

Nachhaltiger Laborbetrieb: Relevanz, Potenziale & Best practice

Fachtagung Wege zum nachhaltigen Labor:
Strategien & Beispiele aus der Praxis für Hochschulen & Forschungseinrichtungen

Dr. Kerstin Hermuth-Kleinschmidt
NIUB Nachhaltigkeitsberatung

Impact der Laborarbeit



4,4 x

mehr Energie im Durchschnitt
im Vergleich zu normalen Bürogebäuden ^[1]



[1]Quelle: <https://benchlearning.de/roundtable/ifma/>

[2] Pete Lintforth from pixabay

[3] M. Richter from pixabay

3000 m³ Luft

Austausch in einem 120m² -Labor pro Stunde

> Volumen eines olympischen
Schwimmbeckens

Kosten für 24/7 Betrieb: 65.700 €



3,5 Einfamilien- häuser

Im Schnitt verbraucht ein **Abzug** soviel Energie wie
3,5 Einfamilienhäuser



Von Elrond - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0

[1] <https://doi.org/10.1039/D4SU00056K>



3 – 5 Liter

an Trinkwasser werden benötigt,
um 1 Liter aufbereitetes Laborwasser
zu erzeugen

Image by [OpenClipart-Vectors](#) from [Pixabay](#)

1,965 kg CO₂e

entstehen bei der Produktion von
einem Liter Acetonitril ^[1]



Image by burlesonmatthew from pixabay

[1] <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.4c09745>

[2] Deutscher Strommix: 363g CO₂/kWh: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-2024>



116kg

Plastikabfall erzeugt jede*r
Forscher*in durchschnittlich
pro Jahr ^[1]

eplisterra@adobestock.com

[1] <https://doi.org/10.1038/s44319-024-00360-x>

Was tun?



Pete Linfoth from Pixabay

Nachhaltigkeit im Kontext Forschung und Labor

Hoher
Energieverbrauch



Kosten



Innovationen
& neue Technologien



Qualität der
Forschung

Hoher
Ressourcen-
verbrauch



Ökonomie

Ökologie

Soziales



Verantwortung

Emissionen



Abfall



Abwasser



Arbeits- und
Gesundheitsschutz



[8] Unsplash
[9,10] Pixabay

NACHHALTIGKEITSBERATUNG
Copyright © (2024) (NIUB Nachhaltigkeitsberatung)

[1] Von Elrond - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
Copyright: NIUB-Nachhaltigkeitsberatung

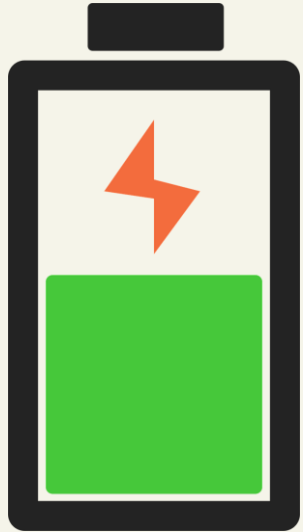
[2] Copyright: h368k742 /stock.adobe.com
[3] Image by Belova59 auf Pixabay

[4] Copyright: WH CHOW /stock.adobe.com
[5] Copyright: tonaquatic /stock.adobe.com

[6] Bild von Dieter auf Pixabay
[7] Copyright: eplistera/stock.adobe.com

Hebel und Potenziale

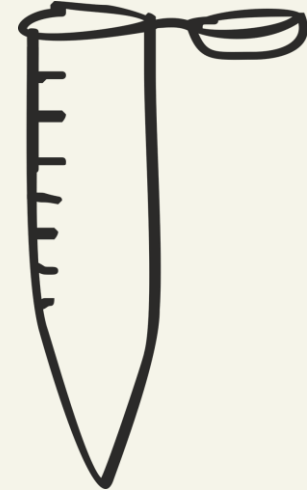
Energie



Wasser



**Verbrauchsmaterialien
und Chemikalien**



**Verbräuche
kennen**



**Prozesse & Routinen
analysieren**



**Reduzieren - Ersetzen -
Überdenken**

[1] 3D_Illustrator and Graphic Designer from pixabay

[2] Image by OpenClipart-Vectors from Pixabay

[3] Image by Anna from pixabay

Best practice Beispiele



[Copyright: olimpvector /stock.adobe.com]

Energiereduzierter Betrieb von Gebäuden



IFMA BENCHMARKING® GOOD OPERATING PRACTICE

Whitepaper
CO₂ - und energiereduziertes
Betreiben von Laborgebäuden

Version 19.01.2024

- Luftwechselrate !
- Zentraler Lagerraum für Verbrauchsmaterialien (außerhalb Laborbereich / Luftwechselrate ?)
- Freezer & weitere Großgeräte in speziellen Räumen bündeln
- Beschaffung: Optimierte Geräte bezüglich Wärmeabgabe
- Shared – Lab-Konzept: Zentrale Räume mit Geräten, die im Alltag genutzt werden (Waagen, Zentrifugen etc.)
- Miniaturisierung von Versuchen (Analytik => μ LC / nano-LC)

<https://benchlearning.de/roundtable/ifma/>
<https://hkb.helmholtz.de/arbeitshilfen/>

„Shut the sash“

TU-Darmstadt:

Nachtabsenkung, Optimierung der Lüftungsanlage & Schulung für energiesparende Nutzung der Abzüge
=> 115 MWh/Jahr (33.000 €/Jahr)^[2]



FIGURE 3 | Fume hood sticker.



Universität Edinburgh:

Shut the Sash-Programm:
25% Energieeinsparungen

[1] Bildquelle: Von Magnus Manske - Eigenes Werk, CC BY 1.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=490>

[2] https://www.intern.tu-darmstadt.de/informationsportal/themenwelten/energie_ressourcen/energie/energie_news_433408.de.jsp

[3] doi: 10.3389/fbuil.2019.00146

Freezermanagement

Öffnungszeiten vermindern

- ⇒ Temperatur im Inneren
- ⇒ Eisbildung durch Kondensation
- ⇒ Nenntemperatur wieder erreichen braucht Zeit !



Organisation



Regelmäßig abtauen

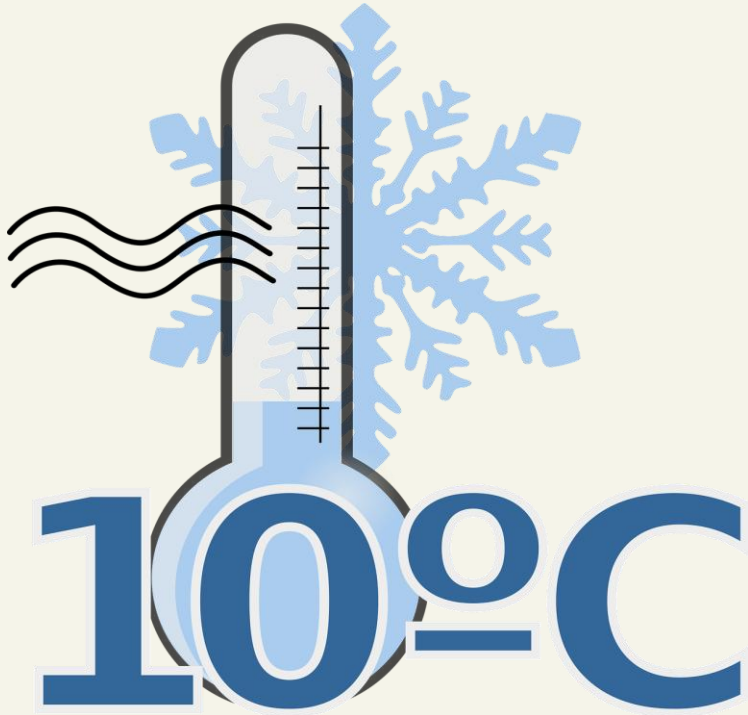
- ⇒ Eisschicht erhöht den Energieverbrauch
- ⇒ Schaden an den Dichtungen vermeiden
- ⇒ Sicherheit: Intaktheit der Probe

Eiskristalle können Dichtungen schädigen

[1] andriislonchak /stock.adobe.com

[2] Analysis121980/stock.adobe.com

Freezertemperatur erhöhen



- Freezer von -80°C auf -70°C stellen ¹
- Studie der Universität Kopenhagen²:

Temperaturkonstanz bei -70°C höher als bei -80°C :
 $\pm 1^\circ\text{C}$ bei -70°C;
 $\pm 4,5^\circ\text{C}$ bei -80°C

20% - 22% weniger Energie bei -70°C

- Erfahrungswerte für Lagerung bei -70°C:
UC Boulder / UC Davis/My Green Lab³
- Universität Groningen:
46 Freezer von -80°C auf -70°C = 81 030 kWh/y

[1] https://www.freezerchallenge.org/uploads/2/1/9/4/21945752/minus-70-is-the-new-minus-80_3.pdf

[2] https://groencampus.ku.dk/pdf/freezer_test.pdf

[3] <https://docs.google.com/spreadsheets/d/13UvBeoXAhwSHshSYoUDHwcxWiW7qYLnUb-eLwxJbCYs/pubhtml#>

[4] https://media.ed.ac.uk/media/The+Freezer+Project/1_1ocqizu6

Wasser



- Wasserbäder abgedeckt? (Wärmeverlust!)
- Kugeln aus PP: bis zu 90% weniger Wasserverdunstung (billig, langlebig)
- Wann wird an-/abgestellt ?
- Größe angepasst?



- Autoklaven: nur voll beladen
- Programm?

- Rückflusskühlung
„air condenser“ /
„waterless condenser“
- Kreislaufführung



- Welche Wasserqualität ?
- Reinstwasser in Flaschen?

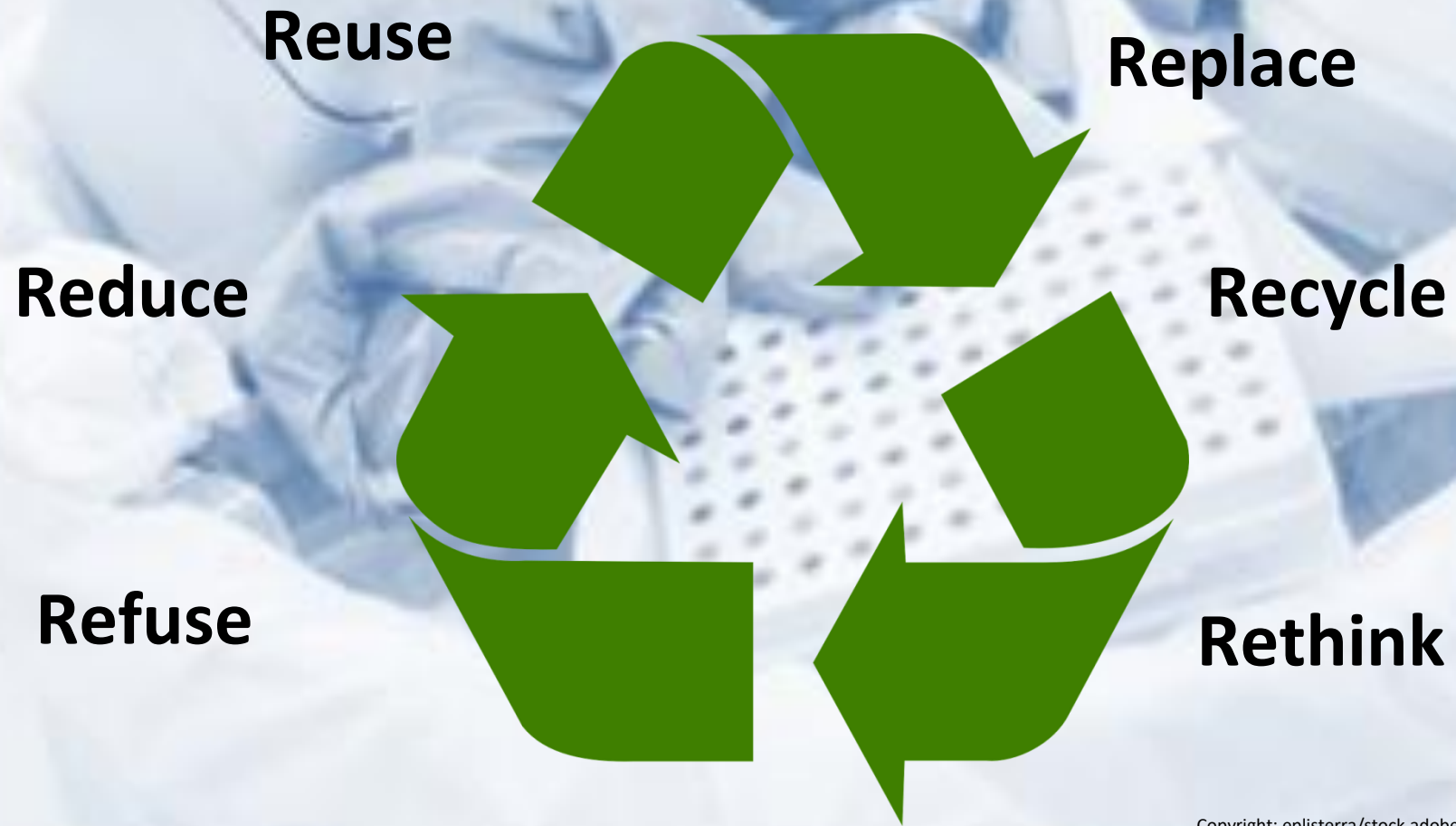
[1] aus: A guidebook for sustainability in laboratories: 1. Freese T, Kat R, Lanooij SD, Böllersen TC, De Roo CM, Elzinga N, et al. A guidebook for sustainability in laboratories. ChemRxiv. 2024;

doi:10.26434/chemrxiv-2023-g3lmq-v3

[2] lyosha_nazarenko/stock.adobe.com

[3] Bild: NIUB

[4] Bild: pixabay



Copyright: eplistera/stock.adobe.com

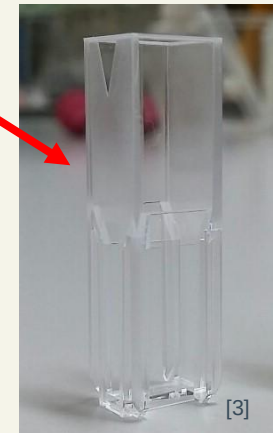
Ansätze miniaturisieren

- ⇒ Petrischalen mit kleinerem Durchmesser
- ⇒ Probenvorbereitung?



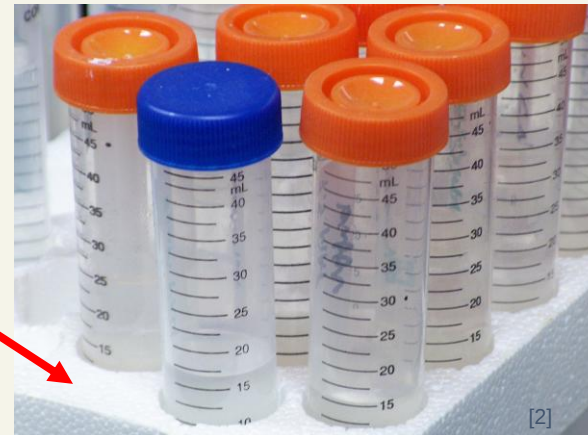
Wiederverwendung

- ⇒ Plastik ist nicht unbedingt „single-use“
- ⇒ Waschen (& autoklavieren)



Verpackung reduzieren

- ⇒ lose Ware
- ⇒ Nachfüllsysteme



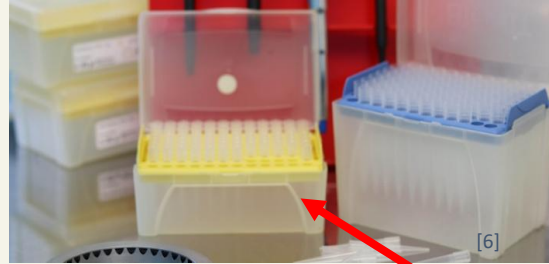
Größe anpassen

[1] Designed by Freepik
[2] Photo by [Daino_16](#) from [Freelimages](#)
[3, 4] Photo by [CDC](#) on [Unsplash](#)

Alternative Materialien:



Glas statt
Plastik



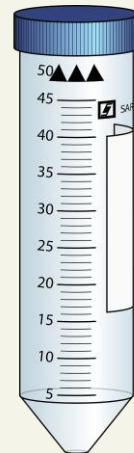
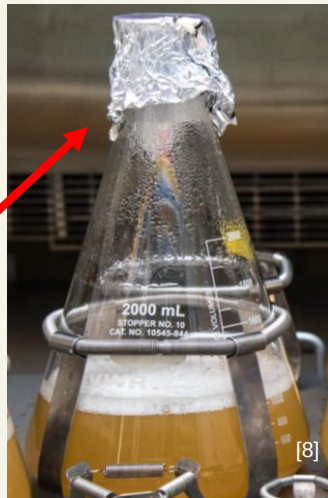
Pipettenboxen
und Trays



Refill für HPLC-
Säulen



[7]



[9]

Biobasierte
Materialien
(2. Generation)

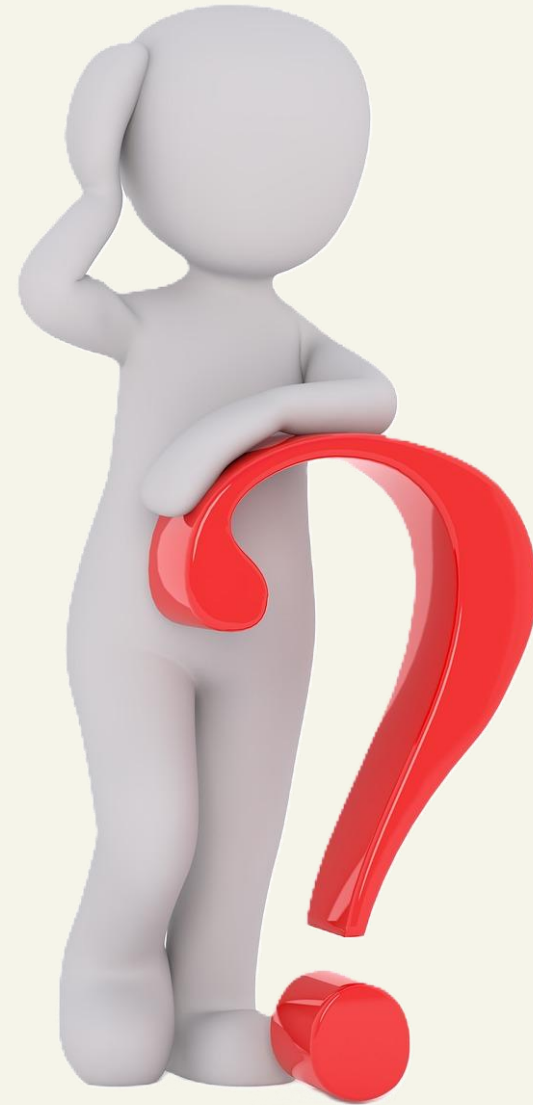
Rethink:

- Gute Planung von Experimenten – unnötige Wiederholung vermeiden
- Ist steriles Material notwendig?
- Negative Ergebnisse teilen

[4] Photo by [CDC](#) on [Unsplash](#)
[5] emre/stock.adobe.com
[6] Image by [Belova59](#) auf [Pixabay](#)

[7] Bild von [Hans Rohmann](#) auf [Pixabay](#)
[8] Photo by [Science in HD](#) on [Unsplash](#)
[9] Image by OpenClipart-Vectors auf [pixabay](#)

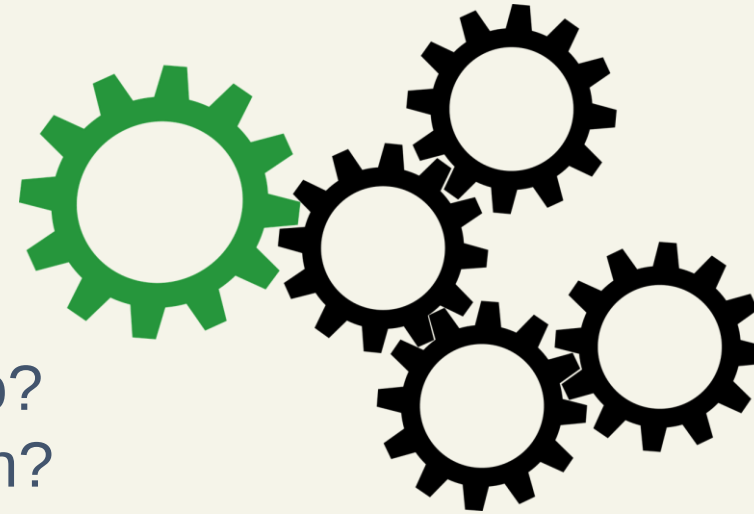
Was noch?



NACHHALTIGKEITSBERATUNG

Routinen & Prozesse

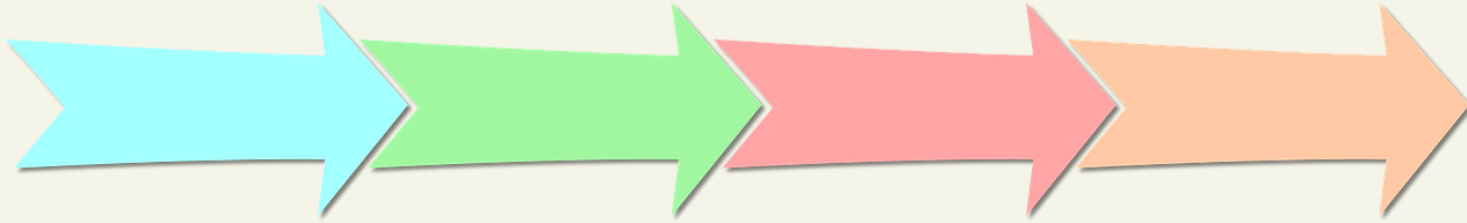
- ✓ Analysieren: Was mache ich?
- ✓ Hinterfragen: Warum mache ich es so?
- ✓ Abändern: Was könnte ich verbessern?



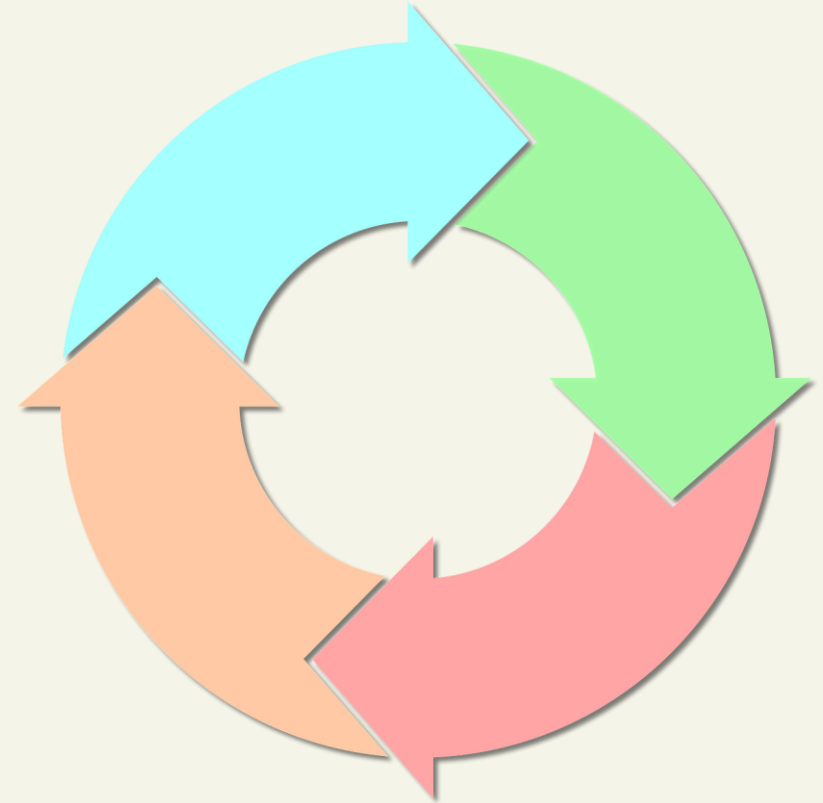
Kommunikation

Schulung für neue Mitarbeitende
Teil der jährlichen Sicherheitsbegehung
Diskussion & Austausch!

Von linear...



... zu zirkulär !



**Circular
Analytical
Chemistry**

1. Sammlung und Wiederverwertung von Abfällen - Close the loop
2. (Neu-)Gestaltung von Produkten & Prozessen - Abfall & Umweltverschmutzung vermeiden
3. Ressourceneffizienz optimieren über gesamten Produktlebenszyklus
4. Energieeffizienz verbessern & erneuerbare Energien nutzen (Miniaturisierung)
5. Risiken minimieren - Einsatz gefährlicher Chemikalien & Verfahren reduzieren (Green solvents)
6. Zirkularitätsstrategien anwenden („R-Leiter“)

zirkulär



linear

**R 0 Refuse
R 1 Rethink
R 2 Reduce**

**Absolute Reduktion durch intelligentere
Produktnutzung
und Produktherstellung**

**R 3 Reuse
R 4 Repair
R 5 Refurbish
R 6 Remanufacture
R 7 Repurpose**

**Verlängerung der Lebensdauer von
Produkten und Komponenten**

**R 8 Recycle
R 9 Recover**

**Nützliche Anwendung von
Materialien**

**Circular
Analytical
Chemistry**

7. Nachhaltigkeit bewerten (Metriken, LCA)

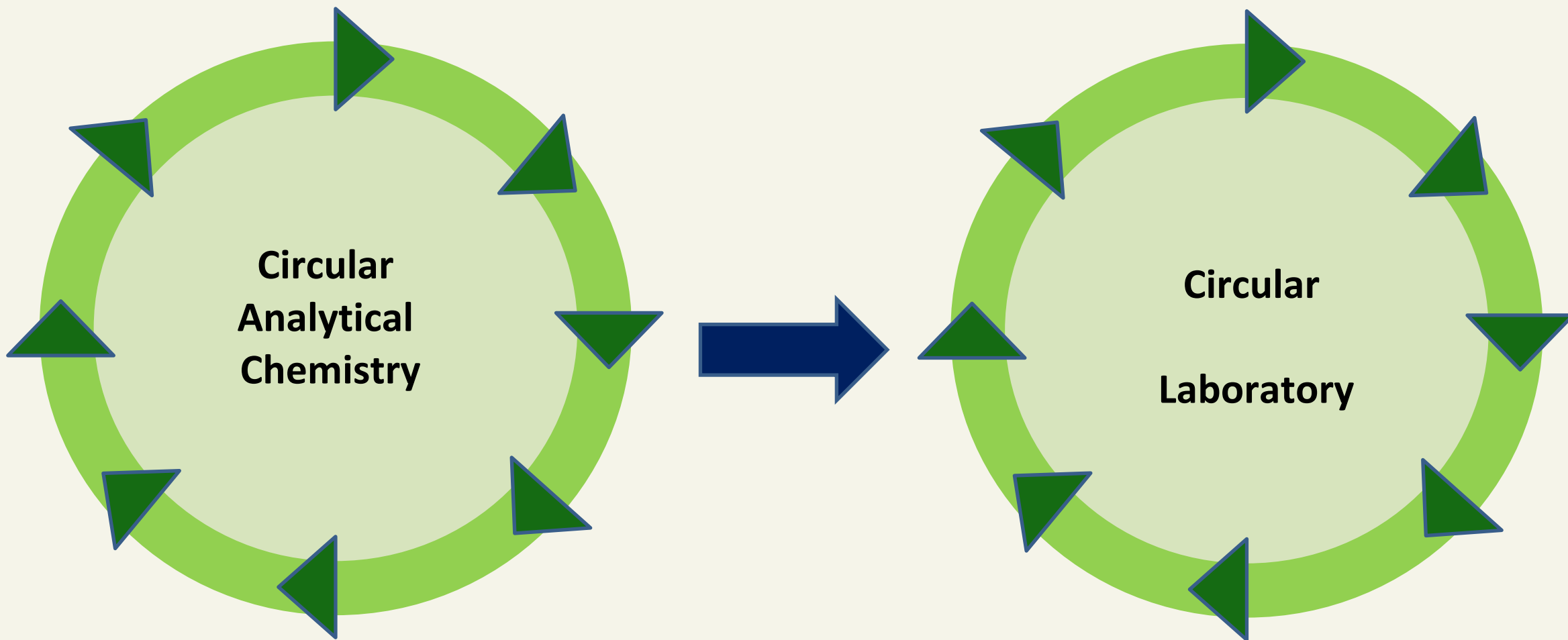
8. Geschäftsmodelle überdenken - Einführung innovativer zirkulärer Geschäftsmodelle.(sharing, pay per use, Leasing,..)

9. Innovation fördern - Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Industrie und Regierung

10. Richtlinien festlegen und harmonisieren, die zirkuläres Wirtschaften fördern (Ökodesign, Repair,...)

11. Lock-ins und Pfadabhängigkeiten ablehnen und Exnovation fördern (Standardmethoden, Kultur)

12. Radikale Umgestaltung der Konsummuster (Refuse, Sharing,...)



Nachhaltigkeit geht nur gemeinsam !



THANK YOU

Dr. Kerstin Hermuth-Kleinschmidt

www.niub-nachhaltigkeitsberatung.de

info@niub-nachhaltigkeitsberatung.de

LinkedIn: Kerstin Hermuth-Kleinschmidt

Photo by [Alexas_Fotos](#) on [Unsplash](#)



NACHHALTIGKEITSBERATUNG