

Berufliche Didaktik Labor- und Prozesstechnik: technische Aspekte

# Erkenntnisunterstützende Mittel zur Erarbeitung technischer Aspekte

TU Dresden

Berufliche Fachrichtung Chemietechnik; Didaktik der Chemie

# Medien

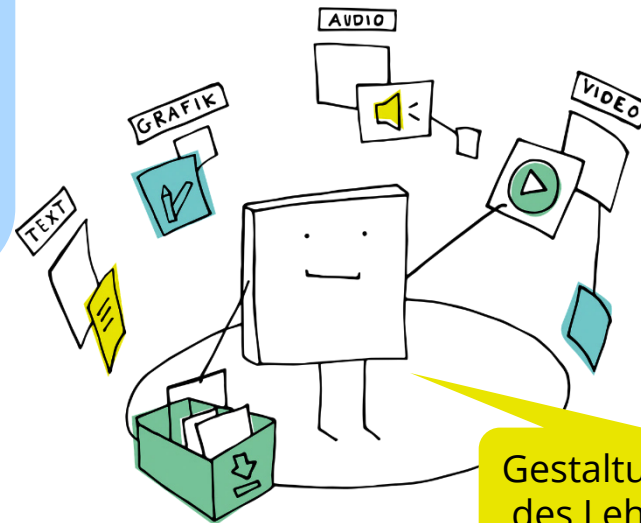
... bezeichnen im bildungssprachlichen Kontext sowohl **vermittelnde Elemente** als auch **materielle (Daten-)Träger von Informationen**

## Repräsentationsformen (inhaltlich)

haben das Potenzial Erkenntnisprozess zu unterstützen

## Erkenntnisunterstützende Mittel

- Folie
- Video/Film
- Tafel
- Arbeitsblatt
- Lehrbuch
- Foto
- ...



Gestaltungsaufgabe des Lehrers!

# Repräsentationsformen & erkenntnisunterstützende Mittel



original



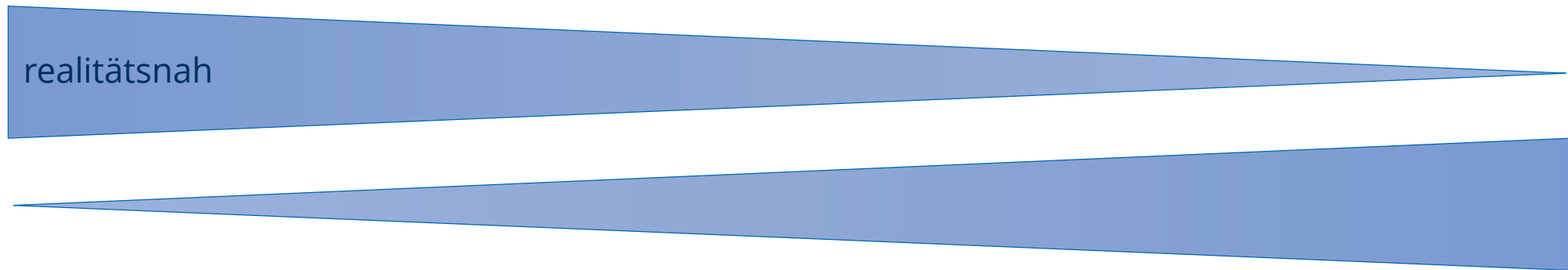
erscheinungsaffin



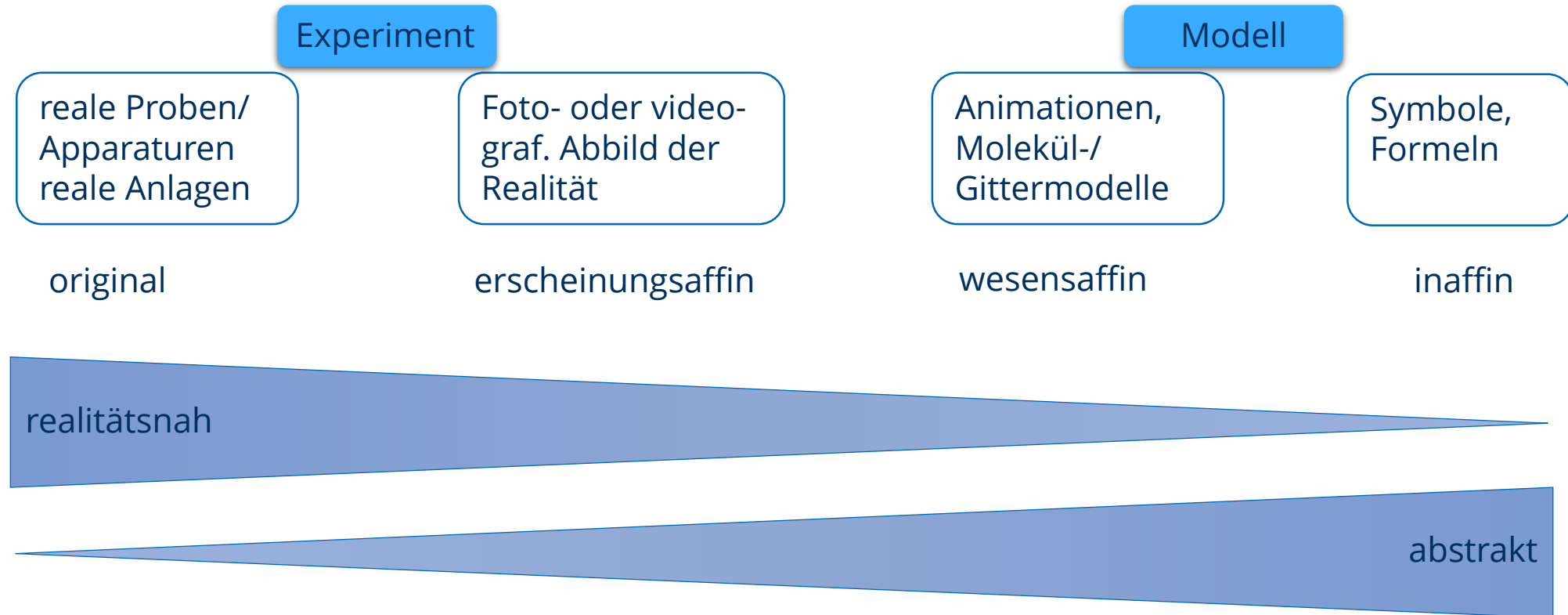
wesensaffin



inaffin



# Repräsentationsformen & erkenntnisunterstützende Mittel



# Technische Bildungsinhalte vermitteln Abbildungen

Ordnen Sie jeweils die Repräsentationsform der folgenden Abbildungen zur Fotometrie zu.

Erläutern Sie anschließend die Lernpotenziale und Herausforderungen, die mit dem Einsatz der jeweiligen Abbildung zur Erarbeitung des Analyseverfahrens verbunden sind.

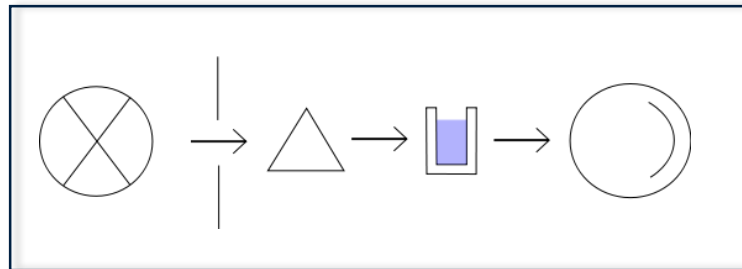


Abb. 1: Fotometer

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fotometer.svg>  
CC BY-SA 3.0 DEED)



Abb. 2: Tisch-Spektralfotometer  
(© M. Mathisik)

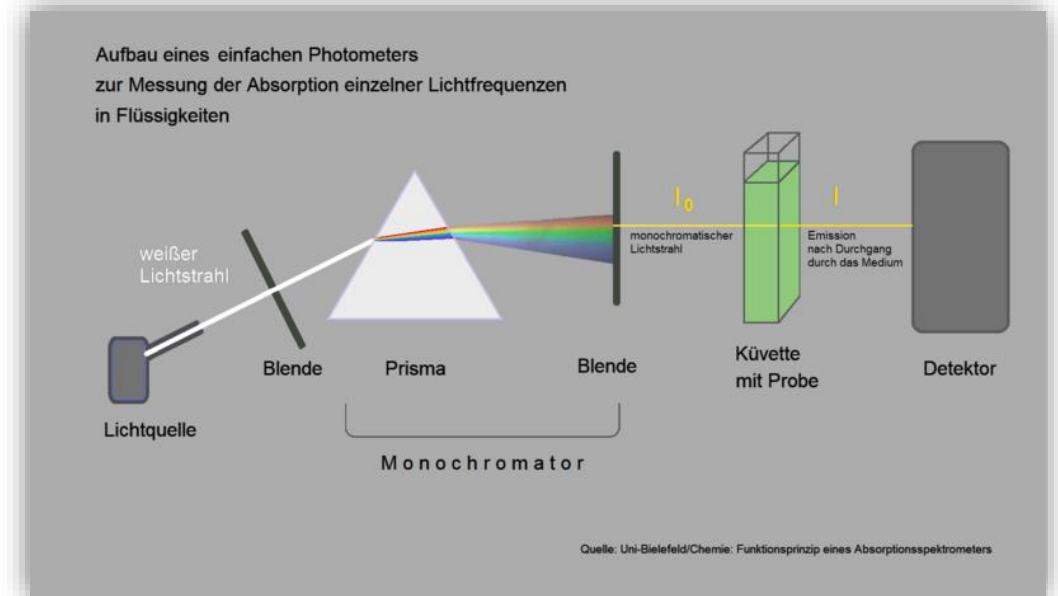


Abb. 3: Funktionsprinzip eines Absorptionsspektrometers  
([https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Photometer\\_mit\\_Monochromator.png](https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Photometer_mit_Monochromator.png)  
CC BY-SA 3.0 DEED)

Fokus: erkenntnisunterstützende Mittel

# Experimente

## zur Erarbeitung technischer Systeme

# Experimentieren im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

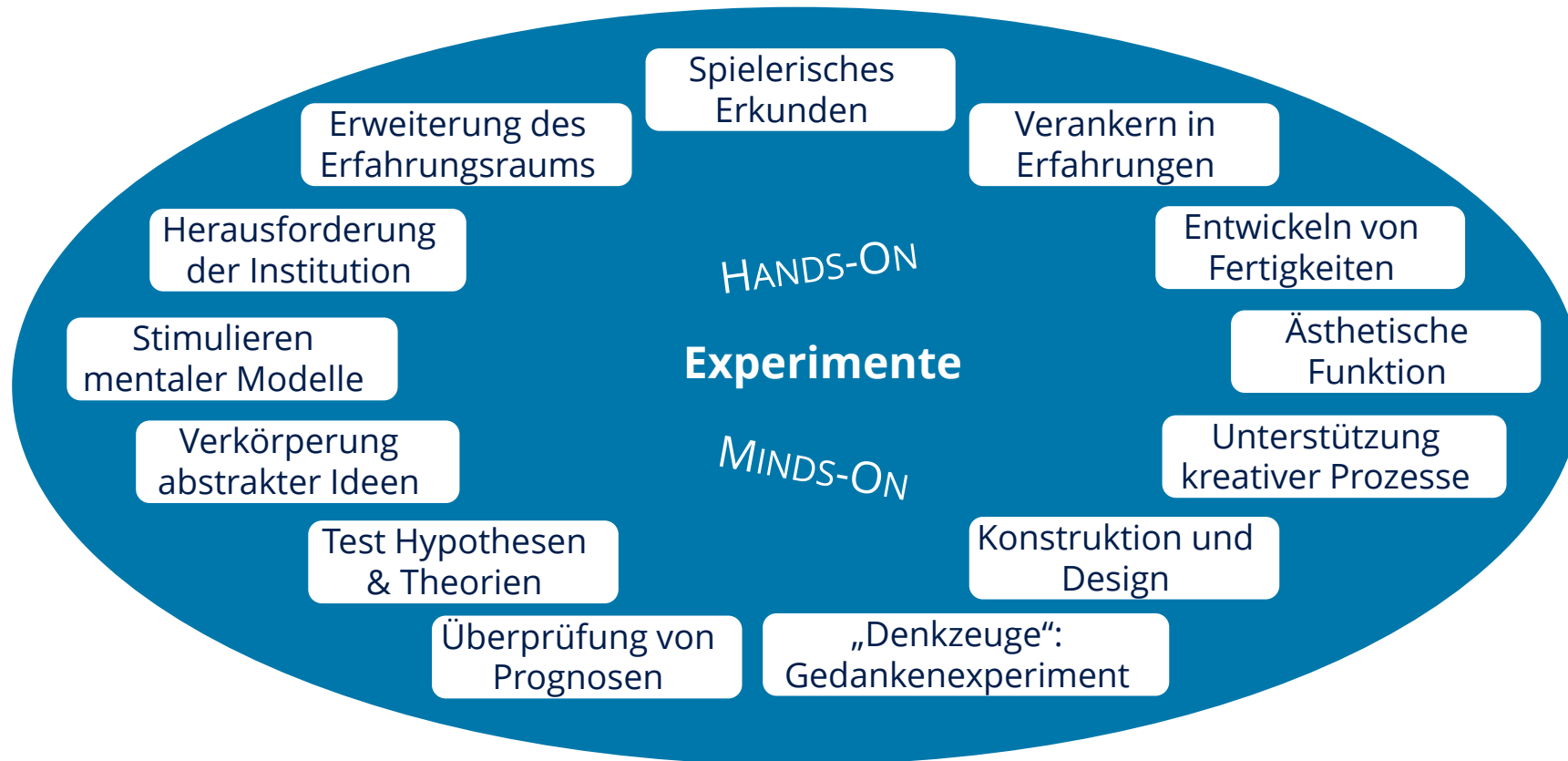
...ist „ein wiederholbares, nach expliziten Regeln gestaltetes Verfahren zur Erkenntnisgewinnung“, bei dem ausgewählte Teile der Wirklichkeit unter kontrollierten Bedingungen untersucht werden, um dadurch kausale (oder konditionale oder finale; M.N.) Zusammenhänge zu generieren oder in Bezug auf formulierte Hypothesen zu überprüfen.

(vgl. Gut-Glanzmann und Mayer, 2018, S. 121ff.)

## Experimentelle Kompetenz

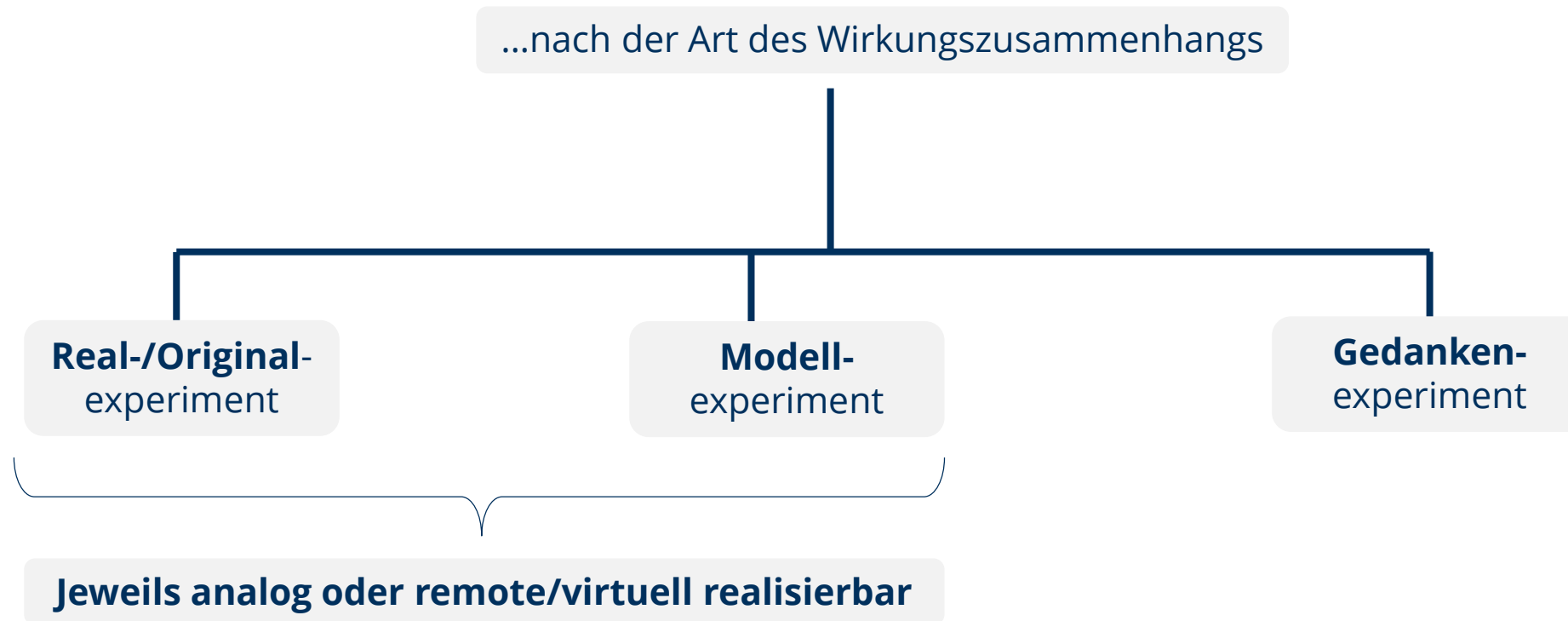
- Teil des Kompetenzbereichs **Erkenntnisgewinnung**
- eng verbunden mit *Nature of Science* und evidenzbasiertem Argumentieren
- umfasst **Wissen und Fähigkeiten** gezielt Daten über Natur/Wirklichkeit zu gewinnen, diese in Bezug auf Modelle und Theorien zu interpretieren und dadurch Erkenntnisse und Wissen über die Natur/Wirklichkeit abzuleiten (= **fachspezifische Arbeitstechniken**)
  - *Hypothese* → *experimentell überprüfbare Aussage* → *Durchführung Experiment (Planung & Beobachtung)*
  - *Deutung/Interpretation der Ergebnisse bezogen auf Hypothese*

# Wiederholung: Funktionen von Experimenten

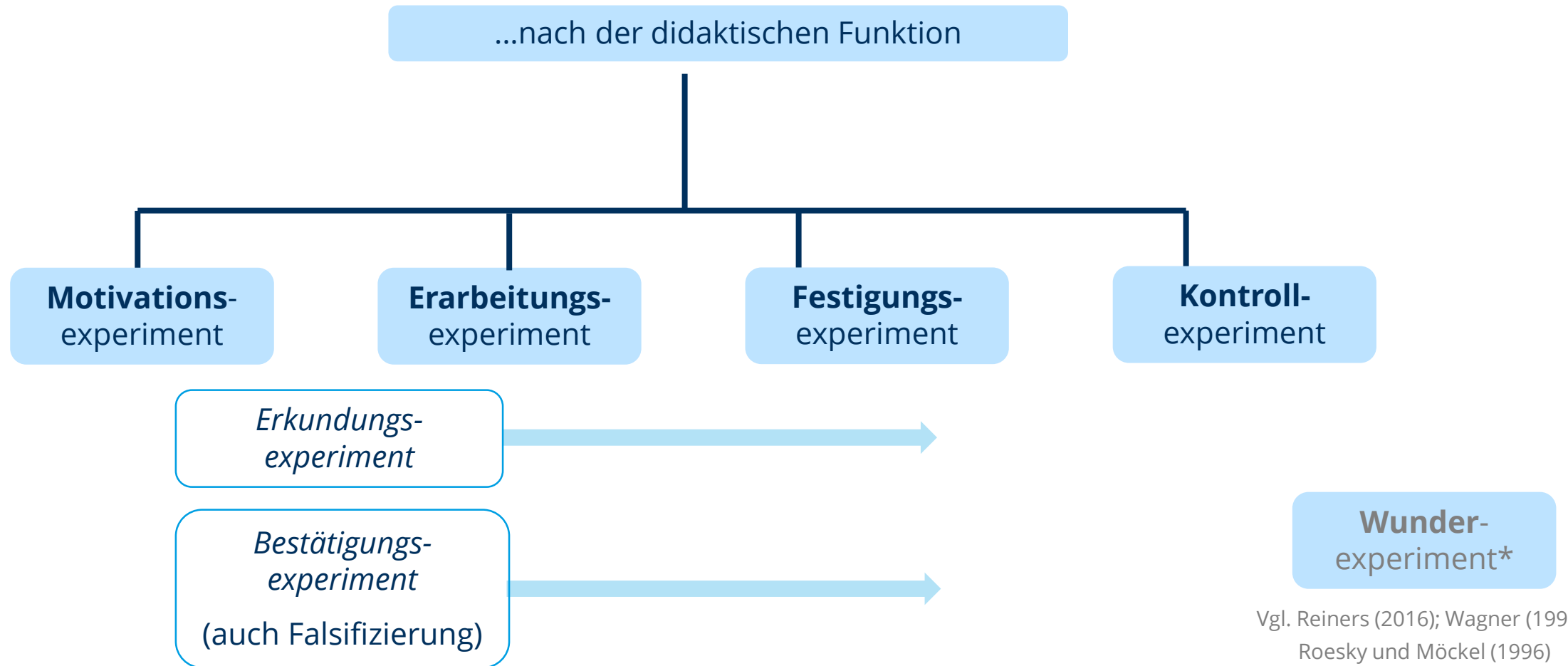


Darstellung in Anlehnung an EULER (2005)

# Wiederholung: mögliche Einteilung von Experimenten im Unterricht (I)

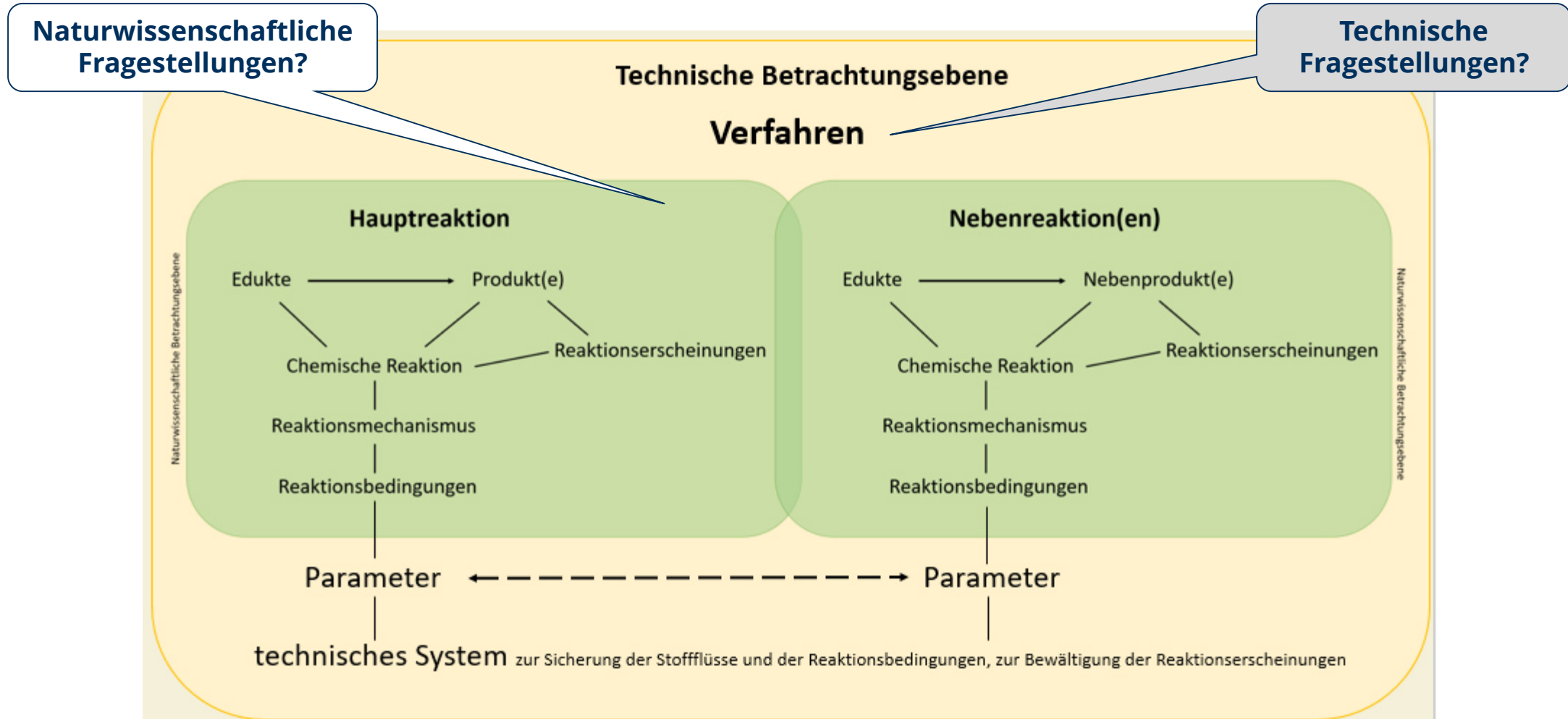


# Wdhlg: mögliche Einteilung von Experimenten im Unterricht (II)



# **Bedeutung von Experimenten & resultierenden Fragestellungen für die Erarbeitung technischer Aspekte**

# Experimentell gestützte Erarbeitung **technischer Aspekte**?



# Experimentell gestützte Erarbeitung **technischer Aspekte?**

## Naturwissenschaftliche Fragestellungen?

Welche/s Eigenschaften/ Verhalten hat der Stoff (E - P)?

Welche Reaktion/ phys. Vorgang findet statt?

...unter welchen Bedingungen?

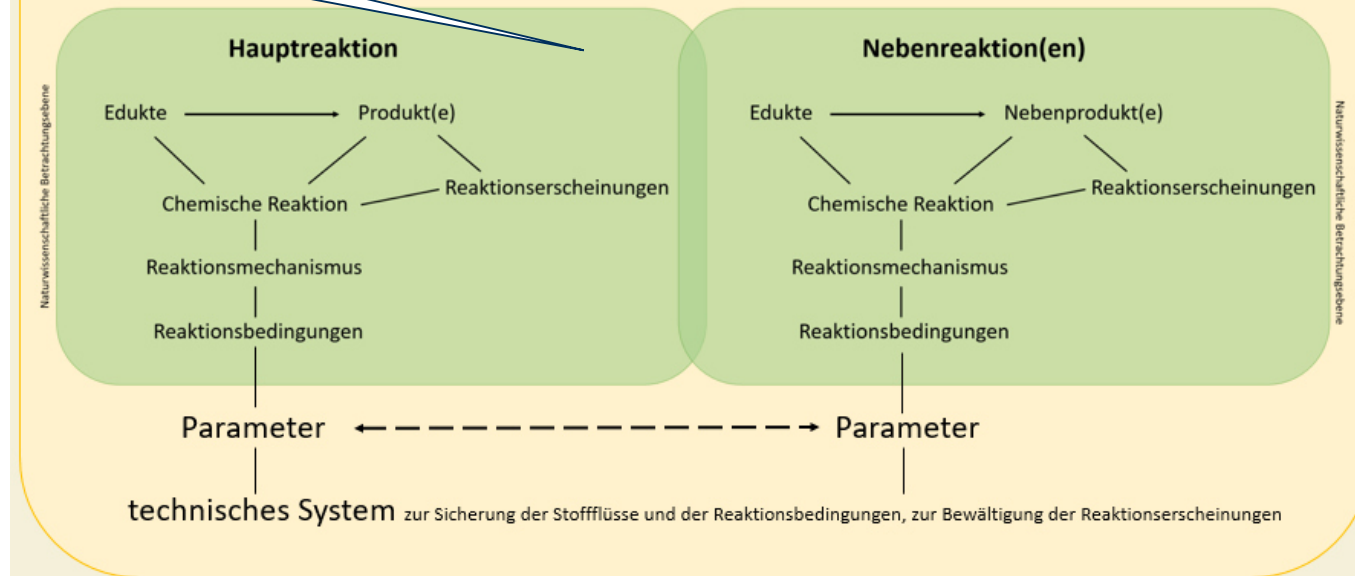
...mit welchen Erscheinungen?

Welche Hypothesen zum RM können abgeleitet werden?

kausal-orientiert

## Technische Betrachtungsebene

### Verfahren



## Technische Fragestellungen?

final-orientiert

Entspricht das Verhalten der Produkte/ Edukte den jeweiligen/spezifischen Anforderungsbedingungen?

Durch welche Parameter kann der Prozess optimiert werden?

Wie sind Parameter für jeweiligen Zweck (z.B. Stoffumsatz) einzustellen?

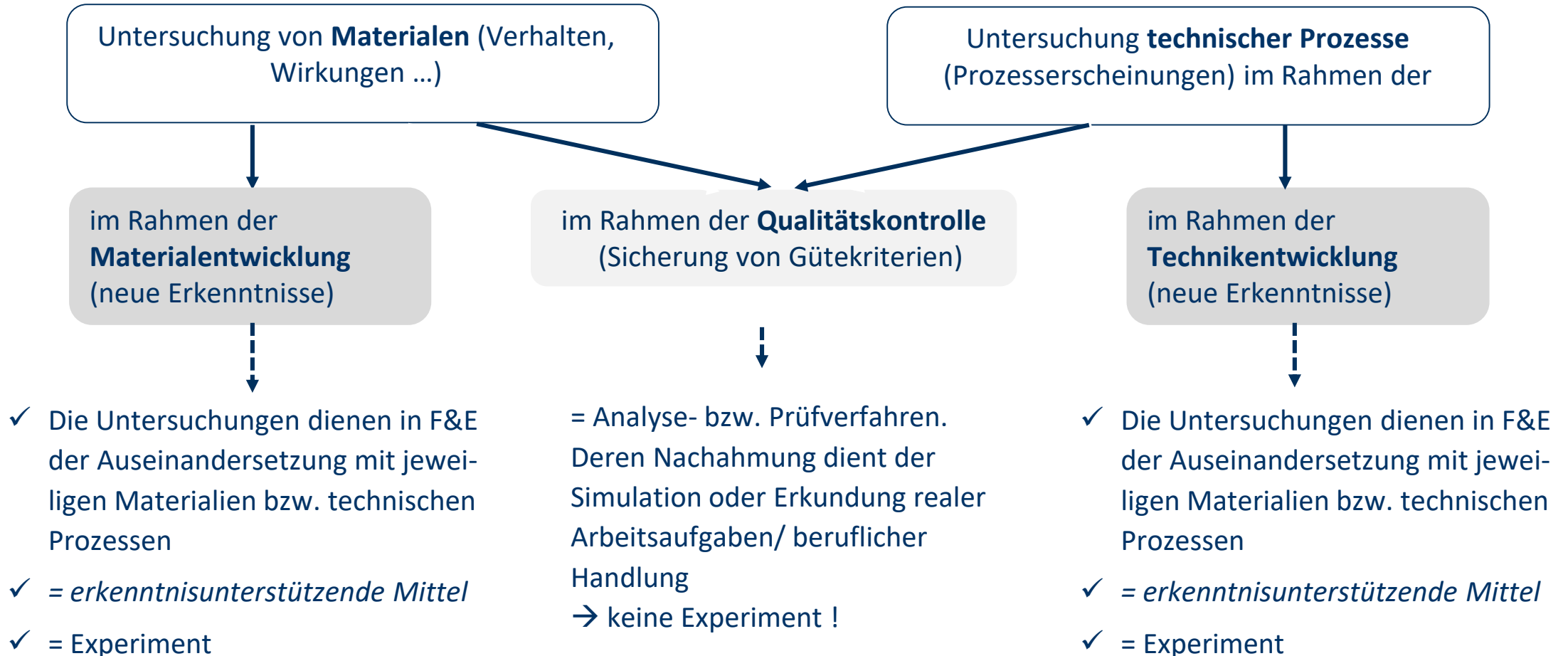
Welche Varianten zur Optimierung konstruktiver Lösungen sind nötig/sinnvoll?

...und wie kann das gemessen werden??

...und wie kann das gemessen werden??

... welche Mess-apparatur ist nötig?

# Sind Analyseaufgaben im Kontext beruflicher Arbeit Experimente?



# Erkenntnisgewinn ausgewählter Experimente im Zusammenhang mit der **Erarbeitung technischer Aspekte**

Entscheiden Sie, welche der folgenden Experimente aus dem Praktikum „Experimentallehre und Gefahrstoffkunde“ mögliche Schlussfolgerungen die Beantwortung naturwissenschaftlicher bzw. technischer Fragestellungen zulässt:

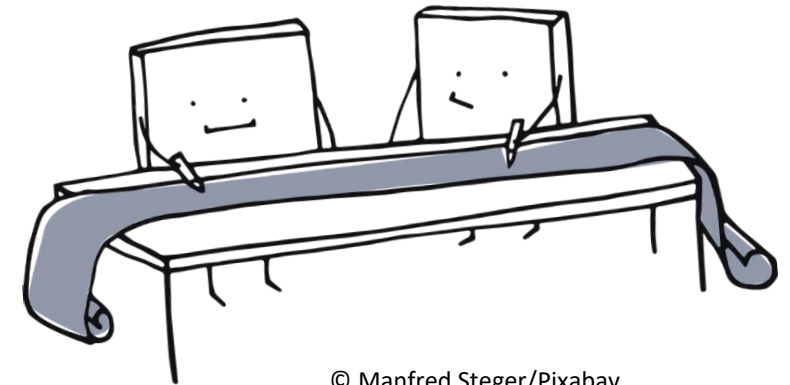
- Kupfer-Raffination
- Einflussfaktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit
- Kalkgehalt des Bodens
- Kunststoffrecycling
- Wirkung des sauren Regens auf den Boden
- DENOX-Anlage
- Adsorption an Aktivkohle
- Herstellung eines Aromastoffes
- Analysemethode:  
Potentiometrie

**Naturwissenschaftliche  
Fragestellungen?**

**Technische  
Fragestellungen?**

Reaktivierung:

**Erläutern Sie Aspekte der Unterrichtsplanung und -gestaltung, die bei der Auswahl und Durchführung von Experimenten im chemisch-technischen Unterricht zu beachten sind.**



© Manfred Steger/Pixabay

# Reaktivierung: Planungsaspekte experimentellen Chemieunterrichts

Sachlicher Aspekt	Psycho-phys. Aspekt	Erk.-theoret. Aspekt	Didaktisch-organisatorischer Aspekt			
<b>Was</b> Inhalte	Sicherung der Wahrnehmung in Abhängigkeit von der Art der Reizaufnahme	Funktion?	Organisationsform	Sozialform	Unterrichtsphase	Auswertung
<b>Wie</b> Versuchsplanung		Progressiv-reduktiv				
<b>Womit</b> Materialien, Geräte		Deduktiv	Demo-Schüler	Einzel Schüler	Ersterarb.	Gespräch
	Regressiv-reduktiv	Schüler-Versuch	Gruppe Lehrer-Schüler	Festigung	Diskussion	
	Induktiv		Gruppe Schüler	Kontrolle	Test	
		Analytisch-synthetisch				
		Genetisch				

Bewusstmachen eines Problems/einer Aufgabenstellung  
(z. B. Einflussgrößen auf die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen)

(Gemeinsames) Entscheiden über einen Lösungsweg in Abhängigkeit der Vorkenntnisse

Ln *haben Vorkenntnisse* zu wesentlichen  
Begründungszusammenhängen in Form von

allgemeingültigen  
Aussagen (Gesetze,  
Theorien,  
z. B. Wirkung von  
Struktur-Merkmalen)

spezifischen Aussagen  
zum jeweiligen  
Einzelfall  
(z. B. Verhalten eines  
Materials)

Lernende *haben keine Vorkenntnisse* zu wesentlichen  
Begründungszusammenhängen

Erkundung und Hinterfragen von Phänomenen  
(Erscheinungen) die o. g. Problem aufhellen  
(z. B. Beobachtungen von Reaktionen unter  
verschiedenen Bedingungen, c, T, Kat.)

Reaktivieren der Vorkenntnisse & Anwenden der  
Kenntnisse in Bezug auf Problemstellung  
(= Prognose)

= deduktiv

= progressiv

Lösung des Problems/der Aufgabe wird aufgrund  
o. g. Kenntnisse vorausgesagt/ prognostiziert (z. B.  
Eigenschaften, die die Verwendung bedingen)

Voraussage einer exp. überprüfbarer Aussagen

Experimentelles **Erkunden**

\*

\* Neuinterpretation

## EXPERIMENT

- gedankliche und reale Vorbereitung der Versuchsanordnung und der Durchführung (analytisch-synthetische oder genetische Erarbeitung)
- Durchführung: Herbeiführen der zu untersuchenden Erscheinung und
- Beobachten der Erscheinungen, inkl. Fixieren, Ordnen, Aussondern der Beobachtungsergebnisse
- **Auswertung = Interpretieren** der Beobachtungsergebnissen, d. h.

= Schlussfolgern auf Richtigkeit der Prognose

Falsifizierung

Verifizierung

Suche nach Begründungszusammenhängen für die beobachteten Erscheinungen

im Einzelfall  
= **regressiv**

wenn viele Erscheinungen betrachtet & verallgemeinert oder klassifiziert werden müssen = **induktiv**

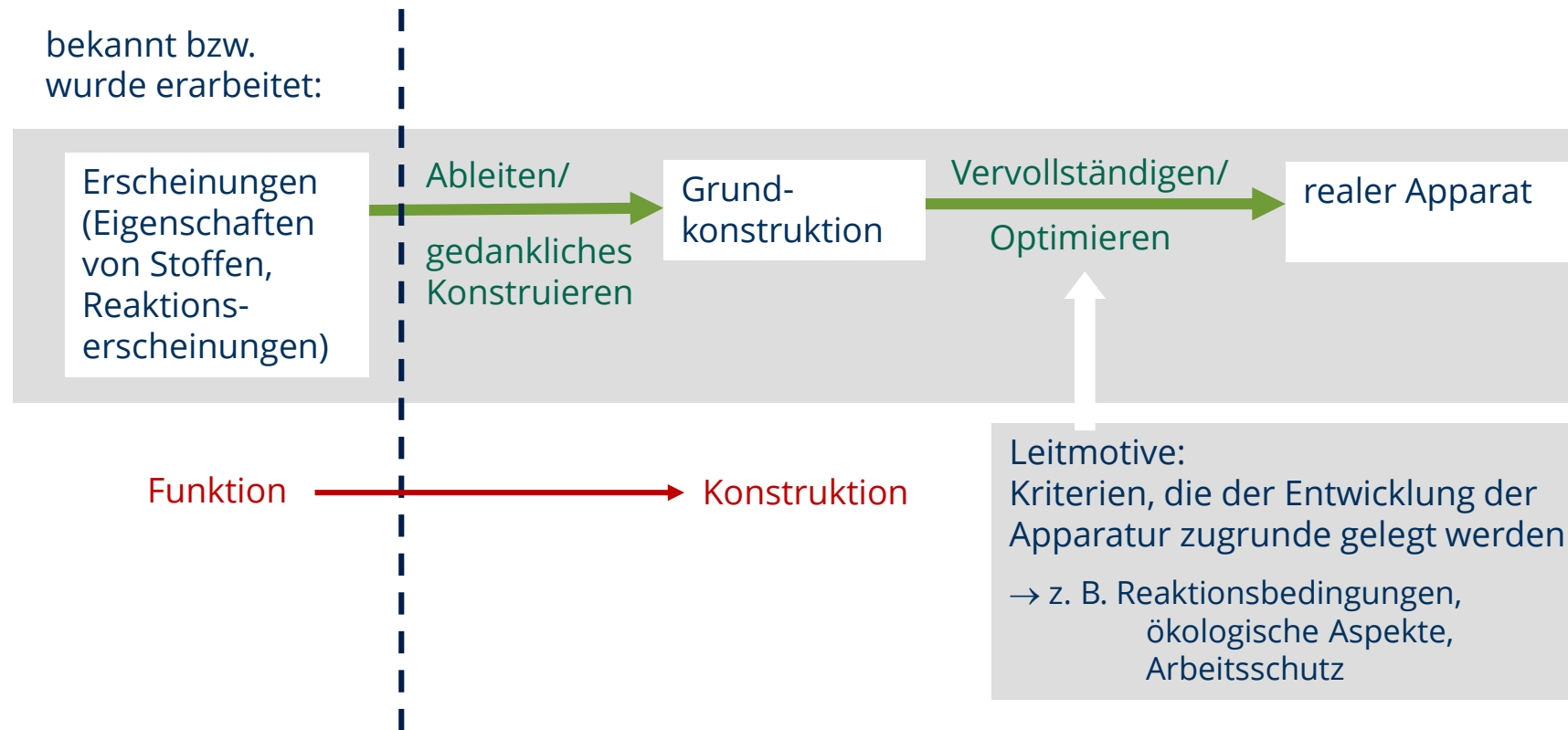
Aufstellen von Vermutungen/Hypothesen zu Begründungszusammenhängen

Überprüfung der Vermutung/Hypothese durch deren Anwenden für die Voraussage von anderen Erscheinungen

**Prüfung dieser Aussagen** über  
a) Experiment (siehe 1. Pfad) oder  
b) Autoritätsbeweis

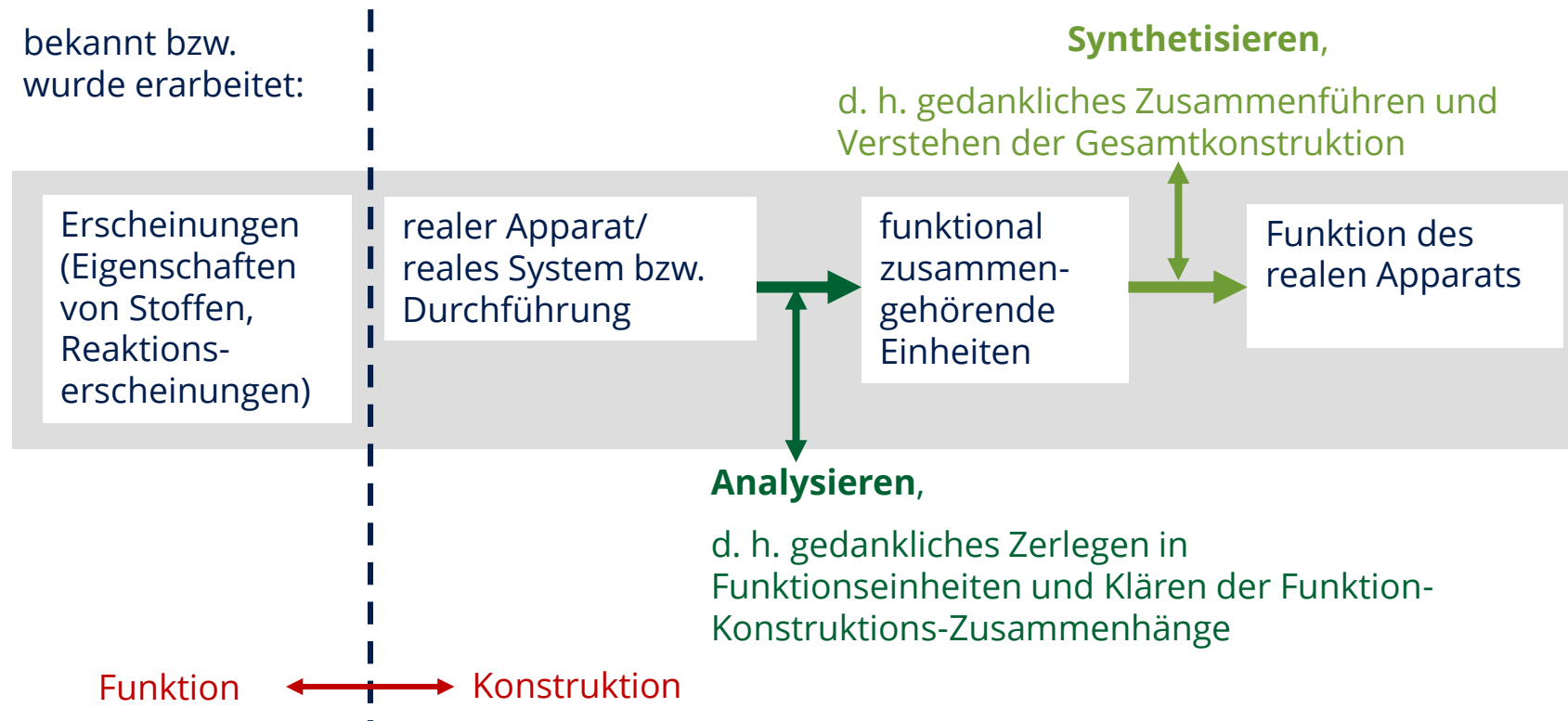
# Erkenntnisschritte zur Erarbeitung der Versuchsapparatur und zur Vorbereitung der Durchführung technischer Experimente

## ➤ Genetisches Vorgehen



# Erkenntnisschritte zur Erarbeitung der Versuchsapparatur und zur Vorbereitung der Durchführung technischer Experimente

## ➤ Analytisch-synthetisches Vorgehen:



# Literaturverzeichnis

- Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. (2016). Concept Cartoons als diskursiv-reflexive Szenarien zur Aktivierung des Methodenwissens beim Forschenden Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) - Biologie Lehren und Lernen*, 33-43 Seiten. <https://doi.org/10.4119/ZDB-1636>
- Euler, M. (2005). Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 16(90), 4–12.
- Gut-Glanzmann, C., & Mayer, J. (2018). Experimentelle Kompetenz. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121–140). Springer.
- Hammann, M. (2007). Das Scientific Discovery as Dual Search-Modell. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 187–196). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_17)
- Kultusministerkonferenz. (2004). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie* [Beschluss vom 01.12.1989 i. d. F. vom 05.02.2004]. [http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1989/1989\\_12\\_01-EPA-Chemie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Chemie.pdf)
- Labudde, P. (Hrsg.). (2013). *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.- 9. Schuljahr* (2., korrigierte Auflage). Haupt Verlag.
- Niethammer, M. (2020). Der Lernprozess als Bezugspunkt didaktischen Handelns. In G. Pospiech, M. Niethammer, D. Wieser, & F.-M. Kuhlemann (Hrsg.), *Begegnungen mit der Wirklichkeit: Chancen für fächerübergreifendes Lernen an außerschulischen Lernorten* (1. Auflage, S. 95–104). hep.
- Reiners, C. (2017). *Chemie vermitteln: Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen*. Springer Spektrum.

# Methodische Gestaltung des Lehr- und Lernprozesses

## C.2.3.2 Exkursionen

# Außerschulische Lernorte als Ausschnitte der Wirklichkeit

Vgl. Sauerborn und Brühne, 2014:

- Natur
- Kultur
- Begegnungsstätten
- Produktions- und Arbeitsstätten  
(→ Betriebsexkursion)



# ***Lernen an außerschulischen Lernorten***

## Begrifflichkeiten

- Die **Exkursion** wird nach Rinschede (2007, S. 235) als „methodische Großform des Unterrichts mit dem Ziel der realen Begegnung mit der [...] Wirklichkeit außerhalb des Klassenzimmers“ definiert.  
→ *Exkursion* als Oberbegriff für jedes Lernen an außerschulischen Lernorten (Baar & Schönknecht 2018, S. 85).
  - Außerschulisches Lernen ist „das Aufsuchen von Orten außerhalb der Schule, um neue und andere Lernmöglichkeiten zu eröffnen“ (Pospiech et al. 2020, S. 21).
- **Außerschulische Lernorte** sind topographisch bestimmte Lokalitäten jenseits des Schulhauses bzw. Schulgeländes, die über ein [Lern-]Potenzial für schulisch unterrichtlich geplantes Lernen verfügen. (Pospiech et al, 2020 nach Karpa et al., 2015)



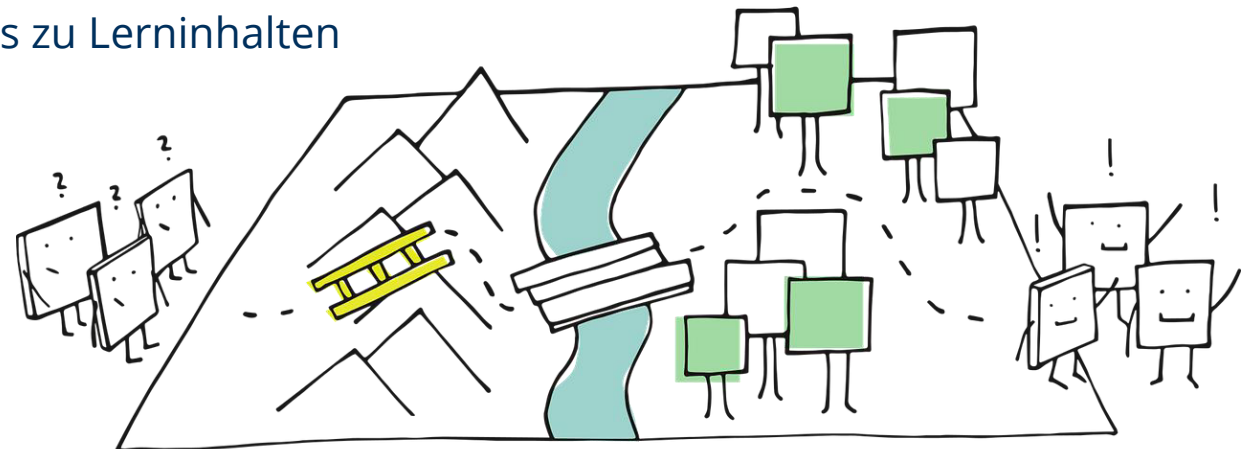
# Außerschulische Lernorte (in Sachsen) suchen und finden

The screenshot shows the 'Lernlandkarte Sachsen' website. On the left, a sidebar contains a search bar, a filter button, and a list of learning locations. The main area is a map of Saxony with several location pins. A callout box for 'Museum der Westlausitz Kamenz' is open, displaying contact information. Blue callout boxes with arrows point to various features: 'Suche' (Search) points to the search bar; 'Filter' points to the filter button; 'Liste' points to the list of locations; 'Registrierung und Log-In' points to the 'Registrieren' button in the top navigation; 'Weitere Infos' points to the callout box for the museum; and 'Karte' points to the map area.

<https://lernorte.sachsen.schule/p/Karte>

# Potenziale außerschulischer Lernorte

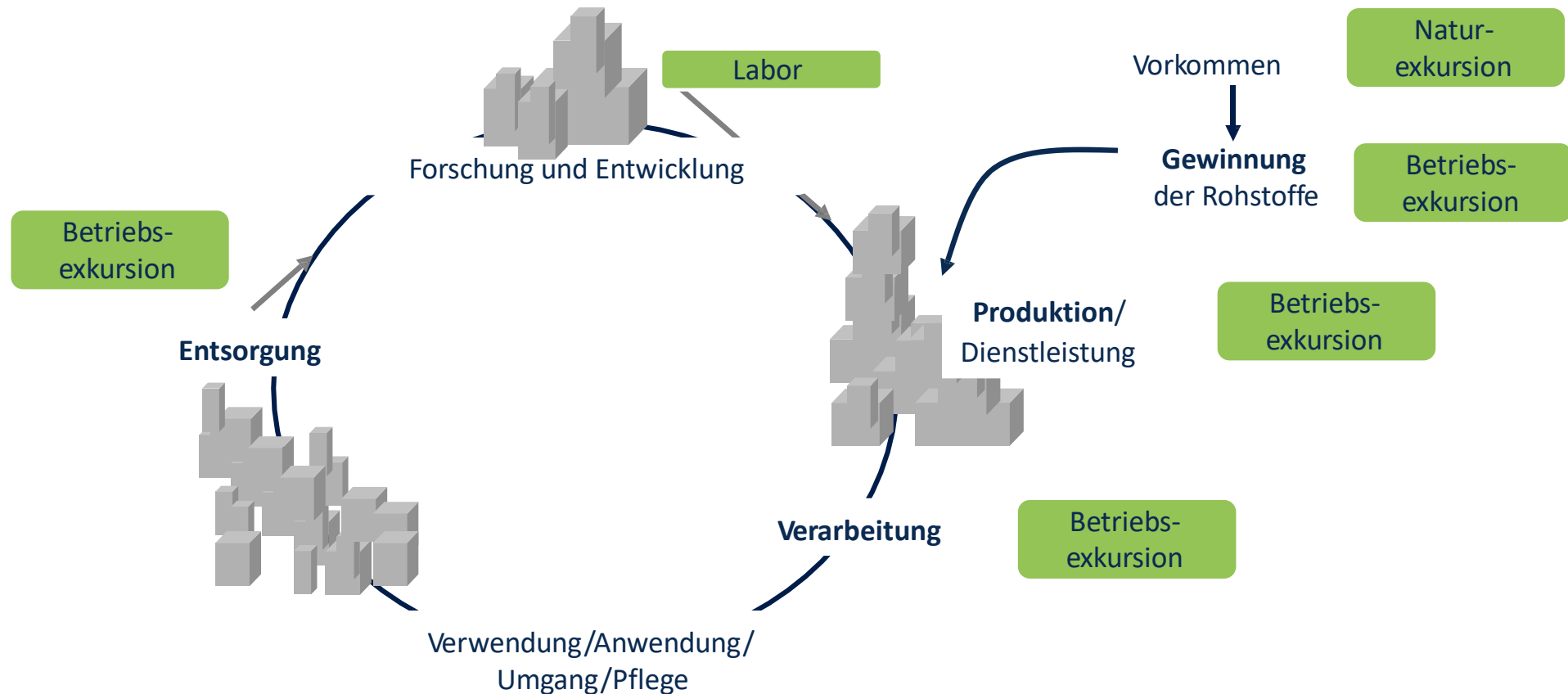
- Erweiterung und Öffnung des Schulunterrichts
- Ermöglichung von Primärerfahrungen (originalen Begegnungen)
- Stärkung des Lebens-, Arbeitswelt- und/oder Wissenschaftsbezugs
- Kommunikation mit Expert:innen
- Stärkung regionaler Identität und Förderung gesellschaftlicher Teilhabe
- Ermöglichung des fächerübergreifenden Zugangs zu Lerninhalten



© pixabay/manfredsteger

# Technische Verfahren am außerschulischen Lernort

Technische Verfahren sind für verschiedene Etappen des Produktlebenszyklus relevant. Betriebsexkursionen bieten eine gute Möglichkeit, den Produktionsablauf (an einzelnen Etappen) sowie alle Beteiligten erleben und in Aktion sehen zu können.



# Vorgehen zur Erschließung und Einbindung außerschulischer Lernorte für den Unterricht

# Außerschulische Lernorte (ASL)

## auswählen und in den Schulalltag integrieren

- ASL finden (→ **Lernort**) oder suchen (→ **Lehrplan**)
- Spezifische **Potenziale** des ASL analysieren, u. a.
  - Mit welchen Themen ist man am außerschulischen Lernort konfrontiert?
  - Welche Lehrplanbezüge zu Ihrem Fach können identifiziert werden?
  - Welche fächerübergreifenden/kontextbezogenen/regionalen **Problem-/Fragestellungen** sind möglich?
  - Inwiefern ist der Lernort *kontextualisiert*?
  - Wie erfolgt die Interaktion mit dem Lerngegenstand?
  - Inwieweit ist der ASL *didaktisiert*? (methodische Konzeption)
  - Wie ist die (vorhandene) Angebotsstruktur am ASL? Gibt es Bereiche der Ausstellung/Angebotes/ Lernortes, die besonders geeignet für die Einbindung in den Erkenntnisprozess sind?
- **Methodisches Konzept** zur Einbindung in Lernprozess entwickeln
- Durchführung der Exkursion organisieren (u.a. Mittel, Zeit, Hindernisse, Ablauf)

# Methodische Überlegungen zur Einbindung von Exkursionen/ASL

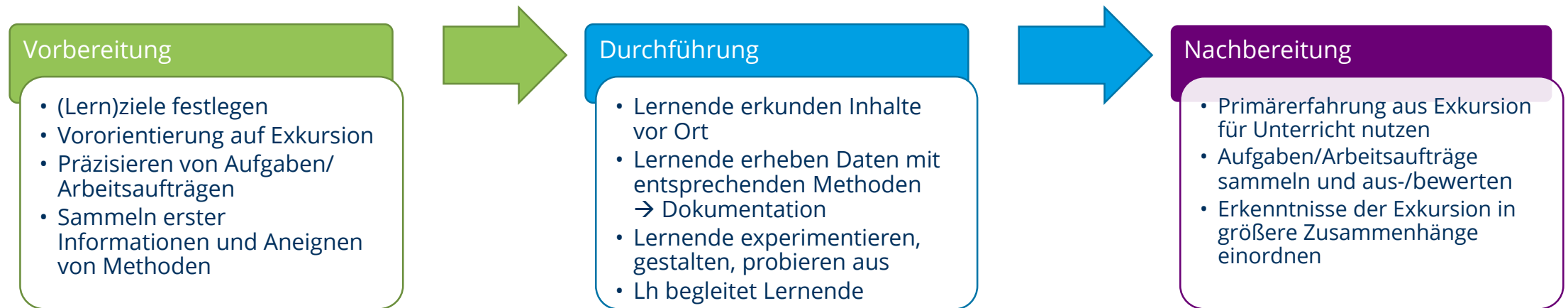
## Didaktische Funktion

### a) als Motivation, i. S. eines gemeinsamen Einstiegserlebnisses

- Ableiten von Fragen für weiterführenden Unterricht (*Wissenslücken hinsichtlich verfahrenstechnischer oder analytischer Systeme, Berufsorientierung, Nachhaltige Gestaltung usw.*)
- Diagnostische Funktion: Orientierung auf Interessen, Fragen und Bedürfnisse der Lernenden

### b) Integration in die Erarbeitung = Methode der Problemlösung

- gezielte Einbindung in die Unterrichtseinheit durch Vor- und Nachbereitung im Unterricht



(vgl. Labudde 2013, S. 170)

### c) zur Kontrolle

- Funktion einer zusammenfassenden Bestätigung und Wiederholung

# Literatur

Baar, R., & Schönknecht, G. (2018): *Außerschulische Lernorte: Didaktische und methodische Grundlagen. 1. Auflage.* Beltz.

Hale, A. (2009): *Exkursionsdidaktik Chemie – Der Betrieb als außerschulischer Lernort im Chemieunterricht.* Wien: Universität Wien. (Diplomarbeit).

Karpa, D. (Hrsg.) (2015). *Außerschulische Lernorte / Theorie, Praxis und Erforschung außerschulischer Lerngelegenheiten.* Prolog-Verl.; Lernort.

Klaes, E. (2008): *Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht – Die Perspektive der Lehrkraft.* Studien zum Physik- und Chemielernen 86. Berlin: Logos.

Labudde, P. (Hrsg.) (2013): *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.- 9. Schuljahr. 2. korrigierte Auflage.* Stuttgart: Haupt Verlag.

Pospiech, G., Niethammer, M., & Wieser, D. (2020). *Begegnungen mit der Wirklichkeit—Chancen für fächerübergreifendes Lernen an außerschulischen Lernorten* (F.-M. Kuhleemann, Hrsg.). Hep Verlag.

Streller, Matthias. (2015): *The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories.* Dresden: SLUB: 2015. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-192707>.