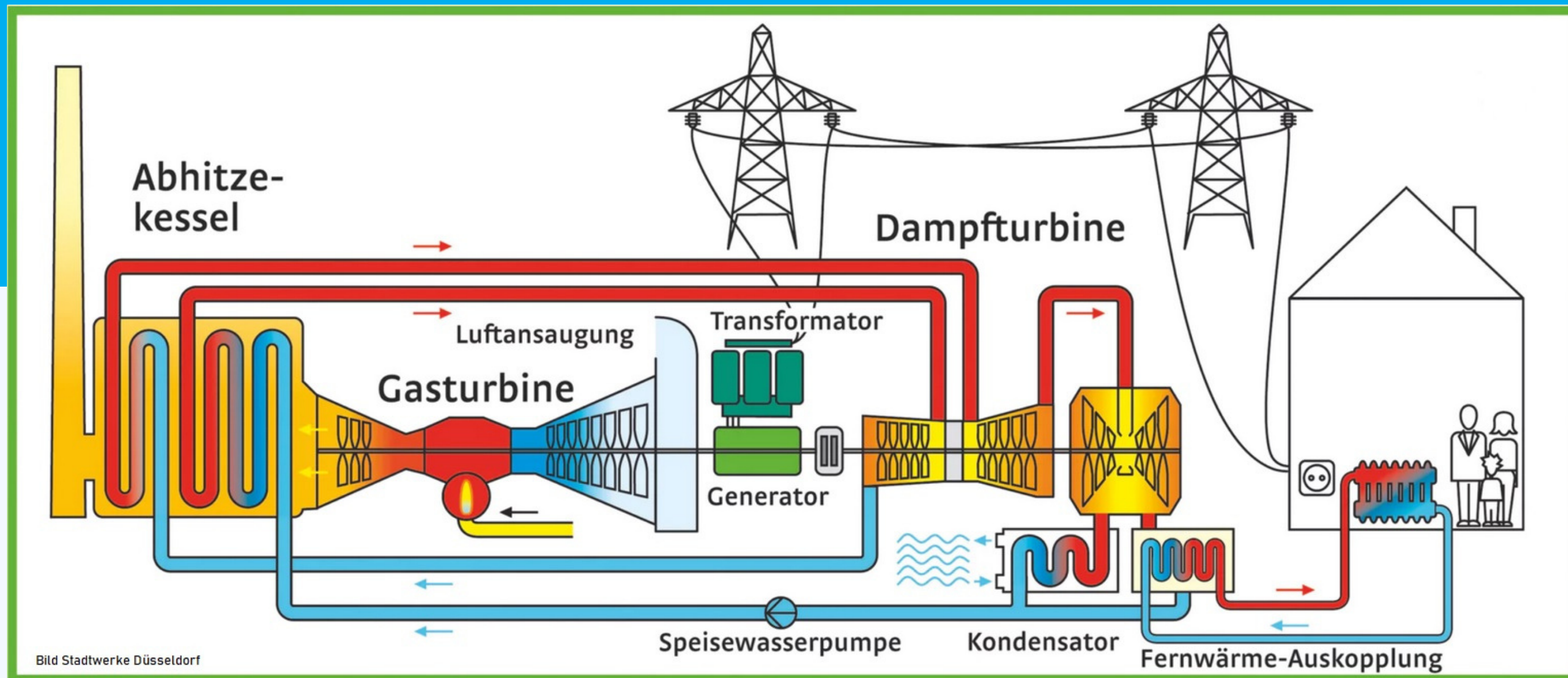


**Wärme-Energie** hat von allen Energieformen die höchste Unordnung [**Entropie**]. Bei allen Umformungen fällt immer Wärme an. Wärmestrahlung ist die von der Natur angestrebte Energieform.



Die Unordnung [**Entropie**] gibt allen Abläufen in der Natur eine Richtung. Sie darf niemals kleiner werden und muss stets wachsen. Deswegen kann die ZEIT nur vorwärts laufen und niemals rückwärts.





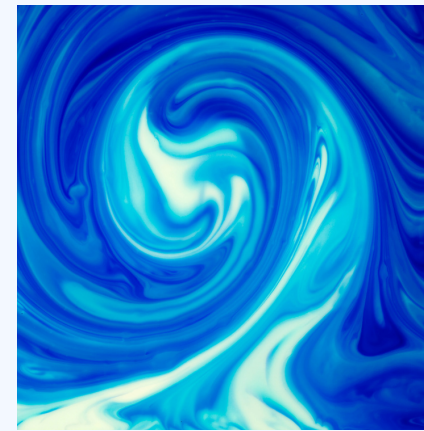
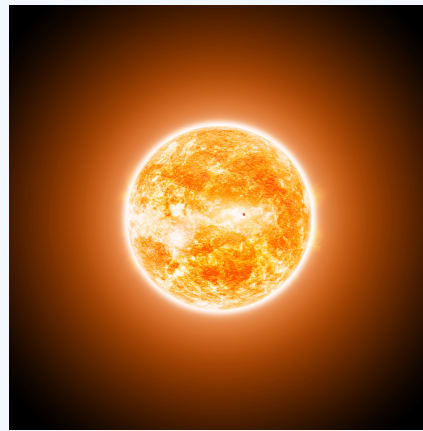
## Wenn der Entropiesatz gilt, warum können wir dann trotzdem Ordnung schaffen?

- Um Ordnung zu schaffen müssen wir viel Energie, zum Beispiel Strom, und viel Zeit investieren.
- Der Strom wurde zuvor in einem (konventionellen) Kraftwerk mit hoher Abwärme erzeugt.
- Im Staubsauger wird der Strom neben dem Saugen in Abwärme umgewandelt.
- Bei uns fällt auch viel Abwärme durch die Bewegung an.

**Fazit: Wir schaffen Ordnung, indem wir woanders für noch größere Unordnung sorgen.**



# NACHHALTIGKEIT AUS SICHT DER NATUR



## Vier grundsätzliche Regeln und Gesetze der Natur:

- Alle Abläufe in der Natur sind Kreisläufe
- Massenerhaltungssatz [**Energieerhaltungssatz**]
- Unordnungssatz [**Entropiesatz**]

➡ Regenerationszeit bestimmt Geschwindigkeit





# REGENERATIONSZEIT

---



**Der langsamste Teil eines Kreislaufes regelt dessen Geschwindigkeit!**

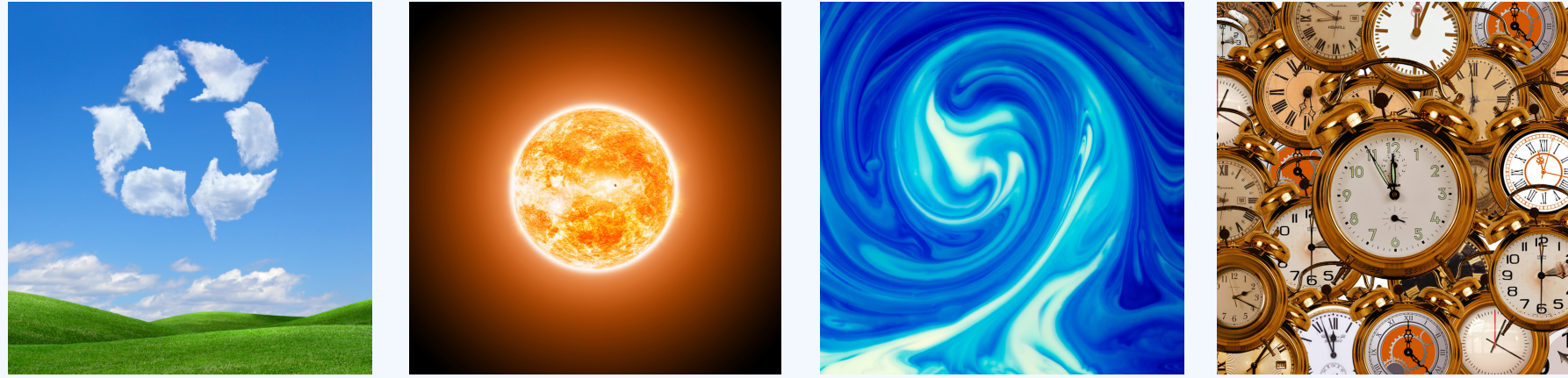
- Das klingt erstmal trivial und einleuchtend.
- Problem: Wir sind eine Leistungsgesellschaft.

Werden Regenerationszeiten nicht eingehalten wird der Kreislauf unterbrochen. Nachhaltigkeit ist dann nicht gegeben.





# NACHHALTIGKEIT AUS SICHT DER NATUR



## Folgende Aussagen gelten für ungestörte Abläufe:

- Alle Abläufe in der Natur sind stets Kreisläufe.
- Jeder Kreislauf hat eine oder mehrere Energiequellen, die ihn antreiben und die Ordnung/Struktur schaffen.
- Der Energieerhaltungssatz regelt die Umwandlungen.
- Der Entropiesatz regelt die Richtung der Umwandlungen.
- Die Regenerationszeit bestimmt deren Geschwindigkeit.
- Auf dem gesamten Weg und besonders am Ende verlässt die zugeführte Energie jeden Kreislauf als Wärme.

➡ Ungestörte Abläufe in der Natur sind immer nachhaltig.  
Sonst wäre die Evolution schon längst beendet.





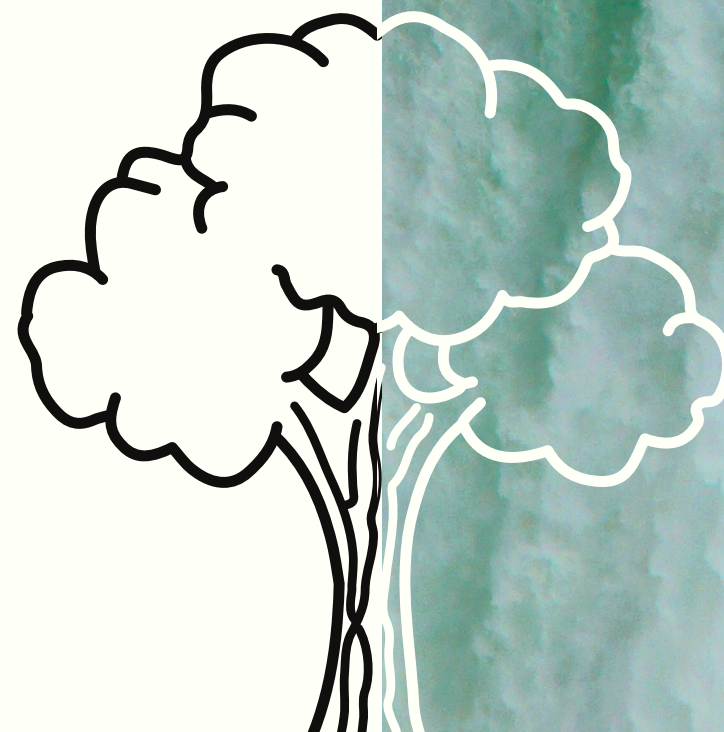


ES FOLGEN WICHTIGE

# KREISLÄUFE DER NATUR

Viel Spass beim Erforschen!

Man liebt nur was man kennt,  
und man schützt nur, was man liebt.





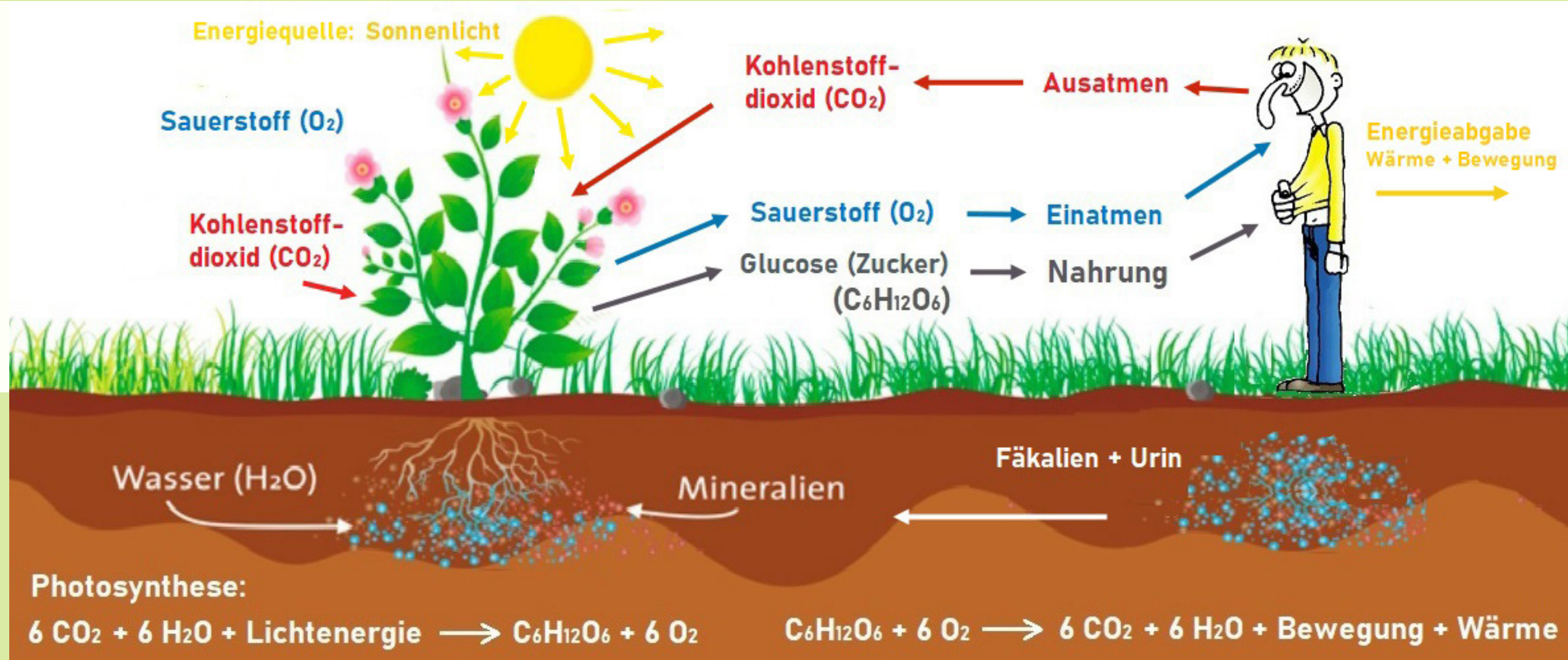
# Der Wasserkreislauf





# DER NAHRUNGSKREISLAUF

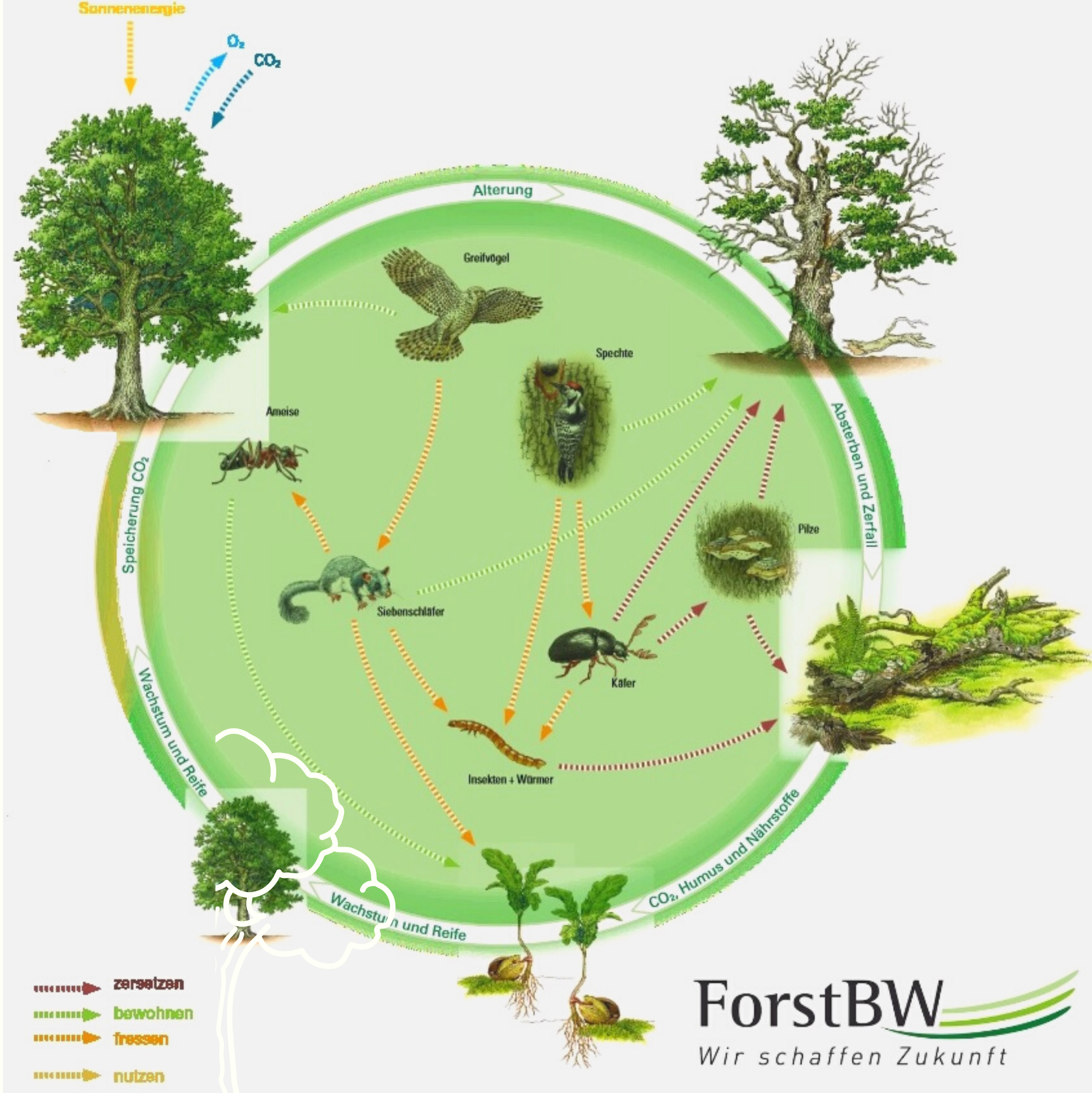
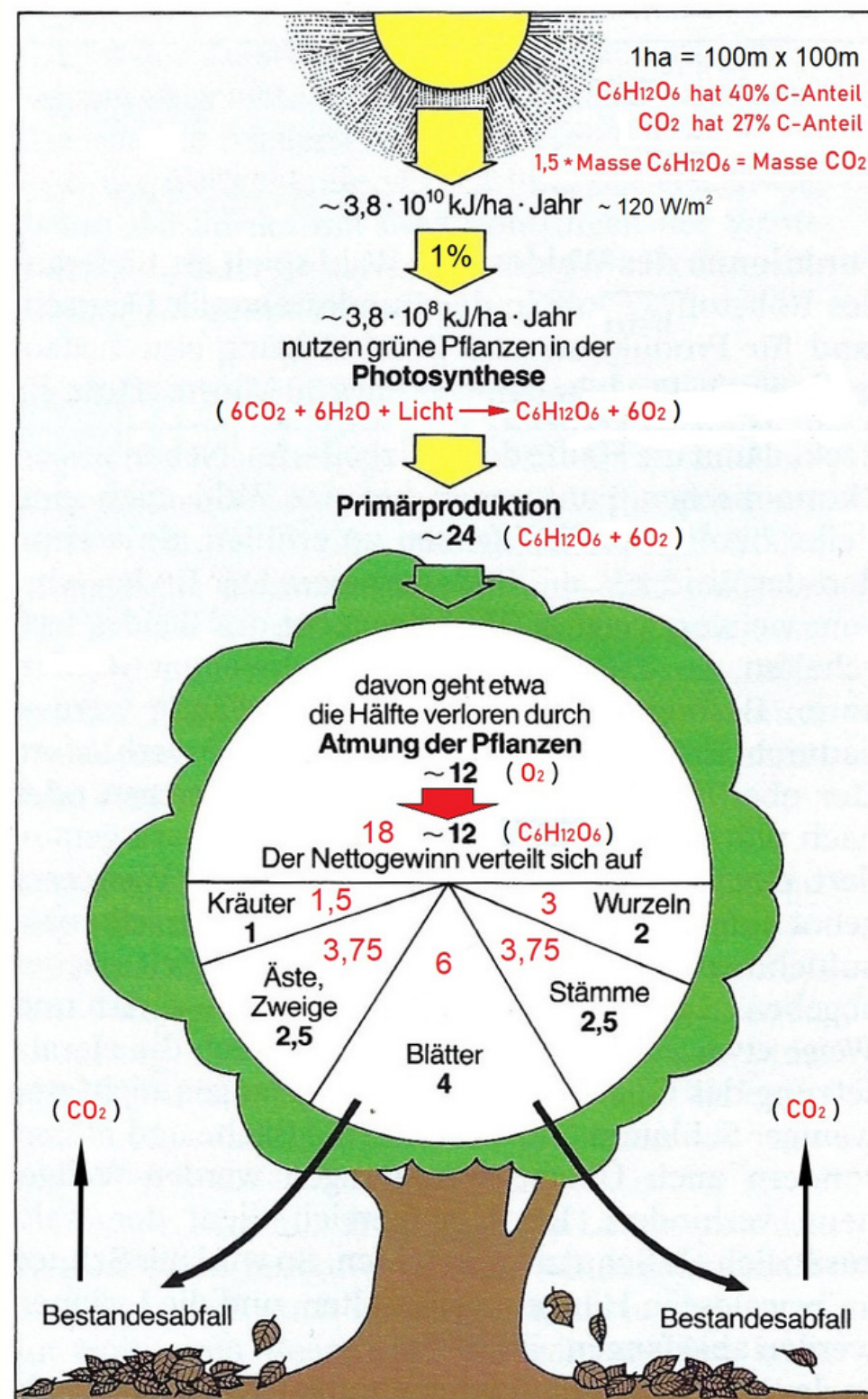
Teil des Kohlenstoffkreislaufs



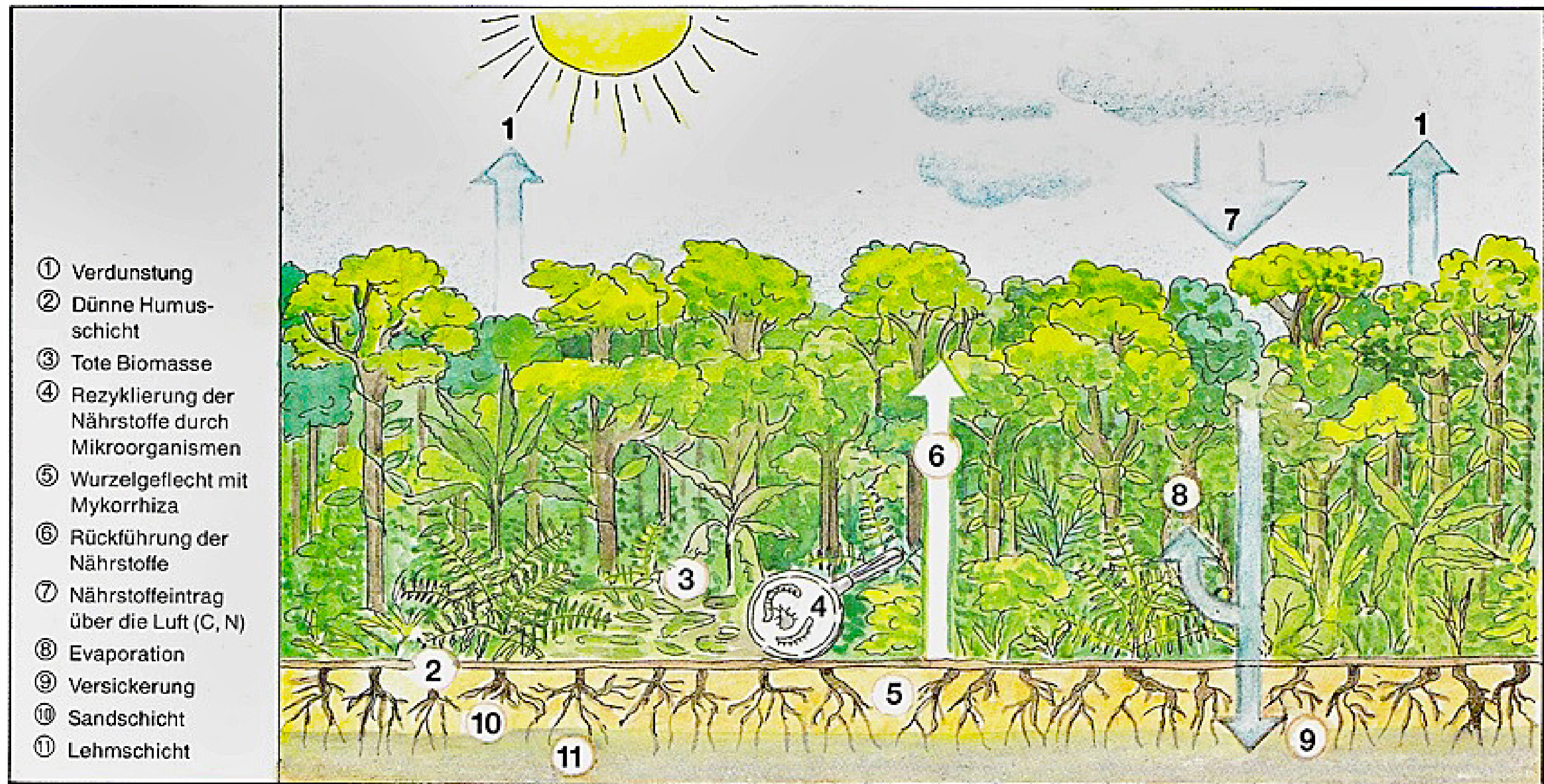


# HOLZKREISLAUF

Teil des Kohlenstoffkreislaufs





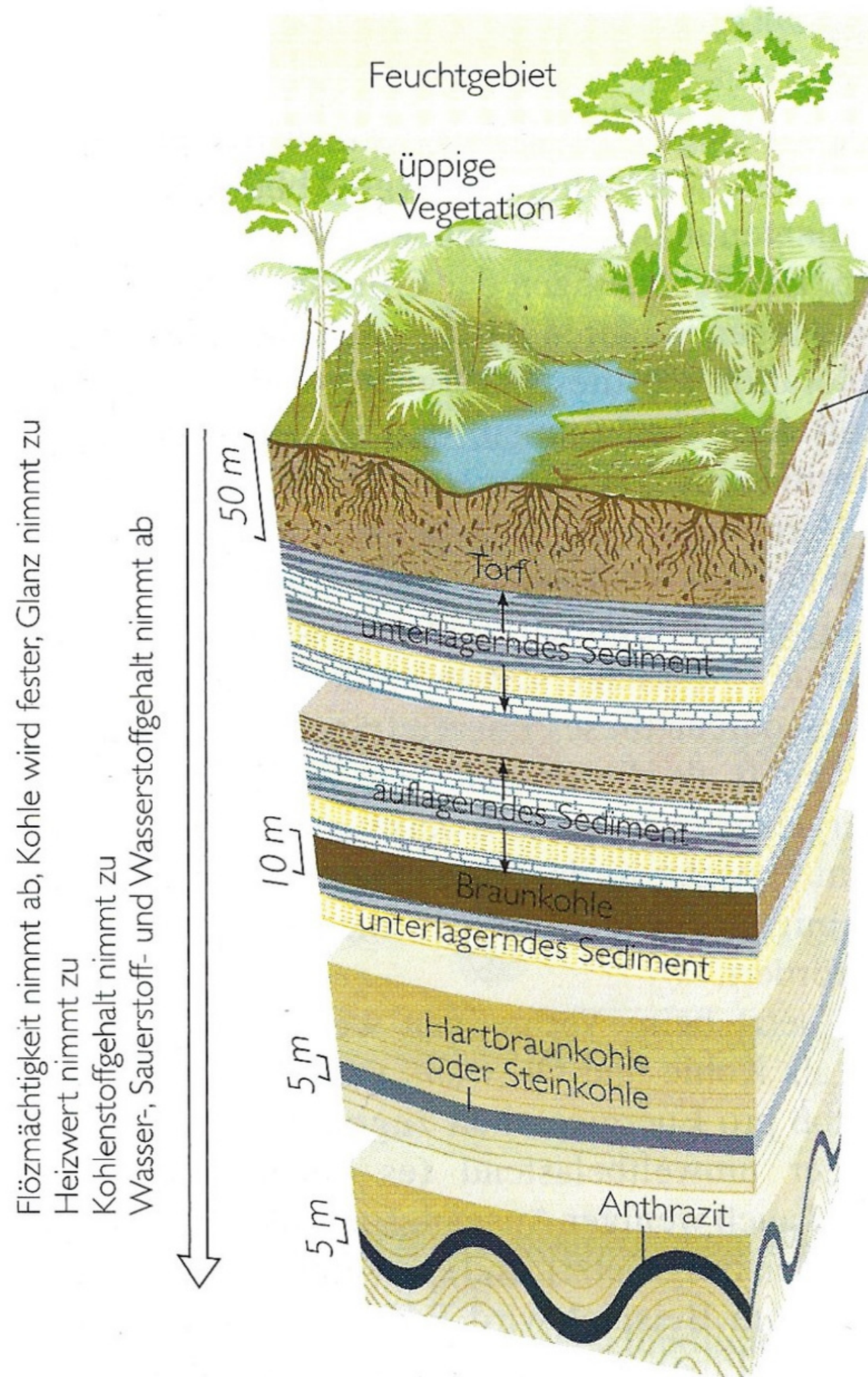


# KREISLAUF EINES INTAKTEN REGENWALDES

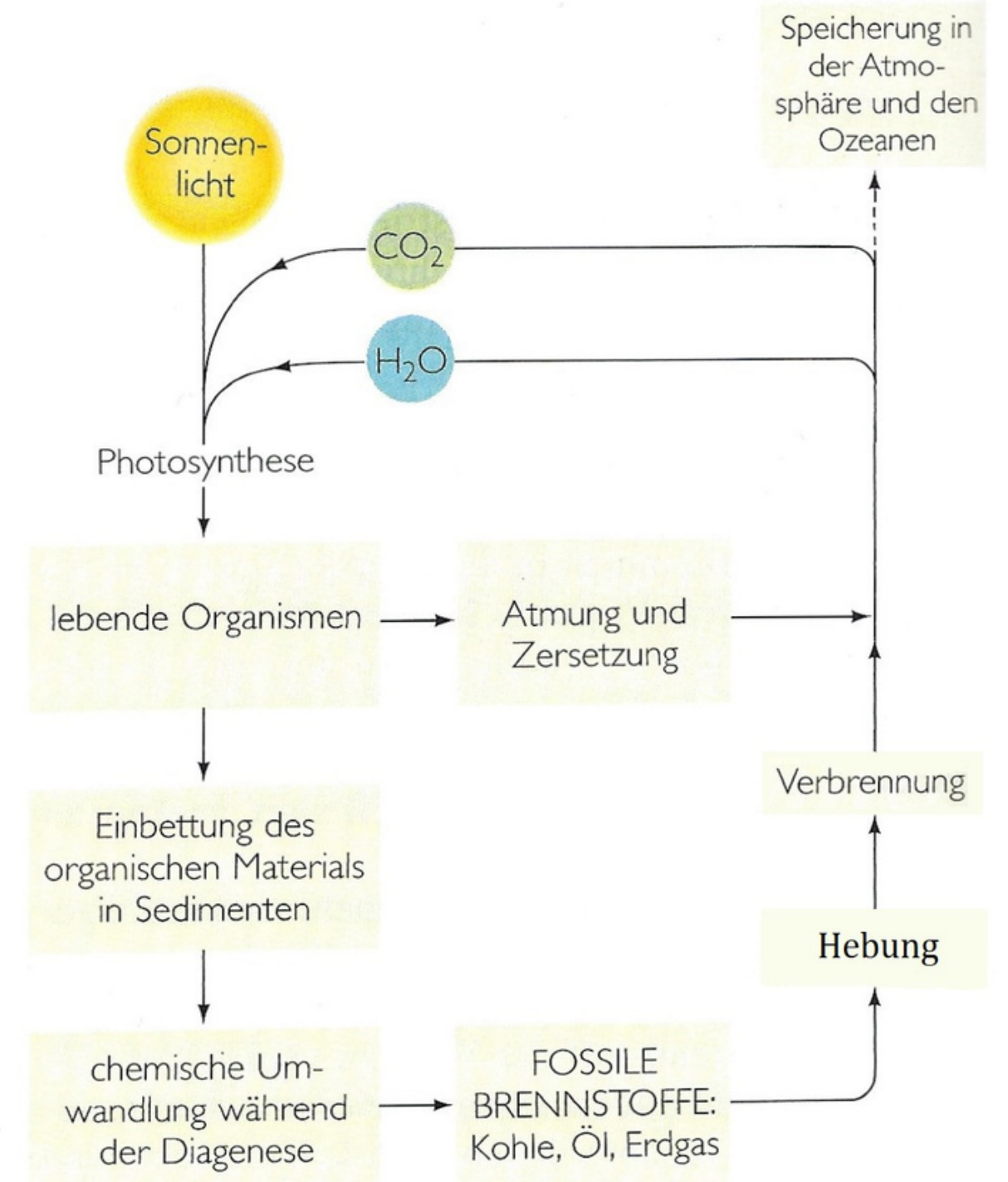
Teil des Kohlenstoffkreislaufs



# DER FOSSILE ENERGIEKREISLAUF

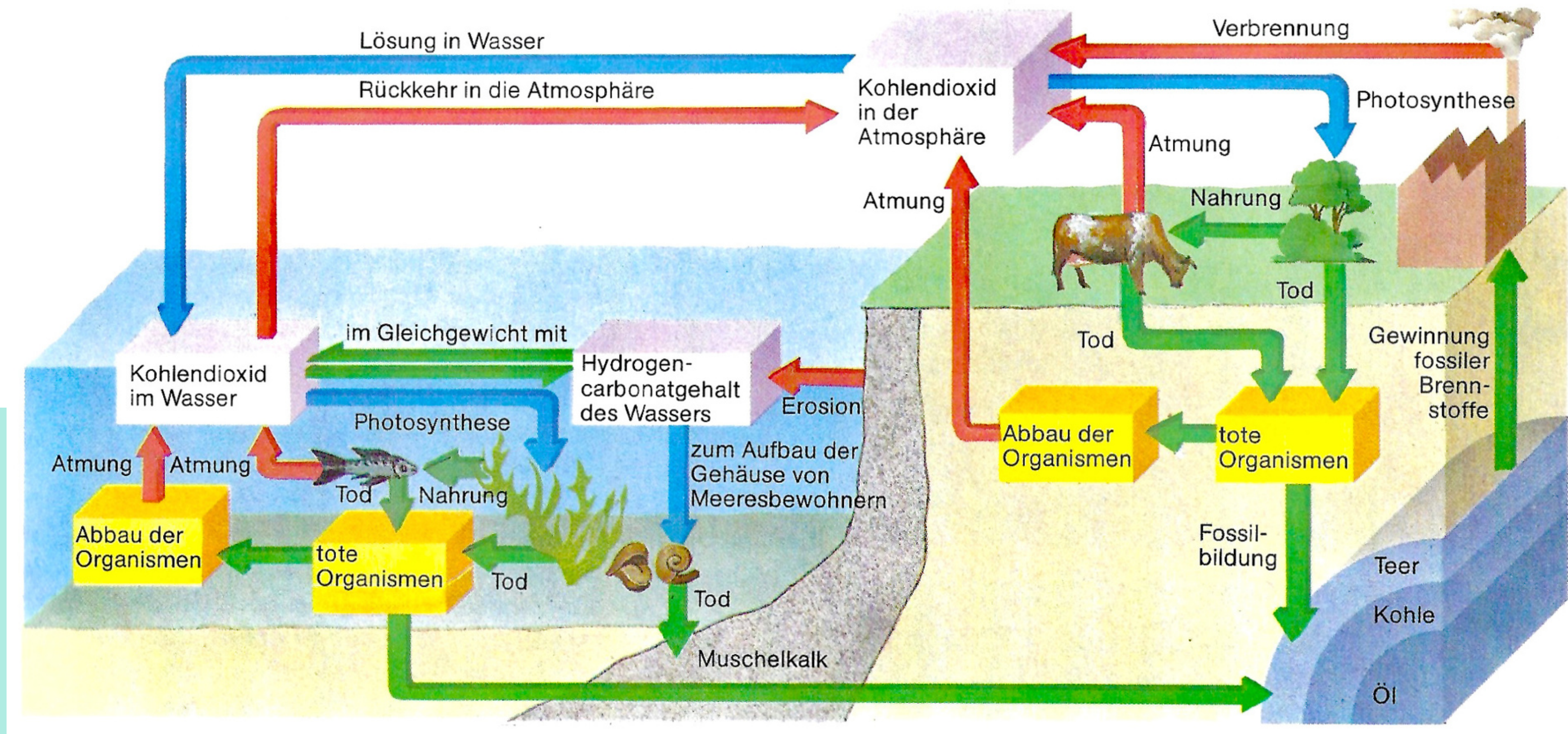


## Teil des Kohlenstoffkreislaufs



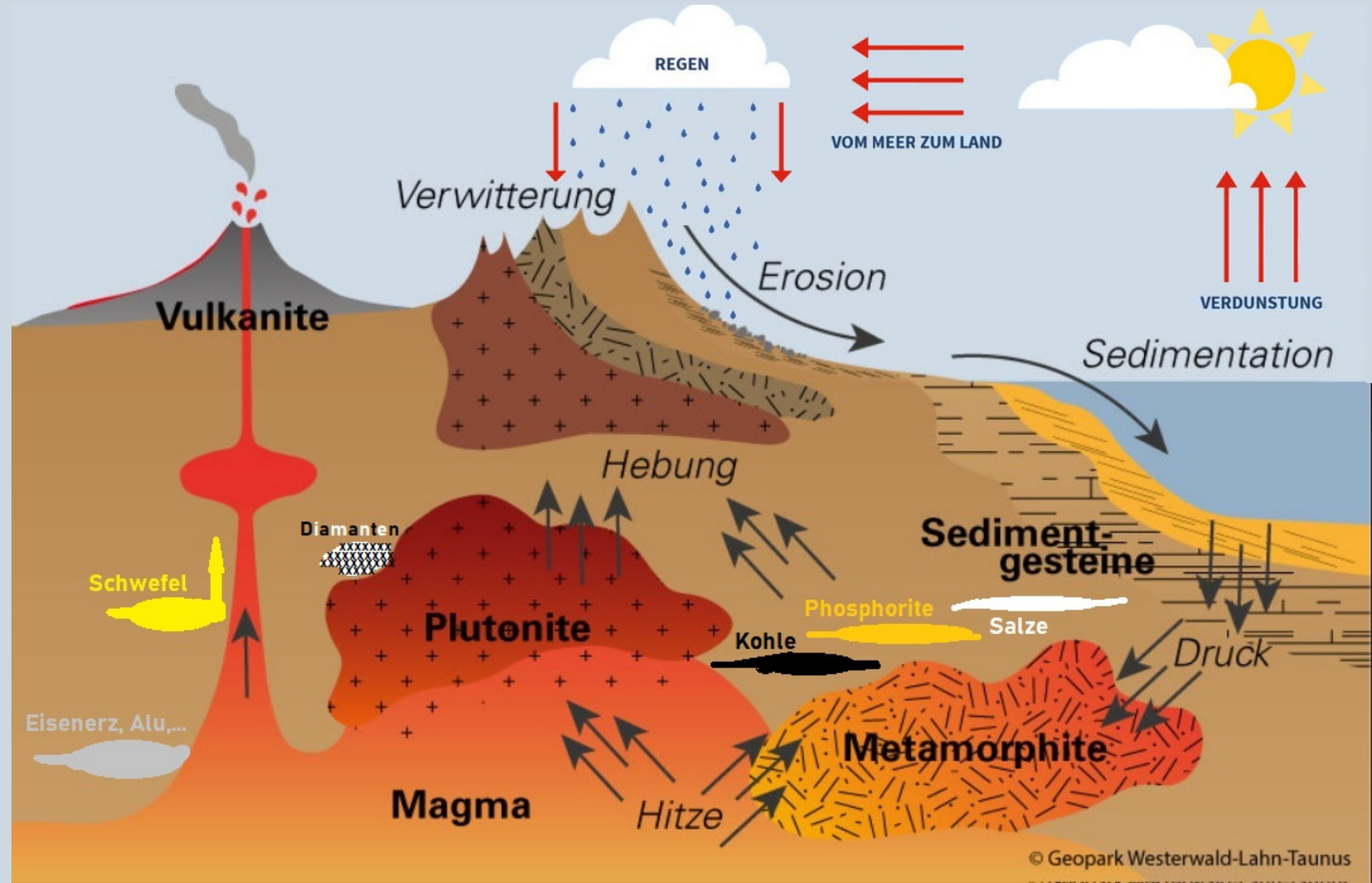
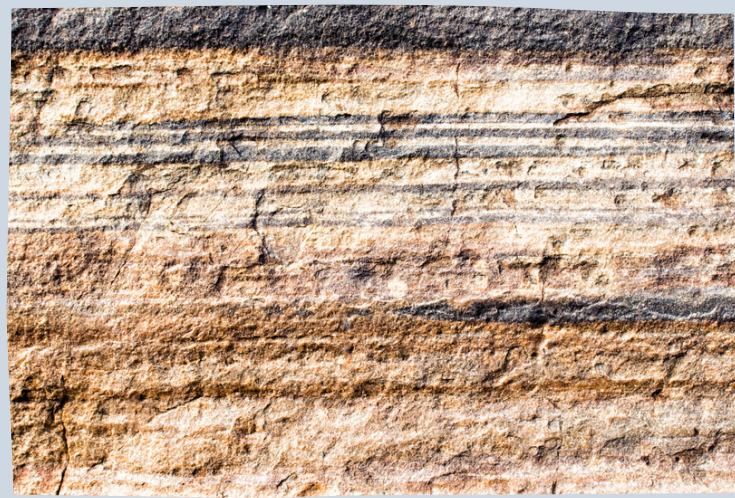
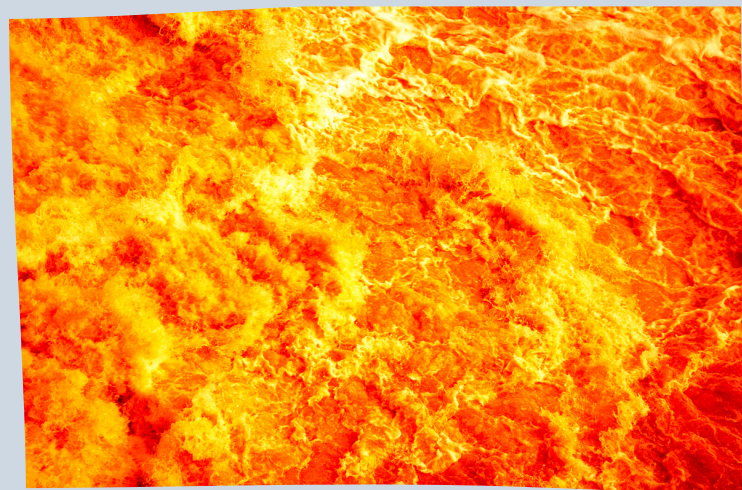


# DER GESAMTE KOHLENSTOFF-KREISLAUF





# DER GEOLOGISCHE GESTEINS-KREISLAUF





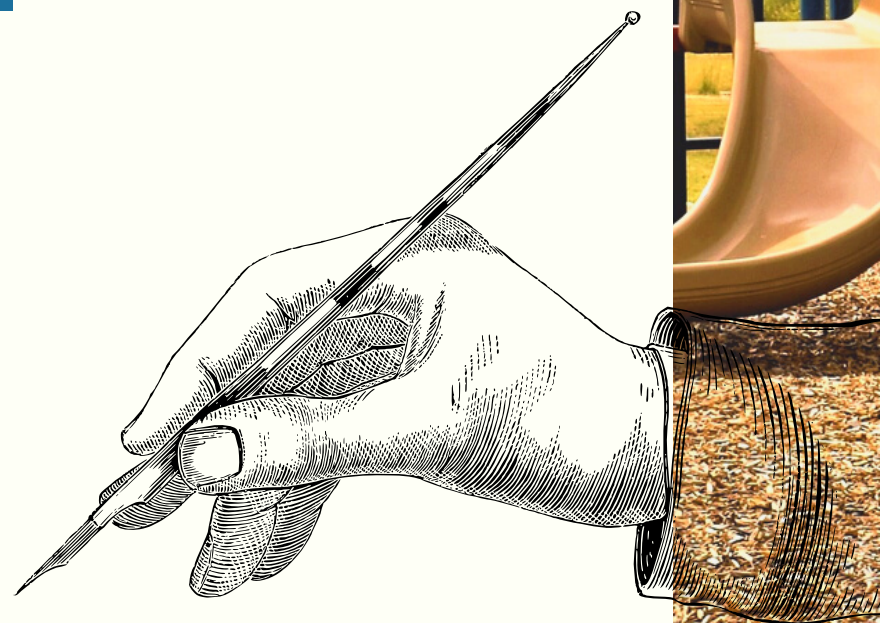


EINFLUSS DES MENSCHEN

# KREISLÄUFE DER NATUR

Willenskraft trifft auf Naturgesetze

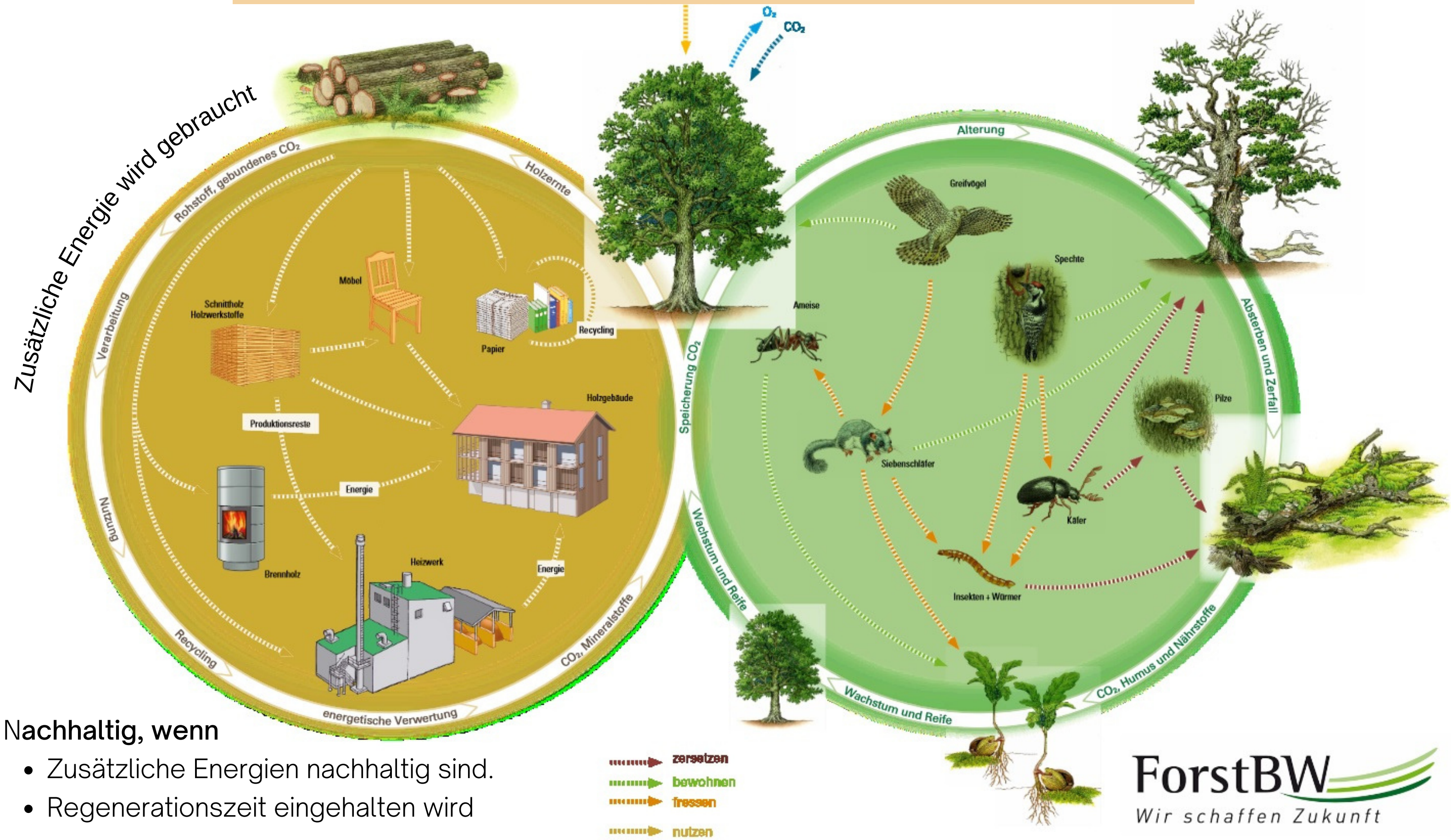
Man liebt nur was man kennt,  
und man schützt nur, was man liebt.







# ERWEITERTER HOLZKREISLAUF

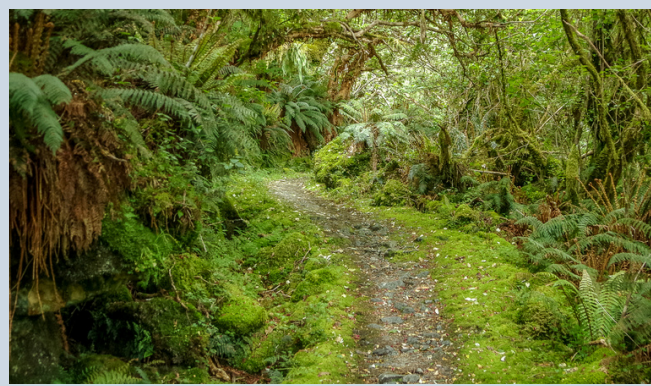


Nachhaltig, wenn

- Zusätzliche Energien nachhaltig sind.
- Regenerationszeit eingehalten wird



# KAHLSCHLAG? KANN JEDER



Jahr 1280  
unberührte Natur  
ca. **85%** Waldfläche

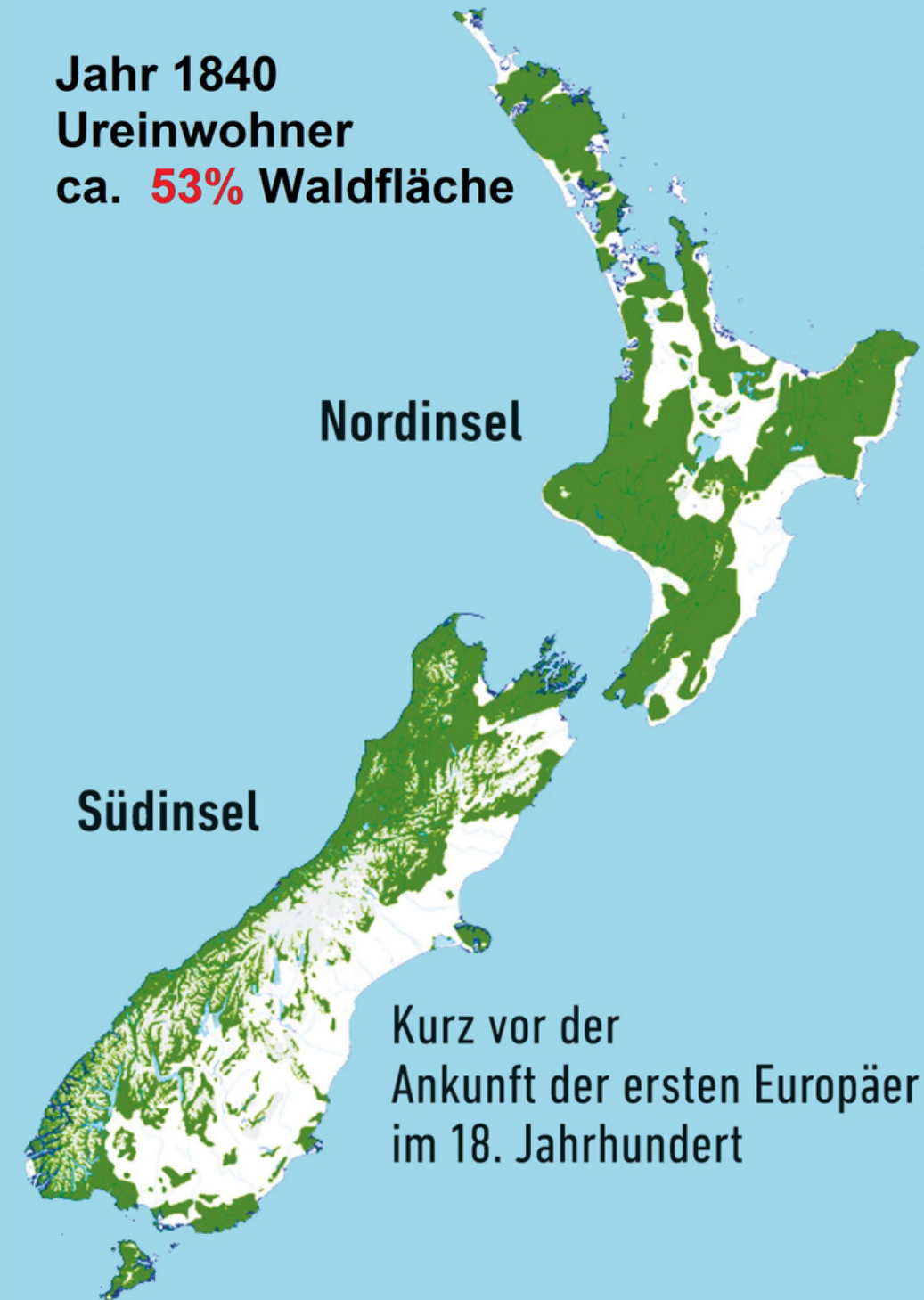
## Die Entwaldung Neuseelands



Vor der Ankunft der  
ersten polynesischen Siedler  
um das Jahr 1280 n. Chr.

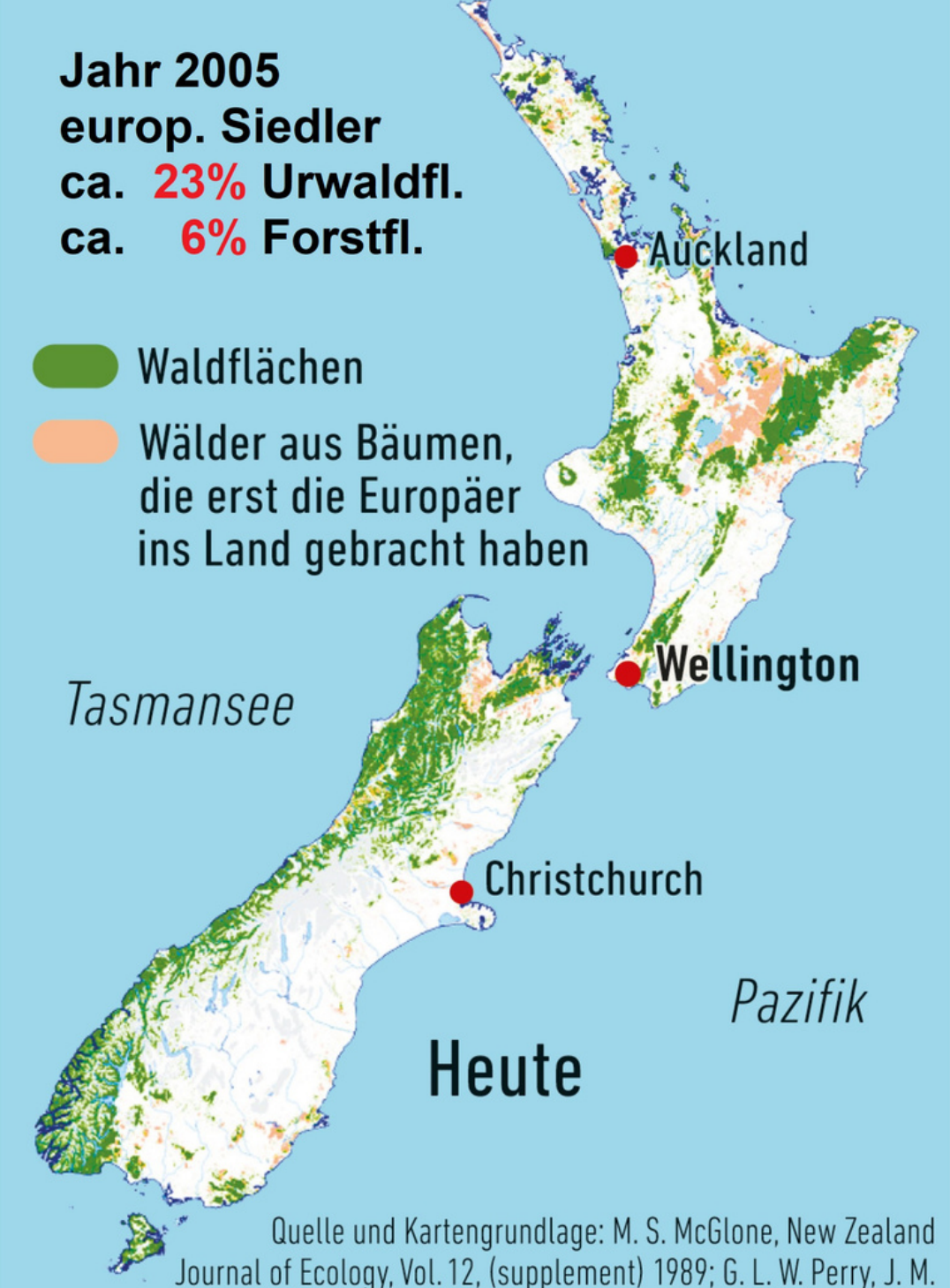
F.A.Z.-Bearbeitung lev. 100 km

Jahr 1840  
Ureinwohner  
ca. **53%** Waldfläche



Kurz vor der  
Ankunft der ersten Europäer  
im 18. Jahrhundert

Jahr 2005  
europ. Siedler  
ca. **23%** Urwaldfl.  
ca. **6%** Forstfl.



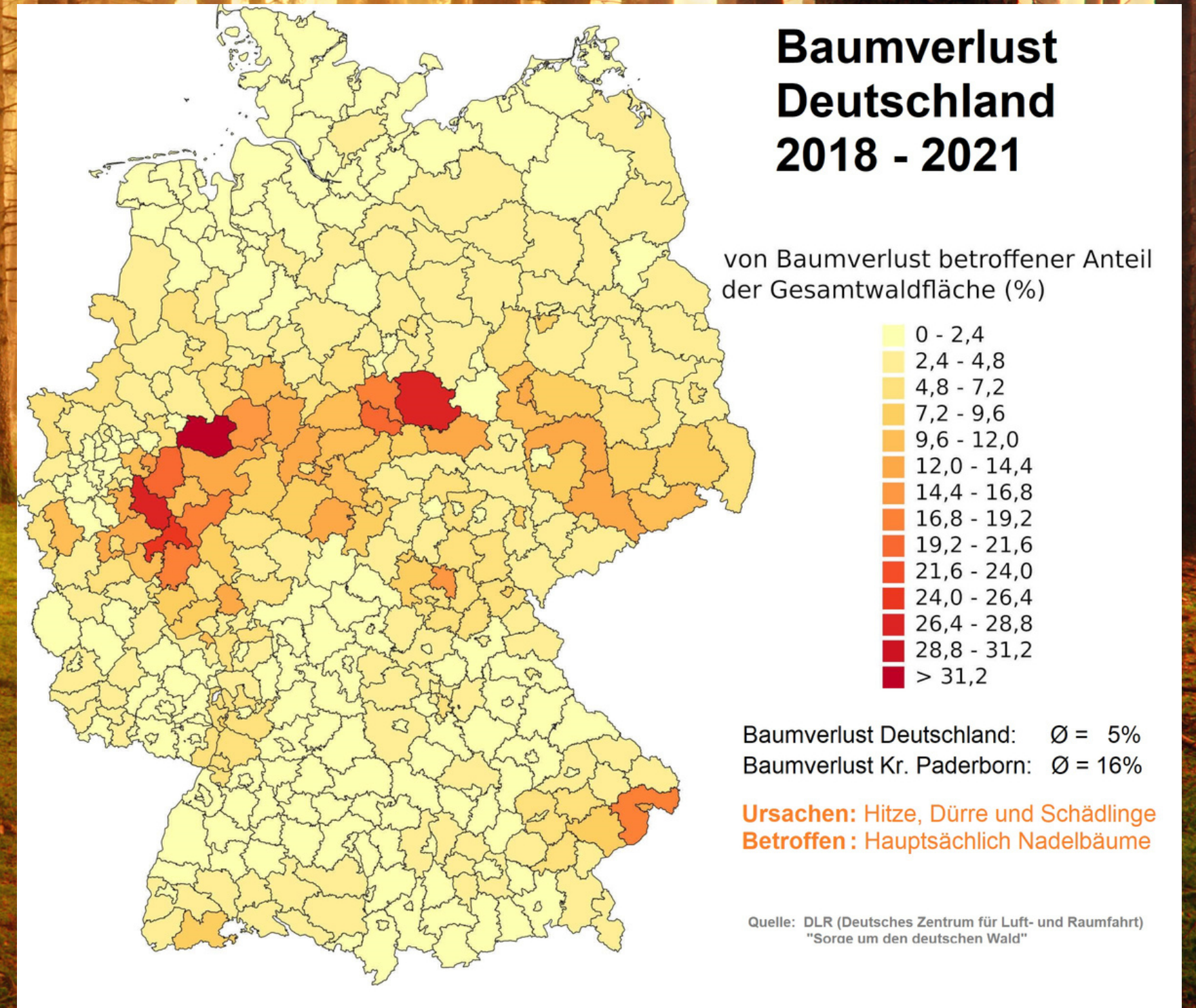
- Waldflächen
- Wälder aus Bäumen,  
die erst die Europäer  
ins Land gebracht haben

Heute

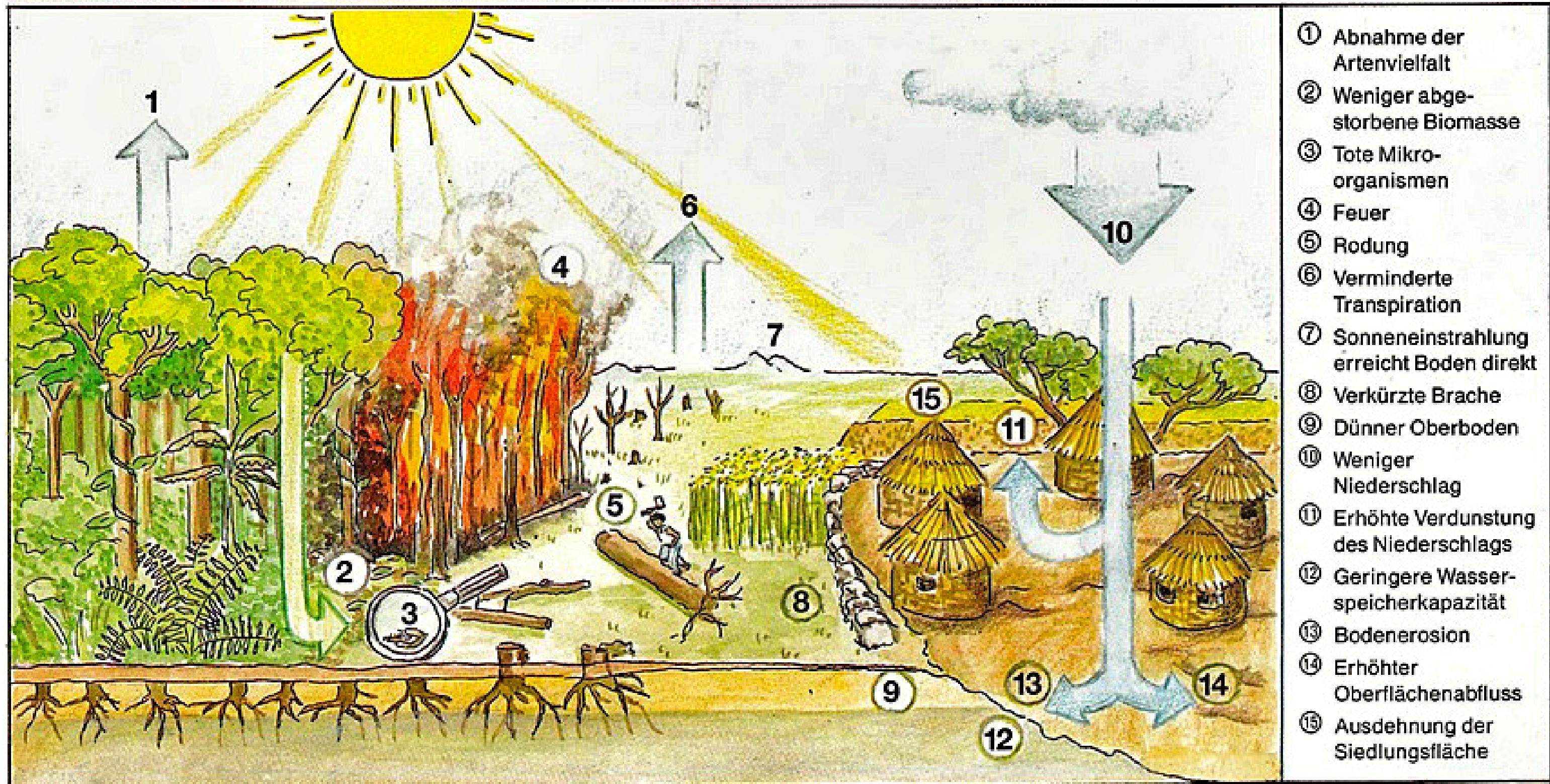
Quelle und Kartengrundlage: M. S. McGlone, New Zealand  
Journal of Ecology, Vol. 12, (supplement) 1989; G. L. W. Perry, J. M.  
Wilmschurst & Matt S. McGlone, New Zealand Journal of Ecology, Vol. 38, No. 2, 2014



# KLIMAWANDEL, HITZE, DÜRRE, BORKENKÄFER



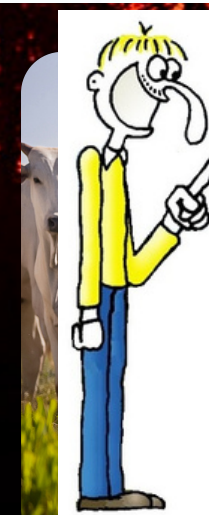
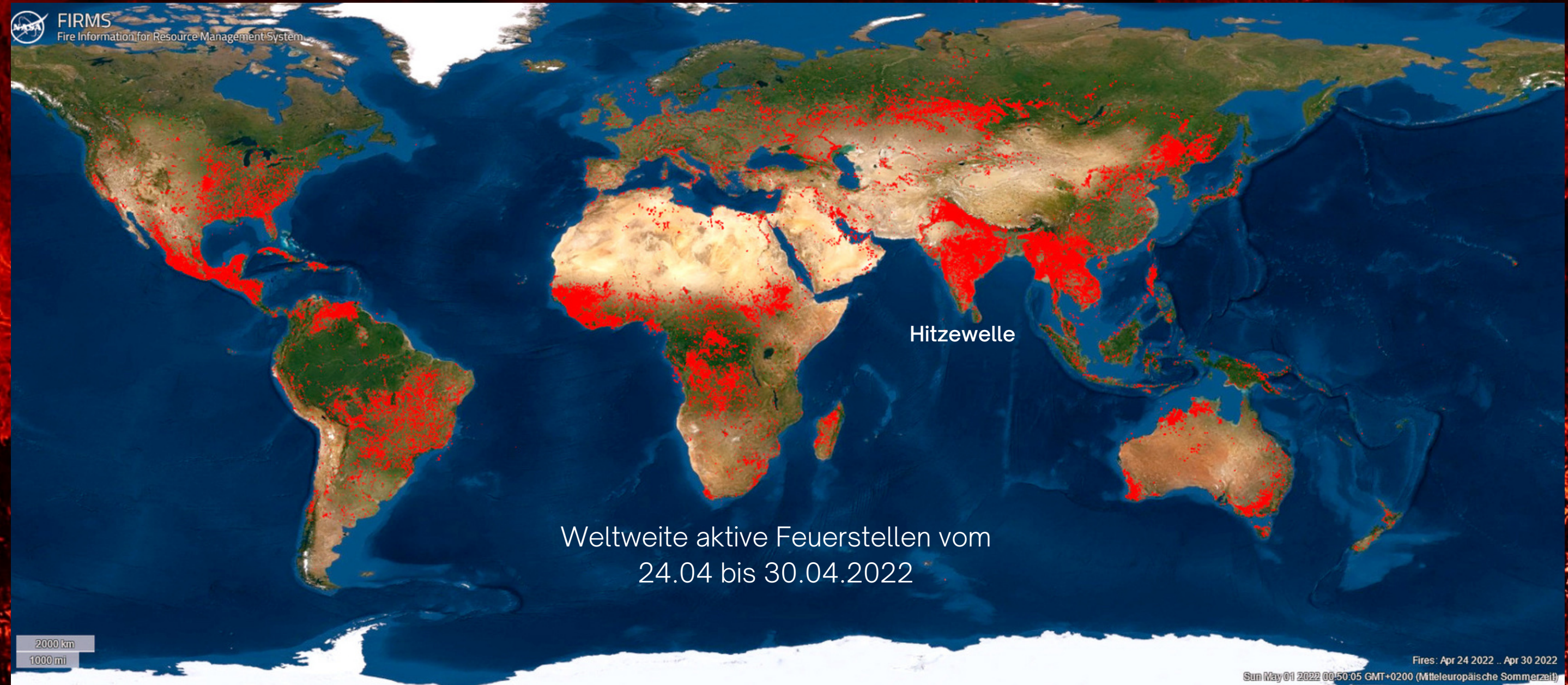




# NUTZUNG DES REGENWALDES DURCH DEN MENSCHEN

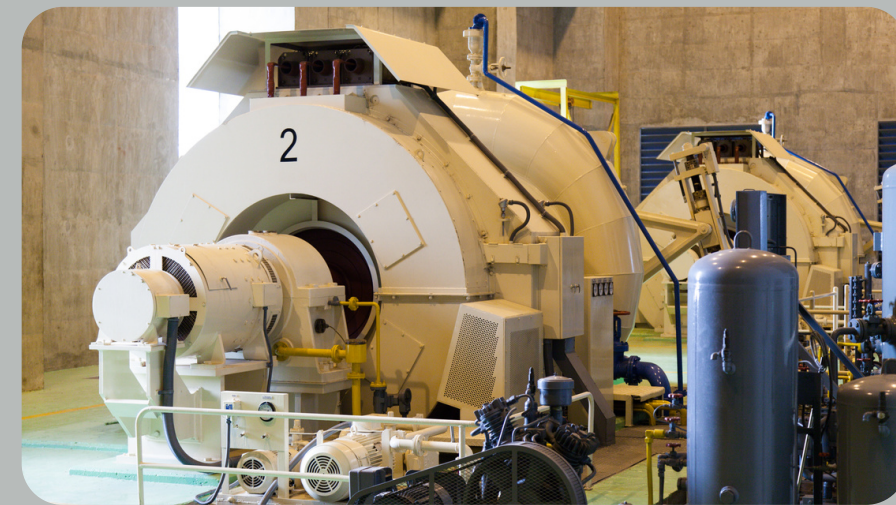
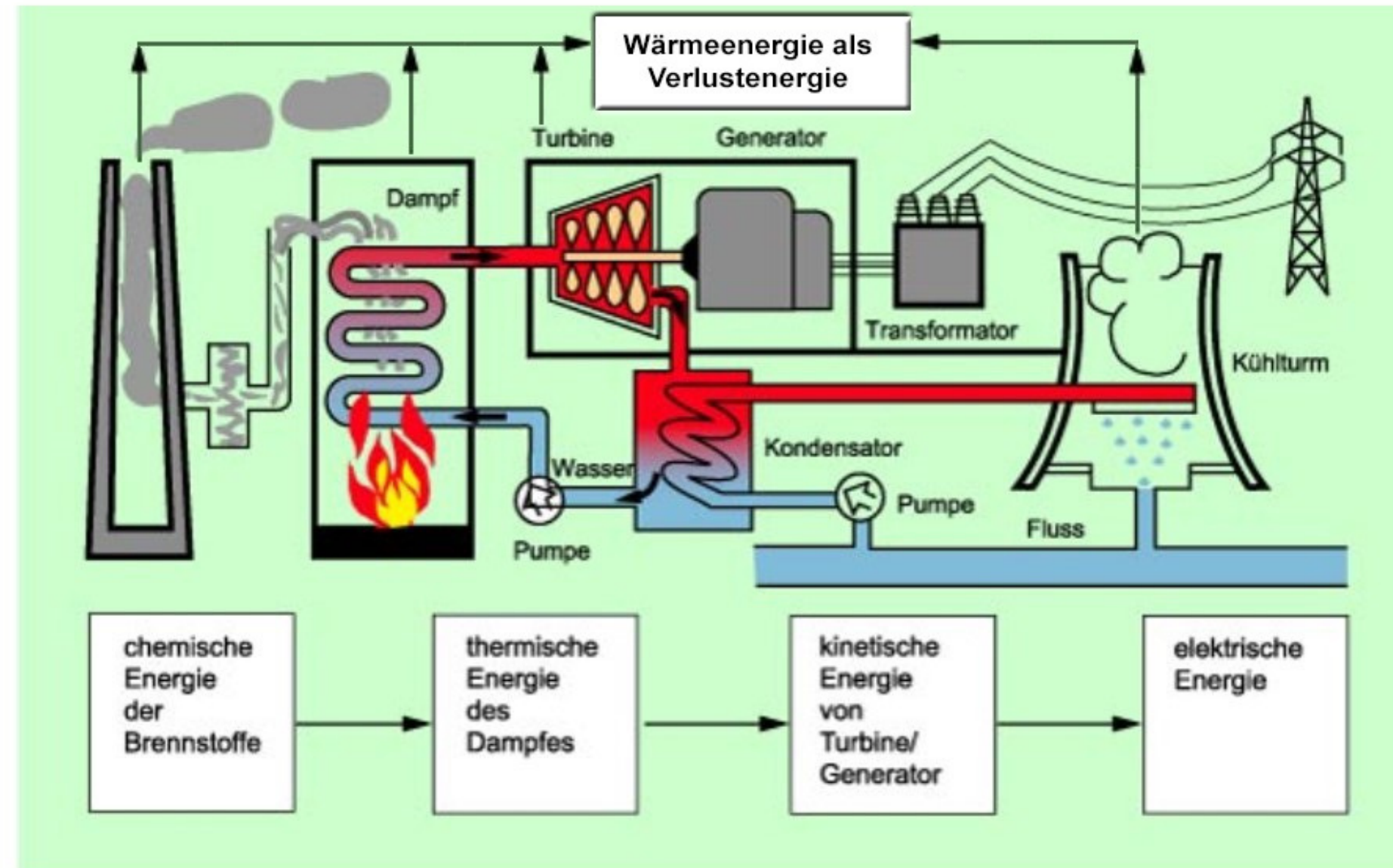


# URWALDVERNICHTUNG FÜR DEN WIRTSCHAFTLICHEN GEWINN



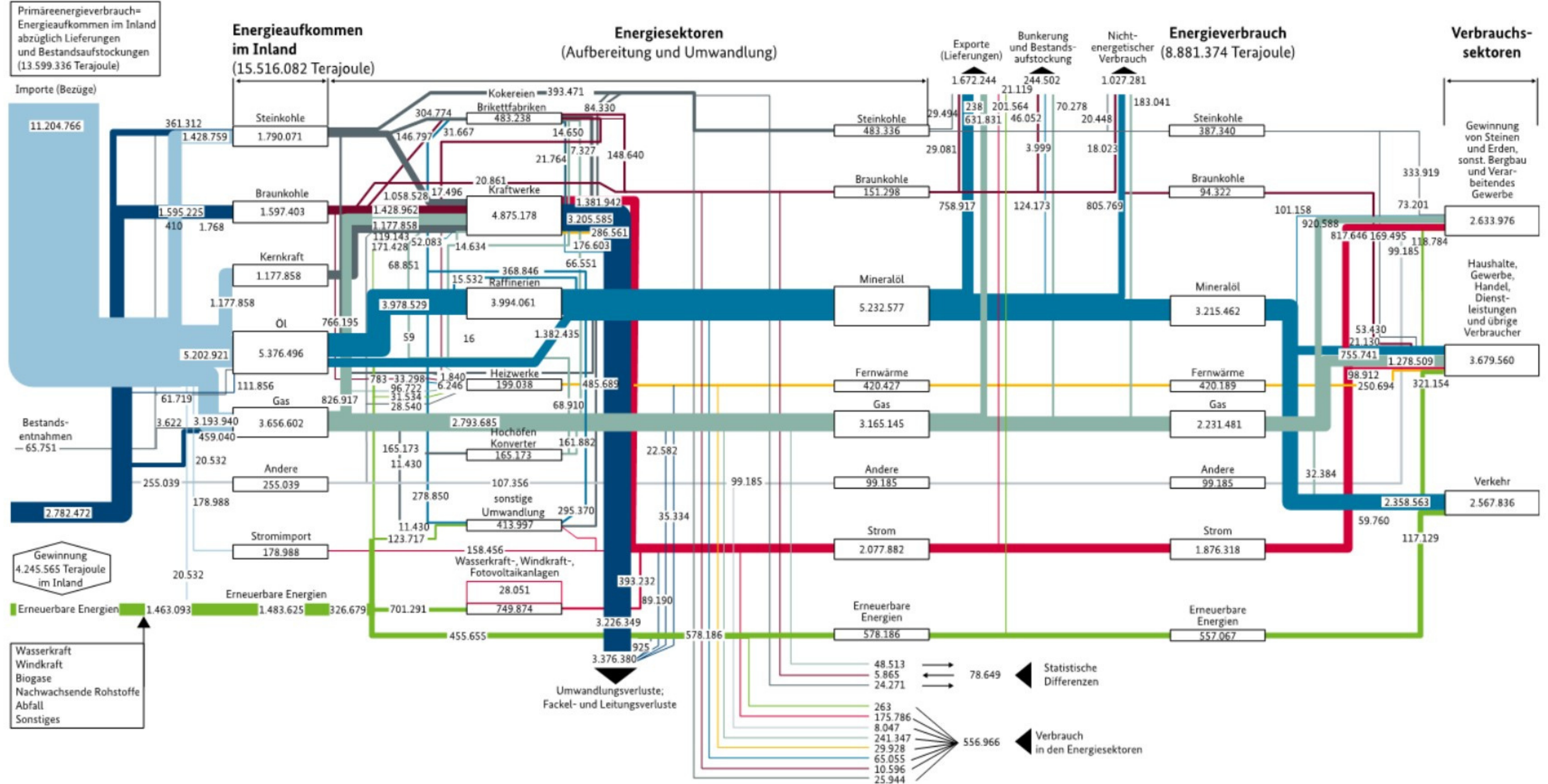


# NUTZUNG FOSSILER ENERGIEN



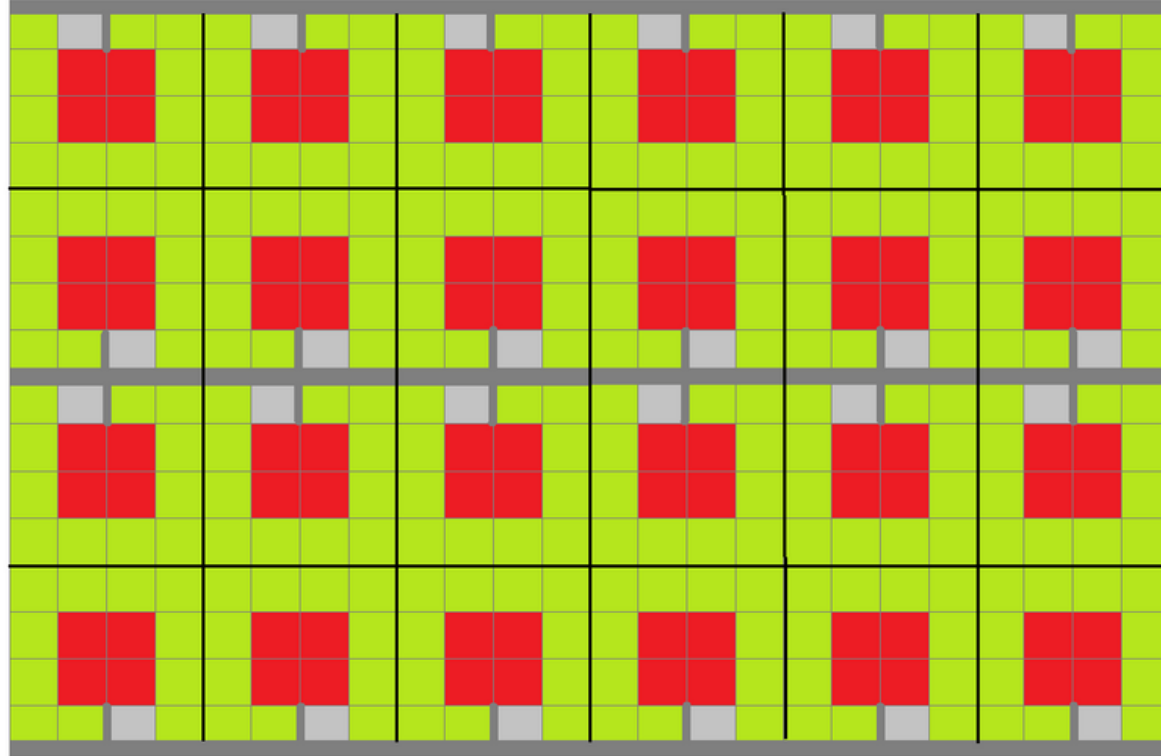


Energieflussbild 2011 Deutschland (Energieeinheit Terajoule)





# NACHHALTIGKEIT DURCH BAUFORM VON GEBÄUDEN



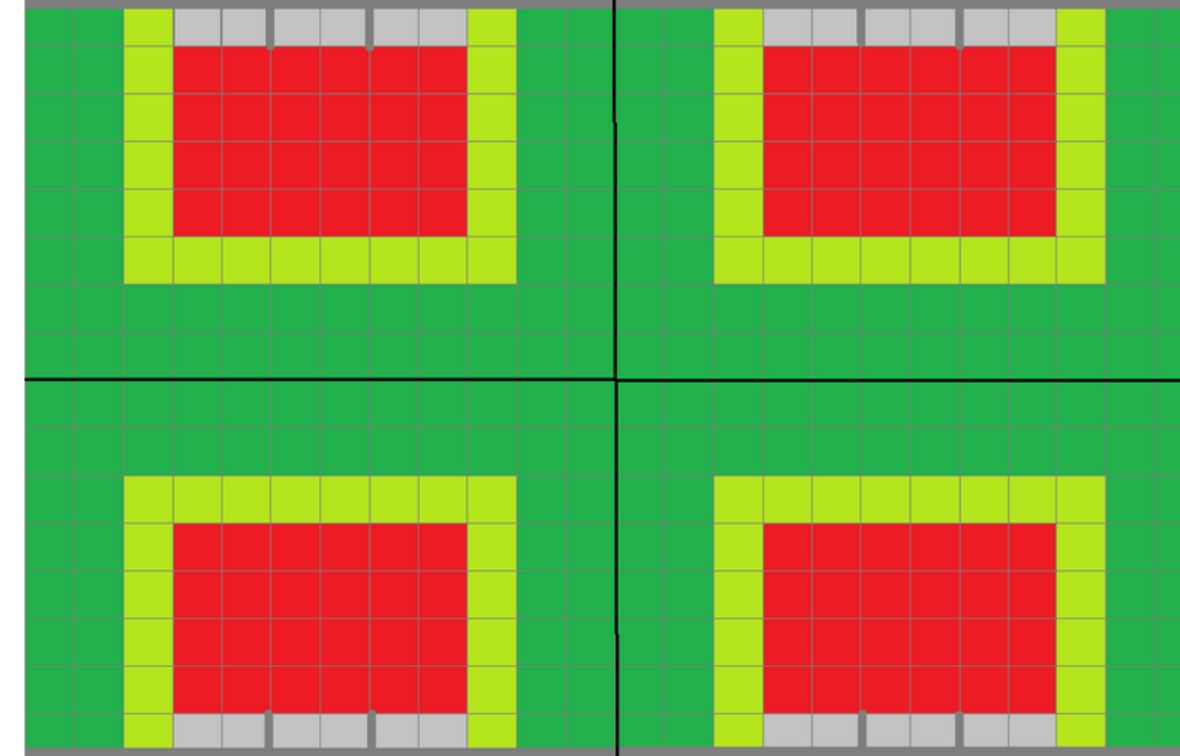
## Stadtteil mit Einfamilienhäuser

24 Einfamilienhäuser mit jeweils  
1 Parkplatz + Weg  
1 Straßenzugang  
1 Mindestabstand (Wiese)

### Ressourcen-Verbrauch:

4 x 24 = 96 Dach-Quadrate  
8 x 24 = 192 Wand-Quadrate

24 Heizungsanlagen  
24 Lüftungsanlagen  
24 Einzelparkplätze  
24 Zugangswege  
3 Straßen  
24 Hausanschlüsse  
24 Abwasseranschlüsse



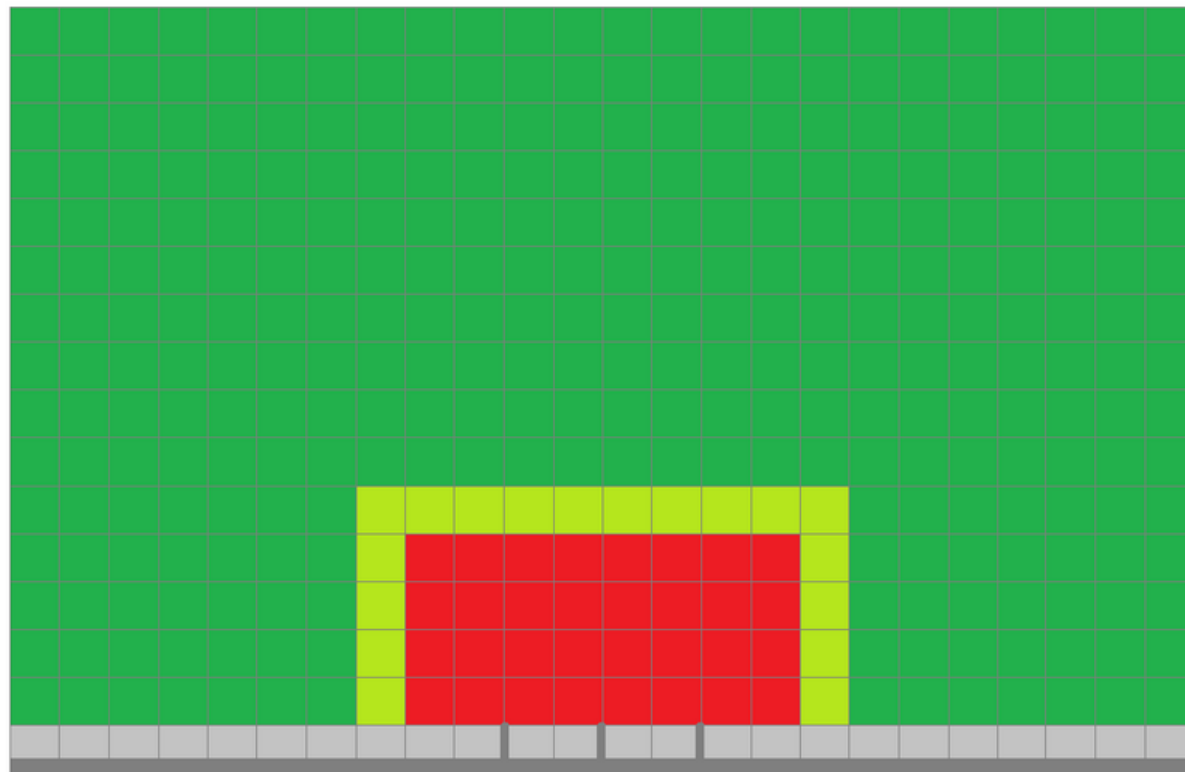
## Stadtteil mit 4 Mehrfamilienhäuser

4 x 6 = 24 Wohnungen mit jeweils  
1 Parkplatz + Weg  
1 Straßenzugang  
1 Mindestabstand (Wiese)

### Ressourcen-Verbrauch:

4 x 24 = 96 Dach-Quadrate  
4 x 20 = 80 Wand-Quadrate

4 Heizungsanlagen  
4 Lüftungsanlagen  
4 Mehrparkplätze (6)  
8 Zugangswege  
2 Straßen  
4 Hausanschlüsse  
4 Abwasseranschlüsse



## Stadtteil mit Mehrfamilienhaus (

3 x 8 = 24 Wohnungen mit jeweils  
1 Parkplatz + Weg  
1 Straßenzugang  
1 Mindestabstand (Wiese)

### Ressourcen-Verbrauch:

4 x 8 = 32 Dach-Quadrate  
3 x 24 = 72 Wand-Quadrate

1 Heizungsanlagen  
1 Lüftungsanlagen  
1 Mehrparkplatz (24)  
3 Zugangswege  
1 Straße  
1 Hausanschluss  
1 Abwasseranschluss





# EIN PAAR SCHLUSSGEDANKEN



## Zu unserem Wirtschaftssystem versus Naturgesetze:

- Naturgesetze arbeiten nach "Try and Error".
- Der Mensch bringt Willenskraft und Planung in die Natur.
- Leistung ist typisch für den Menschen.
- Wirtschaftswachstum kann niemals grenzenlos sein.
- Effizienzsteigerung geht immer auf Kosten der Flexibilität.
- Gewinnsteigerung führt letztendlich zur Armut aller.

➡ Ungestörte Abläufe in der Natur sind immer nachhaltig.  
Die Natur sorgt immer dafür, dass alle die gleichen, fairen Chancen haben.





# VIELEN DANK!



## Es gäbe noch soviel mehr zu erzählen, ...

- aber ich glaube es ist momentan mehr als genug.
- aber es wäre schön, wenn ihr dieses Wissen schon weitererzählt
- in Gesprächen und Diskussionen können wir das Thema fortsetzen.
- mehr Informationen dazu gibt es auf der Website [metanoia-for-future](http://metanoia-for-future.de)
- auf der Website findet ihr unter "Nachhaltigkeit" ein ausführliches [Dokument zum Thema](#), mit vielen weiteren interessanten Aspekten.
- die Geschichten werden weiter geschrieben.

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit und alle, die diesen Vortrag ermöglicht haben.

Michael Schurwanz



[www.metanoia-for-future.de](http://www.metanoia-for-future.de)

