



In 4 Schritten zum „nachhaltigen Labor“

Dr. Kerstin Hermuth-Kleinschmidt

NIUB – Nachhaltigkeitsberatung

Das Thema „Green Lab“ kam im Jahr 2019 in Zeiten von Fridays for future und Scientists for future immer mehr in den Fokus. Wir vermeiden Plastik, kommen mit dem Fahrrad zur Arbeit und achten auch sonst auf unseren CO₂-Fußabdruck. Aber wie sieht das eigentlich im Labor aus?

Der Energie- und Ressourcenverbrauch im Labor ist hoch: allein ein einziger Tiefkühlschrank verbraucht so viel Energie wie ein Einfamilienhaus. Und es gibt in jedem Labor Großgeräte, wie Autoklaven oder Brutschränke, aber auch die vielen kleinen Geräte, wie PCR-Cycler, Wasserbäder, Kühlzentrifugen und so weiter. Eine Studie aus Kalifornien schätzt den Energieverbrauch der Laborgeräte (ohne die Abzüge) in den Forschungslaboratorien auf 800 GWh/Jahr [1]. Dies entspricht dem jährlichen Energieverbrauch von 230.000 Haushalten pro Jahr bzw. einer mittleren Großstadt wie Freiburg.

In Bezug auf die Ressource Wasser sieht es ähnlich aus: ein Laborgebäude verbraucht 3- bis 5-mal so viel Wasser wie ein normales Bürogebäude. Laborwasser muss, je nach Anwendung, eine sehr hohe Reinheit aufweisen und auch für diesen Aufbereitungsprozess werden Wasser, Energie und Verbrauchsmaterialien benötigt [2, 3].

Für den routinemäßigen Laborbetrieb benötigt man schließlich eine Vielzahl von Laborchemikalien, Lösungsmittel und Verbrauchsmaterialien. Unter #Labwasteday posten Forscher aus aller Welt zum Beispiel, wieviel Plastik sie an einem Tag verbrauchen. Eine Studie aus dem Jahr 2014 schätzt den Verbrauch an

Kunststoffen in den Laboren weltweit auf 5,5 Millionen Tonnen [4]. Das ist 550-mal das Gewicht des Eiffelturms [5] oder die Gesamttonnage von 67 Kreuzfahrtschiffen [4]. Hier stellt sich zurecht die Frage, wie Plastik im Labor sinnvoll vermieden oder dessen Einsatz verringert werden kann. Manche Universität will es in den nächsten Jahren gar ganz verbannen [6, 7].

Ein Gang durchs Labor

Schön und gut – aber hat mein Labor überhaupt Möglichkeiten, um etwas zu ändern? Schließlich müssen die Proben eingefroren werden (*), eine PCR kommt nicht ohne Pipettenspitzen (**) und Reinstwasser sowie Laufmittel benötigen wir nun mal für unsere HPLC-Analytik (***). Es gibt keine Blaupause, die für jedes Labor passt. Checklisten sind eine gute Möglichkeit, um die eigene Laborarbeit zu prüfen. Aber, wie das viele Checklisten so an sich haben, sind diese eher allgemein gehalten. Vielleicht werden die darin enthaltenen Vorschläge zum Teil auch schon umgesetzt, dennoch wird das gesamte Verbesserungspotenzial meistens nicht gesehen und ausgeschöpft.

Im Folgenden wird eine praxiserprobte Methode vorgestellt, die genau diese Themen aufgreift und dabei hilft, die eigenen Möglichkeiten im wahrsten Sinne des Wortes im Auge zu behalten. Sie ist dem Umweltmanagement, genauer dem ecomapping/EMASeasy™-Konzept, das ursprünglich von Heinz Werner Engel entwickelt und von der WUQM Consulting im deutschsprachigen Raum verbreitet wurde, entlehnt [8].

Nach diesem Konzept kann ein betriebliches Umweltmanagementsystem nach den anerkannten Standards EMAS (und/oder ISO 14001) sehr effektiv und einfach eingerichtet werden. Der erste Schritt ist immer die Umweltprüfung, bei der der Status quo zu verschiedenen umweltrelevanten Aspekten ermittelt wird. Dabei wird abgefragt, welche Tätigkeiten bzw. Prozesse (im Unternehmen) Auswirkungen auf die Umwelt haben, weil sie beispielsweise mit einem hohen Energie- oder Wasserverbrauch verknüpft sind. Zu den relevanten Aspekten gehören Tätigkeiten mit Einfluss auf Wasser bzw. Abwasser, Emissionen, Energie, Lagerung und Organisation beim Umgang mit gefährlichen Stoffen, Abfällen sowie weitere Sicherheitsaspekte und Risiken.

Eine sehr elegante Form, diese umfassende Umweltprüfung mit aktiver Einbindung von Mitarbeitenden durchzuführen, ist das ecomapping™. Dabei werden bei Begehungen vor Ort die umweltrelevanten Auswirkungen erfasst, bewertet und der Handlungsbedarf aufgezeigt sowie Verbesserungspotentiale. Diese Methode ist vor allem für kleine und mittlere Unternehmen geeignet, aber auch einige Hochschulen, wie die FH Eberswalde, haben dieses Konzept bereits erfolgreich angewandt.

Für das ecomapping™ braucht man ein motiviertes Gesamtteam, wobei gilt: eine Person oder eine 2er-Gruppe für jeden Aspekt. Das Prinzip ist einfach: fokussiert auf den „eigenen“ Aspekt geht man durch das Unternehmen, vermerkt auf einem Grundrissplan was einem zum eigenen Thema ins Auge

(*) Proben müssen bei tiefen Temperaturen gelagert werden – aber auch hier gibt es eine Menge an Ideen, um die Proben effizient zu lagern, Freezer optimal zu betreiben und erprobte Techniken, um Nucleinsäuren bei Raumtemperatur zu lagern.

(**) Nachfüllpackungen für Pipettenspitzen kennt jeder und Mastermixe sind ebenfalls eine gute Möglichkeit - beides spart schon mal etwas Müll ein. Wie sieht es mit der Entsorgung aus? Trays für die Pipetten sind in der Regel aus hochwertigem Kunststoff und können daher in das Kunststoffrecycling gehen, nicht in den Restmüll. Natürlich ist das nicht immer möglich und muss immer in Absprache mit dem Abfallmanagement, um die Sicherheitsvorgaben zu erfüllen!

(***) Methoden zu ändern ist schwierig, gerade in der Routine. Aber bei der nächsten Methodenauswahl lohnt ein Blick in die Literatur: unter dem Stichwort „green analytics“ und „green chromatography“ gibt es bereits eine Menge an Methoden für eine alternative Probenvorbereitung, die mit weniger Lösungsmittel und Probenmaterial auskommt oder alternative Laufmittel für die HPLC einsetzt.

sticht, dokumentiert dies durch Fotos und notiert möglichen Handlungsbedarf.

Die ecomapping™-Methodik ist sehr gut auf Laborbereiche anwendbar, wobei nicht nur der eigentliche Laborraum, sondern alle Räume, wie Lager- und Technikräume oder Räume mit spezieller Nutzung gemeint sind. Im Folgenden wird die Methode an einem konkreten Beispiel durchgespielt (Abbildung 1). Dabei ist es hilfreich, sich an den Fragen zu den einzelnen Aspekten zu orientieren (siehe Fragebogen im Anhang).

Da im Labor gerade Ressourcen wie Verbrauchsmaterialien, Lösungsmittel und Chemikalien eine so hohe Relevanz haben und mit den abgefragten Aspekten eng verknüpft sind, z.B. auch mit dem Thema Lagerung und Abfall, wurde dies als ein eigener Aspekt für die Laborbegehung mit aufgenommen.

In der Praxis ...

Gehen wir durch das Labor und schauen uns um, was uns zum Thema

- Abfall
- Lagerung und Organisation
- Energie
- Wasser / Abwasser
- Sicherheit und Risiken
- Consumables, Lösungsmittel, Chemikalien
- Emissionen

auffällt.

Unter dem Punkt Emissionen stellt sich im Beispiellabor (Abbildung 2) die Frage, wie hoch der Geräuschpegel durch die aufgestellten Geräte ist und die daraus resultierende mögliche Lärmbelastung. In einem anderen Labor, wie einem chemischen Labor oder einem HPLC-Analytiklabor, entstehen Emissionen durch leichtflüchtige Lösungsmittel, beispielsweise Acetonitril (Abbildung 1).

Schritt 1: Bestandsaufnahme

Anleitung:

- Jedes Team benötigt einen Grundrissplan des betroffenen Labors und der angrenzenden Räume, wie z.B. Lagerräume, Räume für Zellkultur, usw....=> darauf werden die Beobachtungen direkt eingetragen inkl. Priorisierung der Handlungsbedarfe bzw. Maßnahmen (Abb. 2).
- Smartphone / Tablet nutzen für Fotos zur Dokumentation des Sachverhalts

Lösungsmittel (Laufmittel)

⇒ Welches Laufmittel wird eingesetzt?

Emissionen

⇒ Schutz vor Emissionen

⇒ Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwert (17mg/m³ für Acetonitril nach TRGS 900)



Photo by National Cancer Institute on Unsplash

Abb. 1: Im HPLC-Labor kann der Aspekt „Emissionen“ eine wichtige Rolle spielen

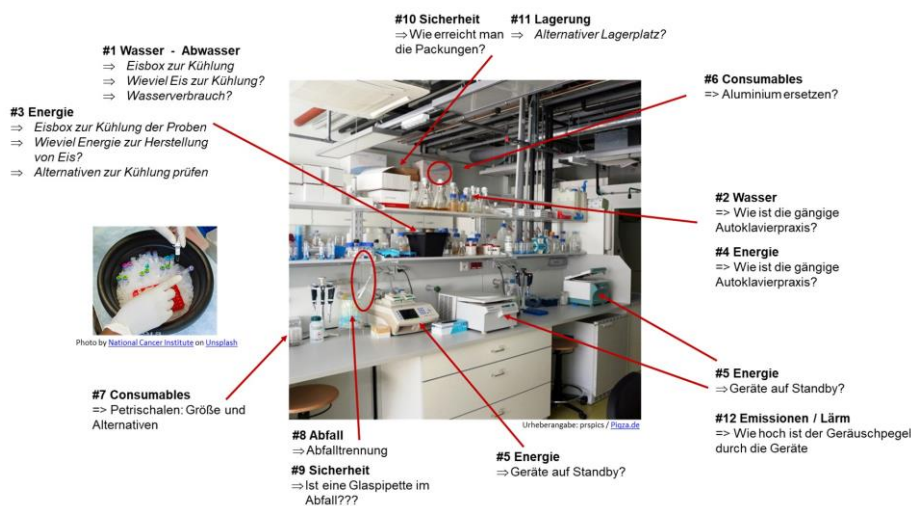


Abb. 2: Beispiellabor mit Blick auf die verschiedenen Aspekte

- Allein oder zu zweit geht man mit einem gründlichen, geschulten Blick durch die Räume: Einteilung in Team Energie, Team Sicherheit, Team Lagerung, Team Wasser, Team Abfall, Team Consumables ist sinnvoll
- Jedes Team widmet sich ausschließlich seinem Thema: es betrachtet das Labor durch seine „Brille“. Überlappungen bei der Erfassung sind gewollt!
- Als Hilfestellung bei der Bestandsaufnahme dienen Fragen zu den einzelnen Themenbereichen. (Beispiele dazu im Anhang I)
- Es erfolgt direkt an Ort und Stelle eine Priorisierung in:
 - **Priorität A:** dringender Handlungsbedarf, sofortige Maßnahme notwendig
 - **Priorität B:** muss geändert werden – nicht sofort, aber zeitnah
 - **Priorität C:** Überprüfung und ggf. ändern

Das folgende Beispiel zeigt ein Labor, in dem die verschiedenen Teams ihre Aspekte betrachtet haben (Abbildung 2, 3). Bei der Eisbox stellt sich z.B. die Frage, wieviel Eis für die Kühlung der Proben benötigt wird und welcher Energie- und Wasserverbrauch dahintersteht. Gibt es Alternativen? Im Abfallbehälter befinden sich Glaspipetten. Unter Sicherheitsaspekten müssen diese

getrennt entsorgt werden, um eine Verletzungsgefahr zu verhindern. Dies erfordert definitiv eine Sofortmaßnahme.

Für das Autoklavieren von Kulturmedium wird Aluminium verwendet - ein typisches Verbrauchsmaterial, das nur einmal gebraucht wird. Die Herstellung von Aluminium ist allerdings sehr ressourcenintensiv und es stellt sich die Frage, ob es keine besseren Alternativen gibt.

Autoklavieren ist energieintensiv und verbraucht viel Wasser. Bei welcher Temperatur wird autoklaviert – müssen es 134°C sein oder reichen auch 120°C aus? Werden Autoklaven immer nur voll beladen betrieben?

Die Verpackungen in diesem Labor werden sehr weit oben gelagert und sind schlecht erreichbar. Damit sind die Aspekte Sicherheit und Lagerung verknüpft. Sehr relevant kann der Aspekt „Lagerung“ werden, wenn es um die Lagerung von Proben bei tiefen Temperaturen geht (Abbildung 4). Sind Proben in einem Freezer nicht gut organisiert, muss man länger danach suchen. Der Freezer bleibt länger geöffnet, die kalte Luft entweicht und der Kompressor muss stärker arbeiten, um die Ursprungstemperatur wieder zu erreichen: der Energieverbrauch steigt. Gleichzeitig kondensiert die warme Luft auf den kalten Oberflächen des Freezers: es bildet sich eine Eiskruste, was ebenfalls einen erhöhten Energieverbrauch zur Folge hat. Außerdem können die Eiskristalle Dichtungen beschädigen. Das heißt, gerade mit der Lagerung bei tiefen Temperaturen sind die Aspekte Energie(verbrauch) und Sicherheit verknüpft sowie entsprechende Verbesserungsmaßnahmen, die sich daraus ergeben.

Schritt 2: Gemeinsame Auswertung der Beobachtungen

Jedes Team trägt seine Beobachtungen bei. In einer Auswertematrix werden diese nach den einzelnen Aspekten geordnet eingetragen.

In der Tabelle im Anhang sind die Beobachtungen, die damit verbundenen Erkenntnisse und Aktionen als exemplarische Ergebnisse zusammengefasst. Vielleicht fallen den Lesenden noch weitere Maßnahmen ein, die im Beispiellabor notwendig oder sinnvoll sein könnten?

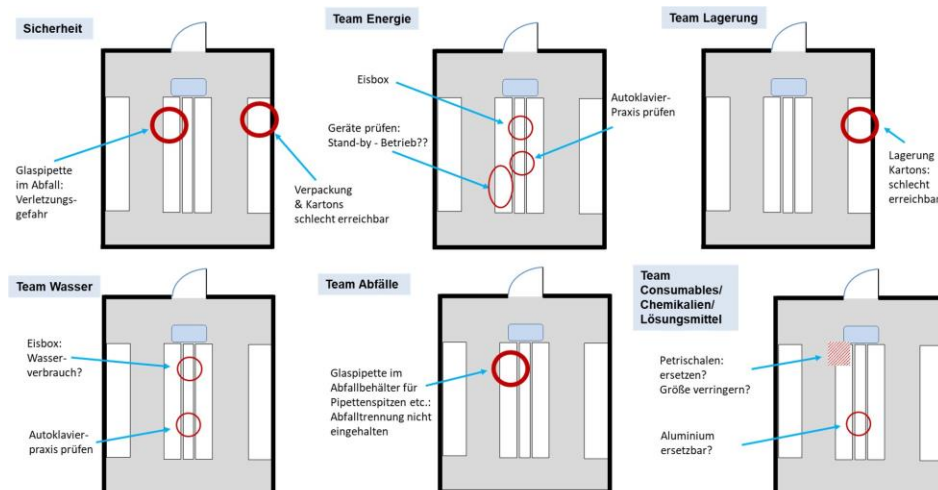


Abb. 3: So sehen die verschiedenen „Ecomaps“ für das Beispiellabor aus (aus Platzgründen fehlt die ecomap zum Aspekt „Emissionen“, in der Tabelle ist dieser Aspekt mit aufgeführt)

Legende: dicker Krinkel: dringend ändern; normaler Krinkel: zeitnah ändern; schraffiert: überprüfen und ggf. ändern



Abb. 4: Durch ein gutes Freezer- und Probenmanagement können verschiedene Umwelt- und Sicherheitsaspekte verbessert werden

Schritt 3: Ableiten von Aktionen bzw. Maßnahmen mit Priorisierung

Gemeinsam werden die Aktionen bzw. Maßnahmen diskutiert, die folgen sollen, die Priorität, die man der Beobachtung zuordnet und das veranschlagte Budget. Gemeinsam werden die Verantwortlichkeiten festgelegt. Die Diskussion sollte unbedingt genutzt werden für ein gemeinsames Brainstorming und die Entwicklung weiterer Ideen.

Zum Beispiel kann überlegt werden: Sollte die Beschaffung für bestimmte Produkte grundsätzlich überdacht werden? Neben dem Aluminium kann man überlegen, ob es Sinn macht, kleinere Petrischalen für die Bakterienanzucht einzusetzen? Impfösen gibt es als Einmalprodukte, aber auch aus Edelstahl

zur Wiederverwendung. Was wird genutzt? Was macht für unser Labor Sinn? Auf diese Weise nähert man sich den verschiedenen organisatorischen und methodischen Prozessen und hinterfragt diese. Auch Routinen, die damit verknüpft sind, sollten mitberücksichtigt werden.

Weitere Fragen, die sich zwangsläufig ergeben, sind:

- ⇒ Muss ein Budget für eine Maßnahme eingeplant werden?
- ⇒ Welche Ressourcen sind eventuell notwendig?
- ⇒ Wer übernimmt welche Verantwortlichkeiten?

Man sieht im Beispiel, dass nicht unbedingt kostenintensive Maßnahmen im Vordergrund stehen, sondern dass es

sich oftmals um organisatorische Prozesse oder Routinen handelt, die geändert oder neu eingeführt werden.

Schritt 4: Maßnahmenplan initiieren, Verantwortlichkeiten festlegen & Wiedervorlage

Nach der Bestandsaufnahme wird alles in einem zentralen Aktions- oder Maßnahmenplan zusammengetragen. Es sollte darin zur Zielerreichung auf jeden Fall eine klare Verantwortlichkeit, ein Erfüllungstermin und eine zeitliche Wiedervorlagefrist dokumentiert werden inklusive Maßnahmenverfolgung und Wirksamkeitskontrolle.

Das ecomapping™-Tool kann individuell verfeinert, erweitert und, falls in der Organisation bereits etabliert, in das vorhandene Umwelt- bzw. Qualitäts-Managementsystem mit integriert werden. Es kann aber genauso gut auf einfacher Basis als „Umweltcheck“ im Labor genutzt werden. Der vorgestellte Maßnahmenplan sollte systematisch weitergeführt werden und als „lebendes Dokument“ dienen.

Fazit

Jedes Labor ist individuell mit seinen Methoden, seiner Organisation und seinen Prozessen. Die Abarbeitung einer Checkliste hilft hier nur bedingt weiter um alle Verbesserungspotenziale aufzudecken. Daher ist das hier auf Basis der ecomapping™-Methode entwickelte laborspezifische Tool eine gute Möglichkeit, rasch und unkompliziert eigene Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.

Warum ist es ein gutes Tool?

- ⇒ Durch die direkte Anwendung vor Ort durch die eigenen Beschäftigten, werden nur Maßnahmen erarbeitet, die für das eigene Labor die richtigen sind.
- ⇒ Die Fokussierung auf ein Thema zwingt dazu, sich intensiv nur mit diesem Aspekt auseinanderzusetzen. Hat man mehrere Aspekte wie Energie, Abfall, Lagerung, arbeitet man in der Regel nicht so fokussiert. Probieren Sie es aus!
- ⇒ Das intensive Auseinandersetzen mit dem Laboralltag vor Ort führt dazu, dass die Mitarbeitenden in Zukunft für die einschlägigen Themen sensibilisiert sind und sich über weitere Verbesserungsmöglichkeiten Gedanken machen.
- ⇒ Viele Maßnahmen sind nicht zwingend teuer, oftmals geht es auch „nur“ um eine Verhaltensänderung.

Weitere Faktoren für den Erfolg:

- 1) Routine und Kommunikation: Es sollte keine einmalige Aktion bleiben, sondern Routinen daraus abgeleitet werden, wie regelmäßige Besprechungen, Austausch und kleine Trainings zum Thema und so weiter.
- 2) Einbindung und Schulung neuer Mitarbeiter – in die Unterweisung sollten Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsaspekte mit einfließen. Dabei können verschiedene Formate möglich sein: direkt vor Ort, als Trainingseinheit oder auch in elektronischer Form.
- 3) Kommunizieren Sie die Ergebnisse bzw. Erfolge – das motiviert.
- 4) Regelmäßige Updates: der Maßnahmenplan sollte als „lebendiges Dokument“ gesehen werden, das ständig aktualisiert und weiterentwickelt wird.
- 5) Der Prozess der Verbesserung ist „on going“ zu etablieren.

Literatur:

- [1] [Market Assessment of Energy Efficiency Opportunities in Laboratories](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [2] [Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen \(BNB\) – Neubau Laborgebäude – Kriterium: Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [3] [Wasser sparen im Labor – wie gelingt's](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [4] [Labs should cut plastic waste too](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [5] [Der Eiffelturm in Zahlen](#)
- [6] [Süddeutsche Zeitung: Der Plastik-Müllberg aus dem Labor](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [7] [The Guardian: Can laboratories curb their addiction to plastic?](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [8] [EMAS „easy“ für kleine und mittlere Unternehmen](#) (abgerufen am 08.04.2020)
- [9] [WUQM – Consulting, Umweltmanagement/EMASeasy](#) (abgerufen am 08.04.2020)



Anhang I Auswahl an Fragen zu den einzelnen Themenbereichen, die als Hilfestellung dienen

Systematischer Blick auf das Thema Abfall mit folgenden Fragen:

Wo sind welche Abfallbehälter und Sammelstellen in den Räumen vorhanden?
Achten wir auf die konsequente Trennung der verschiedenen Abfallarten?
Ist immer bekannt, wie eine Abfallart entsorgt werden muss? Wo gibt es Unsicherheiten?
Können Abfälle vermieden oder reduziert werden? (Stichwort: Miniaturisierung)
Können speziell problematische Abfälle vermieden oder reduziert werden (Stichwort: Substitutionsgebot)?

Weitergehende Fragen:

- Nutzen wir konsequent Sammelbestellungen, um Verpackungsmüll zu vermeiden?
- Gibt es Lieferanten, die mit weniger Verpackung oder umweltfreundlichen Verpackungsalternativen auskommen?
- Gibt es Rücknahmeprogramme?
- Weitere Aspekte sind z.B. der Papierverbrauch, Zusendung von Werbeprospekten und Katalogen,

Systematischer Blick auf das Thema Lagerung & Organisation:

Sichere Lagerung von Chemikalien:
Wie werden Kleinmengen außerhalb gelagert, z.B. wie gut ist die Erreichbarkeit? Werden Chemikalien o.ä. im Abzug gelagert?
Wo werden Verbrauchsmaterialien gelagert? Wie gut ist die Erreichbarkeit?
Lagerung von Proben in Tiefkühlschränken und Stickstofftanks: sind die Proben inventarisiert?
Fallen Behälter oder Verpackungen auf ohne ordnungsgemäße Kennzeichnung?

Weitergehende Fragen:

- Gibt es ein zentrales Bestellsystem (Vermeidung von Bestellkosten und Transportwegen)?
- Gibt es ein Labormanagementsystem (LIMS, ELN mit Inventarisierung, Trackingsystem...) oder ist eine Anschaffung geplant?

Systematischer Blick auf das Thema Energie:

Wie oft werden Geräte gebraucht – Dauernutzung (Freezer) oder gelegentliche Nutzung?
Sind Geräte in Betrieb, die eigentlich momentan gar nicht benötigt werden?
Gibt es Geräte in Stand-by?
Sind Abzüge geschlossen (außer es wird daran gearbeitet)?

Weitergehende Fragen:

- Achten wir aktiv darauf, Stand-by-Betrieb zu vermeiden? (indem z.B. abends darauf geachtet wird, Geräte auszuschalten, die nicht benötigt werden)
- Passen wir die Zeit der Gerätenutzung an die tatsächlich benötigte Versuchszeit an?
- Achten wir auf den Aufstellort (wichtig v.a. bei Freezern und Geräten, die eine hohe Wärmelast erzeugen)?
- Haben wir Routinen für die Nutzung von Großgeräten, um z.B. Autoklaven oder Spülmaschinen nur voll beladen zu nutzen?
- Wird auf Energie- und Wasserverbrauch bei der Beschaffung von Neugeräten geachtet? Achten wir auf Label?

Systematischer Blick auf das Thema Wasser / Abwasser:

Welche Geräte werden mit Wasserkühlung betrieben? Kann die Wasserkühlung durch Luftkühlung ersetzt werden (Dimrothkühler können z.B. durch Kühler ersetzt werden die mit Luft kühlen)
Wo wird Wasser zum Kühlen eingesetzt und wird auf einen effizienten Einsatz geachtet? (Herstellung von Eis braucht Energie und Wasser)
Wo wird Wasser zum Heizen eingesetzt? (effizienter Einsatz, abgedeckte Wasserbäder, richtige Wasserqualität mit niedrigem Gehalt an Chloriden und Bromiden)
Wo wird Wasser durch schlechte Praxis verschwendet (tropfende Wasserhähne, Kühlung, die nicht im Kreis geführt wird, ...)?

Weitergehende Fragen beziehen sich auf Prozesse und Methoden im Labor:

- Ist die eingesetzte Wasserqualität auf die Methode / Prozess abgestimmt?
- Spülmaschinen und Autoklaven gehören zu den größten Wasserverbrauchern im Labor: werden diese nur voll beladen eingesetzt? Spülprogramm?
- Eismaschinen benötigen viel Energie und Wasser – wird auf möglichst geringen Einsatz geachtet? Werden/wurden Alternativen getestet?
- Wird bei der Beschaffung neuer Wasseraufbereitungssysteme auf deren Energie- und Wasserverbrauch geachtet (z.B. Elektrodeionisation) ...

Systematischer Blick auf das Thema Sicherheit & Risiken:

Wird auf geschlossene Abzüge geachtet (ansonsten besteht die Gefahr des „Ausbruchs“ und die Schutzfunktion ist nicht mehr gewährleistet)

Gibt es Stolperfallen im Labor?

Sind Augendusche, Notdusche, Verbandkasten, Feuerlöscher, Löschdecke... frei zugänglich?

Ist die Beleuchtung ausreichend?

Fallen weitere Aspekte ins Auge (bzgl. Lagerung, Kennzeichnung ...)?

⇒ siehe auch Laborrichtlinien der BG RCI: „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“

Systematischer Blick auf das Thema Consumables, Lösungsmittel, Chemikalien:

Wo werden Lösungsmittel, Consumables, Chemikalien eingesetzt?

Können sie ersetzt werden (z.B. Aluminium, Substitutionsgebot, ...)?

Sind Miniaturisierungen möglich?

In diesem Kontext können methodische Fragen diskutiert werden:

- Miniaturisierung von Ansätzen, Ersatz von Laufmitteln in der HPLC, ...
- Berücksichtigung der Prinzipien der green chemistry und green analytics, green solvents (selection guides sind bekannt / hängen aus...)

Systematischer Blick auf das Thema Emissionen:

Wo entstehen Emissionen (Lösungsmitteldämpfe, ...)?

Wird auf ausreichenden Schutz vor Emissionen geachtet (z.B. ausreichender Schutz vor flüchtigem Acetonitril durch Absaugung und/oder entsprechende Schutzkappen)

Wird auf ausreichenden Schutz vor Aerosolbildung geachtet? (z.B. an den Wägeplätzen)

Wird auf möglichst geschlossene Abzüge geachtet (Gefahr von „Ausbrüchen“)?

Wie ist die Lärmbelastung (z.B. durch Pumpen, ...)?

Anhang II

Tabelle Ergebnisse der Laborbegehung

Beobachtung bzw. zu untersuchende Fragestellung	Aspekt	Hintergrund	Aktion	Priorität	Budget	Wer? Bis wann?	Sonstiges	Ergebnis
1. Eisbox wird zur Kühlung von Proben verwendet	Wasser	Eisaufbereitung braucht Wasser	Prüfung: Gibt es eine Alternative zu Eis für Kühlung, um dadurch den Wasserverbrauch zu vermindern?	B	evtl. für Alternative		Auswirkungen auf Wasser- und Energieverbrauch => ist das messbar? Info an Stabsstelle Umweltmanagement / Betreiber geben	Kühlblöcke werden als Alternative genutzt für Kühlung von molekularbiologischen Proben...
2. Wie ist die gängige Autoklavierpraxis?	Wasser	Autoklavieren benötigt viel Wasser (durch den Sterilisations- und anschließenden Abkühlungsprozess)	Prüfung der Autoklavierpraxis: Werden Autoklaven nur voll beladen betrieben? Bei welcher Temperatur werden Autoklaven betrieben (120°C oder 134°C)? Sensibilisierung der Mitarbeiter Erinnerungsticker: „Autoklaven nur voll beladen laufen lassen“	B	nein		Bei Neubeschaffung von Autoklaven auf Energie- und Wasserverbrauch achten Gibt es Label?	Autoklavenprogramme wurden alle auf 120°C gesetzt, da ausreichend; feste Autoklavierzeiten; Entwicklung in Bezug auf Label im Auge behalten;
3. Eisbox wird zur Kühlung von Proben verwendet	Energie	Eisaufbereitung braucht Energie: direkter Energieverbrauch für den Betrieb der Eismaschine; indirekt für die Herstellung des Wassers, das für die Eisherstellung eingesetzt wird	Prüfung wie unter #1; jetzt unter dem Aspekt des Energieverbrauchs	B	evtl. für Alternative		Sh. #1	Sh. #1 Alternativ: Erinnerung möglichst wenig Eis zu verwenden
4. Wie ist die gängige Autoklavierpraxis?	Energie	Autoklavieren benötigt viel Energie	Prüfung der Autoklavierpraxis: Werden Autoklaven nur voll beladen betrieben? Bei welcher Temperatur werden Autoklaven betrieben (120°C oder 134°C)? Sensibilisierung der Mitarbeiter Erinnerungsticker Autoklaven nur voll beladen laufen lassen	B	nein		Sh. #2	Sh. #2
5. Geräte in Stand-by-Betrieb?	Energie	Geräte in Stand-by bedeutet unnötiger Energieverbrauch, der sich summiert.	Regelmäßig (abends) überprüfen, ob die Geräte ausgeschaltet sind Erinnerungsticker an den Geräten Verantwortliche für die regelmäßige Überprüfung Sensibilisierung der Mitarbeiter	B	nein		Bei Neubeschaffung von Geräten auf Energie- und Wasserverbrauch achten Auf Label achten (z.B. EGNATON CERT)	Erinnerungsticker angebracht; Letzte/r prüft abends vor Verlassen des Labors die Geräte

Beobachtung bzw. zu untersuchende Fragestellung	Aspekt	Hintergrund	Aktion	Priorität	Budget	Wer? Bis wann?	Sonstiges	Ergebnis
6. Kann man Aluminium für das Autoklavieren ersetzen?	Consumables	Herstellung von Aluminium ist ressourcenintensiv	Prüfung: Gibt es Alternativen?	B	evtl. für Alternative			Erlenmeyer-Kappen aus Aluminium angeschafft
7. Petrischalen als Einmalartikel	Consumables	Petrischalen tragen als Einmalartikel zum Plastikverbrauch bei	Können kleinere Petrischalen genutzt werden?	C	zu klären		Petrischalen aus Glas als Alternative? Werden in der Bakterienkultur weitere Einmalartikel genutzt, die ersetzt werden könnten (z.B. Impfösen)	Kleinere Petrischalen und Petrischalen aus Glas werden getestet; Ersatz weiterer Einmal-Artikel wird nach und nach getestet
8. Glaspipette im Abfall	Abfall	Glaspipette muss extra entsorgt werden (Abfallrichtlinien)	Glaspipette sofort entfernen Sensibilisierung der Mitarbeiter	A	nein			Erinnerungs-Sticker und Sicherheitsschulung durchgeführt
9. Glaspipette im Abfall	Sicherheit	Gefahr der Verletzung	Glaspipette sofort entfernen Sensibilisierung der Mitarbeiter (sh. #7)	A	nein			Sh. #7
10. Packungen sind sehr schlecht erreichbar	Sicherheit	Gefahr durch Herunterfallen der Packungen	anderen Lagerplatz suchen	A	zu klären			Alternativer Lagerplatz wurde gefunden; nun bessere Erreichbarkeit der einzelnen Packungen
11. Packungen sind sehr schlecht erreichbar	Lagerung	Kein idealer Lagerplatz, da schlecht erreichbar; bessere Organisation möglich	anderen Lagerplatz suchen	A	zu klären		Abstimmung, wo der neue Lagerplatz ist – keine zu langen Wege; Vorratshaltung und Laborhaltung besser trennen	Sh. #10
12. Lärm von Geräten?	Emissionen/Lärm	Vorgaben Arbeitsschutz: zu hoher Lärm führt zu Arbeitsbelastung und Stress für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	Umfrage und ggf. Prüfung	B	nein			Bessere Arbeitsbedingungen, weniger Stress (falls sich der Lärmpegel bei der Prüfung als zu hoch herausstellt)