

15 Vorschläge von strategischen Green IT Leitlinien für eine Integration in die IT-Strategie der bayerischen Hochschulen

Annette Kott¹ , Rainer Groß² , Harald Kosch³ , Jennifer Schuster⁴ , Christoph Bauer⁵

Abstract: Die spürbaren Herausforderungen des Klimawandels nehmen kontinuierlich zu. Verantwortlich dafür sind verstärkte Emissionen von Treibhausgasen, die unter anderem durch Digitalisierungsvorhaben und der damit verbundenen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) verursacht werden. Bayerische Hochschulen haben die Verantwortung zum Klimaschutz gesetzlich verankert und die Weichen für einen nachhaltigen Campus-Betrieb gestellt. Diese Studie präsentiert Ergebnisse einer Umfrage an bayerischen Hochschulen, inwiefern nachhaltige IT Praktiken bereits jetzt angewendet werden. Auf Basis dieser Ergebnisse und deren Einordnung in den wissenschaftlichen Diskurs zu *Green IT*, werden Handlungsempfehlungen abgeleitet und in 15 strategischen Leitlinien für einen grüneren IT-Betrieb zusammengefasst. Diese Leitlinien sollen als Vorschlag für eine mögliche Integration von *Green IT* in die IT-Strategie bayerischer Hochschulen dienen.

Keywords: Green IT, Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Bayerische Hochschulen, Strategische IT Leitlinien

1 Einleitung

Bayerische Hochschulen streben immer mehr Digitalisierungsvorhaben an, um flexiblere, schnellere und ressourcenschonendere Prozesse zu etablieren [UB24]. Mit der fortschreitenden Digitalisierung und der landesweiten Einführung von Homeoffice-Aktivitäten seit Beginn der Corona Pandemie, wachsen die Anforderungen an die Arbeitsplatzausstattung und die zugrundeliegende IT bayerischer Hochschulen [SB23]. Dadurch müssen Ressourcen dynamisch an den Bedarf angepasst werden, wodurch die Hardwareausstattung immer weiter zunimmt [Li19]. Der Zuwachs der benötigten Hardware führt zu einem steigenden

¹ Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, D-90121 Nürnberg, annette.kott@th-nuernberg.de, 
<https://orcid.org/0009-0008-9899-0212>

² Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, D-90121 Nürnberg, rainer.gross@th-nuernberg.de, 
<https://orcid.org/0000-0002-6876-060X>

³ Universität Passau, D-94032 Passau, harald.kosch@uni-passau.de, 
<https://orcid.org/0000-0002-7090-1133>

⁴ Universität Regensburg, D-93040 Regensburg, jennifer2.schuster@rz.uni-regensburg.de, 
<https://orcid.org/0009-0005-5986-0536>

⁵ Universität Regensburg, D-93040 Regensburg, christoph.bauer@rz.uni-regensburg.de

Energiebedarf, weshalb die Digitalisierung bzw. die IT im Kontext von Klima- und Umweltschutz betrachtet werden muss. Dazu kommen die gestiegenen Anforderungen an KI-basierte Anwendungen, weshalb der Bedarf an rechenintensiver Server-Hardware steigt und zu einer weiteren Beschleunigung des Energiebedarfs in Hochschul-Rechenzentren führt. Die deutsche Regierung treibt diese Thematik mithilfe des Energieeffizienzgesetzes an, welches einen nachhaltigen Betrieb von Rechenzentren fordert, von dem auch bayerische Hochschulen betroffen sind [Bu23]. Ebenso haben sich diese im bayerischen Hochschulinnovationsgesetz dazu verpflichtet, eine Verantwortung für den Klimaschutz einzugehen [LB23]. In Bezug auf eine nachhaltige Digitalisierung, kann das Konzept *Green IT* verwendet werden, welches die Umweltauswirkungen von IT-Produkten und -Dienstleistungen durch Effizienz- und Effektivitätssteigerung entlang der Beschaffung, des Betriebs und der Entsorgung minimiert [Lo13]. Im Hinblick auf zukünftige Vorhaben, steigt die Dringlichkeit der Umsetzung von *Green IT* im Hochschulbereich stetig an, weshalb die Integration von *Green IT* in die bestehende IT-Strategie bayerischer Hochschulen notwendig und zielführend erscheint.

An bayerischen Hochschulen gibt es bislang keine gemeinschaftliche Strategie um CO₂ Emissionen, verursacht durch IKT, zu reduzieren. Daher hat der Digitalverbund Bayern im Hochschulbereich das Projekt „*Green IT*“ gestartet. Das Projekt erarbeitet einen Maßnahmen- und Kennzahlenkatalog als Empfehlung für die Bereiche Rechenzentrum, IT-Anwender und IT-Beschaffung. Im Rahmen dieser Arbeit untersuchen wir die folgenden Forschungsfragen:

1. Inwiefern werden *Green IT* Praktiken an bayerischen Hochschulen bereits angewandt?
2. Welche strategischen Leitlinien lassen sich durch den aktuellen Ist-Zustand und unter Berücksichtigung des wissenschaftlichen Diskurses als zielführend identifizieren, um *Green IT* an bayerischen Hochschulen zu etablieren und in die IT-Strategie zu integrieren?

Wir leisten folgende Hauptbeiträge. Erstens entwickeln wir ein Werkzeug in Form einer Umfrage, um zu überprüfen, ob Maßnahmen der *Green IT* an Hochschulen angewendet werden. Als zweites zeigen wir die Ergebnisse der Anwendung des Werkzeugs, betten diese in den wissenschaftlichen Diskurs zu *Green IT* ein und leiten 15 strategische Leitlinien ab. Drittens entwickeln wir einen Vorschlag wie diese Leitlinien in die bayerische IT-Strategie integriert werden können, um damit den IT-Betrieb der bayerischen Hochschulen nachhaltiger zu gestalten.

Im folgenden Kapitel 2 wird die Methodik der Umfrage vorgestellt, deren Ergebnisse in Kapitel 3 aufgezeigt und die strategischen Leitlinien für *Green IT* abgeleitet werden. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse diskutiert und zusammengefasst.

2 Methodik

Die Online-Umfrage ist mithilfe der Forschungsfrage und den erprobten Maßnahmen des *Green IT* Maßnahmenkatalogs des Landes Baden-Württemberg gestaltet worden [BW23]. Um sicherzustellen, dass ausschließlich Hochschulangehörige teilnehmen, erfolgte die Verteilung des Zugangslinks über hochschulinterne Onlineforen. Die Umfrage ist am 28.06.2023 für einen Monat online geschaltet worden. Zur Ausrichtung der Fragen auf die jeweiligen Zielgruppen wurden die Teilnehmenden zu Beginn gefragt, welcher Arbeitsgruppe sie sich zugehörig fühlen: Rechenzentrumsmitarbeitende oder IT-Anwendende. Nach Abschaltung der Onlineumfrage wurden die Daten verarbeitet, die Antworten validiert und die Rücklaufquote analysiert. Ziel war es eine möglichst hohe Rücklaufquote mit vollständig ausgefüllten Fragebögen zu erreichen. Dazu wurden auf Basis der Maßnahmen und Ideen überwiegend geschlossene Fragen formuliert, die niederschwellig zu beantworten waren. Jede Frage wird in den wissenschaftlichen Diskurs eingebettet. Auf Basis der Umfrageergebnisse mit der Ausgangssituation zu *Green IT* an den bayerischen Hochschulen und dem dazugehörigen wissenschaftlichen Diskurs, schlagen wir strategische Leitlinien zur Umsetzung von *Green IT* im Hochschulbereich vor. Diese können und sollen diskutiert werden, um eine Integration von *Green IT* in die IT-Strategie bayerischer Hochschulen zu ermöglichen. Strategische Leitlinien geben sowohl auf der strategischen als auch operativen Ebene Orientierung bei der Entscheidungsfindung und unterstützen damit die Einführung von *Green IT* an den Hochschulen.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse finden sich in den Themenschwerpunkten Rechenzentrum und IT-Anwendende wieder. Für eine bessere Lesbarkeit werden Prozentzahlen gerundet. Der Freistaat Bayern hat 38 Hochschulen von denen 33 an der Umfrage teilgenommen haben. Von den insgesamt 1036 Teilnehmenden haben 840 die Umfrage vollständig beendet.

3.1 Rechenzentrum

In der Umfrage haben zum Themenschwerpunkt Rechenzentrum insgesamt 169 Personen teilgenommen, von denen 109 die Umfrage vollständig beendet haben. Von den vollständigen Teilnahmen sind 22 Hochschulen vertreten.

Produktlebenszyklus: In der *Green IT* wird der gesamte Produktlebenszyklus betrachtet [Lo13]. Angefangen beim Einkauf von IT-Produkten können Ökolabels Verbrauchern eine Orientierung bieten, weil sie Informationen über die Energieeffizienz eines Produkts, der verarbeiteten Materialien, Herstellungs- und Arbeitsbedingungen geben können [Ja19]. Mehrheitlich lassen die Umfrageergebnisse erkennen, dass ganz oder teilweise bei Neugeräten, auf eine nachhaltige Zertifizierung durch Ökolabels geachtet wird. Dennoch wissen es 30 % nicht oder beantworten, im Falle von 10 % der Teilnehmenden, die Frage mit nein (siehe Tabelle 1). IT-Produkte sollen während ihres Betriebs so lange wie möglich genutzt werden, durch interne Weitergaben und Reparaturen [UB24]. Dies wird durch

immer anspruchsvolleren Richtlinien der Europäischen Union an Hersteller, wie die Öko-designrichtlinien, gefördert [EK19]. Rechenzentrumsgeräte sind im Durchschnitt 5 Jahre alt. Erreicht ein Gerät das Lebenszyklusende muss es fachgerecht entsorgt werden. Das hochschulinterne System eGon bietet eine Möglichkeit der Weitergabe an Dritte und wird von den Beschäftigten verwendet. Allerdings finden sich nicht immer Abnehmer, weshalb Geräte fachgerecht entsorgt oder recycelt werden.

Aus den Ergebnissen zum Produktlebenszyklus lassen sich folgende strategische Leitlinien ableiten:

Frage	Antwortmöglichkeit	Anzahl	Prozent
Achten Sie bei der Bestellung von neuer Hardware im Rechenzentrum auf Nachhaltigkeit? (Energy Star, Blauer Engel, TCO, EPEAT...)	Ja	31	28,44
	Nein	11	10,09
	Teilweise	35	32,11
	Keine Antwort	32	29,36
Wie alt sind Ihre Rechenzentrumsgeräte ungefähr im Durchschnitt? (Server, Router usw.)	1	0	0,00
	2	4	3,67
	3	18	16,51
	4	17	15,60
	5	20	18,35
	6	12	11,01
	7	6	5,50
	8	7	6,42
	9	1	0,92
	10	0	0,00
		Keine Antwort	24
	Antworten:	51	46,79
Wie entsorgen Sie alte Hardware? (Stichpunkte)	eGon, Elektroschrott- Recycling, Rahmenvertragsentsorgung, Entsorgungszentrum, Entsorgungsunternehmen, Spenden, Verkaufen, Wertstoffhof, Zollauktion		

Tab. 1: Umfrageergebnisse Produktlebenszyklus

1. *Wir beschaffen nur Hardware, die den EU-Richtlinien entsprechen und Öko Label zertifiziert sind.*
2. *Wir verwenden IT-Produkte so lange wie möglich, unter der Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte, indem wir sie intern weitergeben und reparieren lassen.*
3. *Wir etablieren und leben Prozesse für eine nachhaltige Entsorgung von Hardware.*

Betrieb: Verschiedene Maßnahmen können zu einer Optimierung des Rechenzentrumsbetriebs führen. Um den Bedarf an Optimierungen erkennen zu können, ist es ratsam die

Serverauslastung zu erfassen [SU14]. 77 % der Teilnehmenden verwenden ein Erfassungssystem. Das Virtualisieren von Servern ist ein wichtiges Mittel für die Verringerung des Energieverbrauchs im Rechenzentrum. Die physische Serverinfrastruktur kann konsolidiert werden, indem ein physischer Server mehrere virtuelle hostet. Das Ergebnis ist ein effizienterer Stromverbrauch, Platzersparnis und ein vereinfachter Rechenzentrumsbetrieb. Virtualisierung steigert die Effektivität der Hardwarenutzung, optimiert die Auslastung von Rechenleistung und führt zu einer grundsätzlichen Reduktion des Energiebedarfs von Rechenzentren [Mu08].

<i>Frage</i>	<i>Antwortmöglichkeit</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
Arbeiten Sie in Ihrem Rechenzentrum an der Anwendungskonsolidierung, um die IT-Infrastruktur und Anwendungslandschaft zu optimieren?	Ja	33	30,28
	Nein	15	13,76
	Teilweise umgesetzt	31	28,44
	Erfolgreich umgesetzt	5	4,59
	Keine Antwort	25	22,94
Gibt es ein Monitoring für die Serverauslastung?	Ja	84	77,06
	Nein	4	3,67
	Keine Antwort	21	19,27
Werden Server (nicht virtuell) die nicht mehr verwendet werden, konsequent zurückgebaut?	Ja	35	32,11
	Nein	10	9,17
	Wenn möglich	37	33,94
	Keine Antwort	27	24,77
	Virtualisiert	94	86,24
Bitte wählen Sie aus, was auf Ihre Server zutrifft (Mehrfachauswahl möglich):	Dedizierte Hardware	56	51,38
	Keines von beidem	1	0,92
	Keine Antwort	7	6,42
	Keine Antwort	47	43,12
Optimieren Sie Ihre Speicherstruktur durch ein Speichermanagementsystem?	Ja	37	33,94
	Nein	25	22,94
	Keine Antwort	47	43,12
Werden effiziente Netzteile eingesetzt? (80 Plus Zertifizierung, Energiesparende Netzteile)	Ja	32	29,36
	Nein	2	1,83
	Nur bei Neugeräten	14	12,84
	Teilweise	17	15,60
	Keine Antwort	44	40,37
Bei welchen Endgeräten verwenden Sie Energiesparfunktionen? (Softwareoptionen vom Hersteller, Mehrfachauswahl möglich)	Server	14	12,84
	Netzwerkgeräte (Switch..)	7	6,42
	Storage Systeme	4	3,67
	Keine Sparfunktionen	26	23,85
	Keine Antwort	53	48,62
	Sonstiges	7	6,42

Tab. 2: Umfrageergebnisse Betrieb Rechenzentrum

32 % bauen ihre Server bei Möglichkeit zurück und eine Mehrheit von 86 % virtualisiert ihre Server (siehe Tabelle 2). Mehrheitlich werden Server konsolidiert, dennoch verzichten etwa 14 % darauf und begründen dies neben einer zu kleinen Serverlandschaft mit fehlenden finanziellen, aber auch personellen Ressourcen. Die Speicherungsstruktur von Daten kann mithilfe von Speichermanagementsystemen optimiert werden. Dafür werden Daten auf die weniger häufig zugegriffen werden (cold data) physisch von Daten auf die häufig zugegriffen werden (hot data) getrennt [LeLS13]. Ein Anteil von 43 % der Teilnehmenden wählte die Option keine Antwort. Im Gegensatz dazu verwenden 34 % ein Speichermanagementsystem, während bei 23 % ein solches System nicht im Einsatz ist (siehe Tabelle 2). Energieeffiziente Netzteile unterstützen den energieeffizienten Betrieb [Lo13]. 30 % der Teilnehmenden besitzen im Rechenzentrum energieeffiziente Netzteile, 16 % besitzen teilweise welche und lediglich 2% keine. Bei Neugeräten verwenden 13% energieeffiziente Netzteile, wohingegen 40% die Option keine Antwort wählen (siehe Tabelle 2). Viele Hersteller integrieren in ihren Geräten anpassbare Energiesparfunktionen, die einen automatisch optimierten, energieeffizienten Betrieb ermöglichen [Lo13]. Die Frage ob Energiesparfunktionen der Hersteller eingesetzt werden, wird von 49% nicht beantwortet und 24% setzt diese nicht ein. Aus den Ergebnissen zum Rechenzentrumsbetrieb lassen sich folgende strategischen Leitlinien ableiten:

4. *Wir überwachen, konsolidieren und virtualisieren unsere Server, um eine optimale Auslastung zu gewährleisten.*
5. *Wir nehmen regelmäßig an Schulungen teil, um unser Bewusstsein für den nachhaltigen Umgang mit IT im Rechenzentrum zu fördern und aktuelle Technologietrends zu kennen und sinnvoll in den Betrieb zu integrieren.*
6. *Wir fokussieren unsere finanziellen und personellen Ressourcen verstärkt auf Green IT Maßnahmen, um den Rechenzentrumsbetrieb energieeffizient zu gestalten.*

Weitere Ideen: Teilnehmende hatten zum Schluss die Möglichkeit weitere Ideen und Maßnahmen für einen nachhaltigen Betrieb zu nennen (siehe Tabelle 3).

<i>Frage</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
	<i>Antworten:</i>	35
		32,11
Haben Sie weitere Ideen für Maßnahmen im Bereich Green-IT?	Informationsblatt zu Energiesparen bei Rahmenvertragsgeräten, Notebooks statt PCs, Thin Clients, Softwareoptimierungen, Zentralisierung, Abwärmenutzung, cleanup policies, Optimierung der Versorgungstechnik, erneuerbare Energien, Schulungen, Reduktion automatisch laufender Pipelines, keine externe Cloud-Lösungen, TCO-Betrachtung, Warm-Kaltzonen, Reparaturrecht, Endgeräte verschenken dürfen, freie Kühlung	

Tab. 3: Ideensammlung Rechenzentrumsmitarbeitende

Aus den Ergebnissen der weiteren Ideen der Rechenzentrumsmitarbeitenden, lassen sich folgende strategische Leitlinien entwickeln:

7. *Wir nutzen Angebote für einen zentralisierten, energieeffizienten Bezug von IT-Rechenleistung.*
8. *Wir definieren Richtlinien, die klare Vorgaben und Standards festlegen, um IT-Projektsentscheidungen mit Nachhaltigkeitskriterien zu versehen.*

3.2 IT-Anwendende

Es haben insgesamt 749 sonstige Mitarbeitende an der Umfrage teilgenommen, von denen 702 diese vollständig abgeschlossen haben. Von den vollständigen Teilnahmen sind 20 Hochschulen vertreten.

Verwendung der Endgeräte im Betrieb: Um den Energieverbrauch während der Nutzung von Computern oder Laptops zu reduzieren, empfiehlt es sich, diese bei Nichtbenutzung auszuschalten [La18]. Dies führt zu einer Verringerung des kontinuierlichen Stromverbrauchs, der für CPU-Prozesse und die Kühlung des Geräts aufgewendet wird [Mu08]. Die Mehrheit von 88 % schaltet ihr Endgerät im Feierabend aus (siehe Tabelle 4). Zusätzliche Energieeinsparpotenziale ergeben sich aus der Abschaltung der Steckdosenleiste. Infolgedessen wird die Möglichkeit des Energieverbrauchs weiterer Endgeräte unterbunden. Im Gegensatz zu den Endgeräten schalten 66 % die Steckdosenleisten nicht aus. Obwohl viele der Mitarbeitenden umweltbewusst handeln und an das Abschalten ihres Endgerätes zum Feierabend denken, wird die Steckdosenleiste nicht ausgeschaltet. Grund dafür könnte die Ausstattung des Arbeitsplatzes sein. Mitarbeitende besitzen keine an- und ausschaltbaren Steckdosenleisten, weshalb diese Maßnahme nicht umgesetzt werden kann. Ein weiterer geringerer Energieverbraucher ist der Einsatz von Bildschirmschoner. Um diesen anzuzeigen, wird CPU Power benötigt, welche wiederum den Energieverbrauch ansteigen lässt [Mu08]. 54 % der Teilnehmenden besitzen einen Bildschirmschoner.

<i>Fragen</i>	<i>Antwortmöglichkeit</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
Schalten Sie ihren Rechner im Feierabend aktiv aus?	Ja	615	87,61
	Nein	78	11,11
	Keine Antwort	9	1,28
Schalten Sie nach Feierabend die Steckdosenleisten aktiv aus?	Ja	189	26,92
	Nein	466	66,38
	Keine Antwort	47	6,70
Hat ihr Computer/Laptop einen Bildschirmschoner bei Abwesenheit? (Windowslogo, Luftblasen o.ä.)	Ja	377	53,70
	Nein	254	36,18
	Sonstiges	63	8,97
	Keine Antwort	8	1,14

Tab. 4: Bedienung von Endgeräten durch Mitarbeitende

Aus den Ergebnissen der Bedienung von Endgeräten der Mitarbeitenden, lassen sich folgende strategischen Leitlinien entwickeln:

9. *Wir statten Arbeitsplätze mit an- und ausschaltbaren Steckdosenleisten aus.*
10. *Wir administrieren Arbeitnehmer Endgeräte, sodass eine energiesparende Batterieeinstellung vorgenommen wird und Bildschirmschoner unterbunden werden.*

Bürostruktur: Eine empfehlenswerte *Green IT* Maßnahme besteht in der Umstellung auf wechselnde Arbeitsplatzkonzepte anstelle von festen Arbeitsplätzen. Unter einem festen Arbeitsplatz wird ein dauerhaft zugewiesener Arbeitsort für einen Mitarbeitenden verstanden, während ein wechselnder Arbeitsplatz bedeutet, dass der Mitarbeitende seinen Arbeitsort regelmäßig oder nach Bedarf wechselt. Die Umstellung ermöglicht die Vermeidung von Hardware-Überkapazitäten, da aufgrund der Möglichkeit des Homeoffice weniger Arbeitsplätze zur Verfügung stehen und physisch ausgestattet werden müssen. Dies führt nicht nur zu einer Verringerung des Bedarfs an Hardware und standardisierten Arbeitsplatzausstattungen, sondern minimiert auch den Anteil an Elektronik, die später entsorgt werden muss [SBR10]. 84 % Teilnehmende geben an, dass sie einen festen Arbeitsplatz haben, während 15 % an wechselnden arbeiten (siehe Tabelle 5).

<i>Fragen</i>	<i>Antwortmöglichkeit</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
Haben Sie im Büro einen festen oder wechselnden Arbeitsplatz? (Desk Sharing/Wechslearbeitsplatz)	Fester Arbeitsplatz	588	83,76
	Wechselnder Arbeitsplatz	102	14,53
	Keine Antwort	12	1,71

Tab. 5: Umfrageergebnisse Arbeitsplatzsituation

Aus den Ergebnissen der derzeitigen Arbeitsplatzsituation der Mitarbeitenden, lassen sich folgende strategischen Leitlinien entwickeln:

11. *Wir nutzen flexible Arbeitsplatzkonzepte als ein alternatives Arbeitsplatzmodell.*

Papierloses Büro: Eine strategische Maßnahme, um die Umweltauswirkung des Büroalltags zu minimieren, ist die grundsätzliche Vermeidung von Papier im Büro, aber auch der umweltfreundliche Umgang eines Ausdrucks und der generellen Reduzierung von Druckern pro Mitarbeitenden [SBR10]. Etwa 39 % der Umfrageteilnehmenden besitzen einen eigenen Drucker, wohingegen 69 % einen eigenen Raum für den Drucker besitzen und 6 % mithilfe der Kommentarfunktion angegeben haben, dass sie sich einen Drucker mit mehreren Arbeitskollegen teilen. Die Druckereigenschaften belaufen sich bei 56 % auf einem standardmäßigen beidseitigen Druck, bei 62 % wird standardmäßig schwarz-weiß gedruckt, bei lediglich 19 % wird standardmäßig Recyclingpapier verwendet. Nur 1 % haben angegeben Biotoner zu verwenden. Insgesamt haben 5 % der Teilnehmende die Kommentarfunktion genutzt. Je nach Bedarf kann das Dokument in Farbe und einseitig gedruckt werden, außerdem ist der Einsatz von Biotonern nicht bekannt (siehe Tabelle 6). Eine Möglichkeit, um den Ausdruck eines Dokumentes zu vermeiden, ist die Benutzung

von digitalen Systemen, um Inhalte zu teilen. 86 % der Teilnehmenden haben die Möglichkeit solche Systeme zu verwenden (siehe Tabelle 6). Die Kernfrage ist, ob diese digitalen Systeme den Mitarbeitenden die Möglichkeit bieten, ein „papierloses Büro“ zu führen. Die Mehrheit gibt mit 53 % teilweise an, wohingegen 18 % nein und 28 % ja angeben (siehe Tabelle 6). Es bestand die Möglichkeit die Antwort zu begründen. Eine handsignierte Unterschrift ist eine Ursache. Weitere Ursachen sind Verwaltungsdokumente, Rechnungen, Studierendenprüfungen oder Personaldokumente, die in Papierform eingereicht oder abgelegt werden müssen.

<i>Frage</i>	<i>Antwortmöglichkeit</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
Besitzen Sie in ihrem Büro (nicht Homeoffice) einen eigenen Drucker oder gibt es dafür einen dedizierten Raum/Bereich für alle Mitarbeitenden mit einem Multifunktionsgerät (Drucker, Scanner, Kopierer)? (Mehrfachauswahl möglich)	Ich besitze einen eigenen	269	38.32
	Es gibt einen extra Raum/Bereich	483	68.80
	Keine Antwort	3	0.43
	Sonstiges	38	5.41
	Standardmäßig beidseitiger Druck	393	55.98
Wählen Sie bitte aus, was auf Ihren Drucker zutrifft (Mehrfachauswahl möglich):	Standardmäßig schwarz-weiß Druck	432	61.54
	Standardmäßig Recyclingpapier	133	18.95
	Verwendung von Biotonern	6	0.85
	Keine Antwort	77	10.97
	Sonstiges	34	4.84
Bieten Ihnen diese digitalen Systeme die Möglichkeiten ein "papierloses Büro" zu haben?	Ja	195	27.78
	Nein	123	17.52
	Teilweise	370	52.71
	Keine Antwort	14	1.99

Tab. 6: Umfrageergebnisse Drucksituation

Es ist umweltfreundlicher, wenn die Anzahl der Drucker die Mitarbeitenden nicht übersteigt. Wenn Drucker konsolidiert und spezielle Bereiche oder Räumlichkeiten für Mitarbeitende zur Verfügung gestellt werden, wird nachhaltiges Handeln gefördert.

Aus den Ergebnissen der Drucksituation der Mitarbeitenden, lassen sich folgende strategischen Leitlinien entwickeln:

12. *Wir ersetzen Arbeitsplatzdrucker durch zentralisierte Multifunktionsdrucker.*
13. *Wir stellen Voreinstellungen für einen Ausdruck primär auf schwarz-weiß und beidseitigem drucken mit Biotonern und Recyclingpapier ein.*
14. *Wir staten die Geräte mit Energiesparfunktionen des Herstellers aus und versetzen das Gerät in einen Energiesparmodus bei einem ruhenden Betrieb.*

Bewusstsein: *Green IT* Maßnahmen in den Betriebsalltag mit einzubinden ist vor allem dann erfolgreich, wenn das Verständnis der Wirkung vorhanden ist [As21]. Nur 1 % haben angegeben, dass es Schulungen in dem Bereich gibt, 67 % bilden sich aus Eigeninteresse weiter und 18 % können Maßnahmen nicht immer nachvollziehen (siehe Tabelle 7).

<i>Frage</i>	<i>Antwortmöglichkeit</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
Können sie bei Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Bereich Green-IT immer nachvollziehen, wieso diese jetzt sinnvoll sind und beispielsweise Stromersparungseffekte haben?	Ja, weil es Schulungen gibt	10	1.42
	Ja, aus Eigeninteresse	469	66.81
	Nein	128	18.23
	Keine Antwort	95	13.53

Tab. 7: Umfrageergebnisse Verständnis der Mitarbeitenden gegenüber *Green IT* Maßnahmen

Aus den Ergebnissen des Verständnisses der Mitarbeitenden von *Green IT* Maßnahmen, lassen sich folgende strategischen Leitlinien entwickeln:

15. *Wir nehmen regelmäßig an Schulungen teil, um das Bewusstsein für eine nachhaltige Anwendung der IT zu fördern.*

4 Diskussion und Zusammenfassung

Die hier gewonnen Ergebnisse bieten einen wichtigen Beitrag zum Diskurs, wie die vorgeschlagenen strategischen Leitlinien als ersten Schritt für die Integration einer *Green IT*-Strategie in die bestehende IT-Strategie der bayerischen Hochschulen genutzt werden könnten (Abb. 1). Darüber hinaus kann diskutiert werden, ob sich die strategischen Leitlinien auch auf andere Bundesländer anwenden lassen. Bereits die Ergebnisse der Umfrage verdeutlichen, die Dringlichkeit einer nachhaltigeren Gestaltung des Hochschulbetriebs. Gleichzeitig wird deutlich, dass ein erhebliches Potenzial besteht, *Green IT* in den Arbeitsalltag zu integrieren. Die Mitarbeitenden zeigen eine positive Einstellung dazu und handeln bereits aus eigener Motivation heraus bewusst nachhaltig. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Punkt ist die Tatsache, dass immer mehr gesetzliche Anforderungen im Bereich des nachhaltigen Handelns entstehen, unter anderem getrieben durch die 17 Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen und deren Umsetzung bis 2030

[VN15]. In Deutschland sind ab 2024 öffentliche Stellen vom Energieeffizienzgesetz betroffen, indem sie beispielsweise eine jährliche Energieeinsparung von 2 % vorweisen müssen. Wenn das Rechenzentrum eine nicht redundante elektrische Nennanschlussleistung von 300 kW überschreitet, ist dieses dazu verpflichtet, den Power Usage Effectiveness Wert zu bestimmen und stetig zu senken. Hierfür können *Green IT* Maßnahmen genutzt werden, weshalb strategische Leitlinien notwendig und zielführend erscheinen.

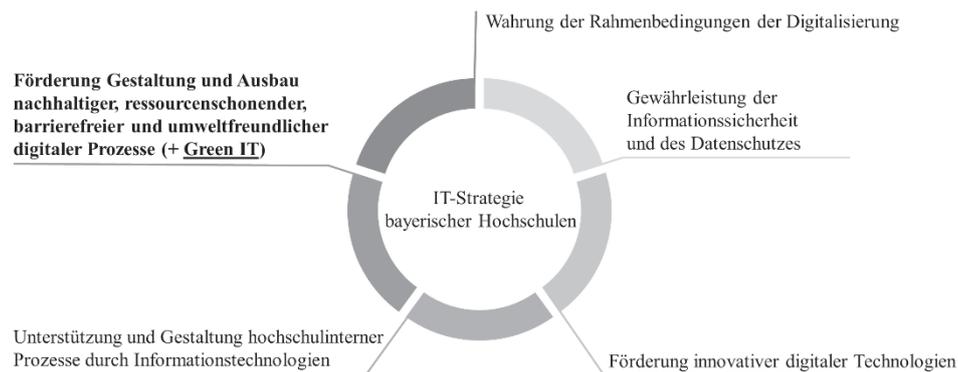


Abb.1: Präambel der IT-Strategie der bayerischen Hochschulen um Green IT ergänzt

Ausgangspunkt für die Integration von *Green IT* ist die IT-Strategie der bayerischen Hochschulen, ist deren Präambel auf Seite 1 [Bo22]. Die Präambel definiert Handlungsempfehlungen für die fortlaufende kooperative und umfassende Erneuerung und Optimierung der IT und unterstützt gleichzeitig die digitale Transformation in fünf Bereichen: Wahrung der Rahmenbedingungen der Digitalisierung, Unterstützung und Gestaltung hochschulinterner Prozesse durch Informationstechnologien, Förderung und Entwicklung innovativer digitaler Technologien, Gewährleistung der Informationssicherheit und des Datenschutzes und Förderung, Gestaltung und Ausbau nachhaltiger, ressourcenschonender, barrierefreier und umweltfreundlicher digitaler Prozesse. Der letzte Punkt enthält bereits Nachhaltigkeitskriterien für die Gestaltung der digitalen Prozesse. Da *Green IT* den Betrieb von digitalen Prozessen nachhaltiger und energieeffizienter gestaltet, sehen wir hier den Anknüpfungspunkt. Wir schlagen vor, dass *Green IT* in den letzten Punkt integriert wird, um das Ziel dieser Leitlinie zu erfüllen und gewährleisten zu können. Somit sind die 15 aufgestellten strategischen Leitlinien der erste Schritt für eine mögliche Integration. Diese muss umfassend mit verschiedenen Hochschulbeteiligten, bestehend aus CIOs, IT-Leitenden und der Hochschulleitung diskutiert, abgestimmt und in einer überarbeiteten IT-Strategie verankert werden. Nur mit einer ausreichend abgesprochenen Betrachtung ist es möglich, einen nachhaltigen Umgang mit IT-Produkten gewährleisten zu können.

Unsere **Mission** sollte sein, den gesamten Produktlebenszyklus von IT-Produkten umweltfreundlich zu betrachten und zu betreiben. Angefangen von der nachhaltigen Beschaffung, hin zum nachhaltigen Betrieb im Rechenzentrum und durch die Anwendenden, sowie die

fachgerechte Entsorgung. Unsere **Vision** sollte sein, nachhaltige, effiziente Nutzungspraktiken von Ressourcen zu etablieren, innovative Technologien zu betreiben und die umweltbewusste Denkweise aller Hochschulangehörigen durch Schulungen zu fördern. Unser **Ziel** sollte sein, *Green IT* Maßnahmen an allen bayerischen Hochschulen zu etablieren, um einen nachhaltigen Hochschulbetrieb zu festigen und zu fördern.

Erst durch die Aufstellung von Zielsetzungen, können messbare, positive Effekte entstehen, die zur Erreichung dieser vorausgesetzt sein müssen. Des Weiteren, sollten innovative Pilotprojekte gefördert werden, wie das Bavarian Green Data Center [BS24]. Es stellt ein Modellprojekt für klimaneutrale und -positive Rechenzentren in ganz Bayern dar. Der entstehende bayernweite Maßnahmen- und Kennzahlenkatalog mit den enthaltenen Handlungsempfehlungen, ist ein weiterer Fortschritt für eine nachhaltige Gestaltung des IT-Betriebs und kann die nachhaltige IT-Strategie fördern [DB24]

Die hier aufgeführten Ergebnisse unterliegen Limitationen. Aufgrund der Tatsache, dass die Befragten nur Hochschulangehörige des Freistaats Bayern sind, können diese Ergebnisse nicht auf andere Bundesländer generalisiert werden. Zusätzlich wurde die Umfrage anonym und freiwillig über Hochschulonlineforen verteilt. Das Angebot zur Teilnahme war somit beschränkt auf die weitere Kommunikation und Verteilung des Umfragelinks für den zu befragenden Kreis, weshalb nicht jeder Mitarbeitende an der Umfrage teilgenommen hat. Es ist nicht auszuschließen, dass die Ergebnisse anders ausgefallen wären, wenn weitere Beschäftigte an der Umfrage teilgenommen hätten. Die Möglichkeit, dass diese Selbstselektion zu verzerrten Antworten führen könnte, macht es unmöglich, die Ergebnisse auf statistische Signifikanz zu prüfen. Dennoch sind die hier präsentierten Ergebnisse wichtig für zukünftige Fortschritte im Bereich *Green IT* an bayerischen Hochschulen, weil sie den technologischen Hochschulbetrieb in den Bereichen Rechenzentrum, IT-Anwendende, Beschaffung und Entsorgung nachhaltiger gestalten und optimieren können.

Danksagung

Das Projekt „*Green IT*“ wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst im Rahmen des Programms „Digitaler Campus Bayern“ auf Empfehlung des Leitenden Ausschusses des Digitalverbundes Bayern gefördert. Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst für Unterstützung bei diesem Projekt.

Literaturverzeichnis

- [As21] Ashiq, S.: Green Awareness Rating Scale (GARS) Development to Extend TAM. In: International Conference on Innovative Computing (ICIC). Lahore, Pakistan : IEEE, ISBN 978-1-66540-091-6, S. 1–6, 2021

- [BW23] Baden-Württemberg: Landesstrategie Green IT 2020 in der öffentlichen Verwaltung Baden-Württemberg, https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/1_Ministerium/Aufgaben_und_Organisation/Green-IT/Landesstrategie_GreenIT_Kurzfassung.pdf, Stand: 22.12.2023.
- [BS24] Bayerische Staatsregierung: Digitalministerium entwickelt mit Universität Passau innovatives, klimaneutrales Rechenzentrum / Gerlach: Gut für Klima und digitale Transformation – Bayerisches Landesportal, <https://www.bayern.de/digitalministerium-entwickelt-mit-universitaet-passau-innovatives-klimaneutrales-rechenzentrum-gerlach-gut-fuer-klima-und-digitale-transformation/>, Stand: 12.04.2024.
- [Bo22] Bock, M. et al.: IT-Strategie der bayerischen Hochschulen, Zenodo, 2022.
- [Bu23] Bundesregierung: Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/068/2006872.pdf>, Stand: 17.05.2023.
- [DB24] Digitalverbund Bayern: Green-IT, <https://digitalverbund.bayern/projekte/green-it/Green-IT>, Stand: 12.04.2024.
- [EK19] Europäische Kommission: VERORDNUNG (EU) 2019/ 424 DER KOMMISSION, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0424&from=DE>, 2019.
- [Ja19] Jayalath, J. et al.: Green Cloud Computing: A Review on Adoption of Green-Computing attributes and Vendor Specific Implementations. In: International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE). Colombo, Sri Lanka : IEEE, 2019, ISBN 978-955-704-121-6, S. 158–164, 2019.
- [La18] Lamb, J. et al.: STEM Projects using Green Healthcare, Green IT, and Climate Change. In: 2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON). New York City, NY, USA : IEEE, ISBN 978-1-5386-7693-6, S. 95–101, 2018.
- [LB23] Landtag des Freistaates Bayern: Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG) Vom 5. August 2022 (GVBl. S. 414) BayRS 2210-1-3-WK (Art. 1–132) - Bürgerservice, <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayHIG>true>, Stand: 06.07.2023.
- [Li19] Lindner, D.: KMU im digitalen Wandel: Ergebnisse empirischer Studien zu Arbeit, Führung und Organisation, essentials. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden, ISBN 978-3-658-24398-2, 2019.
- [Lo13] Loeser, F.: Green IT and Green IS: Definition of Constructs and Overview of Current Practices. In: AMCIS 2013 Proceedings, 2013.
- [Mu08] Murugesan, S. Harnessing Green IT: Principles and Practices. In: IT Professional Bd. 10, Nr. 1, IEEE, S. 24–33, 2008.
- [SU14] Seegolam, A. ; Usmani, K.: Understanding the maturity of EU code of conduct on data centres: A Mauritian case study explained. In: 2014 IST-Africa Conference Proceedings. Le Meridien Ile Maurice, Pointe Aux Piments, Mauritius : IEEE, ISBN 978-1-905824-44-1, S. 1–16, 2014.