



Digitalverbund  
Bayern

# Maßnahmenkatalog Green IT an bayerischen Hochschulen

Ein Projekt des Digitalverbund Bayerns

von

Annette Kott<sup>1</sup>, Jennifer Schuster<sup>2</sup>,

Prof. Dr. Rainer Groß<sup>1</sup>, Dr. Christoph Bauer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

<sup>2</sup>Universität Regensburg

Förderkennzeichen: Z.4-M7637.4/13/3

Laufzeit: 01.04.2023 – 31.03.2025



## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	II
Zielsetzung .....	III
Vorbemerkung.....	IV
Zusammenfassung.....	V
1 Einführung.....	1
1.1 Vorgehen zur Identifizierung von Maßnahmen .....	1
1.2 Meilensteine zur Veröffentlichung des Maßnahmenkatalogs .....	2
1.3 Begriffsbestimmung .....	2
2 Green IT-Maßnahmen .....	4
2.1 Bereiche des Maßnahmenkatalogs .....	4
2.2 Aufzählung aller Maßnahmen in Kurzform .....	4
2.2.1 Hochschulallgemein (Mh).....	4
2.2.2 Rechenzentrum (Mr) .....	4
2.2.3 Anwendende (Ma).....	5
2.2.4 Beschaffung und Entsorgung (Mb) .....	5
3 Ausführliche Beschreibung aller Maßnahmen .....	6
3.1 Ausführliche Beschreibung der Hochschulallgemeinenmaßnahmen .....	7
3.2 Ausführliche Beschreibung der Rechenzentrumsmaßnahmen .....	12
3.2.1 Wesentliche Maßnahmen .....	13
3.2.2 Ergänzende Maßnahmen .....	24
3.3 Ausführliche Beschreibung der Maßnahmen für Anwendende .....	26
3.4 Ausführliche Beschreibung der Beschaffungsmaßnahmen.....	35
4 Fazit.....	43
Literaturverzeichnis.....	VI

## Abkürzungsverzeichnis

<b>EMAS</b>	<b>Eco Management Audit Scheme</b>
<b>EPEAT</b>	<b>Electronic Product Environmental Assessment Tool</b>
<b>HDD</b>	<b>Hard Disk Drive</b>
<b>IKT</b>	<b>Informations- und Kommunikationstechnik</b>
<b>ILO</b>	<b>Internationale Labour Organization</b>
<b>IP</b>	<b>Internet Protocol</b>
<b>SSD</b>	<b>Solid State Drive</b>
<b>TCO</b>	<b>Transmission Control Protocol</b>
<b>USV</b>	<b>Unterbrechungsfreie Stromversorgung</b>
<b>VoIP</b>	<b>Voice over IP</b>

## Zielsetzung

Der vorliegende Maßnahmenkatalog bietet abgestimmte Empfehlungen, um Nachhaltigkeit für bayerische Hochschulen im Bereich Green IT zu fördern. Ziel ist es, energieeffizientes Verhalten zu unterstützen und die IT-Landschaft nachhaltiger zu gestalten. Die Maßnahmen zielen nicht nur auf die Förderung eines verantwortungsvollen Handelns ab, sondern bieten auch das Potenzial, langfristig Kosteneinsparungen durch einen energieeffizienten Betrieb zu erzielen. Gleichzeitig wird nachhaltiges Handeln durch gesetzliche Vorgaben wie dem Energieeffizienzgesetz zunehmend verbindlicher, da auch Hochschulen diesen Anforderungen unterliegen. Der Maßnahmenkatalog unterstützt dabei, diese regulatorischen Anforderungen zu erfüllen und gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung sowie zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen zu leisten.

## Vorbemerkung

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen sämtliche Organismen auf der Erde. Verantwortlich dafür sind die ausgestoßenen Treibhausgase, deren Hauptverursacher in der Elektroindustrie wiederzufinden ist [1]. Die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ist maßgeblich an den Treibhausgasemissionen beteiligt, da bereits für das Jahr 2030 prognostiziert worden ist, dass Rechenzentren in Deutschland 25 bis 30 Terrawattstunden pro Jahr an Strom verbrauchen [2]. Jedoch können geeignete Maßnahmen für IKT dazu beitragen, Treibhausgase zu reduzieren und einen Anstieg der Nachhaltigkeit zu erreichen [3].

Bei der Betrachtung des Begriffs *Nachhaltigkeit* ist es nicht ausreichend, nur einer vorgegebenen Leitlinie zu folgen. Es ist vielmehr notwendig, den Begriff aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit, welche die Aspekte sozial, ökonomisch und ökologisch darstellen, sollten dabei berücksichtigt werden, um Nachhaltigkeit dauerhaft zu gewährleisten. Allerdings gestaltet sich die gleichzeitige Erfüllung dieser Aspekte nicht immer für möglich, weshalb ein ausgewogenes Verhältnis zwischen ihnen angestrebt werden muss. [4]

Grüne Informationstechnologie (Green IT) kann eine Lösung sein, den Bereich der IKT umweltfreundlicher zu gestalten. Green IT bezeichnet den nachhaltigen Entwurf und die Herstellung von IT-Produkten sowie deren umweltfreundliche Nutzung und Entsorgung [5], [6], [7]. Ziel ist es, durch Steigerung der Effizienz und Effektivität von IT-Produkten und IT-Dienstleistungen Umweltschäden zu minimieren. Die erforderlichen Maßnahmen unterteilen sich in die Bereiche Beschaffung, Betrieb und Entsorgung [8]. In diesem Maßnahmenkatalog werden folgende Bereiche betrachtet:

- Hochschulallgemein
- Beschaffung
- Betrieb (unterteilt in Anwendende und Rechenzentrum)
- Entsorgung

Mithilfe des Digitalverbund Bayern im Hochschulbereich<sup>1</sup> (Digitalverbund) und der Unterstützung durch das Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern<sup>2</sup> (BayZeN) sind innerhalb des Green IT Projektes, in Förderung des Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK), zusammen mit den bayerischen Hochschulen Maßnahmen identifiziert und abgestimmt worden, um Handlungsempfehlungen aufzuzeigen. Ergänzend zu den Maßnahmen des vorliegenden Katalogs wird ein Kennzahlenkatalog entwickelt, der als unterstützendes Instrument dient. Mithilfe klar definierter Kennzahlen können die vorgeschlagenen Maßnahmen messbarer gemacht und deren Wirksamkeit systematisch überprüft werden. Dies ermöglicht eine zielgerichtete Steuerung und kontinuierliche Verbesserung der Green-IT-Strategien an den bayerischen Hochschulen.

<sup>1</sup>Digitalverbund Bayern im Hochschulbereich unter <https://digitalverbund.bayern/>

<sup>2</sup>Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern unter <https://www.bayzen.de/>

## Zusammenfassung

Kapitel 1 beleuchtet die Motivation hinter dem Green IT-Projekt. Darin wird das methodische Vorgehen zur Bestimmung der Handlungsempfehlungen und die im Dokument verwendeten Begriffe erläutert. In Kapitel 2 werden sämtliche Maßnahmen in einer prägnanten Zusammenfassung präsentiert. Dies ermöglicht es den Lesenden, einen ersten Überblick über alle Maßnahmen zu gewinnen, bevor in Kapitel 3 die detaillierte Ausführung aufgeführt wird. Abschließend wird ein Fazit und ein weiterer Ausblick dargelegt.

# 1 Einführung

Bayerische Hochschulen streben immer mehr Digitalisierungsvorhaben an, um flexiblere, schnellere und ressourcenschonendere Prozesse zu etablieren [9]. Mit der fortschreitenden Digitalisierung und der landesweiten Einführung von Homeoffice-Aktivitäten seit Beginn der Corona Pandemie, wachsen die Anforderungen an die Arbeitsplatzausstattung und an die zugrundeliegende IT bayerischer Hochschulen [10]. Dadurch müssen Ressourcen dynamisch an den Bedarf angepasst werden, wodurch die Hardwareausstattung immer weiter zunimmt [11]. Der Zuwachs der benötigten Compute- und Storage-Leistung führt zu einem steigenden Energiebedarf. Gleichzeitig wächst auch der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Lehre und Forschung, was zusätzliche Anforderungen an die IT-Infrastruktur stellt.

Die deutsche Regierung treibt diese Thematik mithilfe des Energieeffizienzgesetzes an, welches einen nachhaltigen Betrieb von Rechenzentren fordert, von dem auch bayerische Hochschulen betroffen sind [12]. Ebenso haben sich diese im bayerischen Hochschulinnovationsgesetz dazu verpflichtet, eine Verantwortung für den Klimaschutz einzugehen [13]. In Bezug auf eine nachhaltige Digitalisierung, kann das Konzept Green IT verwendet werden. Um Green IT an bayerischen Hochschulen zu fördern und allen Beteiligten eine Umsetzung zu vereinfachen, wird nachfolgend ein Katalog mit abgestimmten Maßnahmen in den Bereichen Hochschulallgemein, Rechenzentrum, Anwendende sowie Beschaffung und Entsorgung als Handlungsempfehlungen vorgelegt.

## 1.1 Vorgehen zur Identifizierung von Maßnahmen

Für eine effiziente und sinnvolle Vorgehensweise hat das Green IT Projekt Maßnahmen aus der Literatur herangezogen, sowie aus dem Green IT Maßnahmenkatalog des Landes Baden-Württemberg [14]. Damit eine erste Einschätzung getroffen werden konnte, inwiefern Maßnahmen an bayerischen Hochschulen etabliert und in den laufenden Betrieb integriert sind, ist eine bayernweite Umfrage gestartet worden [15]. Aus diesen Ergebnissen konnten erste Maßnahmen abgeleitet werden. Der Maßnahmenkatalog ist auf Basis der Empfehlungen des Umweltbundesamtes aufgebaut [16].

Neben den Tätigkeiten des Green IT Projekts wurden hochschulweit Nachhaltigkeitsstrategien verabschiedet. So sind Querschnittsthemen zwischen beiden Initiativen entstanden. Um das volle Potenzial auszuschöpfen, haben der Digitalverbund Bayern und das Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN) eine gemeinsame Arbeitsgruppe (AG) Green IT gegründet. Diese AG bestand aus 20 Teilnehmenden, die in der Funktion als Lehrende, Rechenzentrumsmitarbeitenden, Klimaschutzmanagenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden beschäftigt sind. Sie haben Maßnahmen in Workshops, welche vom Green IT Projekt gemeinsam mit dem BayZeN organisiert wurde, evaluiert und abgestimmt. Um die Ergebnisse um aktuelle Bedürfnisse der jeweiligen Hochschulen anzureichern, sind Experteninterviews mit 22 Hochschulen sowie dem Leibniz-

Rechenzentrum (LRZ) und Regionales Rechenzentrum Erlangen (RRZE) durchgeführt worden. In Veranstaltungen wie dem deutschlandweiten CIO-Kongress sind Maßnahmen vorgestellt und diskutiert worden.

## 1.2 Meilensteine zur Veröffentlichung des Maßnahmenkatalogs

Datum	Aktivitäten
24. Juni 2024	Abstimmung Maßnahmenkatalog mit AG Green IT in Passau
August 2024	Inhaltliches Review und Qualitätssicherung Maßnahmenkatalog durch Energieagentur Regensburg
28. Oktober 2024	Verabschiedung Maßnahmenkatalog durch die AG Green IT
14. November 2024	Information Maßnahmenkatalog in Universität CIO/IT-Leiterrunde
29. November 2024	Information Maßnahmenkatalog in HAW CIO/IT-Leiterrunde
November 2024	Information Steuerungsgruppe BayZeN
8. Januar 2025	Freigabe durch den Leitenden Ausschuss des Digitalverbundes
Q1 2025	Veröffentlichung und Kommunikation Maßnahmenkatalog

## 1.3 Begriffsbestimmung

Für den Zweck dieses Maßnahmenkatalogs bezeichnet der Ausdruck:

- (1) Rechenzentrum: Eine Struktur oder eine Gruppe von Strukturen für die zentrale Unterbringung, die zentrale Verbindung und den zentralen Betrieb von Informationstechnologie- und Netzwerk-Telekommunikationsausrüstung zur Erbringung von Datenspeicher-, Datenverarbeitungs- und Datentransportdiensten [12].
- (2) Anwendende: Eine Person, die technische Geräte und Systeme für ihre spezifischen Aufgaben oder Anforderungen verwendet.
- (3) Computersysteme: Dieser Begriff umfasst Laptops, Notebooks, Desktop-Rechner und Server ohne sich auf eine spezielle Form oder Bauart zu beziehen.
- (4) Beschaffung: Der Prozess des Erwerbs von Gütern, Dienstleistungen oder Ressourcen.
- (5) Server: Ein Datenverarbeitungsgerät, das Dienste bereitstellt und seine Ressourcen (Rechenleistung, Datenspeicher usw.) über das Netz für andere Geräte (Client-Systeme) bereitstellt und verwaltet. Client-Systeme sind u.a. Desktop-Computer, Notebook-Computer, Desktop-Thin-Clients, Internet-Protokoll-Telefone, Smartphones, Tablets, Telekommunikation

- und automatische Systeme. Der Zugang zu einem Server erfolgt hauptsächlich über Netzverbindungen und nicht direkt über Benutzereingabegeräte wie Tastatur oder Maus [17].
- (6) Hard Disk Drive (HDD): Ein Datenspeichergerät, das eine oder mehrere rotierende magnetische Scheiben verwendet, auf denen Daten geschrieben und ausgelesen werden [17].
  - (7) Solid State Drive (SSD): Ein Datenspeichergerät, das auf Halbleiterspeicher basiert und Daten dauerhaft speichert [17].
  - (8) Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT): umfasst technische Mittel zur Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Informationen sowie zur Unterstützung der Kommunikation, einschließlich Hard- und Software [18].
  - (9) IT-System: Umfasst alle vernetzten Computer, Netzwerkkomponenten, industrielle Steuerungen, Telekommunikationsgeräte, mobile Geräte und IoT-Geräte, die Informationen verarbeiten, speichern oder übertragen [19].
  - (10) Energieeffizienz: Beschreibt das Verhältnis des Ertrags an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zum Energieeinsatz [12].
  - (11) Energiemanagementsystem: Systematisches Verfahren zur Überwachung, Steuerung und Optimierung des Energieverbrauchs, um die Energieeffizienz der gesamten Organisation zu verbessern. Entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO 50001 [12].
  - (12) Eco-Management and Audit Scheme (EMAS): Freiwilliges System der Europäischen Union, das Unternehmen und Organisationen bei der Verbesserung ihrer Umweltleistung durch Umweltmanagement und -audits unterstützt [10].
  - (13) Umweltmanagementsystem: Ein strukturiertes System zur Einführung und Überwachung von Prozessen und Praktiken zur Reduzierung von Umweltauswirkungen innerhalb der Organisation, gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 [12].
  - (14) Abwärmenutzung: Rückgewinnung und Wiederverwendung anfallender Abwärme zur Steigerung der Energieeffizienz und Reduzierung des Energieverbrauchs [12].
  - (15) Lebenszyklus: Phasen eines Produkts von der Rohstoffgewinnung über Herstellung, Nutzung und Wartung bis zum Ende der Lebensdauer [20].
  - (16) Lieferkette: Alle Tätigkeiten und Prozesse der Wertschöpfungskette des Produkts bis zum Kunden [20].

## 2 Green IT-Maßnahmen

Im Rahmen des Green IT Projekts wurden insgesamt 23 Maßnahmen evaluiert, die im Folgenden detailliert aufgelistet sind. Der Maßnahmenkatalog umfasst sowohl eine prägnante Kurzbeschreibung (Kapitel 2.2) als auch eine ausführliche Langfassung (Kapitel 3) jeder Maßnahme, welche eindeutig zuordenbar ist. Einige dieser Maßnahmen befinden sich bereits in der Anwendung oder Implementierung, allerdings nicht flächendeckend.

### 2.1 Bereiche des Maßnahmenkatalogs

Die Maßnahmen werden unterteilt in die Bereiche Hochschulallgemein, Rechenzentrum, Anwendende und Beschaffung und Entsorgung.

1. Hochschulallgemein sind **3** Maßnahmen aufgeführt.
2. Für das Rechenzentrum sind **8** Maßnahmen aufgeführt.
3. Für die Anwendenden sind **6** Maßnahmen aufgeführt.
4. Für die Beschaffung und Entsorgung sind **6** Maßnahmen aufgeführt.

### 2.2 Aufzählung aller Maßnahmen in Kurzform

Im Folgenden werden die Maßnahmen in einer kurzen, strukturierten Form dargestellt, um eine klare Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

#### 2.2.1 Hochschulallgemein (Mh)

- Mh-01** Green IT Bewusstsein fördern
- Mh-02** Regelmäßige Clean-Ups
- Mh-03** Einführung eines Energie- oder Umweltmanagementsystem

#### 2.2.2 Rechenzentrum (Mr)

##### Wesentliche Maßnahmen

- Mr-01** Aufbau eines Messkonzepts
- Mr-02** Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung
- Mr-03** Auslagerung der IT in spezialisierte Rechenzentren
- Mr-04** Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft
- Mr-05** Nutzung der Abwärme
- Mr-06** Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser

### Ergänzende Maßnahmen

**Mr-07** Einsatz von Energiesparfunktionen

**Mr-08** HDDs durch SSDs für leistungsintensive und kritische Anwendungen ersetzen

#### 2.2.3 Anwendende (Ma)

**Ma-01** Ausschalten der Computersysteme zum Feierabend

**Ma-02** Einsatz von nachhaltigen Druckeigenschaften (schwarz-weiß/Duplex)

**Ma-03** Nutzung digitaler Prozesse und digitaler Dokumenten Verteilssysteme

**Ma-04** Effiziente Energieverwaltung von Computersystemen

**Ma-05** Einsatz von Multifunktionsgeräten für Druck-/Scan-/Kopieraufgaben

**Ma-06** Einführung von Softphone-Lösungen

#### 2.2.4 Beschaffung und Entsorgung (Mb)

**Mb-01** Zentrale Beschaffung von IT-Geräten inklusive zentraler Inventarisierung

**Mb-02** Beschaffung über den Rahmenvertrag

**Mb-03** Beachtung von Ökolabels

**Mb-04** Beachtung von EU-Richtlinien

**Mb-05** Beachtung der ILO Kernarbeitsnorm

**Mb-06** Entsorgung über den bayernweiten Entsorgungsleitfaden

### 3 Ausführliche Beschreibung aller Maßnahmen

Im Folgenden werden die Green IT-Maßnahmen detailliert erläutert. Jede Maßnahme umfasst eine Zielsetzung und die zu erwartenden Wirkungen. Zur Erreichung der Ziele werden Empfehlungsschritte sowie Hinweise auf mögliche Umsetzungshürden bereitgestellt, die entweder vorab geklärt oder während der Umsetzung beachtet werden sollten. Der Bereich „Hinweis“ bietet praxisnahe Beispiele und Erklärungen zur besseren Einordnung der Maßnahme.

Die empfohlenen Umsetzungsschritte sind allgemein formuliert und richten sich speziell an die Hochschulleitung.

**Allgemeine Hinweise:** Die Maßnahmen müssen nicht in chronologischer Reihenfolge umgesetzt, sondern sollten vielmehr situationsbedingt angewandt werden. Die Empfehlungsschritte stellen allgemeine Empfehlungen basierend auf Best Practices dar und können je nach Situation variieren.

### 3.1 Ausführliche Beschreibung der Hochschulallgemeinenmaßnahmen

Um das Bewusstsein aller Hochschulangehörigen zu schärfen und Nachhaltigkeit fest in der Hochschulkultur zu verankern, sind gezielte Schulungen und nachhaltigkeitsorientierte Aktionen empfehlenswert.

<b>Mh-01 Green IT Bewusstsein fördern</b>
Zielsetzung
<p>Die Förderung des Bewusstseins zum Thema Green IT und dem nachhaltigen Umgang mit IKT-Geräten, soll ein integraler und fördernder Bestandteil der Hochschulkultur werden. Mitarbeitende sollten die ökologischen Auswirkungen von IT-Systemen verstehen, um ein Bewusstsein für einen verantwortungsvollen Umgang zu entwickeln. Es ist essenziell, spezifische Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, die es ermöglichen, Technologien umweltfreundlich und effizient zu nutzen sowie Innovationen zu fördern. So können die abgestimmten Maßnahmen vollständig in die übergeordneten Ziele der Hochschulen integriert werden.</p>
Wirkung
<p>Durch die Förderung des Bewusstseins zum Thema Green IT und nachhaltiger Umgang mit IKT-Geräten entwickeln die Mitarbeitenden ein tieferes Verständnis für die ökologischen Auswirkungen von IT-Systemen. Dies führt zu einem bewussteren und verantwortungsvolleren Umgang. Gleichzeitig wird die Motivation der Mitarbeitenden gesteigert, nachhaltiger zu handeln, was das Engagement für umweltfreundliche Praktiken innerhalb der Hochschule stärkt. Die Maßnahme trägt somit zur Etablierung einer Nachhaltigkeitskultur bei, in der Nachhaltigkeit zu einem zentralen Bestandteil des täglichen Handelns wird. Darüber hinaus kann durch den bewussteren Umgang mit IKT-Geräten der Energieverbrauch gesenkt werden, was nicht nur zum Umweltschutz beiträgt, sondern auch zu Kosteneinsparungen führen kann.</p>
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
<p>Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung der Maßnahme. Folgende Ansatzpunkte für Awareness-Maßnahmen können in Betracht gezogen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisieren von regelmäßigen Schulungen und Workshops für alle Mitarbeitenden, um das Bewusstsein für Green IT und nachhaltigen Umgang mit IKT-Geräten zu fördern.</li> </ul>

- Entwickeln oder Benutzung von bestehenden E-Learning-Plattformen, um Schulungsmaterialien und Kurse online zugänglich zu machen.
- Erstellen und verbreiten von Best Practices und Richtlinien für den nachhaltigen Umgang mit IT-Systemen.
- Implementierung von Anreizsystemen, um nachhaltiges Verhalten zu belohnen. Dies könnte in Form von Anerkennungen, Zertifikaten oder finanziellen Anreizen geschehen.
- Einführung von regelmäßigen Überprüfungen und Feedback-Runden, um den Fortschritt zu messen und kontinuierliche Verbesserungen zu ermöglichen.
- Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fakultäten/Hochschulen o.ä., um innovative Lösungen für nachhaltige IT-Nutzung zu entwickeln. Dies kann zu neuen Ideen und Ansätzen führen, die in der gesamten Hochschule implementiert werden können.
- Starten von Pilotprojekten in bestimmten Bereichen, um neue Ansätze zu testen und deren Wirksamkeit zu evaluieren, bevor sie auf die gesamte Hochschule ausgeweitet werden.

Umsetzungshürden

Hinweise

## Mh-02 Durchführung regelmäßiger Clean-Ups

### Zielsetzung

Regelmäßige Clean-Ups durchführen, um die Erkennung und Beseitigung von Datenmüll und Redundanzen zu ermöglichen. Ziel ist es nicht mehr benötigte Systeme und Dateien zu identifizieren und zu entfernen, sowie E-Mails im Postfach kontinuierlich zu löschen.

### Wirkung

Diese Maßnahmen sollen nicht nur die Effizienz und Übersichtlichkeit der IT-Infrastruktur steigern, sondern auch einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten, indem Ressourcen geschont und der digitale Fußabdruck reduziert wird.

### Empfehlungsschritte für eine Umsetzung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung der Maßnahme.

Die oder der Verantwortliche hat folgende Schritte zu planen und zu organisieren:

1. Festlegung eines Zeitplans zur regelmäßigen Durchführung von Clean-Ups.
2. Hochschulangehörigen werden aufgefordert ihr Postfach und ihr Dateiablagensysteme zu überprüfen und nicht mehr benötigte E-Mails sowie Dateien zu löschen.
3. Rechenzentrumsmitarbeitende werden aufgefordert Ressourcen (Server, Anwendungen, etc.) die wenig oder gar nicht genutzt werden zu identifizieren und einen Optimierungsplan (Abschaltung, Migration, etc.) zu erstellen.

### Umsetzungshürden

### Hinweise

Der Digital Clean-Up Day, welcher jährlich stattfindet, zielt darauf ab digitale Abfälle zu Reduzierung und CO<sub>2</sub> Emissionen zu verringern. Die Webseite bietet umfassende Informationen und ermutigt zur Teilnahme an dieser Initiative: <https://worldcleanupday.de/digitalcleanupday/>

<b>Mh-03 Einführung eines Umweltmanagementsystems/Energiemanagementsystems</b>
Zielsetzung
Die Einführung eines Umwelt- oder Energiemanagementsystems führt zu einer Verringerung der Umweltbelastung und zur allgemeinen Steigerung der Effizienz. Hierbei wird Nachhaltigkeit gefördert. Durch die Festlegung klarer und messbarer Ziele sowie der Implementierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses soll das System zur Optimierung des täglichen Betriebs beitragen.
Wirkung
Die Einführung eines Umwelt- oder Energiemanagementsystems führt zu einer signifikanten Reduzierung der CO <sub>2</sub> -Emissionen und minimiert Abfälle durch effizientere Prozesse und eine optimierte Ressourcennutzung. Es fördert ein höheres Umweltbewusstsein bei den Mitarbeitende und trägt zur Senkung der Betriebskosten bei, während es gleichzeitig sicherstellt, dass alle gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden.
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
<p>Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung der Maßnahme.</p> <p>Die oder der Verantwortliche hat folgende Schritte zu planen und umzusetzen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aufstellung eines Projektteams       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Rollen zuweisen.</li> <li>b. Verantwortlichkeiten zuweisen.</li> </ol> </li> <li>2. Analyse der bisherigen Prozessstrukturen       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Bestehende Prozesse und Strukturen identifizieren, welche relevant für das jeweilige System sind.</li> <li>b. Notwendige Anforderungen an das System identifizieren und Anpassung der Prozessstrukturen.</li> <li>c. Sicherstellen, dass alle relevanten Normen, wie ISO 50001 für Energiemanagementsysteme oder die Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 (EMAS) für Umweltmanagementsysteme, beachtet und umgesetzt werden.</li> </ol> </li> <li>3. Maßnahmen mit dazugehörigen Zielen definieren und dokumentieren.</li> <li>4. Auditierung durch externe Stellen und Anstreben einer Zertifizierung.</li> </ol>
Umsetzungshürden

1. Es bedarf einer Person, welche diese Schritte initial einleitet.
2. Integration in bestehende Messtrukturen.
3. Hohe Investitionssummen für Messstruktur muss bereitgestellt werden.
4. Kosten für Auditierung müssen bereitgestellt werden.

#### Hinweis

**Umweltbundesamt Internationale Energiemanagementnorm ISO 50001:**

<https://www.umweltbundesamt.de/energiemanagementsysteme-iso-50001>

**Verordnung (EG) Nr. 1221/2009:** <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex%3A32009R1221>

**Eco-Management and Audit Scheme (EMAS):** <https://www.emas.de/>

### 3.2 Ausführliche Beschreibung der Rechenzentrumsmaßnahmen

Grundsätzlich sollte der eigene Energieverbrauch detailliert bekannt sein. Daher ist es am sinnvollsten, mit Maßnahme **Mr-01** zu beginnen. Darauf aufbauend kann der IT-Betrieb kontinuierlich optimiert werden. Nur wenn die genauen Energieverbräuche bekannt sind und dokumentiert werden, können die Energieeinsparungen und die einzuleitenden Maßnahmen optimal ermittelt und umgesetzt werden. Anschließend sollte geprüft werden, wie die allgemeine Hochschullandschaft durch Zentralisierungsmaßnahmen sowohl innerhalb der Hochschule als auch durch Verlagerung nach außen zu einem nachhaltigeren und energieeffizienteren Betrieb beitragen kann.

Nachdem diese Maßnahmen umgesetzt wurden, kann untersucht werden, wie die Luftkühlung (die an den meisten Hochschulen Standard ist) durch gezielte Maßnahmen optimiert werden kann. Anschließend sollten langfristige Optimierungspotenzialen der Wasserkühlung untersucht werden. Diese ist anspruchsvoll, erfordert größtenteils neue Infrastrukturen und ist kostenintensiv. Dasselbe gilt für die Abwärmenutzung, die nicht immer realisierbar ist. Langfristig sollte jedoch geprüft werden, ob durch geeignete bauliche Maßnahmen eine Nutzung dieser Möglichkeiten realisierbar ist.

Grundsätzlich ist die Einführung von Umwelt- oder Energiemanagementsystemen sinnvoll, um eine Prozessstruktur zu etablieren und das Thema Nachhaltigkeit sowie die Verbesserung der allgemeinen Energieeffizienz des Betriebs als fest verankertes Thema zu betrachten. Die Systeme und Zertifizierungen führen nicht direkt zu Energieeffizienzsteigerungen, aber der Prozess dahinter quantifiziert die Energieströme und trägt dadurch zu Verbesserungen bei. Als ergänzende Maßnahmen können Energiesparfunktionen der Hersteller aktiviert und situationsbedingt HDDs durch SSDs ersetzt werden.

### 3.2.1 Wesentliche Maßnahmen

<b>Mr-01 Aufbau eines Messkonzepts</b>
Zielsetzung
Konzeption, Entwicklung und Implementierung eines umfassenden Messkonzepts zur detaillierten Erfassung der energetischen Infrastruktur im Rechenzentrumsbetrieb. Diese systematische Erhebung, Dokumentation und Analyse der Energieverbräuche bildet die Grundlage für die Identifikation und Umsetzung zielgerichteter Green IT Maßnahmen.
Wirkung
Erhalt einer fundierten Datengrundlage zur Ableitung zielgerichteter Maßnahmen und zur kontinuierlichen Überwachung des Stromverbrauchs, um auch die Wirksamkeit der umgesetzten Green IT Maßnahmen evaluieren zu können.
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
<p>Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung der Maßnahme. Die oder der Verantwortliche hat folgende Schritte zu planen und umzusetzen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung eines umfassendes Messkonzept zur detaillierten Erfassung der energetischen Infrastruktur im Rechenzentrum, unterteilt in elektrische Verbraucher und Kälteerzeugungsanlagen.</li> <li>2. Definieren von Zielen und Anforderungen für die Messung und Auswahl geeigneter Messinstrumente und Sensoren, die den Anforderungen gerecht werden.</li> <li>3. Implementieren von Messinfrastruktur und Integration von Sensoren in das bestehende System.</li> <li>4. Benutzen oder entwickeln einer geeigneten Softwarelösung für die Erfassung und Persistierung der erhobenen Daten sowie die Analyse der Messdaten. Sicherstellung, dass die Messinstrumente korrekt kalibriert sind.</li> <li>5. Analyse der erhobenen Messdaten, um ein strukturiertes und ganzheitliches Verständnis der aktuellen Energieverbräuche und -strukturen zu gewinnen.</li> <li>6. Identifikation präziser Green IT Maßnahmen zur Umsetzung und Verbesserung der Energieeffizienz.</li> </ol> <p><u>Für das Messkonzept sind folgende Messpunkte an den elektrischen Verbrauchern zu berücksichtigen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stromversorgung: Platzierung von Messpunkten sowohl vor als auch nach der Stromversorgung, um den Energieverbrauch des gesamten Systems zu erfassen.</li> </ol>

2. Stromverteilung: Platzierung von Messpunkten zwischen allen Unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen (USV) und falls verwendet, vor den nicht smarten Power Distribution Units.
3. Stromverteilung IKT Systeme: Platzierung von Messpunkten vor den IKT Systemen (Server, Speicher, Netzwerk), um den spezifischen Energieverbrauch dieser zu überwachen.
4. Sonstige Systeme: Platzierung von Messpunkten vor sonstigen Systemen wie Beleuchtung, Entfeuchter usw., um den individuellen Energieverbrauch zu messen.

#### Installation der Messtechnik an der Kälteerzeugungsmaschine:

1. Kälteerzeugung: Position von Messpunkten entweder unmittelbar nach den jeweiligen Kälteerzeugungsanlagen oder aggregiert dahinter.
2. Kälteverteilung und Wärmabfuhr im Rechenzentrum: Position von Messpunkten nach den Pumpen und vor den Klimageräten.
3. Abwärmenutzung (Falls vorhanden): Position von Messpunkten vor der Anlage (z.B. Wärmepumpe).

#### Umsetzungshürden

1. Mischbetrieb der Klimatechnik
2. Bauplanung und Abwicklung der hochschulinternen Organisation
3. Finanzierung der Messgeräte
4. Getrennte Stromversorgungen (USV/Stromerzeuger Aggregat 50/50)
5. Zwei getrennte Gebäudeleittechniksysteme (Elektrotechnik und Kühlungsinfrastruktur)

#### Hinweis

**Blauer Engel** für Rechenzentren: Messkonzept technischer Gebäudeausrüstung: <https://be-rechenzentren.de/vergabekriterien/messkonzept/>

**Bitkom** zeigt in seinem Artikel „Wie messe ich den PUE richtig“ geeignete Messstellen: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/file/import/121112-PUE-Messung.pdf>

<p><b>Mr-02 Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung</b></p>
<p>Zielsetzung</p>
<p>Zentralisierung aller Server der dezentralen Organisationseinheiten einer Hochschule in einem von der zentralen IT verwalteten Rechenzentrum, um die Effizienz, Sicherheit und Verwaltung der IT-Infrastruktur zu optimieren und nachhaltig zu betreiben.</p>
<p>Wirkung</p>
<p>Die Zentralisierung der Hochschul-IT führt zu einem überwachten und energieeffizienteren Betrieb, indem modernste Technologien wie Virtualisierung eingesetzt werden, die den Gesamtenergieverbrauch senken und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringern. Virtualisierung ermöglicht eine bessere Auslastung und effizientere Nutzung von Hardware-Ressourcen, reduziert Abfall und die Notwendigkeit häufiger Hardware-Erneuerungen. Durch optimierte Betriebsbedingungen in einem zentralen Rechenzentrum können IT-Geräte länger genutzt werden, was Ressourcen schont und den Bedarf an Neuanschaffungen minimiert. Zudem erleichtert ein zentrales System das Recycling und die umweltgerechte Entsorgung von IT-Geräten, da Prozesse gebündelt und effizienter gestaltet werden können. Ein zentrales Rechenzentrum benötigt weniger physische Fläche als mehrere dezentrale Standorte, wodurch der Platzbedarf und der Ressourcenverbrauch minimiert werden.</p>
<p>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</p>
<p>Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung der Maßnahme. Die oder der Verantwortliche hat folgende Schritte zu planen und zu organisieren: IT-Services für eine zentralisierte Servernutzung (zum Beispiel Server-Hosting, Server Housing, SaaS, etc.) definieren und durch das zentrale Rechenzentrum der Hochschule anbieten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leistungsbeschreibung</li> <li>2. Leistungsumfang</li> <li>3. Leistungsspezifikation</li> <li>4. Kontakt und Support</li> <li>5. Voraussetzung seitens des Nutzenden</li> </ol>
<p>Umsetzungshürden</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verbindlichkeit der Nutzung der IT-Services klären</li> <li>2. Management des Veränderungsprozesses</li> </ol>

## Hinweis

Die Zentralisierung im Kontext der Konsolidierung und Virtualisierung, wie am Beispiel der ETH Zürich: <https://www.hpc-ch.org/wp-content/uploads/2010/11/Anhang-der-Masterarbeit-von-Christoph-M%C3%A4der.pdf>

<b>Mr-03 Auslagerung der IT in spezialisierte Rechenzentren</b>
<b>Zielsetzung</b>
Auslagerung ausgewählter IT-Komponenten, um den IT-Betrieb zu optimieren. Hierfür kommen insbesondere für die bayerischen Hochschulen das LRZ oder RRZE infrage. Darüber hinaus können auch kommerzielle Dienstleister in Anspruch genommen werden.
<b>Wirkung</b>
IT-Komponenten, die in spezialisierten Rechenzentren betrieben werden, profitieren von einer modernen und energieeffizienten technologischen Umgebung. Dies führt zu einer Reduzierung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes und verbessert die allgemeine Umweltbilanz. Die Skalierbarkeit der IT-Komponenten ermöglicht eine flexible Anpassung an den Bedarf, was sowohl Kosteneffizienzen als auch Flexibilität bei der Leistungserbringung schafft. Darüber hinaus wird in diesen Rechenzentren kontinuierlich an Innovationen gearbeitet, um den Kunden Zugang zu den neuesten Technologien zu bieten.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Bestimmen Sie in der Organisation einen oder mehrere Verantwortliche als Kontaktperson (Servicemanager) für den jeweiligen externen IT-Dienstleister (LRZ, RRZE, kommerzieller Anbieter) mit folgenden Aufgaben:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis aller angebotenen IT-Services und des IT-Dienstleistungsportfolios.</li> <li>2. Durchführung von Beantragungen des gewünschten IT-Services oder -Dienstes.</li> <li>3. Kommunikation des externen IT-Dienstleistungsportfolios innerhalb der Hochschule.</li> </ol>
<b>Umsetzungshürden</b>
Management des Veränderungsprozesses für die Hochschulbeschäftigten.
<b>Hinweis</b>
Über den Digitalverbund Bayern werden bereits zahlreiche Dienstleistungen angeboten: <a href="https://digitalverbund.bayern/projekte/">https://digitalverbund.bayern/projekte/</a>

<b>Mr-04 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft</b>
Zielsetzung
Eine effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft innerhalb des Rechenzentrums, führt zu einer optimalen Nutzung der Betriebstemperaturen und senkt die Betriebskosten.
Wirkung
Reduktion des Energieverbrauchs und der Betriebskosten möglich und gleichzeitige Verringerung der Umweltbelastung. Bedarfsgerechte, gezielte Kühlung zur Maximierung der Effizienz. Mögliche Verlängerung der Lebensdauer von IT-Geräten, da stabile und optimale Betriebstemperaturen gewährleistet werden. Unterstützung der ökologischen Nachhaltigkeit als auch der betrieblichen Effizienz.
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung oder Optimierung der Maßnahme:
<u>Aufbau eines Kalt- oder Warmgangs</u>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serverracks so anordnen, dass sie abwechselnd kalte und warme Gänge bilden.</li> <li>2. In den Kaltgängen wird die kühle Luft zugeführt, während die warme Abluft in den Warmgängen gesammelt wird.</li> </ol>
<u>Optimierung des Kalt- oder Warmgangs</u>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Luftzufuhr über den Unterboden           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Nutzen des Doppelbodens, um die kalte Luft direkt zu den Kaltgängen zu leiten.</li> <li>b. Vermeidung gemischter Luftströme und Sicherstellung, dass die kühle Luft effizient an den benötigten Stellen ankommt.</li> </ol> </li> <li>2. Druckmanagement           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Um eine gleichmäßige Verteilung der kalten Luft zu gewährleisten, muss der Druck im Unterboden aufrechterhalten werden.</li> <li>b. Stabiler Druck sorgt für eine gleichmäßige Verteilung der kühlen Luft.</li> </ol> </li> <li>3. Dichtungen           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Optimierte die Trennung zwischen Kalt- und Warmgang, um die Vermischung der Luftströme zu verhindern.</li> <li>b. Senkt den Energieverbrauch, da die Temperatur konstant bleibt.</li> </ol> </li> <li>4. Erhöhen der Betriebstemperatur           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Erhöhen der Betriebstemperatur auf bis zu 26 Grad unbedenklich.</li> </ol> </li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"><li>b. Durch die Erhöhung der Betriebstemperatur kann Energie gespart und Kälteerzeugungsmaschinen weniger belastet werden.</li></ul> <p>5. Verwendung von einheitlichen Schränken</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Verwendung von einheitlichen Serverracks und Schränken, um den Luftstrom besser zu kontrollieren und die Installation von Dichtungen zu erleichtern.</li><li>b. Garantie für eine gleichmäßige Luftverteilung.</li></ul> <p><u>Freiluftkühlung verwenden</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Verwendung von Außenluft, wenn möglich.</li><li>2. Neben der allgemeinen Verbesserung der Umweltbilanz, sinken laufende Energiekosten.</li></ul>
<b>Umsetzungshürden</b>
Bei Hochsetzung der Temperatur, muss ein Notfallplan beim Ausfall der Kühlgeräte erstellt und Verantwortlichkeiten festgelegt werden.
<b>Hinweis</b>
<p><b>DIN EN 50600:</b> <a href="https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?query=DIN+EN+50600">https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?query=DIN+EN+50600</a> <b>BITBW spart Energie durch Kaltgangeinhausung:</b> <a href="https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/praxisberichte/bitbw-spart-energie">https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/praxisberichte/bitbw-spart-energie</a></p> <p><b>26° C in EDV-Räumen – eine Temperatur ohne Risiko:</b> <a href="https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:67a86c67-b105-48d9-b4c4-9acb189c6840/26-Grad-in-EDV-Raeumen.pdf">https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:67a86c67-b105-48d9-b4c4-9acb189c6840/26-Grad-in-EDV-Raeumen.pdf</a></p> <p><b>Rechenzentrumsklimatisierung:</b> <a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/natuerliche-kaeltemittel-in-stationaeren-anlagen/anwendungen/rechenzentrumsklimatisierung#:~:text=Steigt%20die%20Au%C3%9Fenlufttemperatur%20auf%20Werte,Kelvin%E2%81%A0%20abgek%C3%BChlt%20werden%20kann.">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/natuerliche-kaeltemittel-in-stationaeren-anlagen/anwendungen/rechenzentrumsklimatisierung#:~:text=Steigt%20die%20Au%C3%9Fenlufttemperatur%20auf%20Werte,Kelvin%E2%81%A0%20abgek%C3%BChlt%20werden%20kann.</a></p>

<b>Mr-05 Nutzung der Abwärme</b>
<b>Zielsetzung</b>
Entwicklung eines effizienten Systems zur Umwandlung der thermischen Energie, die im Rechenzentrum durch den Betrieb der IT-Infrastruktur erzeugt wird, mit dem Ziel, die Abwärme für weitere Anwendungen nutzbar zu machen und die Gesamteffizienz des Energieverbrauchs zu verbessern.
<b>Wirkung</b>
Die Wiederverwendung von Abwärme trägt zur Steigerung der Gesamteffizienz des Energieverbrauchs bei, indem sie die thermische Energie, die normalerweise als Nebenprodukt entsteht und bisher ungenutzt bleibt, in produktive Anwendungen umgeleitet wird, was zu einer optimierten Nutzung der verfügbaren Energie führt.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für Überprüfung der Maßnahme. Die oder der Verantwortliche muss evaluieren, in welchem Kontext die Abwärme genutzt werden kann und wie deren Integration in die bestehende Infrastruktur realisierbar ist:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Heizen des Gebäudes.</li> <li>2. Heizen von Gewächshäusern.</li> <li>3. Wärmetauscher und Fernwärmesysteme.</li> </ol>
<b>Umsetzungshürden</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kann die Abwärme im Kontext von 1.-3. umgesetzt werden?</li> <li>2. Gibt es einen Abnehmer für die Abwärme?</li> <li>3. Ist ein Anschluss an ein Fernwärmenetz vorhanden oder möglich?</li> <li>4. Welcher Energieversorger ist Ansprechpartner?</li> <li>5. Kann die Abwärme durch die baulichen Gegebenheiten genutzt werden oder ist ein Umbau notwendig?</li> </ol>
<b>Hinweis</b>
Hinweis des Umwelt und Klimapakts Bayern zum Thema Abwärmenutzung im Betrieb: <a href="https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/361/abwaermenutzung-im-betrieb">https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/361/abwaermenutzung-im-betrieb</a>

<b>Mr-06 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser</b>
<b>Zielsetzung</b>
Der richtige Einsatz von Wasserkühlung kann die bisherige Kühlleistung optimieren. Zudem soll die Implementierung der Wasserkühlung den Energieverbrauch senken und die Effizienz der Kühlung erhöhen.
<b>Wirkung</b>
Der Einsatz von Wasserkühlung führt zu einer effizienteren Wärmeübertragung im Vergleich zur Luftkühlung. Dies reduziert den Energieverbrauch, senkt die Betriebskosten und optimiert die Kühlleistung bei hohen Lasten. Außerdem erleichtert es die Nutzung der Abwärme in einem wassergeführten Heizsystem.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
<p>Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung der Maßnahme. Die oder der Verantwortliche hat folgende Schritte zu planen und umzusetzen:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Analyse des Kühlbedarfs<ol style="list-style-type: none"><li>a. Der aktuelle Kühlbedarf ist zu bewerten, und Bereiche mit hoher Wärmeentwicklung sind zu identifizieren.</li><li>b. Die Anforderungen an die Wasserkühlung werden basierend auf der vorhandenen IT-Infrastruktur ermittelt.</li></ol></li><li>2. Planung und Design<ol style="list-style-type: none"><li>a. Es ist zu überprüfen, ob ein Wasseranschluss möglich ist oder ein neuer Wasserkreislauf integriert werden muss.</li><li>b. Es ist ein Kühlsystem mit wassergekühlte Racks und Rückkühl Türen zu entwerfen, um die direkte Abführung von Wärme zu optimieren.</li><li>c. Die Rückkühl Türen müssen auf die Größe und Kapazität der Racks abgestimmt werden.</li><li>d. Redundante Kühlkreisläufe werden eingeplant, um die Ausfallsicherheit zu gewährleisten.</li></ol></li><li>3. Auswahl der Komponenten<ol style="list-style-type: none"><li>a. Rückkühl Türen werden ausgewählt, die zur Rack-Größe und Wärmelast passen.</li><li>b. Wärmetauscher werden implementiert, die mit dem zentralen Kühlsystem des Rechenzentrums kompatibel sind.</li><li>c. Die Wasserqualität und notwendige Aufbereitungssysteme werden berücksichtigt, um die Effizienz und Lebensdauer des Systems zu maximieren.</li></ol></li></ol>

#### 4. Installation

- a. Die wassergekühlten Racks und Rückkühlturen werden entsprechend dem geplanten Layout installiert.
- b. Die Rückkühlturen werden mit dem Wasserkreislauf verbunden, und es wird sichergestellt, dass alle Verbindungen dicht und funktionstüchtig sind.

#### 5. Test und Inbetriebnahme

- a. Tests werden durchgeführt, um sicherzustellen, dass das Wasserkühlsystem effizient arbeitet und die Temperaturregelung den Anforderungen entspricht.
- b. Die Dichtheit des Systems und die Effizienz der Wärmerückgewinnung werden überprüft.
- c. Die Einstellungen der Rückkühlturen und Ventile werden bei Bedarf angepasst, um die optimale Kühlleistung zu erreichen.

#### 6. Überwachung und Wartung

- a. Ein Überwachungssystem wird implementiert, das die Kühlleistung in Echtzeit verfolgt und mögliche Probleme frühzeitig erkennt.
- b. Regelmäßige Wartungsarbeiten werden eingeplant, um die Wasserqualität und die Funktion der Rückkühlturen sicherzustellen.
- c. Die Effizienz des Systems wird regelmäßig überprüft und bei Bedarf werden Anpassungen vorgenommen.

#### 7. Optimierung und Skalierung

- a. Die gewonnenen Daten werden zur Optimierung des Kühlsystems genutzt.
- b. Die Lösung wird bei Bedarf skaliert, um zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, beispielsweise durch die Integration weiterer wassergekühlter Racks oder Rückkühlturen.

#### Umsetzungshürden

1. **Vermeidung von Glykol und Einsatz von beispielsweise Entkalkungswasser:** Glykol hat eine geringe Wärmekapazität und eine höhere Viskosität, was die Kühlleistung beeinträchtigen und die Effizienz des Systems verringern kann. Bei der Verwendung von normalem Entkalkungswasser müssen spezielle Anforderungen erfüllt werden, um sicherzustellen, dass das Wasser ausreichend gereinigt und für die Kühlung geeignet ist.
2. **Schnelle Entleerung:** Es muss ein System vorhanden sein, das eine schnelle und effiziente Entleerung des Kühlwassers ermöglicht, um Wartung und Notfallmaßnahmen zu erleichtern.

## Hinweis

Server mit Flüssigkeit kühlen: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgabenorganisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/massnahmen/server-mit-fluessigkeit-kuehlen>

### 3.2.2 Ergänzende Maßnahmen

<b>Mr-07 Einsatz von Energiesparfunktionen</b>
<b>Zielsetzung</b>
Mithilfe von Energiesparfunktionen sollen alle Geräte in den vom Hersteller vorgesehenen Energiesparmodus versetzt werden, um den Energieverbrauch effizient zu senken und unnötige Energieverschwendung zu vermeiden.
<b>Wirkung</b>
Langfristig können neben der Verringerung des CO <sub>2</sub> Ausstoßes Betriebskosten reduziert werden.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Um die Energieeffizienz weiter zu steigern und den Erfolg der Maßnahme messbar zu machen, wird empfohlen, automatisierte Systeme des Herstellers zu aktivieren, die Geräte bei Inaktivität selbstständig in den Energiesparmodus versetzen. Zudem sollte ein Monitoring-System zur Überwachung des Energieverbrauchs eingeführt werden. Dies ermöglicht eine genaue Analyse der Einsparungen und unterstützt die kontinuierliche Optimierung der Energiesparmaßnahmen.
<b>Umsetzungshürden</b>
Mögliche Ineffizienzen und Probleme bei HPC.
<b>Hinweis</b>
IHK Köln "Energieeffizienz im Unternehmen": <a href="https://www.ihk.de/koeln/hauptnavigation/digitalisierung/digitalisierung2/energieeffiziente-ikt-im-unternehmen-5628092">https://www.ihk.de/koeln/hauptnavigation/digitalisierung/digitalisierung2/energieeffiziente-ikt-im-unternehmen-5628092</a>

<b>Mr-08 HDDs durch SSDs für Leistungsintensive und kritische Anwendungen ersetzen</b>
<b>Zielsetzung</b>
Langfristig sollten situationsbedingt HDDs durch SSDs ersetzt werden. Durch die Einführung von SSDs sollen die Energieeffizienzen erhöht und der Stromverbrauch gesenkt werden.
<b>Wirkung</b>
Diese Maßnahme soll dazu beitragen, die Effizienz und Produktivität der IT-Infrastruktur zu steigern und eine leistungsfähigere und nachhaltigere IT-Umgebung zu schaffen.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Es ist sinnvoll, HDDs für leistungsintensive und kritische Anwendungen schrittweise durch SSDs zu ersetzen. Der Hauptgrund dafür ist die höhere Leistung von SSDs, die sich durch schnellere Datenzugriffszeiten, höhere Zuverlässigkeit und geringeren Energieverbrauch im Vergleich zu HDDs auszeichnet. Diese Eigenschaften machen SSDs besonders geeignet für Anwendungen, die hohe Geschwindigkeiten und stabile Leistung erfordern.
<b>Umsetzungshürden</b>
Höhere Investitionskosten von SSDs im Vergleich zu HDDs.
<b>Hinweis</b>
Land Baden-Württemberg: Green IT-Maßnahmen im Rechenzentrum Speichertechnologien: <a href="https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/massnahmen/speichertechnologie">https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/massnahmen/speichertechnologie</a>

### 3.3 Ausführliche Beschreibung der Maßnahmen für Anwendende

Für Anwendende stehen Maßnahmen zur Verfügung, die zwar nicht den größten Einfluss von Energieeffizienz haben, aber dennoch zur allgemeinen Reduktion des Stromverbrauchs beitragen können. Dazu gehört zum einen das aktive Ausschalten von Computersystemen und anderen Peripheriegeräten am Feierabend. Die bayernweite Umfrage hat gezeigt, dass viele Beschäftigte bereits bewusst mit ihren Geräten umgehen. Ebenso verhält es sich beim Einsatz nachhaltiger Druckeigenschaften: Unnötiger Farbdruk oder das Bedrucken einzelner Seiten sollte möglichst vermieden werden. Anzustreben ist eine Vermeidung des Druckens durch den Einsatz digitaler Prozesse und Workflowsysteme. In **Ma-03** wird erläutert, wie digitale Signaturen dazu beitragen können, Ausdrücke zu reduzieren.

Betriebssysteme bieten mittlerweile viele Möglichkeiten, automatisierte Energiesparmaßnahmen einzuführen, die hochschulweit gepflegt werden sollten. Dies reduziert den Aufwand für die Mitarbeitenden. Der Hochschulbetrieb kann grundsätzlich durch den Verzicht auf Personen-Drucker und Tischtelefone optimiert werden.

<b>Ma-01 Ausschalten der Computersysteme zum Feierabend</b>
<b>Zielsetzung</b>
Durch das regelmäßige Ausschalten der Rechner am Feierabend soll ein umweltbewusstes Verhalten gefördert werden, indem aktiv zur Reduzierung von CO <sub>2</sub> -Emissionen beigetragen wird. Diese Maßnahme zielt darauf ab, den Energieverbrauch durch Vermeidung unnötiger Stromnutzung zu minimieren und somit einen kleinen, aber wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.
<b>Wirkung</b>
Erhöhung des Umweltbewusstseins und Reduzierung des überflüssigen Stromverbrauchs durch regelmäßiges Ausschalten der Rechner am Feierabend.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stellen Sie sicher, dass Ihr Rechner am Ende des Arbeitstags vollständig ausgeschaltet wird. Vermeiden Sie es, den Computer lediglich in den Energiesparmodus zu versetzen.</li> <li>2. Schalten sie den Monitor aus.</li> <li>3. Machen Sie sich mit den ökologischen und ökonomischen Vorteilen des regelmäßigen Ausschaltens vertraut. Ihr Beitrag hilft, den Energieverbrauch zu reduzieren und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern.</li> <li>4. Überprüfen Sie regelmäßig, ob Sie die Richtlinie konsequent umsetzen und passen Sie Ihre Gewohnheiten gegebenenfalls an, um sicherzustellen, dass die Maßnahme erfolgreich ist.</li> </ol>
<b>Umsetzungshürden</b>
Akzeptanz der Maßnahme, weil sie nur einen geringen Einfluss auf die Energieeffizienz hat.
<b>Hinweis</b>
Green IT beim Heimcomputer Energie und Geld sparen: <a href="https://im.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-im/intern/dateien/publikationen/GreenIT-beim-Heimcomputer-Energie-und-Geld-sparen-Flyer.pdf">https://im.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-im/intern/dateien/publikationen/GreenIT-beim-Heimcomputer-Energie-und-Geld-sparen-Flyer.pdf</a>

<b>Ma-02 Einsatz von nachhaltigen Druckeigenschaften (schwarz-weiß/duplex)</b>
<b>Zielsetzung</b>
Optimierung des Druckprozesses durch die Nutzung nachhaltiger Druckoptionen wie Schwarz-Weiß-Druck und doppelseitiger Bedruckung als Standardeinstellung, um sowohl den Toner- als auch den Papierverbrauch zu reduzieren.
<b>Wirkung</b>
Reduzierung des Verbrauchs von Toner und Papier durch nachhaltige Druckoptionen, was zu einer Schonung der Ressourcen und einer Verringerung der Umweltbelastung beiträgt.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Achten Sie bei dem Ausdruck eines Dokumentes aktiv auf die zu druckenden Eigenschaften. Nutzen Sie die entsprechenden Anwendungen und Druckeigenschaften zum Beispiel in Word, Adobe Acrobat und dem jeweiligen Internetbrowser.
<b>Umsetzungshürden</b>
<b>Hinweis</b>

<b>Ma-03 Nutzung digitaler Prozesse und digitaler Dokumenten Verteilsysteme</b>
<b>Zielsetzung</b>
Der Einsatz digitaler Prozesse reduziert den Aufwand und die Kosten, die mit der physischen Unterzeichnung und dem Versand von Dokumenten verbunden sind. Dies kann den Genehmigungsprozess in einem richtigen Workflow beschleunigend wirken und den den Papierverbrauch reduzieren.
<b>Wirkung</b>
Reduzierung des Papierverbrauchs und Vermeidung des Druckens von Dokumenten durch digitale Prozesse. Beschleunigung der Genehmigungsprozesse und Verbesserung der Effizienz im Dokumentenmanagement. Transparenz über den Prozessstatus.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nutzung von bereits vorhandenen Tools, wie beispielsweise Adobe Acrobat zur elektronischen Unterzeichnung von Dokumenten oder Teilen von Dokumenten über Filesharing-Systemen, wie die FAU-Box/LRZ-Sync&amp;Share oder BayernCollab.</li> <li>2. Nutzung von digitalen Workflows in Fachanwendungen wie zum Beispiel HISinOne, BayRMS, BayZeit, SAP, etc.</li> <li>3. Entwicklung von hochschulindividuellen Workflows zum Beispiel mit d.velop und intrexx.</li> </ol>
<b>Umsetzungshürden</b>
<b>Hinweis</b>

<b>Ma-04 Effiziente Energiieverwaltung von Computersystemen</b>
Zielsetzung
<p>Automatische Einrichtung von Energiesparfunktionen auf User-Computersystemen zur Vermeidung von Einstellungen, die zu erhöhtem Stromverbrauch führen und das Notebook langfristig energieineffizient machen können. Die Automatisierung gewährleistet nicht nur präzise und konsistente Energieeinstellungen, sondern ermöglicht auch die Implementierung ganzheitlicher Ansätze zur Energieeffizienz.</p>
Wirkung
<p>Langfristige Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs und Verlängerung der Lebensdauer der Geräte. Dies fördert einen nachhaltigen Umgang mit IT-Ressourcen und unterstützt eine langfristig effiziente und umweltfreundliche Nutzung.</p>
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
<p>Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung oder Optimierung der Maßnahme:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung eines hochschulweiten einheitlichen Konzepts für Energiesparmaßnahmen an Computersystemen.</li> <li>2. Integrieren von bewährten Energiespartipps und -techniken. Nutzen Sie dafür beispielsweise die Energiespartipps von Microsoft: <a href="https://support.microsoft.com/de-de/windows/tipps-zum-energiesparen-f%C3%BCr-windows-a850d64d-ee8e-c8d2-6c75-8ffe6ea3ea99#Category=Windows_10">https://support.microsoft.com/de-de/windows/tipps-zum-energiesparen-f%C3%BCr-windows-a850d64d-ee8e-c8d2-6c75-8ffe6ea3ea99#Category=Windows_10</a></li> <li>3. Implementieren von standardisierten Gruppenrichtlinien zur Energiieverwaltung.</li> </ol>
Umsetzungshürden
Hinweis
<p>Energiesparen bei Bildschirmen: <a href="https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgabenorganisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/massnahmen/energiesparen-bei-bildschirmen">https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgabenorganisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/massnahmen/energiesparen-bei-bildschirmen</a></p>

<b>Ma-05 Einsatz von Multifunktionsgeräten für Druck-/Scan-/Kopieraufgaben</b>
<b>Zielsetzung</b>
Abschaffung der Personen-Drucker durch die Einführung von Multifunktionsgeräten für Druck-, Scan und Kopieraufgaben, um die Anzahl der elektronischen Geräte und den Energieverbrauch in Summe zu reduzieren.
<b>Wirkung</b>
Multifunktionsgeräte vereinfachen die Gerätewartung und verbessern die Ressourcennutzung durch die Reduzierung einzelner Personen-Drucker.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung oder Optimierung der Maßnahme: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bedarfsanalyse<ol style="list-style-type: none"><li>a. Wer benötigt einen Drucker?</li><li>b. Wo sollen die Drucker aufgestellt werden? Separater Raum, Etagenweise, etc.</li></ol></li><li>2. Auswahl des geeigneten Druckers<ol style="list-style-type: none"><li>a. Nutzung von Tonertechnologien aufgrund der geringeren Feinstaubbelastung im Vergleich zu Laserdruckern.</li><li>b. Auswahl des geeigneten Multifunktionsgerätes für Druck-/Scan- und Kopieraufgaben.</li></ol></li><li>3. Netzwerkinfrastruktur prüfen<ol style="list-style-type: none"><li>a. Sicherstellen, dass die Netzwerkinfrastruktur es jedem ermöglicht, überall Druckaufträge auszuführen.</li><li>b. Überprüfen, ob die Netzwerkbandbreite und die IP-Adressverteilung.</li><li>c. Verwendung von Druckermanagement-Tools zur Verwaltung der Nutzung.</li></ol></li><li>4. Datenschutz sicherstellen<ol style="list-style-type: none"><li>a. Zugriffsrechte und Benutzerauthentifizierung implementieren, um sicherzustellen, dass nur autorisierte Personen Zugriff auf die Drucker haben.</li><li>b. Sicherstellen, dass alle übertragenen Daten verschlüsselt werden, um Datensicherheit zu gewährleisten.</li><li>c. Regelmäßig Updates der Drucker-Firmware und -Software durchführen, um Sicherheitslücken zu schließen.</li></ol></li><li>5. Wartung<ol style="list-style-type: none"><li>a. Vereinbarung von Wartungsverträgen mit den Herstellern, um Wartungen und Reparaturen sicherzustellen.</li></ol></li></ol>

<p>b. Zuständigkeiten innerhalb der Hochschule definieren, um eine kontinuierliche Druckerwartung sicherzustellen.</p> <p>6. Schulung der Mitarbeitenden im Umgang mit den neuen Druckern.</p> <p>7. Starten Sie mit einer Testphase und nach Erfolg, können die individuellen Drucker abgebaut und vollständig auf das Netzwerkdrucksystem umgestellt werden.</p>
<b>Umsetzungshürden</b>
Räumlichkeiten für Druckerstationen identifizieren.
<b>Hinweis</b>
Modernes Drucken im Ministerium für Soziales, Gesundheit und Integration: <a href="https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/praxisberichte/modernes-drucken-im-sm">https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/praxisberichte/modernes-drucken-im-sm</a>
Emissionen aus Laserdruckern: <a href="https://www.bmuv.de/themen/gesundheit/innenraumluft/emissionen-aus-laserdruckern">https://www.bmuv.de/themen/gesundheit/innenraumluft/emissionen-aus-laserdruckern</a>

<b>Ma-06 Einführung von Softphone-Lösungen</b>
<b>Zielsetzung</b>
Schrittweise Einführung von softwarebasierten Telefonie Lösungen, um langfristig Tischtelefone zu ersetzen.
<b>Wirkung</b>
Durch die Implementierung von Softphones werden Ressourcen eingespart, die sonst für die Produktion von Tischtelefonen benötigt werden. Zusätzlich wird durch die Abschaffung des Betriebs Energie eingespart. Dies resultiert in einer effizienteren Nutzung von Ressourcen und Energie.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung oder Optimierung der Maßnahme: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bedarfsanalyse<ol style="list-style-type: none"><li>a. Analyse der Anzahl der benötigten Softphone-Lizenzen.</li><li>b. Überlegung welche Nottelefone (Personenaufzug, Labore, etc.) ausgeschlossen werden müssen und wie eine alternative Lösung eingerichtet werden kann.</li></ol></li><li>2. Auswahl der geeigneten Softphonelösung<ol style="list-style-type: none"><li>a. Wahl einer Softphonelösung, welches auf allen Endgeräten funktioniert (Smartphone, Tablet, Notebook, Computer, etc.).</li><li>b. Beachtung, dass eine Rufweiterleitung, Voicemail und ggf. Videokonferenzen unterstützt werden.</li></ol></li><li>3. Netzwerkinfrastruktur prüfen<ol style="list-style-type: none"><li>a. Die Softphonelösung sollte an jedem Netzwerkpunkt funktionieren.</li><li>b. Die Netzwerkbandbreite und IP-Adressverteilung sollte für die zusätzliche Last, verursacht durch VoIP-Anrufe, geeignet sein.</li></ol></li><li>4. Datenschutz sicherstellen<ol style="list-style-type: none"><li>a. Implementierung von Benutzerauthentifizierungen und Zugriffsrechten, um nur autorisierte Personen Zugriff auf die Softphonelösung zu gestatten.</li><li>b. Alle Anrufe und Datenübertragungen müssen verschlüsselt werden, um die Datensicherheit und -integrität zu gewährleisten.</li><li>c. Durchführung regelmäßiger Updates, um Sicherheitslücken zu schließen.</li></ol></li><li>5. Wartung<ol style="list-style-type: none"><li>a. Vereinbarung von Wartungsverträge mit den Herstellern, um Wartungen und Reparaturen sicherzustellen.</li></ol></li></ol>

<p>b. Definition von Zuständigkeiten innerhalb der Hochschule, um eine kontinuierliche Wartung sicherzustellen.</p> <p>6. Schulung der Mitarbeitenden im Umgang mit den neuen Softphones.</p> <p>7. Starten Sie mit einer Testphase und bauen sie die alten Tischtelefone nach Erfolg um und stellen sie vollständig auf die Softphonelösung um.</p>
<b>Umsetzungshürden</b>
Umsetzung eventuell nicht für alle Lehrbereiche möglich.
<b>Hinweis</b>
Klimaneutrale Verwaltung in Vorbildfunktion für Nachhaltigkeit: <a href="https://atos.net/wp-content/uploads/2023/03/Dekarb_Whitepaper.pdf">https://atos.net/wp-content/uploads/2023/03/Dekarb_Whitepaper.pdf</a>

### 3.4 Ausführliche Beschreibung der Beschaffungsmaßnahmen

Die Beschaffung von IT-Geräten sollte stets über bayerische Rahmenverträge erfolgen, weil diese Nachhaltigkeitskriterien bereits im Ausschreibungsprozess berücksichtigen. Wer außerhalb dieses Vertrages bestellen möchte, sollte auf Nachhaltigkeitssiegel, EU-Richtlinien und die Einhaltung der ILO-Kernarbeitsnormen achten. Sobald ein Gerät zentral beschafft wurde, sollte es inventarisiert werden, um sicherzustellen, dass es am Ende seines Lebenszyklus ordnungsgemäß nach dem bayernweiten Entsorgungslaufplan entsorgt werden kann.

<b>Mb-01 Zentrale Beschaffung von IT-Geräten inklusiver zentraler Inventarisierung</b>
<b>Zielsetzung</b>
Durch die zentrale Beschaffung und Inventarisierung von IT-Geräten, kann eine einheitliche und effiziente Beschaffungskontrolle, die einen Überblick über alle im Umlauf befindenden Ressourcen gibt, gewährleistet werden.
<b>Wirkung</b>
Die zentrale Beschaffung und Inventarisierung tragen zu einer konsistenten und kosteneffizienten Verwaltung der IT-Ressourcen bei und verbessern den Überblick über den Gerätebestand. Dies kann zu geringeren Beschaffungskosten und einer optimierten Ressourcennutzung führen, da Geräte intern effizienter weitergegeben werden können.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Umsetzung oder Optimierung der Maßnahme:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Generell versuchen, IT-Geräte ausschließlich aus dem Rahmenvertrag abzurufen.</li> <li>2. Einführen eines Inventarisierungstools, um einen Überblick über alle IT-Geräte der Hochschule zu haben.</li> <li>3. Evaluierung eines geeigneten Tools           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Das Tool sollte eine automatisierte Bestandsaufnahme, Lebenszyklusmanagement und Berichterstattungen bieten.</li> <li>b. Erfassung aller relevanten Gerätedaten (Seriennummer, Kaufdatum, Garantieinformationen, Mitarbeitende und dessen Standort).</li> </ol> </li> <li>4. Datenschutz und -richtlinien sicherstellen           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Sicherstellung, dass alle gespeicherten Daten im Inventarisierungstool verschlüsselt sind, um die Datensicherheit zu gewährleisten.</li> <li>b. Implementierung strenger Zugriffsrichtlinien, um unbefugten Zugriff auf das Inventarisierungstool zu verhindern.</li> </ol> </li> </ol>

<p>c. Regelmäßige Löschung veralteter oder nicht mehr benötigter Daten.</p> <p>5. Wartung</p> <p>a. Vereinbarung von Wartungsverträgen mit den Herstellern, um Wartungen und Reparaturen sicherzustellen.</p> <p>b. Definieren Sie Zuständigkeiten innerhalb der Hochschule, um eine kontinuierliche Inventarisierung sicherzustellen.</p>
Umsetzungshürden
Organisatorischer Aufwand zur Implementierung des Tools (Schulungen).
Hinweis
Beispieltools für die Inventarisierung: Baramundi: <a href="https://www.baramundi.com/de-de/">https://www.baramundi.com/de-de/</a> Microsoft Intune: <a href="https://digitalverbund.bayern/projekte/M365/">https://digitalverbund.bayern/projekte/M365/</a>

<b>Mb-02 Beschaffung über den bayernweiten Rahmenvertrag</b>
Zielsetzung
Die Beschaffung über den Rahmenvertrag stellt sicher, dass Geräte erworben werden, die mögliche Nachhaltigkeitskriterien erfüllen. Die bayernweiten Rahmenverträge beinhalten neben ökologischen auch soziale Ausschreibungskriterien.
Wirkung
Effizienteste und sicherste Art ein nachhaltiges Produkt zu beschaffen.
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Nutzen Sie den bayernweiten Webshop der Universität Würzburg: <a href="https://www.rz.uni-wuerzburg.de/dienste/shop/webshop-anleitung/">https://www.rz.uni-wuerzburg.de/dienste/shop/webshop-anleitung/</a>.</li><li>2. Gehen Sie auf die zuständige Person an der Hochschule zu.</li></ol>
Umsetzungshürden
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Produkt ist nicht verfügbar.</li><li>2. Drittanbieter bietet Produkte günstiger an.</li></ol>
Hinweis

<b>Mb-03 Beachtung von Ökolabels</b>
Zielsetzung
Ökolabels sind ein wichtiges Identifizierungsmerkmal für Nachhaltigkeit in weitreichendem Sinne. Sie helfen dabei, Produkte und Dienstleistungen zu identifizieren, die umweltfreundlich und sozial verantwortlich sind.
Wirkung
Ökolabels wie TCO, Blauer Engel, EU-Blume und EPEAT fördern Nachhaltigkeit in verschiedenen Bereichen. Diese Labels helfen, umweltfreundliche und sozial verantwortliche Produkte zu identifizieren. Sie geben an, ob die Produkte energieeffizient sind, unter fairen Arbeitsbedingungen hergestellt wurden, recyclingfähig sind und keine schädlichen Chemikalien enthalten. Durch die Beachtung dieser Ökolabels wird Nachhaltigkeit in allen Bereichen gewährleistet, was zu positiven Auswirkungen auf die Umwelt, die Gesellschaft und die Wirtschaft führt.
Empfehlungsschritte für eine Umsetzung
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lesen Sie das Datenblatt, um sicherzustellen, dass Ökolabels vorhanden sind.</li> <li>2. Vergleichen Sie das Produkt ggf. mit anderen, um die nachhaltigste Option zu finden.</li> </ol>
Umsetzungshürden
Zeitaufwendiger Prozess durch die umfangreiche Recherche, welche Geräte die entsprechenden Zertifizierungen erfüllen.
Hinweis
<p><b>TCO</b> legt Wert auf Ergonomie, Energieeffizienz und soziale Verantwortung in der IT- und Elektronikindustrie. Mehr Infos finden Sie unter: <a href="https://tcocertified.com/de/product-finder/?category=Smartphones">https://tcocertified.com/de/product-finder/?category=Smartphones</a></p> <p>Der <b>Blaue Engel</b> kennzeichnet umweltfreundliche Produkte mit hohen Anforderungen an Recyclingfähigkeit und Ressourcenschonung. Mehr Infos finden Sie unter: <a href="https://www.blauer-engel.de/de">https://www.blauer-engel.de/de</a></p> <p>Die <b>EU-Ecolabel</b> berücksichtigt Energieverbrauch, Emissionen und nachhaltige Ressourcennutzung. Mehr Infos finden Sie unter: <a href="https://eu-ecolabel.de/">https://eu-ecolabel.de/</a></p> <p><b>EPEAT</b> bewertet die Umweltauswirkungen elektronischer Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus. Mehr Infos finden Sie unter: <a href="https://www.epeat.net/">https://www.epeat.net/</a></p> <p>Jegliche Informationen zu weiteren Siegeln finden Sie unter der Seite: <a href="https://www.siegelklarheit.de/">https://www.siegelklarheit.de/</a></p>

Allgemeine Empfehlungen für eine Nachhaltige Beschaffung finden Sie auf der dafür vorgesehenen Seite vom Beschaffungsamt des BMI: [https://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/Produktgruppenblaetter/PGBL\\_IT/PGB\\_IT.html?nn=5144814](https://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/Produktgruppenblaetter/PGBL_IT/PGB_IT.html?nn=5144814)

<b>Mb-04 Beachtung von EU-Richtlinien</b>
<b>Zielsetzung</b>
Bei der Beschaffung von IT-Geräten und anderen Materialien muss sichergestellt werden, dass alle relevanten EU-Richtlinien und -Vorschriften eingehalten werden. Dies umfasst insbesondere die Berücksichtigung von Umweltstandards, Sicherheitsanforderungen und ethischen Beschaffungspraktiken.
<b>Wirkung</b>
Durch die strikte Einhaltung dieser Richtlinien wird gewährleistet, dass die Beschaffung nachhaltig, sicher und verantwortungsvoll erfolgt.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Als Ausschreibungskriterium mitaufnehmen.
<b>Umsetzungshürden</b>
<b>Hinweis</b>
Europäische Union „VERORDNUNG (EU) 2024/1781 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES“: <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401781">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401781</a> Europäische Union „VERORDNUNG (EU) 2019/424 DER KOMMISSION“: <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0424">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0424</a>

<b>Mb-05 Beachtung der ILO Kernarbeitsnorm</b>
<b>Zielsetzung</b>
Um grundlegende Arbeitsrechte und soziale Mindeststandards weltweit zu fördern und sicherzustellen, umfasst die ILO-Kernarbeitsnorm wesentliche Rechte wie das Verbot von Zwangs- und Kinderarbeit, die Beseitigung von Diskriminierung in Beschäftigung und Beruf sowie die Vereinigungsfreiheit und das Recht auf Kollektivverhandlungen.
<b>Wirkung</b>
Durch die Einhaltung dieser Normen wird gewährleistet, dass Arbeitsbedingungen menschenwürdig sind und grundlegende Arbeitnehmerrechte respektiert werden. Dies ist besonders wichtig in globalen Lieferketten, um sicherzustellen, dass Produkte und Dienstleistungen unter fairen und ethischen Bedingungen hergestellt werden.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Um sicherzustellen, dass Produkte und Dienstleistungen unter fairen und ethischen Bedingungen hergestellt werden, sollte die Beschaffung möglichst aus dem Rahmenvertrag erfolgen.
<b>Umsetzungshürden</b>
Nicht immer sind bei Produkten und Dienstleistungen die jeweiligen Bedingungen nachzuvollziehen und nicht überprüfbar.
<b>Hinweis</b>
Kernarbeitsnormen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO): <a href="https://www.bmz.de/de/service/lexikon/kernarbeitsnormen-der-internationalen-arbeitsorganisation-60428">https://www.bmz.de/de/service/lexikon/kernarbeitsnormen-der-internationalen-arbeitsorganisation-60428</a>

<b>Mb-06 Entsorgung nach dem bayernweiten Entsorgungsleitfaden</b>
<b>Zielsetzung</b>
Die fachgerechte Entsorgung von IT-Geräten sollte gemäß dem bayernweit abgestimmten Entsorgungsleitfaden erfolgen. Dieser Leitfaden umfasst neben dem Recycling und der Weitergabe innerhalb der Hochschule auch weiterführende Entsorgungsoptionen, wie die Spende an gemeinnützige Organisationen. Diese Optionen sind sowohl nach Städten als auch für übergeordnete Organisationen geordnet. Durch die Spende der Altgeräte wird ein zweiter Lebenszyklus ermöglicht.
<b>Wirkung</b>
Die nachhaltige Entsorgung von Altgeräten trägt dazu bei, die unnötige Verschrottung von noch funktionstüchtigen Geräten zu vermeiden. Dadurch wird nicht nur die Lebensdauer der Geräte verlängert, sondern auch die Verschwendung wertvoller Ressourcen reduziert. Zudem ermöglicht die fachgerechte Entsorgung die Rückgewinnung der in den Geräten enthaltenen seltenen Rohstoffe und verhindert so deren Verlust. Dies trägt insgesamt zu einer effizienteren Ressourcennutzung und einem geringeren ökologischen Fußabdruck bei.
<b>Empfehlungsschritte für eine Umsetzung</b>
Agieren Sie nach dem bayernweiten Entsorgungsleitfaden.
<b>Umsetzungshürden</b>
Nachvollziehbarkeit, ob der Leitfaden eingehalten wird.
<b>Hinweis</b>
Der Leitfaden auf der Webseite des Digitalverbunds und im Bayerncollab verlinkt: <a href="https://digitalverbund.bayern/projekte/green-it/">https://digitalverbund.bayern/projekte/green-it/</a> <a href="https://collab.dvb.bayern/display/DVBGREENIT/Entsorgungsleitfaden">https://collab.dvb.bayern/display/DVBGREENIT/Entsorgungsleitfaden</a>

## 4 Fazit

Der vorliegende Maßnahmenkatalog stellt einen wichtigen ersten Schritt zur nachhaltigen Transformation der IT an bayerischen Hochschulen dar. Mit den dargestellten Maßnahmen in den Bereichen Hochschulallgemein, Rechenzentrum, Anwenderverhalten sowie Beschaffung und Entsorgung wird eine solide Grundlage geschaffen, auf der sich künftige, tiefgreifende Schritte aufbauen lassen. Green IT ist ein komplexes Vorhaben, das langfristig angegangen werden muss, um eine tatsächlich nachhaltige Veränderung zu bewirken. Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen erfordern Zeit und eine schrittweise Umsetzung, die strategisch geplant und kontinuierlich angepasst werden muss.

In diesem Sinne versteht sich diese erste Version des Maßnahmenkatalogs als Ausgangspunkt, der bayerischen Hochschulen eine klare Orientierung bietet und sie dabei unterstützt, nachhaltige Prozesse einzuführen und erste konkrete Handlungsschritte anzugehen. Dabei ist der Fokus auf eine langfristige Perspektive essenziell: Eine ganzheitliche Transformation hin zu Green IT ist nicht mit kurzfristigen Maßnahmen oder punktuellen Lösungen zu erreichen. Sie verlangt vielmehr ein durchdachtes Zusammenspiel von technischen, organisatorischen und personellen Anpassungen, die auf Nachhaltigkeit ausgerichtet sind und kontinuierlich weiterentwickelt werden.

Der Katalog regt daher nicht nur an, unmittelbar umsetzbare Maßnahmen zu ergreifen, sondern schafft auch Bewusstsein für die strategische Bedeutung eines nachhaltigen Ansatzes in der IT. Ziel ist es, nach und nach alle relevanten IT-Bereiche in einen nachhaltigen Rahmen einzubetten und langfristig eine Green IT-Strategie zu etablieren, die alle Dimensionen des IT-Betriebs – von der Beschaffung und Nutzung bis hin zur Entsorgung – berücksichtigt. Durch dieses strategische und phasenweise Vorgehen wird der Weg zu einem holistischen Ansatz geebnet, der langfristig die Realisierung einer umfassend nachhaltigen IT-Landschaft ermöglicht.

Der Maßnahmenkatalog bleibt dabei ein lebendiges Dokument, welcher in regelmäßigen Versionen überprüft und weiterentwickelt wird. Dabei werden die aktuellen technologischen Entwicklungen, neuen Herausforderungen und steigenden Nachhaltigkeitsanforderungen berücksichtigt. Die konsequente Weiterverfolgung und Anpassung der im Katalog festgelegten Maßnahmen wird somit nicht nur zur Ressourcenschonung und Reduktion des ökologischen Fußabdrucks der Hochschulen beitragen, sondern auch ein klares Zeichen für die Vorbildfunktion setzen, die Hochschulen im Bereich Nachhaltigkeit einnehmen können und sollen.

## Literaturverzeichnis

- [1] G. E. Council, „State of Sustainability Research for Climate Change Mitigation“, Global Electronics Council. Zugegriffen: 10. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://globalelectronicscouncil.org/resources/state-of-sustainability-research/climate-change/>
- [2] Deutscher Bundestag, „Höherer Stromverbrauch durch Rechenzentren erwartet“, Höherer Stromverbrauch durch Rechenzentren erwartet. Zugegriffen: 20. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-1033542>
- [3] J. Corbett, „Designing and Using Carbon Management Systems to Promote Ecologically Responsible Behaviors“, *Journal of the Association for Information Systems*, Bd. 14, Nr. 7, Juli 2013, doi: 10.17705/1jais.00338.
- [4] I. Pufé, *Nachhaltigkeit*, 3. Aufl. Stuttgart, Deutschland: utb GmbH, 2017. doi: 10.36198/9783838587059.
- [5] S. Cai, X. Chen, und I. Bose, „Exploring the role of IT for environmental sustainability in China: An empirical analysis“, *International Journal of Production Economics*, Bd. 146, Nr. 2, S. 491–500, Dez. 2013, doi: 10.1016/j.ijpe.2013.01.030.
- [6] J. Dedrick, „Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research“, *CAIS*, Bd. 27, 2010, doi: 10.17705/1CAIS.02711.
- [7] R. Gholami, A. B. Sulaiman, T. Ramayah, und A. Molla, „Senior managers’ perception on green information systems (IS) adoption and environmental performance: Results from a field survey“, *Information & Management*, Bd. 50, Nr. 7, S. 431–438, Nov. 2013, doi: 10.1016/j.im.2013.01.004.
- [8] F. Loeser, „Green IT and Green IS: Definition of Constructs and Overview of Current Practices“, *AMCIS 2013 Proceedings*, Mai 2013, [Online]. Verfügbar unter: <https://aisel.aisnet.org/amcis2013/GreenIS/GeneralPresentations/4>
- [9] Umwelt Bundesamt, „Produkte länger nutzen: sachgerechter Gebrauch, Gewährleistung und Neukauf“, Umweltbundesamt. Zugegriffen: 8. April 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/uebergreifende-tipps/produkte-laenger-nutzen>
- [10] Statistisches Bundesamt, „Ein Viertel aller Erwerbstätigen arbeitete 2021 im Homeoffice“, Statistisches Bundesamt. Zugegriffen: 12. Dezember 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22\\_24\\_p002.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_24_p002.html)
- [11] D. Lindner, *KMU im digitalen Wandel: Ergebnisse empirischer Studien zu Arbeit, Führung und Organisation*. in essentials. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019. doi: 10.1007/978-3-658-24399-9.
- [12] Bundesregierung, „Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes“, Mai 2023, [Online]. Verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/20/068/2006872.pdf>
- [13] Landtag des Freistaates Bayern, „Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG) Vom 5. August 2022 (GVBl. S. 414) BayRS 2210-1-3-WK (Art. 1–132) - Bürgerservice“. Zugegriffen: 6. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayHIG/true>
- [14] B.-W. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, „Landesstrategie Green IT“, Baden-Württemberg.de. Zugegriffen: 7. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima-energie/klimaschutz/klimaneutrale-landesverwaltung/green-it/kompetenzstelle-green-it/die-landesstrategie>

- [15] A. Kott, R. Groß, H. Kosch, J. Schuster, und C. Bauer, „15 Vorschläge von strategischen Green IT Leitlinien für eine Integration in die IT-Strategie der bayerischen Hochschulen“, 2024, doi: 10.18420/INF2024\_188.
- [16] Umweltbundesamt, „3.7 Wie erstellen Sie einen Maßnahmenkatalog?“ [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse/3-ziele-massnahmen/37-wie-erstellen-sie-einen-massnahmenkatalog>
- [17] Europäischen Union, „VERORDNUNG (EU) 2019/ 424 DER KOMMISSION - vom 15. März 2019 - zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Server und Datenspeicherprodukte gemäß der Richtlinie 2009/ 125/ EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 617/ 2013 der Kommission“. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32019R0424>
- [18] Eurostat, „Glossary:Information and communication technology (ICT)/de“. Zugegriffen: 7. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information\\_and\\_communication\\_technology\\_\(ICT\)/de](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_(ICT)/de)
- [19] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, „Lerneinheit 3.6“: „IT-Systeme erheben. Zugegriffen: 7. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/Zertifizierte-Informationssicherheit/IT-Grundschutzschulung/Online-Kurs-IT-Grundschutz/Lektion\\_3\\_Strukturanalyse/3\\_06\\_IT-SystemeErheben.html?nn=440078](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/Zertifizierte-Informationssicherheit/IT-Grundschutzschulung/Online-Kurs-IT-Grundschutz/Lektion_3_Strukturanalyse/3_06_IT-SystemeErheben.html?nn=440078)
- [20] Europäische Union, „VERORDNUNG (EU) 2024/1781 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES“. Zugegriffen: 7. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=OJ%3AL\\_202401781](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=OJ%3AL_202401781)