



# Kreislaufwirtschaft im Labor

## Green Lab Positionspapier

Handlungsempfehlungen für die gelebte Zirkularität bei der Erstellung und im Betrieb von Laborgebäuden

Veröffentlicht von greenlab.ch unter Mitwirkung diverser Fachautoren  
V1.0 November 2024



SAVIDA  
BY OFFICE VOITH

ETH zürich

HLÜDI

konstrukt.

SIEMENS

YR22

ZIRKULAR

# Inhalt

---

<b>Editorial</b>	<b>3</b>
<b>1 Warum ist Kreislaufwirtschaft besonders in Laboren relevant?</b>	<b>4</b>
<b>2 Grundsätze, Prinzipien und Methoden der Kreislaufwirtschaft</b>	<b>5</b>
2.1 Lebenszyklusbetrachtung	5
2.2 10-R-Strategie als roter Faden der Kreislaufwirtschaft	6
2.3 Was ist das Besondere an der Kreislaufwirtschaft im Labor?	8
<b>3 Kreislaufwirtschaft für zukunftsfähige Areale und Gebäude</b>	<b>10</b>
3.1 Wie werden kreislaufgerechte Laborprojekte initialisiert?	10
3.2 Was sollte bei der kreislaufgerechten Planung von Laborprojekten beachtet werden?	11
3.3 Welche architektonischen Prinzipien unterstützen die Kreislaufwirtschaft von Laborprojekten?	12
3.4 Wie können kreislaufgerechte Laborprojekte realisiert werden?	13
3.5 Wie werden Labore kreislaufgerecht genutzt?	14
3.6 Was kommt in der Zukunft?	14
3.7 Potenziale und Risiken der Kreislaufwirtschaft für Gebäude und Areale	14
<b>4 Kreislauffähige Infrastruktur</b>	<b>15</b>
<b>5 Geräte und Einrichtungen im Kreislauf</b>	<b>18</b>
<b>6 Kreislaufwirtschaft für Verbrauchsgüter</b>	<b>20</b>
<b>Anhang</b>	<b>23</b>
ESG-Kriterien	23
Quellenverzeichnis	26
Impressum	27

---



## Editorial

Labore sind komplex, benötigen viel Energie und jedes Labor muss individuellen Anforderungen gerecht werden. Dies sind Tatsachen, die auch in Zukunft Bestand haben werden. Zusätzlich sollen Labore flexibler und gleichzeitig nachhaltiger werden und die interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern. Mit den Konzepten der Vergangenheit können die zukünftigen Anforderungen der Labore nur bedingt erfüllt werden.<sup>1</sup>

Der Cluster Green Lab des Vereins Green Building Schweiz hat sich zum Ziel gesetzt, die Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Forschung in der Schweiz zu unterstützen. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe hat sich der Aufgabe angenommen, die Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft mit den besonderen Anforderungen eines Laborgebäudes sowie des Laborbetriebs zu analysieren. Die Möglichkeiten der zirkulären Nachhaltigkeit wurden für die gesamte Struktur des Labors betrachtet, vom Gebäude über die Infrastruktur und die Laborgeräte bis hin zu Verbrauchsgütern und Hilfsmitteln. Ziel war es, konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten und mögliche Einschränkungen aus Laborsicht aufzuzeigen.

Das vorliegende Positionspapier Kreislaufwirtschaft im Labor enthält nicht Antworten für alle Aufgabenstellungen. Es bietet jedoch Orientierung und zeigt konkrete Anwendungsbeispiele für den sicheren Laborbetrieb, die Gestaltung und Umsetzung der anspruchsvollen technischen Infrastruktur sowie der nachhaltigen und kreislauffähigen Planung, Realisierung und Verwendung des gesamten Gebäudes und Areals.

Der Nutzen, der sich durch konsequente Anwendung der Kreislaufwirtschaft im Labor ergibt, ist vielfältig:

- Die Komplexität der Aufgabenstellung, ein Labor zu entwerfen, zu bauen und zu betreiben, wird durch Modularisierung und Standardisierung reduziert.
- Schnittstellen werden vereinfacht und aufwendige Individuallösungen verringert.
- Die Investitionssicherheit wird vergrössert, da das Labor flexibler angepasst werden kann.
- Durch diese Anpassbarkeit können zusätzlich die Sicherheitsanforderungen optimal erfüllt werden.
- Durch intensivere und längere Nutzung werden Lebenszykluskosten reduziert.
- Die eingesetzte, graue Energie wird über einen deutlich längeren Zeitraum amortisiert und es werden weniger Ressourcen verwendet.

### Jens Feddern

Leiter Cluster Green Lab  
Verein Green Building Schweiz



## 1. Warum ist Kreislaufwirtschaft besonders in Laboren relevant?

In einem Labor wird eine definierte Umgebung zur Verfügung gestellt, um reproduzierbar und sicher Experimente, Analysen oder Tests durchführen zu können. Da zum Teil mit gefährlichen Stoffen und Prozessen gearbeitet wird, hat die Sicherheit dieser Umgebung höchste Priorität – sowohl für die Mitarbeiter:innen im Labor als auch für die Umgebung. Gerade im Bereich der Forschung soll ein Labor ein inspirierendes Umfeld bieten. Die Anpassbarkeit an die individuellen Bedürfnisse von interdisziplinären Forschungsteams ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

Die Tätigkeiten im Labor erfordern neben umfangreichen Geräten und Einrichtungen grosse Mengen an Verbrauchsgütern und Hilfsmitteln. Es wird erwartet, dass dieser Bedarf von 2021 bis 2031 um 75 % auf 53.3 Mrd. USD steigt.<sup>2</sup>

Für die anspruchsvollen Aufgaben im Labor werden diverse technische Einrichtungen und Geräte benötigt, die häufig für spezifische Tätigkeiten verwendet werden. Auch hier wird aufgrund des technischen Fortschritts ein erheblicher Anstieg prognostiziert.

Um die Experimente und Analysen sicher und reproduzierbar durchführen zu können und um die Geräte mit den erforderlichen Medien wie Kühlwasser, Gase oder Vakuum zu versorgen, sind eine komplexe Ver- und Entsorgungsinfrastruktur sowie Überwachung erforderlich. Da sich diese Systeme zum Teil gegenseitig beeinflussen, sind diverse Schnittstellen zu koordinieren und der sichere und zuverlässige Betrieb aller Gewerke miteinander zu gewährleisten. Der Energiebedarf dieser

Infrastruktur ist enorm, sodass dieser bis zu zehnmal grösser sein kann als der eines vergleichbaren Bürogebäudes.

Die besonderen Anforderungen der Labore und ihrer Infrastruktur wirkt sich auf die Gestaltung des gesamten Gebäudes aus. Architektur, Design und Statik haben einen wesentlichen Einfluss auf die Funktionalität und die Arbeitskultur. Eine grosse Herausforderung besteht darin, dass das Gebäude für einen langen Zeitraum errichtet wird und somit an unterschiedliche Nutzungen über den gesamten Lebenszyklus anpassbar sein sollte.

Labore sollen perfekte Orte sein: inspirierend und komfortabel für die Forscher:innen, langlebig durch einfache Anpassbarkeit, sicher, aber dennoch energieeffizient, optimal ausgelastet, aber nicht überlastet und mit einem vertretbaren Einfluss auf die Umwelt.

Diese Handlungsempfehlungen beziehen sich auf den gesamten Lebenszyklus eines Labors. Bedeutende Weichen zur Kreislauffähigkeit werden bereits in der Konzept- und Planungsphase gestellt. Die Art und Weise, wie das Projekt realisiert wird, hat einen enormen Einfluss darauf, ob und mit welchem Aufwand eine Wiederverwendbarkeit gegeben ist. In der Betriebsphase sollten Organisation und Zusammenarbeit auf den Kreislaufbetrieb ausgelegt sein und insbesondere die Organisation der zahlreichen Verbrauchs- und Hilfsgüter erfordert eine strategische Betrachtung.

# 2. Grundsätze, Prinzipien und Methoden der Kreislaufwirtschaft

## 2.1 Lebenszyklusbetrachtung

Ein kreislauffähiges Laborgebäude zu bestellen, zu entwerfen, zu planen, zu erstellen und zu betreiben, bedeutet, es nicht als ein von seiner Umwelt losgelöstes Objekt zu begreifen, sondern es in die vorhandenen natürlichen und gebauten lokalen und regionalen Kreisläufe konzeptionell, organisatorisch und materiell einzubetten. Diese Kreisläufe können aus drei unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden:

### 1. Kreislauf erhalten:

Erste Priorität hat das Verlängern der Lebensdauer von Bestehendem durch gezieltes Weiterbauen, durch Adaption und durch Reparatur.

### 2. Kreislauf weiterführen:

Bauteile und Produkte, die bereits im Kreislauf sind, werden in ihrem ursprünglichen Zweck oder in neuer Funktion wieder eingesetzt.

### 3. Kreislauf ergänzen:

Was durch gezielte, hochwertige Material- und Produktauswahl neu hinzugefügt wird, ist bereits heute das Materialdepot von morgen.

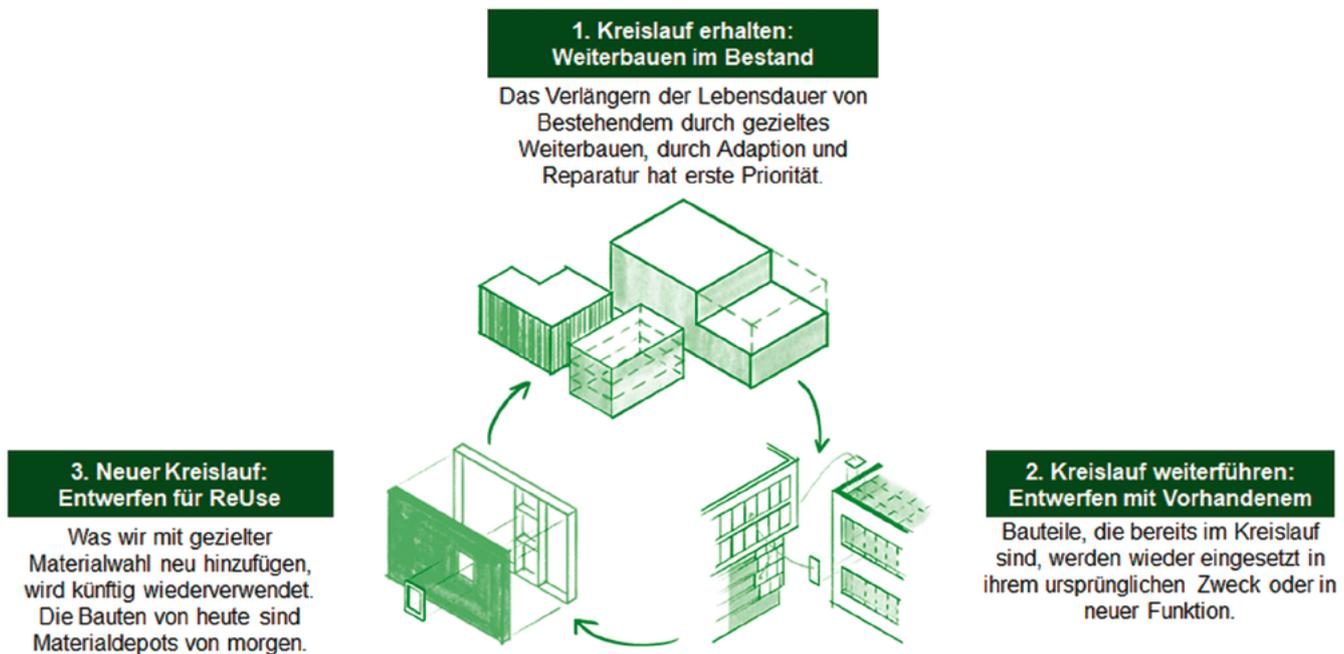
Um dieses Konzept Realität werden zu lassen, sind zwei Dinge besonders relevant:

### 1. Lebenszyklusbetrachtung:

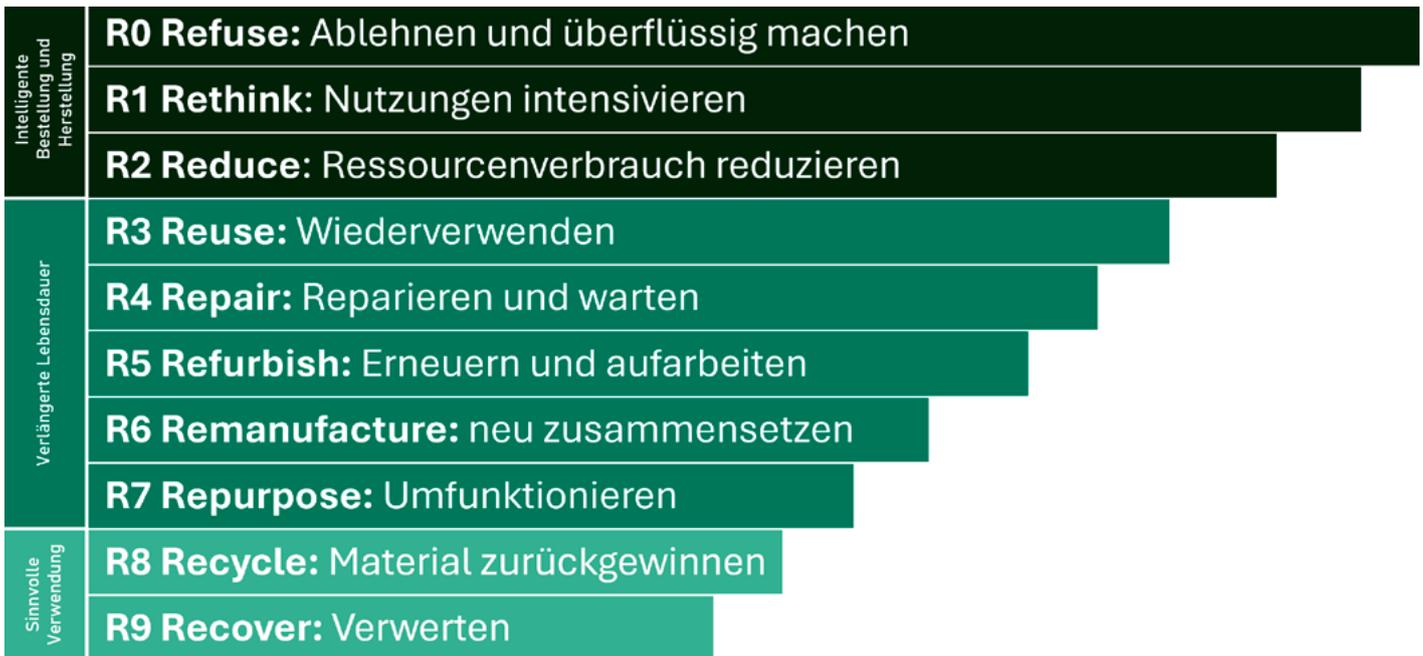
Die Anwendung der Kreisläufe erfordert eine umfassende Analyse des gesamten Lebenszyklus eines Areals, eines Gebäudes oder eines Materials. Wer bei der Bestellung eines Bauvorhabens oder eines Labors mögliche Um- und Weiternutzungen ganz oder teilweise mitdenkt und einplant, verlängert die mögliche Nutzungsdauer und damit den Kreislauf.

### 2. ESG-Ziele:

Die Kreislaufstrategie kann ohne Weiteres mit den ESG-Zielen und Massnahmen sowohl bei Besteller:innen als auch sämtlichen an der Wertschöpfung von Laboren beteiligten Unternehmen eingeordnet und angewendet werden. Bei der Kreislaufwirtschaft werden die ökologischen Herausforderungen (E) nicht isoliert betrachtet, sondern mit ökonomischen (G) und sozialen (S) Kriterien verbunden.



## 2.2 10-R-Strategie als roter Faden der Kreislaufwirtschaft



Kreislaufwirtschaft funktioniert nur, wenn die folgenden Schritte von allen beteiligten Personen innerhalb der definierten Kreislaufziele mitgetragen werden. Um die gesetzten Ziele umsetzen zu können, müssen von allen am Prozess beteiligten Personen die nachfolgenden Strategien gemeinsam verfolgt werden: Je klarer und daten- sowie kennwertbasierter diese Ziele formuliert sind, umso leichter wird es, die richtigen Strategien auszuwählen und zu priorisieren. Wenn beispielsweise Erstellungs- und Betriebsemissionsziele sowohl auf Unternehmens- als auch auf Gebäudeebene bestehen, können sich alle beteiligten Personen an diesen Werten orientieren. Je früher die Strategien implementiert und in die Projektinitialisierung eingearbeitet werden, umso effizienter sind sie im Hinblick auf die Kreislaufziele. R0 hat dabei den höchsten Wirkungsgrad für die Zirkularität, den Ressourcenschutz und die Emissionsreduktion. R9 hat folglich den geringsten Wirkungsgrad. Die Strategien können in drei Modi eingeteilt werden:

### Intelligente Bestellung und Herstellung

- **R0: Ablehnen und überflüssig machen (Refuse)**
  - Es verwenden mehr Ressourcen verwendet, als zur Verfügung stehen. Daher sollte grundsätzlich hinterfragt werden, ob ein neues Produkt oder Projekt wirklich gebraucht wird, oder ob bereits Bestehendes weitergenutzt werden kann, z. B. Gebäude, die Laborinfrastruktur oder Verbrauchsmaterial. Ablehnen bedeutet, Ressourcen nur dann einzusetzen, wenn sie über ihren gesamten Lebenszyklus einen positiven Effekt haben.

### • R1: Nutzungen intensivieren (Rethink)

- Kreislauffähige Prozesse bedürfen oftmals einer anderen Denkweise als lineare Prozesse. Nutzungen sollten flexibler gestaltet werden, Mehrfachnutzung mitgedacht, Standards hinterfragt oder Bestand erhalten werden. Dieses erfordert, gängigen Strategien mit Innovationen zu begegnen und damit einen Mehrwert zu schaffen.

### • R2: Ressourcenverbrauch reduzieren (Reduce)

- Es ist das Ziel, mit weniger mehr zu machen. Zirkularität ist dann hoch, wenn mit möglichst wenig Massnahmen und Material möglichst Hochwertiges erreicht wird. Es gilt, die Qualität der Einfachheit in den Projekten umzusetzen.

### Verlängerte Lebensdauer

#### • R3: Wiederverwenden (Reuse)

- Je länger und öfter ein Bauteil, Element, Produkt oder Gebäude wiederverwendet werden kann, umso besser. Dies muss über die Bestellung und Herstellung in den gesamten Nutzungsprozess einfließen. Nur was qualitativ hochwertig hergestellt, reversibel verbaut und präzise dokumentiert wird, kann effizient und sinnvoll wiederverwendet werden. Lager- und Logistikprozesse müssen berücksichtigt werden.

#### • R4: Reparieren und Warten (Repair)

- Bauteile, Produkte und Elemente müssen sowohl reparierbar konzipiert und gestaltet als auch als bezahlbare Reparaturlösungen umsetzbar sein.

- **R5: Erneuern und aufarbeiten (Refurbish)**

- Ist eine Erneuerung nicht möglich, werden die Altteile aufgearbeitet und in einem neuen Produkt mit der gleichen Funktion wiederverwendet.

- **R6: Neu zusammensetzen (Remanufacture)**

- Ist eine Erneuerung nicht möglich, werden die Altteile aufgearbeitet und in einem neuen Produkt mit der gleichen Funktion wiederverwendet.

- **R7: Umfunktionieren (Repurpose)**

- Bei dieser Strategie werden alte oder ausrangierte Produkte durch Upcycling in einer anderen Funktion neu eingesetzt.

### **Sinnvolle Verwertung**

- **R8: Material zurückgewinnen (Recycle)**

- Produkte und Materialien werden vollständig oder teilweise zu neuen Sekundärrohstoffen aufbereitet, um somit Primärrohstoffe zu ersetzen und Ressourcen einzusparen. Diese Prozesse können energie- und emissionsintensiv sein, was in der Bilanz zu berücksichtigen ist.

- **R9: Verwerten (Recover)**

- Wenn alle anderen R-Strategien gescheitert sind, werden Abfälle einem möglichst sinnvollen Zweck zugeführt und beispielsweise zur Nährstoffherzeugung oder in der Energieproduktion eingesetzt.

## 2.3 Was ist das Besondere an der Kreislaufwirtschaft im Labor?

Zur Betrachtung der Kreislaufwirtschaft im Labor sollte die besondere Struktur eines Laborgebäudes berücksichtigt werden:



Das **Laborgebäude** sollte für eine lange Nutzungsdauer ausgelegt sein, da die verwendeten Ressourcen sowie der Energiebedarf in der Entstehungsphase gross sind und über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes amortisiert werden müssen. Die einfache Anpassbarkeit an Nutzungsänderungen sowie die direkte Wiederverwendung der Baumaterialien über den gesamten Lebenszyklus haben erhebliches Potenzial.

Die **technische Laborinfrastruktur** hat eine hohe Komplexität und ist sowohl für die Sicherheit des Labors essenziell als auch für den Energiebedarf des gesamten Labors wesentlich.

- Die Sicherheit wird im Wesentlichen durch bewegte Luft hergestellt, die die Labormitarbeiter:innen oder das Umfeld vor gefährlichen Substanzen schützt.
- Diese beträchtlichen Luftmengen müssen exakt konditioniert und durch das gesamte Gebäude transportiert werden.
- Darüber hinaus sind diverse Medien wie Gase sowie Reinst- und Kühlwasser erforderlich, die teilweise aufwendig aufbereitet und verteilt werden müssen.
- Die Energieversorgung ist zentral, da die gesamte Infrastruktur sowie alle Geräte und Einrichtungen eine robuste Stromversorgung benötigen.
- Licht, Beleuchtung und Beschattung sind für die Tätigkeiten im Labor ebenfalls von hoher Bedeutung.
- Labormöbel wie Sicherheitswerkbänke, Laborabzüge oder Tiefkühlschränke erfordern eine direkte Interaktion mit der Infrastruktur und haben einen grossen Energie- und Kühlbedarf.

Diese gesamte technische Infrastruktur wird häufig projekt- und anwendungsspezifisch geplant und gebaut. Es sind unterschiedliche Disziplinen involviert, z. B. Lüftung, Elektro, Sanitär, Laborausrüstung, Licht, Sicherheitstechnik sowie Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR). Die Lebensdauer der Systeme und Installationen ist grundsätzlich länger als die der Laborgeräte. Werden jedoch aufgrund von Nutzungsänderungen Anpassungen der Infrastruktur benötigt, so werden die Einrichtungen der Infrastruktur zu einem grossen Teil neu erstellt.

Ein erheblicher Anteil des Energiebedarfs im Labor wird durch die technische Laborinfrastruktur verursacht und beeinflusst. Die Wiederverwendung von Energieflüssen hat direkte Auswirkungen auf die Betriebseffizienz und erfordert eine ganzheitliche Betrachtung. Durch Kreislauffähigkeit und die Langlebigkeit der einzelnen Elemente der technischen Infrastruktur können erhebliche Vorteile generiert werden.

**Laborgeräte** sind häufig tätigkeitsbezogen und einem kurzen Innovationszyklus unterworfen. Sie sind zunehmend mit digitalen Schnittstellen zur automatischen Datenerfassung sowie zur Interaktion mit anderen Geräten oder der Infrastruktur ausgerüstet.

Durch das gemeinsame Verwenden von Gerätepools ist die Erhöhung der Gerätenutzung und der Effektivität möglich, wodurch ggf. weniger Geräte benötigt werden. Ferner sind Prozesse erforderlich, um Geräte an anderen Orten oder in anderen Funktionen weiterverwenden zu können.

Die Tätigkeiten im Labor erfordern eine beträchtliche Menge an **Verbrauchs- und Hilfsgütern**, z. B. diverse Medien, Handschuhe, Pipetten, Chemikalien oder Lösungsmittel, die grundsätzlich nur einmalig verwendet werden. Diese Materialien sicher wiederzuverwenden oder ggf. einer weiteren Verwendung zuzuführen, bietet grosses Potenzial zur Reduzierung von Abfallmengen und Betriebskosten.

## Strukturiertes Vorgehen

Um die Kreislaufwirtschaft im Laborkontext erfolgreich anzuwenden, ist eine strukturierte und ganzheitliche Betrachtung von innen nach aus-sen von Vorteil.

- Im ersten Schritt sollte nicht die individuelle Tätigkeit im Vordergrund stehen, sondern die Betrachtung, welche Tätigkeiten in dem Labor möglich sein sollen und welche ausgeschlossen werden können. Diese Tätigkeiten und die dafür erforderlichen Laboranforderungen können in Modulen beschrieben werden, die die unterschiedlichen technischen Disziplinen berücksichtigen sowie die Schnittstellen zu anderen Modulen, zum Gebäude und zum Betrieb beschreiben.
- Im zweiten Schritt sollten diese Module sowie die Schnittstellen so weit wie möglich und nötig standardisiert werden. Je häufiger die Funktion eines Moduls wiederverwendet werden kann und je eindeutiger die Schnittstellen definiert sind, desto grösser wird die Anpassbarkeit und Flexibilität.
- Die Module umfassen z. B. alle technischen Disziplinen. Es ist entscheidend, dass die Anforderungen an die Kreislauffähigkeit der Module (z. B. Langlebigkeit, Zusammenbau, Zerlegbarkeit, Gleichteile, Erweiterbarkeit etc.) exakt definiert sind und dass die Schnittstellen (Kommunikationsprotokoll, Objektorientierung, Datenmodell etc.) definiert und standardisiert sind. Somit können die Module industriell vorgefertigt werden und leichter in diesem oder einem anderen Projekt wiederverwendet werden.

Für die erfolgreiche Kreislaufwirtschaft im Labor sind eine konstruktive Zusammenarbeit und ein gemeinsames Verständnis aller involvierten Parteien von entscheidender Bedeutung. Der fokussierte Blick auf dedizierte Gewerke und einzelne Lebenszyklusphasen sollte durch eine Sicht auf den gesamten Lebenszyklus sowie den Beitrag aller individuellen Parteien erweitert werden.

## Digitalisierung und Daten

Um die Kreislaufwirtschaft effizient und effektiv organisieren zu können, bedarf es aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellung zahlreicher Daten und digitaler Hilfsmittel, die in der Planung, im Betrieb und nach der Ausserbetriebsetzung die Prozesse unterstützen.

Es ist ein ausführliches Inventarverzeichnis in Form eines Materialpasses erforderlich, um die eingesetzten Materialien, Mengen und Eigenschaften zu kennen und die effektive Verwendung zu analysieren. Diese Informationen sind essenziell für die Entscheidung, ob Geräte oder Einrichtungen ggf. kontaminiert sein könnten und ob sie für die angedachte, zukünftige Verwendung geeignet sind.

## Neue Geschäftsmodelle

Durch eine digitale Gebrauchtmärktebörse kann die Wiederverwendung im Kreislauf auch ausserhalb des eigenen Labors vereinfacht werden. Zudem sind damit wirtschaftliche Anreize verbunden. Je standardisierter die Module und die Schnittstellen sind, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit einer Anschlussverwendung.

Durch neue Geschäftsmodelle wird die Kreislaufwirtschaft unterstützt, indem insbesondere Geräte, Infrastruktur und Gebäude nicht gekauft, sondern gemietet werden. So besteht ein erhebliches Eigeninteresse der Vermieter:innen an der kontinuierlichen Weiterverwendung.



## 3. Kreislaufwirtschaft für zukunftsfähige Areale und Gebäude

### 3.1 Wie werden kreislaufgerechte Laborprojekte initialisiert?

#### **ESG für nachhaltige Planung**

Die Kreislaufwirtschaft ist ein bedeutendes Element eines ganzheitlichen Nachhaltigkeitsmanagements. In der strategischen Entwicklung von Arealen und Laborprojekten sollte die UN-Agenda für nachhaltige Entwicklung (17 SDG, Sustainable Development Goals) berücksichtigt werden.<sup>3</sup> Als Grundlage für die Umsetzung der UN-Agenda dienen die ESG-Kriterien (Environment, Social, Governance) für ein nachvollziehbares, gut kommunizierbares und strukturiertes Vorgehen. Sie bilden den Handlungsrahmen von wirksamen Investitionen.<sup>4</sup> Eine nachhaltige, kreislauffähige und zukunftsgerechte Entwicklung von Arealen und Laborgebäuden spielt in Verbindung mit weiteren Faktoren wie der Unternehmenskultur im Wettbewerb um globale Talente eine wesentliche Rolle.<sup>5</sup>

Konkrete strategische Ziele zur Erfüllung von ESG-Kriterien für Portfolio- oder Projektstrategien von Laborgebäuden und mögliche Massnahmen, die über die Kreislaufwirtschaft hinausgehen, sind im Anhang in einer tabellarischen Übersicht aufgelistet.

#### **Strategische Positionierung der Kreislaufwirtschaft des Laborgebäudes**

In der strategischen Entwicklung von Laborgebäuden sollten Prinzipien der Kreislaufwirtschaft als ein Mittel zur Verringerung der schädlichen Auswirkungen des Bauens betrachtet werden. Bei der Entwicklung, Planung und Realisierung von Laborgebäuden werden mit der Kreislaufwirtschaft vier Ziele verfolgt:

- **Reduktion schädlicher Auswirkungen**
- **Ausrichtung auf Dauerhaftigkeit**
- **Sicherheit und Flexibilität**
- **Sortenreine und reversible Konstruktion**
- **Schaffung gesunder Lebensräume**

In der strategischen Entwicklungsphase wird die grösste Wirkung in diesen vier Zielbereichen erreicht. Grundlegende Entscheidungen erfolgen in der strategischen Phase, z. B. durch die Festlegung gemeinsamer Nachhaltigkeitsziele. Bei der Initiierung spielen die Zusammenstellung der Anforderungen, Bedarfe und Ziele sowie die Konzeption des Planungsprozesses und der Beteiligten durch die Bauherrschaft eine massgebliche Rolle.<sup>6,7</sup> Eine professionelle und verantwortungsvolle Durchführung der Bedarfsplanung kann für den Erfolg eines Laborprojekts entscheidend sein.<sup>8</sup>

## 3.2 Was sollte bei der kreislaufgerechten Planung von Laborprojekten beachtet werden?

Laborgebäude verfügen über unterschiedliche Gebäudeschichten und Raumtypologien mit verschiedenen Lebensdauern wie Struktur, Fassade, Technik und Ausbau, Büroflächen, Erschließung und hochspezialisierte Laborflächen. Das nachhaltige Laborprojekt beginnt bei der richtigen Bedarfsanalyse. Nur ein möglichst bedarfsgerechtes Projekt kann auch ein nachhaltiges Projekt werden.

Hierzu sollte der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes in Betracht gezogen werden:

1. Standort und Bedarfsanalyse der Nutzer:innen
2. Flexibilität und Modularität in der Planung
3. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Betrieb
4. Neuevaluierung bzw. Nachjustierung bei Bedarf
5. Adaptierung und Umnutzung unter Wiederverwendung von Bauteilen

Design for Deconstruction bzw. Design for Disassembly (DfD) ist ein ganzheitlicher Ansatz, der darauf abzielt, den Rückbau von Gebäuden oder in einzelne Module, Elemente, Bauteile oder Materialien zu erleichtern, damit sie wiederverwendet, neu zusammengesetzt oder recycelt werden können.<sup>9</sup> Insbesondere bei Laborgebäuden, die aufgrund ihrer systembedingten Innovationszyklen kontinuierlichen Veränderungen unterliegen, spielen die unterschiedliche Lebensdauer, der Unterhalt und die Reversibilität eine massgebliche Rolle, um ggf. auch kurzfristig flexibel auf neue räumliche oder technische Anforderungen reagieren zu können.

### **Digitalisierung von Kreisläufen**

Der komplexe Planungsprozess hinsichtlich kreislauffähiger Prinzipien wird in enger Zusammenarbeit der beteiligten Planer:innen durchgeführt, um vereinbarte Nachhaltigkeitsziele stetig in Entwurf und Planung bewerten und justieren zu können. Durch eine gemeinsam vereinbarte digitale Planungsmethodik wie BIM, Planungswerkzeuge wie LCA und Kommunikationsformen können diese iterativen Arbeitsabläufe unterstützt werden.

Folgende Leistungen sollten verbindlich im Leistungsauftrag definiert werden:

- zirkuläre Konstruktionen
- Dokumentation des Bauprozesses
- Definition und Dokumentation der Nutzungsflexibilität
- Rückbaukonzepte
- Aktualisierung der Bauteildokumentation inkl. Bauteilpässe und Gebäudepässe



### 3.3 Welche architektonischen Prinzipien unterstützen die Kreislaufwirtschaft von Laborprojekten?

#### **Bestandsgebäude als Ressource**

Um den Ressourcenverbrauch und Erstellungsemissionen grundlegend zu reduzieren, ist das Bauen im Bestand ein wesentlicher Ansatzpunkt. Der Bestand kann in zweierlei Hinsicht als Ressource genutzt werden. Die erste Priorität stellt der Umbau bzw. die Umnutzung von Laborgebäuden durch intelligente Umplanung dar, um neu konfiguriert unterschiedliche Raumtypen für Experimente, Schreibzonen etc. bereitzustellen. Dabei sollten die Laborgebäude so geplant werden, dass sie auch künftig flexibel umgestaltet werden können. Erst wenn ein Laborgebäude nicht mehr nutzbar oder umwandelbar ist, sollte die zweite Priorität sein, die Konstruktionen, Bauteile und Baustoffe des Laborgebäudes als Ressourcenlager zu nutzen.<sup>10</sup>

#### **Flexibilität und Anpassbarkeit**

Die Anforderung an die Anpassbarkeit für andere Nutzungen sollte projektspezifisch gewichtet und festgelegt werden. Während die mögliche räumliche Einteilung durch Wandanschlüsse durch die Wahl des Ausbaurasters im Zusammenhang mit dem Fassadenraster und Tragraster bestimmt wird, ist die Festlegung von Reserven in Vertikalschächten oder die Verortung von Übergabestellen für Medien wie der Lüftung massgeblich für eine flexible Raumnutzung als Labor sowie für die Geschwindigkeit der Umsetzung.

#### **Kompaktheit und Lebendigkeit**

Eine kompakte Anordnung von Raumtypen kann in Clustern vertikal oder horizontal erfolgen, um Kosten, Tragstruktur und Erstellungsemissionen zu optimieren. Eine vollständige flexible Umnutzung eines gesamten Gebäudes für einen anderen Nutzungsfokus ist je nach Projekt dann jedoch nicht möglich oder stellt Verschwendung dar, wenn beispielsweise trotz erheblicher Anteile von Dokumentationsnutzung wesentlich höhere experimentfähige Räume erstellt werden. Insbesondere bei Laborgebäuden können die Anteile der verschiedenen Nutzarten je nach Betriebskonzept variieren. Trotz der unbekannteren Zukunft kann die Bandbreite dieser Veränderungen rückblickend in einer Organisation oder einer spezifischen Branche eruiert und als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden. In Abwägung der Verhältnismässigkeit von kurzen Wegen zwischen geclusterten Nutzungsbereichen und den Vorteilen informeller Begegnungsmöglichkeiten auf dem Weg und an angelagerten Kommunikationsorten kann aus einer solchen typologischen Anordnung die Grundlage für eine lebendige Arbeitswelt entstehen.

### **Langfristige Werte und Lebenszyklen**

Grundlegend ist zu beachten, dass auch bei Laborgebäuden die Lebenszyklen von Konstruktionen und Bauteilen unterschiedlich lang sind. Hierbei ist davon auszugehen, dass normative, technische und tatsächliche Nutzungsdauern fallweise divergieren und entsprechend untersucht werden sollten.<sup>11</sup> Während die Tragstruktur die langlebigste Konstruktion ist, durchlaufen die anderen Gebäudeschichten wie Fassaden und Gebäudetechnik mittlere Lebenszyklen und Innenausbau und Mobiliar kürzere Lebenszyklen. Daraus resultiert, dass bei der Planung einer Konstruktion die einzelnen Schichten bzw. Bauteile getrennt und nach dem jeweiligen Lebenszyklus angeordnet und möglichst nicht verklebt, sondern reversibel gefügt werden müssen<sup>12</sup> bzw. die Installationen eines Laborgebäudes immer leicht erreichbar und austauschbar sein sollten.<sup>13</sup>

### **Ressourceneinsatz und Konstruktionen**

Während des Planens und Bauens von Umbauten oder Neubauten ist es entscheidend, auf den Ressourceneinsatz und auf die Stoffströme zu achten, die gegenüber den bisherigen Bauweisen massiv reduziert werden müssen. Ein Grundsatz ist dabei, nicht mehr die grenzenlose Verfügbarkeit von Materialien und Ressourcen vorauszusetzen, sondern prioritär auf regional

vorhandene, erneuerbare und kreislauffähige Ressourcen zurückzugreifen und diese wiederzuverwenden sowie ihre Wiederverwendbarkeit und Reparaturfähigkeit durch reversible Konstruktionsdetails zu ermöglichen.<sup>14</sup>

### **Materialien für gesunde Lebensräume**

Natürliche, biobasierte oder erdbasierte Baustoffe wie Holz, Naturstein, Lehm, Hanfkalk und Stroh sind emissionsarm in der Herstellung, schadstofffrei in der Nutzung, wiederverwendbar oder kompostierbar und damit kreislauffähig und wirken sich positiv auf das Innenraumklima aus. Diese Baustoffe können in Laborgebäuden als thermische Masse oder Schallschutz (Lehmziegelwände), bei Trennwänden (Holzständer-Lehm- bauplatten) oder zur Dämmung (Hanfkalk) eingesetzt werden. Sie können in öffentlichen Bereichen im Innenausbau (Lehm- und Kalkputze) und bei der Gebäudehülle für Fassade oder Fenster (Naturstein, Holz) verwendet werden. In der Regel können diese Baustoffe problemlos in die Planung dieser Bereiche integriert werden. Selbst wenn natürliche Baustoffe industriell hergestellt oder nachbearbeitet werden, sind der Energieaufwand und die damit verbundenen THG-Emissionen dabei meist signifikant kleiner als bei herkömmlichen Baustoffen.<sup>15</sup>

## 3.4 Wie können kreislaufgerechte Laborprojekte realisiert werden?

### **Digitaler Zwilling**

Digital basierte Planungen, Simulationen, iterative Optimierungsläufe in den Planungsprozessen sowie die Lokalisierung und Dokumentation der Stoffströme im realen Gebäude sind die Grundlage einer zukunftssicheren Planungsinfrastruktur für Laborprojekte.

Dadurch können zukünftig ein bidirektionaler Informationsfluss und die Untersuchung komplexer Wechselwirkungen zwischen Planung und Betrieb gewährleistet werden. Zudem wird die Entscheidungsfindung über die Massnahmen und das Vorgehen am Ende des Lebenszyklus von Laborgebäuden unterstützt.

### **Ausschreibung, Vergabe und Kontrolle**

Für die konsequente Umsetzung kreislauffähiger Projekte müssen in der Ausschreibungs- und Vergabephase entsprechende zirkuläre Materialien und reversible Detailkonstruktionen eingefordert werden. Die geplanten und ausgeschriebenen Konstruktionen und Materialien dürfen nicht kurzfristig bauseits weder in ihrer Kreislauffähigkeit noch in ihren Umweltauswirkungen

verändert werden. Sollten Unternehmeralternativen in Erwägung gezogen werden, so sind diese in einer fortzuschreibenden Lebenszyklusbetrachtung nachzuführen und die Auswirkungen auf das Gesamtergebnis sind abzuwägen oder entsprechende Ausgleichsmassnahmen vorzusehen. Die Vergabekriterien sollten Wirtschaftlichkeit (Preis und Lebenszykluskosten) sowie Nachhaltigkeit (Kreislauf) ausgewogen berücksichtigen, z. B. lokale Firmen, nachhaltige Unternehmensstrategie und regionale Materialien.

### **Realisierung, Bauabläufe und Stoffkreisläufe**

Eine kreislaufgerechte Realisierung von Laborgebäuden setzt eine gut organisierte Baustelle, lokale Unternehmer:innen, Minimierung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen, effiziente Logistik und Lean Management voraus. Während der Bauphase muss mit Ressourcen und existierenden Lebensräumen sorgfältig umgegangen werden. So sollte z. B. der Aushub reduziert werden, indem etwaiger Bodenaushub in seinen unterschiedlichen Qualitäten in neue Kreisläufe eingebracht wird. Wasserkreisläufe und Ökosysteme sollten aufrechterhalten bzw. wiederhergestellt werden.

### 3.5 Wie werden Labore kreislaufgerecht genutzt?

#### Reprogrammierung ermöglichen

Durch die in einem architektonischen Konzept angelegte räumlich-strukturelle Flexibilität und gewählte Ausstattung ist eine kurzfristig temporäre oder permanente Umwidmung einzelner Bereiche oder Geschosse mit ähnlicher Nutzung in anderem Layout auch im laufenden Betrieb ohne grossen zeitlichen Aufwand möglich. Die notwendigen Mehrinvestitionen in ein flexibles und zukunftssicheres Laborkonzept können schon nach kurzer Zeit durch die Vermeidung der ansonsten notwendigen Stillstandszeiten während der Umbauphasen in traditionell konzipierten Gebäuden kompensiert werden.

#### Soziale Interaktion und Begegnung

Die Basis für einen sozialen Austausch und die Förderung der Interaktion zwischen verschiedenen Teams und Bereichen wird in einem architektonischen, räumlich-programmatischen Konzept gelegt. Trotz oder gerade aufgrund von Schleusen und Sicherheitsbereichen ist eine gut erkennbare und dezentrale Verortung von informellen Begegnungsmöglichkeiten wie Teeküchen, Aufenthaltsräumen und Besprechungsräumen im Gebäude entscheidend, um im Tagesverlauf die Wahrscheinlichkeit von zufälligen, wertvollen Begegnungen zu erhöhen.

### 3.6 Was kommt in der Zukunft?

#### EU-Taxonomie und Lebenszyklus

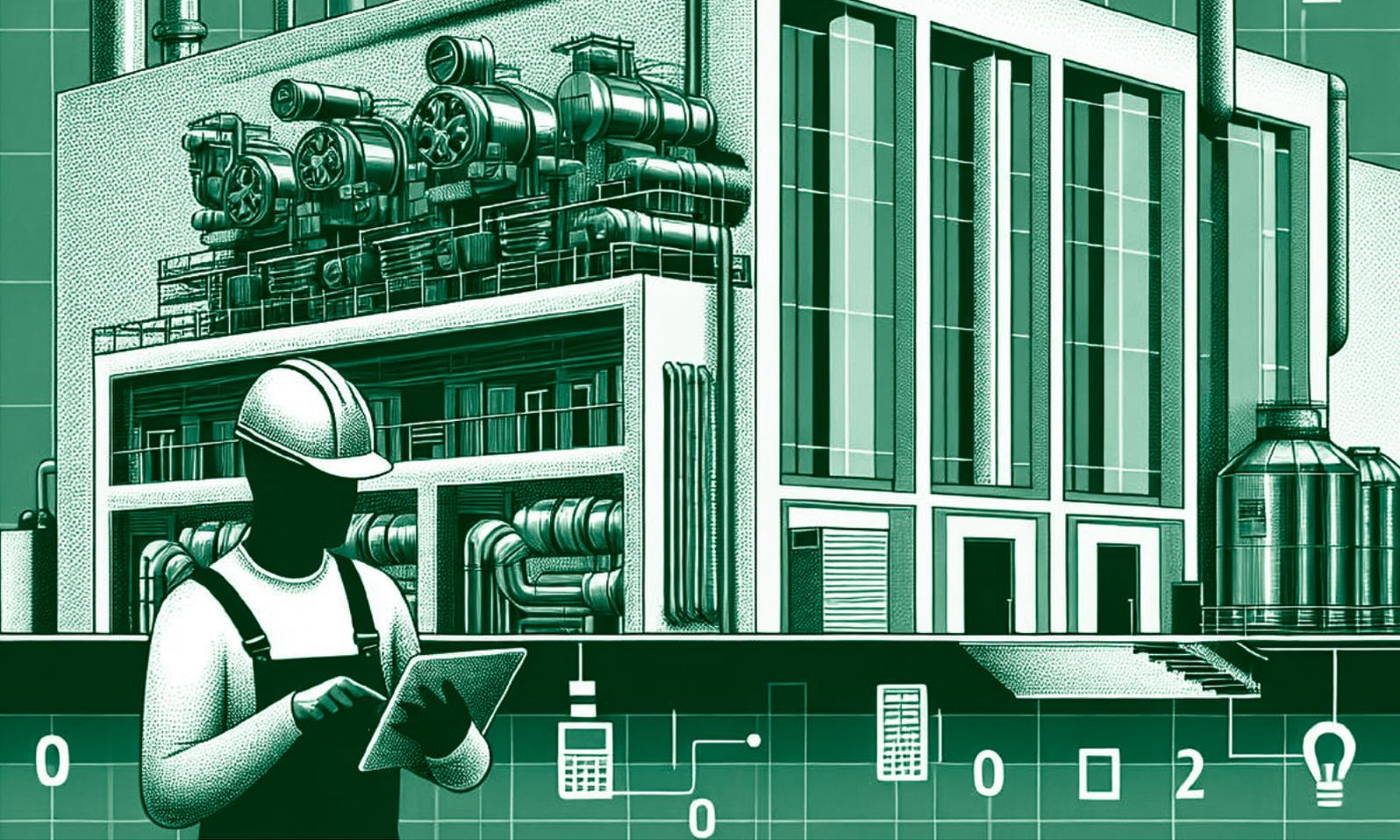
Mit einer Kostenbetrachtung über den Lebenszyklus, der Total Cost of (internal) Ownership, kann ein differenzierteres Bild von Investitionen und Betriebskosten entstehen. Sofern durch zu erwartende Massnahmen im schweizerischen Markt und sicher auch im europäischen Markt durch die Anwendung der EU-Taxonomie bisher externalisierte Folgekosten eingepreist werden, wird eine Betrachtung der Total Cost of Ownership (internal and external) kurz- bis mittelfristig zu einem anderen Umgang mit Ressourcen und Emissionen führen.

#### Gamechanger Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft führt zu Innovationen auf allen Ebenen. Die Art und Weise, wie Laborgebäude hergestellt werden, sollte von Bausystemen bis hin zu Geschäftsmodellen überdacht werden. Das Ziel ist, Laborgebäude zukünftig innerhalb der planetarischen Grenzen zu planen und zu bauen.<sup>16</sup> Für die Herstellung von Laborgebäuden ist die Kreislaufwirtschaft somit ein Gamechanger und ein System, das allen Beteiligten wirtschaftliche, soziale und ökologische Vorteile bringt. Es braucht den Paradigmenwechsel bei der Planung, Errichtung und Nutzung von Laborgebäuden.<sup>17</sup>

### 3.7 Potenziale und Risiken der Kreislaufwirtschaft für Gebäude und Areale

Potenziale	Risiken
<b>Ressourcenschonung:</b> Durch die R-10-Strategie wird die Ressourceneffizienz erhöht.	<b>Prozessrisiken:</b> Noch nicht alle Planer:innen sind mit den veränderten Planungsabläufen vertraut.
<b>Reduktion der Umweltauswirkungen:</b> Durch die R-10-Strategie sind eine Verringerung des Abfallvolumens, weniger Materialeinsatz und geringere Emissionen in der Erstellung zu erwarten.	<b>Vergleichbarkeit:</b> Es gibt noch keinen weltweit gültigen, definierten Berechnungsstandard für Ökobilanzen, um die Zielsetzung und die Vergleichbarkeit von Projekten global in Relation zu setzen.
<b>Kosteneinsparungen:</b> Obwohl die Investition in kreislauffähige Gebäude höher sein kann, können die Lebenszykluskosten durch eine längere Nutzungsdauer und optimierte Betriebskosten besser ausfallen.	<b>Wirtschaftliche Tragfähigkeit:</b> Die preisliche Konkurrenzfähigkeit regenerativer Materialien hängt von der Dynamik der Marktentwicklung ab und der Zeitpunkt und die Höhe einer bevorstehenden CO <sub>2</sub> e-Bepreisung sind unklar.



## 4. Kreislauffähige Infrastruktur

### **Komplexität der Infrastruktur**

Labore brauchen eine komplexe technische Infrastruktur, um die erforderlichen Medien und Umgebungsbedingungen reproduzierbar zur Verfügung zu stellen.

An der Planung und Erstellung dieser Infrastruktur sind diverse Fachdisziplinen wie Architektur, Laborbau, Sanitär, Lüftung, Elektro, Sicherheit und MSR beteiligt, die diese Aktivitäten grundsätzlich projektspezifisch planen und realisieren. Alle Disziplinen erfordern bauliche Tätigkeiten im Laborgebäude, um Kanäle, Rohre, Kabeltrassen, Stromschienen, Klimageräte, Anschlüsse und Leuchten zu installieren.

Zusätzlich müssen die Räume an die Schutzbedürfnisse der Tätigkeiten angepasst werden, z. B. mit unterschiedlichen Druckstufen und ggf. Material- und Personalschleusen. Die verwendeten Materialien müssen den besonderen Anforderungen u. a. an Korrosionsbeständigkeit und Reinigungsbarkeit genügen, wodurch häufig hochwertige und teure Materialien eingesetzt werden müssen.

Da die Infrastruktur von den ausgeführten Tätigkeiten abhängig ist, verursachen geänderte Anforderungen im Betrieb häufig auch eine Anpassung der Infrastruktur wie die Nachrüstung von Medien oder technischen Einrichtungen. Wenn diese zu sehr auf eine individuelle Anforderung hin geplant und installiert sind, ist der Aufwand bei einer Umnutzung erheblich und die bisher verwendeten Materialien können oft nicht wiederverwendet werden. Dadurch werden hohe Kosten verursacht und es ist eine Umbauzeit nötig, in der das Labor nicht genutzt werden kann. Daraus resultiert eine Verschwendung diverser Ressourcen.

### **Modularisierung und Standardisierung**

Es ist sinnvoll, die Infrastruktur gewerkeübergreifend zu modularisieren und so weit wie möglich zu standardisieren. Die Bereitstellung der erforderlichen Medien wie Zu- und Abluft, Flüssigkeiten und Gase, Strom und Kommunikation erfolgt über optimal positionierte Versorgungsschächte, die über ausreichend Platzreserven auch für zukünftige Labornutzungen verfügen. Diese Bereitstellung sollte skalierbar geplant und umgesetzt werden, damit möglichst wenige Installationen auf Vorrat installiert werden und um die Versorgungssysteme mit dem steigenden Bedarf schrittweise ausbauen zu können. Dies kann z. B. durch die beidseitige Einspeisung eines Zuluft-Systems umgesetzt werden, dessen zweite Einspeisung am anderen Kanalende erst dann installiert wird, wenn diese zusätzlichen Luftmengen benötigt werden.

## Raumerschliessung über ein generisches Raster

Es bietet sich an, für die Laborraumerschliessung ein nutzungs-unabhängiges und somit generisches Raster vorzusehen, bevorzugt über die Decke, um auf dem Boden möglichst viele Freiheitsgrade zu behalten. Dieses Raster besteht aus einer gemeinsamen Tragestruktur, um alle Medien und Systeme aufzunehmen, die im Raum benötigt werden. In der Planungsphase sollten die Module des Rasters für die maximal gewünschte Ausbaustufe ausgelegt werden, um z. B. im digitalen Zwilling die entsprechenden Positionen zu reservieren und Kollisionen der unterschiedlichen Systeme und Medien zu verhindern.

## Digitalisierung der Infrastruktur

Neben der Modularisierung und Standardisierung der Laborinfrastruktur sollte diese mit einer ausreichenden Sensorik ausgerüstet sein, um die reale Labornutzung sowie die tatsächliche Gerätenutzung kontinuierlich zu erfassen. Somit werden ungenutzte Reserven transparent und die Flächen- und Gerätenutzung kann dauerhaft verbessert werden.

Die Energieflüsse sollten ebenfalls detailliert gemessen werden, um die vorhandenen Systemreserven zu kennen, was z. B. für eine Nutzungsänderung oder -erweiterung relevant ist, und um

die Energie- und Verbrauchskosten verursachergerecht zu verteilen. Sind diese Sensoren standardmässig in den Modulen vorgesehen, so ist der projektspezifische Aufwand deutlich geringer.

Alle Komponenten der Laborinfrastruktur sollten detailliert inventarisiert sein. Hierfür bietet sich die Verwendung des digitalen Zwillings an, der bereits bei der Erstellung des Gebäudes entsteht und in der Betriebsphase konsequent weitergepflegt werden sollte.

## Digitale Vernetzung

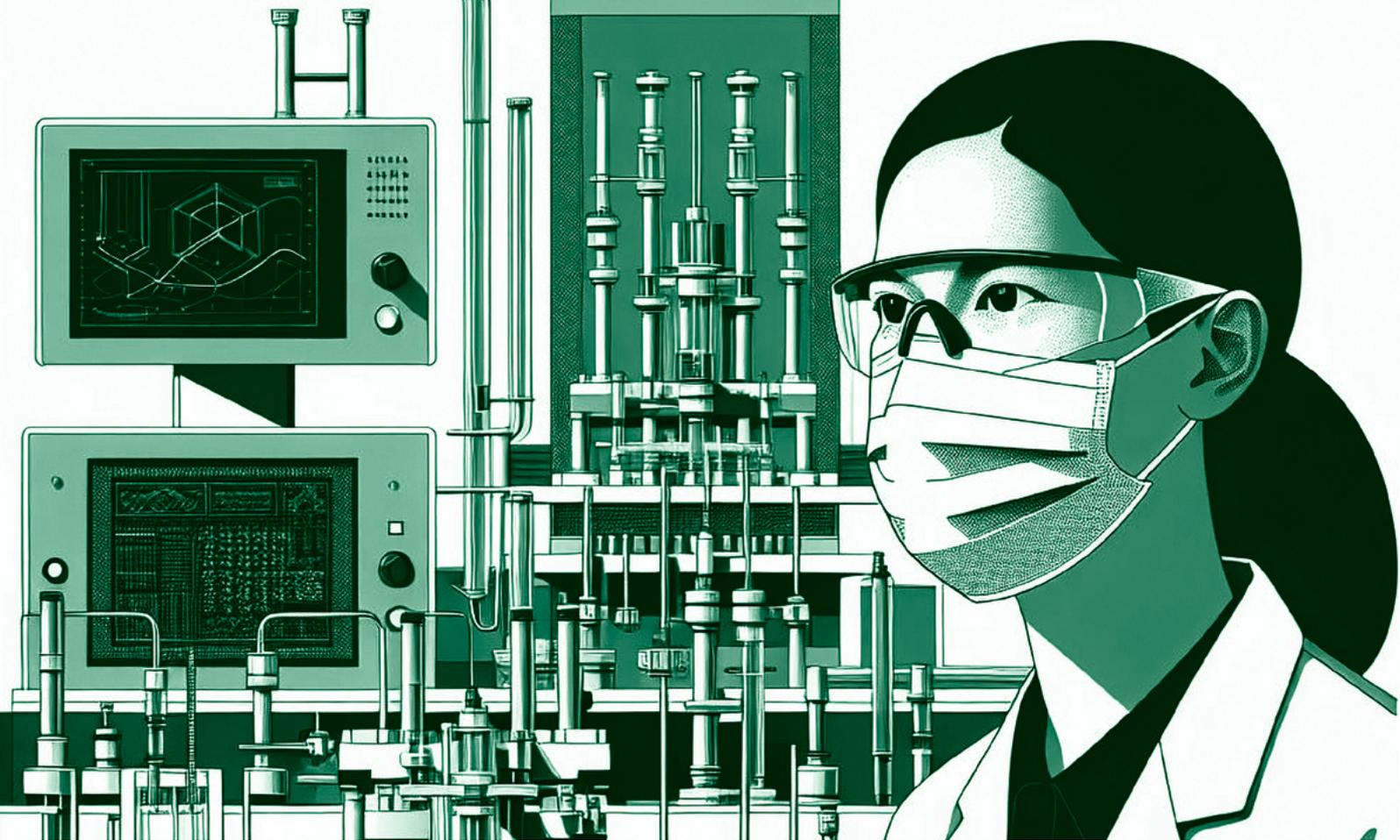
Laborgeräte und Einrichtungen erfordern eine digitale Vernetzung sowie die Möglichkeit der gemeinsamen Datenhaltung. Die Wiederverwendung und Verknüpfung unterschiedlicher Daten ist eine wesentliche Voraussetzung für neuen Erkenntnisgewinn und für die Steigerung der Laboreffizienz.

Um die unterschiedlichen Laborgeräte effizient zu vernetzen, bedarf es einer standardisierten Kommunikationsinfrastruktur, die flexibel an die Nutzungsbedürfnisse angepasst werden kann. Dies umfasst ebenfalls die standardisierten Schnittstellen der Geräte und Einrichtungen sowie der gemeinsamen Datenhaltung, die z. B. auf Basis von Inhouse-Datenbanken oder Cloud-Lösungen realisiert wird.

Die Potenziale und Risiken der Kreislaufwirtschaft in der Infrastruktur sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Potenziale	Risiken
<b>R0 – Refuse:</b> Es sollten nur die Systeme und Komponenten eingeplant werden, die für die vorgesehenen Nutzungsvarianten benötigt werden.	Werden die Nutzungsvarianten nicht sorgfältig definiert, kann es zu aufwendigen Projektänderungen kommen.
<b>R1 – Rethink:</b> Durch die gewerkeübergreifende Planung und Umsetzung sollten Funktionen, die traditionell separat voneinander realisiert werden, kombiniert werden, z. B. ein kombinierter Licht-Luft-Kanal, in dem Luftauslässe und Raumbeleuchtung zusammengefasst sind.	Die gewerkeübergreifende Zusammenarbeit und das Erstellen derartiger Lösungen ist noch unüblich und bedarf einer Klärung der Rollen und Verantwortlichkeiten.
<b>R2 – Reduce:</b> Durch eine gemeinsame Tragestruktur können alle Komponenten auf der gleichen Einheit installiert werden, wodurch z. B. diverse und individuelle Deckenbefestigungen vermieden werden können. Die Installation sollte so modular aufgebaut sein, dass nur die Systeme initial installiert werden, die für die Erstnutzung benötigt werden. Es muss die Möglichkeit geben, dass bei Nutzungsänderungen die zusätzlich erforderlichen Installationen unkompliziert nachgerüstet werden können. Dies setzt eine integrale Planung aller Gewerke sowie das Reservieren der Einbaupositionen während der Planungsphase im digitalen Zwilling voraus.	Dafür ist eine koordinierte Zusammenarbeit und eine gemeinsame Montage von unterschiedlichen Fachdisziplinen erforderlich.

Potenziale	Risiken
<p><b>R3 – Reuse:</b> Es sollten – soweit möglich – möglichst lösbare Verbindungstechniken wie Schraub-, Steck- oder Klemmverbindungen verwendet werden und keine Schweiss-, Löt- oder Quetschverbindungen, um die einzelnen Komponenten in gleicher Funktion wiederverwenden zu können. Ein möglichst grosser Umfang an Gleichteilen, der durch die Standardisierung der Module erreicht wird, führt zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Komponenten unverzüglich wiederverwendet werden können.</p> <p>Bei einer konsequenten Umsetzung der standardisierten Modulbauweise kann somit die Infrastruktur gesamter Laboretagen demontiert und an einem anderen Ort wieder aufgebaut und verwendet werden.</p>	<p>Es müssen die speziellen Installationsvorgaben von besonderen Medien wie Reinstwasser beachtet werden.</p> <p>Es muss das Wissen und die Fähigkeit vorhanden sein, bestehende Module zu demontieren und in einer neuen Konfiguration zu montieren.</p> <p>Rollen und Verantwortlichkeiten sollten definiert sein.</p>
<p><b>R4 – Repair:</b> Die einzelnen Komponenten der Module sollten so installiert sein, dass sie in der Betriebsphase zugänglich sind und bei Bedarf zur Reparatur demontiert werden können. Bei der Auswahl der Komponenten sollte auf Langlebigkeit und Reparierbarkeit geachtet werden.</p>	<p>Die Gewährleistung der reparierten Komponente muss geklärt werden. Der Aufwand der Reparatur sollte nicht nur aus wirtschaftlicher Sicht beurteilt werden.</p>
<p><b>R5 – Refurbish:</b> Die Komponenten und Bauteile sollten vom herstellenden Unternehmen oder qualifizierten Serviceanbietern fachgerecht aufbereitet und an zukünftige Anforderungen angepasst werden können. Dies können beispielsweise Mediensäulen sein, die neu bestückt werden, oder einzelne Komponenten, die aufgrund der Alterung ersetzt werden.</p>	<p>Die Gewährleistung der aufbereiteten Komponente muss geklärt werden. Der Aufwand der Aufbereitung sollte nicht nur aus wirtschaftlicher Sicht beurteilt werden.</p>
<p><b>R7 – Repurpose:</b> Die Umnutzung ist im Labor ein steigendes Bedürfnis, das in der Zukunft weiter steigen wird. Daher sollten auf Basis der generischen Raumschliessung unterschiedliche Nutzungen mit wenig Aufwand realisiert werden können. Dies schliesst die Raumteilung mit Wänden oder Raum-in-Raum-Lösungen ein, die am Deckenraster montiert werden können. Die Steuerung, Regelung und Überwachung der diversen Raumsysteme wie Zu- und Abluft, Temperatur- und Feuchte-regelung, Licht und Beschattung sowie die Integration spezifischer Laborgeräte wie Laborabzüge sollte bei einer Nutzungsänderung schnell und unkompliziert umgesetzt werden können. Um diese Anforderung erfüllen zu können, ist eine integrale Steuerungsplattform für alle Gewerke sowie eine objektorientierte Struktur der Regelung von grosser Bedeutung.</p>	<p>Eine Umnutzung kann aufgrund der Komplexität der Installationen aufwendig werden, da diverse Fachdisziplinen koordiniert werden müssen.</p>
<p><b>R9 – Recover:</b> Aufgrund des erheblichen Energiebedarfs eines Labors bietet die Energierückgewinnung beträchtliches Potenzial, das in den Konzepten der Infrastruktur ganzheitlich und konsequent berücksichtigt werden sollte. Laborgeräte erzeugen eine hohe thermische Last, die über Kühlwasser oder gekühlte Luft energieintensiv abgeführt werden muss. Zudem müssen die grossen Luftmengen, die für die Laborsicherheit aufbereitet werden müssen, geheizt, gekühlt, befeuchtet und ggf. entfeuchtet werden. Hier bietet es sich an, z. B. die Luftherwärmung im Winter teilweise über die Abwärme der Laborgeräte zu organisieren und die erforderliche Kühlenergie durch freie Kühlung aus der Umwelt zu beziehen.</p>	<p>Durch ein Energierückgewinnungssystem kann die Komplexität und der Installationsaufwand vergrössert werden. Dies kann ebenfalls zu Mehraufwendungen im Betrieb und Unterhalt führen.</p>



## 5. Geräte und Einrichtungen im Kreislauf

Durch den gezielten Einsatz von Leasing, Modularität, zentralen Informationssystemen und einem starken Fokus auf Transparenz in der Nutzung und Rücknahme von Laborgeräten kann eine nachhaltige Laborlandschaft geschaffen werden. Diese Massnahmen verbinden Effizienz mit Verantwortung und tragen wesentlich zur Förderung der Nachhaltigkeit in der Forschung bei. Dies umfasst den gesamten Lebenszyklus von der Beschaffung über den Gebrauch bis hin zur Entsorgung.

In modernen Laboren gewinnen die effiziente Nutzung von Geräten, das Teilen von Ressourcen und der Zugriff auf Experimentdaten immer mehr an Bedeutung. Durch gezielte Massnahmen wie die Verknüpfung von Labordatenbanken, die Förderung von Geräteleasing und transparente Handhabung von Dual-Use-Komponenten kann eine nachhaltigere Laborlandschaft geschaffen werden.

### **R1 – Rethink: Leasing und Reparaturmöglichkeiten**

Anstatt Experimente auszulagern, wenn spezifische Geräte fehlen, sollte das Leasing von Geräten stärker in Betracht gezogen werden. Ein zentralisiertes System zur Überwachung der Geräteauslastung kann Labore unterstützen, indem sichergestellt wird, dass Geräte, die selten genutzt werden, zwischen Abteilungen geteilt werden können. Dadurch kann die Ressourcennutzung maximiert und die Notwendigkeit neuer Anschaffungen minimiert werden.

### **R2 – Reduce: Zentralisierte Informationssysteme und Transparenz**

Eine der grössten Herausforderungen für Labore ist der Mangel an zentralen Systemen, durch die der Gerätebestand, der Standort und die Nutzung der Geräte transparent abgebildet werden kann. Dies führt zu ineffizienter Ressourcennutzung und unnötigen Anschaffungen. Durch die Implementierung eines zentralisierten Systems, das von allen Laboren genutzt wird, können Geräteinformationen effizient verwaltet und die Geräteauslastung optimiert werden.

### **R2 – Reduce: End-of-Life-Management und Energieverbrauch**

Um Rücknahmen, das Re- bzw. Upcycling oder den Weiterverkauf von Laborgeräten zu vereinfachen, müssen die herstellenden Unternehmen vermehrt in die Pflicht genommen werden. Mehr Transparenz bezüglich erlaubter Weiterverwendung (Dual Use) oder eine Rücknahmepflicht durch die herstellenden Unternehmen würden erheblich zur Reduzierung von Abfällen und zur Förderung einer nachhaltigen Laborlandschaft beitragen.

Darüber hinaus sollte der Energieverbrauch von Geräten während der Nutzung und im Standby-Modus kontinuierlich überwacht werden.

### R3 – Reuse: Modularität, Schnittstellenstandards und Transparenz

Der nachhaltige Umgang mit Laborgeräten beginnt bei der Beschaffung. Ein zentrales System zur Verwaltung von Geräteinformationen und die Bewertung anhand von Umweltkriterien wie dem ACT-Label sind entscheidend. Geräte sollten modular aufgebaut sein, sodass defekte Teile (z. B. Platinen) ausgetauscht werden können, ohne das gesamte Gerät ersetzen zu müssen. Dadurch wird die Wiederverwendbarkeit von Komponenten gefördert und die Notwendigkeit neuer Anschaffungen reduziert.

Die Vernetzung durch Schnittstellenstandards ist von grosser Bedeutung, da sie die Interoperabilität zwischen verschiedenen Geräten und Systemen verbessert und eine einfachere Integration in bestehende Labornetzwerke ermöglicht.

Bei Geräten mit Dual-Use-Komponenten, die sowohl für zivile als auch für militärische Zwecke genutzt werden können, ist Transparenz essenziell. Herstellende Unternehmen sollten klare Informationen zu diesen Komponenten bereitstellen und sich zur Rücknahme und zum Recycling verpflichten. Durch diese Massnahmen wird der Lebenszyklus der Geräte verlängert und zu einer nachhaltigen Laborlandschaft beigetragen, indem Abfall minimiert und eine verantwortungsvolle Entsorgung sichergestellt wird.

Die Potenziale und Risiken der Kreislaufwirtschaft für Laborgeräte sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Potenziale	Risiken
<b>R1 – Rethink:</b> Erhöhte Geräteverfügbarkeit Durch bessere Transparenz und zentrale Datenbanken können Geräte effizienter zwischen Abteilungen geteilt und genutzt werden, wodurch die Verfügbarkeit ohne zusätzliche Anschaffungen erhöht wird.	<b>R3 – Reuse:</b> Lizenz- und Garantiefragen Die Rückgabe oder Weitergabe von Geräten kann im Hinblick auf Lizenzierung, Garantie und Haftungsfragen mit Risiken verbunden sein.
<b>R4 – Repair:</b> Nachhaltige Verwaltung Optimierte Informationssysteme tragen dazu bei, die Lebensdauer von Laborgeräten zu verlängern und die Umweltbelastung durch unnötige Neuanschaffungen zu minimieren.	<b>R2 – Reduce:</b> Datenverlust, Vertraulichkeit Das Zurückgeben von Geräten birgt das Risiko, sensible Informationen über Arzneimittel oder andere vertrauliche Daten preiszugeben.
<b>R1 – Rethink:</b> Optimierte Betriebskosten Durch die Einführung standardisierter Prozesse für Leasing und Wartung können Labore langfristig ihre Kosten für Geräteanschaffungen und Instandhaltung senken.	<b>R0 – Refuse:</b> Betriebskosten vs. Forschung Der Übergang von Kapitalbudgets zu Betriebskostenbudgets für Geräte kann dazu führen, dass weniger Mittel für die eigentliche Forschung zur Verfügung stehen.
<b>R7 – Repurpose:</b> Effiziente Datennutzung Durch zentrale Plattformen zur Verwaltung von Experimenten und Geräteinsatz können redundante Arbeiten verringert und die Effizienz in der Forschung verbessert werden.	<b>R6 – Remanufacture:</b> Software-Aktualisierungen Hohe Kosten für Software-Updates können dazu führen, dass alte Geräte vorzeitig ersetzt werden, wodurch unnötiger Abfall erzeugt wird.
	<b>R2 – Reduce:</b> Energieverbrauch Geräte, die im Standby-Modus belassen werden, verbrauchen weiterhin Energie, wodurch die Nutzungsstatistiken verzerrt und der Energieverbrauch erhöht wird.



## 6. Kreislaufwirtschaft für Verbrauchsgüter

Das Handlungsfeld Verbrauchsgüter umfasst den nachhaltigen Umgang mit Materialien wie Chemikalien, Messgefäßen, Schutzkleidung, Einwegartikeln und weiteren Gebrauchsgegenständen. Da effiziente Arbeitsabläufe, eine hohe Forschungsqualität sowie eine sichere und kontaminationsfreie Laborumgebung priorisiert werden, wird eine weitergehende Verwendung von Verbrauchsgütern häufig nicht in Betracht gezogen. Darüber hinaus fehlt im Laborbetrieb oftmals der Überblick über die verwendeten Materialien und die möglichen Kreislaufstrategien.

### Überblick der Materialströme

Es empfiehlt sich, zunächst eine systematische Analyse der Materialströme anhand von Beschaffungs- und Abfalldaten zu erstellen, um einen umfassenden und strukturierten Überblick über die Verbrauchsmuster im Labor zu erhalten. Dies bildet die Basis für die Optimierung der Kreislaufwirtschaft entlang des gesamten Lebenszyklus – vom Einkauf bis zur Entsorgung. Diese Analyse kann mit einer Lebenszyklusanalyse (auch bekannt als Umweltbilanz bzw. Ökobilanz) ergänzt werden. Dadurch ist eine systematische Einordnung der potenziellen Umweltwirkungen und der Energiebilanz der relevanten Verbrauchsgüter während des gesamten Lebenswegs möglich, was bei der Priorisierung von Massnahmen hilfreich ist.

### Wiederverwendung

Neben der Reduktion von Verbrauchsgütern stehen die Wiederverwendung und das Recycling im Vordergrund, wobei die optimale Kreislaufstrategie je nach Anwendungsfall variieren kann.

Zum Beispiel ist zu klären, ob eine Wiederverwendbarkeit oder Reinigung der Materialien nach ihrer Verwendung möglich ist oder wegen Kontaminationsgefahr und möglichen Sicherheitsrisiken verhindert wird. Eine Wiederverwendung kann dabei auch in anderen Anwendungsfällen in Prozessen mit weniger kritischen Sicherheitsanforderungen erfolgen.

### Zielkonflikte

Es kann Zielkonflikte zwischen den Kreislaufstrategien geben. Während auf Wiederverwendung ausgerichtete Materialien oft stabiler gebaut und somit ressourcenintensiver in der Herstellung sind, ist für das Recycling der Einsatz von Monomaterialien empfehlenswert. Liegt der Fokus jedoch auf der Verbrauchsreduktion von Materialien, wird ein kleinerer Ressourceneinsatz durch dünnere und leichtere Materialien bevorzugt.

### Handlungsempfehlungen

#### R2 – Rethink: Minimaler Ressourceneinsatz

Es sollte nur Notwendiges eingekauft und eingesetzt werden, um Ressourcen zu schonen und übermässigen Abfall zu vermeiden.

Kreislaufwirtschaft sollte bereits bei der Beschaffung mitgedacht und mittels geeigneter Zuschlagskriterien eingefordert werden. Das Ziel sollte sein, vermehrt nachhaltige Alternativen wie langlebige oder recycelbare Monomaterialien zu beschaffen.

Durch die Organisation einer zentralen Beschaffung und Standardisierung der Produkte kann der Kauf in Grossbinden erfolgen, wodurch der Material- und Transportaufwand reduziert wird.

### **R3 – Reduce: Gezielte Planung**

Experimente sollten zielgerichtet geplant und, wenn möglich, virtualisiert werden, um den Einsatz von Verbrauchsgütern zu optimieren.

Es sollten klare Vorgaben für den Einsatz von Verbrauchsgütern (z. B. Einweg- oder Mehrwegartikel) in Produktionsprozessen definiert werden.

Die Produktionslinien und Prozessketten sollten regelmässig auf Verluste und Leckagen bei Chemikalien und Medien geprüft, um Verluste einzudämmen.

### **R7 – Repurpose:**

Gebrauchte Gegenstände und Chemikalien sollten dort eingesetzt werden, wo eine Verunreinigung keine negativen Auswirkungen hat.

Labore mit ähnlichem Versuchsaufbau können zusammenarbeiten, um den Verbrauch zu optimieren.

Durch physische oder virtuelle Plattformen (wie Storage Room) zur gemeinsamen Nutzung von Restbeständen kann die Wiederverwendung gefördert werden.

### **R8 – Recycle / R9 – Recover: Abfalltrennung**

Abfallströme sollten nach Material und Kontaminationsgrad getrennt werden.

Kooperationen mit Entsorgungs- und Recyclingfirmen für relevante Stoffströme sollten etabliert werden.

### **Fallbeispiele**

- Zentrales Shopsystem (ETH): Das Shopsystem der ETH umfasst über 30 Laborlieferant:innen, bündelt Anfragen und ermöglicht eine gemeinsame Anlieferung an einen zentralen Standort. Von dort erfolgt eine gesammelte Weiterverteilung an andere Standorte.
- Storage Room ist ein organisierter Rückgabeort für nicht mehr benötigte, feste Chemikalien. Die Lagerbewirtschaftung erfolgt mithilfe der Chemikaliendatenbank ExpeReact. Benutzer:innen können Chemikalien kostenlos abgeben und entnehmen.
- Reinigung von Pipettenspitzen (ETH & UZH): Durch den Umstieg auf Glaspipettenspitzen können diese gereinigt und wiederverwendet werden.
- Durch eine möglichst sortenreine Sammlung von Lösemittelabfällen können diese einem Recyclingprozess zugeführt werden. Je nach Rohmaterial und gewünschtem Reinheitsgrad kommen unterschiedliche Verfahrenstechniken zum Einsatz. Oftmals werden recycelte Lösemittel als sogenannte technische Lösungsmittel eingesetzt. Diese kommen in Prozessen zum Einsatz, welche nicht die höchsten Anforderungen an den Reinheitsgrad haben, z. B. Reinigungsprozesse.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass durch gezielte Massnahmen im Bereich der Verbrauchsgüter eine nachhaltigere Kreislaufwirtschaft auch im Labor realisierbar ist. Durch den bewussten Umgang mit Ressourcen, die Förderung der Wiederverwendung und die Implementierung effektiver Recyclingstrategien kann ein signifikanter Beitrag zur Ressourcenschonung und Kostenreduktion geleistet werden.

Die Potenziale und Risiken der Kreislaufwirtschaft für Verbrauchsgüter sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Potenziale	Risiken
<p><b>Ressourcenschonung:</b> Durch die Reduktion, die Wiederverwendung und das Recycling von Verbrauchsgütern können Labore die Ressourceneffizienz erhöhen und so ein nachhaltigeres Ressourcenmanagement fördern.</p>	<p><b>Kontaminations- und Sicherheitsrisiken:</b> Die Wiederverwendung von Verbrauchsmaterialien, insbesondere in Bereichen, die mit gefährlichen Materialien arbeiten, birgt erhebliche Kontaminations- und Sicherheitsrisiken.</p>
<p><b>Reduktion der Umweltauswirkungen:</b> Durch die Verringerung des Abfallvolumens und des Materialeinsatzes kann der gesamte ökologische Fussabdruck von Forschungsaktivitäten gesenkt werden.</p>	<p><b>Qualitätssicherung:</b> Robuste Validierungsprozesse sind notwendig, um sicherzustellen, dass recycelte oder wiederverwendete Materialien die erforderlichen Qualitätsstandards für wissenschaftliche Forschung erfüllen.</p>
<p><b>Kosteneinsparungen:</b> Obwohl die anfängliche Investition in Kreislaufsysteme hoch sein kann, können die langfristigen Einsparungen durch reduzierte Einkaufs- und Abfallentsorgungskosten beträchtlich sein.</p>	<p><b>Wirtschaftliche Tragfähigkeit:</b> Der Kauf von kreislauffähigen Verbrauchsgütern sowie die Umstellung von Prozessen zur Wiederverwendung und zum Recycling kann hohe Initialaufwände (z. B. Prozessanpassungen) und Investitionen (CAPEX) mit sich bringen, was für zahlreiche Institutionen eine Barriere sein kann.</p>
<p><b>Innovation:</b> Durch die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft können Innovationen bei der Gestaltung von Laborverbrauchsmaterialien vorangetrieben werden, was zur Entwicklung nachhaltigerer und effizienterer Produkte führen kann.</p>	<p><b>Regulatorische Compliance:</b> Die Einhaltung strenger gesetzlicher Standards bei der Implementierung kreislauffähiger Praktiken kann eine Herausforderung darstellen und umfassende Änderungen von Protokollen (GMP) oder Prozessen erfordern.</p>

# Anhang

## ESG-Kriterien

### Environment (Umwelt)

Ziele	Massnahmen
Reduktion der THG-Emissionen bei der Erstellung von Laborgebäuden zur Erreichung der Ziele des Pariser Absenkpfeils	<ul style="list-style-type: none"><li>• Umbau von Bestandsgebäuden vor Neubau</li><li>• Kompakte Gebäudekörper</li><li>• Direkte Lastwege in der Tragstruktur</li><li>• THG-arme Konstruktionen und Materialien</li><li>• so präzise wie nötig, so flexibel wie möglich</li><li>• Vermeidung von Untergeschossen</li></ul>
Reduktion des Verbrauchs knapper primärer Ressourcen (z. B. Sand) bei der Erstellung von Laborgebäuden	<ul style="list-style-type: none"><li>• leicht wo möglich, Masse wo nötig</li><li>• Direkte Lastwege in der Tragstruktur</li><li>• Optimierung der Fundationen</li><li>• Vermeidung von Untergeschossen</li></ul>
Erhöhung der Artenvielfalt von Flora und Fauna zur Stabilisierung der Ökosysteme und ihrer Funktionen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausweisung von Mindestanforderungen für Aussenräume und Dachflächen</li><li>• Quantitative und qualitative Zielsetzung festlegen und messen</li><li>• Untergeschosse nur unter der Gebäudegrundfläche</li></ul>
Reduktion der Hitzeinselbildung aufgrund von Arealen, Ensembles und Laborgebäuden	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entsiegelung wo möglich</li><li>• Helle Oberflächen</li><li>• Kombination mit Retentionsmassnahmen</li><li>• Kombination mit Begrünung, Baumpflanzungen in Fläche und Fassade</li></ul>
Reduktion des Abfallvolumens für Deponien aufgrund von Abbruch, Materialresten, Bauabfall bei Gebäudeerstellung, Sanierungen etc.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Umbau von Gebäudebestand vor Neubau</li><li>• Kreislauffähige Detailplanung (DfD)</li><li>• Einsatz natürlicher Baustoffe</li><li>• Vermeidung von Untergeschossen</li></ul>

## Social (Soziales)

Ziele	Massnahmen
Schaffung inklusiver Orte innerhalb und ausserhalb von Gebäuden, um eine zeitgemässe Firmenkultur zu ermöglichen und um aus dem gesamten Talentpool schöpfen zu können	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategische Verortung relevanter Programmteile</li> <li>• Umsetzung von physischer Barrierefreiheit</li> <li>• Barrierefreies Leitsystem</li> <li>• Chancengleichheit</li> </ul>
Erzeugung von Identifikation mit Aussenräumen, Gebäuden und Innenräumen zur Erhöhung von Werterhalt, Aufenthaltsqualität und bedürfnisgerechtem Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adäquate Prozessgestaltung und -begleitung</li> <li>• Mitwirkung aller Interessengruppen</li> <li>• Kontinuität der gebauten Geschichte durch Weiterbauen</li> </ul>
Ermöglichung der Vereinbarkeit von Beruf und Familie, um den gesamten Talentpool nutzen zu können	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung relevanter Bedarfe im Raumprogramm und Betriebskonzept</li> </ul>
Ermöglichung von ständiger informeller und formeller Weiterbildung, um relevant für Talente zu sein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung relevanter Bedarfe im Raumprogramm, Betriebskonzept und in Arbeitsverträgen</li> </ul>
Grundsatz kurzer Wege und Begegnung fördernder Erschliessungstypologien, um informellen Austausch und direkte Begegnung zu stimulieren, eine Kultur des kommunikativen Miteinanders zu fördern und Arbeitszeit effizient nutzen zu können	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines adäquaten Nutzungsmix</li> <li>• Kompaktheit des Gebäudes und Ensembles</li> <li>• Etablierung und Inszenierung von Adressen, Lobbys und Treffpunkten</li> <li>• Bewusste Mischung unterschiedlicher Betriebsbereiche (wo möglich)</li> </ul>

## Governance (Unternehmensführung)

Ziele	Massnahmen
Erhöhung der Wertstabilität von Liegenschaften durch verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer der Gebäude und ihrer Bauteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• So präzise wie nötig, so flexibel wie möglich, um spätere Umnutzung nach oder während der Nutzungsdauer zu ermöglichen</li> <li>• Robuste Materialwahl bei Oberflächen</li> <li>• Materialgerechte Detaillierung</li> </ul>
Erhöhung der Wertstabilität von Liegenschaften durch Reduzierung der notwendigen Betriebsenergie für Kühlung, Heizung, Geräte und Licht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifische Regulierung in Zonen</li> <li>• Regenerative Energieträger vorsehen</li> <li>• Dämmung mit biobasiertem Material</li> <li>• Wärmeeintrag im Sommer, Wärmeverlust im Winter: fixer Sonnenschutz und Optimierung des Glasanteils</li> <li>• Fenster ertüchtigen: Glaswechsel, Aufdopplung</li> <li>• Austausch nach LCA von Leuchtmitteln</li> </ul>
Steigerung der Produktivität durch weniger Ausfälle aufgrund von Krankheit oder hoher Arbeitslast durch verbessertes Wohlbefinden mittels gesunder und ruhiger Orte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regenerativität als Ausgangsprinzip</li> <li>• Atmungsaktive, feuchteregulierende Materialwahl in Konstruktion und Oberflächen</li> <li>• Rückzugsmöglichkeiten/Ruhebereiche im Raumprogramm berücksichtigen</li> </ul>
Reduzierung von Risiken wie Leerstand oder vorzeitiger Vernichtung von Gebäudeinvestitionen mittels struktureller Flexibilität und die Möglichkeit zur Umnutzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung und Koordination weiterer notwendiger baulicher oder energetischer Massnahmen</li> <li>• Tragraster fallweise optimieren</li> <li>• Lastannahmen abwägen</li> <li>• Schwerlast nach unten</li> <li>• Geschosshöhen: Von-bis-Szenarien optimieren</li> </ul>
Reduzierung globaler Lieferrisiken durch Aufbau einer resilienten Regionalvernetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Wertschöpfung bei der Vergabe stärken, um lokale Kaufkraft zu erhalten</li> <li>• Regionale Stoffkreisläufe etablieren durch bzw. bei Konstruktionsentscheiden und der Vergabe</li> </ul>

# Quellenverzeichnis

- <sup>1</sup> Das Labor der Zukunft, W.I.R.E. — 2. Auflage April 2016
- <sup>2</sup> Fortune Business Inside, Bericht FBI106934, Markt für Laborbedarf 2023 – 2030
- <sup>3</sup> United Nations, Resolution der Generalversammlung, Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, 2015, <https://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> [abgerufen: 2.9.2024]
- <sup>4</sup> Swiss Federal Department United Nations of Foreign Affairs, United Nations, Who Cares Wins, The Global Compact Connecting Financial Markets to a Changing World, 2004, [https://www.unepfi.org/fileadmin/events/2004/stocks/who\\_cares\\_wins\\_global\\_compact\\_2004.pdf](https://www.unepfi.org/fileadmin/events/2004/stocks/who_cares_wins_global_compact_2004.pdf) [abgerufen: 2.9.2024]
- <sup>5</sup> GXN, 3PM, Transforming to Zero, S.66, 2024, <https://www.transformingtozero.com> [abgerufen: 25.09.2024]
- <sup>6</sup> Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Leitfaden Nachhaltiges Bauen, 3.Auflage, S.60, 2019, [https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR\\_LFNB\\_D\\_190125.pdf](https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf) [abgerufen: 2.9.2024]
- <sup>7</sup> Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), S.A1, 2013
- <sup>8</sup> Boris Szépal, Bewusstwerdungs-/Entscheidungsprozess. Willensbildung in der Bedarfsplanung des öffentlichen Bauherrn, Dissertation, HafenCity Universität, Hamburg, 2017
- <sup>9</sup> Peter Hoffmann, Dirk E. Hebel, Ludwig Wappner, Valerio Calavetta, Lisa Häberle, Sortenrein Bauen, Methode, Material, Konstruktion, Edition Detail, 2023
- <sup>10, 13, 14, 15</sup> Bert Bielefeld, Klimagerechtes Planen und Bauen, Birkhäuser Verlag, 2024
- <sup>11</sup> Kompetenzzentrum der Initiative „Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen“ im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Lebensdauer von Bauteilen und Bauteilschichten, 2009, <https://www.yumpu.com/de/document/view/3042376/lebensdauer-von-bauteilen-und-bauteilschichten-info-blatt-nr-42> [abgerufen: 9.9.2024]
- <sup>12</sup> Daniela Schneider, Reversible Füge- und Verbindungsmethoden, in: Sortenrein Bauen, Methode, Material, Konstruktion, Edition Detail, Birkhäuser Verlag, 2023
- <sup>16</sup> Kate Raworth, Doughnut Economics, Seven ways to think like a 21st-century-economist, Cornerstone, 2018
- <sup>17</sup> Soren Nielsen, Kaspar Guldager Jensen, Circular Construction for Urban Development, Danish Architectural Press, 2024

# Impressum

**Auflage:**

1. Auflage November 2024

**Herausgeber:**

Verein Green Building Schweiz, Cluster Green Lab  
Geschäftsstelle  
Elfenstrasse 19  
3006 Bern  
Schweiz  
www.greenlab.ch

**Autoren:**

Warum ist Kreislaufwirtschaft besonders in Laboren relevant?

Jens Feddern, Siemens

Was sind die Grundsätze, Prinzipien und Methoden der Kreislaufwirtschaft

Dr. Andreas Oefner, Zirkular

Was ist das Besondere an der Kreislaufwirtschaft im Labor?

Jens Feddern, Siemens

Kreislaufwirtschaft für zukunftsfähige Areale und Gebäude

Fabian Hörmann, YR22  
Thorsten Nölle, Konstrukt

Kreislauffähige Infrastruktur

Jens Feddern, Siemens

Geräte und Einrichtungen im Kreislauf

Radhika Kapoor, Roche  
Philipp Blubacher, Roche

Kreislaufwirtschaft für Verbrauchsgüter

Dr. Sebastian Kahlert, ETH Zürich  
Dr. Dominik Brem, ETH Zürich

**Reviewer:**

Paul Kath, Herzog & de Meuron  
Hansjürg Lüdi, H.Lüdi AG  
Christiane Glanzmann, Roche Diagnostics  
Gerd Voith, Savida AG

**Grafiken:**

Die Bilder in diesem Dokument wurden mit DALL-E von OpenAI generiert.

**Lektorat:**

Scribbr.com

**Layout:**

Level 32

**Druck:**

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier  
Wirmachendruck.ch

# Kreislaufwirtschaft im Labor

## Green Lab Positionspapier

### **Handlungsempfehlungen für die gelebte Zirkularität bei der Erstellung und im Betrieb von Laborgebäuden**

Der Cluster Green Lab des Vereins Green Building Schweiz hat sich zum Ziel gesetzt, die Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Forschung in der Schweiz zu unterstützen. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe hat sich der Aufgabe angenommen, die Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft mit den besonderen Anforderungen eines Laborgebäudes sowie des Laborbetriebs zu analysieren. Die Möglichkeiten der zirkulären Nachhaltigkeit wurden für die gesamte Struktur des Labors betrachtet, vom Gebäude über die Infrastruktur und die Laborgeräte bis hin zu Verbrauchsgütern und Hilfsmitteln. Ziel war es, konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten und mögliche Einschränkungen aus Laborsicht aufzuzeigen.

Das vorliegende Positionspapier Kreislaufwirtschaft im Labor enthält nicht Antworten für alle Aufgabenstellungen. Es bietet jedoch Orientierung und zeigt konkrete Anwendungsbeispiele für den sicheren Laborbetrieb, die Gestaltung und Umsetzung der anspruchsvollen technischen Infrastruktur sowie der nachhaltigen und kreislauffähigen Planung, Realisierung und Verwendung des gesamten Gebäudes und Areals.

#### **Verein Green Building Schweiz**

Geschäftsstelle

Elfenstrasse 19

CH 3006 Bern

Schweiz

Tel.: +41 31 356 57 70

[www.greenlab.ch](http://www.greenlab.ch)

[info@greenlab.ch](mailto:info@greenlab.ch)